

**BIOLOŠKO-ENERGETSKA VRIJEDNOST I PROIZVODNJA  
KRUHA OD BRAŠNA ŽITARICA OBOGACENOG VISOKOVRIJEDNIM  
BJELANČEVINAMA U NAS I U SVIJETU**

(Neka naša i strana iskustva)

UVOD

Nema više dvojbe, porastom broja stanovništva u svijetu, a to vrijedi i za SFRJ, sve će manje biti zastupljene u svakodnevnoj prehrani bjelančevine životinjskog porijekla, zbog njihove neopravdane skupoće u odnosu na biološku vrijednost bjelančevina biljnog porijekla. To je činjenica o kojoj se mora voditi briga pri planiranju prehrane, a to znači i proizvodnji namirnica idućih dvadeset godina, ne samo u svijetu, nego i u nas. Već danas, pri kraju 1976. godine, 1 gram animalnih proteina iz mesa (čisto mišićno tkivo) (računato  $N \times 6,25$ ) je skuplji gotovo deset puta od 1 grama bjelančevina kruha.

Istina, treba znati da je biološka vrijednost bjelančevina kruha oko dva puta manja od bjelančevina mesa, pa bi vrijednosti 1 kilograma kruha odgovarala vrijednosti oko 300 grama teletine. Jer, 300 grama teletine sadrži 45 — 49 g bjelančevina koje odgovaraju biološki vrijednosti 90 g bjelančevina iz jednog kilograma crnog kruha.

No, uz bjelančevine u kruhu ima (u 1000 g težine) još 450 grama ugljikohidrata, oko 15 grama masnoća, 10 grama mineralnih tvari (crni kruh) itd., dok u mesu nema ugljikohidrata. Prema tome, energetska vrijednost npr. 100 grama kruha iznosi oko 240 Cal, — ili 1 MJ dok je iste količine mršavog mesa sa 16% proteina i 5% masnoća — svega cca 110 Cal. — ili 460 J. Ako se troši crni kruh, njegovoj biološkoj vrijednosti treba dodati i vrijednost vitamina (osobito niacina), kao nezamjenjivih katalizatora biokemijskih reakcija u metabolizmu čovječjeg organizma.

**Prehrambena vrijednost bijelog i crnog kruha**

100 g običnog kruha (bijelog) ima oko 7,5 g bjelančevina, 50 g ugljikohidrata (šećera i škroba), 1,5 g masnoća, 2 g mineralnih tvari i 39 g vode. Energiju u razgradnji proizvode samo bjelančevine, ugljikohidrati i masnoće, pa tako po 1 g ugljikohidrata i bjelančevina daje po 16,3 Joula, a masnoće po 39 Joula. Pomnožimo li količinu energetskih tvari s navedenim bro-

Prof. dr Ljubomir Milatović,

OOUR — Institut prehrambeno-biokemijskog inženjerstva, Zagreb, Tehnološki fakultet

jem džala (Joula), dobiva se da 100 g bijelog kruha ima oko 1015 Joula, odn. 350 grama kruha — koliko se obično dnevno troši — daju 3552 Joula, dakle trećinu dnevnih potreba. **Crni kruh ima oko 2% više bjelančevina**, ali isto tako i 2—3% ima manje ugljikohidrata, te oko 2—3% više vode, te nešto više (do 1%) mineralnih tvari i nešto više (do 0,5%) celuloze i hemi-celuloze. Resorpcija crnog kruha je u probavnom traktu nešto manja, zbog prisustva celuloze — premda je celuloza korisna za rad crijeva.

**Prema tome, energetska, vrijednost crnog kruha je čak nešto manja od iste količine bijelog kruha, ali je zato njegova biološka vrijednost mnogo veća.** Nju sačinjavaju one organske i mineralne tvari u kruhu, koje se moraju unositi prehranom s obzirom da ih naš organizam ne može sintetizirati. Tu ubrajamo: bitne (esencijalne) aminokiseline bjelančevina, vitamine tipove u mastima i vodi, te neke oligoelemente.

U crnom kruhu (od brašna koje ima 1,250 % pepela računato na suhu tvar) ima količinski nešto više bitnih aminokiselina nego li u bijelom kruhu. Misli se na kruh tamnijeg brašna jednolične meljave 85—87% izmeljavanja pšeničnog zrna. Međutim, crni kruh u nas se sada proizvodi od tamnog tipa brašna (koje ima 1,050% pepela), pa s obzirom da mlinari melju i bijele tipove brašna i dobiju 40—45% (tipa 400 i tipa 600) brašna, to preostalih 30—33% je crno brašno, loše pećivne i manje nutricionističke vrijednosti. Istina, **prehrambena vrijednost ovisi i o recepturi kruha**, tj. o tome koliko je dodano kvasca i drugih ingredijenata pri formiranju tijesta.

#### Otogaćivanje brašna pri proizvodnji kruha

Mnoge zemlje koje pretežno proizvode bijeli kruh **obavezno pri zamjesu** tijesta dodaju ne samo 3—4% obranog (nemasnog) mlijeka u prahu (ili adekvatna količina sojinog brašna) pri zamjesu tijesta za proizvodnju kruha, nego i vitamini : tiamin i niacin, te soli kalcija i željeza. Dodatkom mlijeka, te vitamina, zatim soli Ca\*\* i Fe\*\*, zanatno se popravlja i količinski i međusobni odnos esencijalnih aminokiselina, te općenito **povećava** ukupna biološka vrijednost bijelom kruhu.

Ukoliko nema mlijeka, mogu se dodavati suhi termolizirani alkoholni kvasac (do 5%) i sojino brašno (do 10% u odnosu na količinu pšeničnog brašna) ili različiti sojini bjelančevinasti hidrolizati. Međutim, ukoliko se ne dodaje obrano mlijeko u prahu pri proizvodnji običnog konzumnog kruha, niti, pak, sojino brašno ili hidrolizati, (kao što je to slučaj u nas), onda je razumljivo **da je bijeli kruh biološki siromašan**. To isto vrijedi i za naš crni kruh, koji proizveden iz crnog brašna jednolične meljave čak do 80% izmeljavanja. **Tek 87% izmeljavanje pšeničnog zrna osigurava u brašnu veću biološku vrijednost, ali se u nas još ne proizvodi.**

Uostalom u gradu Zagrebu, oko pola milijuna potrošača trošilo je do nedavno 77% običnog bijelog kruha (11,8% kruh od brašna tip 400, a 65,3%



od brašna tip 600, te još sitnog peciva oko 6%, ili ukupno 83% komercijalnog bijelog tipa kruha, a svega 17% običnog crnog i miješanog (pšenično-kukuruznog) kruha).

Da navedene podatke nutricionistički još potkrijepimo, navodimo i to da u bijelom kruhu ima jedva 14 miligrama kalcijevih soli, zatim 5 mg soli magnezija, te 5 mg soli željeza i 8 mg soli bakra (računato u 100 grama kruha), dok fosfornih soli ima oko 100 mg. Znači, da su količine kalcija i željeza vrlo male s obzirom da je npr. dnevna potreba za kalcijevim resorblijivim solima ljudskog organizma 800 mg, a djeteta u razvoju i porastu čak i 1000 mg (ili jedan gram) kalcija. Zbog toga je npr. Engleskoj obavezno uvedeno već mnogo godina tome unatrag, da se dodaje oko 30 grama kalcijevog karbonata na 100 kg bijelog brašna, dok u nas o tome još nitko ne vodi nikakvog računa.

Crno brašno, pa prema tome i crni kruh, ima nešto više kalcijevih soli, ali oko 40 % tih količina je ipak neresorbljivo (u obliku fitata) u probavnom traktu pri proizvodnji kruha direktnim načinom proizvodnje. **Zbog toga je mljeko kao dodatak kruhu nezamjenjivo kao izvor resorblijivih oblika kalcijevih soli, potrebnih za izgradnju kostiju i zubi, naravno u prisustvu vitamina D u svakodnevnoj prehrani, a takav je obrok vrlo jeftin.**

Vitaminima je vrlo osiromašeno bijelo brašno u odnosu na njihov sadržaj u pšeničnom zrnu. Jedva da u 100 grama bijelog brašna, (pa i kruha) ima: 0,10 mg vitamina B<sub>1</sub> — ili tiamina, a dnevna potreba je oko 1,5 mg, ili toliko koliko ga ima u kilogramu i pol bijelog kruha (Sergent, 1973). Još je manja količina niacina u bijelom kruhu i iznosi svega 0,30 mg, dok je dnevna potreba čak 16 mg!

U crnom kruhu na jugoslavenkom tržištu u 1974. godini nisu količine tiamina i niacina bile znatno veće, jer se nije izmjeljavalo pšenično zrno više ni 80 %, koliko je to bilo predviđeno Naredbom o meljavi. **Zbog toga bi za proizvodnju bioški vrednijeg crnog brašna, pa prema tome i za proizvodnju crnog kruha, trebalo uvesti jednolično izmeljavanje pšenice od 85—87 %, jer će samo u takvom crnom kruhu biti znatno više osnovnih vitamina B-kompleksa. Proizvodnja takvog brašna trebala bi da čini barem 1/3 cjelokupne jugoslavenske proizvodnje pšeničnog brašna, a ostale 2/3 treba da čini proizvodnja bijelih tipova brašna sa 0,500 % pepela.**

Možda će netko na ovaj pregled prigovarati da ljudski organizam ne može biti dnevno bez jednog dijela obroka, ili strukture dnevne prehrane, bez animalnih bjelančevina — zbog njihove kompletnosti u esencijalnim aminokiselinama. Praktično govoreći, to je točno **samo ne toliko koliko se do sada mislilo.** Naime, do sada se je mislilo da je potrebno da jedna trećina do jedne polovine dnevnih potreba u bjelančevinama treba biti osigurana iz animalnog porijekla. To danas više ne odgovara suvremenoj nauci o prehrani. Naprotiv, ovisno o uzrastu, djeci od 10 do 12 godina starosti potrebno je 0,7 do 0,8 grama bjelančevina po kilogramu težine tijesta, **s tim da u dnevnom obroku hrane bude 35 do 40 % bjelančevina (bilo biljnog ili životinjskog porijekla), koje imaju sve esencijalne aminokiseline u povoljnom odnosu da ih dječji organizam može apsorbirati.**

### U svakodnevnoj ishrani dominiraju bjelančevine iz žita (brašna)

Odrasli ljudski organizam treba dnevno 0,5 do 0,6 grama bjelančevina po kilogramu žive vage, s tim da u dnevnom obroku budu zastupljene takve bjelančevine koje imaju 18—20 % esencijalnih aminokiselina. Znači, **odrasloj osobi teškoj 75 kg trebat će dnevno samo 33 do 45 grama bjelančevina**, računajući njihovu stopostotnu resorbljivost, što nije moguće postići, pa se taj broj treba povećati za najviše 10 %. **Prema tome, dnevno trebamo od 37 do 50 grama svih bjelančevina s tim, da u njima ima oko desetak grama svih esencijalnih aminokiselina u optimalnom omjeru.**

Kako izgleda opskrba bjelančevinama u zemljama istočne Evrope, gdje spada i naša zemlja i SSSR, a prema podacima FAO-a (FAO Food Balance Sheets, 1963—1965), Rome, 1970? Prema tim službenim izvorima prosječno svaki stanovnik troši oko 94 grama bjelančevina dnevno i to (izraženo u %) iz sljedećih namirnica:

1. iz prerađevina cerealija (žita)	48,3
2. iz korjenastih biljaka (uglavnom krumpir)	8,2
3. leguminoze i sjemena uljarica	2,0
4. voća i povrća	2,5
5. mlijeka i mlječnih proizvoda	16,1
6. mesa (svih vrsta)	12,9
7. jaja	2,2
8. iz ribe	1,9
Ukupno:	94,1 %

**Dakle gotovo dvostruko više bjelančevina nego što su to dnevne potrebe.** Istina, ovoj kalkulaciji nedostaje izračunavanje PER (efektivne resorbljivosti bjelančevina), no u svakom slučaju **još u nas nije glad za bjelančevinama**, ali to ne znači da će tako biti i idućih 25 godina!

Upozoravamo na tri vrlo važna momenta iz prikazanih podataka o izvorima potrošnje bjelančevina i to:

a) **prvo:** najveći izvor bjelančevina su prerađevine žita, a to su prerađevine pšenice, raži i kukuruza;

b) **drugo:** biološki najvrijedniji izvor animalnih bjelančevina čini 30,9 grama dnevno, ili 30 % od ukupne potrošnje svih bjelančevina, a to je za cca 50 % više od ranije iznijetog nutricionističkog zahtjeva; i

c) **treće:** vrlo malo, bolje reći minimalno korištenje u svakodnevnoj prehrani proteina sjemena leguminoza i uljarica bogatih bjelančevinama i optimalnog sastava esencijalnih aminokiselina (soja, leća, grašak, grah, bob, suncokret itd.).

No, to su prosječni statistički podaci koji za našu zemlju još su karakterističniji u korist potrošnje prerađevina cerealija, **s obzirom da njihovom prehranom primamo dnevno 1913 Cal odn. 8077 youla ili 2/3 do 3/5 ukupno dnevno potrebne energije (FAO, 1970).**



Dakle, mi, i ne samo Jugoslaveni već i skoro svi narodi Mediterana su dobri potrošači (najveći u svijetu!) kruha. Ta potrošnja u nas se kreće oko 180 kg godišnje po stanovniku. I što je najkarakterističnije, umjesto da potrošnja opada, ona posljednjih godina bilježi blagi porast (za 2—3 %, npr. u Beogradu i Zagrebu).

Iz toga proizlazi, da nećemo tako brzo smanjiti potrošnju prerađevina cerealijskih idućih desetak godina, pa, računajući na tu okolnost, došli smo na ideju da i ne propagiramo (a i ne tražimo rigorozno) smanjenje potrošnje prerađevina pšenice, raži, kukuruza i drugih cerealijskih — već da njihove prerađevine učinimo biološki bogatijim — ne samo bjelaničevinama koje imaju optimalni sastav esencijalnih aminokiselina, nego i vitamina i oligoelemenata. To tim prije, što su biljne namirnice uvijek do sada bile (a vjerojatno će tako biti i još dugo godina) mnogo jeftinije od animalnih bjelaničevina.

Nadalje, više danas ne prilazimo procjeni vrijednosti kruha, tjestenina i drugih prerađevina, samo sa njihove tehnološke (pa često i formalističke) strane, nego prvenstveno sa nutritivne i ekonomske. Dakle, proizvesti biološki vrijednu i jeftinu hranu!

#### Problem sirovina za proizvodnju kruha u svijetu

Proizvodnja pšenice u svijetu ne prati povećanje stanovništva, zalihe su umanjene, a cijene u 1974. godini su znatno povećane i iznose skoro dvostruko više nego li na našem jugoslavenskom tržištu. Samo u SAD je porasla cijena pšenice od \$ 80 (osamdeset dolara), koliko je iznosila u septembru 1972. godine na 220 US \$ u jesen 1973. godine po toni, a da se ne navodi da će cijena pšenici i dalje rasti. Zbog toga, kao i zbog demografskog povećanja, sve će manje biti pšenice za proizvodnju kruha (i drugih proizvoda od pšenice) idućih 25 godina, pa se najozbiljnije postavio zadatak da se kruh proizvodi ne samo od djelimično zamijenjenog pšeničnog (i žaženog) brašna drugim, nego da se proizvede kruh apsolutno bez upotrebe pšeničnog brašna. Uostalom, ukupna svjetska proizvodnja pšenice kreće se oko 300 milijuna tona, proizvodnja riže oko 320 milijuna tona, te kukuruza oko 250 milijuna tona, a proizvodnja soje iznosi oko 30 milijuna tona, od čega 70 % se proizvodi u SAD, a 20% u NR Kini.

Osobito je zanimljiva proizvodnja i upotreba sojinog brašna danas u svijetu s obzirom da u soji ima oko 40 % punovrijednih proteina te 22 % masti (ulja). Međutim, do kraja 1973. godine jedva se 3 % ukupno proizvedene soje trošilo za potrebe ljudske prehrane (u kruhu, masnim kobasicama, tjesteninama, kolačima itd.), iako sojini proteini imaju vrlo dobar međusobni odnos esencijalnih aminokiselina.

Riža je siromašna ukupnom količinom bjelaničevina, a običan (i hibridni) kukuruz deficitaran u zeinskoj grupi bjelaničevina bitnim aminokiselinama: lizinom i triptofanom. Prema tome, u proizvodnji neglutenskog kruha iz brašna: kukuruza, riže, sirka, prosa, krumpira i manjke, spriječio se manjak ukupnih bjelaničevina u brašnu i posebno nedovoljne koli-

čine nekih bitnih aminokiselina (kao npr. u kukuruznom grizu) — ali ne i u brašnu punog kukuruznog zrna. Međutim, problem je sačuvati brašno od punog kukuruznog zrna da se vrlo brzo ne užegne i ne postane rasketljivo zbog prisustva lipida.

Manjak bjelančevina, te poboljšanje njihove biološke vrijednosti može se danas najlakše i najjeftinije popuniti dodatkom sojinog brašna (odmašćenog ili punomasnog — termički pripremljenog za ljudsku prehranu) ili brašna drugih leguminoza, osobito u Africi — dodatkom brašna arašida (kikirikija).

Na svjetskoj Konferenciji za proteine soje, koja je održana od 11. do 4. novembra 1973. godine u Münchenu, iznijeto je da bi sadašnja proizvodnja soje u svijetu bila dovoljna da podmiri potrebe u ukupnim bjelančevinama za pola milijarde ljudi, računajući dnevnu potrebu na bjelančevinama odraslom organizmu 65 grama (Newsletter No. 4-ICC — Studijske grupe 32, od aprila 1974, Wageningen, Netherlands).

Međutim, uzme li se da se pri proizvodnji kruha koristi najviše do 20 % sojinog brašna (računato na ukupnu količinu svih vrsta brašna), onda se može zaključiti da bi moglo osigurati kruh za 2,500.000 ljudi ili 4/6 cjelokupnog čovječanstva, bez upotrebe ijednog kilograma pšenice, **u koliko bi, se prihvatila receptura za proizvodnju neglutenskog kruha koja se navodi u daljnjem tekstu.**

#### **Kruh proizvedan bez pšeničnog i raženog brašna**

Još 1965/66. godine FAO je zatražio od Instituta za brašno i kruh TNO u Wageningenu (u Nizozemskoj), da pokuša proizvesti dobro pečen i narašao (voluminozan) kruh od neglutenskog brašna, specijalno od: manioke, krumpira i slatkog krumpira (yam-a), te deoleiziranog brašna sjemena leguminoza, pamukovca i dr. Time je već tada FAO želio da ima recepture i tehnologiju proizvodnje **novih vrsta kruha**, za ogroman areal čovječanstva koje gladaže ili nema dovoljno pšenice i riže.

Zadatak su preuzeli stručnjaci I. C. Kim i D. de Ruyter (Max Milner, 1969) i proizveli kruh ove recepture:

a) brašno cassave — manioke (ili drugo neglutensko ili čisti škrob)	80 %
b) sojino odmašćeno brašno	20 %
c) svježi prešani pekarski kvasac	2 %
d) kuhinjska sol	2 %
e) šećer (saharozna)	4 %
f) voda za zamjes	do 60 %
g) gliceril-monostearat (10 % emulzija)	10 %

(Stearat kao emulgator je dodavan kao sredstvo povezivanja granula u tijestu i pokazao se uspješnim).



Zamjes je izvršen brzrotirajućim mjesilicama do 600 okretaja min. i obavljen je u dvije faze: prvo su zamiješani svi ingredijenti na 300 okretaja min. u trajanju 2 min, a na 600 okretaja min daljnjih 8 minuta, tako da je zamjes ukupno trajao 10 minuta.

Tijesto je imalo temperaturu +28°C i glavna fermentacija je trajala 40 minuta, ali je nakon toga ponovo premiješano u trajanju 5 minuta uz 600 okretaja ručica mjesilice u minuti, zatim dijeljeno, formirano u kalupima i ostavljeno da naknadno fermentira (garba) daljnjih 30—40 minuta na +30°C, te nakon toga pečeno u pećnici na +230°C u trajanju 30 minuta. Kruh je imao 10,3 % bjelančevina (računato Nx 5, 7).

No, ne samo da je proizveden kruh iz brašna manioke (cassava) i soje, nego se u Biltenu FAO — Agr. No. 4) navode i druge recepture (Composite Flour Programm FAO, 1969), koje bi mogle zanimati naše čitaoce, pa ih ovdje navodim (vidi tab. 1).

Tabela 1 — Receptura miješanog kruha uz dodatak pšeničnog brašna i kukuruznog škroba (FAO — 1969)

Ingredijenti	Količina (računata težinski)
Pšenično brašno	40
Škrob od kukuruza	40
Brašno od soje	20
Šećera	6
Soli	2
Kvasca	2
Hidroksipropil-metilceluloze	1
Vode	90

U Senegalu (Dakar) u Africi također je FAO osnovao Institut za preirambene tehnologije, koji je imao sličan zadatak i prema istraživanjima H. Pertena (1969) stručnjaci Instituta su uspjeli proizvesti različite vrste kruha iz brašna: **prosa, kukuruza i soje uz dodatak oksidanasa i emulgatora, sa ili bez dodatka manje količine pšeničnog brašna.**

\* \* \* \* \*

Navedena istraživanja u svijetu navela su i nas na Tehnološkom fakultetu u Zagrebu da proizvedemo miješani kruh u kojemu smo zamijenili 30 % pšeničnog brašna neglutenskim (20 % kukuruznog sitnog + 10 % sojinog brašna), ali uz obaveznu prethodnu termičku obradu kukuruznog brašna i uspjeh nije izostao (Milatović, Martinek i Samardžić, 1974).

Od kolike je važnosti u nas djelomična zamjena glutenskog pšeničnog brašna ne treba posebno naglašavati, s obzirom da još uvijek uvozimo pšenicu za potrebe prehrane.

## **Neka dosadašnja strana i vlastita ispitivanja koje mogu koristiti i na zemlje u razvoju**

Na Tehnološkom fakultetu u Zagrebu posljednjih se nekoliko godina u Laboratoriju za mlinarstvo i preradu brašna istraživala specijalna tehnologija proizvodnje namirnica na bazi žita, koje će biti biološki obogaćene, koristeći pri tom naše sirovine i naše uvjete proizvodnje u zemlji.

Među biljnim namirnicama koje smo počeli ili želimo proizvoditi i koje u našem planu rada spomenuli bismo slijedeće:

- 1) miješani pšenično-kukuruzno-sojin kruh visoke biološke vrijednosti;
- 2) proizvodnja pšeničnog crnog kruha koja ima 15 % bjelančevina (računato na suhu tvar uz dodatak suhog termoliziranog kvasca *Saccharomyces cerevisiae*);
- 3) obogaćene tjestenine u dodatak najmanje 5 kom. jaja;
- 4) obogaćene tjestenine dodatkom 12—15 % sojinog brašna (odmašćenog i neodmašćenog, termički pripremljenog za ljudsku potrošnju);
- 5) visokoproteinske nefermentirane biskvite;
- 6) proteinske štapiće i druge SNACK-namirnice, itd.

Obzirom da smo prvo utvrdili recepture, procese i operacije u proizvodnji kruha visoke biološke vrijednosti (uz financijsku pomoć Savjeta za naučni rad SR Hrvatske, te OOUR-a »Marijan Badel« — Sesvete-Zagreb), to ovdje ukratko iznosimo samo neka naša iskustva **proizvodnje biološki obogaćenog kruha.**

### **Receptura za proizvodnju proteinski obogaćenog miješanog pšenično-kukuruzno-sojinog kruha**

Kao sirovine smo uzeli brašno pšenice i kukuruza i to pšenično brašno tip 600 (sa 0,630 % pepela) i kukuruzno brašno, koje ima maksimum 0,80 % masnoća. To je zapravo bio usitnjeni kukuruzni griz, ali se može uzeti i kukuruzno brašno sa višim postotkom masnoća, no s tim da bude svježe, korišćeno je i svježe brašno punog kukuruznog zrna, ali nastaje tehnološki problem njegovog dužeg čuvanja prije upotrebe. No, taj se problem može riješiti, kao što je to riješen i problem trajnosti čuvanja brašna (punomasnog) soje.

Osim brašna pšenice i kukuruza koristili smo i vrlo mali postotak (oko 2 %) i brašno raži (tip 0,950) radi vezivanja sredine kruha (Milatović, Martinek i Samardžić, 1974).

Osnovna bjelančevinasta komponenta bilo je odmašćeno sojino brašno, pripremljeno za ljudske prehrane.

Osim ovih ingredijenata od cerealija recepturu čine i druge komponente. Prema tome naša receptura je bila ova/kva:



1) pšenično brašno tip 600	68 %
2) kukuruzno brašno (maksimalno 1,5 % masnoća ili iz cijelog zrna prosijanog)	20 %
3) sojino (odmašćeno) brašno	10 %
4) samo 5 % suhi termolizirani kvasac (alkoholni bez sojinog brašna)	( 5 %)
5) raženo brašno (tip 950)	2 %
6) mlijeko (bezmasno) u prahu	3 %
7) kvasac (prešani)	4 %
9) šećer (saharozna)	1 %
9) NaCl (kuhinjska sol)	1,7 %
10) L-askorbinska kiselina	4 mg/100 g brašna
11) voda — prema apsorpciji, gdje je uračunata i voda potrebna za hidro-termičko tretiranje kukuruznog brašna.	

Ne ulazeći za ovaj prikaz u detaljne tehnološke operacije i procese proizvodnje ovog kruha, ipak ovdje valja istaći **da hidro-termička obrada kukuruznog brašna ima za zadatak da povećava apsorpciju vode tijesta, pa prema tome i randman kruha (koji iznosi oko 152 umjesto 140, ili čak 136 količino to iznosi za običan komercijalni kruh). Randman kruha je vrlo važan ne samo tehnički, nego prije svega ekonomski faktor koji uvjetuje jeftiniju proizvodnju.**

Nadalje, hidrotermička obrada kukuruznog brašna (tijesto tretirano vrelom vodom) omogućila je povećanje količine maltoze (pa prema tome i fermentacione moći tijesta) od 0,75 % na 9,90 % računato kao reduktivni šećer. I na kraju, hidrotermički tretman omogućio je **da sredina kruha bude mekasta i nemrvljiva oko 100 sati u ambijentalnim uvjetima, što je od posebne važnosti u mas.**

No, navedena receptura je od posebnog značenja zbog unosa sojinog brašna i mlijeka u prahu (bezmasnog). Time je povećana prosječna količina bjelančevina za 50 % više nego li uobičajeni komercijalni kruh. Tako ovaj miješani pšenično-kukuruzno-sojin kruh ima oko 15—17 % visokovrijednih bjelančevina, računato na suhu tvar, s odličnim međusobnim odnosom esencijalnih aminokiselina.

Navedeni tip kruha osigurava oko 40 % svih potrebnih esencijalnih aminokiselina, ukoliko se dnevno troši 350 grama kruha (sa oko 45 % vode). Ili, drugim riječima, 350 grama kruha dnevno osigurava oko 33 grama bjelančevina (čiji je PER oko 2,0), ili skoro 80 % svih dnevnih potreba. **Prema tome, samo još 20 % potreba na bjelančevinama, ili svega 50 grama mišićnog tkiva, odnosno najviše dva jajeta ili 1/4 litre mlijeka je dovoljno uzeti dnevno da bi se podmirilo minimum bjelančevina uz potrošnju 350 grama dnevno ovog kruha.**

## Tehnološki procesi i operacije proizvodnje kruha

I na kraju, cijeli tehnološki proces tog biološki obogaćenog kruha od brašna do pečenog proizvoda traje svega 110 minuta, koristeći tzv. »no-time« sistem (odnosno direktni skraćeni postupak bez glavne fermentacije tijesta), uz upotrebu brzo rotirajućih mješalica — što uvelike smanjuje opremu i investicije, pa i time cijenu koštanja.

Proizvodnja kruha se može organizirati i u industrijskim pekarama i to u kalupima, uz cijenu običnog kruha, ili uz minimalno povećanje cijene, kao što se to vidi iz slijedećih podataka:

a) Cijena sirovina za bjelančevinama obogaćeni kruh je svega za 10 % viša nego li što iznosi cijena običnog polubijelog kruha u nas.

b) Kruh dobiven prema našoj recepturi ima najmanje 40 % više bjelančevina (količina ovisi u osnovi o tome, kakvo pšenično brašno upotreb-  
ljavamo, da li sa manjim ili većim sadržajem bjelančevina), pa cijena 1 grama bjelančevina u kruhu ostaje ista.

c) Nutricionistička i to posebno bjelančevinsko-biološka vrijednost našeg biološki obogaćenog kruha je najmanje **dvostruko veća** od prehrambene vrijednosti običnog konzumnog polubijelog kruha, što je predmet našeg daljnjeg istraživanja.

d) Zamijenili smo 20 % pšeničnog brašna kukuruznim, što je vrlo važno sa gledišta ne samo jugoslavenske proizvodnje cerealija i podmirjenja nacionalne potrošnje bez uvoza, nego i zemalja u razvoju, osobito u većim dijelom zemalja Afrike i Južne Amerike.

e) Naša receptura uvjetuje mnogo više proširenje proizvodnje soje i njenu preradu za ljudsku prehranu, a ne za stočnu hranu. Čak preporučujemo zamjenu i mlijeka sojom.

### Zamjena mlijeka sojom u recepturi proizvodnje kruha i aminokiselinski sastav i sastav sojinog brašna

Dakle, danas se mlijeko u prahu uvelike zamjenjuje specijalno pripremljenim brašnom od soje i dodaje se u istoj količini. Tako u suvremenoj tehnologiji prerade soje danas se proizvode specijalna visokobjelančevinasta sojina brašna, koja se dodaju do 3 % u odnosu na ukupnu količinu pšeničnog brašna, bez deklaracije. Takvo specijalno brašno nedavno je plasirala Central Soya Co., Chicago, koje se dodaje umjesto bezmasnog mlijeka u prahu pri proizvodnji kruha, a u cilju balansiranja (i obogaćivanja) esencijalnim aminokiselinama pekarskih proizvoda.

Radi potpunije fermentacije tijesta još se dodaje i Ca-sulfat, kao i radi boljeg vezivanja vode i obogaćivanja kruha solima kalcija. To sojino brašno ima 53,0 % bjelančevina (N x 6,25); 5,3 % vode i 1,0 % masnoća (ekstraktivnih u petroleteru), te 2,8 % sirove celuloze.

**Aminokiselinski sastav i sadržaj vitamina tog brašna vidljiv je iz slijedećih tabela (vidi tabele 2, 3 i 4 prema Turro-u i Šipos-u, 1973).**



Tabela 2 — Sadržaj esencijalnih aminokiselina u ingredijentima miješanog kruha  
(u g/100 g dušičnih tvari 16 g N)

Sastojak	Leu- cin	Izo- leucin	Lizin	Metio- nin	Fenil- alanin	Trip- tofan	Va- lin	Treo- nin
Puno, pšenica	6,4	3,8	2,7	1,6	4,6	1,3	4,3	2,9
Bijelo (400)	7,0	3,7	1,9	1,6	5,4	1,3	4,2	2,9
Bijeli kruh	7,4	3,7	1,9	1,9	5,0	—	4,2	2,9
Kukuruz (cijeli)	12,0	4,0	3,0	2,1	5,0	0,8	5,6	4,2
Mlijeko (kravlje)	9,9	6,2	7,8	2,4	5,1	1,4	7,0	4,6
Taja (cijela)	9,0	5,8	6,7	3,0	5,3	1,8	7,2	5,3
Bjelanjak	9,0	5,8	6,6	4,0	5,9	1,9	7,8	5,0
Soja (cijela)	7,7	5,3	6,4	1,3	5,0	1,4	5,3	4,0

Prema: Le Tables Composition des Aliments iz knjige »Le guide de la diététique« od Emile Gaston Peeters, Marabout-Service, Verviers (Belgija), p. 60—61.

Tabela 3 Aminokiselinski sastav sojinog brašna  
(računato u g aminokiselina/16 g N)

Lizin	5,87
Metionin	1,20
Cistin	1,48
Treonin	3,74
Leucin	7,25
Izoleucin	4,15
Fenilalanin	4,80
Tirozin	3,38
Valin	4,49
Triptofan	1,30

Tabela 4 Vitamini i mineralne tvari u specijalnom sojinom brašnu  
(računato u mcg/g)

a) Vitamini	mcg/g
Niacin	14,83
Pantotenska kiselina	11,17
Piridoksin	3,99
Tiamin	3,66
Folna kiselina	2,79
Riboflavin	2,02
Biotin	0,48

#### b) Mineralne tvari

Kalcijum	1,71
Fosfor	0,70
Kalijum	2,38
Natrijum	0,10
Magnezijum	0,23
Željezo	74,00

Posebno valja istaći veliku količinu željeza, koje inače u mlijeku nema.

Već danas postoji nekoliko komercijalnih tipova proteina soje koji služe kao dodaci, obogaćivači pri proizvodnji kruha, tjestenina, biskvita ili drugih proizvoda.

Tako postoje:

1. **sojino brašna i krupni griz od soje** — Brašno se upotrebljava za pekarske proizvode, proizvodnju dječje hrane, miješane proizvode, kobasice i dijetetske proizvode. Sadrži 40—60% proteina. Krupni grizevi se upotrebljavaju najviše pri proizvodnji namirnica za snacks-proizvode,

2. **Bjelančevinasti koncentradi soje** — To su specijalno pripremljeni proizvodi u obliku pahuljica li sojinog brašna, obogaćeni šećerima i mineralnim tvarima, koji sadrže oko 70% bjelančevina. Upotrebljavaju se kao dopunska punila u tehnologiji prerade mesa, te u pekarstvu za tzv. gotove namirnice za doručak, zatim za proizvodnju namirnica za ugrožene kategorije pučanstva (djecu, starce, trudnice itd.):

3. **izolirani proteini odn. bjelančevine soje** u obliku pahuljica, koji imaju 90% i više bjelančevina. Ovi sojini koncentradi se upotrebljavaju kao dodaci pri proizvodnji konzervi od mesa, u proizvodnji mlječnih proizvoda, specijalnih konditorskih proizvoda itd.;

4. **strukturirani sojini proteini**, odn. bjelančevine u dva oblika koji se koriste kao aditivi u tehnologiji mesa, te u proizvodnji specijalnih krema i uopće namirnica itd.

#### Neki proizvodi na bazi tehnologije obogaćivanja tijesta

Danas se u svijetu proizvodi veliki broj proizvoda na bazi soje, brašna, kvasca, mlijeka, maslaca, jaja, soli, šećera itd., kao npr.:

**Cargill** — slijedeće recepture: 90% brašna, 10% sojinog brašna, 56% mlijeka, 3% kvasca, 1,5% šećera, 4% maslaca, 0,6% soli i 10% svježeg sadržaja jaja. Proizvod je kuhan (35 minuta na +177°C), kasnije začinjjen i hladan serviran kao snack-namirnica.

Nadalje, **danski kolač**, sličan pečeni proizvod itd.

Tehnologija prerade soje je veoma mnogo razvijena u USA, a sada počinje i u NR Kini, dakle u ove dvije zemlje koje drže skoro svu proizvodnju ove dragocjene leguminoze, koju više ne treba davati u stočnoj ishrani



kao dodatak krmivu, nego korisno upotrebiti kao biološko vrijedni bjelančevinasti obogaćivač svih namirnica u ljudskoj hrani.

Ali nije samo soja koja se može upotrebljavati kao dodatak (obogaćivač) pri proizvodnji kruha i drugih proizvoda. **I sjeme pamuka (bilo kojemu je odstranjen alkaloid — gosipol, bilo selekcija sjemena proizvedenog bez gosipola) može se dodavati u iznosu 5—15% pri proizvodnji kruha.** Obito je za nas zanimljivo dodavanje umjesto sojinog brašna od (boba i to 5 do 15% za proizvodnju keksa, koji doduše ima nešto izmijenjenu boju.

Međutim, dodatak crnim tipovima brašna pri proizvodnji kruha, ne samo da povećava biološku vrijednost, nego i randman tijestu i kruhu, kao i svježinu (nemrvljivost) sredina kruha, što se godinama radi u Francuskoj. **Drugim riječima, usporava starenje kruha, pa nije potrebno dodavati emulgatore.**

I na kraju treba napomenuti da se u posljednje dvije — tri godine u svijetu uvodi punomasno sojino brašno u količini 12—28% (računato na pšenično brašno) i gdje se pecivna i tehnološka svojstva tijesta popravljaju dodatkom: Na-stearil-2-laktatom (Na-SL) u količini 0,25 do 2,0%, radi formiranja bolje poroznosti, volumena i duže svježine kruha.

Dodatak Na-SL u količini 0,5% i uz dodatak 24% sojinog punomasnog brašna omogućio je proizvodnju kruha dobre kvalitete (narastao i dobrog okusa). Umjesto Na-SL mogu se dodavati etoksilirani monogliceridi, koji doduše daju veći volumen, ali lošiju (krupniju) poroznost sredine kruha. Pri usporedbi sredine kruha uz dodatak punomasnog sojinog i odmašćenog sojinog brašna (istog proteinskog sadržaja) dobiven je kruh boljih pecivnih sposobnosti pri upotrebi punomasnog sojinog brašna. Uz to imao je i dužu vremensku svježinu sredine kruha (Tsen i Hoover, 1973).

#### **Ostale biljne namirnice tjestenine i keksi:**

U našim daljnjim istraživanjima predviđena je proizvodnja visokoproteinskih tjestenina slijedeće recepture:

a) brašno tip 400 određene granulacije	100 %
b) sojino punomasno brašno (ili sojini koncentrati)	12—16 % (3—20 %)
c) dodatak sredstava koja sprečavaju raskuhavanje tjestenina	0,3—2,0 %

No, osim ove recepture, ispitali smo i proizvodnju obogaćene jajčane tjestenine (uz dodatak 5 komada sirovog jajčanog sadržaja).

Posebno smo planirali proizvodnju visokoproteinskih nefermentiranih kolača (biskvita itd.) u kojima se dodaje od 8—24% punomasnog sojinog brašna s tim, da keksi imaju od 21—58% bjelančevina (Nx6,25).

Dodatak odmašćenog sojinog brašna u istim postocima povećava vrijednost bjelančevina za još 2—3%, a dodavanje proteinskog izolata povećava vrijednost za 70—90%.

**Neki rezultati novijih istraživanja na proizvodnji crnog kruha  
obogaćenog bjelančevinama i vitaminima iz suhog termoliziranog  
kvasca *Saccharomyces cerevisiae***

Svakako, ovaj prikaz ispitivanja valja upotpuniti našim novijim rezultatima proizvodnje crnog kruha povećane biološke vrijednosti (koji ima najmanje 15% bjelančevina, računato na suhu tvar) dodavanjem crnom pšeničnom **brašnu 5% suhog termoliziranog kvasca**, koji nastaje kao nus-proizvod pri alkoholnom vrenju u tvornici alkoholnih pića »Marijan Badel« — Sesvete kraj Zagreba.

Tipična receptura (Milatović — 1976. koju je prihvatila i praksa) u pogonu OOUR-a Pekarstvo »Žitokombinata« u Zagrebu je bila:

1) Crno brašno (tip 1000)	108,0	kg	(ili 90 %)
2) Pšenično »Graham« brašno*	12,0	kg	(ili 10 %)
3) Suhi termolizirani kvasac****	6,0	kg	(ili 5 %)
4) Sirutka u prahu**	2,4	mg	(ili 2 %)
5) Svježi pekarski kvasac	2,5	mg	(ili 2 %)
6) Sol (NaCl)	2,7	mg	(ili 2,2 %)
7) Voda prema apsorpciji	81,0	l	(65,3 %)
8) Vitamin C	0,006	mg	(5 mg%)
9) Preferment***	15,0	l	(13 %)
Ukupno tijesta:	228,166	kg	

\* »Graham« brašno je prethodno posebno termički obrađeno vrelom vodom, radi povećanja hidrofilitnosti škroba, pa prema tome i radi povećanja prinosa tijesta i kruha.

\*\* **Sirutka** u prahu — proizvod »Zdenke« iz Vel. Zdenaca, sastava: bjelančevina 12,5%, laktoze 73%, mineralnih tvari 10% (Ca-soli = 0,7%).

\*\*\* **Preferment** (tekući) je specijalno pripremljen po recepturi autora za potrebe OOUR-a »Marijan Badel« — Sesvete — Zagreb (vidi Projekt »Upotreba suhog termoliziranog kvasca *Saccharomyces cerevisiae* u tehnologiji kruha«, Zagreb, 1976).

\*\*\*\* **Suhi termolizirani kvasac** alkoholnog vrenja poduzeća »Marijan Badel« iz Zagreba, imao je slijedeći kemijski sastav: voda 8,34%, pepeo 6,07%, bjelančevine (Nx6,25) 52,15%, nedušične tvari 33,07%, celuloza 0,09% i masnoće 0,28%.

Svakako da bi se znala biološko-prehrambena vrijednost kruha, morala se izvršiti i kemijska analiza brašna i drugih komponenata. Brašno je imalo 13,3% bjelančevina (na suhu tvar Nx6,25), a drugi podaci kao amino-kiselinski sastav i dr. dati su u članku koji se nalazi u tisku časopisa »Prehrambeno-tehnološka revija — Zagreb — 1977).



## Operacije i procesi proizvodnje kruha — prehrambena vrijednost biološki obogaćenog kruha

Prema navedenoj recepturi, svi su sastojci zamišljeni u pogonskoj mješalici domaće proizvodnje, koja je imala dvije brzine (prvom brzinom ručka u kotlu se okretala 70 puta u minuti, a drugom brzinom 140 okretaja u minuti i zamjes je trajao ukupno 6 minuta (2+4).

Temperatura tijesta je podešena da iznosi +30°C. (Ovaj tip mješalica je zagrijavao tijesto, pa o tom valja voditi računa).

Poslije zamjese tijesto je ostavljeno u kazanu da fermentira u trajanju 50 minuta. No, za vrijeme tog vrenja tijesto je bilo jedamput premiješeno (aerirano odn. prozračeno) u trajanju 30 sekundi i to nakon prvih 30 minuta fermentacije).

Poslije vrenja tijesta u masi, isto je bilo izdijeljeno i oblikovano te nakon toga ostavljeno da fermentira na stacioniranim policama u komorama za vrenje.

Rad na oblikovanju štruca (veknji) je bio ručni iz razloga što je proizveden specijalni krug dug 40—50 cm, narezane kore, sličan tzv. francuskom obliku.

No, ukoliko se želi proizvoditi kruh za strojnu obradu, tijesto mora biti tvrde konzistencije, zamiješeno sa nešto manje vode (oko 1%). **Međutim, dodatak iznad 5% suhog termoliziranog kvasca čini tijesto ljepljivim.** Isto tako može se zanemariti dodavanje sirutke, zbog prisustva RSH spojeva, koji doprinose raspuzivosti tijesta. No, to se može donekle regulirati dodavanjem do 10 mg vitamina C (ili L-askorbinske kiseline) na 100 grama brašna ili 10 grama na 100 kg) pri zamjesu tijesta.

Tijesto je »garbalo« — tj. fermentirano u komadima svega 30 minuta (temperatura zraka u fermentacionoj komori je bila 36°C, a relativna vlaga zraka 85—90%). Poslije vrenja tijesto je stavljeno u peć, gdje je pečenje trajalo 27 minuta. **Prema tome, ukupno od zamjesa do gotovog kruha je prošlo oko 2 sata.** Temperatura pečenja kruha je bila +240°C.

Nakon pečenja kruh je ohlađen te ostavljen i svakih 24 sata ocjenjivan sistemom bodovanja.

**Istraživanja su pokazala da je kruh zadržao potpunu svježinu sredine 72 sata,** a kasnije se vrlo sporo sušio i prelazio u bajatost (stanje kada nastaje retrogradacija škroba sredine kruha).

Kruh je čuvan na običnoj sobnoj temperaturi bez pakovanja u ljetnim danima. I što je od posebnog značenja, kruh se uopće nije kvario u sredini utjecajem bakterija što prouzrokuje nitavost (končavost).

Sistemom bodovanja tako proizvedeni kruh je ocijenjen vrlo dobro (27—28 bodova), a okus mu je bio ugodan, iako malo po mirisu na pržene bjelančevine i karamel.

**Kemijski sastav** biološki obogaćenog kruha dodatkom kvasca u prahu (termoliziranog) poslije 120 sati je bio: vode 34 %, pepeo 2,08 %, masnoća 1,34 %, bjelančevina 10,02 %, celuloze 0,11 %, bezdušičnih tvari 52,55 % i tiamina (B<sub>1</sub> vitamin) 0,14 mg%. (Milatović, Kauzlaric — 1976).

Usporedimo li taj kemijski sastav s analizama običnog crnog kruha, utvrdit ćemo da je u kruhu povećana ukupna količina bjelančevina za cca 30 %. No, ovdje valja napomenuti, da je biološka vrijednost bjelančevina obogaćenog kruha, tako da u njemu ima znatno više bitnih aminokiselina: lizina, triptofana i metionina, što je od posebne važnosti za ispravnu resorpciju i metabolizam esencijalnih aminokiselina u ljudskom organizmu. Uz to je povećana i količina vitamina B<sub>1</sub> (tiamina), pa je takav biološki obogaćeni kruh imao znatno povećanu vrijednost resorpcije bjelančevina.

Međutim, prehrambena vrijednost ovako proizvedenog kruha se posebno sada ispituje te utvrđuje granica količine nukleida iz kvasca, koja prema nekim autorima ne bi smjela da pređe 3 % u dnevnoj prehrani čovjeka.

\* \* \* \* \*

Svaka navedena naučno-stručna istraživanja su od velikog značenja za sve one koji troše velike količine kruha. Dodamo li tome i ispitivanja davanja brašna smjesama leguminoza pri proizvodnji kruha, proizlazi da je obogaćivanje proizvoda brašna od žita najvažniji i najsigurniji put poboljšanja biološke prehrane u mnogim zemljama svijeta.

#### LITERATURA

1. **FAO:** AgS — Bulletin Documentation Package, No. 4.
2. **FAO:** Food Balance Sheeed, 1963—1965, Rome, 1970.
3. **FAO:** Composite Flour Programm — 1969.
4. **Max Milner, M.:** Protein — Enriched Cereal for World Needs, AACC, St. Paul, Minn., 1969.
5. **Sergent, J. P.:** Une enquete — Le Pain Science & Vie, No. 675, Tom XXIV, Dec. 1973, pp. 47—60.
6. **Milatović, Lj., M. Martinek i V. Samardžić:** Zamjena dijela pšeničnog brašna kukuruznim i proizvodnja kruha. Časopis »Mlinarstvo, pekarstvo i tjesteničarstvo«, No. 24, 1974.
7. **Milatović, Lj.:** Upotreba suhog termoliziranog kvasca *Saccharomyces cerevisiae* u tehnologiji kruha. (Elaborat, Zagreb, 1976).
8. **Milatović, Lj., Lj. Kauzarić:** Prilog poznavanju prehrambene vrijednosti crnog kruha proizvedenog uz dodatak termoliziranog suhog alkoholnog kvasca domaće proizvodnje. (Rukopis, 1976 u tisku)
9. **Tsen, C. C., I. W. Hoover:** Cereal Chemistry, No. 50, 1973, pp. 7—16.
10. **Turro, E. i E. Sipos:** Special Soy Protein Product for Bread Baking. Baker's Digest, June, 1973, pp. 30—31, 38.