

Dr inż. Dominika MATUSZEK
Agnieszka KORPOWSKA
Katedra Inżynierii Biosystemów
Wydział Inżynierii Produkcji i Logistyki
Politechnika Opolska

TEKSTURA PIECZYWA UZYSKANEGO Z RÓŻNYCH MIESZANEK ZBÓŻ[®]

Texture of bread obtained from various cereal mixtures[®]

Słowa kluczowe: pieczywo, jakość pieczywa, tekstura, TPA, mieszanki zbóż.

W artykule przedstawiono wyniki oceny tekstury pięciu rodzajów pieczywa przeprowadzonej w różnych okresach od wypieku. Do badań wykorzystano własnoręcznie wypieczone bochenki: orkiszowy, żytni, owsiany, pszenny pełnoziarnisty i kukurydziany. Pomiaru twardości dokonywano w dzień, dwa dni i siedem dni od wypieku. Do przeprowadzenia analizy tekstury skorzystano z instrumentalnego testu TPA, wykonanego z użyciem Analizatora CT3. Dla uzyskanych wyników twardości obliczono podstawowe statystyki oraz dokonano analizy porównawczej w oparciu o test Fishera. Wyniki analizy wykazały statystycznie istotną różnicę twardości różnych rodzajów pieczywa dla każdego przypadku. Największe zróżnicowanie zaobserwowano dla wypieku świeżego i 2 dni po wypieku, natomiast najmniejsze dla pieczywa siedmiodniowego. Uzyskane wyniki wskazują na wpływ czasu przechowywania na wzrost twardości pieczywa.

Key words: bread, quality of breads, texture, TPA method, cereal mixtures.

The article presents the results of texture evaluation of five types of bread made in different periods from baking. The research involved the use of self-baked loaves: spelled, rye, oat, wheat whole grain and corn. Hardness measurements were made day, two days and seven days after baking. An instrumental TPA test was used to analyze the texture, which was made using the CT3 Analyzer. For the gotten results, basic statistics and comparative analysis based on the Fisher test were calculated. The results of the analysis showed a statistically significant difference in the hardness of different types of bread for each case. The greatest variation was observed for fresh baking and 2 days after baking, while the smallest for seven-day bread. The obtained results indicate the influence of storage time on the increase of hardness of bread.

WSTĘP

Główne wyznaczniki jakości produktów spożywczych, które wyczuwalne są bezpośrednio przed, jak i trakcie spożycia to zapach, smak a także tekstura Dziki [3], Gellynck [5]. Pieczywo ulega bardzo szybkiemu procesowi czerstwienia, co pogarsza jego jakość organoleptyczną i odbiór przez klienta Ambroziak [1]. Tekstura produktu jest bardzo ważna zarówno dla konsumentów jak i producentów, ponieważ zmienia się w wyniku przetwarzania oraz przechowywania. Producenci żywności coraz bardziej świadomi są tego, że tekstura jest jednym z głównych wskaźników jakościowych Gąsiorowski [4]. Jakość pieczywa zależy od rodzaju użytej mąki, jej zawartości oraz udziału i rodzaju pozostałych składników. Pieczywo wytwarza się głównie z udziałem mąk chlebowych, wyjątkiem są pieczywa z ziaren zbóż niechlebowych, w przypadku produkcji chlebów bezglutenowych (np. mąka ryżowa). Niezwykle ważny przy produkcji chleba jest wybór dobrych jakościowo składników oraz zapewnienie odpowiednich warunków w trakcie wypieku Kawka [6], Zięć [12]. Analiza tekstury pieczywa może być prowadzona metodą organoleptyczną. Uzyskane wyniki są trudne

lub niemożliwe do osiągnięcia innymi metodami, co wynika z indywidualnego odbierania intensywności poszczególnych doznań teksturalnych przez konsumenta Zadernowski [11]. Inna metoda opiera się na wykorzystaniu odpowiedniej aparatury pomiarowej tzw. teksturometrów. Badania z wykorzystaniem narzędzi tego typu cechuje znacznie mniejsza czasochłonność, duża powtarzalność, jak również to, że nie wymagają zapewnienia odpowiedniego zespołu oceniającego, co wpływa na niższy koszt realizacji badań. Niewątpliwą zaletą jest również niezależność od czynników psychofizycznych osób oceniających. Metody instrumentalne są wykorzystywane przy opracowywaniu i projektowaniu danego produktu. Służą do porównywania docelowego produktu z wzorcami, określania parametrów zachodzących procesów oraz wpływu poszczególnych składników na teksturę produktu Marzec [7], Obiedzieński [8], Zadernowski [11].

Opracowana w latach 60-tych XX w metoda pomiarowa nazwana analizą profilu teksturometrycznego – TPA pozwala w sposób ilościowy na precyzyjny pomiar, jak również obliczenie wielu własności. Pomiar TPA dokonywany jest przez dwukrotną kompresję badanej próbki z rejestracją wymiarów

próbki, siły oraz dystansu. Dzięki przeprowadzonym badaniom zmian własności teksturometrycznych, uwzględniając ich złożoną genezę, można wnioskować o składzie, jak również o zachodzących w próbkach procesach. W przypadku oceny pieczywa można przedstawić kilka zależności: miękisz chleba o właściwościach sprężystych, twardych informuje o zajściu procesu transferu wody ze skrobi do glutenu, natomiast kruchość i twardość skórki chleba zależy od migracji i parowania wody Bourne [2], Szcześniak [10].

Celem artykułu jest przedstawienie wyników badań dotyczących wpływu czasu przechowywania (1, 2 i 7 dni) oraz składu mieszanki (5 rodzajów mieszanek) na teksturę pieczywa.

METODYKA BADAŃ

Badania przeprowadzono na własnoręcznie przygotowanych wypiekach pięciu rodzajów pieczywa. Badanymi próbkami były: chleb orkiszowy, chleb żytni, chleb owsiany, chleb pszennożytny, chleb kukurydziany.



Rys. 1. Rodzaje pieczywa poddanego analizie.

Fig. 1. Types of bread subjected to analysis.

Źródło: Opracowanie własne

Source: Own study

Do wypieku wykorzystano mąki: mąkę orkiszową - firmy Melwit, mąkę żytnią typ 580 - Młyn Dalachów, mąkę pszennożytną typ 1850 - Młyn Dalachów, mąkę pszennożytną typ 750 - Młyn Dalachów oraz mąkę kukurydzianą - Firmy Melwit. Zakwas (prowadzony metodą pośrednią) oraz mąka - Młyn Dalachów pochodziły z Piekarni GS Rudniki, a pozostałe dodatkowe składniki zakupiono w sklepie. Skład poszczególnych mieszanek do wypieku pieczywa przedstawiał się następująco Ojakangas [9]:

1. Chleb orkiszowy:

- 500 g mąki orkiszowej
- 360 g wody
- 115 g mleka krowiego 3,2%
- 50 g drożdży piekarniczych
- 6 g soli
- 6 g cukru białego
- 125 g otrębów pszennych
- 50 g słonecznika
- 75 g sezamu

2. Chleb żytni:

- 480 g wody
- 240 g ciepłej wody
- 14 g granulowanych drożdży instant
- 575 g mąki żytniej
- 12 g soli

3. Chleb owsiany:

- 230 g zakwasu
- 24 g cukru białego
- 600 g ciepłej wody
- 130 g odtłuszczonego mleka w proszku
- 110 g płatków owsianych górskich
- 800 g mąki pszennej chlebowej typ 500
- 7 g suszonych drożdży granulowanych

4. Chleb pszennożytny:

- 7 g granulowanych drożdży instant
- 60 g ciepłej wody
- 36 g cukru białego
- 130 g mąki pszennej razowej typ 1850
- 160 g mąki pszennej typ 500
- 250 g stopionego masła

5. Chleb kukurydziany:

- 230 g zakwasu
- 190 g mąki kukurydzianej
- 380 g mleka krowiego 3,2 %
- 24 g cukru białego
- 60 g stopionego ciepłego masła
- 6 g soli
- 15 g sody oczyszczonej

Ciasto miesiono ręcznie, bezpośrednio po umieszczeniu wszystkich składników w pojemniku mieszającym. Następnie przykrywano je i pozostawiano w naczyniu do momentu wyrośnięcia. Po zakończeniu rozrostu, formowano ciasto, które umieszczano w formie o wymiarach 30cm x 11cm x 7cm. Następnie formę wkładano do wcześniej nagrzanego do odpowiedniej temperatury piekarnika. Wypiek przeprowadzono w odpowiednich dla danego pieczywa temperaturach oraz określonym czasie (tabela 1). Wypieczone bochenki pozostawiono do wystygnięcia w temperaturze pokojowej.

Tabela 1. Parametry wypieku pieczywa

Table 1. Parameters of baking bread

Rodzaj pieczywa	Temperatura wypieku [°C]	Czas wypieku [min]
Chleb orkiszowy	170	50
Chleb żytni	175	30
Chleb owsiany	200	30
Chleb pszennożytny	200	30
Chleb kukurydziany	200	30

Źródło: Opracowanie własne

Source: Own study

Uzyskane wypieki przechowano w tych samych warunkach. Każdy bochenek poddano ocenie jakościowej dzień, dwa i siedem dni po wypieku. W tym celu skorzystano



Rys. 2. Stanowisko badawcze: 1. Komputer, 2. Analizator CT3, 3. Stolik pomiarowy TA-RT-KI, 4. Sonda cylindryczna TA4/1000.

Fig. 2. Research position: 1. Computer, 2. CT3 analyzer, 3. TA-RT-KI measuring table, 4. Cylinder probe TA4/1000.

Źródło: Opracowanie własne

Source: Own study

z analizatora tekstury Brookfield CT3. Do analizy krojono kromki o grubości 1,5 cm. Tak przygotowane próbki umieszczano na stoliku pomiarowym i uruchamiano analizator. Do badań użyto sondy cylindrycznej (36 mm Ø) przy prędkości badania 2 mm/s. W pomieszczeniu, w którym była przeprowadzana analiza tekstury, temperatura powietrza wynosiła 22°C. Badane próbki ułożono tak, by sonda dotykała kromek na środku ich powierzchni. Dzięki takiemu ułożeniu unika się możliwości wyjścia sondy poza badany obszar. Deformację rejestrowano w niutonach i gramach. Dla każdej próbki dokonano trzykrotnego powtórzenia pomiarów. Stanowisko badawcze składało się z komputera z zainstalowanym oprogramowaniem TexturePro CT, analizatora CT3 10 kg firmy Brookfield. Analizator wyposażony był w stół pomiarowy TA-RT-KI wraz z sondą cylindryczną TA 4/1000 (rysunek 2).

WYNIKI BADAŃ

Uzyskane wyniki dotyczące tekstury pieczywa (uzyskane w programie komputerowym współpracującym z analizatorem) przedstawiono w tabelach 2-4 oraz w sposób graficzny na rysunkach 3-5.

Tabela 2. Wyniki analizy tekstury chlebów badanych pierwszego dnia od wypieku

Table 2. Results of the texture analysis of bread tested on the first day after baking

Parametry	Rodzaje chleba	Orkiszowy	Żytni	Owsiany	Pełnoziarnisty pszenny	Kukurydziany
	Średnia twardość, [g]		2511,67	2930,33	1781	5112,33
Niepewność standardowa		133,56	26,44	122	86,44	714,44
Średnia praca (energia) do punktu twardości, [mJ]		94,77	129,70	81,43	246,70	332,90
Niepewność standardowa		14,02	3	9,84	7	38,80
Średnia całkowita praca, [mJ]		117,50	168,70	104,57	306,03	378,27
Niepewność standardowa		16,27	4,27	11,09	4,76	28,42
Średnia twardość (obciążenie) w nadmiarze, [g]		2511,67	2930,33	1781	5112,33	4374,33
Niepewność standardowa		133,56	26,44	122	86,44	440,89

Źródło: Opracowanie własne

Source: Own study

Tabela 3. Wyniki analizy tekstury chlebów badanych drugiego dnia od wypieku

Table 3. Results of the texture analysis of bread tested on the two days after baking

Parametry	Rodzaje chleba	Orkiszowy	Żytni	Owsiany	Pełnoziarnisty pszenny	Kukurydziany
	Średnia twardość, [g]		3059,67	3768,33	2632,33	7797,33
Niepewność standardowa		397,11	297,56	119,56	288,22	339,78
Średnia praca (energia) do punktu twardości, [mJ]		136,77	181,57	139,30	373,27	183,93
Niepewność standardowa		22,89	12,71	9,070	8,09	5,76
Średnia całkowita praca, [mJ]		162,30	221,53	169,23	444,27	218,47
Niepewność standardowa		26	15,29	11,02	12,62	12,58
Średnia twardość (obciążenie) w nadmiarze, [g]		3059,67	3768,33	2632,33	7797,33	4039
Niepewność standardowa		397,11	297,56	119,56	288,22	318,67

Źródło: Opracowanie własne

Source: Own study

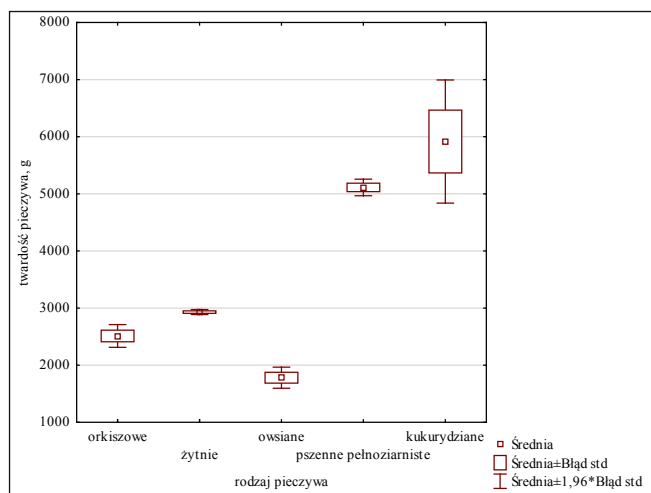
Tabela 4. Wyniki analizy tekstury chlebów badanych siódmego dnia od wypieku

Table 4. Results of the texture analysis of breads examined on the seven days after baking

Parametry	Rodzaje chleba	Orkiszowy	Żytni	Owiany	Pełnoziarnisty pszenny	Kukurydziany
Średnia twardość, [g]		8351,67	5805,33	3195	8449	5770
Niepewność standardowa		2335,78	559,11	490	828,67	568,67
Średnia praca (energia) do punktu twardości, [mJ]		291,83	248,03	144,57	318,90	232,77
Niepewność standardowa		66,09	42,71	29,09	72,60	71,09
Średnia całkowita praca, [mJ]		345,50	297,50	172,27	387,73	267,70
Niepewność standardowa		81,60	46,47	32,82	83,58	76
Średnia twardość (obciążenie) w nadmiarze, [g]		8351,67	5805,33	3195	8449	5770
Niepewność standardowa		2335,78	559,11	490	828,67	568,67

Źródło: Opracowanie własne

Source: Own study



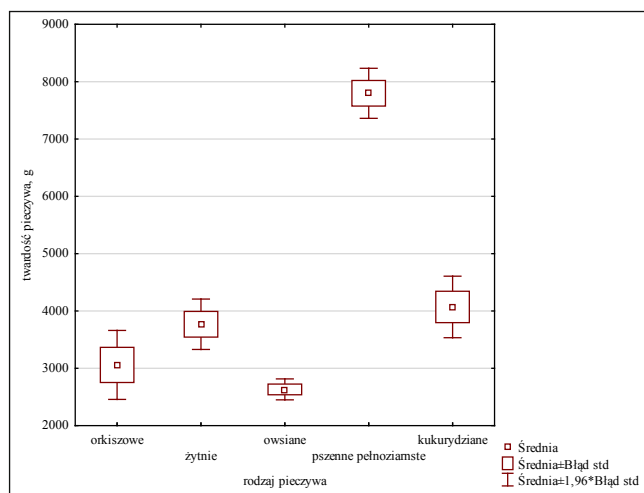
Rys. 3. Wykres ramka-wąsy twardości pieczywa dzień po wypieku.

Fig. 3. Diagram box - plots of bread hardness the day after baking.

Źródło: Opracowanie własne

Source: Own study

Analizując przedstawione wyniki można zaobserwować, że najniższym poziomem twardości cechowało się pieczywo owsiane zarówno dzień, dwa jak i siedem dni od wypieku. Najwyższą twardość uzyskano pierwszego dnia dla pieczywa kukurydzianego natomiast drugiego i siódmego dnia dla pieczywa pszenne pełnoziarniste. W przypadku pieczywa pszenne pełnoziarniste odnotowano ponadto największy wzrost twardości w czasie przechowywania. W czterech z pięciu przebadanych wypieków twardość zwiększyła się pod wpływem czasu przechowywania. Jedynie w przypadku pieczywa kukurydzianego odnotowano krótkotrwały spadek twardości (dwa dni po wypieku) a następnie jego wzrost. Najbardziej miękkie okazały się wypieki z mieszanek zawierających głównie mąkę owsianą, żytnią i orkiszową. W początkowych dniach od wypieku można zaobserwować znaczne zróżnicowanie twardości testowanych chlebów (rys. 3 i 4). W siódmym dniu jest ono mniej widoczne (rysunek 5). W tym ostatnim pomiarze odnotowano



Rys. 4. Wykres ramka-wąsy twardości pieczywa dwa dni po wypieku.

Fig. 4. Diagram box - plots of bread hardness two days after baking.

Źródło: Opracowanie własne

Source: Own study

ponadto największe zróżnicowanie analizowanych próbek (największe wartości niepewności standardowej).

W następnej części badań dokonano statystycznej analizy porównawczej twardości pieczywa w kolejnych okresach od wypieku. W tym celu skorzystano z analizy wariancji (test Fishera) przyjmując poziom istotności $\alpha=0,05$. W analizie przyjęto następujące założenia.

Hipoteza zerowa:

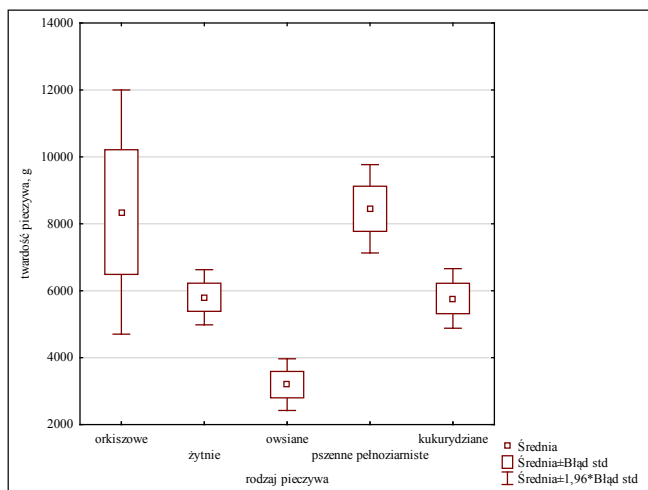
$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 = \mu_5 \quad (1)$$

Średnia wartość twardości pieczywa w danym okresie od wypieku jest równa, $r=5$

Hipoteza alternatywna:

$$H_1: \mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3 \neq \mu_4 \neq \mu_5 \quad (2)$$

Średnia wartość twardości pieczywa w danym okresie od wypieku jest różna, $r=5$.



Rys. 5. Wykres ramka-wąsy twardości pieczywa siedem dni po wypieku.

Fig. 5. Diagram box - plots of bread hardness seven days after baking.

Źródło: Opracowanie własne

Source: Own study

Wyniki statystycznej analizy porównawczej przedstawiono w tabeli 4.

Tabela 4. Wyniki statystycznej analizy porównawczej

Table 4. The results of statistical comparative analysis

Okres przechowywania	F	p
1 dzień	47,97	0,00000
2 dni	75,98	0,00000
7 dni	5,32	0,01465

Źródło: Opracowanie własne

Source: Own study

Uzyskane wyniki (tabela 4) wskazują na występowanie statystycznie istotnej różnicy w twardości pieczywa w kolejnych okresach przechowywania. Można zauważyć, że najniższy poziom zróżnicowania uzyskano dla próbek testowanych siedem dni od wypieku. Analiza statystyczna potwierdziła zatem wcześniejsze obserwacje.

Podczas realizacji testów zaobserwowano ponadto, że:

- ▶ Chleb pszenny pełnoziarnisty oraz chleb żytni charakteryzował się najbardziej elastycznym i wytrzymałym podczas badań miękkiszem.
- ▶ Chleb owsiany kruszył się nieznacznie, natomiast miękkisz chleba orkiszowego kruszył się znacząco.
- ▶ Chleb kukurydziany cechował się właściwościami typowymi dla pieczywa bezglutenowego – miękkisz łatwo ulegał rozerwaniu, występował brak charakterystycznej dla pieczywa skórki.

WNIOSKI

- ▶ Czas przechowywania znacząco wpływa na wzrost twardości pieczywa, co wskazuje na postęp procesu czerstwienia.

- ▶ Wyniki analizy statystycznej wykazały statystycznie istotną różnicę twardości różnych rodzajów pieczywa w miarę upływu czasu od wypieku. Największe zróżnicowanie zaobserwowano dla wypieku świeżego i 2 dni po wypieku, natomiast najmniejsze dla pieczywa siedmiodniowego.
- ▶ Mieszanki zawierające w swoim składzie znaczne ilości mąki owsianej, orkiszowej i żytniej pozwoliły na uzyskanie pieczywa bardziej miękkiego. Ponadto proces czerstwienia w ich przypadku przebiegał mniej intensywnie.
- ▶ Największą twardością cechował się chleb kukurydziany a najmniejszą chleb owsiany.
- ▶ Największa utrata elastyczności wystąpiła w przypadku pieczywa pszenno-żytniego.

LITERATURA

- [1] AMBROZIAK Z., E. STASZEWSKA, H. LIPIŃSKA, H. LUBCZYŃSKA. 2002. Receptury, Normy, Porady i Przepisy Prawne. Warszawa: Wydawnictwo HUSSCH.
- [2] BOURNE M.C. 2002. Food texture and viscosity: concept and measurement. Second Ed., Food Sci. Technol., Inter. Series, New York: Acad. Press.
- [3] DZIKI D., M. SIASTAŁA, J. LASKOWSKI. 2011. „Ocena właściwości fizycznych pieczywa handlowego”. Acta Agrophysica 18 (2): 235-244.
- [4] GAŚSIOROWSKI H. (pod red.). 2005. Pszenica. Chemia i technologia. Warszawa: PWRiL.
- [5] GELLYNCK X., B. KÜHNE, F. VAN BOCKSTAELE, D. VAN DE WALLE, K. DEWETTINCK. 2009. „Consumer perception of bread quality”. Appetite 53: 16-23.
- [6] KAWKA A., D. GÓRECKA. 2010. „Porównanie składu chemicznego pieczywa pszenno-owsianego i pszenno-jęczmiennego z udziałem zakwasów fermentowanych starterem LV2”. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość 3(70): 44-55.
- [7] MARZEC A. 2007. „Tekstura żywności”. Przemysł Spożywczy 5: 6-10.
- [8] OBIEDZIŃSKI M. 2009. Wybrane zagadnienia z analizy żywności. Warszawa: SGGW.
- [9] OJAKANGAS B. 2002. Chleb pieczony w domu. Warszawa : Wydawnictwo Klub Dla Ciebie.
- [10] SZCZEŚNIAK A.S. 1963. “Classification of textural characteristic”. Journal of Food Science 28: 410.
- [11] ZADERNOWSKI R. 2009. Wybrane zagadnienia z analizy żywności. Warszawa: Wydawnictwo SGGW.
- [12] ZIĘĆ G. 2016. „Właściwości teksturalne miękkiszu i jakości chlebów pszenno-owsianych”. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość 3(106): 102-117.