

Józef SADKIEWICZ¹, Józef FLIZIKOWSKI², Izabela PIASECKA²

e-mail: jozef.sadkiewicz@utp.edu.pl

¹Wydział Technologii i Inżynierii Chemicznej, Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy, Bydgoszcz

²Wydział Inżynierii Mechanicznej, Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy, Bydgoszcz

Analiza granulometryczna próbek mąki graham

Wstęp

Wśród wielu typów mąk pszennych chlebowych szczególnie analizy granulometrycznej wymaga mąka pszenna graham, pełnoziarnista ze zmielenia całego ziarna. Jej nazwa pochodzi od nazwiska Amerykanina *Sylvestra Grahama*, autora licznych wykładów naukowych i o życiu człowieka, propagatora idei zdrowego odżywiania. Jego *Rozprawa o piekarstwie i produkcji chleba* [Graham, 1837] wprowadziła szereg receptur na pieczywo produkowane z udziałem z mąki graham.

Proces technologiczny zakłada rozdrobnienie części ziarna, to jest bielma oraz zarodka, co prowadzi do otrzymania *białej mąki*, do której dodaje się resztę zmielonej pokrywy – otrąb w toku komponowania, tzn. łączenia obu frakcji. Mąka graham typ 1850 powinna zawierać 83% bielma, 14,5% łuski (otrąb) i 2,5% zarodków, a więc składniki całego ziarna.

Celem pracy był opis, analiza i ocena granulometrycznej jakości mąk handlowych graham w oparciu o losowo pobrane próbki z siedmiu dużych młynów.

Średnice zastępcze ziaren

W każdej branży zajmującej się ziarnami (granulatami) występuje nieco inne podejście do sformalizowanego opisu postaci geometrycznej ziaren [Sidor, 2005; Flizikowski i Sadkiewicz, 2013; Gąsiorowski, 2004]. Opis ten jest rezultatem metody i urządzenia stosowanego do analizy granulometrycznej. Część opisów ujmuje ziarno od strony jego powierzchni projekcyjnej – obserwowanej w mikroskopie optycznym lub skaningowym. W podejściu klasycznym średni wymiar ziarna oblicza się wg wybranego wzoru:

$$d_1 = b \quad (1a)$$

$$d_2 = \frac{a+b}{2} \quad (1b)$$

$$d_3 = \frac{a+b+c}{3} \quad (1c)$$

$$d_4 = \sqrt{ab} \quad (1d)$$

$$d_5 = \sqrt[3]{abc} \quad (1e)$$

gdzie:

a, b, c – wymiary ziarna

d_1, d_2, d_3, d_4, d_5 – średnie wymiary ziarna

W praktyce najczęściej stosowany jest wzór (1a), ponieważ wykorzystuje się go w analizie sitowej. W analizie ziaren za pomocą mikroskopu używa się pojęcia *statystycznego wymiaru ziarna* określanego według *Fereta* lub *Martina*.

W przypadku minerałów określa się *równoważny wymiar ziarna* wg wybranego wzoru:

$$d_v = \sqrt[3]{\frac{6V}{\pi}} \quad (2a)$$

$$d_f = \sqrt{\frac{A}{\pi}} \quad (2b)$$

$$d_o = \sqrt{\frac{18\eta v_o}{(\rho - \rho_o)g}} \quad (2c)$$

gdzie:

d_v – średnica ziarna o kształcie kuli, której objętość odpowiada objętości V ,

d_f – średnica ziarna o kształcie kuli, której powierzchnia odpowiada powierzchni F ,

d_o – średnica ziarna wyznaczona z końcowej prędkości opadania v_o w płynie o lepkości dynamicznej η , gęstości ziarna ρ , gęstości płynu ρ_o ,

g – przyspieszenie ziemskie.

Granulometria mąki graham

Granulometria mąki graham stosowana w USA określa przesiew 50% mąki przez sito 850 μm , a pozostałe 50% stanowią fragmenty w postaci otrąb grubych.

Polska Norma [PN-A-74022:2003] definiuje mąkę graham jako przesiew przez sito 1400 μm , nie mniej niż 95% oraz przesiew przez sito 180 μm nie mniej niż 50% [Cichoń i Ptak, 2005].

Jurga [2003] zaleca przyjęcie wymagań granulometrycznych, określonych w normie amerykańskiej, co pozwoli na udział w mące graham nie tylko frakcji mącznej, ale również miałowo-kaszkowej z rozdrobnionego bielma przy większym udziale dużych płatków okrywy owocowo-nasiennej i spłatkowanego zarodka ziarna otrąb grubych. Nieprzestrzeganie zasad granulometrii prowadzi w praktyce do otrzymania *pseudo mąki graham*.

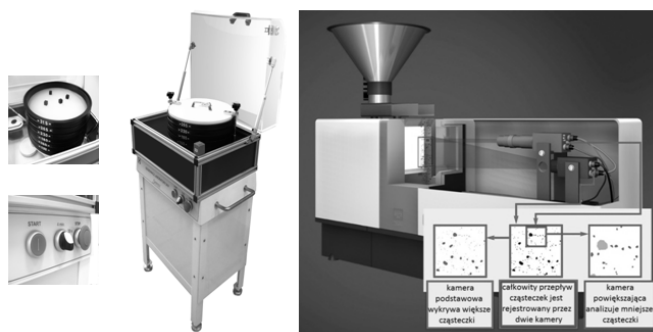
Wg *Grahama* dla uzyskania wysokich, specyficznych walorów smakowych i dietetycznych pieczywa wymaga się również, stosowania oryginalnej technologii wyrobu ciasta i wypieku [Banecki i in., 1977].

Badania doświadczalne

Materiały. Analizowano próbki mąki pochodzące z siedmiu różnych młynów (producentów) i sprawdzano, czy spełniają one parametry dla mąki graham określone w [PN-A-74022:2003].

Metodyka. Standardowe próby pomiaru granulacji prowadzono za pomocą odsiewacza laboratoryjnego (Rys.1) i urządzenia *Camsizer* (Rys. 2) wg normy [PN-73/A-74015, 1973].

Dodatkowo określono wskaźnik bieli mąki wg [PN-A-74029, 1999], przy użyciu miernika bieli. Metoda ta polega na pomiarze gęstości światła odbitego od powierzchni, na którą pada strumień świetlny o długości fali $565 \pm 10 \text{nm}$ [Sadkiewicz i Sadkiewicz, 2014].



Rys.1. Odsiewacz laboratoryjny ZBPP Bydgoszcz, Sadkiewicz Instruments

Rys.2. CAMSIZER firmy Retsch Technology

Wyniki i dyskusja

Jakość granulometryczną mąki została scharakteryzowana takimi wskaźnikami, jak:

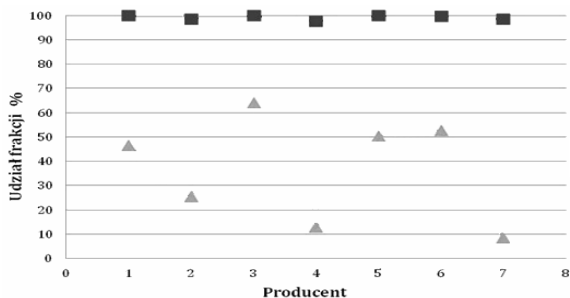
- stopień bieli, %;
- *Size class* – klasa wymiarowa, μm ;
- p_3 – względna częstotliwość występowania frakcji wymiarowej, %;

- $Q3$ – dystrybuanta, % obj.,
- $SPHT3$ – częstotliwość występowania cząstek kulistych,
- $Symm3$ – częstotliwość występowania cząstek symetrycznych,
- $b/l3$ – stosunek długości do szerokości badanego ziarna.

Wszystkie badane mąki w zakresie przesiewu przez sito 1400 μm , spełniały normę [PN-A-74022:2003], natomiast tylko trzy z nich dawały 50 % przesiew przez sito 180 μm (Tab.1, Rys. 3). Szczegółowa analiza granulometryczna wykazała także ograniczone wypełnienie pierwszego warunku (Tab.2 oraz Tab.3, kol. $Q3$).

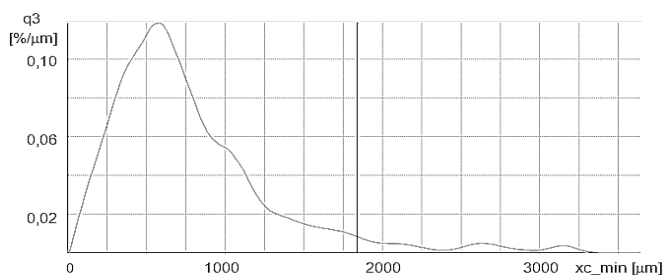
Tab. 1. Zestawienie granulacji mąki graham 1850 siedmiu wybranych producentów

Producent nr	Przesiew przez sito 1400 μm (zalecana wartość: nie mniej niż 95) [%]	Przesiew przez sito 180 μm (zalecana wartość: nie mniej niż 50) [%]
1	100	46,6
2	98,7	25,5
3	100	64,2
4	97,7	12,9
5	100	50,5
6	99,9	52,6
7	98,6	8,6

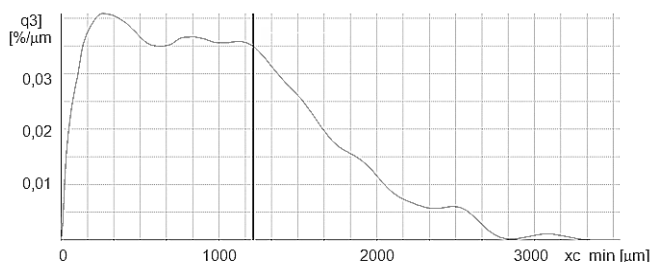


Rys.3. Udział frakcji wymiarowej: mniejszej od 1400 μm (■) i od 180 μm (▲) dla standardów mąki graham pochodzącej od siedmiu producentów

Badania potwierdziły małą przydatność praktyczną polskich norm w ocenie charakterystycznych parametrów jakościowych mąki graham. Normy winny być uzupełnione m.in. o szerszy zakres stopnia granulacji i inne parametry umożliwiające tę ocenę.



Rys. 4. Przykładowy udział frakcji mąki z podziałem na klasy wielkości (Próbka 1)



Rys. 5. Przykładowy udział frakcji mąki z podziałem na klasy wielkości (Próbka 4)

Tab. 2. Przykładowy skład frakcyjny mąki (próbka nr 1) z podziałem na klasy wielkości

Size class	[μm]	$P3$ [%]	$Q3$ [%]	$SPHT3$	$Symm3$	$b/l3$
	<30	0,0	0,0	0,941	0,917	0,842
30	47	0,1	0,1	0,938	0,880	0,853
47	73	0,3	0,4	0,892	0,858	0,803
73	114	1,3	1,7	0,849	0,853	0,767
114	180	2,7	4,4	0,766	0,828	0,694
180	278	5,8	10,2	0,713	0,811	0,656
278	435	14,7	24,9	0,650	0,798	0,637
435	679	28,2	53,1	0,563	0,771	0,619
679	1060	26,8	79,9	0,517	0,757	0,624
1060	1800	15,0	94,9	0,494	0,732	0,624
1800	2584	3,1	98,0	0,488	0,764	0,673
2584	4035	2,0	100,0	0,504	0,774	0,504
4035	6300	0,0	100,0			
> 6300		0,0	100,0			

$p3$ [%] – względna częstotliwość; $Q3$ [% obj.] – dystrybuanta, $SPHT3$ – częstotliwość występowania cząstek kulistych; $Symm3$ – częstotliwość występowania cząstek symetrycznych; $b/l3$ – stosunek wartości długości do szerokości

Tab. 3. Przykładowy skład frakcyjny mąki (próbka nr 4) z podziałem na klasy wielkości

Size class	[μm]	$P3$ [%]	$Q3$ [%]	$SPHT3$	$Symm3$	$b/l3$
	<30	0,0	0,0	0,941	0,918	0,843
30	47	0,2	0,2	0,939	0,885	0,837
47	73	0,5	0,7	0,899	0,860	0,805
73	114	1,7	2,4	0,859	0,859	0,772
114	180	2,8	5,2	0,792	0,844	0,706
180	278	3,8	9,0	0,742	0,829	0,657
278	435	6,4	15,4	0,700	0,824	0,627
435	679	9,9	25,3	0,699	0,833	0,639
679	1060	13,0	38,3	0,623	0,807	0,574
1060	1800	27,1	65,4	0,597	0,787	0,572
1800	2584	21,3	86,7	0,568	0,766	0,610
2584	4035	12,9	99,6	0,489	0,746	0,658
4035	6300	0,4	100,0	0,350	0,628	0,733
>6300		0,0	100,0			

Podsumowanie i wnioski

Na podstawie analizy oceny granulometrycznej i funkcjonalnej produktów mącznych stwierdzono:

- duży rozrzut postaci geometrycznej, wymiarów i parametrów funkcjonalnych mąk z poszczególnych młynów, który wynika z dowolności i nieprzestrzegania zasad produkcji mąki graham;
- niejednoznaczność procesów stosowanych w młynach przy produkcji mąk, co może prowadzić do dowolności doboru parametrów technologicznych i produkcji mąki o różnej jakości;
- różnice między udziałami frakcji bardzo drobnych i bardzo grubych, które znacząco wpływają na funkcjonalność mąk (np. na liczbę opadania, wskaźniki fermentacji ciasta).

LITERATURA

- Banecki H., Sadkiewicz K., Zaborowski S., 1977. Oznaczanie właściwości fermentacyjnych mąki i drożdży za pomocą fermentografu BZS. *Przeegl. Piek. Cukiern.*, nr 9, 164
- Cichoń Z., Ptak M., 2005. Analiza jakości wybranych rodzajów mąki pszennej. *Zesz. Nauk. AE w Krakowie*, nr 678, 89-102
- Flizikowski J., Sadkiewicz J., 2013. Inżynieria innowacji rozdrabniaczy ziarnistej biomasy. *Inż. Ap. Chem.*, 52, nr 2, 36-37
- Gąsiorowski H., 2004. *Pszenica – chemia i technologia*. PWRiL, Warszawa
- Graham S., 1837. *A Treatise on Bread, and Bread-making*. Light and Stearns, Boston
- Jurga R., 2003. *Technika i technologia produkcji mąki pszennej*. Sigma NOT, Warszawa
- PN-73/A-74015, 1973. *Przetwory zbożowe. Oznaczanie stopnia rozdrobnienia*
- PN-A-74022:2003. *Przetwory zbożowe. Mąka pszena*
- PN-A-74029:1999. *Przetwory zbożowe - Mąka pszena i żytnia - Oznaczanie bieli*
- Sadkiewicz J., Sadkiewicz J., 2009. *Badania parametrów technologicznych ziarna, mąki i pieczywa*. Wyd. UTP, Bydgoszcz
- Sidor J., 2005. *Badania, modele i metody projektowania młynów wibracyjnych*. Monografia AGH nr 150, Kraków