

## Nauka u industrijskoj preradi brašna

### NOVI TREND U PROIZVODNJI KRUHA U NAS

#### Kratki sadržaj

U nas je posljednjih desetak godina uveden direktni kratki postupak formiranja tijesta pri proizvodnji kruha. To je bilo moguće zahvaljujući uvođenju intenzivnog (ili brzorotirajućeg) zamjesa tijesta, te korištenju C-vitamina (kao redoksa), uz obilnije uduvavanje zraka (kisika) u tijesto pri formiranju tijesta upotrebom intenzivnijih mjesilica. Autor u radu iznosi više naših iskustava, koje je on proučavao u različitim pekarskim pogonima u nas.

Posebno se iznose i osobine mjesilice proizvedene u nas, te upotreba i drugih mjesilica u industrijskim pogonima. Isto tako autor tretira problem arome u skraćenom direktnom postupku proizvodnje kruha i daje prijedlog za upotrebu pre-fermenta (5%), čiju recepturu objavljuje kao svoj prilog ovom istraživanju. I na kraju autor iznosi i recepturu proizvodnje trajnijeg kruha (5 dana svježine) kao i neke zadatke laboratorija u pekarama.

#### 1.0. — UVOD

Suvremeno pekarstvo se zasniva na više cjelishodno povezanih tehnoloških operacija i procesa povezanih u jednu proizvodnu cjelinu. Tako u sistemu proizvodnje tijesta, odnosno kruha, postoje više načina kao:

- 1) dvofazni ili indirektni, uz upotrebu mase koja čini 30 do 60% brašna od čitavog zamjesa za proizvodnju,
- 2) direktni pri kojem tijesto formira od svih ingredijenata i zatim fermentira, u masi i komadima,
- 3) direktni skraćeni, pri kojem je glavna fermentacija tijesta svedena na 40 minuta, a toliko i naknadno fermentira u komadima,
- 4) direktni brzi proces, bez glavne fermentacije tijesta (ono se samo odmara poslije zamjesa u trajanju 5 — 15 minuta) i fermentira u komadima u trajanju 40 — 50 minuta, na +29 do +31°C temp. tijesta.
- 5) direktni kratki sistem uz upotrebu **prefermenta (startera)** u količini do 5%, koji je posebno pripremljen, te
- 6) proizvodnja kruha bez upotrebe kvasca.

Danas (sredinom 1979. g.) se izbacuje iz pekarstva duga fermentacija glavnog tijesta, skraćuje se cijeli postupak, i sve se više uvodi direktni brzi sistem, **ali uz upotrebu prefermenta.**

Naime, upotreba prefermenta posebno pripremljenog (vidi dalje u tekstu) ima zadatak da formira puniju aromu i okus sredine kruha (i peciva) obzirom da se direktnim kratkim postupkom proizvodi kruh nedovoljno izražene arome. Osim toga dodati preferment omogućava vremensko skraćivanje trajanja zamjese, pa prema tome i **uštedu utroška energije.** Tako mjesilicama domaće proizvodnje »Termotehnika« Zagreb, dovoljno je oko 6 W/h utroška energije pri formiranju jednog kilograma tijesta.

## 2.0. OPERACIJA U PEKARSTVU

Općenito uzevši sve temeljne tehnološke operacije u proizvodnji kruha i peciva možemo svrstati u slijedeće zahvate:

- 1) prosijavanje brašna prije formiranja zamjesa (tijesta),
- 2) vaganje pojedinih sastojaka potrebnih za zamjes tijesta (ingredijanata),
- 3) otapanje u vodi: soli, vitamina C ili nekih drugih praškastih dodataka,
- 4) suspenziranje svježeg kvasca u vodi ili hidratacija suhog aktivnog kvasca, prije zamjesa glavnog tijesta,
- 5) doziranje tekućih faza u brašno,
- 6) zamjesivanje (formiranje tijesta), ovisno o tipu mjesilice i broju okretaja ručica koje formiraju tijesto. (Klasične spore mjesilice se okreću 28 do 75 okretaja u minuti, a brže mjesilice se okreću od 75 do 140, brže od 140 do 250 a vrlo brze od 250 do 600 i više okretaja u minuti. Međutim, postoje i super brze mjesilice čiji broj okretaja ručica se kreće do 3000 u minuti i gdje zamjes tijesta traje svega 30 sekundi),
- 7) odmaranje tijesta poslije zamjesa (sa ili bez glavne fermentacije tijesta), uz ev. premjesivanje (»remix«), koji je poželjan,
- 8) dijeljenje tijesta,
- 9) okruglo oblikovanje tijesta,
- 10) odmaranje oblikovanog tijesta (u »T« - komori),
- 11) finalno formiranje tijesta (»frkanje« ili savijanje u cilju formiranja vekne, itd.),
- 12) transport do i kroz fermentacijsku komoru,
- 13) transport preko mosta do peći,
- 14) pečenje tjestanih komada, radi dobijanja kruha,
- 15) transport pečenog kruha (i eventualno brojanje putem fotočelijskih uređaja),
- 16) hlađenje (kruha ili peciva) prije pakovanja,
- 17) pakovanje pojedinačno za kruh ili više komada npr. peciva,
- 18) pakovanje kruha u posude (košare ili police) za transport i transport,
- 19) prijem odn. preuzimanje kruha u trgovini i prodaja potrošačima,
- 20) postupak oko manipulacije, kruhom i pecivom do potrošačkog stola.

O ispravnosti izvršenja navedenih operacija, njihovoj optimizaciji i po-  
dešavanju prema biokemijsko-tehnološkim osobinama brašna, odn. tijesta, ovi-  
sit će i »kvaliteta« kruha, premda su mnoge operacije tijesno povezane s pro-  
cesima proizvodnje.

### 3.0. BIOKEMIJSKO-TEHNOLOŠKI PROCESI PRI PROIZVODNJI KRUHA I PECIVA

Procesi uključuju ireverzibilne promjene u tijestu od trenutka formira-  
nja, zatim fermentacije, pečenja i »starenja« kruha, pa ovdje i to valja na-  
glasiti. Sve te promjene ovise o prethodnom poznavanju »kvalitetnih« oso-  
bina sirovina, o usklađivanju operacija i procesa važnijim tehnološko-bio-  
kemijskim osobinama sirovina, a sve u cilju proizvodnje dobro naraslog kru-  
ha, razvijene sredine, karakterističnog okusa i mirisa za uživanje.

Sve važnije procese možemo razvrstati na:

- 1) procesi hidratacije praškastih komponenata pri formiranju tijesta, ovisno o dijimetru čestica, temperaturi vode i sadržaju organskih tvari (posebno brašna),
- 2) oksidativno-reduktivni procesi u tijestu, osobito u njegovom prote-  
inskom kompleksu, ovisno o reaktivnim S-H i R-S-S-R vezovima, kao  
i u lipidnim (uglavnom nezasićenim) komponentama tijesta,
- 3) fermentativni procesi: etanolnog, mlječno-kiselog, octenog i drugih  
vrenja u tijestu od formiranja do pečenja,
- 4) katalitičko-enzimatski procesi hidrolize ugljikohidratnih (i drugih) kom-  
ponenta tijesta,
- 5) katalitički-neenzimatski procesi,
- 6) oksidativno-enzimatski procesi,
- 7) esterifikacije,
- 8) Millardova reakcija, što osobito nastaje pri termičkim operacijama  
reakcijama između aminokiselina i šećera, (dakle pri pečenju),
- 9) termička denaturacija glutena na +62 do +70°C pri čemu se otpušta  
nešto vode koju vežu škrobne komponente brašna, (u pećnici),
- 10) formiranje škrobnog ljepila (klajstera) do +90°C, osobito u sredini  
kruha, (za vrijeme pečenja tjestanog kruha),
- 11) termička DEKSTRINOGENIZACIJA, prilikom pečenja osobito na kori i sre-  
dini kruha,
- 12) retrogradacija škroba pečenog kruha — te starenje (bajatost) sredine  
i kore kruha poslije pečenja.

Sve navedene procese valja detaljno poznavati, te neke manje ili više  
forsirati u pekarstvu, a neke svesti na minimum. To je osobito važno za  
proizvodnju svježeg kruha, bilo pšeničnog ili miješanog, pakovanog ili ne-  
pakovanog — što se posebno tretira u ovom prikazu (vidi dio koji navodi  
kako se proizvodi trajniji miješani pšenično-raženi (ili pšenično-kukuruzni  
kruh) koji može sadržati svježinu sredine nekoliko dana bez pakovanja.

#### 4.0. UVOĐENJE INTEZIVNOG ZAMJESA TIJESTA

Svakako da je u pekarstvu jedan od najvažnijih strojeva mjesilica. No, još uvijek u nas u mnogim pogonima nema suvremenih mjesilica za intenzivni zamjes tijesta, gdje zamjes 280 kg tijesta ne traje više od 5 minuta. **Zbog toga mi se čini da bi u rekonstrukciji pekara trebalo početi od uvođenja domaćih suvremenih mjesilica za intenzivni zamjes tijesta.** Takva jedna mjesilica je i mjesilica proizvedena u poduzeću »Termotehnika« Zagreb.

Ta je mjesilica ispitivana minulih godina i usavršavana je pa je zadovoljila u nekim pekarama u nas, te je u daljnjem tekstu opisujemo. No, istovremeno se svode (konzumiraju) i druge brzorotirajuće mjesilice, pa već u godini 1979. su mnoge pekare uvele intenzivni zamjes u oko 70 pekara u nas, koristeći pretežno mjesilice »Termotehnika« iz Zagreba.

#### 4.0. Rad intenzivne mjesilice domaće proizvodnje

Intenzivna mjesilica izrađena je iz najkvalitetnijih materijala: kućišta iz masivnog lijevanog željeza, posuda iz nehrđajućeg lima, spirala iz nehrđajućeg čelika, zaštitni poklopci iz aluminijskog lijeva itd.

Konstruirana je tako, da radi potpuno automatski pomoću programatora što omogućava da se koriste dvije brzine miješanja, a sam zamjes traje oko 4 do 5 minuta, ovisno o »kvaliteti« brašna i dodacima. Upravljanje je jednostavno, stroj je potpuno zaštićen, a rukovanje mjesilicom sigurno i bezopasno.

Podizanje radne glave i pritezanje posude na stroj obavlja se automatski pomoću ugrađene hidraulike.

Ugrađeni stabilizator napona osigurava nesmetan rad automatike i u slučaju nestabilnog napona.

Mjesilica je konstruirana tako, da se uz minimalne izmjene, s potpuno istim kućištem, programatorom i hidraulikom može koristiti za posude od 200 i posude od 280 kg tijesta.

Dosadašnja ispitivanja u radu dala su dobre rezultate u pogledu iskoristivosti brašna i izvredno visoki randman. Posude sadržaja 280 litara i posude od 280 kg tijesta.

Dosadašnja ispitivanja u radu dala su dobre rezultate u pogledu iskoristivosti brašna i izvredno visoki randman. Posude sadržaja 280 litara i 400 litara omogućavaju zamjese od 200 do 280 kg tijesta. Montirane su na postolja iz lijevanog željeza s 2 kruta i dva okretna točka koji su, obloženi specijalnom potpuno novom masom »vulkanolana«.

Novost je pri tome, da posuda ima dva okretna kotača, a ne jedan kao sve dosadašnje posude. To omogućava njihovo lako prevoženje i ne oštećuje se pod radionice. Pogon za okretanje posude prilikom zamjesa je frikcijski, a ne zupčasti kao što je bilo do sada uobičajeno, čime se je izbješlo podmazivanje zupčanika, a prilaz posude stroju je lakši i jednostavniji.

Napominjem, da je potrošnja električne energije za ovaj tip mješalice, a u odnosu na druge potrošače do maksimuma reducirana, a s obzirom na veoma kratko potrebno vrijeme miješanja predstavlja relativno male troškove. (Prema izjavi Z. Tubikanca troše oko 6 W/h po 1 kg tijesta).

Ugradnjom u stroj isključivo domaćih elemenata i dijelova, zamjena prilikom eventualnih kvarova ili reparature ne predstavlja nikakav problem vidi tab. br. 1).

(Podaci proizvođača 1978)

Tabela 1 — Tehnički podaci mješalice IM-200 i IM-280 »Termotehnika« — Zagreb

Osobine tip	Tipovi mješalice	
	IM-200 ZK 160 M-8/4 B5	IM-280 ZK 160 L-8/4 B5
Snaga: I brzina	4,6 kw	6,8 kw
Snaga: I brzina	4,6 kw	6,8 kw
II brzina	7,3 kw	11,0 kw
Motor posude:		
Tip	4 AZ 90 L-8 B5	4 AZ 90 L-8 B5
Snaga:	0,55 kw	0,55 kw
Motor hidraulike:		
tip	ZK 90 L-4 B14	ZK 90 L-4 B14
Snaga	1,5 kw	1,5 kw

<sup>1</sup> Broj okretaja se može povećati za cca 25%, što se i radi u praksi.  
Broj okretaja mješalica:

I brzina	70	70 min <sup>-1</sup>
II brzina	140	140 min <sup>-1</sup>
Posuda:		
sadržaj tijesta	200 kg	280 kg
promjer x visina	793 x 580	925 x 580
ukupna duljina stroja	1560 mm	1690 mm
ukupna širina stroja	850 mm	1020 mm
ukupna visina stroja	1410 mm	1410 mm

## 5.0. PRIMJEDBA UZ INTENZIVNI ZAMJES TIJESTA

Danas se za intenzivni zamjes tijesta koriste brzorotirajuće mješalice, pa se efekt zamjesa i učinka računa po potrošnji mehaničke energije. Broj okretaja različitih mješalica se kreće od 80—400, pa čak i do 800—1000 okretaja u jednoj minuti. Zamjes traje 2—4 minute za razliku od zamjesa u klasičnom sistemu fermentacije gdje mješalice imaju 28 okretaja/min, a formiranje tijesta traje 15 do 18 minuta.

Isto tako gubi se klasični pojam pecivosti brašna jer se i od brašna prirodno slabe pecivosti može dobiti kvalitetan kruh, podešavanjem procesa zamjesa brašna, te dodatkom C—vitamina u zamjesu tijesta. Mehanički razvoj tijesta kombinira se s aditivima koji pomažu pravilno preformiranje : formiranje trodimenzionalne strukture bjelančevina u nešto rjeđem zamjesu tijesta, jer brzotirajućim mjesilicama R—S—S—R vezove glutena u tijestu razgrađujemo mehanički i formiramo prave fibrile glutena. Raskidanim R—S—S—R vezovima s vjerojatno formiranim završecima aktivnih R—SH grupa dodaje se agens tipa redox (L—askorbinska kiselina).

U fazi odmaranja tijesta formira se mnogo potpunija trodimenzionalna struktura fibrila glutena koji ima više R—S—S—R vezova nego što je to imalo originalno tijesto, iako oksidacija R—SH vezova u R—S—S—R vezove ni je dominantni proces pecivnih osobina tijesta.

Već iz navedenog izlazi da je intenzivni razvoj tijesta prvenstveno vezan za proteinski dio tijesta. Prvobitna (osnovna) struktura proteina pšenice je globularna, bez reaktivnih grupa na vanjskoj površini. Iz takve strukture rezultira slaba međusobna povezanost čestica. Da bi se postigla povezanost karakteristična za tijesto, mora doći do stvaranja veza između molekula npr. disulfidnih mostova između dviju molekula cisteina i njegov prelaz u cistin

To se ostvaruje miješanjem i to brže, što je ono intenzivnije oduvavajuće i veće količine kisika u tijesto. Intenzivnije mijeseње putem jače oksidacije reaktivnih proteinskih dijelova, uz istovremeno oslobađanje većeg broja reaktivnih grupa, dovodi do bržeg nastajanja trodimenzionalnog mrežnog sistema, nego li kod klasičnog postupka, ali također i do toga, da brzo mijeseње tijesta ima veću potrebu za oksidacionim sredstvima. No, brzina se ne može povećati zbog utroška velike količine energije, pa se postavlja pitanje optimizacije utroška, koja bi trebala biti do 9 w/h tijesta.

## 6.0. RECEPTURA KRUHA ZA INTENZIVNI ZAMJES TIJESTA

Tipična receptura za proizvodnju kruha uz intenzivni zamjes tijesta koju je autor ovih redaka više puta koristio u praksi naših pekara je, kako slijedi.

- a) potrebna količina brašna, (prema volumenu vikle);
- b) potrebna količina tzv. »pekarske« vode prema farinografu do krivulje 500 F.J. + 3,5% vode, računato na brašno;
- c) oko 0,7% masnoća tališta iznad +44°C, (računato na 100 mg brašna);
- d) 7 mg/100 g — L-askorbinske kiseline (računato na brašno),
- e) pekarskog svježeg kvasca oko 1,8% (ili odgovarajuća količina aktivnog suhog kvasca);
- f) potrošna energija oko 6—10 w/h za zamjes 1 kg tijesta;
- g) soli i drugih ingredijenata prema potrebi.

Temperatura zamjesa odnosno fermentacije u komadima od +26 do +35°C, a glavna fermentacija tijesta (u kazanu) se izostavlja. Zimi je nešto veća temperatura.

#### 6.0.1 Prednosti primjene intenzivnog razvoja tijesta je višestruko kao npr.:

- 1) ušteda u vremenu oko 60%, u odnosu na klasični način proizvodnje kruha,
- 2) ušteda na prostoru do 75%, jer ne treba fermentacijska komora,
- 3) uzima se manje tijesta u procesu prerade,
- 4) povećava se randman kruha za 4%, (ovisno o »kvaliteti« brašna),
- 5) kruh kasnije stari (»bajati«), osobito njegova sredina,
- 6) dozvoljava se korištenje tzv. slabijih sorata pšenice, tj. brašna pšenice koje imaju slabiju kvalitetnu grupu po faringramu (npr. C—grupa), odn. brašno pšenica III kvalitetne grupe, te
- 7) povećava se ekonomičnost proizvodnje kruha.

#### 6.0.2. Problem arome kruha intenzivnog zamjesa tijesta

Međutim potrošači zamjeraju kruhu dobivenom intenzivnim zamjesom tijesta da nema punu aromu kao što to ima kruh dobiven klasičnim postupkom pripreme tijesta. Prijatan i specifičan okus i aroma kruha iz dobro fermentiranog tijesta, dobro narasle sredine normalno pečenog i normalno uskladištenog, povećava apetitljivost kruha, pa i njegovu potrošnju. Znači da okus i aroma kruha su jedan od veoma važnih pokazatelja »kvalitete« kruha.

Aroma kruha zavisi od vrlo složenog kompleksa različitih tvari koje nastaju u toku fermentacije tijesta i u procesu pečenja kruha. Primjenom suvremenih metoda (kromatografske i drugih analiza) otkriveni su mnogi faktori koji utječu na okus i aromu kruha.

Tu pripadaju slijedeće komponente što se formiraju u toku fermentacije i pečenja tijesta i to:

— kiseline (mlječna, vinska, octena, jabučna, jantarna, pirogroždana, maslačna, valerijanska, izovalerijanska i druge masne kiseline),

— alkohol (etanol, propanol, izobutanol, amilni alkohol, itd.),

— aldehidi (acetaldehid, furfural (stvara se iz pentozna), oksimetilfurfural (nastaje dehidratacijom heksoza tokom pečenja), valerilaldehid, izovalerilaldehid, formaldehid, butirilaldehid, krotonilaldehid, benzaldehid), i na kraju

— ketoni (diacetil, acetilmetilkarbinol, aceton, metiletiketone, metilbutilketone, etilbutilketone), zatim

— melanoidini,

— metilmerkaptani, i

— esteri nastali reakcijom etanola i navedenih kiselina.

Svakako da najveći utjecaj imaju aldehidi i ketoni. Aromatične tvari su više koncentrirane u kori nego u sredini kruha, a njihova količina i intenzi-

tet rastu dužim pečenjem. Kora kruha i procesi koji se u njoj dešavaju za vrijeme pečenja igraju prvorazrednu ulogu u stvaranju okusa i osobito arome.

Isto tako na aromu pečenog kruha (i peciva) utječu način pripreme tijesta (dužina zamjesa, dužina fermentacije), zatim količina dodnog kvasca šećera, masti, aditiva itd.

**U tvari koje znatno utječu na formiranje arome (i okusa) kruha je i pre-ferment (ili starter), pa se danas aroma kruha pri intenzivnom zamjesu postiže dodavanjem pre-fermenta.**

Iz prethodnog se može zaključiti da je za formiranje mnogih hlapivih tvari koje daju osnovnu aromu kruhu potrebno duže vrijeme fermentacije tijesta da bi se oslobodile i nastale kiseline, aldehidi, ketoni (i stupile u reakciju kiseline sa etanolom) koje su produkt alkoholnog i drugih vrenja. Međutim, pri intenzivnom zamjesu, čije je vrijeme znatno skraćeno u odnosu na klasični sistem, i skraćenom postupku fermentacije nema dovoljno vremena da se formira potpuna aroma u tijestu.

Ipak u praksi intenzivnog zamjesa se dodaje tijestu šećer, jer će iz njega nastati acetilmetilkarbinol, koji oksidacijom prelazi u diacetil, a on je nosilac vrlo ugodnog mirisa. Mogu se dodavati kiseline i alkohol kako bi se stvorili esteri hlapivih kiselina, ali to se u praksi ne radi.

**Ipak najpotpuniju aromu dobio bi kruh ako bi se u zamjes dodavalo prethodno fermentirano tijesto koje ima bogatu aromu, tj. dodavanjem 5% predfermenta (ili startera) što smo utvrdili u praksi u nas metodom ocjene po sistemu kušanja (mastikacija).**

#### 7.0. TIPIČNA RECEPTURA ZA TAKAV PRE-FERMENT JE (RAČUNATO NA BRAŠNO U % PREMA NAŠEM ISKUSTVU IZ PRAKSE):

- brašno (oko 5% od ukupne količine brašna za jednu kiflu)
- vode 200% u odnosu na uzetu količinu brašna;
- kvasca 0,8%, računato na uzetu količinu brašna;
- šećera 1,0%, računato na uzetu količinu brašna;
- surutke u prahu 2,0%, računato na uzetu količinu brašna i
- 20% prethodno poparenog brašna vrelom vodom koje je ohlađeno na +25°C.

Svi se ingredijenti zamijese 10 — 15 min. planetarnom mjesilicom, a temperatura treba biti +25 — 26°C.

Taj se predferment ostavi da dozrijeva i fermentira 5 — 8 sati i onda se dodaje (kao ranije maja) glavnoj recepturi kruha u količini 5 — 8%, računato na količinu brašna. Tehnologija proizvodnje pre-fermenata (»startera«) je različita, ovo je samo **jedan** tip startera, koji se u nas pokazao koristan, jer ima prednosti pred starterima koji fermentiraju na povišenim temperaturama.



## 8.0. PAKOVANJE KRUHA

U suvremenom pekarstvu se danas uvodi pakovanje kruha, kada se ohladi (na + 50°C) u različite ambalažne omote. Dapače postoje i termostabilni celofani u kojima se peče kruh. No, bilo bi realno pri pogonima ipak pakovati pecivo, te specijalne vrste kruha. Međutim, pakovanju kruha u košare i dopremi do trgovačke mreže valja isto obratiti više pažnje, kao i manipulaciji u trgovinama.

## 9.0. IZ NAŠE PRAKSE: DNEVNIK PEČENJA KRUHA U JEDNOJ SUVREMENOJ PEKARI

I na kraju ovog kratkog pregleda o nekim našim iskustvima u našem pekarstvu dodaje se i dnevnik pečenja kruha u jednoj suvremenoj industrijskoj pekari, u nas proizvedenog korišćenjem intenzivnog zamjesa tijesta.

Kruh je proizvođen direktnim, jednofaznim procesom proizvodnje. Zamjes je vršen u brzorotirajućim »Diosna« mjesilicama tipa »wedel« u kojih je broj okretaja mješača 240 okretaja u minuti, a broj okretaja kazana (kible) 15 okretaja/min.

Dakle, tu proizvodnju karakterizira intenzivni razvoj tijesta pri čemu se glutenska mreža formira uz pomoć brzog rada mjesilice.

Ukupna proizvodnja od brašna do kruha traje oko 100 minuta od brašna do gotovog kruha, jer nije potrebno ostavljati tijesto na fermentaciji. Zamjes i razvoj tijesta je trajao samo 4 minute.

Red. broj	Pokazatelji	Količine — vrijeme
1.	količina brašna	116 kg
2.	% vode u brašnu	14,46%
3.	moć apsorpcije po farinografu (vode)	56,3 %
4.	temperatura brašna	18°C
5.	količina dodane vode	72 l (dodano više)
6.	temperatura vode	18°C
7.	količina soli	2,20 kg (2%)
8.	količina kvasca (svježeg)	2,90 kg (2,5%)
9.	askorbinska kis. (vitamin C)	4 g
10.	težina tijesta nakon zamjesivanja	193,1 kg
11.	prinos tijesta	166,4%
12.	temperatura tijesta	20 — 30°C

## DIJELJENJE, FERMENTACIJA, PEČENJE

13. odmaranje tijesta poslije zamjesa	10 — 15 minuta
14. djeljenje i oblikovanje (okruglo)	7 min
15. odmaranje i fermentacija u T-komori	8 min
16. oblikovanje (frkalica)	5 min
17. trajanje fermentacije	45 min
18. težina tijesta (slobodan oblik)	113 dkg
19. temperatura zraka u komori	32°C
20. relativna vlaga zraka u komori	80%
21. trajanje pečenja (slobodan oblik)	32 min
22. temperatura pečenja (početna)	290°C
23. temperatura pečenja (završna)	1,04 kg

## OCJENA KVALITETE KRUHA

25. težina kruha nakon 6 sati	1,01 kg
26. volumen kruha	3300 ml
27. upek u %	7,8 %
28. kiselinški stupanj	2,8
29. Ocjena bodovanjem (bodova ukupno)	27

Tako proizvedeni kruh bio je proizveden bez pre-fermenta, pa kada se on dodaje, postupak se ne mijenja, pa se račun bilance nešto mijenja.

### 9.0.2 Iz rada još jedne naše veće suvremene industrijske pekare (zamjes brzo — rotirajućim mjesilicama

U ovoj pekari se proizvodi polubijeli kruh i to izravnim postupkom, po slijedećoj recepturi:

— brašna	100 kg
— kvasca	2 kg
— soli	1,7 kg
— vode oko	58 l (ovisno o kvaliteti brašna)
— Vitamina C	4 g

Najprije se sol otopi, a kvasac razumiti (suspencija) u izvjesnoj količini tople vode (svaki posebno), te dodaje brašnu, koje se preko automatskih vaga dozira u mjesilicu. Zatim se dodaje Vitamin C i preostala voda automatski.

Miješanje tijesta se odvija u brzorotirajućim mjesilicama, kapaciteta 300 kg. Brzina ručice mjesilice je 90 okretaja/min, ali pošto je oblika dvostruke spirale, postiže se 180 okretaja/min. Miješanje traje 6 — 8 minuta (što ovisi o kvaliteti ljepka u brašnu i njegovoj količini). Temperatura zamjesa je bila 28°C.

Izmiješano tijesto se pokrije tankim slojem brašna i ostavi stajati 30 minuta, da fermentira.

Zatim se tijesto dijeli na komade težine 1120 g, te prolazi između valjaka, koji imaju suprotan smjer vrtnje i formira se u obliku loptica.

Odavde, pokretnom trakom, tijesto se prebacuje u intermedijarnu komoru« gdje se zadržava 6 — 7 minuta. Poslije toga tijesto se transportira na stroj koji ga oblikuje u vekne, koje zatim se odvoze u fermentacijsku komoru. Temperatura u komori je 38°C, a relativna vlažnost 75%. Tijesto se tu zadržava 40 minuta, gdje fermentira, a dužina fermentacije ovisi o »kvaliteti« brašna.

Pečenje kruha se vrši u električnim pećima. Ova pekara ima 3 peći; dvije imaju kapacitet po 1200 kg/h, a jedna 1600 kg/h. (Imaju posebnu peć za pecivo).

Prije pečenja, u peć se specijalnim ventilima ubrizgava para.

Pečenje se odvija 30 minuta na temperaturi 280 — 300°C.

Polubijeli kruh ne narezuju, dok bijeli narezuju. Tako postupaju, jer, im tržište zahtijeva što bolje znakove raspoznavanja jednog tipa kruha od drugog.

Kad se izvadi iz peći, kruh se slaže u plastičnu ambalažu (kutije), i ostavlja u skladište da se ohladi do 40 — 50°C. Tek tako ohlađen, kruh se transportira do prodajnih mjesta.

### 9.0.3 Dnevnik pečenja (u industrijskoj pekari) 24. 6. 1977 u nas

1. porijeklo i oznaka brašna	pšenično T 600
2. farinografska moć upijanja vode	57,1%
3. količina brašna	150 kg
4. količina vode	86 l (57,6%)
5. količina soli	2,6 kg (1,7%)
6. količina kvasca	3 kg (2%)
7. vitamin C	6 kg (0,004%)
8. temperatura vode	33°C
9. temperatura brašna	23°C
10. trajanje zamjesa tijesta	6 min
11. temperatura tijesta	18°C
12. težina tijesta	241 kg

#### PRVA FERMENTACIJA

13. vrijeme završetka zamjesa (ujutro)	6 h 25 min
14. vrijeme I fermentacije ili odmaranje nakon zamjesa	6 h 55 min
15. trajanje fermentacije tijesta i kifli	30 min

## MJERENJE, OBLIKOVANJE I ODMARANJE TIJESTA

16. vrijeme mjerenja tijesta i oblikovanja (započelo u)	6 h 58 min
17. težina oblikovanog tijesta	1120 g
18. temperatura oblikovanog tijesta	28,5
19. trajanje odmaranja tijesta (ili T »komora«)	7 min

## DRUGA FERMENTACIJA

20. vrijeme ulaska u ferm. komoru (početak u časova)	7 h 05 min
21. temp. zraka u ferm. komori	380C
22. rel. vlažnost u ferm. komori	75%
23. vrijeme izlaska iz ferm. komore (završetak u časova)	7 h 46 min
24. trajanje fermentacije (dužina trajanja)	40 min
25. vrijeme ulaska u peć (početak ujutro) u	7 h 47 min
26. temp. peći (I, II i III zona)	2900C-2750C-2600C
27. vrijeme izlaska kruha iz peći	8 h 17 min
28. trajanje pečenja	30 min
29. težina kruha nakon pečenja (odmah)	1015 g
30. gubitak na tijestu (manipulativni trošak zbog vrenja)	1,5%
31. prinos tijesta iz 100 g brašna	158,2 g
32. prinos kruha iz 100 g brašna	147,7%
33. gubitak kod pečenja	10%
34. volumen kruha	3350 ml
35. prinos volumena	444 ml

9.0.4 Ispitivanja kvalitete kruha (bodovna lista)  
(tri uzorka svake smjese)

PEKARA  
POLUBIJELI KRUH

26. 4. 1977.  
5 sati

Oznaka Težina kruha Faktori kvalitete	Broj 1 — 1040 g		Broj 2 —		Broj 3 — 1070 g	
	maks. broj bodo- va	uzroci nedost. taci	broj bodo- taci	nedos- taci	broj bodo- taci	uzroci nedost. taci
1. Volumen kruha	(2)		2		2	
2. Oblik kruha	(1)		1		1	
3. Boja kore	(1)		1		1	
4. Izgled površine kore	(1)		1		1	
5. Miris kore	(1)		1		1	
6. Debljina i jedn. kore	(1)		1		1	
7. Povezanost kore i sredine	(2)		2		2	
8. Boja sredine	(2)	1,5 (malo neujednačen)	2		2	
9. Poroznost sredine	(4)		4		4	
10. Vodeni prsteni, grudice gnjecavost (bez prisustva)	(3)		3		3	
11. Miris sredine	(2)		2		2	
12. Elastičnost sredine	(3)		3		3	
13. Okus kore i sredine	(4)		4		4	
14. Topivost kore i sredine	(3)		3		2	malo se lijepi u ustima
<b>UKUPNO</b>	<b>(30)</b>	<b>29,5</b>	<b>30</b>		<b>29</b>	

## 10.0. NASA ISKUSTVA U PROIZVODNJI 5 — DANA SVJEŽEG MIJEŠANOG RAŽENO — PŠENIČNOG KRUHA UZ INTENZIVNI ZAMJES TIJESTA

Za proizvodnju miješanog pšenično-raženog kruha koristi se tip pšeničnog brašna »600« ili još bolje tip »800« i raženog tip »950« ili neki tamniji tipovi i to u omjeru 1 : 1,5 u korist raženog brašna (vidi recepturu).

Miješanje pšeničnog brašna tip »600« i raženog tip »950« vrši se prije dodavanja vode, kvasca, soli i ev. drugih aditiva. Obično je temperatura brašna oko 20°C, pa ukoliko se želi da temperatura tijesta nakon zamjesa iznosi 30°C, to voda treba da ima temperaturu prema slijedećoj formuli:

$$T_v = (2 \times PT_t) - T_b - T_{m. z.}$$

gdje je:

$T_v$  = temperatura vode

$PT_t$  = potrebna temperatura tijesta

$T_b$  = temperatura brašna

$T_{m. z.}$  = temperatura mehaničkog zagrijavanja  
m. z.

Dakle:

$$T_v = 2 \cdot 30 - 20 - 7 = 33^{\circ}\text{C} \quad (2)$$

Količina vode se dodaje nešto više (oko 4 do 10 %) negoli što to pokazuje postotak apsorpcije vode, prema farinogramskoj krivulji do linije 500 B. J.

Nakon toga se dodaju potrebni aditivi i zamjes se vrši na brzohodnoj mjesilici koja ima 140 okretaja u minuti, u trajanju 6 min i 30 sekundi (tj. 2 min i 30 sek sporohodno, tj. sa 70 okretaja u minuti i 4 min sa 130 okretaja u minuti).

Fermentacijski proces glavnog tijesta traje 30 min, nakon čega se tijesto oblikuje u komadima po 0,58 kg. Oblikovani komadi su zatim stavljeni u »simple«, tj. ovalne košarice i preneseni u fermentacijsku komoru (taj se rad radi ručno ili strojno), gdje je temperatura zraka 40°C i vlažnost zraka 80 %. Fermentacija u komadima traje 30 — 40 minuta, a zatim su tjestani komadi stavljeni u parne peći kapaciteta 80 kg na temperaturu od 250°C.

Nakon 20 minuta vrši se prebacivanje u treću etažu peći na dopecivanje od 17 min, gdje je bila temperatura 200°C. Izvađeni kruh se važe (obično je upek 10 %) tj. gubitak 50 grama po komadu.

Kruh se 4 sata hladi, a zatim se pakuje u plastične vrećice, kako bi kruh zadržao svoju svježinu i produžio trajnost koja je zagarantirana do 5 dana u ambijentalnim uvjetima.

### 10.0.1 Dnevnik pečenja:

1. količina brašna	150 kg pšenično = 60 kg raženo = 90 kg
2. ‰ vode u brašnu	13,5 %
3. Moć apsorpcije vode po fari- nografu	55,4 % (pekarski = 68 ‰)*
4. temperatura brašna	200C
5. količina vode (ukupno)	120 litara
6. temperatura vode	330C
7. količina soli (2 ‰)	3 kg
8. količina kvasca (2 ‰)	3 kg
9. aditiv sa svježinu (suho kiselo tijesto+soli masnih kiselina)	3,75 kg (ili suhi »starter«)
10. temperatura zraka u ferment. komori	380C
11. relativna vlaga zraka	80 %
12. trajanje fermentacije	30 min
13. temperatura fermentacije (početna)	30,00C
14. temperatura fermentacije (završna)	30,50C
15. karakteristike tijesta poslije zamjesa	ljepljivo*
16. težina tijesta nakon fermentacije	261 kg
17. prinos tijesta iza 150 kg brašna	261,75 kg
18. vrijeme dijeljenja tijesta (ručno ili strojno)	30 min
19. karakteristike tijesta (živo, obradivo)	dobre
20. trajanje garbanja (u komadima)	38 min
21. težina komada (okrugli slobodni oblik — pogača)	0,58 kg
22. temperatura zraka u fermentacijskoj komori	400C
23. relativna vlaga zraka u fermentacijskoj komori	85 %
24. temperatura pečenja, (početna)	2500C
25. temperatura peći, (završna)	2000C

\*Dodana je veća količina vode, tijesto je ljepljivo, pa se teže strojno obrađuje, mora se posipati termičkim obrađenim brašnom, ako se želi strojno obrađivati.

Kruh nakon pečenja volumski zadovoljava, težinski zadovoljava i dovoljno je pečen. Nakon hlađenja kruh ostaje svjež 5 dana, vrlo je dobar okusa i takav kruh mnogo traže potrošači. Skuplji je za 15 — 20 % od običnog pšeničnog bijelog kruha.

## 110.0. Ekonomska važnost proizvodnje raženo — pšeničnog miješanog kruha

Bilo bi važno uvesti takav tip miješanog pšeničnog — raženog kruha na području mnogih velikih potrošačkih centara, te u blizini radničkih naselja, obzirom na veliki broj radnika i organiziranu prehranu u radničkim restoranima. Nadalje, kruh zadržava svježinu 5 dana, pa se vrlo rado koristi i u individualnim domaćinstvima, osobito za vikende, praznike i slično. Proizvodnja takvog kruha bila bi korisna i za potrebe naše armije (kada je ljudstvo na vježbama), a da se ne govori da je takav kruh dobro došao u slučaju nepogoda (potres) i slično.

Napominjem, ukoliko nema dovoljno raži, kao što je to na žalost slučaj u nas, raženo brašno se djelomično (do 50 %) može zamijeniti kukuruznim brašnom, koje je prethodno hidrotermički obrađeno.

Ovaj način proizvodnje kruha upućuje na obaveze **ugovaranja** proizvodnje raži (i ranih hibrida kukuruza) za potrebe pojedinih žito — kombinata u velikim gradovima da bi se osigurala proizvodnja sirovina i kvantitativno i kvalitativno.

## 11.0. SPRIJEČAVANJE MIKROBIOLOŠKE KONTAMINACIJE BRASNA I KRUHA

Mikroflora brašna je manje ili više istovjetna s mikroflorom zrna iz kojeg je brašno proizvedeno, iako se može mijenjati za vrijeme transporta ili čuvanja u skladištima.

Broj mikroorganizama u brašnu ovisi o:

- 1) broju mikroorganizama u normalnoj epifitnoj mikroflori na površini zrna;
- 2) broju mikroorganizama u dodatnoj mikroflori koja potječe iz različitih izvora onečišćenja;
- 3) načinu čišćenja žita pred meljavu; te
- 4) pripremi žita za meljavu; i
- 5) načinu meljave i tipu brašna.

Mikroorganizmi prisutni u brašnu najčešće ne uzrokuju kvarenje brašna koje je spremljeno u suhim i provjetrenim prostorijama. Ali, ako se sadržaj vode u brašnu, zbog velike vlažnosti, povisi na 16 % ili više, rast mikroorganizama, a naročito plijesni, se ubrzava. Brašno poprima neugodan kiselkast okus i miris, ili miris po pljesnivosti i truleži pokvarenog brašna. Što će nastupiti ovisi o vrstama prisutnih mikroorganizama i o uvjetima za njihov razvoj.

U brašnu se uvijek nalaze bakterije iz grupe **Bacillus subtilis**, te vrste iz rodova **Micrococcus**, **Flavobacterium**, **Achromobacter**, **Streptococcus** i dr.

Od plijesni najčešće su vrste iz rodova **Aspergillus**, **Penicillium**, **Monilia** i dr.

Da bi se brašno zaštitilo od nepoželjnog djelovanja mikroorganizama potrebno je:

1. održavati količinu vode u brašnu do 14 %, a ne 15 % kao što je to u nas (!) i
2. prevoziti i uskladištavati samo ohlađeno brašno,



3. stavljati vreće s brašnom samo na drvene podove,
4. povremeno prevrtati vreće s brašnom,
5. presipavati brašno iz zapljesniviljenih vreća i vreće sa slegnutim brašnom.
6. uvesti transport brašna u cisternama.

#### 11.0.1. Suzbijanje nitavosti (paučivosti) kruha

Pri izradi kruha vladaju takvi uvjeti da se mikroorganizmi porijeklom iz brašna mogu održati ne samo na životu, već i nastaviti s razvijanjem. U toku pečenja kruha veći broj mikroorganizama podliježe visokoj temperaturi i ugiba, a preživljavaju samo termostabilni oblici nekih naročito otpornih vrsta sporogenih bakterija iz grupe **Bacillus subtilis var. mesentericus**.

Nakon hlađenja kruha preživjele endospore tih bakterija proključuju u vegetativne oblike i izazivaju pojavu tzv. »paučinastog« ili »nitastog« kruha. Kvarenje se obično javlja 24 — 48 sati nakon pečenja, ali može i ranije, što ovisi o temperaturi okoline, vlažnosti kruha, o broju mikroorganizama, te pH vrijednosti sredine kruha.

Pojava se očituje na prelomljenim površinama kruha, pri čemu je sredina mekote amekšana i razvlači se u niti.

»Nitavost« kruha tumači se sposobnošću bakterija iz grupe **Bacillus subtilis**, da razlažu škrob do šećera i dekstrana, a bjelančevine do peptida koji pretvaraju mekotu u ljepljivu masu s karakterističnim mirisom.

Da bi se ta pojava na vrijeme spriječila treba uvesti stalnu mikrobiološku kontrolu pšeničnog zrna i brašna.

Prema nekim autorima, i vlasti u istraživanjima do pojave nitavosti kruha neće doći:

- 1) ako brašno ne sadrži više od 200 bakterijskih spora u 1 gramu;
- 2) ako se izbjegava mekano tijesto;
- 3) ako se izbjegava kratka fermentacija direktnog zamjesa tijesta na niskim temperaturama;
- 4) ako se dodaju tijestu octena kiselina, ili njene soli, ili kisela maja, odn. starter te održava pH vrijednost sredine između 4,6 — 4,8; što je autor više puta provjerio;
- 5) ako se kruh nakon pečenja što brže ohladi;
- 6) ako se pečenje kruha provodi potpuno;
- 7) ako se sprema samo ohlađeni kruh.

Svakako da je najvažnije u praksi dodavati acidifikatore tijestu (u nas se dodaje »Sonopan«) ili kisele Ca — soli octene (ili propionske) kiselne.

Od bolesti kruha može se spomenuti i »pljesnivost«, pri čemu razne plijesni najčešće iz razreda **Phycomycetes** — rodovi **Mucor** i **Rhizopus** mijenjaju izgled, okus i miris kruha.

Plijesni u kruh dospijevaju posredstvom spora kojima se razmnožavaju, a koje su uvijek prisutne u zraku prostorija gdje se priprema kruh.

Sprečavanje kvarenja kruha plijesnima najbolje se provodi temeljitim čišćenjem i pranjem podova, stropova, zidova pekare, strojeva i svih alatki koje dolaze u dodir s tijestom ili kruhom.

Kvarenje kruha mogu izazvati i neke nesporigene bakterije kao nap. vrsta **Serratia marcescens**, koja se dobro razvija već kod 25°C, najčešće u sredini mekote, oblikujući kao krv crvene kolonije. Pojava je poznata pod nazivom »crveni« kruh. Te vrste bakterije kontaminiraju kruh naknadno, te se njihovo pojavljivanje može spriječiti temeljitim čišćenjem prostorije i alatki. Iz navedenog nameće se zahtjev da se tehnološki pravilnim postupcima nastoji osigurati sanitarno — higijenski uvjet čuvanja sirovina i proizvodnje kruha i peciva.

## 12.0. ULOGA LABORATORIJA U PEKARSTVU

U suvremenom pekarstvu je potrebno da laboratoriji **prethodno** ispituje organoleptičke, fizikalne, kemijsko — biokemijske, tehnološke i prehrambene osobine pšenice, kukuruza, odn. njihovog brašna, kruha i svih proizvoda od prerađevina žita i vodi tehnološki proces.

Oprema laboratorija i rad stručnog kadra treba sinhronizirati s radom stručnjaka u silosima, mlinovima i pekarama.

Što bi jedan laboratorij trebao raditi pri analizi: sirovina, brašna i prerađevina brašna?

Evo sadržaj rada (obzirom da to nije uvijek u praksi):

1. organoleptičke osobine žita i brašna: boja, okus, miris i sjaj;
2. fizikalne osobine žita: volumu, apsolutnu i specifičnu težinu, tvrdoću zrna, staklavost zrna, granulacijski sastav žitne mase i brašna, itd.;
3. Prometno — ekonomske vrijednosti žita: čistoću od primjesa, sadržinu vode u žitu, lom zrna, zaraženost insektima, grinjama i mikroorganizmima, fizikalne osobine (sve) sortnu pripadnost, količinu proteina, kiselinski stupanj i ev. termičku oštećenost žita koje je sušeno;
4. kemijsko — biokemijske osobine, uključuju analizu sadržaja vode, maltozni broj i količinu saharoze, kiselinski stupanj, te neke osobine pod 3; nadalje,
5. osobine tijesta mjerene reološkim instrumentima, bilo tipa FEA, bilo DMO — sistema;
6. tehnološke osobine žita: meljivost, potencijalnu pecivost brašna;
7. prehrambenu vrijednost (energetsku i biološku) specijalnih prerađevina (specijalni — obogaćeni tipovi kruha, tjestenine i peciva).

\* \* \*

Ovih nekoliko napomena iznosim iz dugogodišnje prakse ne samo Laboratorija za mlinarstvo i preradu brašna Tehnološkog fakulteta u Zagrebu, nego i iz neposredne prakse što sam je vršio zajedno s mnogim studentima i tehnolozima u više pekarskih pogona u Zagrebu, Koprivnici, Virovitici, Županji, Banja Luci, Osijeku i mnogim drugima. Neka od tih iskustava mogu, sinatram, koristiti i drugima.