

# 4.

# Metody produkcji wyrobów piekarskich

## ZAGADNIENIA

- Określenia podstawowe
- Przygotowanie ciasta
- Tworzenie się (rozwój) ciasta pszennego
- Fermentacja
- Prowadzenie ciasta pszennego
- Prowadzenie ciasta żytniego
- Prowadzenie ciasta mieszanego
- Maszyny i urządzenia
- Schematy technologiczne – obliczenia

## 4.1. Określenia podstawowe

**Autoliza** – metoda otrzymywania ciasta, która polega na tym, że najpierw miesza się mąkę z wodą, bez dodawania innych surowców, i pozostawia się ciasto na 15–30 minut w celu dobrego uwodnienia białek mąki.

**Ciasto** – końcowa faza fermentacyjna; produkt, który zawiera wszystkie składniki przewidziane w recepturze; po spulchnieniu przeznaczony do obróbki i wypieku.

**Dozowanie** – czynność polegająca na wagowym lub objętościowym odmierzeniu surowców lub półproduktów.

**Elastyczność i plastyczność** – cechy fizyczne, które można zmierzyć za pomocą specjalnej aparatury (np. farinografu, alweografu); elastyczność nadaje ciastu sprężystość, a plastyczność – odpowiednią płynność.

**Enzymy** – związki białkowe, które katalizują przemiany chemiczne w komórkach i płynach ustrojowych żywych organizmów; wrażliwe na temperaturę; najważniejsze występujące w mące to proteazy, amylazy i lipazy.

**Faza fermentacyjna** – np. podmłoda, zakwas – czyli półprodukt o określonej konsystencji, spulchniony przez określone drobnoustroje, odgrywający ustaloną rolę w procesie produkcji.

**Konsystencja** – zwartość cząsteczek ciasta, może być zmierzona za pomocą specjalnych aparatów (np. farinografu); wyróżnia się konsystencję luźną, wolną lub sztywną.

**Mieszenie** – równomierne rozprowadzenie surowców wchodzących w skład ciasta, rozczynu lub zakwasu.

**Obróbka ciasta** – czynności technologiczne: dzielenie i formowanie, nacinanie, nawilżanie.

**Odświeżanie fazy** – czynność polegająca na wymieszaniu fermentującej masy z mąką i wodą w odpowiednich proporcjach.

**Prowadzenie ciasta** – produkcja ciasta zgodnie z recepturą z określonych składników i z zastosowaniem wybranej metody; przebiega od pobrania surowców z magazynu, przez przygotowanie ich do produkcji, sporządzenie odpowiednich faz fermentacyjnych, aż do momentu obróbki.

**Rozczyn (podmłoda)** – początkowa faza fermentacyjna w dwufazowej metodzie prowadzenia ciasta pszennego.

**Rozwój ciasta** – połączenie się składników ciasta w jednolitą masę w czasie mieszania, polega na stopniowym wnikiwaniu cząsteczek wody do składników mąki, głównie do białek i skrobi.

**Wydajność ciasta** – ilość ciasta otrzymana ze 100 g mąki.

## 4.2. Przygotowanie ciasta

### Czynniki decydujące o dobrym cieście:

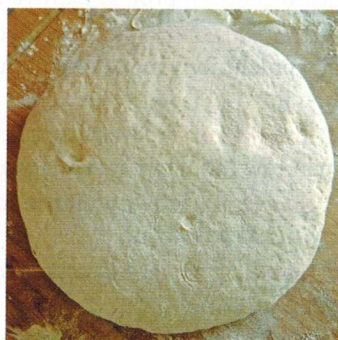
- staranne przygotowanie surowców do produkcji,
- dozowanie surowców zgodnie z recepturą,
- utrzymywanie optymalnej wilgotności mąki,
- ustalenie optymalnej ilości i temperatury dolewki wody,
- uzyskanie odpowiedniej konsystencji ciasta,
- zastosowanie autolizy,
- stosowanie optymalnego mieszania ciasta,
- dostateczne napowietrzenie ciasta,
- ustalenie odpowiednich parametrów fermentacji,
- zastosowanie przebijania lub składania ciasta.

Staranne przygotowanie surowców ułatwia i przyspiesza cykl produkcyjny.

Z ciastem pracujemy według zasady „spiesz się powoli”. Każdy piekarz w trakcie wytwarzania ciasta i formowania bochenków musi wykazywać się cierpliwością. Przed przystąpieniem do produkcji musi mieć przygotowane stanowisko pracy i niezbędne surowce. Pieczenie chleba opiera się na recepturach, czyli ściśle opracowanych proporcjach składników. Wszystkie komponenty odmierzamy według ich masy, a nie według objętości. Wyjątek stanowi woda. Ważenie umożliwia otrzymanie zawsze takiego samego chleba. Pozwala też na obliczenie końcowej ilości ciasta, co chroni przed wyprodukowaniem za dużo lub za mało pieczywa. Nie należy odmierzać objętościowo zakwasów, ponieważ przy przekładaniu zakwasu odgazowujemy i opadają one, np. 100 g fermentującego, spulchnionego kwasu ma inną objętość niż 100 g odgazowanego, a 100 g przesianej mąki ma większą objętość niż 100 g mąki nieprzesianej.

### 4.2.1. Mieszanie ciasta

Przygotowanie ciasta jest podstawowym procesem technologicznym w piekarstwie. Polega na wymieszaniu wszystkich składników przygotowanych do produkcji i poddaniu ich fermentacji, czyli spulchnieniu przez działanie drobnoustrojów. W tym czasie zachodzą w utworzonej masie przemiany, które nazywamy **dojrzeniem ciasta**. Przed rozpoczęciem mieszania należy ustalić temperaturę dolewki wody – w tym celu wykonujemy obliczenia według podanych wcześniej wzorów (rozdz. 3 – *Przygotowanie wody*). Ważne jest, niezależnie od rodzaju użytej miesiarki, aby proces mieszania



Ryc. 4.1. Uformowany kęs ciasta

w początkowej fazie przebiegał z niewielką prędkością. Gdy składniki się połączą, po 2–3 minutach wyłączamy miesiarkę i sprawdzamy ciasto. Powinno być ono kleiste, łatwo się rwać, nie mieć sprężystości, gładkości i elastyczności – wygląda wtedy na luźne i mokre, ale nie wolno dosypywać do niego mąki. Dodanie mąki na początku mieszenia psuje ciasto. Podczas dalszego mieszenia zaczyna się faza powstawania glutenu. Ten etap powinien się odbywać przy szybszych obrotach miesiarki. Dobrze wymieszone ciasto stawia opór, jest silne, mięsiste i elastyczne; podczas mieszenia zostaje natlenione. Ruchy miesiarki wciągają w masę tlen, który wpływa na wzmocnienie siatki glutenowej. Jednak nadmiar tlenu jest niekorzystny, zbyt długie mieszenie powoduje utlenianie karotenoidów. Karotenoidy to barwniki mąki, które odpowiadają za jej kremowy kolor i pszenny zapach.

## ZAPAMIĘTAJ

Ciasto za długo i intensywnie mieszane traci kolor, a pieczywo z niego jest blade i mało aromatyczne.

Ciasto powstaje stopniowo, dlatego ten proces nazywamy **tworzeniem** lub **rozwojem ciasta**. Rozwój ciasta polega na połączeniu cząsteczek wody z mąką i powolnym wchłanianiu ich przez białka i węglowodany. Składniki te pod wpływem wilgoci pęcznią i powiększają swoją objętość. Dużą zdolność higroskopijną mają białka glutenowe (gliadyna i glutenina), skrobia, błonnik i śluzy. W trakcie mieszenia, wskutek ruchu, woda wnika do mąki i przestaje być widoczna. Powstające ciasto staje się powoli mniej lepkie, bardziej plastyczne i elastyczne. Stawia coraz większy opór, wyczuwalny szczególnie przy ręcznym mieszeniu ciasta. Czas liczony od momentu rozpoczęcia mieszenia do momentu, kiedy ciasto stawia największy opór, nazywamy czasem rozwoju ciasta.

### Czas mieszenia

- ciasta żytnie i mieszane od 3 do 6–8 minut,
- ciasta pszenne od 5 do 10 minut (maksymalnie 20 minut).

## WARTO WIEDZIEĆ

Czynniki wydłużające czas mieszenia ciasta:

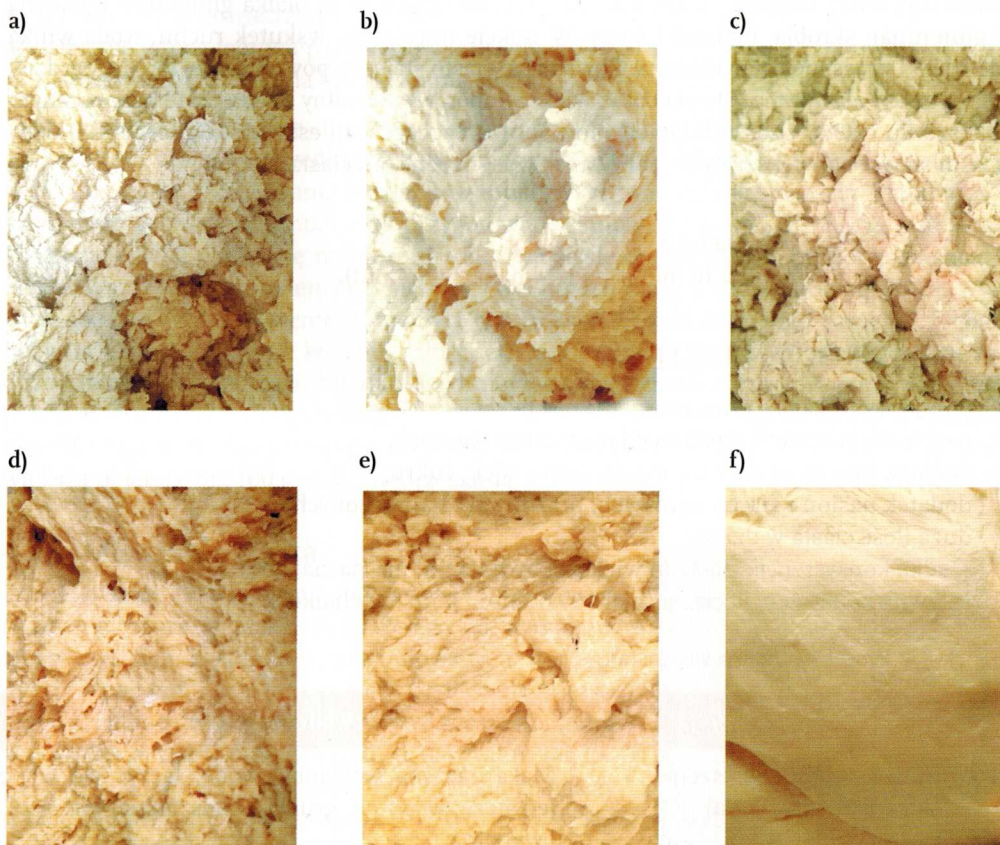
- użycie do produkcji ciasta mąki o wysokim wyciągu;
- dodatek innych surowców: masła, oleju, jajek, cukru;
- dodatek nasion i ziaren surowych, prażonych i namoczonych;
- duża ilość ciasta w dzieży;
- rzadka konsystencja ciasta (o większej hydratacji), np. na ciabattę;
- sztywna konsystencja ciasta (niskouwodnione), np. na chałkę.

Tabela 4.1. Proces tworzenia się ciasta<sup>9</sup>

Fazy	Nazwa fazy	Właściwości fazy
I	Faza wstępna – mieszenie składników (ryc. 4.2a)	Mąka zaczyna wchłaniać wodę, łączyć się w pojedyncze wilgotne grudki. Mieszanina jest lepka i wilgotna.

<sup>9</sup> Z. Ambroziak, *Technologia piekarstwa*, cz. 1, WSiP, Warszawa 2012.

Fazy	Nazwa fazy	Właściwości fazy
II	zawijazywanie się struktury ciasta (ryc. 4.2b i ryc. 4.2c)	Mąka intensywnie wchłania wodę, zaczyna powstawać siatka glutenowa (ciasto pszenne) wskutek łączenia się grudek zwilżonej mąki. Masa jest spoista, wilgotna na powierzchni.
III	porządkowanie struktury ciasta (ryc. 4.2d i ryc. 4.2e)	Kształtują się właściwości elastyczne i plastyczne ciasta, woda znika z powierzchni, ciasto oddziela się od ścian dzieży.
IV	rozwój ciasta (ryc. 4.2f)	Ciasto uzyskuje optymalne właściwości elastyczne i plastyczne; jego powierzchnia jest gładka i lśniąca. Ciasto ma przez pewien czas stałą konsystencję – jest to tolerancja na mieszenie.
V	rozmiękczenie (uplastycznienie, upłynnienie) ciasta (ryc. 4.2g)	Ciasto mięknie, staje się mniej sprężyste, coraz bardziej ciągliwe, aż do utraty spoistości oraz pojawienia się mazistości i płynięcia.



**Ryc. 4.2.** Fazy rozwoju ciasta: a) faza I – mieszenie składników; b), c) faza II – zawiązywanie struktury ciasta; d), e) faza III – porządkowanie struktury ciasta, f) faza IV – rozwój ciasta

g)



Ryc. 4.2. cd. g) faza V – rozmiękczenie ciasta

Zbyt długie mieszanie powoduje, że siatka glutenowa rozpada się i ciasto stopniowo traci spoiwość, łatwo się odkształca i ulega rozmiękczeniu. Ciasta pszenne z mąki o mocnym glutenie trudno poddają się rozmiękczeniu, w przeciwieństwie do żytnich, które mają krótki czas rozwoju. Podczas mieszania ciasto staje się plastyczne i elastyczne. Plastyczność nadaje odpowiednią płynność, a elastyczność – zwartość. Dzięki plastyczności ciasto zachowuje się jak ciecz, a dzięki elastyczności – jak ciało stałe. Plastyczność i elastyczność, cechy fizyczne ciasta określane jako właściwości reologiczne, są od siebie zależne.

## ZAPAMIĘTAJ

Gdy elastyczność ciasta rośnie, to jego plastyczność spada.

Gdy plastyczność ciasta rośnie, to jego elastyczność spada.

Temperatura i niektóre surowce mają wpływ na właściwości elastoplastyczne ciasta. Dodatek soli i niska temperatura poprawiają elastyczność. Natomiast wyższa temperatura, dodatek małej ilości siodu lub użycie nieswieżych drożdży powodują uplastycznienie. W praktyce ważna jest **lepkość ciasta** i jego konsystencja. Lepkość ma znaczenie technologiczne: zbyt duża utrudnia obróbkę. Konsystencja ciasta zależy od ilości dodanej wody, jakości glutenu, skrobi oraz zawartych w mące enzymów. Duży dodatek wody powoduje powstanie ciasta rzadkiego, luźnego i trudniejszego w obróbce. Z kolei przy małej ilości wody otrzymana masa jest twarda i sztywna. Ciasta otrzymane z mąki zawierającej słaby gluten mają konsystencję luźniejszą niż te otrzymane z mąki o mocnym glutenie (przy takiej samej ilości dodanej wody). Zwiększona zawartość wilgoci w mące lub użycie mąki z ziarna porośniętego powoduje dużą aktywność enzymów rozkładających białko i skrobię. Część skrobi zostaje rozłożona na cukry proste i dekstryny, przez co zmniejsza się jej zdolność do kleikowania. Częściowo rozłożone białka osłabiają gluten. Powstające ciasto ma luźną konsystencję, traci zdolność do zatrzymywania gazów, jest lepkie i trudne do formowania. Chleb otrzymany z takiej mąki będzie płaski, o małej objętości i wilgotnym, zbitym i słabo spulchnionym miękiszu, odstającym od skórki. Często tworzy się w nim zakalec.

### 4.2.2. Autoliza

Metoda ta polega na wymieszaniu mąki i płynu używanego w przepisie (bez soli i drożdży) i pozostawieniu ich na 15–30 minut. Potem dodaje się pozostałe surowce i sporządza ciasto właściwe. Autoliza pozwala mące wchłonąć wodę, wpływa na uaktywnienie enzymów

mąki – amylaz, które rozkładają wielocukry na cukry proste, oraz proteazy, które działając na białka glutenu, sprawiają, że ciasto staje się bardziej plastyczne. Autoliza stosowana jest przy produkcji pieczywa francuskiego i włoskiego (bagietki, ciabatty) oraz wielu chlebów na zakwasie pszennym.

#### **Autoliza:**

- zwiększa rozciągliwość ciasta,
- ułatwia wykonywanie szerokich nacięć na powierzchni bagietek,
- pozwala skrócić czas mieszania ciasta na wysokich obrotach, a tym samym zapobiega utlenieniu się karotenoidów,
- zachowuje przyjemne dla konsumenta walory smakowo-zapachowe pieczywa,
- ułatwia dzielenie i formowanie bagietek,
- przyczynia się do pozyskania wyrobów o dużej objętości i o regularnym wyglądzie zewnętrznym.

### **4.2.3. Temperatura i czas fermentacji**

Ciasto zaczyna fermentować od momentu skończenia mieszania. Optymalna temperatura fermentacji wynosi 24°–26°C dla chlebów pszennych i o 2°C więcej dla chlebów żytnich. Temperatura i czas fermentacji zależą od wyboru metody prowadzenia ciasta, rodzaju produkowanego pieczywa, temperatury składników i otoczenia, wielkości produkowanego ciasta i masy jednostkowej gotowego wyrobu.

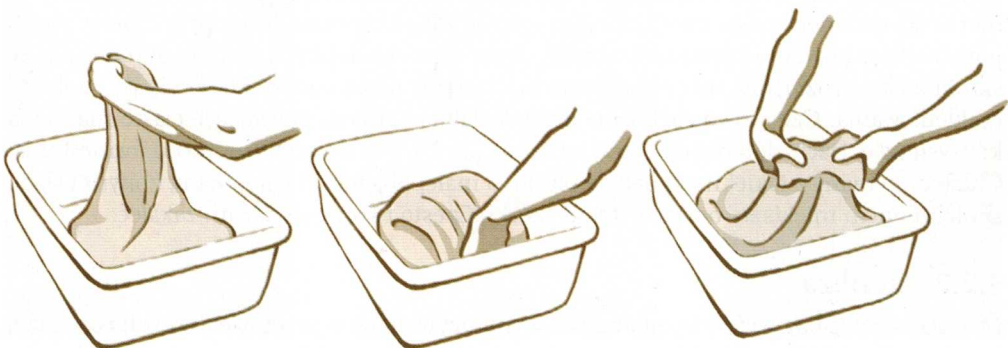
## **ZAPAMIĘTAJ**

Im wyższa temperatura fermentacji ciasta, tym krótszy czas fermentacji.  
Im niższa temperatura fermentacji ciasta, tym dłuższy czas fermentacji.

### **4.2.4. Regulowanie świeżości ciasta: przebijanie i składanie**

Przebijanie ciasta polega na mechanicznym usunięciu z niego nadmiaru dwutlenku węgla i częściowo alkoholu etylowego – produktów hamujących rozwój drożdży. Zabieg ten polega na krótkim mieszeniu ciasta ręcznie lub za pomocą miesiarki. W czasie przebijania włącza się do masy porcję tlenu, dzięki czemu zostaje wznowiona aktywność drożdży. Ciasta z mąką o mocnym glutenie przebija się 2–3 razy, a ciasta z mąką o słabym glutenie 1 raz lub wcale.

O wiele lepsze efekty technologiczne daje składanie ciasta (ryc. 4.3). W tym celu należy oprószyć stół dość dużą ilością mąki. Nadmiar zostanie potem usunięty, natomiast zbyt



**Ryc. 4.3.** Składanie ciasta

mała ilość podsypanej mąki spowoduje przyklejanie się ciasta do stołu. Ciasto przekładamy na stół w taki sposób, aby wierzch znalazł się na spodzie i leżał na mące. Z jednej strony bierzemy ciasto w obie ręce i podnosimy do góry ok.  $\frac{1}{3}$  całego ciasta i energicznie nakładamy na pozostałą część. Rozpostartymi dłońmi uderzamy w ciasto i odgazowujemy je. Nie trzeba usuwać całego gazu. Potem bierzemy w dłonie ciasto z drugiego końca i składamy jak poprzednio, na pozostałą część. Ponownie odgazowujemy je dłońmi. Przed złożeniem jednej części na drugą usuwamy nadmiar mąki, jeżeli dostałaby się do masy, w pieczywie byłyby widoczne szare smugi. W ten sam sposób składamy bok trzeci i czwarty. Następnie podkładamy dłonie pod ciasto i przekładamy je tak, aby złożenie znalazło się na spodzie, po czym z powrotem przekładamy je do dzieży lub pojemnika, w którym fermentowało. Składanie można wykonywać bezpośrednio w pojemniku – szczególnie dotyczy to ciast luźnych, lekkich lub w pełni sfermentowanych. Liczba składań wynosi 1–3. Im więcej składań, tym ciasto bardziej pulchne. Dzięki składaniu wyrównuje się jego temperatura, gdyż cieplejsze rogi składa się do środka. Składanie zwiększa siłę ciasta, rozciąga i porządkuje pasma glutenu.

Zastosowanie składania:

- gdy niewskazane jest zbyt długie mieszenie ciasta;
- gdy ciasto powstało ze słabej mąki;
- gdy produkujemy ciasta o wysokiej hydratacji (75–85%), np. na ciabattę, bagietkę.

Niektóre ciasta nie wymagają składania. Ciasta sztywne, np. na chałkę, po zakończeniu mieszenia są dostatecznie silne. Jeżeli fermentacja trwa dłużej niż godzinę, należy masę odgazować przez przebijanie. Nie składa się również ciast żytnich, ponieważ nie mają one wykształconej siatki glutenowej.

W sytuacjach, w których z jakichkolwiek powodów, np. awarii pieca, nie można skierować ciasta do obróbki, należy przedłużyć jego świeżość. Najczęściej stosuje się wtedy dodatkowe przebijanie, nie powinno się jednak robić tego zbyt wiele razy. Trzeba pamiętać, że w czasie fermentacji drożdże zużywają zawarty w cieście cukier. Pieczywo otrzymane z ciasta zbyt wiele razy przebijanego jest blade, szare i bez połysku. Aby uniknąć takich wad, należy dosypać w czasie dodatkowego przebijania niewielką ilość mąki, cukru lub soli (czynność ta nazywana jest zdobieniem ciasta). Dodatek tych surowców zapewnia drożdżom nową porcję pożywienia i wznowia fermentację. Można takie operacje wykonać ręcznie (w porcjach ciasta) lub bezpośrednio w miesiarce. Mąkę, w ilości 5–10 kg, dozjuje się z odpowiednią ilością wody i dokładnie miesi się ciasto. Zwiększy się nieznacznie ilość wyprodukowanej masy, ale uchroni się jej resztę przed zestarzeniem się. Dodatek soli (niewielki, żeby pieczywo nie było za słone) spowalnia fermentację i w ten sposób przedłuża świeżość ciasta.

#### 4.2.5. Dzielenie ciasta

Fermentacja ciasta kończy się, gdy zaczynamy je dzielić na kęsy. Masa ciasta w stosunku do masy pieczywa jest o 10 do 20% większa – w zależności od rodzaju i wielkości poszczególnych sztuk wyrobu. Nadwaga ta przewiduje ubytki masy kęsa w czasie obróbki, wypieku i stygnięcia gotowego pieczywa. Przestrzeganie prawidłowej masy kęsa umożliwia ekonomiczną gospodarkę surowcami i przyczynia się do otrzymywania jednakowych, dobrze wypieczonych wyrobów. Dzielenie odbywa się za pomocą urządzeń – dzielarek, dzielarko-formierek lub ręcznie. Przy dzieleniu ręcznym decydująca jest szybkość. Żeby ciasto się nie przyklejało, należy często przesypywać mąką blat roboczy, szalki wagi i dłonie. Dzięki temu praca będzie przebiegać sprawnie. Ciasto, które klei się do rąk, wagi lub stołu, spowalnia pracę.

#### 4.2.6. Formowanie kęsów

Po podzieleniu ciasto jest zaokrąglane, czyli wstępnie formowane. Ułatwia to dalszą obróbkę. Lekkie zaokrąglanie będzie korzystne dla kęsów z każdego rodzaju ciasta, ale najbardziej wzmocnią się te ze słabego. Zanim zaczniesz nadawać kęsom ostateczny kształt, muszą one odpocząć przez kilka minut. To okres relaksacji kęsów, w czasie którego zachodzi fermentacja wstępna (rozzrost wstępny). Czas fermentacji wstępnej jest różny, zależy od asortymentu i trwa najczęściej od 2 do 5 minut. Bułki na hamburgery mają bardzo krótki rozzrost wstępny – 1 minutę. Kęsy ciasta żytniego lub mieszanego poddaje się tylko fermentacji końcowej. Kęsy ciasta pszennego na bułki lub chleb mogą być poddawane rozzrostowi wstępnemu kilka razy, po każdej czynności obróbki. W czasie odpoczynku kęsy lekko wyrastają, stają się elastyczne i łatwo poddają się formowaniu. Formowanie polega na nadaniu im ostatecznego kształtu – okrągłego, podłużnego lub fantazyjnego. Uformowane kęsy są przenoszone do garowni, gdzie następuje rozzrost końcowy kęsów. Temperatura w garowni powinna być równa temperaturze ciasta lub nieco od niej wyższa, a wilgotność powietrza na poziomie 75%. W takich warunkach nie nastąpi wysychanie powierzchni (skórczenie) kęsów ciasta.

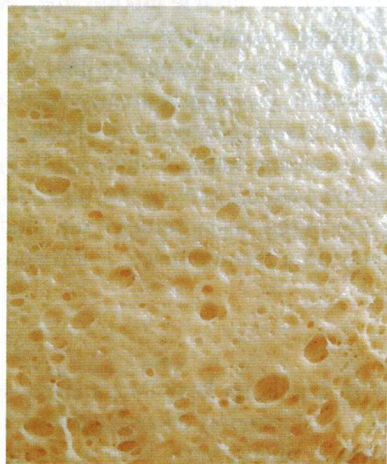
Uformowane kęsy powinny długo zachować kształt i dużą objętość.

#### 4.3. Tworzenie się ciasta pszennego

Zasadniczą rolę przy powstawaniu ciasta pszennego odgrywają białka glutenowe – gliadyna i glutenina. Wiążą one dużą część wody i podczas mieszania tworzą gluten. Gluten występuje w postaci włóknistej siatki, która tworzy strukturę ciasta. Decyduje on o jego elastyczności i rozciągliwości.



Gliadyna decyduje o plastyczności, a glutenina o elastyczności ciasta.



Ryc. 4.4. Spulchnione ciasto z pęcherzykami CO<sub>2</sub>



Ryc. 4.5. Siatka glutenowa

Dużą część wody wchłania skrobia. Spęczniałe ziarenka skrobi znajdują się między włóknami glutenu. Pod wpływem mieszania włókna siatki glutenowej zaczynają się układać w jednym kierunku. Jeżeli mieszanie trwa za długo i dojdzie do rozmiękczenia ciasta, wówczas siatka glutenowa zanika. Pozostała ilość wody jest wiązana przez inne składniki mąki: rozpuszczalne w wodzie białka, dekstryny, cukry i sole mineralne.



Podczas mieszania do ciasta jest włączane powietrze, które może stanowić nawet 20% jego ogólnej objętości (ryc. 4.4). Powietrze jest niezbędne do rozpoczęcia aktywacji życiowej drobnoustrojów wywołujących fermentację. W spulchnionym cieście siatka glutenowa zatrzymuje dwutlenek węgla wytworzony w czasie fermentacji (ryc. 4.5).

#### 4.4. Tworzenie się ciasta żytniego

Ciasto żytnie tworzy się inaczej niż ciasto pszenne (ryc. 4.6 i 4.7). W kształtowaniu struktury ciasta żytniego mają znaczenie składniki mąki: skrobia, śluzy (pentozany) i białka. Czynnikiem hamującym powstawanie w nim glutenu jest duża ilość śluzów i ich zdolność do wiązania dużej ilości wody. Śluzy pierwsze chłoną wodę, oblepiają ziarna skrobi i utrudniają pęcznienie białek. W efekcie nie powstaje gluten i nie wytwarza się siatka glutenowa. Aby umożliwić wiązanie wody przez skrobię i białka, należy śluzy rozłożyć. Rozkład śluzów następuje pod wpływem kwasu mlekowego, który powstaje podczas fermentacji mlekowej. Mąka żytnia zawiera więcej otrąb i błonnika, co oznacza, że wchłania więcej wody niż mąka pszenna. Taka sama ilość wody dodana do takiej samej ilości mąki pszennej daje ciasto rzadsze niż byłoby w przypadku tej samej ilości mąki żytniej. Ważną rolę w cieście żytnim odgrywa skrobia, która pod wpływem wody pęcznieje i na skutek wzrostu temperatury kleikuje. Odbywa się to szybciej niż pęcznienie białek glutenowych. Ponieważ białka glutenowe nie wchłaniają dostatecznej ilości wody, powstające ciasto nie ma struktury włóknistej, tylko drobnoziarnistą. Przy rozrywaniu ciasto nie stawia oporu i dlatego nazywa się je „ciastem krótkim”.

W początkowej fazie mieszania cząstki spęczniałej mąki łatwo się zlepiają w większe zespoły. W efekcie szybko powstaje ciasto, ale jego rozwój jest krótszy i wcześniej uzyskuje punkt stałości. Ujednoczenie struktury ciasta żytniego następuje szybciej niż ujednoczenie struktury ciasta pszennego. Nie musi ono długo leżakować. Ciasta z mąki żytniej należy mieszać wolniej niż z mąki pszennej, ponieważ stosunkowo szybko następuje rozmiękczenie, dodatkowo przyspieszane przez dużą aktywność amylaz, których zawartość w mące żytniej jest wysoka.

Ciast żytnich nie spulchniamy za pomocą drożdży, ponieważ pieczywo w ten sposób otrzymane jest niesmaczne, ciężkostrawne, lepkie i sprawia wrażenie niedopieczonego. Jest to efekt występowania śluzów. Dopiero ukwaszenie ciasta żytniego spowoduje rozkład śluzów i da pieczywo smaczne i przyswajalne.



Ryc. 4.6. Tworzenie się ciasta żytniego



Ryc. 4.7. Ciasto żytnie z mąki razowej

## WARTO WIEDZIEĆ

Etapy tworzenia się ciasta żytniego:

- zlepienie cząstek mąki w grudki;
- pochłanianie wody przez śluzy;
- tworzenie się lepkich roztworów białek;
- wytwarzanie lepkich otoczek wokół skrobi;
- zlepienie ziarenek skrobi i tworzenie się struktury ciasta.

## 4.5. Fermentacja

### 4.5.1. Fermentacja alkoholowa

Fermentacja jest to proces biochemiczny polegający na rozkładzie cukrów prostych znajdujących się w fermentującym środowisku, np. w cieście pszennym.

Fermentacja zachodzi pod wpływem enzymów wytwarzanych przez drobnoustroje.

**Najważniejsze w piekarstwie fermentacje to alkoholowa i mlekowa.**

Do najważniejszych drobnoustrojów wywołujących fermentację w piekarstwie zaliczamy **drożdże i bakterie mlekowe**.

### Drożdże

Są to organizmy żywe, jednokomórkowe, o kształcie owalnym (ryc. 4.8). W warunkach dla nich korzystnych rozmnażają się przez pączkowanie. W piekarstwie wykorzystuje się drożdże piekarskie (prasowane).

Drożdże piekarskie **najlepiej rozmnażają się w temperaturze 26–32°C**. Do szybkiego rozmnażania potrzebują **dużo tlenu, wody i pożywienia**. Podstawowym pokarmem dla drożdży są cukry. Przy ograniczonym dostępie tlenu w cieście rozkładają cukry na dwutlenek węgla i alkohol etylowy.

## WARTO WIEDZIEĆ

**Proces rozpadu cukrów prostych pod wpływem drożdży nazywamy fermentacją alkoholową.**



glukoza  $\xrightarrow{\text{zymaza}}$  alkohol etylowy + dwutlenek węgla + E

E – energia cieplna, powoduje podwyższenie temperatury fermentującego podłoża, np. temperatura ciasta podczas fermentacji podnosi się o 2–4°C,

zymaza – enzym, który umożliwia fermentację alkoholową

Dwutlenek węgla i alkohol etylowy spulchniają rozczyń i ciasto, dzięki czemu pieczywo ma dużą objętość i elastyczny, porowaty miękisz oraz lepszy smak i zapach.

Wykorzystanie fermentacji alkoholowej:

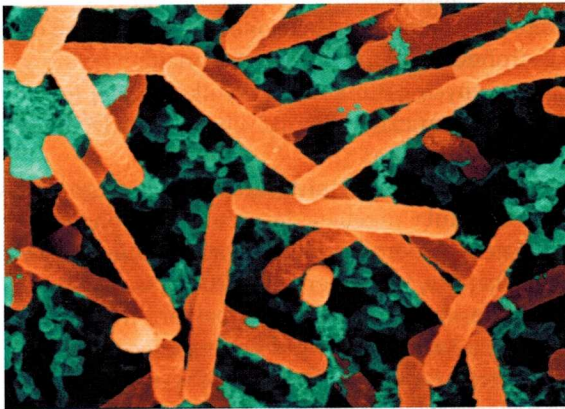
- w piekarstwie – do spulchniania ciast, głównie pszennych;
- w winiarstwie – do produkcji wina;
- w gorzelnictwie – do produkcji spirytusu;
- w browarnictwie – do produkcji piwa.

### Czynniki wpływające na właściwy przebieg fermentacji alkoholowej

- Dostęp tlenu zapewniony przez następujące czynności technologiczne: napowietrzenie mąki podczas przesiewania, mieszanie ciasta, podczas którego następuje wciąganie powietrza, przebijanie ciasta podczas rozrostu, które uwalnia nadmiar nagromadzonego dwutlenku węgla.
- Utrzymanie właściwej temperatury: optymalna temperatura sprzyjająca rozmnażaniu się drożdży i fermentacji alkoholowej waha się od 25 do 35°C, zależnie od fazy produkcji oraz gęstości ciasta (im gęstsze ciasto, tym temperatura powinna być wyższa).
- Właściwe stężenie soli: dodatek soli w gramach, 1–2% w stosunku do ilości mąki.
- Odpowiednia kwasowość środowiska: optymalne dla prawidłowego rozwoju drożdży jest podłoże o odczynie lekko kwaśnym (pH 4–5).
- Dodatek cukru przyspiesza proces fermentacji; wydziela się więcej dwutlenku węgla, co wpływa korzystnie na wzrost objętości ciasta i na wygląd zewnętrzny gotowego wyrobu (duża objętość bochenka, rumiana skórka).
- Odpowiednie proporcje między ilością dodawanych do ciasta drożdży i znajdujących się w cieście cukrów; ze wzrostem ilości drożdży zwiększa się intensywność fermentacji w pierwszych godzinach jej trwania. Potem tempo fermentacji spada, ponieważ następuje zmniejszenie się ilości cukrów w mące.

### 4.5.2. Fermentacja mlekowa

Bakterie mlekowe (bakterie kwasu mlekowego, fermentacji mlekowej) – ryc. 4.8.

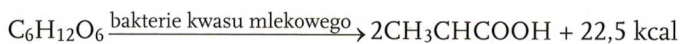


Ryc. 4.8. Bakterie kwasu mlekowego w powiększeniu pod mikroskopem elektronowym

Są to mikroorganizmy o kształcie owalnym (*Lactobacillus*) lub kulistym (*Streptococcus*). Wywołują **fermentację mlekową**, która ma zastosowanie głównie przy produkcji pieczywa żytniego.

Bakterie mlekowe można podzielić na dwie grupy. Do pierwszej zaliczymy bakterie, które podczas fermentacji wytwarzają tylko kwas mlekowy. Do drugiej należą bakterie produkujące oprócz kwasu mlekowego również inne kwasy (octowy, propionowy) i dwutlenek węgla. Oprócz bakterii mlekowych w cieście żytnim pojawiają się drożdże kwasowe, które wytwarzają niewielkie ilości alkoholu etylowego i duże ilości dwutlenku węgla.

Dwutlenek węgla i alkohol etylowy spulchniają ciasto żytnie. Kwas mlekowy zakwasza ciasto, nadając mu przyjemny smak i zapach, oraz rozkłada śluzę, dzięki czemu mięksisz ciasta żytniego przestaje być lepki.



glukoza  $\xrightarrow{\text{bakterie kwasu mlekowego}}$  kwas mlekowy + E

E – energia cieplna, która podnosi temperaturę ciasta podczas fermentacji.

### Zastosowanie bakterii mlekowych w przemyśle spożywczym:

- w przemyśle mleczarskim – produkcja napojów mlecznych fermentowanych, ukwaszanie mleka, śmietanki, dojrzewanie serów;
- w przemyśle warzywnym – kiszenie ogórków i kapusty;
- w przemyśle mięsnym – produkcja wędlin surowych, np. metki, salami;
- w przemyśle piekarskim – wchodzi w skład zakwasów chlebowych, używanych przy produkcji pieczywa żytniego.

### Czynniki wpływające na przebieg fermentacji mlekowej

- Temperatura – optymalna temperatura podłoża wynosi 24–30°C w zależności od fazy fermentacyjnej; niektóre bakterie mlekowe dobrze się rozmnażają w temperaturze do 42°C.
- Odczyn środowiska – kwaśny, optymalne pH wynosi 5,4–5,8.
- Konsystencja fazy – sztywna.

Wraz z drobnoustrojami korzystnymi dla produkcji piekarskiej mogą rozwijać się mikroorganizmy szkodliwe dla fermentacji. Wywołują one „dzikie” fermentacje, w wyniku których, obok zasadniczego, powstaje wiele produktów ubocznych. Fermentację właściwą wywołują drobnoustroje szlachetne, wyselekcjonowane specjalnie do tych celów. Fermentację dziką powodują drobnoustroje przypadkowo znajdujące się w danym środowisku i stanowiące zbiór kilku różnych gatunków. W wyniku dzikiej fermentacji powstaje mieszanina różnych związków chemicznych psujących produkt. Do niepożądanych fermentacji zaliczymy m.in. octową i masłową.

Fermentacja octowa polega na utlenianiu alkoholu etylowego do kwasu octowego. Jest szkodliwa dla drożdży, utrudnia przebieg fermentacji alkoholowej, powoduje wadliwe spulchnianie ciasta. Nadaje wyrobom cierpki i nieprzyjemnie kwaśny smak. Bakterie kwasu octowego dobrze rozwijają się w temperaturze 20–30°C.

W trakcie fermentacji masłowej pod wpływem bakterii masłowych dochodzi do beztlenowego rozkładu cukrów na kwas masłowy, dwutlenek węgla i inne związki. Optymalna temperatura rozwoju bakterii fermentacji masłowej wynosi 35–40°C. Bakterie rozwijają się w cieście za długo pozostającym w dieży bez przerabiania. Kwas masłowy nadaje wyrobom smak lekko gorzki, ze słodkawą nutą i wydziela ostry, mocny i trudny do zniesienia zapach przypominający woń potu.

Jeśli niezachowana jest czystość produkcji, na sprzętach, w surowcach i wyrobach mogą rozwinąć się pleśnie. Pleśnie potrzebują wilgotnego podłoża, dość wysokiej temperatury i małej cyrkulacji powietrza. W piekarni łatwo o dobre warunki dla ich rozwoju. Mąka, surowce, resztki ciasta są dla nich doskonałym podłożem. Pleśnie nadają wyrobom stęchły zapach i wytwarzają niebezpieczne dla zdrowia mikotoksyny.

Zakończenie procesu fermentacji podmłody, zakwasów i ciasta poznaje się po tym, że po najwyższym wyrośnięciu faza nieznacznie opada, a na powierzchni warstwy mąki pojawiają się liczne pęknięcia.

Przestrzeżenie parametrów produkcji (temperatury i czasu fermentacji, odpowiedniej konsystencji), czystości produkcji i higieny osobistej pozwala na wyeliminowanie potencjalnych źródeł zakażenia obcą mikroflorą. Pracownicy z widocznymi objawami chorób

skóry lub infekcjami dróg oddechowych nie powinni mieć kontaktu z żywnością. Osoby, o których wiadomo (lub które są o to podejrzane), że są chore albo że są nosicielami jakiejś choroby, nie powinny być dopuszczone do pracy. Każda osoba z objawami chorobowymi powinna natychmiast zgłosić stan chorobowy lub objawy choroby przełożonemu. Osoby mające styczność z żywnością powinny utrzymywać wysoki poziom higieny osobistej i tam, gdzie to wymagane, nosić odpowiednie ubranie ochronne, nakrycia głowy i obuwie.