

Utjecaj dodatka aditiva i pomoćnih sredstava na kvalitetu kruha

Hrković, Lorena

Undergraduate thesis / Završni rad

2024

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University North / Sveučilište Sjever**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:122:838042>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

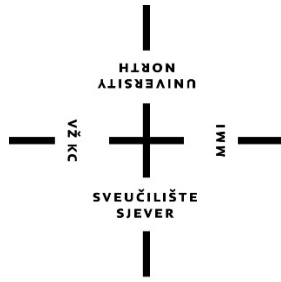
Download date / Datum preuzimanja: **2025-02-12**



Repository / Repozitorij:

[University North Digital Repository](#)





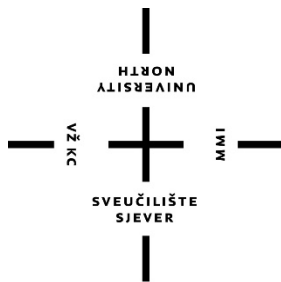
Sveučilište Sjever

Završni rad br. 76/PREH/2024

Utjecaj dodatka aditiva i pomoćnih sredstva na kvalitetu kruha

Lorena Hrković, 03360568787

Koprivnica, prosinac 2024. godine



Sveučilište Sjever

Prehrambena tehnologija

Završni rad br. 76/PREH/2024

Utjecaj dodatka aditiva i pomoćnih sredstva na kvalitetu kruha

Student

Lorena Hrković, 03360568787

Mentor

Nasl. doc. dr. sc. Nada Knežević

Koprivnica, prosinac 2024. godine

Prijava završnog rada

Definiranje teme završnog rada i povjerenstva

ODJEL Odjel za prehrambenu tehnologiju

STUDIJ stručni prijediplomski studij Prehrambena tehnologija

PRISTUPNIK Lorena Hrković

MATIČNI BROJ 03360568787

DATUM 28.08.2024.

KOLEGIJ Tehnologija brašna i proizvoda od brašna

NASLOV RADA Utjecaj dodatka aditiva i pomoćnih sredstva na kvalitetu kruha

NASLOV RADA NA ENGL. JEZIKU The effect of addition of additives and aids on bread quality

MENTOR Nada Knežević

ZVANJE Nasl.doc.dr.sc.

ČLANOVI POVJERENSTVA

- Izv. prof. dr. sc. Natalija Uršulin-Trstenjak (predsjednica povjerenstva)
- doc.dr.sc. Dunja Šamec (član)
- Nasl.doc.dr.sc.Nada Knežević (član)
- Ivana Dodlek Šarkanj, pred (zamjenski član)
-

Zadatak završnog rada

BROJ 76/PREH/2024

OPIS

Cilj ovog rada je:

- pružiti sveobuhvatan pregled osnovnih grupa aditiva koji se danas koriste u prehrambenoj industriji, s posebnim naglaskom na njihovu primjenu u proizvodnji kruha.
- istražiti kako dodavanje različitih aditiva i pomoćnih sredstava utječe na kvalitetu kruha, uključujući aspekte poput strukture, teksture, okusa i trajnosti proizvoda.
- dati osvrt na potencijalne zdravstvene probleme koje neki od ovih spojeva mogu izazvati kod ljudi.
- definirati i analizirati rizike povezane s dugotrajnom konzumacijom kruha koji sadrži određene aditive, s ciljem osvješćivanja potrošača i donošenje zdravijih prehrambenih izbora

ZADATAK URUČEN

6. 9. 2024.

POTPIS MENTORA

SVEUČILIŠTE
SJEVER



Sažetak

Upotreba aditiva i pomoćnih sredstava u pekarskoj industriji ima za cilj poboljšati kvalitetu i trajnost pekarskih proizvoda. Osnovna ideja je omogućiti industrijsku proizvodnju kruha visoke kvalitete uz smanjenje troškova, pritom zadržavajući atraktivnost proizvoda za potrošače. Korištenje aditiva i pomoćnih sredstava u proizvodnji kruha donosi brojne prednosti, poput poboljšanja teksture, volumena i trajnosti, te usporavanja starenja kruha. Nedostaci uključuju mogući gubitak prirodnog okusa i smanjenje nutritivne vrijednosti te povećanje zabrinutosti potrošača za sigurnost konačnih proizvoda. U budućnosti se očekuje veća upotreba prirodnih alternativa i tehnoloških inovacija koje će omogućiti zadržavanje standardne kvalitete kruha uz smanjenje upotrebe sintetskih aditiva, te korištenje alternativnih, prirodnih dodataka koji će prateći rastuću potražnju za zdravijim proizvodima.

Ovaj rad daje pregled zakonski dozvoljenih aditiva u proizvodnji kruha, pomoćnih tvari i prirodnih dodataka koji uz bolju kvalitetu i zdravstvenu ispravnost, mogu doprinijeti i boljim senzorskim i nutritivnim osobinama konačnog proizvoda, te pozitivnom učinku ovakvih proizvoda na zdravlje ljudi.

Ključne riječi: prehrambeni aditiv, pomoćna sredstva, kruh, nutritivna vrijednost, zakonodavstvo

Summary

The use of additives and auxiliaries in the bakery industry aims to improve the quality and durability of bakery products. The basic idea is to enable the industrial production of high-quality bread while reducing costs, while maintaining the attractiveness of the product for consumers. The use of additives and auxiliaries in bread production brings numerous advantages, such as improving the texture, volume and durability, and slowing down the aging of bread. Disadvantages include possible loss of natural flavor and reduction of nutritional value, and increased consumer concerns about the safety of the final products. In the future, a greater use of natural alternatives and technological innovations is expected, which will allow maintaining the standard quality of bread while reducing the use of synthetic additives, and the use of alternative, natural additives that will follow the growing demand for healthier products.

This paper provides an overview of legally permitted additives in the production of bread, auxiliaries and natural supplements that, in addition to better quality and health, can contribute to better sensory and nutritional properties of the final product, as well as the positive effect of such products on human health.

Key words: food additive, aids, bread, nutritional value, legislation

Popis korištenih kratica

Cu₂SO₄	bakrov (II) sulfat
EU	Europska unija
pH	vrijednost za kiselost/lužnatost tekućina
DATEM	diacetil ester vinske kiseline
BHA	butilhidroksianisol
BHT	butilhidroksitoluen

Sadržaj

1. Uvod.....	1
2. Aditivi u prehrambenoj industriji.....	3
2.1. Aditivi kroz povijest.....	3
2.2. Progresija u razvoju aditiva.....	4
2.3. Klasifikacija i obilježavanje aditiva	6
3. Aditivi i pomoćna sredstva u pekarstvu	10
3.1. Miješani kompleksni poboljšivači.....	10
3.1.1. Oksido-redukcijska sredstva	10
3.1.2. Emulgatori.....	11
3.1.3. Enzimski dodaci.....	12
3.1.4. Kiseline.....	13
3.1.5. Konzervansi.....	14
3.1.6. Antioksidansi.....	14
3.2. Proizvodi na bazi slada.....	15
3.2.1. Sladno brašno	15
3.2.2. <i>Sladni ekstrakt</i>	176
3.3. Poboljšivači na bazi mlijeka.....	16
3.4. Razgrađena brašna.....	187
3.4.1. Krumpirovo brašno	187
3.4.2. Instant-brašna	197
3.5. Zakiseljivači tijesta.....	198
3.5.1. Suhi kiseli praškasti supstrat	18
3.5.2. Mliječna kiselina.....	19
3.6. Proizvodi na bazi soje.....	19
3.6.1. Sojino brašno.....	20
3.6.2. Sojin lecitin.....	20
3.6.3. Razgradni produkti škroba.....	21
4. Utjecaj aditiva i pomoćnih tvari na zdravlje.....	22
5. Zaključak.....	24
6. Literatura.....	26
Popis slika/grafikona	30
Popis tablica.....	31

1. Uvod

Jedan od najpoznatijih pekarskih proizvoda, kako u prošlosti, tako i danas, zasigurno je kruh. On je neizostavan dio svakodnevne prehrane, a mnogi ga konzumiraju barem jednom dnevno. Kruh sadrži hranjive tvari neophodne za normalan život, uključujući bjelančevine, lipide, ugljikohidrate, minerale, vitamine, dijetalna vlakna te ga odlikuje laka probavljivost visoka energetska vrijednost, ugodan okus, te je znatno jeftiniji u usporedbi s drugim prehrambenim proizvodima [1]. U prošlosti, kruh se pravio ručno, a osnovni i jedini sastojci bili su brašno, sol, voda i kvasac ili kiselo tijesto. Taj jednostavan recept je vjekovima bio sinonim za hranljiv i prirodan proizvod.

Proizvođači kruha neprestano nastoje unaprijediti kvalitetu svojih proizvoda, istražujući nove okuse i stvarajući inovativne oblike [2,3]. U svakoj zemlji postoji jedinstvena tradicija u proizvodnji kruha i pekarskih proizvoda, koja odražava kulturne specifičnosti i običaje. Prioritet je uvijek bila proizvodnja ukusnih, aromatičnih proizvoda koji zadržavaju svježinu i kvalitetu tokom dužeg vremenskog perioda. Kroz kombinaciju tradicionalnih metoda i modernih inovacija, pekari širom svijeta stvaraju proizvode koji zadovoljavaju ukuse različitih potrošača, čuvajući pri tome naslijeđe i autentičnost.

S porastom potražnje za kruhom i pekarskim proizvodima, proces proizvodnje postao je sve sofisticiraniji i brži. Današnje pekarstvo uključuje ne samo modernu opremu koja skraćuje vreme pripreme i pečenja, već i različite dodatke, poznati pod zajedničkim nazivom aditivi u pekarstvu, koji poboljšavaju teksturu, ukus i trajnost kruha [4]. Iako ove promjene omogućavaju masovnu proizvodnju i pristupačnost kruha, važno je razumjeti kako te inovacije utječu i na nutritivnu vrijednost i kvalitetu proizvoda koji svakodnevno konzumiramo.

Sukladno propisima o hrani, prehrambeni aditiv (u daljnjem tekstu: aditiv) „*jest svaka tvar koja se sama po sebi ne konzumira kao hrana, niti je prepoznatljiv sastojak određene hrane bez obzira na hranjivu vrijednost, a čije je dodavanje hrani namjerno zbog tehnoloških razloga u proizvodnji, preradi, pripremi, obradi, pakiranju, prijevozu ili skladištenju i ima za posljedicu, ili se može očekivati da će imati za posljedicu, da će aditiv ili njegov derivat postati izravno ili neizravno sastojak hrane*“ [5]. Ovo je definicija aditiva u užem smislu, dok aditivi u pekarstvu imaju šire značenje u uključuju sve dodatke koji služe za poboljšanje okusa i boje, učvršćivanje tijesta, reguliranje kiselosti i drugih karakteristika proizvoda i o kojima će biti riječ u ovome radu.

Količina aditiva direktno utječe na izgled, boju, miris, okus, i trajanje pekarskih proizvoda. S porastom korištenja aditiva u hrani, raste i nepovjerenje među potrošačima, koji se protive

njihovoj prekomjernoj upotrebi u hrani koju svakodnevno konzumiraju. Upotreba umjetnih bojila, aroma i pojačivača okusa, koji nemaju nikakvu prehrambenu vrijednost, vrlo je česta, a dodaju se kako bi pojačali organoleptičke karakteristike prirodne hrane [6]. Neki od aditiva mogu izazvati različite alergijske reakcije i dovesti do ozbiljnih zdravstvenih problema, što dovodi do sve veće zabrinutosti među potrošačima i bojazni oko njihova korištenja u pekarskim proizvodima. Obično su aditivi odobreni za upotrebu u malim količinama i smatraju se sigurnima, ali problem nastaje kada se prekorače propisane granice ili kada se koriste aditivi za koje nije istraženo njihovo sinergijsko djelovanje. Stoga je važno da potrošači budu informirani i pažljivo čitaju deklaracije proizvoda. Također, neophodno je da regulatori i nadležne institucije kontinuirano prate i kontroliraju upotrebu aditiva kako bi se omogućilo vraćanje povjerenja potrošača u sigurnost hrane. Na kraju, ključ je u balansu – dok aditivi mogu doprinijeti poboljšanju kvaliteta proizvoda, njihova upotreba mora biti pažljivo kontrolirana i transparentna kako bi se izbjegli zdravstveni rizici i sačuvalo povjerenje potrošača[6].

Cilj ovog rada je pružiti sveobuhvatan pregled osnovnih grupa aditiva i pomoćnih sredstava čije korištenje je dozvoljeno u prehrambenoj industriji, s posebnim naglaskom na njihovu primjenu u proizvodnji kruha. Rad će istražiti kako dodavanje ovih dodataka utječe na kvalitetu kruha, uključujući aspekte poput strukture, teksture, okusa i trajnosti proizvoda. Poseban će se osvrt dati na potencijalne zdravstvene učinke dodavanja aditiva i prirodnih dodataka radi donošenja zdravijih prehrambenih izbora

2. Aditivi u prehrambenoj industriji

Prehrambeni aditivi se dodaju hrani tijekom proizvodnje s ciljem postizanja određenih tehnoloških funkcija, no važno je naglasiti da im primarni cilj nije poboljšanje nutritivne vrijednosti hrane [7]. Pridjev „prehrambeni“ označava da se određeni aditivi koriste isključivo u proizvodnji hrane i kako bi se razlikovali od onih koji su u uporabi u drugim industrijama, kao što su proizvodnja sredstava za čišćenje, kozmetike, plastičnih masa ili maziva u automobilske industriji [8]. Prehrambeni aditivi moraju biti sigurni za ljudsku upotrebu i odobreni od strane nadležnih regulatornih tijela. S druge strane, aditivi koji se koriste u neprehrambenim industrijama imaju drugačiju svrhu i često različite sigurnosne standarde [8].

Glavne svrhe dodavanja aditiva su osiguravanje zdravstvene ispravnosti hrane, jednostavnije i kvalitetnije tehnološke obrade te bolje privlačnosti za potrošače. Sigurnost hrane postiže se sprečavanjem rasta mikroorganizama, oksidacije te drugih neželjenih kemijskih promjena, dok se percepcija hrane poboljšava privlačnijim okusom, izgledom ili mirisom te u novije vrijeme, sve više i boljim nutritivnim karakteristikama [9, 10, 11].

2.1. Aditivi kroz povijest

U prošlosti, prije razvoja moderne kemijske industrije, ljudi su koristili prirodne dodatke kako bi očuvali hranu i poboljšali njezin okus, izgled ili miris [12]. Neki od najpoznatijih prirodnih dodataka korištenih kroz povijest uključuju:

- Sol (natrijev klorid) je jedan od najstarijih prirodnih konzervansa. Koristila se za soljenje mesa i ribe, čime se sprječavalo kvarenje usporavanjem rasta bakterija.
- Ocat (octena kiselina) se koristio za kiseljenje povrća i mesa, što je omogućavalo dugotrajnije očuvanje hrane. Također je služio kao pojačivač okusa.
- Šećer se koristio za konzerviranje voća u obliku džemova i marmelada. Visoka koncentracija šećera inhibira rast mikroorganizama.
- Sumpor dioksid (SO_2) jedan je od najstarijih i najčešće korištenih aditiva u proizvodnji vina. U vinogradarstvu i vinarstvu, sumpor se koristi u obliku sumpor-dioksida (SO_2), koji ima ključnu ulogu u očuvanju kvaliteta vina. Upotreba sumpora u vinu datira još iz antičkih vremena. Djeluje kao konzervans (sprječavajući oksidaciju vina), pomaže u kontroli neželjenih mikroorganizama koji mogu uzrokovati kvarenje vina te kao regulator fermentacije (kontrola aktivnosti kvasca).

- Mnoge biljke korištene su kao začini, poput češnjaka, luka, cimeta i klinčića, koristile su se za očuvanje hrane zbog njihovih antimikrobnih svojstava. Primjerice, cimet i klinčić imaju antifungalna svojstva, dok češnjak i luk imaju antibakterijska svojstva.

Prije više od 50 godina, pojavili su se prvi opisani aditivi u pekarskoj industriji, koji su tada bili poznati pod nazivom „pomoćne sirovine za pečenje“, uvedene kao nove komponente u pekarstvu s ciljem usavršavanja tehnološkog procesa i uvođenja naučnih temelja u pekarnice[12]. Naime, ovi aditivi nisu bili potpuno novi izumi, već su se razvili iz višestoljetnog iskustva pekara koji su tokom vremena eksperimentirali s različitim supstancama kako bi poboljšali kvalitetu svojih proizvoda, unaprijedili proces fermentacije, produžili svježinu i povećali voluminoznost peciva. Kroz stoljeća, to iskustvo je postalo temelj za razvoj modernih aditiva [12].

2.2. Progresija u razvoju aditiva

S razvojem prehrambene industrije u 20. stoljeću, upotreba raznih novih aditiva postala je nužnost kako bi se udovoljilo zahtjevima tržišta i produljio rok trajanja proizvoda. Pojavom prerađene hrane u drugoj polovici 20. stoljeća uvedeno je velik broj aditiva, prirodnog i umjetnog podrijetla[13].

U posljednjih nekoliko godina, tržište kruha i pekarskih proizvoda doživljava značajne promjene zbog sve veće konkurencije među proizvođačima. Kako bi se izdvojili na tržištu i privukli kupce, poduzeća neprestano proširuju svoj asortiman proizvoda, uvodeći nove vrste kruha i pekarskih proizvoda koji prate najnovije trendove u industriji. Jedan od ključnih faktora koji doprinosi modernizaciji i unapređenju proizvodnje jest razvoj novih tehnologija i opreme. Inovacije u tehnologiji omogućavaju proizvođačima da ubrzaju proces pripreme tijesta i pečenja kruha, što rezultira bržom i efikasnijom proizvodnjom. Korištenje smjesa za pečenje i različitih poboljšivača postaje sve češće, jer omogućava poboljšanje teksture, okusa i trajnosti proizvoda, a istovremeno smanjuje vrijeme potrebno za proizvodnju. Jedan od najranije upotrebljivanih poboljšivača tijesta bio je bakar sulfat (Cu_2SO_4), korišten u Belgiji i Francuskoj od 1816. godine za poboljšanje pekarskih svojstava brašna od vlažne, pljesnive pšenice. Iako poboljšava svojstva tijesta, zbog toksičnosti nije prihvatljiv kao dodatak hrani [14]. Ove tehnološke inovacije omogućuju proizvođačima da odgovore na zahtjeve tržišta za visokokvalitetnim proizvodima koji su istovremeno ekonomični i pristupačni potrošačima. Kao rezultat toga, tržište kruha i pekarskih proizvoda postaje sve dinamičnije, s raznovrsnim izborom proizvoda koji zadovoljavaju različite ukuse i prehrambene potrebe potrošača [15].

Prema porijeklu, prehrambeni aditivi se, dijele u dvije velike skupine – prirodni i sintetski aditivi. Prirodni aditivi dobivaju se ekstrakcijom i preradom sirovina biljnog ili životinjskog podrijetla. Nasuprot tome, sintetski aditivi su tvari koje se kemijski sintetiziraju iz različitih organskih i neorganskih materijala. Ovi aditivi često oponašaju funkciju prirodnih, ali su proizvedeni u laboratorijskim uvjetima, što omogućuje veću kontrolu nad njihovim svojstvima i učinkom. Primjeri sintetskih aditiva uključuju umjetne boje, umjetne zaslađivače te konzervanse. Danas su češće u uporabi sintetski dobiveni aditivi, u odnosu na prirodne, zbog nižih troškova proizvodnje i veće učinkovitosti sintetskih alternativa. Međutim, široka upotreba sintetskih aditiva u velikim količinama izaziva zabrinutost zbog potencijalnih rizika za ljudsko zdravlje [16]. Dok su mnogi od ovih aditiva odobreni za upotrebu nakon rigoroznih testiranja, dugotrajna konzumacija u velikim količinama može nositi rizike, uključujući alergijske reakcije, poremećaje probavnog sustava i druge zdravstvene probleme. Iz tog razloga, postoji rastuća svijest među potrošačima o važnosti odabira prirodnih i manje prerađenih prehrambenih proizvoda [16].

Prema navođenju Osipova [17], u tehnologiji pečenja kruha, dodavanje prehrambenih aditiva i pomoćnih sredstava u brašno ili tijesto ima različite ciljeve koji su ključni za optimizaciju procesa proizvodnje i osiguranje kvalitete konačnih proizvoda. Ovi ciljevi uključuju:

- Korištenje brašna niske kvalitete: Dodavanje aditiva omogućava korištenje brašna s nižim kvalitetnim parametrima, kompenzirajući nedostatke u svojstvima brašna, kao što su slabiji gluten ili niži sadržaj proteina. Time se omogućava proizvodnja kvalitetnog kruha čak i kada su osnovne sirovine slabije kvalitete.
- Intenziviranje tehnoloških procesa: Aditivi se koriste za ubrzanje različitih faza tehnološkog procesa, poput fermentacije, miješanja ili pečenja, bez značajnog povećanja troškova. To omogućava bržu i efikasniju proizvodnju kruha, posebno kada se primjenjuju ubrzane tehnologije.
- Poboljšanje svojstava tijesta: Dodavanjem aditiva, tijesto dobiva specifična svojstva koja poboljšavaju njegovu sposobnost zadržavanja plina, elastičnost, viskoznost i plastičnost. Ovo je važno za postizanje optimalne teksture kruha, što rezultira mekšim, prozračnijim i ukusnijim proizvodom.
- Poboljšanje pekarskih kvaliteta i proširenje asortimana: Aditivi omogućavaju proizvođačima da poboljšaju konačne pekarske kvalitete proizvoda, kao što su volumen, boja kore, ukus i miris. Također, omogućavaju kreiranje novih vrsta kruha i pekarskih proizvoda.

- Stabilna proizvodnja na kontinuiranim linijama: Uvođenje aditiva osigurava stabilnu proizvodnju visokokvalitetnih proizvoda na kontinuiranim linijama, što je ključno za masovnu proizvodnju. Aditivi pomažu u održavanju konzistentnosti proizvoda, smanjujući varijabilnost u kvaliteti između različitih serija.
- Sprječavanje oštećenja i produženje roka trajanja: Aditivi djeluju kao konzervansi koji sprječavaju kvarenje proizvoda, pojavu plijesni i ostalih mikrobioloških problema. Time se produžuje rok trajanja kruha, smanjuju se gubici i osigurava sigurnost proizvoda za potrošače.

Aditivi igraju ključnu ulogu u različitim fazama proizvodnje pekarskih proizvoda, pridonoseći poboljšanju kvalitete, produženju trajnosti i olakšavanju samog procesa proizvodnje. Njihova funkcija varira ovisno o fazi u kojoj se koriste. Prema Klarić [18] sastojci poboljšivača mogu se podijeliti na dvije glavne skupine prema njihovom djelovanju na tijesto i gotove proizvode:

- aditivi koji poboljšavaju svojstva tijesta: Ovi aditivi djeluju na tijesto tijekom procesa miješanja, fermentacije i oblikovanja. Njihova glavna funkcija je poboljšanje strukture, elastičnosti, stabilnosti i sposobnosti tijesta da zadrži plinove. Ova skupina uključuje: emulgatore, enzime, oksidacijske agense i kiselinska sredstva.
- aditivi koji poboljšavaju svojstva gotovih proizvoda: Ovi aditivi primarno djeluju na gotove pekarske proizvode, utječući na njihov okus, teksturu, boju i rok trajanja. Ova skupina uključuje: konzervanse, sredstva za omekšavanje, arome i bojila te sredstva za poboljšanje volumena.

Ove dvije skupine aditiva omogućuju postizanje optimalnih rezultata u svim fazama proizvodnje pekarskih proizvoda, od tijesta do finalnog proizvoda.

2.3. Klasifikacija i označavanje aditiva

Aditivi u prehrambenim proizvodima regulirani su EU Uredbom o aditivima koja jasno definira pravila i uvjete za njihovu nesmetanu upotrebu [5]. Unutar ove uredbe nalazi se lista odobrenih aditiva koji se smiju koristiti u hrani. Uvjeti za njihovo korištenje uključuju obavezu da su sigurni za ljude i okoliš, te da postojati tehnološka opravdanost njihove uporabe.

Označavanje zakonski reguliranih aditiva na prehrambenim proizvodima je obavezno i omogućuje potrošačima da prate prisutnost dodanih aditiva u proizvodima koje konzumiraju. Radi jednostavnije regulacije aditiva i informiranja potrošača o njihovoj prisutnosti u prehrambenim proizvodima, aditivima su dodijeljeni jedinstveni brojevi. U Europskoj uniji (EU)

uvedeni su E brojevi, kodovi koji započinju slovom "E" popraćenim troznamenkastim ili četveroznamenkastim brojem. Ove oznake koriste se za identifikaciju odobrenih aditiva u prehrambenim proizvodima, kako na području EU-a, tako i u velikom broju drugih zemalja svijeta. Primjena E brojeva omogućuje standardizaciju i jednostavno prepoznavanje zakonski reguliranih aditiva diljem Europe, čime se potrošačima osigurava jasnoća i transparentnost njihova korištenja [19].

Sukladno važećim propisima, proizvođači su dužni na deklaraciji, u popisu sastojaka, naznačiti sve aditive koji se koriste u proizvodnji određene vrste hrane [19]. Ovi aditivi moraju biti navedeni uz naziv kategorije, punim nazivom aditiva koji je propisan pravilnikom, često zajedno s njihovim E-brojevima. Ako sastojak pripada u više kategorija, navodi se kategorija koja odgovara glavnoj funkciji toga sastojka u određenom proizvodu. Propisom definirane kategorije aditiva, koje se mogu koristiti u hrani, navedene su u Tablici 1.

Tablica1. Kategorije aditiva dozvoljenih u hrani [19]

Kiselina	Tvar za pjenjenje
Regulator kiselosti	Tvar za želiranje
Tvar protiv zgrudnjavanja	Tvar o za poliranje
Tvar protiv pjenjenja	Tvar o za zadržavanje vlage
Antioksidans	Modificirani škrob (2)
Tvar o za zadržavanje vlage	Konzervans
Bojilo	Potisni plin
Emulgator	Tvar za rahljenje
Emulgatorske soli (1)	Sekvestranti
Učvršćivač	Stabilizator
Pojačivač okusa/arome	Sladilo (tvar za zaslađivanje)
Tvar za tretiranje brašna	Zgušnjivač

Samo manji dio navedenih kategorija aditiva smiju se primjenjivati u pekarskoj industriji. U Tablici 2 navedeni su specifični nazivi aditivi koji se mogu koristiti u proizvodnji kruha i nekih pekarskih proizvoda, njihovi E brojevi, te ograničenja, ukoliko postoje.

Tablica 2. Dozvoljeni aditivi u kruhu i drugim pekarskim proizvodim [5]

Specifični naziv	E broj	Najveća dopuštena količina (mg/l ili mg/kg)	Ograničenja/iznimke
Karameli	E 150a-d	<i>quantum satis</i>	samo kruh sa sladom
Sorbinska kiselina-kalijev sorbat	E 200-202	2000	samo pretpakirani narezani kruh i raženi kruh, polupečen, pretpakirani pekarski proizvodi za prodaju na malo i kruh sa smanjenom energetsom vrijednosti za prodaju na malo
Propionska kiselina-propionati	E 280-283	2000 3000 1000	samo pretpakirani narezani kruh i raženi kruh samo kruh sa smanjenom energetsom vrijednosti; polupečeni, pretpakirani kruh; pretpakirane žemlje, tortilje i pitta-kruh; pretpakirani <i>pølsebrød, boller i dansk flutes</i> samo pretpakirani kruh
Fosforna kiselina - fosfati - di-, tri- i polifosfati	E 338-452	20 000	samo kruh rađen sa tvarima za rahljenje
Difosfati	E 450	12 000	samo pretpakirana tijesta od kvasca koja se čuvaju u hladnjaku i koriste kao osnova za pripremu pizza, pita od jaja, voćnih pita i sličnih proizvoda
Magnezijev dihidrogen difosfat	E 450	15 000	Samo tijesto za pizzu (smrznuto ili rashlađeno) i „tortilla”
Octena kiselina	E 260	<i>quantum satis</i>	
Kalijevi acetati	E 261	<i>quantum satis</i>	Razdoblje primjene: od 6. veljače 2013.
Natrijevi acetati	E 262	<i>quantum satis</i>	
Kalcijev acetat	E 263	<i>quantum satis</i>	
Puferirani ocat	E 267	<i>quantum satis</i>	
Mliječna kiselina	E 270	<i>quantum satis</i>	

Askorbinska kiselina	E 300	<i>quantum satis</i>	
Natrijev askorbat	E 301	<i>quantum satis</i>	
Kalcijev askorbat	E 302	<i>quantum satis</i>	
Esteri masnih kiselina askorbinske kiseline	E 304	<i>quantum satis</i>	
Lecitini	E 322	<i>quantum satis</i>	
Natrijev laktat	E 325	<i>quantum satis</i>	
Kalijev laktat	E 326	<i>quantum satis</i>	
Kalcijev laktat	E 327	<i>quantum satis</i>	
Mono- i digliceridi masnih kiselina	E 471	<i>quantum satis</i>	
Esteri octene kiseline mono- i diglicerida masnih kiselina	E 472a	<i>quantum satis</i>	
Esteri vinske kiseline mono- i diglicerida masnih kiselina	E 472d	<i>quantum satis</i>	
Mono- i diacetilni esteri vinske kiseline mono- i diglicerida masnih kiselina	E 472e	<i>quantum satis</i>	

3. Aditivi i pomoćna sredstva u pekarstvu

Aditivi i pomoćna sredstva u pekarstvu igraju važnu ulogu u optimizaciji procesa proizvodnje kruha i pekarskih proizvoda, osiguravajući dosljednu kvalitetu, teksturu i okus. U proizvodnji kruha i pekarskih proizvoda na tržištu Europske unije dozvoljeni su aditivi koji su navedeni u važećim zakonskim propisima [5], dok je moguće i korištenje niza prirodnih dodataka koji ulaze u kategorije pojedinih kategorija hrane, a imaju učinak sličan aditivima. Uglavnom se na tržištu koriste mješavine ovih komponenti, ovisno o namjeni i učinku koji se njihovom primjenom želi postići. Uobičajeni naziv koji se koristi za ovu vrstu dodataka je – poboljšivači. Prema vrsti i načinu djelovanja, dijelimo ih u nekoliko skupina [18]:

- miješani kompleksni poboljšivači
- proizvodi na bazi slada,
- poboljšivači na bazi mlijeka,
- razgrađena brašna,
- zakiseljivači tijesta,
- proizvodi na bazi soje,
- razgradni produkti škroba

3.1. Miješani kompleksni poboljšivači

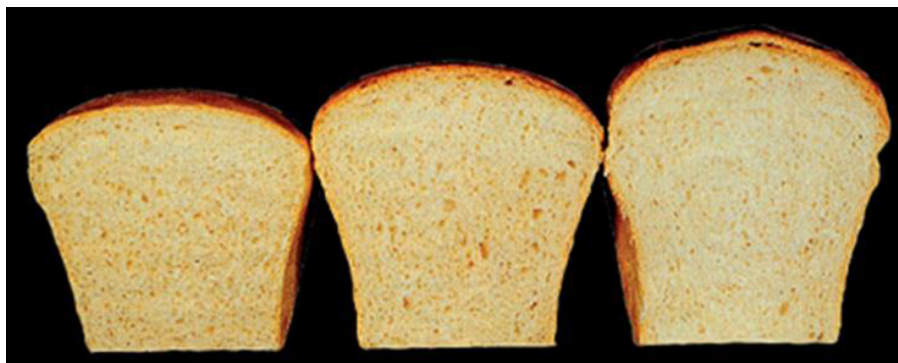
Miješani poboljšivači predstavljaju skupinu poboljšivača koji se nude na tržištu pekarskih proizvoda. Ovi poboljšivači obično sadrže kombinaciju nekoliko različitih aditiva i dodataka kao što su: enzima, emulgatora, oksidanata, reducensa, i drugih dodataka, koji zajedno doprinose poboljšanju kvalitete i zdravstvene ispravnosti finalnog proizvoda [18].

3.1.1. Oksido – redukcijaska sredstva

U prošlosti su oksido-redukcijaska sredstva prvenstveno korištena za izbjeljivanje brašna, što je bio njihov primarni cilj. Međutim, kasnije je otkriveno da ova sredstva ne samo da mijenjaju boju brašna, već također imaju pozitivan utjecaj na osobine tijesta. Njihovo dodavanje u tijesto prvenstveno poboljšava svojstva glutena. Među najsnažnije djelotvorne tvari s oksido-redukcijaskim djelovanjem spada askorbinska kiselina (vitamin C)[20].

Dodatkom se poboljšava struktura glutena, što dovodi do boljeg zadržavanja plinova i poboljšanog volumena tijesta (Slika 3.1.1.). Ova kiselina učvršćuje gluten, čineći tijesto otpornijim

na oštećenja i poboljšavajući njegovu stabilnost tijekom pečenja. Tijekom pečenja, doprinosi boljoj teksturi, ravnomjernijem rastu i svježini kruha te ujedno poboljšava poroznost i elastičnost sredine kruha. Može se dodavati direktno u zamjes, no veća efikasnost postiže se kada se dodaje u sklopu smjese dodataka zbog niskog doziranja.

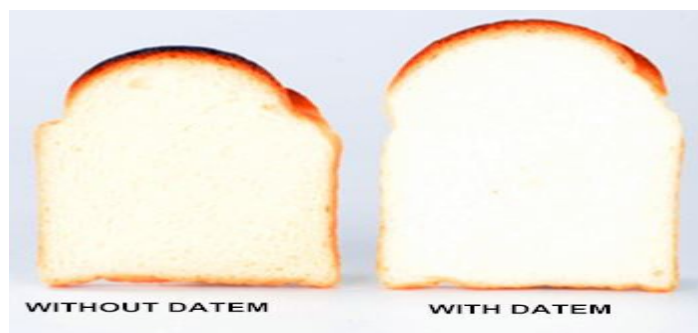


Slika 3.1.1. Utjecaj askorbinske kiselina na kvalitetu kruha (lijevo bez askorbinske kiselina; sredina 20 mg/kg; desno 60 mg/kg)

Izvor: http://www.chemistryviews.org/details/ezone/4556221/Our_Daily_Bread_Part_3.html

3.1.2. Emulgatori

Emulgatori su tvari koje imaju strukturu sličnu mastima, ali imaju posebnu sposobnost da stabiliziraju mješavine nekompatibilnih tekućina, poput ulja i vode. Emulgatori često sadrže molekule koje imaju dva različita kraja: jedan kraj je hidrofilan (privlači vodu), dok je drugi kraj hidrofoban (privlači masnoće) Ova dvostruka struktura omogućava emulgatorima da se povežu s obje vrste tvari (ulje i voda) i stabiliziraju njihovu mješavinu. U pekarskim poboljšivačima često se koriste emulgatori kao što su mono i digliceridi masnih kiselina, diacetil ester vinske kiseline (DATEM) i lecitin [18]. Emulgator omogućuje bolju distribuciju masti u tijestu, što rezultira finijom i ujednačenijom strukturom. Tijekom miješanja tijesta, u smjesu se unose mjehurići zraka. Emulgatori stabiliziraju te mjehuriće, sprečavajući njihovo pucanje ili spajanje. Time se osigurava lakša, prozračnija struktura gotovog proizvoda, kao što su kruh ili kolači. Oni također, smanjuju mogućnost stvaranja kristala škroba (retrogradacija), čime sprječavaju stvrdnjavanje tijesta i produžuju vijek trajanja proizvoda. Korištenje emulgatora može smanjiti količinu masti koja je potrebna za postizanje željene konzistencije i teksture tijesta, čineći proizvod nutritivno povoljnijim. U nekim slučajevima, emulgatori povećavaju volumen tijesta i poboljšavaju elastičnost glutena (Slika 3.1.2.). Ovo je posebno važno u proizvodnji kruha, gdje dobra struktura glutena osigurava pravilno dizanje tijesta i bolju teksturu. U proizvodnji pekarskih proizvoda, doziranje emulgatora obično se kreće u rasponu od 0,2% do 0,5% u odnosu na količinu brašna[18].



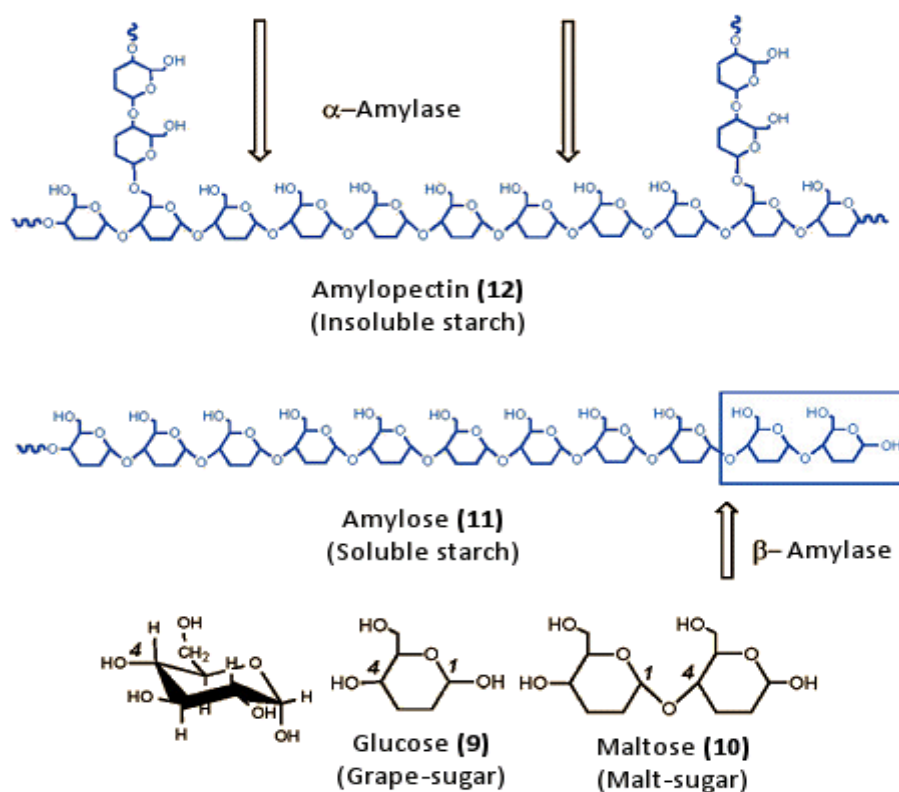
Slika 3.1.2. Utjecaj emulgatora DATEM na kvalitetu kruha,

Izvor: <https://www.yizeliadditive.com/info/the-datem-function-in-food-56157370.html>

3.1.3. Enzimski dodaci

Enzimi, koji se nazivaju i biokatalizatori, su vrsta proteina s posebnim svojstvima. Prema Klarić [18] to su sastojci biljnih i životinjskih organizama koji svojim djelovanjem sudjeluju u razgradnji organskih tvari. Oni igraju ključnu ulogu kao biološki katalizatori, ubrzavajući kemijske reakcije u živim organizmima bez da se pri tome troše ili trajno mijenjaju [18].

Svaki enzim katalizira samo jednu ili vrlo usku skupinu kemijskih reakcija. Djeluju vrlo učinkovito i obično se koriste u vrlo malim količinama u odnosu na količinu substrata. Metafora ključa i brave pomaže ilustrirati kako enzimi specifično prepoznaju i djeluju na određene molekule, baš kao što ključ odgovara samo određenoj bravi. Postoje enzimi s amiolitičkom aktivnošću, poput amilaza koje razgrađuju škrob, te enzimi s proteolitičkom aktivnošću, kao što su proteaze koje razgrađuju proteine. U proizvodnji kruha i peciva najčešće se koriste enzimi amilaze. Amilaze poboljšavaju teksturu i volumen tijesta. Razgradnjom škroba u jednostavnije šećere, amilaze omogućuju bolje fermentiranje tijesta od strane kvasca, što rezultira prozračnijim i mekanijim kruhom ili pecivom te osim toga poboljšavaju boju korice i aromu kruha [20]. α -amilaza i β -amilaza su ključni enzimi u procesu razgradnje škroba te djeluju na sljedeći način: β -amilaza (dobro podnosi kisele medije) razgrađuje škrob postupnim skraćivanjem lanca s njegovih krajeva, pri čemu se oslobađa isključivo maltoza. α -amilaza (vrlo osjetljiva na kisele medije) napada unutarnje (središnje) veze unutar lanca škroba, čime ga nasumično cijepa na manje fragmente. Kao rezultat tog djelovanja, α -amilaza proizvodi razne proizvode razgradnje škroba, uključujući glukozu, maltozu (dvije glukozne jedinice povezane zajedno) i oligosaharide poput dekstrina (Slika 3.1.3.) [18].



Slika 3.1.3. Razgradnja škroba (amiloze i amilopektina) djelovanjem enzima α -amilaze i β -amilaza,

Izvor: http://www.chemistryviews.org/details/ezine/4556221/Our_Daily_Bread_Part_3.html

Enzimi koji razgrađuju bjelančevine nazivaju se proteaze ili proteolitički enzimi. Oni kataliziraju razgradnju proteina na manje peptide i amino kiselinu [21]. U procesu pripreme tijesta, proteolitički enzimi igraju ključnu ulogu u omogućavanju razvoja glutena i postizanju plastičnosti tijesta. Lipaze su enzimi koji razgrađuju masti (lipide) na njihove osnovne komponente: slobodne masne kiseline i glicerol.

Oksidaze aktivirane prisustvom kisika imaju važnu ulogu u starenju brašna i kruha. Kataliziraju oksidacijske reakcije koje mogu utjecati na kvalitetu brašna i kruha kroz promjene u boji, teksturi, okusu i mirisu. Dok neki oksidativni procesi mogu poboljšati svojstva tijesta, dugotrajno izlaganje može dovesti do degradacije i smanjenja kvalitete proizvoda [18].

3.1.4. Kiseline

Za reguliranje kiselosti i aromatiziranje pekarskih proizvoda koriste se različite kiseline. Dodatkom tih kiselina smanjuje se pH vrijednost tijesta, što usporava aktivnosti proteinaza. U pekarstvu se najčešće koriste mliječna i limunska kiselina te kiseli fosfati. Dodavanje kiselina u tijesto može imati različite učinke, uključujući: smanjenje aktivnosti enzima u tijestu, poboljšanje

procesa bubrenja sastojaka te unapređenje okusa proizvoda (kiselkasta nota kiseline može uravnotežiti slatkoću i poboljšati okus tijesta) [18].

3.1.5. Konzervansi

Nakon pečenja, kruh i ostali pekarski proizvodi nisu zaraženi plijesnima niti drugim mikroorganizmima, jer su uništeni tijekom pečenja. Do infekcije mikroorganizmima može doći tek nakon što se proizvod ohladi i izloži vanjskim uvjetima. Stoga je važno primijeniti metode konzerviranja kako bi se osigurala njihova dugotrajna sigurnost i kvaliteta. Osim što produžava trajnost proizvoda, omogućava i transport lako pokvarljive robe na veće udaljenosti [20]. Za sprječavanje razvoja plijesni koristi se toplinska obrada koja uništava mikroorganizme, uz dodatak kemijskih sredstava koja pomažu u održavanju uvjeta nepovoljnih za njihov rast, koja nazivamo konzervansi [18].

Konzervansi su supstance određenog kemijskog sastava koje se dodaju u malim količinama u cilju sprečavanja ili usporavanja razmnožavanja mikroorganizama, to jest radi produžetka trajnosti proizvoda i očuvanju sterilnosti i bitno ne utječu na organoleptička svojstva [22]. Popis sredstava za konzerviranje u proizvodnji kruha definiran je propisom [5]. Svako kemijsko sredstvo smije se koristiti samo za određene vrste kruha i to u strogo reguliranim količinama (Tablica 2). Za konzerviranje pakiranog i narezanog kruha koriste se sorbinska kiselina, kalijev i kalcijev sorbat (u dozama do 2 g/kg kruha) te propionska kiselina, natrijev, kalijev i kalcijev propionat (u dozama do 3 g/kg kruha) [12].

3.1.6. Antioksidansi

Glavni cilj dodavanja antioksidansa u hranu je sprečavanje oksidacije, čime se hrana štiti od kvarenja. Antioksidansi sprječavaju razgradnju vitamina i kvarenje masnoća kemijskim vezivanjem kisika iz zraka prije nego što dođe u kontakt s namirnicom, ali njihov učinak nije dugotrajan. U prehrambenoj industriji, antioksidansi se često dodaju namirnicama kako bi se produžila njihova svježina i spriječilo kvarenje, što uključuje sprječavanje promjena boje, okusa i teksture. Neki od najčešće korištenih antioksidanasa u pekarskoj industriji uključuju tokoferole (vitamin E), askorbinsku kiselinu (vitamin C), BHA (butilhidroksianisol), BHT (butilhidroksitoluen), kao i propil galat i lecitin. Ovi dodaci pomažu u očuvanju proizvoda ne samo od oksidacije, već i od negativnog utjecaja svjetlosti i topline, koji također mogu ubrzati kvarenje [12].

3.2. Proizvodi na bazi slada

Slad je zaista ključna komponenta u pekarstvu, posebno zbog svojih prirodnih šećera i enzima. Ovi elementi doprinose ne samo poboljšanju fermentacije tijesta, već i unapređuju teksturu, ukus i boju gotovih proizvoda. Dodavanjem slada, kruh postaje mekši i bogatijeg okusa, dok zlatna boja kore privlači i estetski zadovoljava. Ulogom prvog pekarskog poboljšivača, slad je zauzeo nezamjenjivo mjesto u pekarskoj industriji, naglašavajući prirodnu slatkoću i omogućavajući savršenu ravnotežu između mekoće unutrašnjosti i hrskavosti kore. Dobiva se kontroliranim klijanjem ječma, a tijekom tog procesa dolazi do aktivacije enzima koji imaju ključnu ulogu u pretvaranju kompleksnih spojeva unutar zrna u jednostavnije, fermentabilne oblike. Proces počinje namakanjem ječma u vodi kako bi se potaknula klijavost, pri čemu se aktiviraju enzimi poput amilaza, proteinaza, celulaza i pentonaza [18]. Temperatura od 14-17°C je optimalna za klijanje, jer omogućava ravnomjerno klijanje zrna bez razvoja neželjenih mikroorganizama. Nakon što zrna proključaju do željenog stupnja, proces se prekida sušenjem, čime se dobiva slad spreman za daljnju obradu. Ovi enzimi razgrađuju škrob, proteine i druge složene molekule u zrnju na jednostavne šećere, aminokiseline i druge spojeve koji su neophodni za daljnju fermentaciju [18].

3.2.1. Sladno brašno

Osušeni i samljeveni slad naziva se sladno brašno. Ječam je najrasprostranjenija žitarica koja se koristi za pravljenje slada zbog visokog sadržaja enzima koji pomažu u razgradnji škroba u fermentabilne šećere. Pšenica i raž se također mogu koristiti za pravljenje slada, ali rjeđe. Djelovanje sladnog brašna zasniva se na djelovanju enzima diastaze, koji uključuje α -amilazu i β -amilazu [18]. Ovi enzimi igraju ključnu ulogu u razgradnji škroba iz žitarica u jednostavnije šećere, kao što su maltoza i dekstrin, koji su neophodni za fermentaciju. Pored toga, u sladnom brašnu postoje i enzimi proteinaze, koji razgrađuju proteine na manje peptidne lance i aminokiseline. Ovi enzimi imaju manju, ali značajnu ulogu, jer poboljšavaju strukturu i kvalitetu krajnjeg proizvoda, bilo da se radi o pivu ili kruhu. Razgradnjom proteina se poboljšava i rast kvasca, što doprinosi boljoj fermentaciji i boljoj teksturi proizvoda. Slad doprinosi formiranju hrskave kore. Enzimi u sladu razgrađuju škrob u tijestu, stvarajući jednostavne šećere koji tokom pečenja karameliziraju na površini proizvoda. Ovaj proces rezultira stvaranjem hrskave i ukusne kore. Karamelizacija šećera ne samo da doprinosi hrskavosti već i bogatijem, složenijem okusu kore. To daje proizvodima dodatnu dubinu okusa koja je teško postići bez slada. Pravilno doziranje slada značajno doprinosi postizanju atraktivne smeđe boje kore. Prirodni šećeri u sladu se tokom

pečenja karameliziraju, što dovodi do tamnijeg, sjajnijeg izgleda kore. Ovaj sjaj je posebno cijenjen u pekarskim proizvodima jer daje vizualnu privlačnost i signalizira svježinu. Dodavanje sladnog brašna posebno je korisno kada se koristi brašno dobre kvalitete. U takvim slučajevima, slad pomaže u postizanju optimalne teksture i volumena. Ako se koristi brašno slabije kvalitete, dodatak slada može izazvati neželjene efekte. Takvo tijesto može postati previše mazivo i vlažno, s tendencijom prekomjernog opuštanja[12].

3.2.2. Sladni ekstrakt

Sladni ekstrakt, poznat i kao maltozni sirup, je gusta, sirupasta supstanca koja se koristi u prehrambenoj industriji, posebno u pekarstvu. Ovaj sirup je tamno smeđe boje, što može doprinijeti boji konačnog proizvoda. Ima karakterističan miris i okus koji podsjeća na slad. Ovaj okus dodaje dubinu i bogatstvo proizvodima, dajući im specifičnu aromu koja je teško postići s drugim zaslađivačima. Način proizvodnje je jednak kao i kod sladnog brašna, sve do faze sušenja, nakon čega se dobiva sirupasta tvar umjesto praškastog brašna. Sladni ekstrakt je bogat izvor hranjivih tvari, uključujući vitamine iz B kompleksa te vitamine E i A. Sladni ekstrakt se ne smije koristiti kod dugotrajnog vremena fermentacije jer će enzimi razgraditi preveliku količinu škroba, što će dovesti do ljepljivog tijesta i neadekvatne strukture mrvica [20].

3.3. Poboljšivači na bazi mlijeka

Osnovna sirovina za proizvodnju mliječnih poboljšivača u industriji je obrano mlijeko, a u manjoj mjeri se koriste i maslačno mlijeko (stepka) i sirutka. Mogu se dodavati kako bi se poboljšale tekstura, stabilnost i nutritivni profil konačnih proizvoda. Mlijeko se zagrijava na oko 80°C kako bi se uklonili potencijalni mikroorganizmi i enzimi, te poboljšala svojstva mlijeka za daljnju obradu. Nakon zagrijavanja, mlijeko se suši na vrućem valjku to dovodi do isparavanja vode i formiranja tankih slojeva suhog mlijeka. Mliječni poboljšivači se često dodaju izravno u brašno čime se osigurava ravnomjerna distribucija dodataka kroz cijelu smjesu. Alternativno, poboljšivači, a tako i mliječni, mogu se otopiti u vodi i dodati u smjesu za zamjes tijesta. Uobičajeno se koristi koncentracija između 0,5% i 3% u odnosu na ukupnu količinu brašna. Tipično se dodaje oko 2% mliječnog poboljšivača na količinu brašna. Na primjer, za 1 kilogram brašna, dodaje se 20 grama mliječnog poboljšivača čime se postiže bolja kvaliteta tijesta[18].

3.4. Razgrađena brašna

Brašna loše kvalitete mogu imati različite posljedice na kvalitetu kruha, zavisno od specifičnih problema sa brašnom. Kada brašno ima slabu sposobnost upijanja vode znači da ne može pravilno apsorbirati i zadržati vodu u tijestu. U tom slučaju, tijesto može biti previše vlažno, što rezultira zbijenom, vlažnom sredinom nakon pečenja. Loša gluten struktura ili previše razbijeno brašno mogu uzrokovati da kruh postane mrvljiv i raspada se, jer gluten pomaže u održavanju strukture i elastičnosti tijesta. Stoga, dodavanje razgrađenih brašna može pomoći u navedenim problemima [18].

Prema Klarić [18] dodatak brašna u tijesto može imati nekoliko važnih efekata: razgrađena brašna često imaju povećanu sposobnost apsorpcije vode, što može dovesti do povećanja hidratacije tijesta. Zbog bolje hidratacije i modifikacije strukture škroba, tijesto može postati mekše, elastičnije i dobiti veći volumen tokom pečenja. Prisustvo enzima u razgrađenom brašnu može ubrzati proces fermentacije, što skraćuje ukupno vreme pripreme. Razgrađena brašna mogu doprinijeti finijoj, nježnijoj teksturi gotovih proizvoda, jer modificirani škrob djeluje kao prirodni zgušnjivač. Za pekare je ključno da samostalno odrede kvalitetu preparata kao što su brašna, koristeći metodu pokusnog pečenja. Tipično, doziranje dodataka ne prelazi 3% ukupne količine brašna u receptu [12]. Ovoj skupini pekarskih poboljšivača pripadaju instant brašna i krumpirovo brašno.

3.4.1. Krumpirovo brašno

Proces dobivanja krumpirovog brašna uključuje nekoliko koraka. Krumpiri se prvo peru i ljušte kako bi se uklonila vanjska koža. Oljušteni krumpiri se stavljaju u kotao u kojem se kuhaju pod tlakom pare. Nakon kuhanja, krumpiri se usitnjavaju u kašu. Kaša se zatim isušuje kako bi se uklonila voda i dobila krumpirovo brašno. Isušeno krumpirovo brašno izlazi u obliku pahuljica. Ove pahuljice se zatim melju i obrađuju kako bi se dobio fini prah, ako je potrebno [12].

3.4.2. Instant - brašna

Riža je bila jedna od najčešće korištenih žitarica u proizvodnji instant brašna zbog njenog visokog sadržaja škroba i niskog nivoa alergena. Škrob iz riže lako prolazi kroz proces klajsterizacije, koji je ključan za proizvodnju instant brašna jer omogućava brzu rehidraciju i upotrebu bez potrebe za dodatnim kuhanjem. Sadržaj vode u instant brašnu obično se kreće od 5

do 10%. Ovaj nizak nivo vlažnosti je ključan za očuvanje kvalitete i dugotrajnosti proizvoda, jer smanjuje rizik od kvarenja i rasta mikroorganizama. Također, niska vlažnost omogućava da instant brašno lako upija tečnost prilikom pripreme, čime se postiže željena konzistencija u kratkom vremenu[12].

3.5. Zakiseljivači tijesta

Ono što se opisuje su suhi supstrati (npr. instant-brašna) koji su tretirani organskim kiselinama poput mliječne i octene. Ove kiseline se koriste kao sredstva za zakiseljavanje s ciljem pojednostavljenja procesa pripreme ili proizvodnje određenih proizvoda [18].

Razlika između kiselina prisutnih u prirodnom kiselom tijestu i kiselih supstrata koji sadrže izolirane kiseline leži u njihovom djelovanju na brašno i tijesto. Prirodno kiselo tijesto sadrži žive bakterije mliječne kiseline koje fermentiraju šećere u brašnu, stvarajući mliječnu i octenu kiselinu. Ove bakterije ne samo da proizvode kiseline, već također razgrađuju sastojke brašna, kao što su škrob i proteini, te ih pretvaraju u spojeve koji doprinose okusu, teksturi i nutritivnoj vrijednosti kruha. Proces fermentacije stvara dodatne arome i utječe na strukturu glutena, što rezultira boljom teksturom i rahlosti kruha. Zbog prisutnosti bakterija i dugotrajnog fermentacijskog procesa, kruh napravljen s prirodnim kiselim tijestom ima složeniji okus, bogatiju aromu i karakterističnu teksturu. S druge strane, kiseli supstrati sadrže izolirane organske kiseline (poput mliječne ili octene kiseline), ali ne sadrže žive bakterije. Ove kiseline se dodaju gotovom tijestu ili brašnu i odmah snižavaju pH, dajući tijestu ili kruhu kiseli okus. Međutim, zbog odsutnosti bakterija, ne dolazi do fermentacije, što znači da nema dodatne razgradnje škroba i proteina, niti razvoja složenih aroma. Dodavanje izoliranih kiselina može kruhu pružiti kiselost, ali neće doprinijeti dubini okusa niti poboljšanju strukture na isti način kao prirodno kiselo tijesto [18].

3.5.1. Suhi kiseli praškasti supstrat

Suhi kiseli praškasti supstrati odnose se na proizvode napravljene od žitarica, gdje su brašna razgrađena i sadrže ugrađene organske kiseline (mliječna, octena, vinska, limunska i druge) [18]. Tijesta dobivena korištenjem navedeni supstrata mogu imati određene nedostatke u usporedbi s tijestom pripremljenim s prirodnim kiselim tijestom. Suhi kiseli supstrati dodaju kiselost tijestu, ali ne donose složene okuse koji nastaju prirodnim fermentacijskim procesima. Suhi kiseli supstrati nemaju isti utjecaj na razvoj glutena, što može dovesti do manje poželjne teksture, poput manje porozne strukture ili tvrdog kruha. Također, korištenjem suhih kiselih praškastih supstrata

izostaje aktivni proces fermentacije, što može rezultirati kraćim rokom trajanja pekarskih proizvoda [18].

3.5.2. Mliječna kiselina

Mliječna kiselina igra ključnu ulogu u procesu fermentacije tijesta, osobito u pripremi kiselog tijesta. Stvara kiselu sredinu koja je nepovoljna za razvoj ovih neželjenih mikroorganizama, čime pomaže očuvati kruh duže vrijeme i sprječava kvarenje [18]. U kiselom tijestu, mliječna kiselina nastaje kao rezultat djelovanja bakterija mliječne kiseline (npr. *Lactobacillus* spp.). Ove bakterije proizvode mliječnu kiselinu koja snižava pH tijesta, čime se sprječava pojava nekontroliranog vrenja koje bi moglo nastati djelovanjem drugih mikroorganizama. Time se osigurava stabilna i kontrolirana fermentacija, što rezultira karakterističnim okusom i teksturom kiselog kruha. Također, mliječna kiselina može imati dvostruki utjecaj u fermentaciji kiselog tijesta: uz prednosti koje mliječna kiselina pruža u kontroli štetnih bakterija, ona može i utjecati na bakterije koje su odgovorne za razvoj aromatskih tvari. Bakterije mliječne kiseline mogu potisnuti ili usporiti aktivnost drugih korisnih bakterija koje doprinose kompleksnosti i bogatstvu okusa kiselog kruha. Rezultat može biti kruh s nešto slabijim ili manje složenim okusom.

Mliječna kiselina, zbog svoje kiselosti, može promijeniti strukturu glutena u tijestu. Ako je kiselost previsoka, može doći do slabljenja glutenske mreže, što može rezultirati manjom poroznošću i gušćim kruhom. Ako kiselost nije pravilno uravnotežena, gluten može postati previše slab, što rezultira manje elastičnim tijestom [18].

3.6. Proizvodi na bazi soje

Soja je već desetljećima priznata kao namirnica visoke nutritivne i zdravstvene vrijednosti, posebno zbog svojih jedinstvenih svojstava i sastava. U novije vrijeme neki znanstvenici počeli su isticati da soja, unatoč svojim mnogim pozitivnim svojstvima, također sadrži određene tvari koje mogu imati negativne učinke na zdravlje, posebno ako se konzumira u velikim količinama ili ako nije adekvatno obrađena. Neke od tih tvari, koje se nazivaju anti-nutrijenti, mogu ometati asimilaciju proteina i apsorpciju drugih važnih hranjivih tvari [21].

3.6.1. Sojino brašno

Sojino brašno je svijetle, zlatnožute boje, slabo slatkastog okusa po grahu, karakterističnog mirisa [21]. Proces proizvodnje sojinog brašna uključuje nekoliko ključnih koraka, a to su: vlažno čišćenje, sušenje zrna, drobljenje i mljevenje na valjcima. Da bi se osigurala kvaliteta sojinog brašna i smanjila prisutnost štetnih tvari (antinutrijenata) u sojinim zrnima, prije same prerade u brašno provodi se nekoliko važnih koraka. Ovi postupci su ključni za uklanjanje ili deaktiviranje spojeva poput antitripsina, fitinske kiseline, saponina i hemaglutinina, koji mogu ometati apsorpciju hranjivih tvari i potencijalno štetiti zdravlju.

Proteini koji ne pokazuju svojstva glutena imaju sposobnost bubrenja kada dođu u kontakt s vodom. Ovi proteini mogu zadržavati vodu u tijestu povećavajući njegovu sposobnost upijanja vode, što može pozitivno utjecati na teksturu kruha. Sojino brašno, zbog svog specifičnog sastava i odsutnosti glutena, nema sposobnost stvaranja elastične i rastezljive mreže tijesta, stoga utječe negativno na volumen kruha (Slika 3.6.1.). U gotovim proizvodima, najvažnija promjena je povećanje randmana kruha, čime proizvodnja postaje učinkovitija i isplativija, što može rezultirati većim maržama i konkurentnijim cijenama [21].



Slika 3.6.1. Utjecaj sojinog brašna na kvalitetu kruha (7%, 12%, 16%, 22% sojinog brašna)

Izvor: https://www.researchgate.net/figure/ew-from-bread-produced-with-soy-flour-7-12-16-22_fig1_258763302

3.6.2. Sojin lecitin

Lecitin je gusta, želatinozna, žutosmeđa tvar slična masti koja na povišenoj temperaturi postaje tekuća te se lako raspršuje i miješa s brašnjastim sirovinama [18]. Praškasti poboljšivači za pecivo mogu sadržavati do 12% lecitina, koji se preračunato na količinu brašna u tijestu najčešće nalazi u količini od oko 0,3% [12].

Lecitin se najčešće dobiva iz sojinih zrna. Proces dobivanja lecitina iz sojinih zrna uključuje nekoliko ključnih koraka: drobljenje, gnjetenje, ekstrakciju i rafinaciju. Na tržištu se mogu naći i u obliku granula (Slika 3.6.2.). Često se koristi kao pomoćno sredstvo u pekarskoj industriji, posebno kod brašna sa slabim glutenom ili brašna siromašnog glutenom. Lecitin doprinosi boljoj elastičnosti i kohezivnosti tijesta, može poboljšati sposobnost tijesta da upija vodu što omogućava bolju hidrataciju i pomaže u postizanju odgovarajuće konzistencije tijesta. Također, može pomoći u očuvanju zraka u tijestu, što doprinosi većem volumenu proizvoda te u očuvanju svježine i mekoće proizvoda tokom dužeg vremenskog perioda, smanjujući krhkost i mrvljenje. Pojačano upijanje vode i poboljšana struktura tijesta smanjuju potrebu za dodavanjem velikih količina masti kako bi se postigla željena tekstura i konzistencija. Ovo može rezultirati ekonomičnijom proizvodnjom i zdravijim proizvodima sa smanjenim sadržajem masti [12].



Slika 3.6.2. Granule soje lecitina

Izvor: <https://www.thegrocer.com.au/shop/inspired-ingredients-soy-lethicin-granules-250g/>

3.7. Razgradni produkti škroba

Dva važna primjera takvih poboljšivača su maltoza i glukoza (dekstroza). Isključivo su proizvedeni od škroba i imaju svoje primjene u pekarstvu, ali nisu toliko rasprostranjeni kao poboljšivači na osnovi slada i instant brašna. Karakteristika ovih proizvoda jest visok sadržaj lakofermentirajućih šećera. Lakofermentirajući šećeri pružaju kvascima brzi izvor energije, što ubrzava proces fermentacije. Ovo može poboljšati rast tijesta i doprinijeti bržem vremenu pripreme. Također, dovodi do povećanja volumena tijesta, što je korisno za postizanje željenog rasta i teksture u pekarskim proizvodima. Maltoza i glukoza dodaju blagu slatkoću pekarskim proizvodima, što može pomoći u poboljšanju okusa i smanjenju potrebe za drugim zaslađivačima poput meda ili šećera. Za vodene i mliječne proizvode obično se koristi doziranje u rasponu od 0,5% do 1,5% u odnosu na količinu brašna [18].

4. Utjecaj aditiva i pomoćnih tvari na zdravlje

Uvriježeno je mišljenje da korištenje aditiva u hrani, pa tako i onih u kruhu i drugim pekarskim proizvodima, može imati dvojake utjecaje na zdravlje. Neki od aditiva se općenito smatraju sigurnima i koriste se već dugi niz godina, dok se oko nekih vode rasprave te postoje sumnje oko sigurnosti njihova korištenja i kod potrošača izazivaju ozbiljnu zabrinutost. Među nuspojavama koje se spominju, izdvajaju se kožni osip i svrbež, urtikarija i ekcem, otežano disanje, kihanje, gastrointestinalne smetnje, kolesterol u krvi, dok za neke, poput konzervansa, umjetnih boja i pojačivača okusa, smatra se da mogu izazvati alergijske reakcije [22].

Povećanje svijesti javnosti o utjecaju prehrane na zdravlje, stvorilo je globalni trend proizvodnje kruha i pekarskih proizvoda kao funkcionalnih proizvoda, s dodatkom sastojaka i tvari koje imaju pozitivne učinke na zdravlje[2]. U tom kontekstu znanstvenici intenzivno nastoje obogatiti sadržaj kruha i pekarskih proizvoda prehrambenim vlaknima, antioksidansima, probiotičkim bakterijama,

vitaminima i mineralima, te drugim korisnim sastojcima, koji istovremeno mogu u potpunosti ili djelomično zamijeniti nekih od aditiva [24]. Skupina takvih sastojaka, koja se u zadnje vrijeme sve više koristi, su svakako začini., Redovita uporaba začina u pekarskim proizvodima može povećati njihova funkcionalna i nutritivna svojstva, ali i produljiti njihov trajnost [25, 26]. Raznim biljnim začинима pripisuju se antimikrobno djelovanje i značajno smanjuju pojavu raznih infekcija u ljudskom organizmu, a primjenjuju se i u prehrambenim proizvodima bilo u obliku mljevenog osušenog praha ili kao eterično ulje. Uključivanje začina poput ružmarina, majčine dušice, piskavice, klinčića, cimeta i origana i drugih začina u pekarske proizvode može pomoći u upravljanju rizicima od niza bolesti [27,28].

Osim konzervirajućeg, bioaktivnog i funkcionalnog potencijala začina, veliki broj dodatnih tvari, kao što su hidrokoloidi, obrano mlijeko, mast, kiseline, mekinje, emulgatori i gluten, te sve više neke vrste voća, povrća i sjemenki, kao i razni mikronutrijenti uključeni su u formulaciju kruha kako bi se produljio rok trajanja, poboljšala tehnološka i organoleptička svojstva te postigla bolja hranjiva vrijednost konačnog proizvoda [29]. Sol daje okus kruhu i također djeluje kao sredstvo za jačanje tijesta, masnoća djeluje kao plastifikator, daje mekoću, poboljšava volumen, octena i mliječna kiselina koriste se za produženje roka trajanja te je u novije vrijeme, alternativa bromatu i askorbinskoj kiselini [30]. Svi ovi dodaci su vrijedni, nutritivno korisni sastojci koji pozitivno djeluju na zdravlje, a ujedno su alternativne zamjene nekim aditivima u pekarskoj industriji. Ovime se doprinosi vraćanju povjerenja potrošača i uklanjanju bojazni koja postoji kod

potrošača, dok istovremeno za proizvođače omogućuju pozicioniranje njihovih proizvoda kao „clean“ odnosno „slobodnih od“.

5. Zaključak

Upotreba pekarskih proizvoda je u porastu, ali postoji i izazov povećati nutritivnu vrijednost takvih proizvoda jer potrošači danas preferiraju i nutritivno izbalansirane proizvode s dodanom vrijednošću. Aditivi u pekarskim proizvodima igraju važnu ulogu u unapređenju kvalitete i sigurnosti hrane, ali njihova upotreba dolazi s nizom prednosti i potencijalnih nedostataka. S jedne strane, aditivi kao što su emulgatori, stabilizatori i konzervansi pomažu u očuvanju svježine proizvoda, poboljšavaju teksturu i produžuju rok trajanja. Ovi dodaci omogućuju proizvođačima da stvore zdravstveno sigurne i kvalitetne proizvode, što je ključno za zadovoljenje očekivanja potrošača.

S druge strane, prekomjerna upotreba aditiva može izazvati zabrinutost zbog njihovih potencijalnih zdravstvenih efekata. Neki aditivi mogu izazvati alergijske reakcije ili druge negativne reakcije kod osjetljivih pojedinaca. Stoga je važno da regulative i standardi koji uređuju upotrebu aditiva budu strogi i da se zasnivaju na naučnim istraživanjima i procjenama rizika. Potrošači bi trebali biti informirani o sastavu pekarskih proizvoda i obratiti pažnju na deklaracije proizvoda. Također, postoji rastući trend ka prirodnim i organskim alternativama koje ne koriste sintetičke aditive, što može predstavljati opciju za one koji su zabrinuti zbog potencijalnih negativnih efekata aditiva. U konačnici, balansiranje koristi i rizika aditiva u pekarskim proizvodima zahtjeva pažljivu regulaciju, transparentnost i edukaciju potrošača. Razumijevanje uloge i utjecaja ovih dodataka može pomoći u donošenju ispravnih odluka dok svijest o potrebi uspostave ravnoteže između poboljšanja tehnoloških, senzorskih i nutritivnih karakteristika kruha te zaštite zdravlja potrošača ključna je u modernoj pekarskoj industriji.

—
H I B I O N
A L I S T I B I A I N I O

Sveučilište
Sjever



S V E U Č I L I Š T E
S J E V E R

IZJAVA O AUTORSTVU

I

SUGLASNOST ZA JAVNU OBJAVU

Završni/diplomski rad isključivo je autorsko djelo studenta koji je isti izradio te student odgovara za istinitost, izvornost i ispravnost teksta rada. U radu se ne smiju koristiti dijelovi tuđih radova (knjiga, članaka, doktorskih disertacija, magistarskih radova, izvora s interneta, i drugih izvora) bez navođenja izvora i autora navedenih radova. Svi dijelovi tuđih radova moraju biti pravilno navedeni i citirani. Dijelovi tuđih radova koji nisu pravilno citirani, smatraju se plagijatom, odnosno nezakonitim privajanjem tuđeg znanstvenog ili stručnoga rada. Sukladno navedenom studenti su dužni potpisati izjavu o autorstvu rada.

Ja, LORENA HRKOVIC (ime i prezime) pod punom moralnom, materijalnom i kaznenom odgovornošću, izjavljujem da sam isključivi autor/ica završnog/diplomskog (obrisati nepotrebno) rada pod naslovom UTJECAJ ADITIVA I POMOĆNIH SREDSTAVA NA KVALITETU KEVHA (upisati naslov) te da u navedenom radu nisu na nedozvoljeni način (bez pravilnog citiranja) korišteni dijelovi tuđih radova.

Student/ica:
LORENA HRKOVIC (upisati ime i prezime)

Hrkovic
(vlastoručni potpis)

Sukladno Zakonu o znanstvenoj djelatnosti i visokom obrazovanju završne/diplomske radove sveučilišta su dužna trajno objaviti na javnoj internetskoj bazi sveučilišne knjižnice u sastavu sveučilišta te kopirati u javnu internetsku bazu završnih/diplomskih radova Nacionalne i sveučilišne knjižnice. Završni radovi istovrsnih umjetničkih studija koji se realiziraju kroz umjetnička ostvarenja objavljuju se na odgovarajući način.

Ja, LORENA HRKOVIC (ime i prezime) neopozivo izjavljujem da sam suglasan/na s javnom objavom završnog/diplomskog (obrisati nepotrebno) rada pod naslovom UTJECAJ ADITIVA I POMOĆNIH SREDSTAVA NA KVALITETU KEVHA (upisati naslov) čiji sam autor/ica.

Student/ica:
LORENA HRKOVIC (upisati ime i prezime)

Hrkovic
(vlastoručni potpis)

6. Literatura

- [1] Z.B.Yessimsiitova, N.T.Ablaikhanova, G.A.Tussupbekova, S.K Aknazarov, A.M.Nuraly K.S. Bexeitova, A.S.Kozhamzharova (2018.): Use of non-traditional food additives in the production of bakery products, Вестник КазНМУ. <https://cyberleninka.ru/article/n/use-of-non-traditional-food-additives-in-the-production-of-bakery-products> , dostupno 28.08.2024.
- [2] S. Çiçek, S.İşık (2025): Chapter 16 - Development of functional bread and other bakery products. Handbook of Sourdough Microbiota and Fermentation, Food Safety, Health Benefits, and Product Development, 279-295, <https://doi.org/10.1016/B978-0-443-18622-6.00016-5> , dostupno 29.10.2024.
- [3] R.M. Al-Ali, O.T. Al-Ibresam, S.A. Al-Hilifi, A.Trajkovska Petkoska S.A. Korma (2024): Chemical, rheological and sensory characteristics of wheat bread enriched with chia (*Salvia hispanica* L.) seed gum. Future Foods, 10, 100471, <https://doi.org/10.1016/j.fufo.2024.100471> , dostupno 29.10.2024.
- [4] G.L.Carlos, J.R. Ganancio, and C.J. Steel. (2017.): Food additives and processing aids used in breadmaking. Food additives 1, 147-166., <https://www.intechopen.com/chapters/56317> , dostupno 28.8.2024.
- [5] Uredba (EZ) br. 1333/2008 Europskog parlamenta i Vijeća o prehrambenim aditivima (s izmjenama i dopunama). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/?qid=1424852592583&uri=CELEX:32008R1333> , dostupno 28.08.2024.
- [6] V. Vrček (2019.): Istine i zablude o aditivima u pekarskim proizvodima // XIX. kongres pekarstva, mlinarstva i slastičarstva «Hrvatski pekar 2019.» Varaždin, Hrvatska, 05.04.2019-05.04.2019., <https://www.croris.hr/crosbi/publikacija/prilog-skup/686279#>, dostupno 08.09.2024.
- [7] L.Wu, C.Zhang, Y.Long, Q.Chen, W.Zhang, G.Liu, (2022.) Food additives: From functions to analytical methods'. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 62 (30), 8497–8517., <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34058921/> , dostupno 6.9.2024.
- [8] M. Katalenić (2008.) Aditivi, hrana i potrošač, Zagreb, <https://hrcak.srce.hr/file/59755> , dostupno 28.8.2024.
- [9] H.S. Gujral, N. Singh (1999): Effect of additives on dough development, gaseous release and bread making properties, Food Research International, 32 (10), 691-697, [https://doi.org/10.1016/S0963-9969\(99\)00148-9](https://doi.org/10.1016/S0963-9969(99)00148-9) , dostupno 29.10.2024.

- [10] J. Xu, W. Wang, Y. Li (2019): Dough properties, bread quality, and associated interactions with added phenolic compounds: A review. *Journal of Functional Foods*, 52, 629-639, <https://doi.org/10.1016/j.jff.2018.11.052> , dostupno 29.10.2024.
- [11] D. Dziki, R. Różyło, U. Gawlik-Dziki, M. Świeca (2014): Current trends in the enhancement of antioxidant activity of wheat bread by the addition of plant materials rich in phenolic compounds. *Trends in Food Science & Technology*, 40 (1), 48-61, <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2014.07.010> , dostupno 29.10.2024.
- [12] Grupa autora (2007): Priručnik o poboljšivačima i ostalim sirovinama za pekarstvo i slastičarstvo, Zagreb, Tim Zip d.o.o.
- [13] A. A. Hamid, A. Risikat, A. R. Sururah (2012): Food: Its preservatives, additives and applications, *International Journal of Chemical and Biochemical Sciences*, 36–47., https://www.researchgate.net/publication/268509774_Food_Its_preservatives_additives_and_applications , dostupno 8.9.2024.
- [14] C. E. Stauffer (1991.): *Functional Additives for Bakery Foods*, New York, Springer New York.
- [15] H.M. Sipra, A. Ali, O.A. Syed, M. Irfan, S.A. Hassan (2024): Harnessing the health perks of underrated spices in bakery products-A review. *Food Chemistry Advances*, 5, 100790, <https://doi.org/10.1016/j.focha.2024.100790> , dostupno 29.10.2024.
- [16] A. Méndez-Vilas (2017.) *Science within food up-to-date advances on research and educational ideas*, Formatex Research Center, Spain, ISBN-13 Collection: 978-84- 947512-1-9., https://www.researchgate.net/profile/Antonio-ordao2/publication/319650454_Food_analysis_From_structure_chemistry_and_flavour_to_food_omics/links/5a063af94585157013a3aed9/Food-analysis-From-structure-chemistry-and-flavour-to-foodomics.pdf , dostupno 28.8.2024.
- [17] M. V. Osipova (2020.) *Experimental use of food additives to accelerate the technological process of bakery production*, IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 613 012099, <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/613/1/012099>, dostupno 28.8.2024.
- [18] F. Klarić (2017.): *Suvremene tehnologije u pekarstvu u slastičarstvu – sirovine i proizvodi*, Zagreb, TIM ZIP d.o.o.
- [19] Uredba (EU) br. 1169/2011 Europskog Parlamenta i Vijeća o informiranju potrošača o hrani, te izmjeni Uredbe (EC) br. 1924/2006 i (EC) br. 1925/2006 Europskog Parlamenta i Vijeća i

ukidanja Direktive Komisije 87/250/EEC, Direktive Vijeća 90/496/EEC, Direktive Komisije 1999/10/EC, Direktive 2000/13/EC Europskog Parlamenta i Vijeća, Direktive Komisije 2002/67/EC i 2008/5/EC i Uredbe Komisije (EC) br. 608/2004, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A02011R1169-20180101>, dostupno 10.9.2024.

[20] Y. H. Hui, H. Corke, I. De Leyn, W. K. Nip, N. A Cross (2008): Bakery products: science and technology, John Wiley & Sons.

[21] M. Žeželj (2005.) Tehnologija žita i brašna II, Beograd, Glas javnosti.

[22] D. Nikolić-Velkov, N. Živadinović, V. Ristić (2019.) Uloga aditiva u prehrambenim i farmaceutskim proizvodima i njihov uticaj na zdravlje ljudi. International Journal Scientific and Applicative papers V8/2, 205, <https://ikm.mk/wp-content/uploads/2019/05/Zbornik1.pdf#page=208>, dostupno 06.09.2024.

[23] M. M. Silva, F. C. Lidon, (2016): An overview on applications and side effects of antioxidant food additives. Emirates Journal of Food and Agriculture, 28 (12), 823– 832, https://www.researchgate.net/publication/313108154_An_Overview_on_Applications_and_Side_Effects_of_Antioxidant_Food_Additives, dostupno 8.9.2024.

[24] L. Rubió, M.J. Motilva and M. P. Romero (2023): Recent Advances in Biologically Active Compounds in Herbs and Spices: A Review of the Most Effective Antioxidant and Anti-Inflammatory Active Principles, Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 53, 943-953. |

[25] N.B.A. Duarte and J.A. Takahashi (2022): Plant Spices as a Source of Antimicrobial Synergic Molecules to Treat Bacterial and Viral Co-Infections, Molecules, 27(23), 8210; <https://doi.org/10.3390/molecules27238210>

[26] V. Valková, H. Ďúranová, L. Galovičová, N.L. Vukovic, M. Vukic, P.Ł. Kowalczewski, et al. (2022): Application of three types of cinnamon essential oils as natural antifungal preservatives in wheat bread. Applied Sciences, 12 (21), 10888, <https://doi.org/10.3390/app122110888>

[27] N.D. Gonçalves, F. Pena, L. de, A. Sartoratto, C. Derlamelina, M.C.T. Duarte, A. Elisabete C. Antunes, A.S. Prata (2017): Encapsulated thyme (*Thymus vulgaris*) essential oil used as a natural preservative in bakery product. Food Research International, 96, 154-160, <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.03.006>

[28] M. Eduardo, U. Svanberg, L. Ahrné (2014): Effect of hydrocolloids and emulsifiers on baking quality of composite cassava-maize-wheat breads, Future Foods, 10, 100471. <https://doi.org/10.1155/2014/479630>

[29] R.V.C. Cardoso, Â. Fernandes, A.M. González-Paramás, L. Barros, I.C.F.R. Ferreira (2019): Flour fortification for nutritional and health improvement: A review. *Food Research International*, 125, 108576, <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.108576>

[30] M. Seguchi, M. Hayashi, H. Matsumoto (1997): Effect of Gaseous Acetic Acid on Dough Rheological and Breadmaking Properties. *Cereal Chemistry*, 74 (2), 129-134 <https://doi.org/10.1094/CCHEM.1997.74.2.129>

Popis slika

Slika 3.1.1. Utjecaj askorbinske kiseline na kvalitetu kruha (lijevo bez askorbinske kiseline; sredina 20 mg/kg; desno 60 mg/kg). Izvor: http://www.chemistryviews.org/details/ezone/4556221/Our_Daily_Bread__Part_3.html, dostupno 29.10.2024 .

Slika 3.1.2. Utjecaj emulgatora DATEM na kvalitetu kruha,. Izvor: <https://www.yizeliadditive.com/info/the-datem-function-in-food-56157370.html>, dostupno 29.10.2024.

Slika 3.1.3. Razgradnja škroba (amiloze i amilopektina) djelovanjem enzima α -amilaze i β -amilaza, Izvor: http://www.chemistryviews.org/details/ezone/4556221/Our_Daily_Bread__Part_3.html, dostupno 29.10.2024.

Slika 3.6.1. Utjecaj sojinog brašna na kvalitetu kruha (7%, 12%, 16%, 22% sojinog brašna). Izvor: https://www.researchgate.net/figure/ew-from-bread-produced-with-soy-flour-7-12-16-22_fig1_258763302, dostupno 29.10.2024.

Slika 3.6.2. Granule soja lecitina. Izvor: <https://www.thegrocer.com.au/shop/inspired-ingredients-soy-lethicin-granules-250g/>, dostupno 29.10.2024.

Popis tablica

Tablica 1. Kategorije aditiva dozvoljenih u hrani

Tablica 2. Dozvoljeni aditivi u kruhu i drugim pekarskim proizvodima