WYKORZYSTANIE MIXOLABU DO OPRACOWANIA PROFILI UŻYTKOWYCH MĄKI PSZENNEJ

Anna Szafrańska

Instytut Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego im. prof. Wacława Dąbrowskiego

Zakład Przetwórstwa Zbóż i Piekarstwa

ul. Rakowiecka 36, 02-532 Warszawa

anna.szafranska@ibprs.pl

Streszczenie

W artykule przedstawiono nową metodę oceny wartości wypiekowej mąki za pomocą aparatu mixolab firmy Chopin Technologies. Scharakteryzowano parametry odczytywane z protokołu Mixolab Profiler oraz wskazano możliwości wykorzystania tego urządzenia w laboratoriach przemysłu młynarskiego i piekarskiego. Przedstawiono przykładowe profile użytkowe mąki pszennej do produkcji wybranych rodzajów pieczywa i wyrobów ciastkarskich, wyznaczone na podstawie oceny próbek mąki pszennej badanych w ramach bieżącej działalności Zakładu Przetwórstwa Zbóż i Piekarstwa Instytutu Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego im. prof. Wacława Dąbrowskiego.

Słowa kluczowe: mixolab, profil użytkowy, jakość mąki

THE USE OF MIXOLAB TO ELABORATION OF TARGET PROFILES FOR WHEAT FLOUR

Summary

The article presents the new method of determination of the baking value of flour tested by mixolab (Chopin Technologies). Mixolab parameters obtained by Mixolab Profiler protocol was specified as well as the possibilities of use the mixolab by laboratories work in milling and baking industry. The examples of Target Profiles were presented for selected types of bread and pastry, based on the results of wheat flour samples tested in Department of Grain Processing and Bakery, Wacław Dąbrowski Institute of Agricultural and Food Biotechnology.

Key words: mixolab, Traget profile, wheat flour quality

WPROWADZENIE

Przemysłowa produkcja pieczywa wymaga, aby podstawowy surowiec do jego produkcji, czyli mąka, charakteryzował się określoną i wyrównaną jakością każdej partii towaru dostarczanego do zakładu produkcyjnego. Coraz wyższy stopień mechanizacji i komputeryzacji w piekarniach sprawia, że nawet niewielkie różnice w jakości mąki mogą powodować zróżnicowanie jakości produkowanego pieczywa. Mąki pszenne o zbliżonych wartościach podstawowych wyróżników jakościowych, ale pochodzące z różnych młynów, mogą zupełnie inaczej zachowywać się w procesie wypieku przy takich samych parametrach technologicznych. Pieczywo uzyskane z tej samej mąki wyprodukowanej w jednym młynie, może charakteryzować się różną jakością w zależności od tego, czy zostało wyprodukowane w piekarni przemysłowej czy rzemieślniczej.

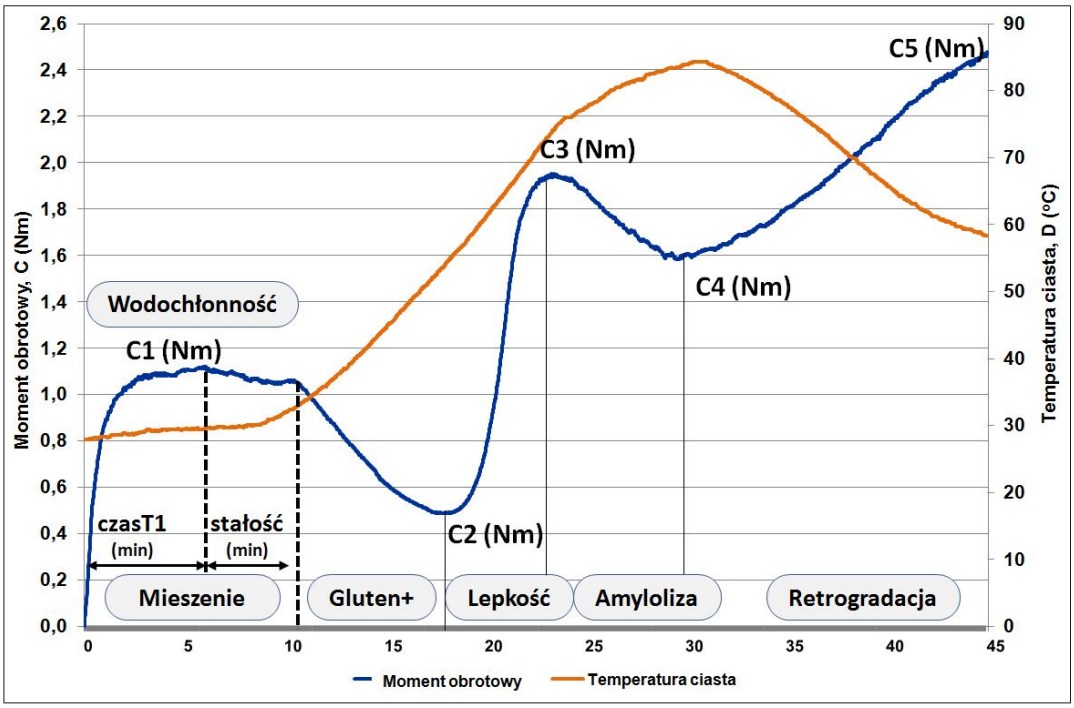
Coraz częściej w kontraktach handlowych wymagania dotyczące jakości mąki rozszerzane są o parametry uzyskiwane w ocenie cech reologicznych ciasta – za pomocą farinografu, alweografu, amylografu, ekstensografu czy mixolabu. Mixolab, skonstruowany kilka lat temu przez firmę Chopin Technologies, pozwala na ocenę właściwości reologicznych ciasta (badanie kompleksu białkowo-skrobiowego) przy zmiennej temperaturze. Metodyka oceny za pomocą aparatu mixolab opisana jest w normie PN-EN ISO 17718:2015-01. Za pomocą mixolabu wyznaczana jest wodochłonność mąki, a z wykresu odczytywane są cechy charakteryzujące podatność ciasta na działanie enzymów proteolitycznych (C2), aktywność enzymów amylolitycznych (C3) i retrogradację skrobi (C5) (rysunek 1).

Badanie cech reologicznych ciasta za pomocą aparatu mixolab przebiega dwuetapowo. W pierwszym etapie wyznaczana jest wodochłonność mąki, odpowiadająca konsystencji ciasta 1,1±0,05 Nm. W drugim etapie badane są zmiany cech ciasta podczas jego tworzenia i dalszego mieszenia w zmiennych warunkach temperatury w czasie 45 min [Dubat 2010]. Na wykresie, który można podzielić na pięć faz (rysunek 1), rejestrowane są zmiany oporu ciasta stawiane mieszadełkom podczas mieszania ciasta. W pierwszej fazie, trwającej 8 min, przy stałej temperaturze ciasta (30^{o}C), określane są właściwości ciasta podczas jego tworzenia. W fazie drugiej, w trakcie dalszego mieszenia i jednocześnie wzrostu temperatury o 4^{o}C/min następuje zmniejszenie oporu ciasta. W momencie, kiedy temperatura osiągnie poziom temperatury początkowej kleikowania D2 (faza 3), rozpoczyna się kleikowanie skrobi, co na wykresie przejawia się wzrostem oporu ciasta. W fazie czwartej dalszy wzrost temperatury do 90^{o}C powoduje upłynnianie kleiku skrobiowego i tym samym zmniejszanie oporu ciasta stawianego mieszadełkom. Obniżanie temperatury do 50^{o}C w fazie piątej powoduje

rekrystalizację amylozy, co na wykresie przejawia się wzrostem oporu ciasta określanym mianem retrogradacji. Przebieg wykresu w fazie trzeciej, czwartej i piątej odzwierciedla właściwości skrobi [Koksel i in. 2009; Dubat 2010]. Mixolab pozwala określić łącznie ponad 20 różnych parametrów w jednym teście, co może utrudniać właściwą interpretację uzyskiwanych wyników.

W celu ułatwienia interpretacji tak dużej liczby parametrów opracowano program Mixolab Profiler, w którym wyniki uzyskiwane w programie Mixolab Standard przekształcane są na sześć umownych wskaźników:

- Wodochłonność – odzwierciedla wodochłonność mąki. Im wyższa wartość tego wskaźnika, tym wyższa jest wodochłonność mąki [Mixolab Applications Handbook 2012].
- Mieszenie – uwzględnia takie cechy ciasta jak: czas rozwoju, stałości, rozmiękczenie oraz dostarcza informacji na temat zachowania się ciasta w trakcie tworzenia jego struktury podczas mieszenia w stałej temperaturze 30°C. Im ciasto jest bardziej stabilne w trakcie mieszenia, tym wyższa jest wartość wskaźnika. Optymalna wartość wskaźnika uzależniona jest od rodzaju produktu (np. wyroby ciastkarskie – niska wartość wskaźnika; pieczywo na drożdżach – wysoka wartość wskaźnika), a także procesu technologicznego, linii produkcyjnej, zastosowanych składników i dodatków do mąki [Dubat i Vitali 2009].



Rysunek 1. Przykładowy wykres uzyskiwany za pomocą aparatu mixolab

Typical mixolab curve obtained by mixolab

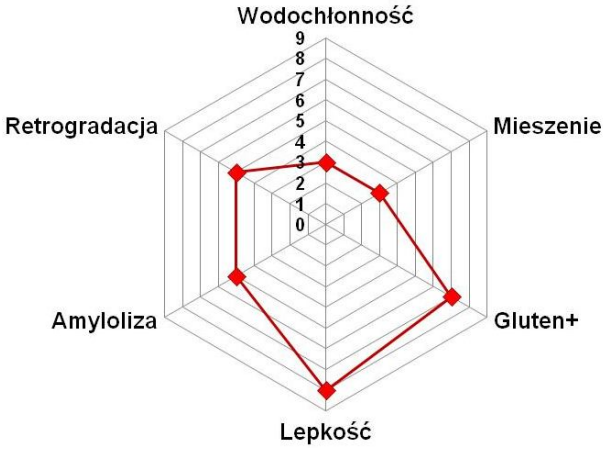
- Gluten+ – charakteryzuje zmiany struktury glutenu w trakcie ogrzewania od 30^{o}C do 60^{o}C w drugiej fazie oznaczania. Wzrost temperatury ciasta powoduje zmiany pomiędzy cząsteczkami glutenu powiązanymi ze sobą wiązaniami hydrofobowymi i wodorowymi, które łatwo ulegają rozerwaniu, co na wykresie rejestrowane jest jako zmniejszenie oporu ciasta stawianego mieszadłom. Niska wartość wskaźnika Gluten+ odzwierciedla znaczne obniżenie lepkości ciasta w drugiej fazie. Wysoka wartość wskaźnika Gluten+ wskazuje na występowanie silnych wiązań w strukturze białka, prawdopodobnie ze względu na dużą ilość wiązań wodorowych. Ciasto o zbyt dużej wartości wskaźnika Gluten+ jest zbyt sprężyste i jego rozrost w trakcie wypieku nie jest właściwy.

- Lepkość – dostarcza informacji na temat zmian zachodzących w skrobi przy wzroście temperatury ciasta z 60^{o}C do 80^{o}C w wyniku jej kleikowania. W momencie osiągnięcia temperatury końcowej kleikowania następuje hydroliza skrobi przez enzymy amylolityczne i w efekcie zmniejszenie lepkości ciasta. Mąka uzyskana z ziarna porośniętego charakteryzuje się niską wartością wskaźnika Lepkość.

- Amyloliza – odzwierciedla zmiany cech ciasta pod wpływem działania enzymów amylolitycznych w temperaturze 90^{o}C. Mąki o wysokiej aktywności enzymów amylolitycznych (np. z ziarna porośniętego) charakteryzują się wartością wskaźnika Amyloliza poniżej 2.

- Retrogradacja – charakteryzuje zmiany cech ciasta (krystalizacji skleikowanej skrobi) przy obniżaniu temperatury z 90^{o}C do 50^{o}C. Proces retrogradacji pieczywa jest niepożądany z uwagi na twardnienie miękiszu, uelastycznienie skórki i straty wilgoci. Im wyższy wskaźnik, tym wyższy opór ciasta rejestrowany w ostatniej fazie wykresu i tym szybszy proces retrogradacji w produkcie końcowym. Im niższy wskaźnik Retrogradacja, tym przez dłuższy czas pieczywo utrzymuje świeżość.

Każdy wskaźnik przyjmuje wartości od „1” do „9”, przy czym wartość „1” oznacza najniższy poziom wartości odczytywanej z wykresu uzyskanego za pomocą aparatu mixolab. Zaproponowano dwa sposoby przedstawiania wyników oceny jakości mąki za pomocą wskaźników: cyfrowy (zapis w postaci sześciu cyfr np. „3-37-855”) oraz graficzny, przedstawiony na rysunku 2.



Rysunek 2. Prezentacja graficzna wskaźników wyznaczonych dla próbki mąki pszennej

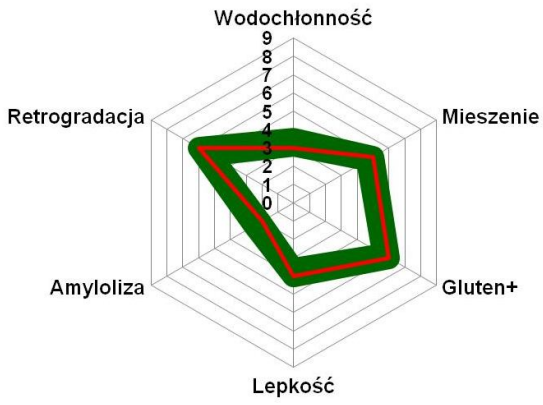
Graphical presentation of mixolab indexes for wheat flour sample

Na podstawie wartości granicznych wskaźników tworzących profil mąki może zostać określony tzw. profil użytkowy mąki, który pozwala na precyzyjne określanie wymagań dla mąki pszennej przeznaczonej do produkcji określonego rodzaju pieczywa i stanowić może efektywne narzędzie do kontroli jakości mąki w zakładach młynarskich. Przy tworzeniu profilu użytkowego mąki do produkcji pieczywa niezbędne jest zgromadzenie minimum dwudziestu próbek mąki (z różnych dostaw), dla których wyznaczane są wskaźniki za pomocą aparatu mixolab. Taka liczba próbek, według producenta urządzenia, jest wystarczająca do określenia zróżnicowania jakości mąki dostarczanej do zakładu produkcyjnego. Podstawą określania profilu użytkowego jest porównanie uzyskanych wskaźników z informacją otrzymaną z piekarni o jakości pieczywa z danej partii mąki. Wartości wskaźników uzyskane dla mąk, z których pieczywo charakteryzowało się niesatysfakcjonującą jakością, nie zostają włączone do profilu dla mąki przeznaczonej do produkcji określonego asortymentu pieczywa. Firma Chopin Technologies opracowała 16 profili użytkowych dla mąki pszennej przeznaczonej do produkcji pieczywa i wyrobów ciastkarskich tradycyjnie spożywanych w krajach Europy Zachodniej (tabela 1). W zależności od stosowanej technologii produkcji chleba formowego opracowano aż trzy profile użytkowe. W przypadku bagietek określono dwa profile w zależności od typu mąki [Mixolab Application Handbook 2012].

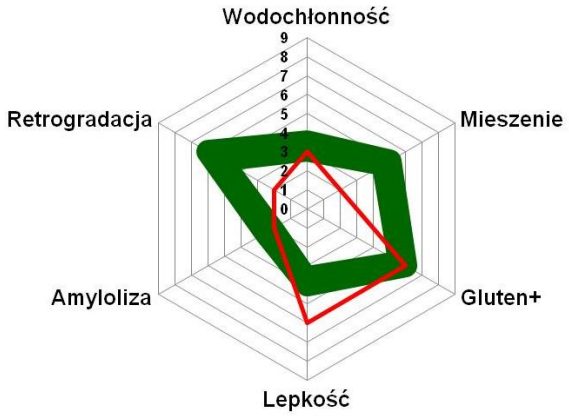
Tabela 1. Przykładowe profile użytkowe mąki pszennej przeznaczonej do produkcji: chleba formowego, bagietek, ciastek, ciasta na pizze oraz krakersów (zakres od-do)
Examples of Target Profiles for pan bread, baguette, buiscuitt, pizza and cracker (range from-to)

	Wodochłon-ność	Mieszenie	Gluten+	Lepkość	Amyloliza	Retrogra-dacja
Chleb formowy	5-6	4-5	6-7	5-6	7-8	7-8
Bagietki, mąka typ 65	5-6	1-3	3-4	2-4	2-3	1-2
Bagietki, mąka typ 55	3-5	4-5	7-8	7-8	5-7	4-6
Ciastka	1-2	1-5	6-7	7-8	7-8	7-8
Pizza	3-6	5-6	6-7	7-8	7-8	6-8
Krakersy	7-8	2-4	4-5	3-4	5-7	3-5

Profil mąki „w zakresie" (rysunek 3) oznacza, że wartości wszystkich wskaźników wyznaczonych dla badanej mąki mieszczą się w przyjętych, określonych wcześniej przedziałach granicznych, a więc mąka spełnia wszystkie wymagania odnośnie jakości. Odbiorca może przyjąć taką mąkę do produkcji i ma pewność, że uzyskany produkt końcowy będzie charakteryzował się dobrą jakością. Profil mąki „poza zakresem" (rysunek 4) oznacza, że jeden lub więcej wskaźników odbiega od wartości „min" i „max" wyznaczonych dla określonego asortymentu pieczywa. Uzyskane z takiej mąki pieczywo może charakteryzować się gorszą, niezadowalającą jakością.



Rysunek 3. Profil mąki „w zakresie"
Wheat flour in „target profile"



Rysunek 4. Profil mąki „poza zakresem"
Wheat flour out of „target profile"

Dane literaturowe dotyczące wykorzystania tzw. profili użytkowych są znikome. Wyznaczony przez Posner i in. (2014) profil użytkowy mąki na tortille charakteryzował się stosunkowo niską wodochłonnością mąki, krótkim czasem mieszenia ciasta, większą jego lepkością oraz większą wartością wskaźnika Retrogradacja w porównaniu z mąką

przeznaczoną na chleb. Banu i in. (2012) wykazali, że wraz ze wzrostem dodatku otrąb do mąki pszennej zwiększały się wskaźniki: wodochłonność oraz mieszenie, natomiast zmniejszała się wartość wskaźników: Amyloliza i Retrogradacja. Profile śruty pszennej wyznaczone przez Szafrańską (2011) w odniesieniu do odmian pszenicy w trzech latach zbiorów wykazywały podobieństwo w ocenie właściwości białka (wskaźniki: Wodochłonność, Mieszenie, Gluten+) oraz zróżnicowanie w zakresie oceny właściwości skrobi (wskaźniki: Lepkość, Amyloliza, Retrogradacja). Wyznaczone profile były zróżnicowane pomiędzy odmianami. Analiza profili wyznaczonych dla poszczególnych typów mąki pszennej wykazała, że mąki pszenne typ 450 Tortowa, typ 450 „Pięćsetka" i typ 550 Luksusowa charakteryzowały się identycznymi obliczonymi średnimi wartościami wskaźników: Gluten+ (7), Lepkość (8), Amyloliza (5) i Retrogradacja (5) [Szafrańska 2009]. Różnice w średnich wartościach wskaźników: Wodochłonność i Mieszenie wynosiły 1. Należy jednak zaznaczyć, że są to obliczone wartości średnie, a badane mąki wykazywały duże zróżnicowanie w obrębie danego typu.

Wśród opracowanych przez producenta aparatu profili użytkowych nie ma profili wyznaczonych dla mąk, z których produkowane są krajowe wyroby piekarskie i ciastkarskie. Dlatego też w Zakładzie Przetwórstwa Zbóż i Piekarstwa Instytutu Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego im. prof. Wacława Dąbrowskiego prowadzone są obecnie prace nad opracowaniem profili użytkowych mąki pszennej wykorzystywanej do produkcji pieczywa i wyrobów ciastkarskich tradycyjnie produkowanych i w największej ilości spożywanych w naszym kraju.

MATERIAŁ I METODY BADAŃ

Materiał badawczy stanowiły mąki pszenne typ 550 Luksusowa oraz typ 750 Chlebowa pochodzące z czternastu młynów przemysłowych o różnej zdolności produkcyjnej oraz różnym schemacie przemiałowym, zlokalizowanych na terenie całej Polski.

Oznaczanie wyróżników jakościowych mąki pszennej wykonano zgodnie z metodami określonymi w Polskich Normach:

⇒ ilość i rozpływalność glutenu wymywanego ręcznie [PN-A-74041:1977],

⇒ ocena farinograficzna [PN-ISO 5530-1:1999],

⇒ ocena alweograficzna [PN-EN ISO 27971:2009],

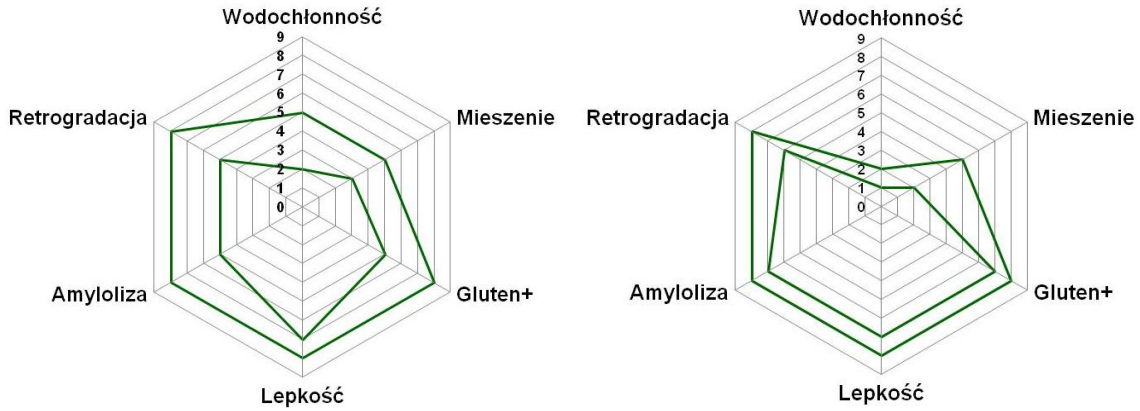
⇒ ocena amylograficzna [PN-ISO 7973:2001],

⇒ ocena cech reologicznych ciasta za pomocą mixolabu [PN-EN ISO 17718:2015-01].

WYNIKI I DYSKUSJA

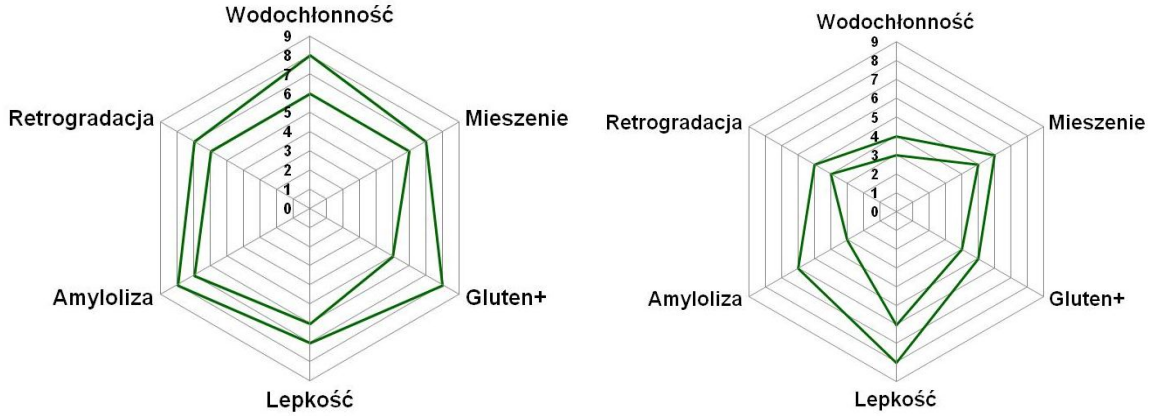
Na podstawie przeprowadzonych badań wyodrębnione zostały próbki mąki, które spełniały wymagania stawiane mące do produkcji różnych rodzajów pieczywa lub wyrobów ciastkarskich, takich jak: bułki kajzerki, chleb baltonowski, wafle. Wymagania te określono na podstawie danych literaturowych [Cichoń, Ptak 2005; Abramczyk, Stępniewska 2009] oraz wieloletnich prac własnych (dane niepublikowane), które obejmowały parametry jakościowe mąki, takie jak: ilość glutenu, parametry oceny farinograficznej i alweograficznej. Następnie porównywano uzyskane profile dla poszczególnych mąk i analizowano je pod kątem możliwości wyznaczenia profili użytkowych dla danego rodzaju pieczywa.

W celu wyznaczenia profilu użytkowego dla mąki pszennej przeznaczonej do produkcji bułek wybrano kryterium opracowane przez Cichoń i Ptak (2005), uwzględniające oznaczenie ilości glutenu (od 26,9 do 28,7%) oraz wymagania określone przez Abramczyk i Stępniewską (2009), dotyczące parametrów alweograficznych (wartość wypiekowa „W" od 220 do 260×10^{-4}J, parametr „P/L" od 0,6 do 1,0). Otrzymane profile użytkowe (rysunek 5A i B) wykazują podobieństwo z wyjątkiem wskaźnika Wodochłonność. Mąki spełniające wymagania określone przez Cichoń i Ptak (2005) (rysunek 5A) cechowały się większym wskaźnikiem Wodochłonność oraz większym jego zakresem niż mąki spełniające kryteria podane przez Abramczyk i Stępniewską (2009) (rysunek 5B). Według Cichoń i Ptak (2005) mąka do produkcji bułek powinna charakteryzować się nieznacznie lepszą jakością białek glutenowych, na co wskazuje parametr Wodochłonność w zakresie od 2 do 5 i parametr Mieszenie w zakresie od 3 do 6.



Rysunek 5. Profile użytkowe proponowane do produkcji bułek z mąki pszennej typ 550 według kryteriów Cichoń, Ptak (2005) (A) oraz Abramczyk, Stępniewska (2009) (B)
Target profiles proposed for production of bread rolls from wheat flour type 550 according to criterion of Cichoń, Ptak (2005) (A) and Abramczyk, Stępniewska (2009) (B)

Mąka pszenna typ 750 przeznaczona do produkcji wyrobów piekarskich powinna charakteryzować się stosunkowo dużą wodochłonnością oraz silną strukturą glutenu, która przejawia się większymi wartościami wskaźników Mieszenie i Gluten+. Profile użytkowe wyznaczono dla badanych mąk spełniających kryteria Cichoń i Ptak (2005) (ilość glutenu od 28,5 do 31,3%) (rysunek 6A) oraz według Abramczyk i Stępniewskiej (2009) (wartość wypiekowa „W" od 180 do 250×10^{-4}J, wskaźnik „P/L" od 0,6 do 1,0) (rysunek 6B). Profil określony na podstawie wymagań Cichoń i Ptak (2005) cechuje się większą wodochłonnością i opornością ciasta na mieszenie niż profil wyznaczony na podstawie wymagań określonych przez Abramczyk i Stępniewską (2009).



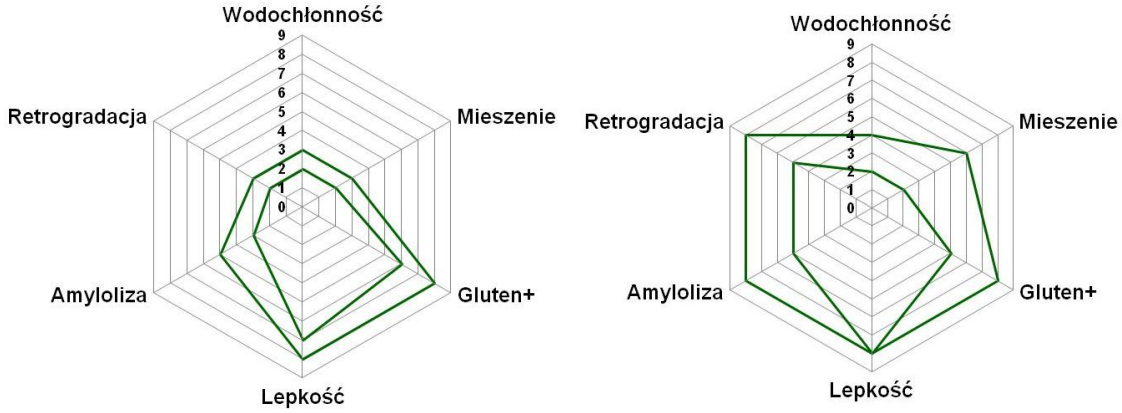
A **B**

Rysunek 6. Profile użytkowe proponowane do produkcji chleba z mąki pszennej typ 750 wg kryteriów Cichoń, Ptak (2005) (A) oraz Abramczyk, Stępniewska (2009) (B)
Target profiles proposed to production of bread obtained from wheat flour type 750 (A), according to criterion of Cichoń, Ptak (2005), and Abramczyk, Stępniewska (2009) (B)

Różnice w wyznaczonych profilach użytkowych dotyczą także zakresów wskaźników informujących o właściwościach skrobi (Lepkość, Amyloliza i Retrogradacja). Wymienieni autorzy nie określali wymagań w zakresie aktywności enzymów amylolitycznych. Wszystkie badane mąki charakteryzowały się średnią lub niską aktywnością enzymów amylolitycznych, a pomimo to wystąpiły różnice w wyznaczonych profilach użytkowych. Wynika z tego, że liczba opadania i lepkość maksymalna zawiesiny nie dostarczają pełnej charakterystyki właściwości skrobi.

Mąka pszenna typ 550 przeznaczona do produkcji wafli powinna cechować się małą ilością glutenu (od 18 do 27%), niską wodochłonnością (od 53 do 58%), krótkim czasem rozwoju i stałości ciasta (odpowiednio od 1,2 do 2,2 min i od 0,7 do 4 min) a także małą wartością wypiekową „W" (od 100 do 200×10^{-4} J) (dane własne niepublikowane). Mąka przeznaczona do produkcji ciastek powinna charakteryzować się natomiast większą wartością

wypiekową „W" (od 200 do 230×10^{-4} J) oraz wskaźnikiem „P/L" (od 0,85 do 1,0) [Abramczyk, Stępniewska 2009]. Wyznaczony profil użytkowy mąki przeznaczonej do produkcji wafli (rysunek 7A) charakteryzował się niższymi wartościami wskaźników Wodochłonność i Mieszenie niż profil użytkowy mąki do produkcji ciastek (rysunek 7B). Zróżnicowanie obserwowano także w zakresie wskaźników Amyloliza i Retrogradacja. Niska wartość wskaźnika Retrogradacja w profilu mąki na wafle wskazuje na dłużej utrzymującą się świeżość tego produktu, w porównaniu do ciastek, których wskaźnik przyjmuje większe wartości.



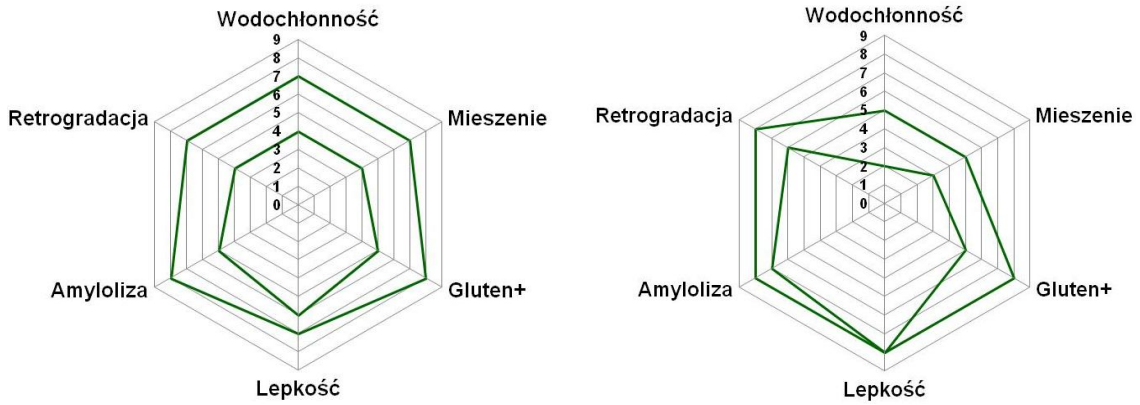
A **B**

Rysunek 7. Profile użytkowe proponowane do produkcji wafli (A) (dane własne niepublikowane) oraz ciastek (B) [Abramczyk, Stępniewska 2009] z mąki pszennej typ 550

Target profiles proposed for production of wafers (A) (unpublished data) and cookies (B) (Abramczyk, Stępniewska 2009) obtained from wheat flour type 550

Mąki przeznaczone do produkcji pieczywa tostowego powinny charakteryzować się ilością glutenu od 26 do 33%, wodochłonnością od 54 do 60%, czasem rozwoju ciasta od 2 do 7 minut, czasem stałości ciasta ok. 6 min i wartością wypiekową „W" od 200 do 350×10^{-4} J (dane własne niepublikowane). W kryteriach stawianych mące do produkcji bułek do hamburgerów zwraca się uwagę na dużą ilość glutenu (od 30 do 34%), wysoką wodochłonność (od 57 do 63%) oraz stosunkowo długi czas rozwoju ciasta (powyżej 2,5 min) i czas stałości ciasta (powyżej 5,5 min). Maksymalna lepkość zawiesiny określona za pomocą amylografu powinna kształtować się od 400 do 900 AU (dane własne niepublikowane). Profil użytkowy dla mąki przeznaczonej do produkcji bułek do hamburgerów (rysunek 8A) cechował się większym wskaźnikiem Wodochłonność oraz większą stabilnością ciasta na mieszenie niż profil użytkowy dla mąki na tosty (rysunek 8B). Pod względem właściwości skrobi opisywanych przez wskaźniki Lepkość, Amyloliza i Retrogradacja profil mąki na

hamburgery wykazywał niższe wartości ww. wskaźników i jednocześnie większe ich zróżnicowanie. Zaproponowany profil użytkowy dla mąki pszennej przeznaczonej do produkcji bułek do hamburgerów jest zbliżony do profilu wyznaczonego na podstawie wymagań dla mąki określonych przez Cichoń i Ptak (2005) do produkcji pieczywa.



A **B**

Rysunek 8. Profile użytkowe proponowane do produkcji bułek do hamburgerów (A) oraz pieczywa tostowego (B) z mąki pszennej typ 550 lub typ 750 (dane własne niepublikowane)

Target profiles proposed for production of hamburger buns (A) and tost bread (B) obtained from wheat flour type 550 or 750 (unpublished data)

WNIOSKI

Wyznaczone w niniejszej pracy profile użytkowe mąki utworzono na podstawie danych literaturowych i badań własnych prowadzonych w ZPZiP IBPRS, dotyczących wybranych rodzajów pieczywa. Profile użytkowe mogą stanowić efektywne narzędzie kontroli jakości mąki w warunkach przemysłowych zarówno w młynach, jak i w piekarniach, rozszerzając ofertę dostępnych na rynku profili użytkowych opracowanych przez producenta aparatu. Prawidłowe opracowanie profili użytkowych wymaga ścisłej współpracy z zakładem piekarskim lub ciastkarskim i uwzględnienia technologii produkcji stosowanej w danym zakładzie. Stosowanie różnych metod wypieku pieczywa oraz innych urządzeń jest przyczyną znacznych różnic między profilami użytkowymi wyznaczonymi dla mąki pszennej przeznaczonej do produkcji jednego rodzaju pieczywa, co udowodniono w niniejszej pracy w odniesieniu do profili użytkowych dla bułek czy chleba.

Należy również pamiętać, że każda piekarnia powinna dostosować profil użytkowy do warunków własnej produkcji, a wyznaczone zakresy profili użytkowych, zarówno opracowane przez producenta aparatu, jak i te utworzone przez jego użytkowników, powinny

być dostosowywane po każdych zbiorach ziarna, zmianie dostawcy mąki czy technologii produkcji pieczywa.

PIŚMIENNICTWO

1. Abramczyk D., Stępniewska S. (2009). Wymagania w zakresie cech alweograficznych dla mąki pszennej na określone produkty. W: XXIX Konferencja w Krynicy Morskiej „Kierunki rozwoju przemysłu przetwórstwa zbóż w Polsce na bazie doświadczeń pięciu lat funkcjonowania Polski w strukturach Unii Europejskiej, Krynica Morska, 27-30 maja 2009, 22-24

2. Banu I., Stoenescu G., Ioenscu V. S., Aprodu I. (2012). Effect of the addition of wheat bran stream on dough rheology and bread quality. The Annals of the University Dunarea de Jos of Galati. Fascile VI – Food Technology, 36 (1), 39-52

3. Cichoń Z., Ptak M. (2005). Analiza jakości wybranych rodzajów mąki pszennej. Zeszyty Naukowe nr 678 Akademii Ekonomicznej w Krakowie, 89-102

4. Dubat A. (2010). A new AACC International Approved Method to Measure Rheological Properties of a Dough Sample. Cereal Foods World, 55 (3), 150-153

5. Dubat A., Vitali F. (2009). Mixolab System: the comprehensive tool for research and quality control of wheat and flour. Technica Molitoria, 60 (10), 1096-1103

6. Koksel H., Kahraman K., Sanal T., Ozay D. S., Dubat A. (2009). Potential utilization of Mixolab for quality evaluation of bread wheat genotypes. Cereal Chemistry, 86 (5), 522-526

7. Mixolab Applications Handbook. Rheological and enzyme analyses (2012). Chopin Applications Laboratory, France

8. Posner E. S., Chew-Guevara A. A., Mitre-Dieste M., Perez-Carrillo E., Heredia-Olea E. Wilson J. D., Serna-Saldivar S. O. (2014). Generation of a Mixolab Profile after the Evaluation of the Functionality of Different Commercial Wheat Flours for Hot-Press Tortilla Production. Cereal Chemistry, 91 (2), 139-145

9. Szafrańska A. (2009). Ocena jakości mąki pszennej za pomocą aparatu mixolab. Przegląd Zbożowo-Młynarski, 2009 (12), 19-21

10. Szafrańska A. (2011). Nowa metoda oceny jakości wybranych odmian pszenicy za pomocą aparatu mixolab. Postępy Nauki i Technologii Przemysłu Rolno-Spożywczego, 66, 3, 74-89