

## Millena RUSZKOWSKA, Paulina KROPISZ

e-mail: m.ruszkowska@wpit.am.gdynia.pl

Katedra Towaroznawstwa i Zarządzania Jakością, Wydział Przedsiębiorczości i Towaroznawstwa, Akademia Morska, Gdynia

Charakterystyka pieczywa bezglutenowego  
wytworzonego z mąk niekonwencjonalnych

## Wstęp

W ostatnich latach obserwuje się rosnące zainteresowanie produktami bezglutenowymi przeznaczonymi dla osób chorych na celiakię oraz osób zdrowych, poszukujących korzystniejszych dla zdrowia odpowiedników produktów tradycyjnych [Wojtasik i Kuchanowicz, 2014; Ruszkowska, 2014]. Najskuteczniejszą i jak dotąd jedyną formą leczenia celiakii jest ścisła dieta bezglutenowa. Przykładem produktu powszechnie spożywanego, stanowiącego niezastąpiony składnik diety jest pieczywo, jednakże osoby chore na celiakię muszą wprowadzić znaczne zmiany w nawykach żywieniowych i wykluczyć pieczywo tradycyjne ze swojego jadłospisu. Konsumenci, którzy nie mogą spożywać tradycyjnego pieczywa mogą wprowadzić do diety pieczywo wytworzone z surowców bezglutenowych [Czerwińska, 2015]. Istnieje wiele różnych mąk, z których można wypiekać pieczywo bezglutenowe, tym samym stwarza to możliwość urozmaicenia jadłospisu osób chorych na celiakię. W związku z powyższym celem przeprowadzonych badań była charakterystyka pieczywa wytworzonego z niekonwencjonalnych mąk bezglutenowych.

## Badania doświadczalne

**Materiał badawczy** stanowiło 8 wariantów wypieczonego pieczywa bezglutenowego wytworzonego w warunkach laboratoryjnych, z różnym udziałem procentowym mąk niekonwencjonalnych (Tab. 1). Do wypieku pieczywa wykorzystano następujące mąki: mąkę kukurydzianą (A), mąkę ryżową (B), mąkę owsianą (C), mąkę kokosową (D) i mąkę tapiokową (E).

Tab. 1. Charakterystyka mąk niekonwencjonalnych wykorzystanych w badaniach laboratoryjnych do wypieku pieczywa (na podstawie informacji podanej przez producenta na opakowaniu)

Surowiec / mąka	Wartość odżywcza w 100 g				
	Energia [kJ/kcal]	Tłuszcz [g]	Węglowodany [g]	Błonnik [g]	Białko [g]
A kukurydziana	1420/335	3,0	70,0	2,1	6,0
B ryżowa	1550/365	1,0	81,0	0,0	8,0
C owsiana	1560/370	8,0	55,0	11,0	14,0
D kokosowa	1363/330	12,0	15,0	40,0	16,2
E tapiokowa	1524/364	0,1	91,0	-	0,1

**Składniki pieczywa** były następujące: 200 g mąki bezglutenowej, 7 g drożdży, 1 łyżeczka cukru, 0,5 łyżeczki soli, 2 łyżki oleju, 100 cm<sup>3</sup> wody. *Pieczywo I* zawierało w składzie 100% mąki kukurydzianej, *Pieczywo II* – 100% mąki ryżowej, *Pieczywo III* – 100% mąki owsianej, *Pieczywo IV* – 100% mąki kokosowej, *Pieczywo V* – 100% mąki tapiokowej, *Pieczywo VI* – 50% mąki kukurydzianej i 50% mąki owsianej, *Pieczywo VII* – 50% mąki kukurydzianej i 50% mąki tapiokowej, *Pieczywo VIII* – 80% mąki kukurydzianej i 20% mąki kokosowej.

**Laboratoryjny wypiek pieczywa** wykonano w oparciu o przepis na pieczywo specjalne [Konopka i in., 2016]. Wszystkie składniki połączono i wyrabiano ręcznie do uzyskania konsystencji gęstej śmietany. Gotową mieszankę przekładano do form wyłożonych pergaminem i odstawiono w ciepłe miejsce na 15÷20 minut. Po lekkim wyrośnięciu ciasta wstawiono formę do pieca nagrzanego do 220°C. Czas wypieku wynosił 20÷30 minut. Według podanych receptur wypieczono każdy rodzaj pieczywa bezglutenowego I-VII w trzech powtórzeniach.

**Metodyka.** Charakterystykę pieczywa I÷VIII uzyskano w oparciu o ocenę cech fizykochemicznych pieczywa (zawartość wody i aktywność wody, zdolność pęcznienia mięksizu i porowatość mięksizu wyznaczoną według metody *Jacobiego*) oraz organoleptyczną ocenę jakości pieczywa przeprowadzoną przez pięcioosobowy zespół oceniający według [PN-A-74131:1999].

Wyznaczenie parametrów fizykochemicznych pieczywa I÷VIII przeprowadzono wykonując każdorazowo trzy powtórzenia.

**Początkowa zawartość wody w mięksizu pieczywa** została oznaczona metodą suszenia [Krełowska-Kulas, 1993].

**Aktywność wody w mięksizu pieczywa** oznaczono w aparacie *Aqua Lab Seria 3 model TE* (dokładność ±0,003) w temperaturze 20°C.

**Porowatość mięksizu pieczywa** oceniono w oparciu o metodę *Jacobiego* wykorzystując określoną ilość mięksizu pozbawionego powietrza. Porowatość mięksizu obliczono wg wzoru:

$$x = \frac{c-b}{c} 100 \quad [\%] \quad (1)$$

gdzie:

$x$  – porowatość mięksizu, [%]

$b$  – objętość mięksizu bez porów, ugniecionego, [cm<sup>3</sup>]

$c$  – objętość sześcianu mięksizu z porami, [cm<sup>3</sup>] [Palich i in., 2015].

**Zdolność pęcznienia mięksizu** określa się na podstawie wysokości słupa osadu powstałego w wyniku spęcznienia kęsa mięksizu pieczywa. W tym celu ze środkowej części pieczywa wycięto 50 g mięksizu i umieszczono w zlewce zawierającej 250 ml wody i poddano mieszaniu przez 3 min. Zawiesinę przeniesiono do cylindra miarowego o pojemności 500 ml i uzupełniono wodą do tej objętości. Cylinder z zawartością energicznie wstrząsano i odstawiono na 90 minut. Po upływie założonego czasu odczytano wysokość słupa osadu. Minimalna wysokość słupa osadu powinna wynosić 140 ml.

**Ocena sensoryczna cech organoleptycznych** została przeprowadzona w czystym pomieszczeniu, wolnym od obcych zapachów. Obejmowała charakterystykę wyglądu zewnętrznego pieczywa, cechy skórki, mięksizu oraz smak i zapach. Na podstawie liczby punktów oceny organoleptycznej (Tab. 2) określono poziom jakości pieczywa wg [PN-A-74108:1996].

Tab. 2. Poziom jakości pieczywa w zależności od uzyskanej liczby punktów [Kot, 2010; Ambroziak, 2011]

Poziom jakości pieczywa	Liczba punktów określających poziom jakości pieczywa
I	40÷36
II	35÷31
III	30÷26
IV	25÷8

## Wyniki badań i dyskusja

Na podstawie przeprowadzonej oceny zawartości wody w mięksizu pieczywa po wypieku stwierdzono, że największą zawartością wody charakteryzowało się pieczywo IV z mąki kokosowej (Tab. 3). Najniższą zawartością wody charakteryzowało się pieczywo V uzyskane w 100% z mąki tapiokowej. Prawdopodobnie przypuszczać można, iż na zawartość wody w pieczywie bezglutenowym mógł mieć wpływ skład użytych mąk do wypieku poszczególnych rodzajów pieczywa. Mąka kokosowa charakteryzowała się bardzo dużą ilością błonnika, który mógł wchłaniać wodę, natomiast mąka tapiokowa zawierała małą ilość błonnika i białka, a dużą ilość węglowodanów.

Tab. 3. Zawartość wody w mększu ocenianego pieczywa bezglutenowego

Rodzaj pieczywa	Zawartość wody [g/100 g s.s.]	Aktywność wody [-]
Pieczywo I	45,68 ± 1,26	0,907 ± 0,002
Pieczywo II	37,33 ± 1,92	0,930 ± 0,012
Pieczywo III	44,13 ± 0,70	0,977 ± 0,004
Pieczywo IV	56,34 ± 0,22	0,975 ± 0,003
Pieczywo V	25,74 ± 0,41	0,949 ± 0,010
Pieczywo VI	45,55 ± 1,51	0,968 ± 0,002
Pieczywo VII	31,29 ± 0,46	0,956 ± 0,010
Pieczywo VIII	45,17 ± 0,40	0,977 ± 0,013

Na podstawie przeprowadzonej oceny aktywności mększu po wypieku stwierdzono, że najwyższymi wartościami ocenianego parametru charakteryzował się mększ pieczywa III, IV i VII. Tym samym stwierdzono, że na wartość aktywności wody wpływ miał skład surowcowy wypiekanego pieczywa, temperatura wypieku oraz cechy charakterystyczne użytych mąk. Taka aktywność wody sprzyja rozwojowi bakterii, pleśni oraz drożdży [Pałacha, 2008]. Podobny wynik uzyskała Ruskowska [2014] badając chleb bezglutenowy, w którym aktywność wody badanego produktu po wypieku wyniosła  $a_w = 0,970$ .

Zdolność pęcznienia mększu to zdolność do zmiany struktury, masy, objętości mększu pod wpływem wody. Według norm, minimalna objętość słupa osadu powinna wynosić 140 ml, a niższe wartości odpowiadają gorszej jakości chleba [Ocieczek i Sepczuk, 2015]. W ocenie zdolności pęcznienia mększu większość produktów wykazywało objętość słupa poniżej 140 ml (Tab. 4.). Najwyższą zdolnością pęcznienia mększu charakteryzował się produkt V, wypieczony z mąki kokosowej. Przypuszczać można, iż wynik determinowany był cechami mąki, tj. dużą chłonnością wody.

Tab. 4. Zdolność pęcznienia i porowatość mększu ocenianych wariantów pieczywa bezglutenowego

Rodzaj pieczywa	Zdolność pęcznienia [ml]	Porowatość mększu [%]
Pieczywo I	112 ± 2,83	53,70 ± 0,026
Pieczywo II	104 ± 5,66	62,96 ± 0,001
Pieczywo III	123 ± 4,24	59,26 ± 0,001
Pieczywo IV	171 ± 1,41	59,66 ± 0,001
Pieczywo V	133 ± 4,24	35,19 ± 0,036
Pieczywo VI	109 ± 1,41	48,15 ± 0,016
Pieczywo VII	100 ± 0,01	50,00 ± 0,006
Pieczywo VIII	140 ± 0,01	50,00 ± 0,028

Kolejnym fizykochemicznym parametrem charakteryzującym pieczywo jest porowatość mększu rozumiana, jako stosunek objętości zajmowanej przez pory do ogólnej objętości pieczywa. Porowatość wskazuje na przebieg fermentacji ciasta oraz wartość wypiekową mąki. Pieczywo wysokiej jakości charakteryzuje się mększem o równomiernie rozmieszczonych i cienkościennych porach [Palich i in., 2015]. Porowatość powinna wynosić dla pieczywa pszennego 73÷83% i 55÷70% dla pieczywa żytniego. Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że najmniejszą porowatością mększu charakteryzowało się pieczywo V wytworzone z mąki tapiokowej (Tab. 4.). Charakterystyczną cechą mąki tapiokowej jest zdolność do zagęszczania produktów, przez co dodając ją do ciasta pieczywa, zmniejsza się porowatość mększu. Najwyższą porowatością charakteryzowało się pieczywo II, wytworzone wyłącznie z mąki ryżowej. Mąka ryżowa jest polecana, jako dodatek w procesie technologicznego wytwarzania pieczywa przez swoją lekką konsystencję. Porównując wyniki z wymaganiami dotyczącymi porowatości pieczywa pszennego stwierdzono, że wszystkie warianty wypieczonego pieczywa bezglutenowego nie spełniały wymagań określonych normami dla pieczywa tradycyjnego.

Na podstawie przeprowadzonej punktowej oceny sensorycznej, pieczywa przez przeszkolony zespół oceniający określono poziom jakości pieczywa (Tab. 5). Najwyższy wynik oceny sensorycznej uzyskał chleb VII wypieczony z mąki kukurydzianej (50%) i mąki tapiokowej (50%). Mąka tapiokowa nie posiada żadnego smaku i zapachu jednak znacząco wpływa na strukturę pieczywa. Mąka kukurydziana posiada złocisty kolor, który mógł wpłynąć na cechy organoleptyczne pieczywa. Obydwie mąki uzupełniły się swoimi właściwościami i poprzez wymieszanie ich chleb uzyskał dobre cechy sensoryczne jak i fizyczne.

Tab. 5. Wyniki oceny organoleptycznej

Wyróżniki	Rodzaj pieczywa							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Wygląd zewn.	3,4	3,0	4,0	1,0	3,0	4,0	4,0	4,0
Skórka	Wygląd	3,6	2,7	1,2	1,1	2,4	1,8	2,1
	Barwa	2,4	2,1	1,5	1,6	2,4	1,8	2,4
	Grubość	1,9	1,2	1,8	1,1	1,6	1,2	1,2
	Pozostałe cechy skórki	1,4	2,2	2,8	1,9	2,8	1,1	2,8
Mększ	Wygląd	1,2	2,1	1,8	1,4	1,2	2,4	3,2
	Barwa	2,4	1,5	2,8	1,0	1,0	1,9	2,0
	Porowatość	1,4	1,0	1,0	1,0	1,0	2,5	2,1
	Elastyczność	2,4	1,4	1,6	1,0	1,2	2,1	2,0
Smak	2,8	2,7	4,0	2,2	3,1	1,0	2,8	2,1
Zapach	4,7	4,5	4,5	1,0	3,4	3,4	4,4	3,5
Podatność na żucie	1,0	2,0	4,0	1,0	3,0	3,0	4,0	2,8
Suma punktów	28,6	26,4	31	15,3	26,1	26,2	33	29,6
Poziom jakości	III	III	II	IV	III	III	II	III

Pieczywo IV, zawierało w składzie 100% mąki kokosowej, tym samym zawartość mąki kokosowej obniżyła smakowitości pieczywa. Mąka kokosowa posiada zbyt wysoką ilość błonnika i tłuszczu.

Na podstawie przeprowadzonej oceny organoleptycznej stwierdzono, że najwyższym poziomem jakości charakteryzowało się pieczywo II – wytworzone z mąki owsianej oraz pieczywo VII uzyskane z mieszanki mąki kukurydzianej i tapiokowej.

Na podstawie przeprowadzonej oceny poziomu jakości pieczywa stwierdzono, że żadne z wypieczonych wariantów pieczywa nie uzyskało pierwszego poziomu jakości pieczywa.

## Wnioski

Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że wypieczone w warunkach laboratoryjnych różne warianty pieczywa bezglutenowego z mąk niekonwencjonalnych nie spełniały wszystkich wymagań fizykochemicznych określonych w normie, charakterystycznych dla chleba wypiekanego z mąki zawierającej gluten. Tym samym, na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, iż mieszanie mąk bezglutenowych miało wpływ na lepsze wyniki właściwości fizykochemicznych, jak i na ocenę organoleptyczną pieczywa. Przypuszczać można, że mieszanie mąk o różnym składzie i wartości odżywczej może korzystnie kształtować strukturę mększu oraz cechy sensoryczne. Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że możliwe jest wykonanie pieczywa bezglutenowego w warunkach laboratoryjnych, jednakże pieczywo nie zawsze będzie posiadało takie same cechy jak chleb tradycyjny.

## LITERATURA

- Krełowska-Kulaś M., (1993). Badanie jakości produktów spożywczych. PWE, Warszawa
- Amroziak Z., (2012). *Produkcja piekarsko-ciastkarska. Cześć 2*. WSiP, 86 Czerwińska M., (2015). Rodzaje i charakterystyka mąk niekonwencjonalnych do produkcji pieczywa bezglutenowego, *Przegl. Zboż.-Młyn.*, 8, 22-23
- Kot M., (2010). Kontrola procesu produkcji i ocena jakości pieczywa. *Przegl. Piekarski i Cukierniczy*, 2, 6-11
- Konopka I, Tańska M., Faron A., (2016). *Przetwórstwo zbóż. Przewodnik do zajęć laboratoryjnych* (05.2017) <http://uwmm.edu.pl/kpichsr/ftp/zboza2016L.pdf>
- Palich P. (red.). (2006). *Podstawy technologii i przechwalnictwa żywności. Ćwiczenia*. Wyd. Akad. Morskiej, Gdynia
- Palich P., Ruskowska M., Dąbrowska I., (2015). Wpływ dodatku polepszacza, na jakość użytkową pieczywa przechowywanego w warunkach zmraźczalnych. *Inż. Ap. Chem.*, 54(5), 269-270
- PN-A-74108: 1996. *Pieczywo – Metody badań*
- Ocieczek A., Sepczuk J., (2015) Towaroznawczy model redukcyjny jakości chleba. *Inż. Ap. Chem.*, 54(5), 267-268
- Ruskowska M., (2014). Pieczywo bezglutenowe – ocena trwałości z zastosowaniem metod sorpcyjnych. *Inż. Ap. Chem.*, 53(2), 110-112
- Wojtasik A., Kuchanowicz H., (2014). Produkty bezglutenowe w świetle rozwoju badań nad celiakią. *Przem. Spoż.*, 68 (5), 20-25
- Pałacha Z., (2008) Aktywność wody - ważny parametr trwałości żywności. *Przem. Spoż.*, 62(4), 22-26