

ILONA ROGOZIŃSKA

Katedra Przechowalnictwa i Przetwórstwa Produktów Roślinnych, Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy, Bydgoszcz

JÓZEF SADKIEWICZ

Zakład Badawczy Przemysłu Piekarskiego Sp. z o.o., Bydgoszcz

JAROSŁAW POBEREŻNY

Katedra Przechowalnictwa i Przetwórstwa Produktów Roślinnych, Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy, Bydgoszcz

# Określenie aktywności enzymów amylolitycznych jako wskaźnik decydujący o jakości mąk żytnich

## Wprowadzenie

W przemyśle piekarskim praktycznie najważniejszą rolę odgrywa jakość mąki a w niej takie składniki jak cukry (skrobia), białka, i enzymy. Brak lub ich nadmiar decydują o jakości produktu końcowego. Dla mąki pszennej wartość wypiekuwa jest związana głównie z kompleksem enzymatycznobiałkowym. Ponieważ w kształtowaniu właściwości ciasta pszennego zasadniczą rolę odgrywają substancje białkowe – głównie gluten. W przeciwieństwie do ciasta pszennego w cieście żytnim nie tworzy się usieciowana, trójwymiarowa struktura białkowa. Większość białek mąki żytniej pęczniej, ulega peptyzacji i przechodzi w koloidalny, lepki roztwór – fazę płynną ciasta [1, 2]. W związku z istotnymi różnicami pomiędzy strukturą ciasta pszennego a żytniego, w przypadku tego ostatniego mniejszą rolę przypisuje się kompleksowi białkowo-proteinazowemu, a główną – kompleksowi węglowodanowo-amylozowemu. Dlatego w przypadku mąki żytniej zwraca się szczególną uwagę na stan skrobi oraz aktywność amylolityczną [3]. Jakość skrobi ocenia się za pomocą liczby opadania a postęp w zakresie tego parametru można uznać za najważniejszy cel hodowli żyta, zmierzającej do ulepszenia mąki dla celów piekarskich [2, 4]. Wartość mąki żytniej zależy głównie od odpowiedniej, tj. nie za wysokiej aktywności enzymów amylolitycznych, aby rozkład skrobi nie nastąpił w zbyt dużym stopniu, ponieważ powstała wówczas nadwyżka wody sprawia, że mięksisz chleba staje się wilgotny i nieelastyczny [5–7]. O wartości wypiekuwa mąki żytniej decydują również inne cechy jak ilość śluzów, barwa (biel) mąki i jej skłonność do pociemnienia, wyciąg mąki, granulacja i wodochłonność mąki [8–10] oraz tzw. dojrzewaniu mąki przed użyciem jej do wypieku. Konieczność dojrzewania dotyczy mąki świeżo zmielonej i dotyczy w większym stopniu mąk pszennych (2–3-tygodniowe dojrzewanie) niż mąk żytnich [11, 12].

Określone przez normy wyróżniki jakościowe nie zawsze są przestrzegane przez producentów mąk. Istotna staje się, więc kontrola cech jakościowych surowca [13, 14]. Kontrola powinna dotyczyć metody pośredniej (m.in. liczby opadania mąki żytniej i pszennej oraz jakość glutenu) oraz bezpośredniej (wartość wypiekuwa) [15]. Celem przeprowadzonych badań było określenie wartości liczby opadania w mąkach żytnich oraz jej wpływ na ogólnie rozumianą, jakość pieczywa.

## Materiał i metody badawcze

Do badań wybrano 3 mąki żytnie typu 720 pochodzące z różnych młynów z przemiału ziarna żyta (miesiąc luty) nieznanymi odmianami. Materiał badany przechowywano w ciemnym pomieszczeniu przez okres 16 tygodni w temperaturze 18–22°C, a analizy wykonywano co 14 dni. Analizowana mąka nie miała zanieczyszczeń, cechowały ją charakterystyczne zgodnie z normą (PN-A-74032: 2002) parametry jak: barwa, zapach oraz granulacja.

Zakres badań analitycznych obejmował oznaczenia:

- liczba opadania metodą *Hagberga* (automatyczne urządzenie do badania liczby opadania typ SWD – wg ZBPP Spółka z o.o. w Bydgoszczy),
- oznaczanie wilgotności względnej (metoda wagowa, suszarka typ WPS 50S *Radwag*, Polska),
- wodochłonność mąki i jej bieli\*
- objętość pieczywa, jego porowatość\*

\* urządzenia opatentowane i produkowane przez ZBPP w Bydgoszczy – *Sadkiewicz Instruments* [16, 17].

## Wyniki i dyskusja

O wartości wypiekuwa mąki określonej, jako zespół wskaźników cech jakościowych, decyduje wiele czynników [1, 9, 12, 14]. Czynniki wpływające pośrednio na właściwości wypiekuwa mąki mają charakter biologiczny, chemiczny, fizyczny i mogą ulegać daleko idącym zmianom, a także mogą być w pewnym stopniu regulowane poprzez procesy przerobu ziarna i użytkowania mąki (np. dojrzewanie mąki, czynności wykończeniowe związane ze standaryzacją jej cech jakościowych). Obok wielu wskaźników decydujących o jakości mąki, wysuwa się określenie liczby opadania opisanej w PN-ISO 3093, zwanym również aktywnością enzymów alfa i beta amylolitycznych. Liczba opadania jest miernikiem aktywności enzymu  $\alpha$  amylazy [3, 8, 10, 14].

W badaniach własnych, z wielu możliwości oceny przydatności mąki żytniej do produkcji dobrego pieczywa, wybrano ten wskaźnik kierując się jego istotnym wpływem, na jakość produktu finalnego. Na rys. 1–4 przedstawiono uzyskane wyniki. Na podstawie średnich wyników uzyskanych za cały cykl badawczy, stwierdzono że wszystkie badane mąki żytnie, charakteryzowały się średnią aktywnością amylolityczną w przedziale (147–206) s, a więc odpowiadały wymaganiom zawartym w PN-A-74032 dla mąk żytnich (l. opadania (90–240) s). Niską wartością liczby opadania ( $\bar{x}$  147s) charaktery-



Rys. 1. Średnia liczba opadania (s) mąki żytniej, nr 1



Rys. 2. Średnia liczba opadania [s] mąki żytniej, nr 2



Rys. 3. Średnia liczba opadania [s] mąki żytniej, nr 3



Rys. 4. Średnia liczba opadania [s] mąk żytnich, dla całego cyklu badawczego

zowała się próbka mąki żytniej nr 3, co świadczy o jej średniej aktywności amylolicznej zbliżonej w stosunku do przyjętego podziału wartości próby nr 1 i 2 odpowiednio 206 oraz 205 s również zaliczanej do amylaz o średniej aktywności. Zgodnie z wynikami badań prowadzonych przez innych autorów [2, 4, 6, 15, 17], za *dobrą mąkę* do wypieku uważa się mąkę żytnią o liczbie opadania w granicach od 125 do 200 s. ZBPP w Bydgoszczy coraz częściej sygnalizuje pojawienie się na rynku mąki *martwej* (o wysokiej wartości liczby opadania) w szczególności, że w standardach dla żyta chlebowego podobnie jak i dla pszenicy chlebowej wymagania ograniczają wartość liczby opadania do granicy dolnej, a nie uwzględniają maksymalnej granicy górnej [14]. Może to ograniczyć wprowadzanie do obrotu wadliwej *mąki martwej* i *wymuszanie stosowania poprawiaczy enzymatycznych*. W trakcie przechowywania przez okres 2 m-cy potwierdzono zjawisko bielenia mąki przy dłuższym składowaniu a efekt ten, ogólnie znany, związany jest z procesem oksydacji beta-karotenu (naturalny barwnik), (Tabl. 1).

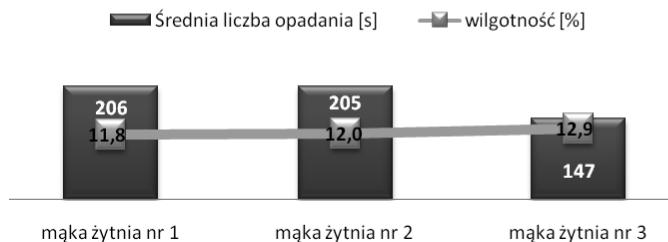
Tablica 1

Wyniki uzyskane z pomiarów miernikiem bieli dla mąk żytnich

typ 720	mąka żytnia nr 1		mąka żytnia nr 2		mąka żytnia nr 3	
	A	B	A	B	A	B
biel odbicia światła, %	81,1	80,1	79,8	79,6	82,1	81,0

A – pierwszy pomiar; B – po upływie 8 tygodni

Nadmierna zawartość wody w mące wzmacnia działanie enzymów a mąki, w których zawartość wilgoci przekracza znacznie 15,0% mają z reguły niższą wartość wypiekową.



Rys. 5. Średnie liczby opadania i wilgotność mąk żytnich

Wraz ze zmniejszeniem się wilgotności mąki uzyskane liczby opadania rosły, co również podobnie jak przy nadmiarze wody wskazuje na spadek aktywności amylolicznej mąki (Rys. 5). Uzyskane wyniki jednoznacznie wskazują na zależność pomiędzy wilgotnością mąki a aktywnością amyloliczną (l. opadania) (Tabl. 2).

Tablica 2

Istotne współczynniki korelacji między wilgotnością a liczbą opadania mąki żytniej typ 720

Nr próby	Współczynnik korelacji
1	- 0,969*
2	- 0,694*
3	- 0,882 *

\*Przydatność technologiczna mąk żytnich typ 720.

W celu określenia wartości wypiekowej dokonano próbnego wypieku metodą bezpośrednią określając jakość pieczywa, po uwzględnieniu następujących cech: masa i objętość pieczywa, gęstość mięksizu (Tabl. 3 i 4, Rys. 6–8).

Tablica 3

Masa i objętość pieczywa żytniego, z mąk nr 1-3. Objętość pieczywa przeliczona na 100 g pieczywa

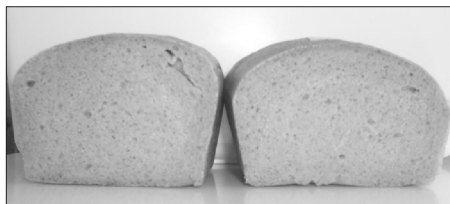
Chleb żytni	chleb nr 1		chleb nr 2		chleb nr 3	
	1.1.	1.2	2.1	2.2	3.1	3.2
próby						
waga, g	208	206	209	210	202	204
obj. cm <sup>3</sup>	380	380	300	310	410	380
	380	400	320	300	420	400
	370	400	320	310	420	400
średnia obj.	377	393	313	307	417	393
obj. 100 g, ml	181	191	150	146	206	193

Tablica 4

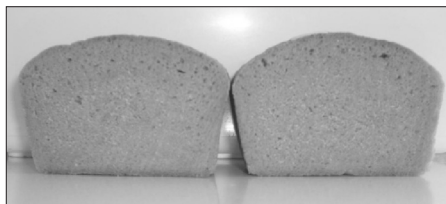
Gęstość mięksizu badanego pieczywa

Chleb żytni typ 720	chleb nr 1		chleb nr 2		chleb nr 3	
	1.1	1.2	2.1	2.2	3.1	3.2
waga wykrojonego krawca, g	14,8	14,5	18,6	19,1	13,8	13,4
obj. wykrojonego krawca, cm <sup>3</sup>	27	27	27	27	27	27
gęst. mięksizu (waga/obj.), g/cm <sup>3</sup>	0,55	0,54	0,69	0,71	0,51	0,5
średnia gęstość mięksizu g/cm <sup>3</sup>	0,545		0,700		0,505	
obj. chleba 100 g, ml	181	191	150	146	206	193
średnia obj. chleba 100 g, ml	186,0		148,0		199,5	

Badania jakości wyprodukowanych bochenków wykazały zależność pomiędzy objętością pieczywa a gęstością jego mię-



Rys. 6. Chleb żytni z mąki nr 1



Rys. 7. Chleb żytni z mąki nr 2



Rys. 8. Chleb żytni z mąki nr 3

kiszu (im niższa gęstość miększu tym większą objętość miał produkt).

Doświadczenie potwierdziło badania innych autorów [5, 7, 11, 15], że im mniejsza liczba opadania tym pieczywo ma większą objętość oraz mniejszą *zbitość*, *zwięzłość* miększu. Jest to efektem wysokiej aktywności enzymów amylolitycznych, powodujących wyższy rozkład skrobi do cukrów prostych niezbędnych podczas fermentacji ciasta, warunkującej odpowiednie spulchnienie pieczywa, delikatność miąższu oraz objętość bochenka a cechy te znajdują uznanie konsumenta.

### Wnioski

- Stwierdzono, że mąki żytnie reprezentujące ten sam typ (720), a pochodzące z różnych młynów, charakteryzowały się zróżnicowaną liczbą opadania.
- Wypiek laboratoryjny wykazał, że najwyższą jakością – na tle wybranych do badań prób mąk – w zakresie objętości chleba oraz delikatności miększu charakteryzowało się pieczywo wyprodukowane z mąki żytniej typ – 720 o średniej liczbie opadania 147 s.
- Udowodniono ujemną istotną zależność aktywności enzymów amylolitycznych od wilgotności mąk.
- W trakcie przechowywania mąk zaobserwowano nieznaczne wybielenie mąki, będące konsekwencją zachodzących procesów utleniania.
- Oznaczenie bieli w materiale badawczym pozwala na szybką i łatwą kontrolę, jakości mąki składowanej przez dłuższy okres.

### LITERATURA

1. H. Bolling, U.D. Meyer: Getreide Mehl und Brot. Nr 35 – Dethmold, 1981.
  2. T. Wolski, A. Pietrusiak, A. Ceglińska: Biuletyn IHAR, nr 173/174, 17 (1990).
  3. B. Achremowicz, W. Wójcik: Enzymy amylolityczne i inne hydrolazy o-glikozydowe. Wyd. A.R. – Lublin, 2000.
  4. M. Lenkiewicz: Wyd. NT – Warszawa, 2000.
  5. E. Flaczyk, D. Górecka, J. Korczak: Pieczywo – Towaroznawstwo produktów spożywczych. Wyd. AR – Poznań, 141, 2006.
  6. J. Gąsiorowski: PWRiL, Poznań, 151, 219, 246, 415 (2004).
  7. C. Schünemann, G. Treu: Wyd. Fachowe Gilde Sp. z o.o. Warszawa, 1997.
  8. M. Marek: Określenie aktywności enzymów amylolitycznych w mąkach żytnich. Pr. Mgr (Biblioteka UTP) – Bydgoszcz, 2006.
  9. F. Świdorski: Towaroznawstwo żywności przetworzonej. SGGW, Warszawa, 2003.
  10. S. Wicherska: Określenie aktywności enzymów amylolitycznych w mąkach żytnich i pszennych oraz ich wpływ na cechy jakościowe pieczywa. Pr. Mgr (Biblioteka UTP), Bydgoszcz, 2008.
  11. Z. Ambroziak: Produkcja piekarsko-ciastkarska. Cz. I, WSiP, Warszawa, 1998.
  12. M. Bartnik, T. Jakubczyk: Surowce w piekarstwie. WSiP, Warszawa, 1998.
  13. I. Rogozińska: Inż. Maszyn, Żyw. Człow. Bydgoszcz, 89 (2000).
  14. J. Sadkiewicz: Wpływ cech odmianowych oraz warunków plwiotermicznych na jakość pszenicy ozimej z uwzględnieniem adhezji ciasta, barwy mąki i miększu pieczywa. Rozpr. Dokt. (Biblioteka UTP), Bydgoszcz, 2006.
  15. G. Radomski: Badania właściwości wypiekowych mąki pszennej i żytniej. Konf. Nauk. Techn. „Zboża – Mąka – Pieczywo”, Bydgoszcz, 2003.
  16. K. Sadkiewicz, J. Sadkiewicz: Urządzenia pomiarowo-badawcze dla przetwórstwa zbożowo-mącznego. Wyd. Uczelniane ATR – Bydgoszcz, 1998.
  17. K. Sadkiewicz, J. Sadkiewicz, J. Sadkiewicz: Bydgoska aparatura do badania zboża, mąki i pieczywa. Wyd. Uczelniane ATR – Bydgoszcz, 2004.
- Normy:  
 PN-A-74108: 1996, Pieczywo. Metody badań  
 PN-ISO 3093: 1996, Zboża. Oznaczanie liczby opadania  
 PN-ISO 712: 2002, Zboża i przetwory zbożowe. Oznaczanie wilgotności  
 PN-A-74032: 2002, Przetwory zbożowe. Mąka żytnia

## INŻYNIERIA I APARATURA CHEMICZNA

### Czasopismo naukowo-techniczne

- poświęcone problemom obliczeń procesowych i zagadnieniom projektowo-konstrukcyjnym aparatury i urządzeń dla przemysłów przetwórczych, w tym szczególnie dla przemysłu chemicznego, jak również dla energetyki, gospodarki komunalnej i ochrony środowiska;
- prezentujące procesy i operacje jednostkowe w aspekcie poprawy wydajności, lepszego wykorzystania surowców, oszczędności energii, ochrony środowiska; omawiające badania naukowe, nowe lub ulepszone konstrukcje oraz właściwą eksploatację i obsługę aparatów i urządzeń;
- przeznaczone dla pracowników badawczych, projektantów, konstruktorów, a także menadżerów i inżynierów ruchomych.

Artykuły główne są recenzowane przez specjalistów.