

4.

Mąka żytnia

ZAGADNIENIA

- Klasyfikacja mąki żytniej
- Jakość mąki żytniej
- Metody oceny jakości mąki

Proces otrzymywania mąki żytniej (ryc. 4.1) oraz zasada podziału na mąkę razową oraz gątkową jest analogiczna jak w wypadku mąki pszennej (patrz: rozdz. 2).



Ryc. 4.1. Żyto: a) kłos, b) ziarno (przemiał), c) mąka

Ziarniak żyta, podobnie jak pszenicy, składa się z okrywy owocowo-nasiennej, warstwy aleuronowej, bielma, zarodka i bródki. Jednak pomimo identycznej budowy anatomicznej, procentowa masa poszczególnych części ziarna żyta i pszenicy różnią się od siebie (tab. 4.1).

Tabela 4.1. Masa poszczególnych części ziarna żyta i pszenicy, % w stosunku do masy ziarna⁴⁷

Część ziarna	Żyto	Pszenica
zarodek	3,5	3,0
bielmo	78,5	82,5
warstwa aleuronowa	9,0	7,5
okrywa nasienna	3,0	2,5
okrywa owocowa	6,0	5,0

Jak wynika z tabeli, ziarno żyta jest uboższe w bielmo niż ziarno pszenicy, natomiast zawiera więcej części zewnętrznych – okrywy owocowo-nasiennej i warstwy aleuronowej. Również zarodek ziarna żyta jest większy niż ziarna pszenicy. Różnice te powodują, że skład chemiczny żyta również różni się od składu chemicznego pszenicy.

⁴⁷ J. Gawęcki, *Żywność – wartość odżywcza i bezpieczeństwo*, w: *Żywność człowieka. Podstawy nauki o żywieniu*, cz. 1, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2012.

4.1. Klasyfikacja mąki żytniej

Skład mąki żytniej jest zdecydowanie odmienny pod względem chemicznym od składu mąki pszennej (tab. 4.2). Żyto ma nie tylko mniej białka, ale inna jest też zawartość poszczególnych grup białek.

Tabela 4.2. Skład chemiczny mąki żytniej⁴⁸

Mąka o wyciągu	Woda	Białko	Tłuszcze	Węglowodany	Błonnik	Popiół	Ca	P	Fe	Witaminy				
										B ₁	B ₂	PP		
						%			mg/100 g			µg/100 g		
mąka żytnia 97%	13,5	7,3	2,2	73,2	1,4	1,4	131	265	4	306	134	789		
mąka żytnia 82%	13,5	6,4	1,9	76,5	0,8	0,9	119	195	3	264	99	720		
mąka żytnia 60%	13,5	5,4	1,5	78,5	0,5	0,6	53	85	2	136	63	843		

WARTO WIEDZIEĆ

Specyfiką białek mąki żytniej jest nie tylko różnica w ilości ogólnej białka, lecz także inny skład poszczególnych grup białka. W życie jest trzykrotnie więcej niż w pszenicy rozpuszczalnych w wodzie albumin, także rozpuszczalnych w roztworach soli globulin jest dwukrotnie więcej w życie niż w pszenicy. Natomiast białek rozpuszczalnych w alkoholu, czyli prolamin (w życie – sekalin), znajduje się w życie znacznie mniej (20–45% białka ogółem) niż w pszenicy (54–70%)⁴⁹. Między innymi z powodu tych różnic w zawartości poszczególnych grup białek tylko białka pszenicy mają zdolność tworzenia matrycy (struktury) glutenowej.

Białka mąki żytniej nie tworzą podczas mieszenia ciasta charakterystycznej dla mąki pszennej siatki glutenowej. Rola technologiczna białek mąki żytniej jest odmienna, mają one zdolność tworzenia piany, lepkiego roztworu rozpuszczonych białek, który ulega wzmocnieniu podczas fermentacji kwasowej. W kwaśnym środowisku wzrasta udział stabilizujących pianę białek żytnich (sekalin).

Tabela 4.3. Klasyfikacja mąki żytniej według PN-A-74032:2002. Przetwory zbożowe. Mąka żytnia

Typ mąki	Zawartość popiołu, %
500	do 0,58
720	od 0,59 do 0,78
1150	od 0,79 do 1,31
1400	od 1,31 do 1,60
2000	nie więcej niż 2,00

⁴⁸ S. Jankowski, *Przemiał żyta*, w: *Żyto. Chemia i technologia*. PWRiL, Poznań 1994.

⁴⁹ H. Gąsiorowski, *Skład chemiczny ziarna żyta*, w: *Żyto. Chemia i technologia*. PWRiL, Poznań 1994.

4.2. Jakość mąki żytniej

Jakość mąki żytniej, podobnie jak pszennej, zależy od gatunku zboża, warunków klimatycznych obszaru uprawy oraz rodzaju stosowanych metod nawożenia. W zależności od warunków klimatycznych (temperatura, ilość opadów) zmienia się skład chemiczny ziarna żyta, a tym samym skład chemiczny otrzymanej mąki oraz właściwości fizykochemiczne jej poszczególnych składników. Wszystkie czynniki mogą zmieniać wartość wypiekową mąki żytniej, a więc także jakość otrzymanego pieczywa. Na to, jakie rodzaje mąki żytniej są produkowane przez młyny, ma wpływ zapotrzebowanie rynku i od niego uzależniony jest sposób przemiału ziarna oraz komponowania pośrednich mąk pasażowych⁵⁰. Końcowe produkty, mąka różnych typów, powstają z połączenia różnych typów mąki pasażowej z uwzględnieniem takich cech, jak biel mąki, zawartość popiołu czy granulacja. Drobną i wyrównaną granulacją mąki sprawia, że wydaje się ona jaśniejsza od mąki o takim samym składzie, lecz o grubszej granulacji.

4.2.1. Kryteria oceny jakości mąki żytniej

Mąka żytnia stosowana do produkcji pieczywa żytniego i mieszanego (z udziałem mąki pszennej) powinna spełniać kryteria przewidziane dla niej w Polskich Normach oraz dawać zadowalające jakościowo wyroby piekarskie. Aby osiągnąć oczekiwany rezultat, należy wykorzystać znajomość podstawowych właściwości mąki, które decydują o jakości ciasta w procesie jego wytwarzania.

Kryteriami oceny jakości mąki żytniej są następujące parametry według normy PN-A-74032:2002. Przetwory zbożowe. Mąka żytnia:

- barwa – biała z odcieniem szarym dla mąki typ 500 i 720, białoszara z widocznymi cząstkami otrąb dla mąki typ 1150, 1400 i 2000;
- smak – swoisty, inny smak jest niedopuszczalny;
- zapach – swoisty, inny zapach jest niedopuszczalny;
- wilgotność – nie więcej niż 15%;
- kwasowość tłuszczowa – nie więcej niż 50 mg KOH/100 g s.m.;
- zawartość popiołu – według tab. 4.3;
- liczba opadania – od 90 do 240;
- obecność zanieczyszczeń – niedopuszczalna;
- obecność szkodników – niedopuszczalna;
- granulacja – standaryzowana według przesiewu przez kalibrowane sita.

Parametry poza normą:

- ocena amylograficzna.

4.2.2. Wartość wypiekowa mąki żytniej

Podstawowe właściwości mąki żytniej, które można zmierzyć i porównywać, stanowiące o jej wartości wypiekowej, są to (podobnie jak dla mąki pszennej):

- zdolność do wytwarzania gazu (CO_2) spulchniającego ciasto,
- zdolność do zatrzymania w cieście wytworzonego gazu.

Wyroby z mąki żytniej znacznie różnią się od wyrobów z mąki pszennej z powodu odmiennych właściwości żyta. Wiadomo, że w trakcie wytwarzania oraz wypieku ciasta mąka ma głównie wytwarzać gaz spulchniający ciasto (CO_2) oraz zatrzymać ten gaz w masie ciasta.

⁵⁰ Mąka pasażowa – produkt pośredni otrzymany po rozdrobnieniu młewa i przesianiu na sitach o różnych wielkościach oczek.

W mące pszennej cechy te określała skrobia (główny składnik podlegający fermentacji pośredniej – po scukrzeniu pod wpływem enzymów) oraz białka glutenowe tworzące matrycę (siatkę) glutenową, utrzymującą wytworzony gaz w strukturze ciasta. Stąd jakością skrobi oraz siła mąki (ilość i jakość glutenu) to czynniki decydujące o wartości mąki pszennej. W mące żytniej nie tyle obecność skrobi i białek ma znaczenie, co ich podatność na działanie enzymów. Dlatego też, gdy się mówi o wartości wypiekowej mąki żytniej, należy brać pod uwagę:

- kompleks enzymatyczno-węglowodanowy,
- kompleks enzymatyczno-białkowy.

Kompleks enzymatyczno-węglowodanowy jest tworzony przez węglowodany mąki żytniej, głównie pentozany, tzw. śluzę, oraz skrobię wraz z enzymami, które działają na te składniki. W odróżnieniu od mąki pszennej w mące żytniej znajdują się znaczne ilości aktywnych enzymów (α -amylazy i β -amylazy), które szybko i w szerokim zakresie powodują rozpad cząsteczek węglowodanów. Tak powstałe cukry proste ulegają fermentacji, a rozpadanie się ich pod wpływem enzymów skrobi powoduje, że jest jej za mało w postaci wiążącej wodę. W kompleksie enzymatyczno-węglowodanowym funkcjonują także pentozany (śluzę) o bardzo wysokiej wodochłonności. Śluzę mąki żytniej, w odróżnieniu od śluzów mąki pszennej, mogą zwiększyć swoją objętość o 800%. Drugim elementem wpływającym na wartość wypiekową mąki żytniej jest **kompleks enzymatyczno-białkowy**. Białkowe substancje mąki żytniej są zbliżone do białek mąki pszennej. Istotną różnicę stanowi skłonność białek żytnich do szybkiego i intensywnego pęcznienia. Większość białek ciasta żytniego pęcznieje w cieście prawie nieograniczenie, ulega peptyzacji i przechodzi w lepki roztwór – fazę płynną ciasta żytniego. W tej fazie zostają zawieszona ziarenka skrobi otoczone napęczniałymi śluzami oraz białkami. Tak zachowujące się białka mąki żytniej nie tworzą trwałej, sprężystej struktury białkowej, lecz lepka, mazistą masę. Dlatego ważnym wskaźnikiem wartości wypiekowej mąki jest liczba opadania⁵¹, pokazująca aktywność enzymów obu omówionych kompleksów enzymatycznych (tab. 4.4).

Tabela 4.4. Liczba opadania dla mąki żytniej⁵²

Typ mąki	Minimalna liczba opadania	Optymalna liczba opadania	Maksymalna liczba opadania
580	85	125–200	250
800	85	125–200	220
1400	90	125–200	220
2000	90	125–200	220

Podana przez producenta liczba opadania świadczy o aktywności enzymatycznej mąki pszennej i żytniej. Określa bardzo ważny wskaźnik wartości wypiekowej mąki – zachowanie się jej podczas tworzenia ciasta. Piekarz powinien taką informację przeanalizować, aby we właściwy sposób dobrać parametry przygotowania ciasta (czas, temperaturę fermentacji, stopień zakwaszenia) w celu otrzymania wyrobu o możliwie najwyższej jakości.

⁵¹ Liczba opadania – patrz: mąka pszenna.

⁵² Z. Ambroziak, *Produkcja piekarsko-ciastkarska*, cz. 1, WSiP, Warszawa 2012.

4.3. Metody oceny jakości mąki żytniej

Metody oceny jakości mąki dotyczą dwóch obszarów – przydatności do produkcji (ocena organoleptyczna) oraz wartości wypiekowej (ocena laboratoryjna w warunkach zbliżonych do tych, które towarzyszą przygotowaniu ciast). Metody te pozwalają wnioskować, w jakich warunkach uzyskamy pieczywo najwyższej możliwej jakości. W przeciwieństwie do ciasta pszennego w cieście żytnim nie tworzy się usieciowana struktura białkowa (glutenowa), więc wpływ na ocenę wartości wypiekowej mąki pszennej i żytniej mają inne elementy.

4.3.1. Ocena organoleptyczna

Ocenę organoleptyczną mąki żytniej należy przeprowadzić dwa razy: najpierw podczas przyjmowania jej do magazynu, a następnie bezpośrednio przed wydaniem do produkcji. W badaniu organoleptycznym oceniamy:

- wilgotność – przez ściskanie mąki w dłoni (sucha mąka się rozsypuje, wilgotna utrzymuje kształt dłoni);
- barwę – przy zastosowaniu próby Pekara (porównujemy mąkę badaną z mąką wzorcową danego typu);
- zapach – za pomocą węchu stwierdzamy, czy jest charakterystyczny dla mąki, czy nie czuć zapachów obcych, np. stęchłego (mąka zepsuta) lub ziołowego (jeśli w pobliżu mąki były przechowywane aromatyczne zioła, przyprawy);
- smak – przez spróbowanie stwierdzamy, czy smak jest właściwy dla mąki;
- granulację – w przypadku mąki jasnej wzrokowo stwierdzamy, czy jest jednorodna (gładka), a w przypadku mąki ciemnej dotykowo określamy, czy jest wyczuwalnie grubsza.

Ocenę organoleptyczną należy wykonać dla każdej partii mąki żytniej przyjmowanej do magazynu.

4.3.2. Ocena laboratoryjna

Metody stosowane do oceny wartości wypiekowej mąki żytniej dzieli się na dwie zasadnicze grupy: pośrednie i bezpośrednie.

Do najważniejszych metod pośrednich oceny wartości wypiekowej mąki żytniej, ze względu na jej charakterystyczne właściwości, należą:

- określenie liczby opadania,
- metoda amylograficzna.

Metoda polegająca na ustaleniu liczby opadania pozwala w prosty i szybki sposób określić aktywność enzymów mąki oraz podatność skrobi na ich działanie. Za dobrą do wypieku uważa się mąkę żytnią o liczbie opadania od 125 do 200 s (patrz: tab. 4.4.).

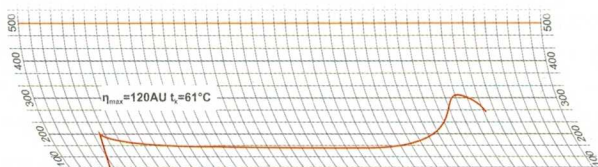
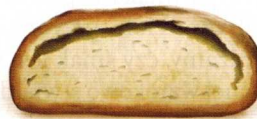
Metoda amylograficzna służy do badania wartości wypiekowej mąki żytniej. Badanie amylografem polega na sporządzeniu zawiesiny mąki z wodą, a następnie rejestrowaniu na wykresie zmian lepkości uzyskanego kleiku żytniego pod wpływem temperatury. Amylogram odzwierciedla stan skrobi – stopień jej uszkodzenia (przez porost lub mechanicznie) przyspieszający kleikowanie, a także aktywność enzymów amylolytycznych. Przebieg krzywej zależy również od innych komponentów ciasta, a zwłaszcza pentozanów i białek – od ich ilości, rozpuszczalności, podatności na działanie enzymów i od aktywności enzymatycznej. Mąka o podwyższonej aktywności enzymatycznej daje niski amylogram. Ciasto uzyskane z takiej mąki będzie trudne w obróbce ze względu na małą stabilność i nadmierną lepkość, a w pieczywie mogą wystąpić takie wady, jak zakalec czy odstająca skórka. Pieczywo z mąki o wysokiej krzywej amylograficznej będzie szybko czerstwiało.

Za optymalne parametry parametry mąki żytniej do produkcji chleba uważa się lepkość w zakresie 400–600 AU⁵³ i temperaturę końcową kleikowania na poziomie 63–68°C. Amylogramy mąki pszennej są zazwyczaj wyższe od amylogramów mąki żytniej ze względu na niższą aktywność enzymów amylolytycznych mąki pszennej.

WARTO WIEDZIEĆ

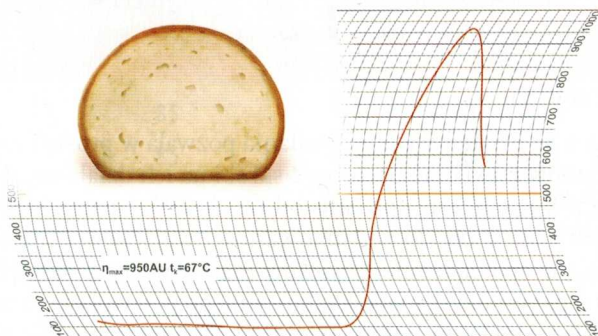
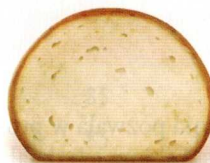
Metoda oceny amylograficznej umożliwia badanie aktywności enzymów zawartych w mące oraz zdolności skrobi do kleikowania. Na wykresie, tzw. amylogramie (ryc. 4.2), są rejestrowane zmiany lepkości zawiesiny mąki w wodzie, zachodzące na skutek pęcznienia i kleikowania skrobi (ryc. 4.3). Oznaczenie rozpoczyna się w temperaturze 30°C. Początkowo wykres stanowi linię prostą, ponieważ lepkość zawiesiny jest stała. Po przekroczeniu temperatury 50°C następuje gwałtowny wzrost lepkości, spowodowany pęcznieniem skrobi. Powoduje on, że krzywa wykresu idzie w górę. Ten punkt określamy jako **temperaturę początkową kleikowania** (t_p). Krzywa osiąga następnie maksimum i zaczyna opadać, ponieważ następuje degradacja skrobi i zmniejsza się lepkość zawiesiny. W tym momencie jest określana **temperatura końcowa kleikowania** (t_k). Maksymalną wysokość krzywej określa tzw. **lepkość maksymalna zawiesiny** η_{max} , wyrażona w jednostkach umownych AU.

a)



Amylogram mąki o wysokiej aktywności amylolytycznej

b)

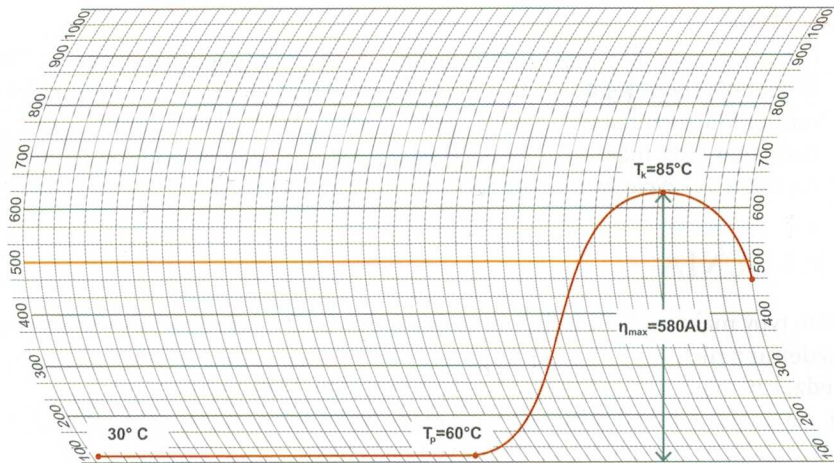


Amylogram mąki o niskiej aktywności amylolytycznej

Rys. 4.2. Przykładowe amylogramy mąki o wysokiej i niskiej aktywności amylolytycznej oraz przekroje pieczywa: a) mąka o wysokiej aktywności amylolytycznej, b) mąka o niskiej aktywności amylolytycznej⁵⁴

⁵³ AU – jednostki umowne do określenia lepkości w ocenie wartości wypiekowej mąki w amylografie.

⁵⁴ E. Stowik, *Ocena jakości mąki – przegląd najczęściej stosowanych metod badania mąki*, „Przegląd Piekarski i Cukierniczy”, 2007, nr 1.



Rys. 4.3. Przykładowy wykres amylograficzny z opisem⁵⁵

Żadna z metod pośrednich nie dostarcza tak jednoznacznych informacji na temat jakości mąki jak metoda bezpośrednia, czyli próbny wypiek. Umożliwia ona najbardziej wszechstronną ocenę mąki, gdyż w trakcie przygotowywania ciasta i wypieku w warunkach laboratoryjnych zachodzą takie same przemiany i reakcje jak podczas procesu produkcyjnego w piekarni. Wypiek laboratoryjny polega na przygotowaniu ciasta i przeprowadzeniu pozostałych operacji technologicznych, aż do uzyskania wyrobu gotowego w ściśle określonych i kontrolowanych warunkach, z wykorzystaniem niewielkiej ilości mąki. Laboratoryjny wypiek próbny jest ostateczną metodą oceny jakości mąki. Można go przeprowadzić według czterech schematów⁵⁶:

1. na drożdżach,
2. na drożdżach z dodatkiem kwasu mlekowego,
3. na zakwasie,
4. na zakwasie z dodatkiem drożdży.

Najczęściej stosuje się prosty i szybki wypiek według schematu 2. Należy przygotować ciasto o temperaturze blisko 30°C z dodatkiem 1,5% soli. Ilość wody reguluje się według wodochłonności mąki, w przybliżeniu do wydajności ciasta ok. 170%⁵⁷. Kwas mlekowy należy dodać w takiej ilości, aby pH⁵⁸ ciasta wynosiło ok. 4,5. W wyniku wykonania badania jakości mąki metodą próbnego wypieku otrzymujemy informację o wyglądzie zewnętrznym pieczywa, jego objętości oraz strukturze miękiszu. Jeżeli do receptur wprowadzamy inne rodzaje mąki (ze zbóż niechlebowych) jako zamienniki mąki żytniej, najpierw wykonujemy, jako wzór, wypiek bez wprowadzonych dodatków, tzw. próbę kontrolną, a następnie wprowadzamy zmiany surowca i zachowujemy standardową procedurę, aby zaobserwować pojawiające się zmiany w jakości wypiekanych wyrobów.

⁵⁵ A. Szafrąńska, *Metody reologiczne badania ciasta pszennego*, „Mistrz Branży”, mistrzbranzny.pl, [dostęp: 12. 2012].

⁵⁶ H. Gąsiorowski, *Wartość technologiczna żyta i metody jej oceny*, w: *Żyto. Chemia i technologia*, PWRiL, Poznań 1994.

⁵⁷ Wydajność ciasta – wyrażana w kilogramach lub procentach, ilość ciasta otrzymana ze 100 kg mąki oraz dodanej wody, tu 170% oznacza, że dodano 70 l wody do 100 kg mąki. Wydajność ciasta można przeliczyć na dowolną masę mąki i odpowiadającą tej masie siedemdziesięcioprocentową ilość wody.

⁵⁸ pH – pomiar odczynu kwasowości fazy, np. ciasta, z wykorzystaniem pehametru (aparatu kontrolno-pomiarowego).