

3.2.5. Wypiek pieczywa specjalnego

Pieczywo specjalne to pieczywo wytworzone z produktów przemiału pszenicy czy żyta lub zawierające inne produkty zbożowe, względnie różne dodatki pochodzenia roślinnego bądź zwierzęcego, które nadają mu szczególne cechy użytkowe. Do tego typu pieczywa

należy też chleb specjalny o zmniejszonej wartości odżywczej lub wytworzony w nietypowych procesach technologicznych. Pieczywo specjalne może też się wyróżniać przedłużoną świeżością.

W Polsce produkuje się wiele gatunków pieczywa specjalnego⁴³, w tym:

- dietetyczne,
- trwałe,
- firmowe,
- regionalne.

Pieczywo dietetyczne (dietetyczny środek żywności) to taki produkt, który ze względu na skład i sposób przygotowania jest przeznaczony do żywienia ludzi cierpiących na określone choroby lub borykających się z problemami zdrowotnymi.

Przykładem takiego pieczywa jest skrobiowy chleb bezglutenowy przeznaczony dla ludzi chorych na celiakię (pozostających na diecie bezglutenowej).

WARTO WIEDZIEĆ

Według wykładni Głównego Inspektoratu Sanitarnego (GIS) produkt może zostać oznaczony jako produkt bezglutenowy, jeśli jego producent gwarantuje, że zawiera on poniżej 20 ppm⁴⁴ glutenu. Produkty specjalnego przeznaczenia żywieniowego, takie jak chleb bezglutenowy, mąka czy makaron pozbawione glutenu w procesie produkcji, muszą być zgłaszane do GIS, a obok nazwy musi widnieć napis: „produkt bezglutenowy”. Polskie Stowarzyszenie Osób z Celiakią i na Diecie Bezglutenowej (<http://www.celiakia.pl>) jest (na mocy umowy z AOECS) jedyną organizacją na terenie Polski uprawnioną do udzielania licencji na używanie międzynarodowego znaku – przekreślonego kłosa. W związku z tym:

- tylko licencjonowany symbol umieszczony na produkcie gwarantuje, że jest to produkt w 100% bezpieczny, gdyż jego producent ściśle współpracuje ze Stowarzyszeniem i regularnie bada swoje produkty;
- certyfikacja produktu bezglutenowego oznacza umieszczenie na nim licencjonowanego symbolu przekreślonego kłosa (ryc. 3.23).

Znak przekreślonego kłosa został wymyślony około 40 lat temu przez angielskie stowarzyszenie Coeliac UK i od tego czasu symbolizuje żywność niezawierającą glutenu. Znak ten od lat funkcjonuje jako powszechny w całej Europie symbol gwarancji bezpieczeństwa dla osób na diecie bezglutenowej.



Ryc. 3.23. Oznakowanie pieczywa bezglutenowego

⁴³ D. Bajor, *Wytwarzanie specjalnych wyrobów piekarskich. Poradnik dla ucznia*, Instytut Technologii Eksploatacji – Państwowy Instytut Badawczy, Radom 2007.

⁴⁴ ppm (ang. *parts per million*) – sposób wyrażania stężenia bardzo rozcieńczonych roztworów związków chemicznych. Stężenie to jest pochodną ułamka molowego i określa liczbę cząsteczek związku chemicznego przypadającą na 1 milion cząsteczek roztworu (1 ppm = 10⁻⁶%).

Pieczywo trwałe to pieczywo o wydłużonym okresie przydatności do spożycia, głównie dzięki niskiej zawartości wody (8–11%), np. pieczywo chrupkie.

Pieczywem firmowym mogą być różne gatunki pieczywa, których receptura jest charakterystyczna dla tej piekarni (firmy), w której są one wypiekane. Przykładem może być pełnoziarnisty chleb z żyta produkowany na kwasie, z żyta obłuszczonego i łamanego oraz z mąki żytniej z dodatkiem odtłuszczonego mleka w proszku, drożdży i soli. Charakteryzuje się małą objętością, lekko lepkiem miększkiem, brakiem właściwości elastycznych, na jego przekroju widoczne są ziarna żyta.

Pieczywo regionalne, jak sama nazwa wskazuje, wywodzi się z jakiegoś regionu świata lub Polski, np. chleb zakopiański, bułka poznańska, chleb litewski.

Wypiek niektórych rodzajów pieczywa specjalnego można prowadzić w tradycyjnych piecach piekarskich, jeżeli wymagana temperatura wypieku oraz stopień nawilżenia komory wypiekowej są możliwe do osiągnięcia. Są jednak takie rodzaje pieczywa specjalnego, których technologia produkcji, a w szczególności wypiek, wymagają specjalistycznego sprzętu. Przykładem takiego pieczywa jest pieczywo chrupkie, tzw. klasyczne (tradycyjne), ekstrudowane oraz chleb pumpernikiel.

Pieczywo chrupkie

Technologia produkcji pieczywa chrupkiego jest bardzo zróżnicowana. W klasycznym rozwiązaniu (ryc. 3.25) wykorzystuje się naturalną fermentację i tym samym także spulchnienie ciasta pszennego przez drożdże powodujące fermentację alkoholową, a żytniego przez bakterie wywołujące fermentację mlekową. Obecnie produkuje się pieczywo chrupkie także metodą ekstruzji⁴⁵ (ryc. 3.24).



Ryc. 3.24. Pieczywo chrupkie ekstrudowane



Ryc. 3.25. Pieczywo chrupkie tradycyjne

Ekstruzja jest najprostszym i najtańszym sposobem produkcji pieczywa chrupkiego. Wymagania technologiczne w stosunku do mąki na pieczywo chrupkie są inne niż mąki na pieczywo tradycyjne. Mąka ta powinna być świeżo zmielona, o ściśle określonej granulacji. Poza tym stosuje się jeszcze mąkę podsypkową składającą się z mąki pszennej krupczatki, mąki żytniej oraz mielonego pieczywa chrupkiego.

⁴⁵ Ekstruzja – inaczej wyciskanie, przetwarzanie surowców i materiałów pochodzenia biologicznego (tu ciasta) polegające na ich przetłaczaniu przez ekstrudery pod wysokim ciśnieniem i w wysokiej temperaturze (140–180°C) do komory schładzającej. Proces ten przeprowadza się w ekstruderach – urządzeniach, których głównym organem roboczym jest ślimak, lub para ślimaków umieszczonych w obudowie cylindra, gdzie następuje zagotowanie uplastycznionej masy.

Proces technologiczny produkcji tradycyjnego **pieczywa chrupkiego** to kilka zupełnie odmiennych (od produkcji pieczywa podstawowego) operacji technologicznych – nie ma etapu rozrostu, stosuje się bardzo specyficzny wypiek. Czynności wykonywane podczas produkcji takiego pieczywa to:

- przekazanie sporządzonego ciasta z miesiarki do pompy tłoczącej, a następnie do homogenizatora, w którym ciasto ulega schłodzeniu do temperatury 2–4°C i spulchnieniu za pomocą sprężonego powietrza;
- przemieszczenie ciasta rurami do zbiornika formierki, której dwa gładkie walce obracają się w przeciwnych kierunkach;
- przekazanie wstęgi ciasta utworzonej przez formierkę na parcianą taśmę posypaną mąką, gdzie jest ono posypywane mąką podsypkową, również z wierzchu;
- znakowanie wstęgi ciasta przez specjalne walce z kołcami;
- obcinanie brzegów wstęgi ciasta i krojenie na sześć pasów;
- przecinanie pasów ciasta w poprzek przez poruszającą się stalową linkę – w ten sposób powstają prostokąty ciasta;
- nakładanie prostokątów ciasta na siatkowy trzon pieca, na którym płaty ciasta są kierowane do wypieku;
- **wypiek** w piecu taśmowym opalanym gazem trwa 10–12 min. w temperaturze od 300–170°C w ostatniej fazie;
- oczyszczanie płatów pieczywa z nadmiaru mąki podsypkowej za pomocą specjalnych szczotek;
- schładzanie płatów na przenośniku siatkowym;
- sortowanie płatów i układanie w przedziałach podajnika urządzenia krojącego;
- obcinanie brzegów płatów i podział na kromki za pomocą zestawu specjalnych pił tnących;
- przemieszczanie na taśmie, sortowanie i przesuwanie kromek do maszyny pakującej.

Produkcja chleba ekstrudowanego

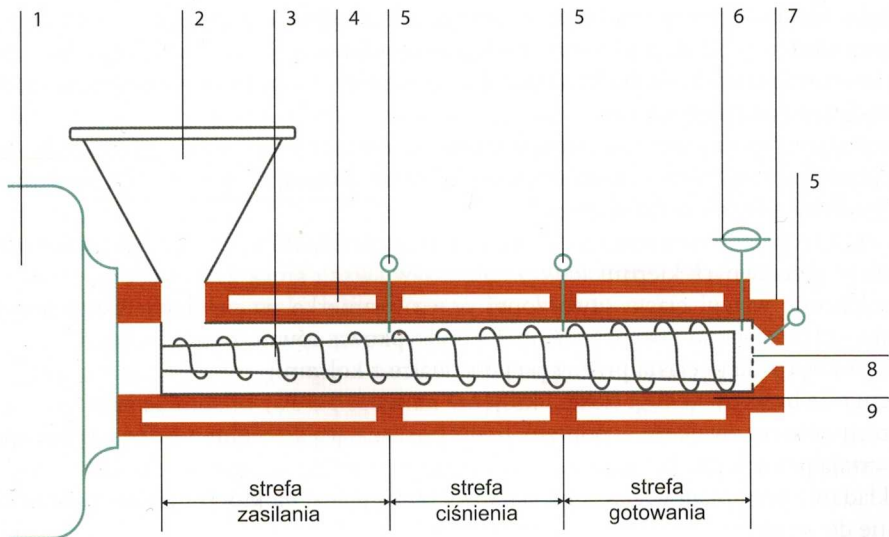
Ekstruzja uchodzi za najbardziej rewolucyjną technologię przetwórstwa spożywczego wynalezioną w XX wieku. Proces ekstruzji polega na wytłaczaniu – za pomocą ślimaka – ciasta podawanego do cylindra ekstrudera zamkniętego głowicą z odpowiednio ukształtowanym otworem (matrycą). Obracający się ślimak powoduje znaczny wzrost ciśnienia i temperatury. Następnie ciasto jest gotowane w wytłaczarce pod ciśnieniem 10 MPa i w temperaturze 160°C. Tu następuje kleikowanie skrobi. Trzeci etap to rozpulchnianie produktu na wylocie z głowicy wytłaczarki na skutek gwałtownego spadku ciśnienia i odparowania wody z produktu. Po wytlóczeniu przez matrycę wyrób gwałtownie ekspanduje⁴⁶ i uzyskuje wielokrotny wzrost objętości i porowatości.

Urządzenia do produkcji wyrobów ekstrudowanych (w tym pieczywa) to ekstrudery (ryc. 3.26). Składają się one z trzech podstawowych funkcjonalnych elementów:

- jednostki napędowej z elementami sterującymi,
- korpusu ekstruzyjnego (ryc. 3.26, 3–7),
- matrycy (urządzenia tnącego).

Proces ekstruzji jest zaliczany do technik HTST (ang. *high temperature short time*), ponieważ wysoka temperatura i ciśnienie oddziałują na materiał w krótkim czasie. W czasie tych przemian właściwości podstawowe składników i wartości odżywcze zostają zachowane.

⁴⁶ Ekspandować – rozszerzać się, znacznie powiększać objętość.



Rys. 2.26. Przekrój podłużny ekstrudera jednoślismakowego⁴⁷

1 – napęd, 2 – lej zasilający, 3 – ślimak ze wzrastającą średnicą, 4 – płaszcz parowy, 5 – termoelementy, 6 – przetwornik ciśnienia, 7 – głowica, 8 – matryca, 9 – cylinder z utwardzoną wkładką

Chleb pumpernikiel

Jest to pieczywo specjalne (ryc. 3.27) ze względu na zastosowaną długą technologię przygotowywania ciasta oraz kilkunastogodzinny wypiek. Pumpernikiel to ciemny, razowy chleb na zakwasie, który powstaje z gruboziarnistej mąki żytniej, często z dodatkiem miodu, melasy lub ekstraktu z jabłek oraz słoju. Wypieka się go w formie. Ma kolor brunatny, czasem prawie czarny.



Ryc. 3.27. Chleb pumpernikiel

Schematyczny proces produkcji pumpernikiela:

- przygotowanie ciasta z mąki żytniej typ 2000, wody, soli oraz wybranych dodatków (np. tłuszczu, cukru, syropu słodowego, ziół) przez pełną pięciofazową fermentację (ponad 40 godz.);
- podział ciasta na kęsy;
- formowanie kęsów na kształt walca;
- wkładanie uformowanych kęsów do metalowych form korytkowych różnej wielkości lub rurkowych o różnej średnicy;

- wypiek w temperaturze około 130°C przez kilkanaście godz.;
- dojrzewanie pieczywa wyjętego z form przez 4–5 dni;
- krojenie chleba na kromki;
- pakowanie po kilka sztuk w paczki o różnej masie, np. 200 g.

Dzięki specyficznej metodzie produkcji pieczywo to ma bardzo charakterystyczny smak i zapach, wyróżnia się także długą przydatnością do spożycia.

3.2.6. Wypiek odroczonego

Technologie piekarskie wykorzystujące zjawiska niskich temperatur noszą nazwę **wypieku odroczonego**. Sprzyjają one spowalnianiu lub wstrzymywaniu procesu fermentacji przed wypiekiem wyrobu gotowego na czas określony przez zapotrzebowanie na produkt. Sposoby wstrzymywania procesu rozrostu omówiono w punkcie 2.1.5. *Rozrost sterowany*. Od początku lat osiemdziesiątych XX w. technologia odroczonego wypieku pieczywa (OWP) nabrała większego znaczenia nie tylko ze względu na zmiany przyzwyczajień klientów, lecz także z powodu wzrostu liczby punktów sprzedaży pieczywa oraz udoskonalonej techniki produkcji wyrobów.

Wyróżnia się dwie metody wypieku odroczonego⁴⁸.

1. Wypiek **zamrożonych kęsów ciasta** przygotowanych w piekarni według schematu:

- mieszenie ciasta,
- dzielenie,
- kształtowanie,
- zamrażanie,
- pakowanie,
- składowanie w stanie zamrożonym,
- rozmrażanie,
- rozrost,
- wypiek.

2. Wypiek **zapieczonych i zamrożonych kęsów ciasta** w piekarni według schematu:

- mieszenie ciasta,
- dzielenie,
- kształtowanie,
- rozrost,
- zapikanie,
- zamrażanie,
- pakowanie,
- składowanie w stanie zamrożonym,
- rozmrażanie,
- wypiek.

Istnieje wiele sposobów zamrażania kęsów ciasta, m.in. z wykorzystaniem ciekłych gazów. Bardzo popularne jest stosowanie zamrażania owiewowego w powietrzu o temperaturze -35°C przy prędkości jego przepływu od 13 do 16 m/s. Czas zamrażania zależy od temperatury i wielkości kęsów, np. kęsy o masie 0,5 kg wymagają zwykle ok. 50 min. Zamrożone ciasto nie może być rozmrażane i ponownie zamrażane podczas całego okresu

przechowywania i transportu, aby nie nastąpiło pogorszenie jego jakości i skrócenie okresu przydatności. Podpieczony półprodukt po zakończeniu rozrostu i wstępnej obróbce cieplnej jest schładzany do ok. 60°C, a następnie zamrażany, pakowany i przechowywany w temperaturze -20°C do chwili ostatecznego wypieku. Proces rumienienia powierzchni skórki oraz tworzenia smaku i zapachu odbywa się w końcowym etapie obróbki po rozmrożeniu – podczas dopiekania.

Dzięki zastosowaniu skroplonych gazów do zamrażania pieczywa można skrócić czas mrożenia oraz istotnie poprawić jakość zamrożanego produktu, to znaczy osiągnąć:

- znaczne zmniejszenie uszki w trakcie zamrażania,
- poprawę jakości skórki (efekt szybkiego schłodzenia),
- przedłużenie okresu trwałości pieczywa,
- lepszą strukturę miękkiszu,
- zwolnienie procesu retrogradacji⁴⁹ skrobi.

Metodą pozwalającą na uzyskanie powyższych parametrów jest zamrażanie kriogeniczne pieczywa w ciekłym azocie⁵⁰.

Wyniki badań nad wpływem sposobów zamrażania na zmiany właściwości organoleptycznych i fizykochemicznych mrożonego pieczywa wskazują na przewagę mrożenia w ciekłym azocie nad tradycyjną metodą zamrażania w tunelu owiewowym.

ĆWICZENIA

1. Podczas zajęć praktycznych zaobserwuj:
 - a) temperaturę początkową wypieku pieczywa pszennego drobnego,
 - b) temperaturę początkową wypieku pieczywa żytniego lub mieszanego bochenkowego.
2. Obserwacje zapisz w zeszycie. Wyjaśnij, z czego wynika różnica tych temperatur. W trakcie zajęć praktycznych, pod nadzorem osoby odpowiedzialnej za wypiek pieczywa, oceń stopień wypiekania pieczywa w końcowej fazie wypieku. Po czym rozpoznasz, że proces wypieku pieczywa został zakończony? _____



POLECENIA

1. Omów zasady wypieku pieczywa:
 - a) pszennego,
 - b) żytniego.
2. Podaj różnice, które zauważasz w procesie wypieku ciasta pszennego i żytniego. Uzasadnij odpowiedź.
3. Wyjaśnij, na czym polega wypiek pieczywa specjalnego.
4. Wytlumacz, co to jest OWP.
5. Opisz metody OWP.

⁴⁹ Retrogradacja skrobi to proces odwrotny do kleikowania skrobi, to znaczy, że skrobia skleikowana podczas wypieku, po jego zakończeniu przechodzi ponownie w postać wyściową, tj. krystaliczną. W tym procesie skrobia wydziela wodę wchłoniętą podczas kleikowania. Skrobia staje się bardziej zbita, stąd twardniejący miękisz pieczywa czerstwego (proces czerstwienia rozpoczyna się po zakończonym wypieku).

3.3. Wypiek próbny

Bezpośrednią metodą oceny mąki jest wypiek próbny pieczywa. Na jego podstawie wnioskujemy o jakości ciasta podczas przygotowania i obróbki, tzn. dzielenia, kształtowania, rozrostu oraz wypieku. Dzięki wypiekowi próbnemu można ocenić takie cechy ciasta, jak:

- elastyczność lub lepkość,
- podatność na obróbkę,
- jakość gotowego pieczywa (cechy organoleptyczne).

Wypiek próbny, nazywany także testem wypiekowym, pozwala na obserwowanie wpływu poszczególnych składników mąki na właściwości ciasta i objętość pieczywa. Podczas wypieku mogą ujawnić się wszystkie właściwości mąki, których nie można przewidzieć na podstawie pośrednich metod badania mąki. W przemyśle młynarskim wypiek próbny jest wykorzystywany do oceny wartości wypiekowej mąki, co daje możliwość wykonania jej standaryzacji⁵¹, między innymi w celu ustalenia wielkości dodatku kwasu askorbinowego i preparatów enzymatycznych do mąki. Standaryzacja mąki oznacza zapewnienie surowca o stabilnych parametrach. Jest to istotne dla piekarzy, dla których dostawy mąki o ściśle określonych powtarzalnych parametrach jakości są podstawą pracy. Producentom dodatków oraz mieszanek piekarskich produkty standaryzowane służą do ustalenia parametrów procesu technologicznego i sformułowania wskazówek dla użytkowników tych produktów.

Ze względu na miejsce przeprowadzania wypieki próbne można podzielić na:

- laboratoryjne,
- przemysłowe.

Próbny wypiek przemysłowy odbywa się w konkretnych warunkach technicznych piekarni. Może być wykonywany w celu ustalenia:

- parametrów technologicznych wyrobów z nowej partii mąki,
- parametrów procesu technologicznego do produkcji nowych wyrobów,
- strat wypiekowych w piecu dla różnych rodzajów pieczywa,
- wydajności produkowanego pieczywa.

Próbne wypieki laboratoryjne – z metodycznego punktu widzenia – dzieli się na:

- standardowe,
- optymalne.

W metodach standardowych receptury oraz warunki wykonywania ciasta i wypieku są ściśle określone i niezmiennie. W metodach optymalnych receptura i parametry technologiczne są dostosowywane do właściwości mąki w celu jak najlepszego wykorzystania jej w produkcji. Wypieki próbne metodami optymalnymi coraz częściej przeprowadza się w zakładach młynarskich. Ustalone parametry procesu technologicznego są przekazywane piekarzom, aby ułatwić im uzyskanie dobrego jakościowo pieczywa z oferowanej mąki (na chleb, bułki, wyroby ciastkarskie). Optymalne efekty wypieku próbnego uzyskuje się przez wykonanie wielu zróżnicowanych prób dotyczących takich parametrów procesu technologicznego, jak: konsystencja ciasta, czas mieszania, czas fermentacji w masie i czas rozrostu końcowego kęsów dla danej partii mąki. Testy wypiekowe metodami standardowymi są wykorzystywane przede wszystkim w pracach hodowlanych, a także w światowym handlu zboż.

⁵¹ Standaryzacja mąki – produkcja mąki o jakości oczekiwanej przez odbiorców (np. piekarzy), tj. o wyrównanych i stabilnych właściwościach technologicznych w długim okresie.

W Polsce **do oceny wartości wypiekowej mąki pszennej** stosuje się próbne wypieki laboratoryjne metodą⁵² opracowaną przez E. Klockiewicz-Kamińską i W.J. Brzezińskiego, polegającą na:

- wytworzeniu ciasta z mąki, soli, drożdży prasowanych, wody i ewentualnie słołu jęczmiennego (w celu uzyskania liczby opadania mąki równej 220 s);
- mieszeniu ciasta przez 1 min w mieszarce laboratoryjnej;
- fermentacji ciasta w masie przez 60 min z przebicciem⁵³ po 30 min;
- fermentacji kęsów w formach do uzyskania rozrostu optymalnego;
- przeprowadzeniu wypieku w zaparowanej komorze wypiekowej;
- ocenie pieczywa dokonywanej punktowo według opracowanego schematu na podstawie wydajności objętościowej pieczywa ze 100 g mąki i oceny organoleptycznej porowatości i elastyczności miękiszu.

Próbne wypieki **z mąki żytniej** są stosowane głównie w pracach badawczych. Do oceny wartości wypiekowej mąki żytniej wykorzystuje się następujące metody:

- próbny wypiek drożdżowy,
- próbny wypiek z kwasem mlekowym,
- próbny wypiek na zakwasie.

Najczęściej stosuje się metodę z zastosowaniem kwasu mlekowego. To metoda bezpośrednia, a więc stosunkowo szybka i prosta, która umożliwiła uzyskanie chleba o właściwym miękiszu, zbliżonym do uzyskanego w wyniku prowadzenia ciasta na zakwasie.

Etapy tej metody:

- przygotowanie ciasta o temperaturze ok. 32°C, z dodatkiem 1,5% soli, 3,5% drożdży i kwasu mlekowego (1 n) w ilości pozwalającej na osiągnięcie pH ciasta w zakresie 4,0–4,3 oraz wydajności ok. 170;
- fermentacja ciasta przez 1 godz. w temperaturze 35°C; z mąki żytniej typ 720 sporządza się ciasta o wydajności ok. 170 (najlepiej ustalić optymalną wydajność przez trzykrotne sprawdzenie wypiekowe);
- wypiek chleba deskowego, który pozwala lepiej poznać właściwości ciasta podczas fermentacji i wypieku;
- ocena pieczywa żytniego jest dokonywana punktowo według opracowanego schematu, jednak podstawowe znaczenie mają właściwości fizyczne miękiszu, takie jak lepkość, wilgotność czy suchość w dotyku; wskaźnik objętości chleba żytniego ze 100 g mąki odgrywa nieco mniejszą rolę niż w przypadku chleba pszennego.

Do **próbnego wypieku przemysłowego** wykorzystuje się technologię oraz wyposażenie techniczne w piekarni, w której jest wykonywany. Każdy próbny wypiek powinien zostać przeprowadzony w optymalnych warunkach produkcyjnych, to znaczy bez przestojów lub zakłóceń poszczególnych etapów produkcji. Wypiek wykonuje i nadzoruje komisja, która sporządza protokół będący ważną dokumentacją wykorzystywaną podczas rozliczeń technologicznych i finansowych. Kolejność czynności niezbędnych do realizacji wypieku próbnego w toku produkcji przedstawiono na ryc. 3.29.

⁵² E. Słowik, *Ocena jakości mąki*, cz. 5. *Próbny wypiek pieczywa*, „Przegląd Piekarski i Cukierniczy”, 06.2007, s. 8–10.

⁵³ Przebiccie ciasta – mieszenie przez 1–2 min w celu uwolnienia CO₂ zatrzymanego w masie oraz doprowadzenia tlenu do wnętrza ciasta, aby wzmocnić procesy życiowe drożdży, często też służy uplastycznieniu mocnego glutenu.

Tabela 3.2. Schemat próbnego wypieku produkcyjnego⁵⁴

Etap	Czynności
1	Ustalić, jaką ilość pieczywa G_p [kg] produkuje się w tej piekarni w toku normalnej produkcji z jednej dzieży ciasta
2	Obliczyć masę ciasta G_c $G_c = \text{ilość pieczywa } G_p \text{ [kg]} \cdot \text{waga ciasta na 1 kg tego pieczywa (bez mąki do odrabiania)}$
3	Obliczyć przybliżoną ilość mąki G_m i dodatków na przyjętą ilość pieczywa $G_m = \text{ilość pieczywa } G_p \text{ [kg]} \cdot 100 \text{ podzielić przez wydajność recepturową } W$, otrzymujemy przybliżoną wielkość zużycia mąki: $G_m = \frac{G_p}{W} \cdot 100$
4	Wyliczoną wg powyższego wzoru ilość mąki [kg] zwiększyć o 5–8%, odważyć i zabezpieczyć w suchym pojemniku. Każdy dodatek osobno – wyliczoną wyżej na podstawie wydajności recepturowej ilość mąki G_m pomnożyć przez ilość podaną w recepturze na 100 kg mąki i podzielić przez 100. Wyliczone i odważone ilości poszczególnych dodatków zabezpieczyć w odrębnych pojemnikach.
5	Obliczyć całkowitą dolewkę wody Od masy ciasta G_c [kg] odjąć zakładane przybliżalne zużycie mąki G_m (pomniejszyć o ok. 2% mąki do odrabiania), odjąć sumę wyliczonych mas G_d dodatków, otrzymujemy całkowitą wielkość dolewki wody G_w [kg lub l] $G_w = G_c - (G_m + G_d)$
6	Sporządzić ciasto Do pustej dzieży włąć całą wyliczoną ilość wody i dorzucić przygotowane dodatki (należy wcześniej przygotować odpowiednie roztwory lub poddać drożdże wstępnej aktywacji), uruchomić miesiarkę, dozować mąkę z przygotowanej wcześniej porcji do uzyskania odpowiedniej konsystencji, odstawić ciasto do podgarowania.
7	Ważenie, formowanie, kształtowanie, wypiek Podzielić ciasto na kęsy o określonej masie, formować i kształtować z wykorzystaniem mąki do odrabiania pozostałej po sporządzeniu ciasta do właściwej konsystencji.
8	Obliczenia końcowe Po całkowitym ukształtowaniu kęsów ciasta i odstawieniu ich do końcowej fermentacji obliczyć ich ilości [kg] oraz zważyć pozostałości mąki z porcji przygotowanej na początku i używanej kolejno do sporządzenia ciasta i odrabiania. Wartości te pozwalają na ustalenie wydajności końcowej badanego asortymentu pieczywa, która może być obowiązkową przy rozliczeniach surowcowych, jeśli jakość badanego pieczywa spełnia kryteria normatywne. Przeprowadzić wypiek zgodnie z przyjętymi w piekarni parametrami. Wystudzone pieczywo zważyć, P [kg]
9	Właściwą wydajność pieczywa W uzyskujemy, gdy pomnożymy ilość uzyskanego pieczywa P [kg] razy 100, następnie podzielimy przez ilość całkowitą zużytej mąki M [kg] $W = \frac{P \cdot 100}{M} [\%]$

Należy wykonać tyle ciasta, aby zapewnić jeden wsad do pieca, i po ocenie organoleptycznej przeprowadzić analizę gotowego wyrobu. Jeśli jego jakość nie jest zadowalająca, dokładnie analizuje się proces technologiczny, aby stwierdzić, na którym etapie należy dokonać zmian, ważne są tu informacje dotyczące jakości mąki oraz znajomość parametrów wszystkich etapów procesu technologicznego.

3.4. Wydajność pieczywa

Wydajność pieczywa to ilość pieczywa uzyskana ze 100 kg mąki o wilgotności 15%. Wydajność pieczywa jest ustalana zawsze podczas opracowywania receptur na wyroby piekarskie. Oblicza się ją także na nowo, gdy następuje:

- zmiana jakości mąki;
- zmiana technologii produkcji, np. wprowadzenie nowych dodatków do ciasta lub zmiana ich ilości;
- zmiana wyposażenia zakładu, np. zmiana systemu podziału ciasta na kęsy z ręcznego na maszynowy lub zmiana pieca;
- zakłócenie w procesie produkcji, które uniemożliwia uzyskanie ustalonej wydajności pieczywa.

Aby ustalić wydajność pieczywa w warunkach produkcyjnych, należy:

- wykonać próbny wypiek przemysłowy (produkcyjny),
- przeliczyć znaną wydajność ciasta.

Ponieważ w praktyce piekarskiej rzadko wykonuje się ciasto dokładnie ze 100 kg mąki, dlatego za pomocą wskaźnika procentowego oblicza się wydajność pieczywa dla dowolnej ilości mąki zastosowanej do sporządzenia ciasta.

Ogólny wzór do obliczenia wydajności pieczywa w procentach:

$$W = \frac{G_{ch} \cdot 100}{G_m} [\%],$$

gdzie: W – wydajność pieczywa [%], G_{ch} – masa pieczywa [kg], G_m – masa mąki [kg].

Taką postać wzoru można zastosować do:

- obliczenia wydajności pieczywa z dowolnej ilości mąki,
- obliczenia ilości mąki potrzebnej do uzyskania określonej ilości pieczywa o znanej wydajności.

Przykłady obliczeń

PRZYKŁAD 1

Podczas produkcji 95 kg chleba mieszanego zużyto 60 kg mąki pszennej i 10 kg mąki żytniej. Jaką uzyskano wydajność pieczywa?

Rozwiązanie

Według oznaczeń we wzorze na wydajność $G_{ch} = 95$ kg, a $G_m = 60$ kg + 10 kg = 70 kg

Dane należy wstawić do wzoru

$$W = \frac{G_{ch} \cdot 100\%}{G_m} = \frac{95 \text{ kg} \cdot 100\%}{(60 \text{ kg} + 10 \text{ kg})} = 135,7\%$$

Odpowiedź

Wydajność pieczywa wynosi 135,7%.

PRZYKŁAD 2

Ustalona wydajność pieczywa dla chleba zwykłego wynosi 135,7%. Oblicz, ile mąki należy przygotować, aby wyprodukować 120 bochenków o masie 600 g każdy. Według receptury 50/50 mąki pszennej typ 850 i żytniej typ 720.

Rozwiązanie

1. Obliczamy masę pieczywa (chleba) G_{ch} , jaką należy wyprodukować

$$G_{ch} = 120 \text{ szt.} \cdot 600 \text{ g} = 72\,000 \text{ g} = \mathbf{72 \text{ kg}}$$

2. Obliczamy ilość mąki G_m niezbędnej do produkcji 72 kg chleba. W tym celu korzystamy ze wzoru na wydajność pieczywa w przekształconej postaci:

$$W = \frac{G_{ch} \cdot 100\%}{G_m} \text{ po przekształceniu } G_m = \frac{G_{ch}}{W} \cdot 100\%,$$

po wstawieniu danych: $G_{ch} = 72 \text{ kg}$, $W = 135,7\%$,

otrzymujemy $G_m = \frac{72 \text{ kg}}{135,7\%} \cdot 100\% = \mathbf{53,1 \text{ kg}}$

3. Cała ilość mąki niezbędnej do produkcji wynosi 53,1 kg. Należy ustalić ilość x mąki pszennej oraz y mąki żytniej – według proporcji podanych w treści zadania. W tym celu obliczamy 50% mąki pszennej z całości, układając proporcje:

53,1 kg całość mąki – 100%

x mąki pszennej – 50%,

z czego $x = \frac{53,1 \text{ kg} \cdot 50\%}{100\%} = 26,55 \text{ kg}$ mąki pszennej.

Następnie, aby obliczyć ilość mąki żytniej, należy od całej ilości mąki odjąć obliczoną ilość mąki pszennej x

$y = G_m - x = 53,1 \text{ kg} - 26,55 \text{ kg} = 26,55 \text{ kg}$

Odpowiedź

Do produkcji 120 chlebów zwykłych o masie 600 g należy zużyć 26,55 kg mąki pszennej oraz 26,55 kg mąki żytniej.

Wydajność pieczywa można także obliczyć za pomocą wzoru:

$$W = \frac{G_{ch} \cdot W_c}{G_k}$$

gdzie: W – wydajność pieczywa [%], G_p – masa uzyskanego pieczywa [kg], W_c – wydajność ciasta [%], G_k – masa kęsów ciasta poddanych wypiekowi [kg].

PRZYKŁAD 3

Wydajność ciasta wynosi 170%. Oblicz wydajność pieczywa, jeśli wypieczono 87 kg ciasta i uzyskano 69 kg gotowego pieczywa.

Rozwiązanie

Należy podstawić do wzoru wartości $W_c = 170\%$, $G_c = 87 \text{ kg}$, $G_p = 69 \text{ kg}$

$$W = \frac{G_p \cdot W_c}{G_k} = \frac{69 \text{ kg} \cdot 170\%}{87 \text{ kg}} = 148,5\%$$

Odpowiedź

Jeżeli wydajność ciasta wynosi 170%, to wydajność pieczywa – 148,5%.

Różnica między wydajnością ciasta a wydajnością pieczywa wynika ze strat masy ciasta podczas wypieku. Jest to tzw. upiek, czyli **ubytek wypiekowy** (patrz: punkt 3.2.1. *Przemiany zachodzące w cieście podczas wypieku*).

Czynniki wpływające na wydajność pieczywa

Wydajność pieczywa nie jest wartością stałą. Ustala się ją dla wyrobów z partii mąki produkcyjnej, dopóki nie nastąpi zmiana parametrów jakości mąki (np. w wyniku magazynowania wzrasta jej wilgotność) lub zmiana warunków technicznych w piekarni.

Wpływ na wydajność pieczywa mają:

- jakość mąki, w tym głównie wodorochłonność związana z ilością i jakością glutenu oraz stopniem uszkodzenia skrobi;
- wilgotność mąki – im mniejsza wilgotność, tym więcej wody wchłania mąka;
- liczba opadania, związana z aktywnością enzymatyczną mąki, która wpływa na konsystencję ciasta;
- zastosowane dodatki surowcowe;
- stopień mechanizacji procesów produkcyjnych;
- wielkość strat w czasie produkcji.

Uważa się, że zmiana wilgotności mąki użytej do produkcji w stosunku do wilgotności mąki wykorzystanej podczas ustalania wydajności powinna zostać uwzględniona w bieżących obliczeniach produkcyjnych.

Wzór na przeliczanie wydajności:

$$W_{rz} = \frac{W_p \cdot 100\%}{100 - (w_p - w_{rz})}$$

gdzie: W_{rz} – wydajność rzeczywista (przeliczeniowa), W_p – wydajność pieczywa (obliczona z próbnego wypieku lub wzięta z receptur dla mąki o wilgotności 15%), w_p – wilgotność mąki ustalona w wypieku próbnym (15%, gdy jest stosowana wydajność z ogólnie dostępnych receptur), w_{rz} – wilgotność rzeczywista mąki w piekarni.

PRZYKŁAD

W trakcie próbnego wypieku ustalono wydajność pieczywa $W_p = 140\%$ dla mąki o wilgotności $w_p 14\%$. Podczas magazynowania mąka zmieniła wilgotność na 15%. Należy obliczyć rzeczywistą wydajność pieczywa W_{rz} , aby odpowiednio ustalić wielkość produkcji.

Podane wartości podstawiamy do wzoru

$$W_{rz} = \frac{W_p \cdot 100\%}{100 - (w_p - w_{rz})} = \frac{140\% \cdot 100\%}{100 - (14 - 15)} = \frac{14000\%}{101} = 138,6\%$$

Jak wynika z obliczeń, wydajność pieczywa z mąki o większej wilgotności uległa zmniejszeniu ze 140% do 138,6%, jest niższa od próbnej o 1,4%. Przyjmuje się, że zmiana wilgotności mąki o 1% powoduje zmianę wydajności pieczywa o 1,4–1,7%, przy czym wzrost wilgotności mąki (nawilżenie) obniża wydajność pieczywa, a zmniejszenie wilgotności mąki (wysuszenie) podnosi wydajność pieczywa.