

3.2.1. Przemiany zachodzące w cieście podczas wypieku

Wypiek pieczywa to końcowy etap obróbki kęsów, polegający na przekształceniu surowego ciasta w smaczne, lekkostrawne pieczywo. Podczas wypieku ciasta zachodzą w nim liczne procesy fizykochemiczne, dzięki którym surowe ciasto przemienia się w pachnące, apetyczne wyroby. Wszystkie procesy zachodzące w cieście w komorze wypiekowej są ze sobą ściśle powiązane. Dokonanie umownego podziału tych procesów może znacznie ułatwić zrozumienie tego, jak bardzo złożonym produktem jest ciasto, i jaki wpływ na jakość pieczywa ma przestrzeganie zasad i parametrów wypieku. Procesy fizykochemiczne w cieście zachodzą w przedziale temperatur od ok. 30°C (w rozrostowni) do ok. 250°C (w komorze wypiekowej pieca). W tym zakresie temperatur zewnętrznych w kęsie ciasta następuje:

- wytworzenie składników pokarmowych łatwo przyswajalnych przez organizm człowieka,
- powstawanie i zatrzymanie składników smakowo-zapachowych,
- utwalenie masy ciasta i przejście w porowatą strukturę miękiszu,
- utwalenie kształtu odpornego na działania zewnętrzne,
- wytworzenie trwałej, aromatycznej, wybarwionej skórki.

Właściwe tempo oraz optymalny zakres przemian zależą od zachowania odpowiednich parametrów wypieku. Wypiek rozmaitych gatunków pieczywa wymaga różnych temperatur i odmiennego czasu trwania. Średnio przyjmuje się temperaturę 210–270°C oraz czas – zależnie od wielkości i rodzaju ciasta – od 10 min do 1 godz., z wykluczeniem pieczywa specjalnego, którego wypiek może trwać nawet kilkanaście godzin.

Aby dokładnie ustalić parametry wypieku, należy rozumieć i przeanalizować podstawowe przemiany przebiegające w kęsach od momentu wsadzenia ich do pieca aż do wyjęcia z niego. Najważniejsze z nich to:

- zjawiska termiczne,
- przemiany koloidalno-chemiczne,
- przemiany biochemiczne.

Zjawiska termiczne procesu wypieku są związane z przenikaniem ciepła z wnętrza komory wypiekowej do wnętrza kęsa ciasta. Podczas zetknięcia się kęsa ciasta z atmosferą powietrza w komorze wypiekowej następuje szybka wymiana ciepła. Tempo pobierania ciepła przez kęs ciasta zależy od dwóch głównych czynników związanych z komorą wypiekową:

- temperatury komory wypiekowej – im wyższa temperatura, tym szybciej następuje nagrzewanie powierzchniowych warstw kęsa;
- wilgotności komory wypiekowej – zaparowanie komory przyspiesza nagrzewanie kęsa.

Tempo pobierania ciepła przez kęs ciasta zależy także od czynników związanych z jego cechami. Są to:

- wilgotność kęsa – szybciej nagrzewa się ciasto wilgotniejsze,
- kształt i objętość, czyli uformowanie powierzchni oraz szerokość przekroju poprzecznego – szybciej piecze się chleb wydłużony i płaski, dłużej okrągły i wyższy,
- sposób formowania – chleb w formie nagrzewa się szybciej, chleb bez formy, tzw. trzonowy, nagrzewa się wolniej,
- masa kęsa – im większa masa kęsa, tym wypiek dłuższy,
- stopień spulchnienia kęsa – im większa porowatość (ciasto pulchniejsze), tym szybciej następuje nagrzewanie,
- grubość wytworzonej skórki – im grubsza skórka, tym wolniej się nagrzewa kęs.

Sposoby wypiekania pieczywa:

- w formach – chleb formowy,
- na trzonie wypiekowym (tle) pieca – chleb trzonowy,
- w dużych formach – tzw. stykany, czyli łączony (np. 12 bochenków w jednej formie).

Jeżeli chleby stykają się w formie, ich boki smaruje się olejem, tak aby po zakończonym wypieku można je było łatwo rozdzielić. Na stykach nie tworzy się więc charakterystyczna dla normalnego pieczywa skórka. Pieczywo pszenne i mieszane można wypiekać każdym z wymienionych sposobów. Natomiast pieczywo żytnie najczęściej jest wypiekane w formach, niekiedy na trzonie, ale wówczas bochenek ma płaski kształt i szeroką podstawę.

WARTO WIEDZIEĆ

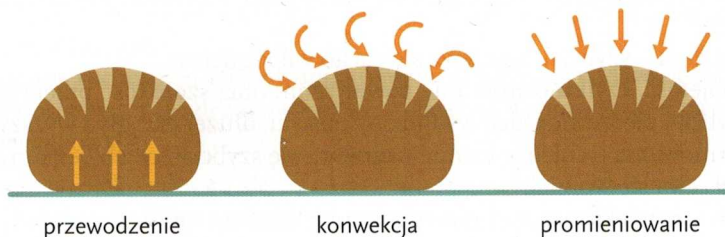
Bochenki chlebów wypiekanych w odmienny sposób mają różny procentowy udział skórki i miękkiszu w stosunku do masy chleba³²

Rodzaj wypieku	trzonowy	łączony	formowy
Wysztalcenie skórki	dobre na całej powierzchni	dobre na górnej, a słabe na dolnej powierzchni, brak po bokach	dobre na górnej powierzchni, słabe na dolnej i po bokach
Udział skórki	~ 24%	~ 19%	~ 23%

Praktycznie wiadomo, że czas wypieku jest tym krótszy, im większa powierzchnia kęsa styka się z atmosferą komory wypiekowej. Dlatego szybciej wypiekają się formy zaokrąglone, kuliste. Sposób przenikania ciepła do kęsa ciasta zależy od rodzaju emisji ciepła w konkretnym modelu pieca.

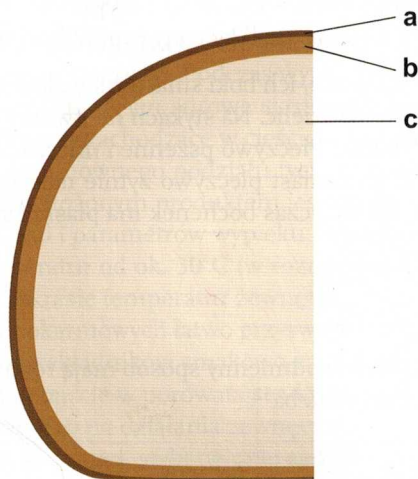
Piece piekarskie przekazują ciepło kęsom ciasta w różny sposób w zależności od konstrukcji i zasady działania – przez konwekcję³³, przewodzenie lub promieniowanie (ryc. 3.10).

Podczas tradycyjnego wypieku zdecydowana większość ciepła (ok. 80%) jest przekazywana kęsom przez promieniowanie od rozgrzanych powierzchni i parowo-powietrznej mieszaniny w komorze wypiekowej.



Ryc. 3.10. Sposoby przekazywania ciepła do wypiekanego kęsa ciasta³⁴

Ciasto wprowadzone do komory wypiekowej ogrzewa się, poczynając od warstw zewnętrznych kęsa, skąd dalej ciepło przenika do środka. Kęs ciasta można w tym momencie podzielić na trzy strefy (ryc. 3.11): zewnętrzną, pośrednią oraz wewnętrzną.

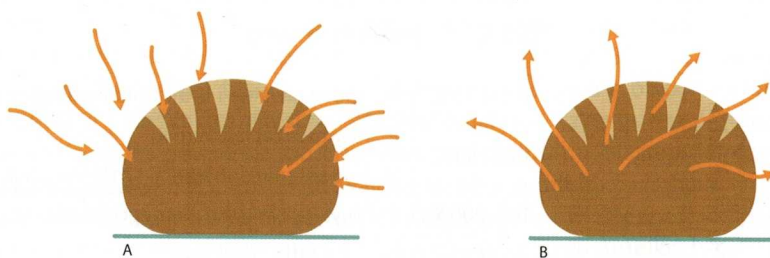


Ryc. 3.11. Strefy wypiekowe w kęsie ciasta: zewnętrzna (a), pośrednia (b), wewnętrzna (c)

Strefa zewnętrzna to powierzchnia kęsa, czyli ciała stałego, która styka się z atmosferą komory wypiekowej, czyli fazą gazową. W tej strefie kęsa odbywa się pobieranie pary wodnej z atmosfery i kierowanie jej do wnętrza kęsa. Jednocześnie z pobieraniem pary wodnej trwa proces powstawania i utrwalania skórki kęsa – to strefa pośrednia. Aby proces powstawania skórki powierzchniowej oraz skórki w fazie pośredniej (podpowierzchniowej) przebiegał we właściwym tempie, bez wysychania i pękania, niezbędne jest zaparowanie

³³ Konwekcja – zjawisko przekazywania ciepła.

komory wypiekowej pieca. Jest to czas chłonięcia pary wodnej przez kęs ciasta. Przez kilka pierwszych minut tego procesu następuje intensywny wzrost objętości kęsa. Chłonięcie wody do wnętrza (ryc. 3.11a) przebiega tak długo, jak długo występuje zjawisko kondensacji pary wodnej w strefie powierzchniowej, czyli dopóki jest zachowana odpowiednia wilgotność i różnica temperatur między gorącą komorą a chłodniejszym kęsem ciasta. W tej fazie wypieku masa ciasta zwiększa się do 2%³⁵. Wilgotność względna komory wypiekowej w pierwszej fazie wypieku wpływa w znacznym stopniu na wygląd pieczywa. Wypiek w słabo zaparowanej komorze powoduje, że chleb ma małą objętość, zbity miękisz oraz popękaną i matową skórkę. Nadmierna ilość pary podczas pierwszej fazy wypieku może spowodować, że skórka będzie popękana, a kształt bochenków chleba – płaski. Dlatego przyjmuje się, że dla chleba maksymalna wilgotność w komorze wynosi 70–80%. W chwili wstrzymania procesu zaparowywania strefa powierzchniowa kęsa ciasta zostaje intensywnie nagrzana, ustaje kondensacja pary wodnej i przenikanie jej do wnętrza kęsa, a rozpoczyna się zjawisko odwrotne, czyli wydalenie pary wodnej z kęsa na zewnątrz (ryc. 3.11b).



Ryc. 3.11. Migracja pary wodnej w kęsie ciasta podczas wypieku: I faza wypieku (a), II faza wypieku (b)

Cały proces wypieku dzieli się na dwie fazy: pierwszą nazywaną zwyczajowo **zapiękaniem** oraz drugą zwaną **dopiękaniem**.

Tabela 3.1. Analiza procesów zachodzących w kęsie ciasta podczas wypieku

I faza – zapiękanie	II faza – dopiękanie
<ol style="list-style-type: none"> 1. Przenikanie pary wodnej do wnętrza kęsa. Wilgotność kęsa się zwiększa. 2. Wzrost objętości kęsa (w wyniku fermentacji). 3. Powstawanie skórki. 4. Usztywnienie wewnętrznej części kęsa, powstawanie delikatnego miękiszu. 5. Początek powstawania substancji smakowo-zapachowych oraz barwienia skórki. 6. Temperatura wewnątrz kęsa wynosi 30–70°C. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ulatnianie się pary wodnej oraz innych substancji lotnych z wnętrza kęsa. Wilgotność kęsa się zmniejsza. 2. Utrwalanie gąbczastej struktury pieczywa, przejście w trwałą miękisz. 3. Utrwalanie kształtu. 4. Intensywne powstawanie substancji smakowo-zapachowych oraz końcowe barwienie skórki. 5. Temperatura wewnątrz kęsa wynosi 70–97°C.

Analizę procesów zachodzących wewnątrz ciasta oraz na jego powierzchni w obu fazach wypieku przedstawiono w tab. 3.1, a w powiązaniu ze wzrostem temperatury na ryc. 3.12.

przemiany wewnątrz
kęsa ciasta podczas
wytwarzania miękkiszu

35–50°C	☞	wzmoczona działalność drożdży, intensywne fermentacja
	☞	wzmocnione działanie enzymów
50–60°C	☞	zamieranie drożdży i bakterii
55–60°C	☞	początek kleikowania skrobi
65°C	☞	początek rozkładu enzymów
55–70°C	☞	denaturacja białka
	☞	działanie α -amylazy
78°C	☞	ulatywanie alkoholu
80°C	☞	obumieranie zarodników pleśni
80–90°C	☞	całkowite zakończenie działalności enzymów
	☞	zakończenie procesu kleikowania skrobi

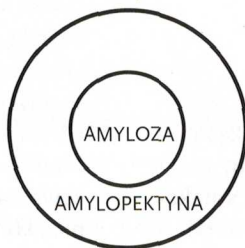
100°C ☞ parowanie wody

przemiany
na powierzchni
kęsa ciasta

100–130°C	☞	powstawanie i brunatnienie dekstryn
	☞	karmelizacja cukrów
130–150°C	☞	powstanie substancji smakowo-zapachowych
160–200°C	☞	wytwarzanie brunatnego barwienia
200°C	☞	początki zwęglania

Ryc. 3.12. Przemiany w cieście pod wpływem temperatury

Przemiany koloidalno-chemiczne dotyczą zmian skrobi i białek ciasta, a **przemiany biochemiczne** – obecnych w cieście drobnoustrojów. Zależność tych dwóch grup przemian polega na tym, że drobnoustroje, głównie drożdże i bakterie kwasowe, współdziałają z produktami hydrolizy (uwodnienia i rozpadu) skrobi i białek, te zaś ulegają rozpadowi pod wpływem enzymów. Ciasto w trakcie wypieku jest więc miejscem kompleksowych, wzajemnie powiązanych przemian.



Ryc. 3.13. Schemat budowy ziarna skrobi

Skrobia (ryc. 3.13) intensywnie pęcznieje w temperaturze 40–60°C, a następnie kleikuje, czyli daje roztwór koloidalny w postaci kleiku. Woda, która przenika do ziarenek skrobi, narusza ich strukturę i wewnętrzna część ziarenka skrobi (amyloza) zostaje rozpuszczona. Może wydostać się na zewnątrz, jeśli otoczka ziarenka skrobi (amylopektyna) jest uszkodzona mechanicznie podczas przemiału lub enzymatycznie, np. podczas porostu ziarna

w kłosie. Proces przenikania amylozy sprzyja intensywności fermentacji, dlatego ciasto wykonane z mąki zawierającej dużo uszkodzonych ziaren skrobi fermentuje intensywniej. Jeśli natomiast stopień uszkodzenia ziaren skrobi jest niewielki, fermentacja zachodzi bardzo powoli. Do takiej mąki należy dodać składnika enzymatycznego, który przyczyni się do wymuszonego, enzymatycznego rozbicia otoczki amylopektynowej ziarenka skrobi, aby uwolnić uwodnioną amylazę niezbędną do fermentacji kęsa w pierwszej fazie wypieku. Te procesy zachodzą po wpływie uwodnienia ziarenek skrobi oraz działania na skrobię enzymów amylolitycznych obecnych w cieście. Aktywność enzymów jest największa w przedziale temperatur od 45 do 80°C, następnie zachodzi ich rozpad (inaktywacja), co prowadzi do zakończenia fermentacji ciasta. Im szybciej osiągnięta zostanie wyższa temperatura w kęsie, tym szybciej nastąpi inaktywacja enzymów. Można to wykorzystać, gdy ciasto ma znaczną rozpyłalność. Można wypiekać je w podwyższonej temperaturze, aby szybciej zakończyć rozpad skrobi oraz fermentację w cieście.

Białka ciasta są również poddawane działaniu enzymów (proteolitycznych), które powodują ich rozpad, co osłabia struktury białkowe ciasta. Enzymy te ulegają inaktywacji w temperaturze 60–70°C. Wyższa temperatura wypieku powoduje skrócenie czasu działania tych enzymów na białka ciasta. Ponadto w temperaturze 60–70°C następuje nieodwracalny proces denaturacji białka. Wówczas woda uwolniona z białka zostaje związana przez pęczniącą i kleikującą skrobię. Podczas dalszego wzrostu temperatury do około 75°C denaturacja białka powoduje zmianę właściwości glutenu. Następuje przekształcenie struktury lepkosprężystej glutenu w utrwaloną strukturę mięksiszu chleba.

Sterowanie temperaturą wypieku ma więc duży wpływ – w zależności od jakości ciasta – na wzrost objętości kęsa, wytworzenie mięksiszu oraz utrzymanie kształtu wypiekanego wyrobu. Należy wspomnieć, że jest grupa drobnoustrojów, które mogą przetrwać nawet w temperaturze dochodzącej do 100°C, jaką osiąga w trakcie wypieku centralny punkt mięksiszu pieczywa. Tak więc po wypieku pozostają niezniszczone formy przetrwalnikowe wewnątrz mięksiszu, które oczekują na pojawienie się dogodnych warunków do rozwoju. Są to między innymi bakterie pałeczki ziemniaczanej, które podczas składowania źle wystudzonego pieczywa powodują psucie się mięksiszu – tzw. chorobę ziemniaczaną – w pieczywie pszennym lub mieszanym wadliwie zakwaszonym.

Do przemian biochemicznych zachodzących wewnątrz kęsa dochodzi jeszcze przemiana na zewnątrz kęsa, czyli w skórce. W wyniku przemian skrobi i białek znajdujących się w skórce powstaje warstwa ciemno zabarwiona przez melanoidy³⁶. Przemiany te mają wpływ także na walory aromatyczno-smakowe skórki, która jest najsmaczniejsza, gdy ma zabarwienie złociste do delikatnie brunatnego. Dalsze ciemnienie skórki pogarsza nie tylko jej wygląd, ale też smak. Z kolei niedostatecznie wybarwiona, biała skórka oznacza niedobór składników odpowiedzialnych za smak i zapach pieczywa. Od wielu lat trwają badania nad zapachem chleba. Dzięki postępom w chemii analitycznej udało się ustalić, że za zapach pieczywa odpowiada około 300 składników należących do różnych grup organicznych związków chemicznych. Wiele z tych substancji powstaje w fermentującym cieście pod wpływem enzymów mąki, drożdży oraz bakterii fermentacji mlekowej. Podczas wypieku związki te powstają nadal na początku I fazy wypieku, a w dalszej fazie wypiekania dodatkowo pojawiają się melanoidy i inne tzw. substancje nielotne. Między pieczywem pszennym a żytnim występują zasadnicze różnice pod względem aromatu. Natężenie aromatu w chlebie jasnym pszennym jest wyraźnie słabsze w porównaniu z chlebem żytnym

³⁶ Melanoidy – substancje powstające w reakcji Maillarda (tzw. brązowienia nieenzymatycznego). Aminokwasy w obecności wody reagują z cukrami redukującymi, dając przy tym produkty o zabarwieniu od brązowego do czarnego. Reakcja przebiega tym szybciej, im wyższa jest temperatura.

(ryc. 3.14). Na intensywność aromatu wpływa cały proces technologii produkcji, w tym wypiek. Im dłużej trwa cały proces, tym nagromadzenie substancji aromatycznych jest intensywniejsze.



Ryc. 3.14. Natężenie aromatu różnych gatunków pieczywa – od najbardziej intensywnego do najslabszego

W czasie wypieku zachodzą nie tylko przemiany korzystne, lecz także niekorzystne – są to głównie straty witamin, a zwłaszcza witaminy B₁. Wielkość tych strat jest różna w poszczególnych rodzajach pieczywa (od 10 nawet do 75%), przykładowo³⁷:

- jasny chleb pszenny 10–20%,
- bułki 20–30%,
- chleb razowy 30%,
- chleb chrupki 10–15%,
- suchary 40–50%,
- pumpernikiel 75%.

Jak widać, straty witaminy B₁ są tym wyższe, im dłużej trwa wypiek pieczywa, im wyższa jest temperatura wypieku oraz wyższa kwasowość ciasta.

Straty witaminy B₂³⁸ w chlebie:

- z mąki razowej żytniej 12%,
- z mąki razowej pszennej 22%,
- z jasnej mąki pszennej 36%,
- z ciemnej mąki pszennej 31%.

Straty witaminy E w:

- miękiszu pszennego chleba jasnego 5%,
- chlebach mieszanych i razowych 5–15%,
- pumperniku 20–30%,
- chlebie chrupkim 40–50%.

Wszystkie opisane przemiany zachodzące w cieście podczas wypieku, ich intensywność i prawidłowość zależą od parametrów tego procesu.

Z kolei na dobór odpowiednich temperatur oraz czas wypieku mają wpływ przede wszystkim:

- masa i kształt kęsów,
- sposób wypieku (na trzonie czy w formach),
- gęstość rozmieszczenia kęsów na trzonie,
- właściwości fizykochemiczne ciasta.

Zakończenie procesu wypieku

Niezależnie od wybranych parametrów produkcji bardzo ważna jest umiejętność właściwego ocenienia momentu zakończenia wypieku, czyli **określenie stopnia wypieczenia**. Poprawne wskazanie tego momentu decyduje o jakości miększu oraz właściwościach smakowych i estetycznych skórki pieczywa. Nadmierne przedłużanie czasu wypieku jest niewskazane zarówno pod względem jakościowym, jak i ekonomicznym. Powszechnie stosuje się kilka metod ustalenia właściwego momentu zakończenia wypieku. Są to:

- opukiwanie dłonią dolnej skórki – powinna wydawać dźwięczny odgłos;
- nakłuwanie szpilką chleba – po wyciągnięciu szpilka powinna być sucha;
- pomiar temperatury (ryc. 3.15) w środku miększu – powinna wynosić 95–97°C;



Ryc. 3.15. Termometr szpilkowy

- ważenie pieczywa i określenie wielkości upieku, czyli ubytku wypiekowego, jeżeli został on wcześniej ustalony metodą wypieku próbnego w tym piecu i dla tego rodzaju pieczywa;
- przełamanie bochenka i sprawdzanie sprężystości i lepkości miększu przez naciskanie palcem – miększ nie powinien się przylepiać do palca i musi wyraźnie sprężynować;
- ważenie gorącego chleba, którego masa została ustalona jako właściwa dla dobrze wypieczonego wyrobu.

Kończącą operacją wypieku nie jest moment wyjęcia pieczywa z pieca, lecz jego schłodzenie. Tylko prawidłowo schłodzone pieczywo (możliwie jak najszybciej) jest dobrze trawione, nie ulega deformacjom podczas pakowania i transportu oraz nie jest zagrożone wystąpieniem choroby ziemniaczanej w okresie letnim.

Właściwie przeprowadzonym i w odpowiednim momencie zakończonym wypiekiem można skorygować wiele błędów popełnionych w trakcie sporządzania ciasta i w rezultacie otrzymać dobre jakościowo pieczywo. Jednak nieumiejętne przeprowadzenie wypieku może całkowicie zepsuć poprawnie sporządzone ciasto.

Kolejnym ważnym elementem dobrze zorganizowanego wypieku jest właściwie ustalona masa kęsa ciasta, która przed wypiekiem jest wyższa, a po zakończonym wypieku – niższa. W trakcie wypieku następuje częściowy rozkład skrobi i białek, ułatwienie substancji powstających w procesach fermentacyjnych (etanol, dwutlenek węgla, kwasy lotne, aldehydy) oraz parowanie nadmiaru wody z utrwalanego miększu. Wszystkie te procesy ułatwienia zachodzą przez powierzchnię odkrytą kęsa ciasta/wyrobu, dlatego kęsy wypiekane w formach odparowują mniej. Skład i ilość ułatwiających się substancji zależy od rodzaju i konsystencji ciasta, sposobu prowadzenia fermentacji oraz metody wypieku. Suma substancji lotnych pomniejszających masę kęsa to **ubytek wypiekowy**. Ubytek wypiekowy określa się dla każdego wyrobu oraz każdego typu pieca i uwzględnia podczas ustalaniu masy kęsa, gdy dzieli się ciasto.

Ubytek wypiekowy oblicza się z następującego wzoru:

$$U = \frac{(M_k - M_{ch}) \cdot 100}{M_k} [\%],$$

gdzie: M_k – masa kęsa ciasta [kg], M_{ch} – masa gorącego pieczywa [kg].

Masa kęsa ciasta wynosi 0,68 kg, a masa gorącego chleba 0,62 kg. Oblicz ubytek wypiekowy dla tego pieczywa.

Rozwiązanie:

1. Do wzoru na ubytek wypiekowy
$$U = \frac{(M_k - M_{ch}) \cdot 100}{M_k} [\%]$$

wstawiamy wartości $M_k = 0,68 \text{ kg}$
 $M_{ch} = 0,62 \text{ kg}$

2. Po podstawieniu do wzoru otrzymamy:

$$U = \frac{(0,68 \text{ kg} - 0,62 \text{ kg}) \cdot 100}{0,68 \text{ kg}} = 8,8\%.$$

Ubytek wypiekowy danego rodzaju chleba wynosi 8,8%.

Ubytek wypiekowy może się wahać od kilku do kilkunastu procent masy kęsa. Każdy rodzaj pieczywa ma tę wartość optymalną dla wyrobu dobrze wypieczonego. Jeśli pieczywo jest niedopieczone, to ubytek wypiekowy będzie niższy, ale jakość wyrobu gorsza. Z kolei nadmierne wypieczenie powoduje zwiększenie ubytku wypiekowego, przesuszenie pieczywa, szybsze czerstwienie.

Wielkość ubytku określa różnica między masą zimnego wsadu ciasta do pieca a masą gorącego pieczywa wyjętego z pieca. Różnica ta powstaje w wyniku:

- odparowania wody z surowego ciasta podczas dopiekania,
- ulatniania się w procesie wypieku licznych substancji lotnych powstających w procesach fermentacji ciasta, takich jak:
 - CO₂,
 - alkohol etylowy,
 - kwasy lotne,
 - inne produkty przemian biochemicznych zachodzących podczas wypieku ciasta.

Ubytek wypiekowy stanowi największą stratę technologiczną masy ciasta w stosunku do masy gotowego pieczywa. Na wielkość ubytku wypiekowego mają wpływ:

- skład surowcowy ciasta – np. dodatek tłuszczu zmniejsza ubytek;
- masa kęsa ciasta – im mniejsza masa kęsa, tym większy ubytek;
- wielkość powierzchni odkrytej ciasta podczas wypieku – pieczywo wypiekane w formie ma mniejszy ubytek niż wypiekane na trzonie pieca;
- parametry wypieku pieczywa:
 - zwiększenie wilgotności względnej w komorze wypiekowej w I fazie wypieku zmniejsza ubytek wypiekowy,
 - obniżenie temperatury wypieku w II fazie do poziomu nieznacznie przekraczającego temperaturę na powierzchni skórki pieczywa sprzyja zmniejszeniu ubytku wypiekowego.

Dobrze prowadzony proces wypieku oraz umiejętność oceny stopnia wypieczenia, a tym samym określenia momentu zakończenia wypieku, są gwarancją dobrej jakości pieczywa oraz ograniczenia straty wypiekowej (upieku) do niezbędnego minimum.

1. Ustal doświadczalnie wielkość ubytku wypiekowego dla wybranego asortymentu pieczywa.

Aby wykonać ćwiczenie, należy:

- a) zważyć kęs ciasta i zapisać wynik ważenia,
- b) przygotować kęs ciasta do wypieku,
- c) przeprowadzić wypiek ciasta,
- d) zważyć gorące pieczywo po wypieku i zapisać wynik ważenia,
- e) obliczyć wielkość ubytku wypiekowego,
- f) zapisać wynik w zeszytach.



POLECENIA

1. Wymień czynności, które wykonuje się w celu przygotowania kęsów ciasta do wypieku.
2. Opisz przemiany zachodzące w kęsach ciasta podczas wypieku.
3. Powiedz, które z przemian zachodzą tylko na skórce, a które w miększysu pieczywa.
4. Wyjaśnij, dlaczego masa pieczywa gorącego jest mniejsza od masy kęsa, z którego to pieczywo powstało.
5. Opisz, na czym polega ubytek wypiekowy.
6. Wy tłumacz, jak się oblicza ubytek wypiekowy.
7. Podaj, co wpływa na wielkość ubytku wypiekowego.

3.2.2. Wypiek pieczywa pszennego

Według klasyfikacji pieczywo pszenne podzielono na³⁹:

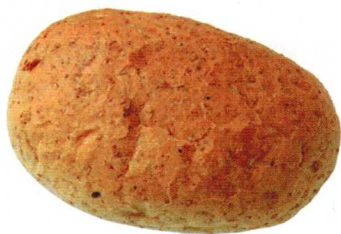
- zwykłe,
- wyborowe,
- półcukiernicze.

Pieczywo pszenne zwykłe i wyborowe wyróżnia się łagodnym smakiem. Produkuje się je z mąki pszennej z zastosowaniem drożdży, z dodatkiem soli, cukru i tłuszczu, mleka oraz innych surowców (lub bez dodatków). W razie potrzeby dodaje się kwas mlekowy lub polepszacze. **Pieczywo półcukiernicze** jest produkowane z mąki pszennej na drożdżach, z dodatkiem cukru, tłuszczu, mleka, jaj, soli i innych przewidzianych w recepturze surowców, bez nadzienia lub z nadzieniem, z ewentualnym zastosowaniem polepszaczy.

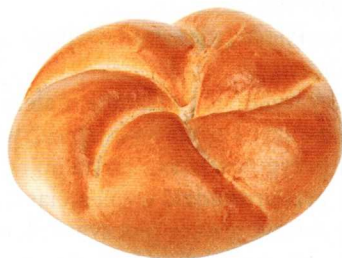
Ilości poszczególnych składników są określone w recepturach. Rodzaje pieczywa pszennego różnią się przede wszystkim ilością użytego cukru i tłuszczu w stosunku do masy mąki. W związku z tym pieczywo dzielimy na⁴⁰:

- **pieczywo pszenne zwykłe** (ryc. 3.16) – produkowane z mąki pszennej, z ewentualnym dodatkiem cukru i tłuszczu wyłącznie do 3% w przeliczeniu na mąkę, np. bułki pszenne poznańskie, paryskie, grahamki, chleb pszenny zwykły;
- **pieczywo pszenne wyborowe** (ryc. 3.17) – wytwarzane z mąki pszennej, z ewentualnym dodatkiem cukru i tłuszczu w ilości 3–15% w przeliczeniu na mąkę, np. chałki (ryc. 3.19), kajzerki, rogalce, bułki wrocławskie, obwarzanki;

³⁹ PN-92/A-74105 Pieczywo pszenne zwykłe i wyborowe.



Ryc. 3.16. Bułka grahamka



Ryc. 3.17. Bułka kajzerka

- **pieczywo pszenne półcukiernicze** – zawierające powyżej 15% cukru i tłuszczu oraz pozostałe dodatki, przy czym surowce inne niż mąka to mniej niż 40% wszystkich składników ciasta; przykłady wyrobów półcukiernicznych – bułki maślane, drożdżówki (ryc. 3.18), chałki zdobne (3.19), struclle tureckie.



Ryc. 3.18. Drożdżówka



Ryc. 3.19. Chałka

Wypiek pieczywa pszennego zwykłego i wyborowego powinien odbywać się w trzech fazach.

I faza przebiega w warunkach intensywnej nawilżenia komory wypiekowej, w temperaturze 250–270°C w ciągu 2–4 min. Wtedy bardzo intensywnie wzrasta objętość kęsa, a na jego powierzchni wytwarza się warstwa kleiku skrobiowego, który ma duże znaczenie w procesie powstawania skórki.

II faza, zapiekanie, powinna przebiegać bez nawilżania komory wypiekowej, w temperaturze do 300°C. Dochodzi do utrwalenia objętości kęsa oraz powstania trwałej, wybarwionej skórki.

III faza, dopiekanie, przebiega w niższej temperaturze, nieprzekraczającej 180°C. W tej fazie następuje zakończenie procesów ulatniania się substancji powstałych podczas fermentacji, w tym nadmiaru pary wodnej, oraz pełne utrwalenie miękkiszu i skórki.

Wypiek ciasta pszenne półcukierniczego odbywa się w dwóch fazach, z pominięciem I fazy – intensywnej zaparowania. Faza II powinna przebiegać w temperaturze 220–240°C, a faza III – w granicach temperatur 200–180°C. Czas trwania każdej fazy oraz dokładna temperatura wypieku wyrobów półcukiernicznych zależy od ilości zastosowanych dodatków, zwłaszcza cukru i tłuszczu, także od masy wyrobów i sposobu ich formowania.

3.2.3. Wypiek pieczywa żytniego

Pieczywo żytnie⁴¹ jest wytwarzane tylko z mąki żytniej jasnej lub ciemnej, z zastosowaniem wielofazowej fermentacji kwasowej. Jeśli dodatek mąki pszennej wynosi 10–15%, pieczywo zalicza się jeszcze do czysto żytniego. Dodatek powyżej 15% powoduje, że klasyfikuje się je już jako pieczywo mieszane, żytnio-pszenne. Do ciasta należy dodać sól, a można też syrop ziemniaczany, ekstrakt słodowy, miód sztuczny, margarynę, tłuszcz piekarski, płatki ziemniaczane lub grys ziemniaczany, a także różnego rodzaju surowce podnoszące wartość odżywczą pieczywa. Pieczywo żytnie, ze względu na swoje specyficzne właściwości (lepkie, maziste, bez sprężystej struktury glutenowej) jest bardzo dobrym nośnikiem takich dodatków, jak: ziarna zbożowe, słonecznika, soi, suszone owoce (np. śliwki, żurawiny, rodzynki, orzechy) lub warzywa (np. cebula, pomidory). Dlatego wypiek najwyższej jakości pieczywa żytniego powinien być zróżnicowany, w zależności od tego, jakie zawiera dodatki, oraz czy jest wypiekane w formach, czy też bezpośrednio na trzonie komory wypiekowej pieca. W celu zapewnienia najwyższej jakości chleba wypiekanego na trzonie (ryc. 3.20) zaleca się tzw. wstępne zapieczenie kęsa ciasta w komorze wypiekowej w temperaturze 320–350°C (maksymalnie do 400°C) w ciągu 4–5 min. W tym czasie na powierzchni kęsa ciasta powstaje cienka skórka (błonka).

Po takim zapieczeniu kęsy należy wyjąć z pieca, można zwilżyć ich powierzchnię, a następnie wsadzić do komory właściwej w celu dopiekania w temperaturze około 230°C, ze stopniowym jej obniżaniem do 180–200°C. Fazę szokowego zapieczenia kęsów można zastosować także bez przesadzania kęsów – w piecach taśmowych (tunelowych) wyposażonych w specjalną strefę wysokiej temperatury, tzw. strefę zapiekania. Chleb tak wypieczony ma ładny kształt, nieco grubszą, ale niespieczoną skórkę. Charakteryzuje się bardzo przyjemnym, wyjątkowym smakiem i zapachem. Fazę zapieczenia w specjalnej komorze wypiekowej z wysoką temperaturą można zamienić na wypiek w jednej komorze wypiekowej, bez przesadzania kęsów, z utrzymaniem tradycyjnej temperatury wypiekania dla chleba żytniego 280–300°C, ale z zachowaniem znacznych odległości między obsadzonymi kęsami. Ten zabieg powoduje obniżenie wydajności pieca, ale dzięki niemu chleb żytni ma mniejszy spadek w komorze wypiekowej po zapieczeniu jej kęsami ciasta.

Inaczej należy prowadzić wypiek chleba żytniego, którego kęsy zostały umieszczone w formach (ryc. 3.21).



Ryc. 3.20. Chleb żytni trzonowy



Ryc. 3.21. Chleb żytni formowy

⁴¹ PN-92/A-74101. Pieczywo żytnie.

W tym przypadku nie jest możliwe rozplywanie kęsów ciasta (ciasto żytnie nie ma struktury glutenowej, która stanowi szkielet podtrzymujący kształt ciasta pszennego), dlatego wypiek może odbywać się w standardowych komorach wypiekowych, z podziałem na dwie fazy.

I faza to zapiekanie w temperaturze około 300°C, II faza – dopiekanie z temperaturą obniżoną z 230–240°C do 180–200°C. Wypiek chleba żytniego nie wymaga tak intensywnego zaparowania w I fazie jak w przypadku chleba pszennego, gdyż w pieczywie żytnim następuje niewielki wzrost objętości kęsa ciasta. Właściwie dochodzi wyłącznie do utrwalania miękiszu oraz powstania i utrwalenia skórki na powierzchni kęsa.

3.2.4. Wypiek pieczywa mieszanego

Pieczywo mieszane⁴², głównie chleb mieszany, ma nieco większą objętość niż chleb czysto żytni. Chleb mieszany jest jasny, o grubszych porach, dość łagodnym smaku, mniej trwały niż żytni, szybciej też czerstwieje. Pieczywo mieszane dzieli się na:

- pszenno-żytnie – z przewagą mąki pszennej, np. 70% mąki pszennej i 30% mąki żytniej, lub z co najmniej równoważnym stosunkiem mąki pszennej do żytniej (50% pszennej i 50% żytniej), najmniejsza ilość mąki żytniej w pieczywie pszenno-żytnim to 15%;
- pieczywo żytnio-pszenne – z przewagą mąki żytniej, np. 60% mąki żytniej i 40% mąki pszennej.

Popularne gatunki pieczywa mieszanego (ryc. 3.22) to np. chleb baltonowski, wiejski, zakopiański czy mazowiecki. Nazywanie chlebów nie jest obecnie regulowane Polską Normą (tak było dawniej) – niektóre nazwy pozostały jako tradycyjne, inne tworzą autorzy oryginalnych receptur w piekarniach. Należy dokładnie poznać recepturę, żeby stwierdzić, z jakim rodzajem ciasta mamy do czynienia – wtedy dopiero można prawidłowo zaplanować wypiek. Dominująca zawartość mąki pszennej lub żytniej w cieście będzie decydować o czasie trwania wypieku, temperaturze oraz intensywności zaparowania komory wypiekowej. Wypiek pieczywa mieszanego to wypadkowa parametrów wypieku ciast pszennych oraz żytnich.



Ryc. 3.22. Chleb wiejski pszenno-żytni