

# TEHNOLOGIJA PROIZVODNJE I KONTROLA KVALITETE VAFEL LISTOVA

---

**Herc, Vilim**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2019**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **Karlovac University of Applied Sciences / Veleučilište u Karlovcu**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:128:013288>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-02-23**



**VELEUČILIŠTE U KARLOVCU**  
Karlovac University of Applied Sciences

*Repository / Repozitorij:*

[Repository of Karlovac University of Applied Sciences - Institutional Repository](#)



zir.nsk.hr



DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

Veleučilište u Karlovcu  
Stručni studij prehrambene tehnologije  
Prerada mlijeka

Vilim Herc

**TEHNOLOGIJA PROIZVODNJE I KONTROLA  
KVALITETE VAFEL LISTOVA**

Završni rad

U Karlovcu, 12. rujna, 2019.

Veleučilište u Karlovcu  
Stručni studij prehrambene tehnologije  
Prerada mlijeka

Vilim Herc

**Tehnologija proizvodnje i kontrola kvalitete vafel listova**

Završni rad

Mentor: dr.sc. Sandra Zavadlav, dipl. ing.

Broj indeksa: 0314615027

U Karlovcu, 12. rujna, 2019.

# **Tehnologija proizvodnje i kontrola kvalitete vafel listova**

## **SAŽETAK**

Napolitanka ili vafel je proizvod koji spadaju u skupinu konditorskih proizvoda, te se grupiraju prema osnovnim sirovinama u četiri grupe: kakao proizvodi, bombonski proizvodi, snack proizvodi i brašeno konditorski proizvodi.

Vafel proizvod je prehrambeni proizvod, srodan keksu, koji se sastoji od vafel-listova i punjenja, a prema obliku, možemo ga svrstati na: cjevasti (holipe), ravni, reljefni ili ostalih oblika.

Cilj ovog rada bio je analizirati kvalitetu osnovne sirovine te usporediti s kvalitetom finalnog proizvoda odnosno vafel lista i zaključiti koliki je utjecaj kemijskog sastava sirovine na poluproizvod u samom tehnološkom procesu proizvodnje.

Dobiveni rezultati iz prve tablice pokazuju analizu brašna koje se koristi u procesu izrade vafel listova. Kod analiziranja brašna provede se analize udjela vode u brašnu, udjela vlažnog ljepljaka i analiza veličine čestica brašna. Druga tablica pokazuje analizu tijesta brašna kod kojeg se analizira postotak upijanja vode, rastezanje tijesta, maksimalan viskozitet, pepeo i stupanj kiselosti. Treća tablica pokazuje analizu vafel listova kod kojih se analizira udio i udio masti.

*Ključne riječi:* brašno, keks, kvaliteta, vafel, vafel list

# Wafers production technology and quality control

## ABSTRACT

A wafer product falls into, a group of confectionery products. The confectionery products are classified in four groups according to raw materials used: Cocoa products, Sugar Confectionery, Snack Products, and Flour Confectionery.

The aim of this thesis was to analyze the qualitative basic and comparable quality of final products and to conclude the impact of the chemical composition of the raw material on the semi-product in the technological process itself.

The results from the first table show the analysis of the flour used in the process of making vafel leaves. Analysis of flour is carried out by analyzing the proportion of water in flour. The second table shows the analysis of dough flour analyzes the percentage of water absorption, dough tensile, maximum viscosity, ash and acidity. The third table shows the analysis of the vafel leafs in which the proportion and the fat content are analyzed.

*Key words:* cookie, flour, quality, vafel, vafel leafs

# SADRŽAJ

<b>1. UVOD</b> .....	1
<b>2. TEORIJSKI DIO</b> .....	2
<b>2.1. Povijest vafel proizvoda</b> .....	2
<b>2.2. Sirovine i tehnologija proizvodnje vafel proizvoda</b> .....	2
2.2.1. Brašno .....	2
2.2.2. Proces obrade brašna .....	2
2.2.3. Sastav brašna .....	3
2.2.4. Mineralne tvari .....	3
2.2.5. Proteini .....	4
2.2.6. Enzimi .....	4
2.2.7. Sirovine za izradu krema .....	5
2.2.8. Lipidi .....	6
2.2.9. Biljna mast .....	6
2.2.10. Šećeri .....	7
2.2.11. Proces dobivanja vafel listova i kreme .....	7
2.2.12. Pečenje vafel listova .....	8
2.2.13. Kreme .....	8
2.2.14. Mazanje kreme .....	9
2.2.15. Formiranje plate .....	9
<b>3. EKSPERIMENTALNI DIO</b> .....	10
<b>3.1. MATERIJALI</b> .....	10
<b>3.2. METODE</b> .....	10
<b>3.2.1. Metode za kontrolu brašna</b> .....	10
3.2.1.1. Određivanje vode sušenjem na vlagomjeru .....	10
3.2.1.2. Određivanje veličine čestica brašna metodom prosijavanja .....	10
<b>3.2.2. Metode analiziranja tijesta za proizvodnju vafel listova</b> .....	12
3.2.2.1. Određivanje pepela u mlinskim proizvodima .....	12
3.2.2.2. Određivanje stupnja kiselosti u mlinskim proizvodima .....	13

3.2.2.3.	Određivanje količine vlažnog ljepka.....	14
3.2.2.4.	Određivanje fizikalnih svojstava pšeničnog brašna Brabenderovim farinografom 16	
3.2.2.5.	Određivanje fizikalnih svojstava pšeničnog brašna Brabenderovim ekstenzografom .....	17
3.2.2.6.	Određivanje viskoznosti Micro Visco-Amylo-Graph-om.....	18
<b>3.2.3.</b>	<b>Metode za kontrolu vafel listova .....</b>	<b>20</b>
3.2.3.1.	Metoda određivanja vode sušenjem .....	20
3.2.3.2.	Određivanje ukupne masti po Soxhletu .....	21
<b>4.</b>	<b>REZULTATI .....</b>	<b>24</b>
<b>5.</b>	<b>RASPRAVA.....</b>	<b>27</b>
<b>6.</b>	<b>ZAKLJUČCI.....</b>	<b>29</b>
<b>7.</b>	<b>LITERATURA.....</b>	<b>30</b>

## 1. UVOD

Vafli su proizvodi dobiveni pečenjem rijetkog tijesta. Vafli mogu biti u obliku tankih listova, reljefni, cjevasti, u obliku stošca i drugih oblika, a izrađeni su od mekog tijesta i peku se brzo, između dvije vruće metalne površine (ploče). Debljina vafel lista je obično 2–5 mm. Listovi su pravilnog oblika, s dvije reljefne površine koje povećavaju čvrstoću vafel lista.

Na tržištu je najveća zastupljenost ravnih vafel listova iako postoji interes i za cjevaste vafel štapiće, a postoje i mala specijalizirana tržišta za male okrugle pločice ili valjkaste vafle. Vafli raznih boja mogu se dobiti dodavanjem boja u tijesto.

Sirovina koja se ugrađuje u proizvod određuju kvalitetu finalnog proizvoda. Količina vode koja je potrebna da bi se dobilo tijesto pogodne konzistencije ovisit će o sposobnosti upijanja brašna. Brašno je uz vodu najzastupljenija sirovina za vaflima te je izuzetno bitan kemijski sastav brašna koje se ugrađuje u tijesto. Najbolje je koristiti brašno od slabe do srednje jačine.

Kao sirovine koriste se pšenično brašno T-500, masnoće, voda, šećer i drugi dozvoljeni dodaci. Rijetko tijesto ima najmanji viskozitet od svih tijesta u proizvodnji keksa, i važno je da bude ujednačen prilikom oblikovanja, jer je onda i protok tijesta kroz cijev ujednačen. Konzistencija tijesta ovisi o sirovinskom sastavu i potrošnji mehaničkog rada pri miješanju. Tekstura vafila ne ovisi samo o količini i kakvoći upotrijebljenih sastojaka, već i o uvjetima zamjesa i obrade, pečenja, kalupa za pečenje i hlađenja.

Napolitanke imaju vrlo blag okus koji ovisi o kvaliteti ulja ili masti i odsutnosti užglosti.

Upotreba mlijeka uprahu ili reducirajućih šećera pridonose posmeđivanju prilikom pečenja. Istraživanja pokazuju da uključivanje male količine kakaa ili šećera pomaže u stabiliziranju okusa i daju duži vijek trajanja.

Raznolikost keksa je velika i razlikuje se ne samo u upotrijebljenim sastojcima već i u načinu proizvodnje.



## **2. TEORIJSKI DIO**

### **2.1. Povijest vafel proizvoda**

Vafel proizvodi ili napolitanke su jedna od najpopularnijih poslastica širom svijeta. To je proizvod srodan keksu, koji se sastoji od vafel listova i punjenja. Prema obliku se dijele na cjevaste, ravne, reljefne, a ima i drugih oblika.

Povijest napolitanke počinje još u staroj Grčkoj, gdje je pronađena prva presa za napolitanke. Masovna upotreba u Evropi datira još od 13. stoljeće, kada su se prodavale na svim proslavama, vašarima, svetkovinama. Prodavača je bilo toliko puno da je francuski kralj Šarl IX donio zakon da prodavači moraju biti udaljeni jedan od drugog bar 1,5 m, kako ne bi dolazilo do sukoba i tuča. Prve oblasti zahvaćene ovom slatkom groznicom bile su Toskana i Burgundija, odakle se proširilo na čitavu Evropu. Tokom kasnog srednjeg vijeka i renesanse, napolitanke postaju važan i sastavni dio prehrane. U to vrijeme su ih najviše konzumirali vladari, jer su blagotvorno djelovale na probavne organe. U kasnijim stoljećima, napolitanke su bile važan desert, a najčešće su pravljene u obliku rolera ili korneta, koji su se služili ispunjeni čokoladom ili voćnim pastama.

### **2.2. Sirovine i tehnologija proizvodnje vafel proizvoda**

#### **2.2.1. Brašno**

Brašno se najčešće dobiva od pšenice koja pripada vrsti žitarica. Osim pšenice brašno se može dobiti od kukuruza, raži, ječma i riže. Pšenica se uzgaja u različitim klimatskom uvjetima. Postoji veliki broj različitih sorti pšenice, a njihova zrna se mogu razlikovati po veličini, obliku, sadržaju glutena. Žetva pšenice u današnje vrijeme se odvija pomoću strojeva koji odvajaju zrna od ostatka biljke. Zrna se odvođe u silose gdje se skladište prije prerade. Najznačajniji dio prerade pšenice je mljevenje pri čemu dobivaju različite vrste brašna. Brašno je vrlo kompleksan prirodni materijal čiji sastav i osobine variraju ovisno o sorti pšenice, klimatskih promjena, načinu mljevenja, načinu skladištenja i čuvanja.

#### **2.2.2. Proces obrade brašna**

Prije postupka mljevenja važno je očistiti i kondicionirati zrna. Postupak čišćenja obuhvaća prolazak zrna kroz strojeve za uklanjanje primjesa. U takve strojeve spadaju sita sa različitim

veličinama i oblika otvora, izdvajači kamena, čistilice, ribalice i magneti. Prilikom kondicioniranja zrna povećava se vlažnost zrna tako što ih se prska sa vodom. Kondicioniranje je potrebno zbog naglašavanja strukturi i mehaničkih razlika između anatomskih dijelova zrna kako bi se dobilo što više brašna sa što manje mineralnih tvari i uz što manji utrošak energije. Postupkom kondicioniranja dolazi do slabljenja veza između različitih dijelova zrna.

Postupak mljevenja sastoji se od usitnjavanja i razdvajanja usitnjenog produkta. Najčešće se koriste valjni mlinovi koji usitnjavaju zrno pšenice na način da jedan valjak vrši pridržavanje zrna, dok drugi valjak koji se okreće većom brzinom te reže određeni sloj zrna pšenice. Zavisno o kojem prolazu zrna ili dijelova zrna pšenice se radi valjci se podešavaju na određeni razmak i vrte se odgovarajućom brzinom. Cilj je dobiti odgovarajuću strukturu meljave i što bolje odvojiti ljusku, endosperm i klicu.

### **2.2.3. Sastav brašna**

Kemijski sastav brašna ovisi o vrsti brašna i kemijskom sastavu zrna koji ovisi o vrsti i sorti pšenice, vrsti tla, klime, vremenskih uvjetima. Brašno sadrži vodu, šećere, masti, proteine, mineralne tvari, vitamine i enzime.

Voda u brašnu je važan faktor za održivost. Sa porastom vode u brašnu smanjuje se moć apsorpcije brašna. Količina vode u zrnu i brašnu je glavni pokazatelj kvaliteta i u zrnu se kreće od 14 do 15%, a u brašnu od 12.5 do 15%. U normalnim uvjetima u zrnu i brašnu ima od 14 do 15% vlage, a povećanjem te količine dolazi do različitih reakcija i procesa u zrnu i brašnu. Masti u brašnu su netopljive tvari biljnog ili životinjskog porijekla, mogu biti proste ili složene. Od prostih masti u pšenici najviše ima nezasićenih masnih kiselina, čiji je sastav uvijek konstantan. Voskovi spadaju u proste masti i nalaze se uglavnom u omotaču zrna gdje čine zaštitni sloj. Od složenih masti u pšenici najviše ima fosfatida – lecitin i kefalin.

### **2.2.4. Mineralne tvari**

Mineralne tvari u zrnu i brašnu se nalaze soli K, Ca, Mg, P, Fe, itd. a količina ovisi o vrsti i sorti pšenice, klimatskim uvjetima pri rastu i sazrijevanju, itd. Najviše mineralnih tvari se nalazi u omotaču u i aleuronskom sloju, a najmanje u endospermu. U zrnu pšenice najviše ima soli fosfora, a manje K, Mg i Ca, ali dio Ca se odstrani mljevenjem, dok se fosfor (oko 70%) nalazi u obliku fitina koji ljudski organizam ne može iskoristiti. Od mikroelemenata prisutni su Fe, Mn, Zn, Ni,

Cd i Cr. Sadržaj mineralnih tvari se određuje sagorijevanjem i žarenjem pri čemu sagorijeva organski dio, a pepeo koji ostaje sadrži mineralne tvari. U zrnu ga ima oko 2%, a u brašnu, ovisno o izmeljavanju, od 0.45 do 1.8%.

### **2.2.5. Proteini**

Proteini su visokomolekularne tvari, mogu biti prosti i složeni, a sastoje se iz aminokiselina i prostetske grupe u složenim proteinima. U brašnu ima 9 do 15%, a u pšenici 15 do 16% proteina. Proteini brašna su albumini (topljivi u vodi pa ne stvaraju gluten, dodatkom neutralnih soli i povećanjem njene koncentracije albumini se talože iz otopine), globulini (topljivi u razrijeđenim otopinama soli 10% NaCl, Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> i talože se povećanjem ili smanjivanjem koncentracije soli i ne stvaraju gluten), glijadini (topljivi u razrijeđenim otopinama alkohola 60-70%, talože se promjenom koncentracije alkohola) i glutenini (topljivi u razrijeđenim otopinama kiselina i baza, talože se promjenom njihove koncentracije). Glijadini i glutenini u vodi bubre, povećavaju volumen i stvaraju gluten koji gradi strukturu tijesta. U glutenu je odnos glutenina i glijadina stalan i njihov sadržaj je oko 80% u odnosu na ukupne proteine.

### **2.2.6. Enzimi**

Enzimi su složene organske tvari proteinskog porijekla, djeluju na kemijske reakcije tako što ih ubrzavaju a da se pri tome ne mijenjaju i ne utječu na promjenu ravnoteže reakcije. Nazivaju se još i biokatalizatori jer ubrzavaju biokemijske reakcije. Sve reakcije koje se odvijaju u brašnu su enzimskog karaktera. Enzimi se ponašaju kao proteini, na temperaturama iznad 50 °C koaguliraju, kao i u prisustvu jakih baza, kiselina i soli. Imaju vrlo veliku sposobnost razlaganja i djeluju specifično – svaki enzim ima točno određenu tvar, odnosno kemijsku vezu na koju djeluje. Također svaki enzim ima svoju optimalnu temperaturu i temperaturu koagulacije; sa povećanjem temperature do optimalne ubrzava se i djelovanje enzima – za svakih 10 °C reakcija se ubrzava 1.2 do 3 puta. Na djelovanje enzima djeluju i različite tvari pa tako razlikujemo aktivatore – tvari koje ubrzavaju djelovanje enzima (prisustvo drugih enzima, iona metala Mn, Co, itd) i inhibitore – tvari koje usporavaju ili sprečavaju djelovanje enzima (soli teških metala). Djelovanje enzima ovisi i o količini enzima, količini tvari na koju enzim djeluje, pH, temperaturi. Ako su svi ti uvjeti povoljni veća je i aktivnost enzima. Optimalni pH za djelovanje enzima je 4.2 do 7.5. Enzimi se prema sastavu dijele na jednokomponentne (samo protein) i dvokomponentne enzime (apoenzim

i koenzim), prema mjestu djelovanja na endoenzime i egzoenzime, prema načinu djelovanja na hidrolitičke i metaboličke. Prema vrsti reakcije i supstratu na koji djeluju enzimi se dijele na: hidrolaze (karbohidraze, proteaze, esteraze) i oksidaze – reduktaze (dezmolaze i zimaze). Pri preradi brašna i to u periodu skladištenja izražena je aktivnost enzima iz grupe karbohidraza (maltaza, invertaza i amilaza).

### **2.2.7. Sirovine za izradu krema**

Sirovine za izradu kreme za klorpus čokoladirane napolitanke: mljeveni šećer, mast, kakao prah, čokolada u prahu i aroma vanilije.

Mljeveni šećer se koristi jer je teško topljiv u masnim punjenjima pa bi se osjetio u gotovim proizvodima.

Kakao prah je proizvod dobiven mljevenjem kakao-pogače koja može biti proizvedena dopuštenim sredstvima alkaliziranog kakao-loma ili kakao-mase.

Čokolada u prahu je proizvod dobiven preradom smjese šećera i istih sastojaka kao i za čokoladu.

Arome su proizvodi:

- 1) koji nisu namijenjeni za direktnu konzumaciju i dodaju se hrani kako bi joj dali ili promijenili miris i/ili okus;
- 2) koji su proizvedeni ili se sastoje od: aromatičnih supstanci, aromatičnih pripravaka, aroma dobivenih termičkim postupkom, aroma dima, prekursora aroma ili ostalih aroma ili njihovih mješavina.

Arome mogu biti prirodnog i umjetnog ili sintetičkog podrijetla. Aroma vanilije se gotovo uvijek stavlja u proizvode sa čokoladom jer odlično idu zajedno.

Za izradu napolitanke se koristi nekoliko vrsta krema: chocolate cream, lješnjak krema, nugat krema, mocca krema, rum krema, lemon-orange krema, mliječna krema.

U lješnjak i nugat kremu osim gore navedenih sastojaka dodaje se lješnjak pasta.

U mocca kremu se dodaje aroma kave.

U rum kremu se dodaje aroma ruma.

U lemon-orange kremu se dodaje aroma limuna i naranče.

U mliječnu kremu dodaje se mlijeko u prahu i sirutka.

### **2.2.8. Lipidi**

Lipidi su tvari koje su po fizikalnim svojstvima slične mastima, u brašnu ih ima 1,5–2,5%. Njihova funkcionalna svojstva u brašnu su od posebnog značaja za tehnološku kvalitetu. Lipide brašna čine: trigliceridi, fosfolipidi i glikolipidi. Fosfolipidi povoljno utječu na gluten koji pri tome zadržava više plinova u tijestu, a pri tome sam proizvod dobiva veći volumen i bolju strukturu. Glikolipidi i fosfolipidi se povezuju s proteinima i škrobom brašna, te utječu na njihovu pokretljivost i savitljivost (Gavrilović, 2003.).

### **2.2.9. Biljna mast**

Biljna mast se pri zamjesu tijesta za vafel list homogeno raspodjeljuje, a emulgator lecitin djeluje na stabilnost emulzije vodene i masne faze u tijestu. Ovi dodaci sprječavaju lijepljenje oblikovanog tijesta u kalupu (Manley, 2000.). Tijekom zamijesa tijesta važan je redoslijed dodavanja masnoće i vode. Istovremeno dodavanje masnoće i vode brašnu doprinosi optimalnom razvoju tijesta. Masnoća se raspodjeljuje te vodi omogućava pristup i hidrataciju proteina i škroba. S razvojem topline tijekom zamjesa, dio masnoće s obzirom na plastična svojstva (pogotovo „shortening“) sporo prelazi u tekuću fazu, što povoljno utječe na proces hidratacije. No, ako masnoća nije dovoljno plastična otapa se rastom topline tijekom zamjesa. Tekuća faza se raspoređuje po površini čestica brašna te tako sprječava vodu da dođe u kontakt s brašnom, a time je usporeno bubrenje proteina glutena. Zahvaljujući ulozi pecive masnoće poboljšavaju se svojstva viskoelastičnog sustava tijesta u keksarstvu. Ono dobiva mekšu konzistenciju, zahtjeva manju energiju tijekom zamijesate se lakše mehanički obrađuje.

U tijestu je masnoća u kontaktu s enzimima brašna, sredstvima za narastanje, kiselinama i drugim sirovinama i manjom ili većom količinom vode. Upravo zato je tijesto sredina u kojoj može doći do kemijske promjene masti u procesima hidrolize ili oksidacije. Posljedica toga je kvarenje masnoće te istovremeno kvarenje samog proizvoda.

Kako bi se spriječilo neželjeno kvarenje proizvoda, masnoća treba imati potrebnu stabilnost i sposobnost održivosti tijekom čitavog tehnološkog procesa proizvodnje i trajnosti vafel proizvoda i drugih srodnih proizvoda. Kemijska svojstva masnoće se tijekom zamjesa, obrade i pečenja ne smiju mijenjati (Gavrilović, 2003.)

### **2.2.10. Šećeri**

Pod nazivom šećer često se misli na saharozu dobivenu iz šećerne repe ili šećerne trske. Saharozu je nereducirajući disaharid, kojemu su glavne jedinice glukoza i fruktoza. Glukoza i fruktoza međusobno supovezane karbonilnim skupinama. Uobičajeno je da sirovi šećer sadrži 95% saharoze dok se u konzumnom rafiniranom šećeru nalazi približno 99,8% saharoze.

Konzumni bijeli šećer sadrži najmanje 99,6% saharoze (Mičić, 1976.).

Saharozu smanjuje osmotsku aktivnost vode, proteini glutena sporije bubre pa je proces oblikovanja tijesta sporiji. Tijekom zamjesa se pojavljuju jaki otpori, što se može vidjeti farinogramom. Prisutnost saharoze u udjelu 15–30% na brašno u tijestu utječe na dobivanje manje količine izdvojenog glutena. Ako je u tijestu udio vlage ispod 25% preferira se upotreba šećera u prahu, čija je maksimalna veličina čestica 100 µm. Prednost šećera u prahu je brže otapanje tijekom zamjesa tijesta. Fino samljeveni šećer u prahu, sa česticama maksimalne veličine od 30 µm upotrebljava se pri izradi masnih punjenja, jer masna punjenja ne smiju biti pjeskovita prilikom žvakanja.

Prisustvo saharoze usporava bubrenje škroba, povećava pokretljivost tijesta, odnosno smanjuje viskoznost tijesta. Ukupna količina šećera kao i zastupljenost pojedinog šećera u pšenici mijenja se ovisno o sorti pšenice kao i o uvjetima razvoja te se povećava kada zbog povećane vlage pšenica počne klijetati dolazi do hidrolize škroba pod utjecajem enzima.

Udio šećera u klici je 16,2–16,9% dok je ukupni udio šećera u omotaču 5% (Gavrilović, 2003.).

### **2.2.11. Proces dobivanja vafel listova i kreme**

Proces proizvodnje vafel listova odvija se u tri faze;

1. Faza - U miješalicu se dodaje voda i vodena otopina soli te soda koje se kratko mješa.
2. Faza - U ovoj fazi dodaje se brašno te se ponovno mješa. Ako se proizvode vafel listovi u boji u ovoj fazi se može dodavati kakao ili bojila zajedno sa brašnom.
3. Faza - Ovo je završna faza miješanja u koju se dodaje mast. Ukoliko je potrebno mogu se dodati enzimi.

Smjesa nakon 3. faze ide u spremnike.

### **2.2.12. Pečenje vafel listova**

Gotova vafel smjesa putem cjevovoda pomoću gravitacijske sile dolazi do automata za pečenje. Automati za pečenje mogu biti za ravne listove ili za udubljene listove. Automati sadrže dozirne pumpe koje doziraju vafel smjesu koja se vrši u nekoliko mlazeva duž kalupa gdje se smjesa širi do rubova kalupa kako bi se dobio cijeli i neoštećen vafel list, višak smjese izlazi kroz rupe na stranama kalupa. Na kalupu za pečenje nalaze se izgravirani žljebovi koji vafelu daju rešetke odnosno reljefni izgled površine vafel listova. Kalupi odnosno klješta u kojima se nalazi smjesa povezane su za beskonačnu traku. Proces pečenja traje dok kalup ne napravi jedan krug koji traje oko 2 minute. Broj kalupa u peći ovisi o konstrukciji te veličine peći. Temperatura u automatima je oko 140°C dok je kapacitet peći 40 listova u minuti. Nakon što je vafel list pečen on se pomoću zraka ispuhuje sa klješta te dolazi na lučne transportere gdje se listovi hlade pomoću okolnog zraka.

### **2.2.13. Kreme**

Proces proizvodnje krema odvija se u tri faze;

1. Faza - Sirovine se ubacuju u melanžer te se dodaje 1/3 masti da se kasnije u trovaljcima smjesa lakše prolazila. Melanžer je stroj koji se sastoji od rotirajuće posude sa glatkim dnom i dva rotirajuća granitna valjka. Dno posude zagrijava se spiralnim grijačima nešto iznad točke tališta masti u masi. U melanžerima dolazi do grubog usitnjavanja i homogenizacije sastojaka.
2. Faza - Iz melanžera sastojci za kremu stavljaju se u trovaljke ili petovaljke da bi dobili fino usitnjene homogenizirane sastojke na 20 mikrona. Petovaljci se sastoje od pet valjaka. Svaki od valjaka ima svoju temperaturu prvi i peti valjak 25°C, drugi i treći 35°C, četvrti do 40°C. Ulazne čestice za obradu ne smiju biti veće od 150 µm odnosno ulazna masa ne smije sadržavati više od 10% čestica većih od 125 µm. Prvi zastor se stavlja na veličinu od 100 µm, a prolaskom kroz drugi zastor veličina se stanjuje za faktore između 1,5 i 1,7 što je oko 60 µm. Na sljedećem zastoru se debljina smanjuje na 38 µm, a na četvrtom je debljina sloja od 20 µm, sa petog valjka se masa skida pomoću strugača.
3. Faza - završna faza u kojoj se fino usitnjeni sastojci stavljaju u miješalicu u kojoj se dodaje preostale 2/3 masti te se smjesa homogenizira i zagrijava na 36-37 °C

#### **2.2.14. Mazanje kreme**

Nakon što se vafel listovi ohlade na njih se može mazati krema koja dolazi iz spremnika pomoću cijevi uz pumpe do stroja za mazanje. Temperatura kreme je oko 36<sup>0</sup>C kako bi se mogla ravnomjerno razmazati i kako se ne bi prelijevala preko vafel listova.

Namazani vafel listovi dolaze do uređaja za formiranje plate koja se može sastavljena od 2 do 5 listova. Plate uvijek imaju jedan red vafel listova više nego kreme.

#### **2.2.15. Formiranje plate**

Nakon mazanja kreme slijedi formiranje plate gdje se spiralnim uređajem formira plata slaganjem željenog broja vafel listova i kreme. Npr. vafel prutići koji se stavljaju u napolitanku sastoje se od 2 vafel lista i jednog sloja kreme, dok se tortica sastoji od 5 vafel listova i 4 sloja kreme. Nakon formiranja plate sljedi prolazak plate kroz uređaj za regulaciju visine. Nakon regulacije visine plate prolaze kroz protočnu vagu gdje se mjeri njena masa koja ovisi o vrsti proizvoda, ukoliko ima odstupanje u masi transporter takvu platu izbacuje sa trake te se takve plate ponovno koriste kao povratni lom za izradu kreme.

Plate dalje idu na hlađenje u hladnjake koji su najčešće vertikalni hladnjaci radi uštede prostora. Plate u hladnjacima putuju do vrha pa se spuštaju dolje. Hladnjaci hlade plate pomoću strujanja hladnog zraka. Vrijeme i temperatura na kojoj će se plata hladiti u hladnjacima ovisi o veličini plate i količini kreme, što je plata veća i ima više kreme temperatura je niža a vrijeme je duže. Temperature u hladnjacima se kreću od 5<sup>0</sup>C do 14<sup>0</sup>C, dok je vrijeme koje plata provodi u hladnjacima oko 20 minuta.

Ohlađene plate idu na stroj za rezanje koje se sastoje od dvije serije „noževa“ odnosno žica gdje jedna serija platu reže po duljini, a druga serija po širini. Ovisno o proizvodu može se mijenjati i razmak između „noževa“ kako bi se dobio željeni izgled odnosno dimenzija proizvoda.



### **3. EKSPERIMENTALNI DIO**

#### **3.1. MATERIJALI**

- I. Pšenično brašno T-550 - ekstra glatko za vafle
- II. Tijesto za izradu vafel listova
- III. Vafel listovi

#### **3.2.METODE**

##### **3.2.1. Metode za kontrolu brašna**

###### **3.2.1.1.Određivanje vode sušenjem na vlagomjeru**

**Svrha:** Određivanje gubitka mase sušenjem na vlagomjeru HR83, Mettler Toledo.

**Princip:** Masa ostatka uzorka za analizu određuje se nakon sušenja na halogenom vlagomjeru do konstantne mase. Gubitak mase izražava se kao postotak mase uzorka. Za brašno 145°C/12 min/standard drying.

###### **Aparatura i pribor**

- vlagomjer HR-83, Mettler Tolledo,
- metalne posudice za uzorak,
- laboratorijska žlica.

###### **3.2.1.2. Određivanje veličine čestica brašna metodom prosijavanja**

**Svrha:** Ovom metodom određuje se veličina čestica brašna.

**Područje primjene:** Za kontrolu određenih vrsta namjenskih brašna i brašna u cjelini npr. Pšenično brašno T-550 namj. Ekstra glatko za vafle, pšenično brašno T-550 namj. Glatko za kekse, pšenično brašno T-550 ekstra glatko za slane štapiće, pšenično brašno T-550 i T-400 oštro, pšenično brašno cijelog zrna.

**Princip:** Prosijavanjem uzorka brašna kroz sloj sita sa različitim otvorima određuje se veličina čestica, tako da je krupnoća čestica brašna definirana veličinom otvora sita na kojem se zadržale, tj. kroz koje su čestice propale.

### **Aparatura i pribor**

- Vibraciono sito Bühler-Rüetchi+Co.Ag.,
- Set sita različitih otvora s metalnim lančićima,
- Četka za čišćenje sita,
- Laboratorijska vaga (osjetljivosti +/- 0,01g),
- Tvrdi papir.

**Postupak:** Odvagne se 100g uzorka +/- 0,01g i stavi na sito sa najvećim otvorima. Sita na vibracionom situ su poredana tako da se otvori smanjuju od gornjeg pram doljnjem situ, zavisno o vrsti brašna.

### **Redoslijed sita za sijanje oštorg pš. brašna:**

340  $\mu\text{m}$

219  $\mu\text{m}$

132  $\mu\text{m}$

### **Redoslijed sita za sijanje pš. brašna cijelog zrna:**

340  $\mu\text{m}$

219  $\mu\text{m}$

132  $\mu\text{m}$

85  $\mu\text{m}$

### **Redoslijed sita za sijanje glatkog i ekstra glatkog pš. brašna:**

132  $\mu\text{m}$

85  $\mu\text{m}$

57  $\mu\text{m}$

35  $\mu\text{m}$

Ostatak na metalnoj posudi

Nakon završetka sijanja, ostatak brašna sa svakog sita se pažljivo prebaci na izvagani čisti tvrdi papir. Ostatak brašna na situ se još očisti uz pomoć četke za čišćenje sita, te se izvaže. Kako uzorak za analizu iznosi 100g, ostaci na situ predstavljaju postotak uzorka čije su čestice veće od sita na kojem se sije. Zbroj svih odvaga sa sita i ostatak na metalnoj posudi je uvijek manji od 100g. Mogući je rastep od najviše 5%

### **3.2.2. Metode analiziranja tijesta za proizvodnju vafel listova**

#### **3.2.2.1. Određivanje pepela u mlinskim proizvodima**

**Svrha:** Ovom metodom određuje se sadržaj pepela u mlinskim proizvodima u cilju razvrstavanja brašna u tipove.

**Područje primjene:** Pšenično brašno, integralno brašno, ostali mlinski proizvodi i soja brašno.

**Princip:** Metoda se temelji na spaljivanju uzorka na visokoj temperaturi pri čemu zaostaje anorganski ostatak-pepeo, te nakon toga vaganje dobivenog ostatka.

#### **Aparatura i pribor**

- Mikrovalna peć za spaljivanje,
- Analitička vaga s točnošću +/- 0,01g,
- Uređaj za oblikovanje uzorka u tabletu,
- Eksikator sa sredstvom za sušenje,
- Jednokratne CEM posudice,
- CEM diskovi.

**Postupak:** Pomoću uređaja za oblikovanje, oblikuje se tableta uzorka oko 3-5g, te se stavi u posudicu koja je prethodno izvagana. Uzorak sa posudicom se izvaže s točnošću +/- 0,01%, stavi u hladnu mikrovalnu peć, te se spaljuje 25 minuta na temperaturi od 820°C. Posudica se nakon spaljivanja izvadi iz peći, ohladi do sobne temperature (oko 30 minuta) u eksikatoru i važe. Zbog hidroskopsnosti pepela uzorak se mora brzo izvagati.

## Račun

$$\text{Sadržaj pepela (\%)} = \frac{(m_2 - m_1) \cdot 100}{mp}$$

mp-masa uzorka uzetog za analizu u gramima

m1-masa prazne posudice u gramima

m2-masa posudice s ostatkom nakon spaljivanja u gramima

$$\text{Sadržaj pepela /ST (\%)} = (m_2 - m_1) \times 100 / mp \times 100 / (100 - V)$$

mp-masa uzorka uzetog za analizu u gramima

m1-masa prazne posudice u gramima

m2-masa posudice s ostatkom nakon spaljivanja u gramima

V- sadržaj vode u uzorku

Rezultat se izražava na dvije decimale kao aritmetička sredina dvaju određivanja.

### 3.2.2.2. Određivanje stupnja kiselosti u mlinskim proizvodima

**Svrha:** Ovim metodom određuje se stupanj kiselosti, odnosno slobodne masne kiseline u mlinskim proizvodima.

**Područje primjene:** Brašno i prekrupa.

**Princip:** Metoda se temelji na titiranju topivih spojeva (koji daju kiselu reakciju) u 67%-tnom etanolu pomoću natrij hidroksida, uz fenolftalein kao indikator.

#### Aparatura i pribor

- Analitička vaga s točnošću +/- 1mg,
- Laboratorijska čaša od 100 cm<sup>3</sup>,
- Pipete od 50 i 25 cm<sup>3</sup>,
- Stakleni lijevak promjera 10 cm,
- Satno staklo,
- Erlenmayer-ova tikica od 100 cm<sup>3</sup>,
- Filter papir,
- Bireta od 25 cm<sup>3</sup>.

## Reagensi

Otopina natrij hidroksida,

$C(\text{NaOH}) = 0,1 \text{ mol/dm}^3$ ,

4g NaOH otopi se u odmjernoj tikvici od  $1 \text{ dm}^3$  i nadopuni se destiliranom vodom do oznake,

3%-tna otopina fenolftaleina u etanolu,

3g fanolftaleina otopi se u malo 96%-nog etanola i dopuni se etanolom do 100g,

67 volumnih postotaka etanola neutraliziranog prema fenolftaleinu u  $69,8 \text{ cm}^3$  96 postotaka etanola doda se u  $30,2 \text{ cm}^2$  destilirane vode.

**Postupak:** Odvaži se 1g brašna ili prekrupe, izmiješa u čaši od  $100 \text{ cm}^3$  sa  $50 \text{ cm}^3$  67%-tnog etanola na sobnoj temperaturi i pokrije satnim staklom. Sadržaj čaše intenzivno se mučka 5 min, a zatim filtrira preko naboranog filter papira. Za vrijeme filtriranja čaša treba biti pokrivena sa satnim staklom da bi se spriječilo hlapljenje etanola. Zatim se odpipetira  $25 \text{ cm}^3$  filtrata, prenese u konusnu tikvicu od  $100 \text{ cm}^3$ , doda tri kapi 3%-tne otopine fenolftaleina i titrira sa  $0,1 \text{ mol/dm}^3$  NaOH do jasno izražene crvenkaste boje.

## Račun

Kiselost se izražava kao stupanj kiselosti koji označava broj  $\text{cm}^3$   $1 \text{ mol NaOH/dm}^3$  potrebnih za neutralizaciju slobodnih masnih kiselina u 100 g brašna ili prekrupe.

$$\text{Stupanj kiselosti} = \frac{a \cdot c}{p} \cdot 100$$

a-utrošeni  $\text{cm}^3$   $0,1 \text{ mol (NaOH)/dm}^3$  za neutralizaciju,

c-koncentracija upotrebijene otopine NaOH izražene u  $\text{mol/dm}^3$ ,

p-količina uzorka u gramima koja se nalazi u  $25 \text{ cm}^3$  filtrata.

### 3.2.2.3. Određivanje količine vlažnog ljepk

**Svrha:** Određivanje količine vlažnog ljepk određuje se količina netopivih bjelančevina što je od primarnog značenja za ocjenu kakvoće pšeničnog brašna.

**Područje primjene:** Pšenično brašno (svih tipova).

**Princip:** Ovom metodom vrši se ispiranje zamjesa brašna i natrij klorida s otopinom natrij klorida i vaganje ispitanog uzorka.

### Instrument i pribor

- Analitička vaga s točnošću  $\pm 0,01$  g,
- Porculanski glazirani tarionik (promjera 8-10cm) i glazirani tučak,
- Pipeta od  $5 \text{ cm}^3$ ,
- Staklena boca od  $4 \text{ dm}^3$ ,
- Sito.

### Reagensi

-otopina natrij klorida 2%-tna (za pripremu  $4 \text{ dm}^3$  otopine natrij klorida koncentracije 2% potrebno je dodati 81g NaCl u destiliranoj vodi i dopuniti do oznake točnog volumena).

Preporuča se u otopinu natrij klorida dodati i 4,6g  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  i 5,4g  $\text{NaHPO}_4$  da bi pH otopine bio 6,8, što je najpodesnije za ispiranje ljepka.

**Postupak:** Izvaži se  $10 \text{ g} \pm 0,1 \text{ g}$  uzorka brašna na papiriću i prenese u tarionik, te se pipetom doda  $5 \text{ cm}^3$  otopine natrij klorida. Miješanje se vrši tučkom u roku od par minuta, s oko 80 umjesa. Kada je tijesto dobro izmiješano, oblikuje se u kuglicu i njome se pokupe ostaci tijesta na tarioniku. Kuglica se odmah ispere sa 2%-tnom otopinom natrij klorida temperature  $18^\circ\text{C}$  (voda ne smije sadržavati klora, u protivnom je treba prokuhati). Ispiranje se vrši nad sitom da bi se mogli pokupiti komadići koji su se eventualno otkinuli. Završetak ispiranja se utvrđuje tako da se kratko vrijeme ispire iznad čaše, pri čemu voda mora biti bistra. Na kraju se ljepak ispere još jednu do dvije minute pod laganim mlazom vode, da bi se odstranio natrij klorid. Pri čitavom postupku ispiranja treba nastojati da vrijeme i način ispiranja budu uvijek isti. Za jedno ispiranje ljepka potrebno je  $1-2 \text{ cm}^3$  otopine natrij klorida, a ispiranje traje 10-20 minuta. Kada je ljepak ispran, potrebno je isisati vodu i to stiskanjem među dlanovima. Ispravnost sušenja se provjerava tako da se ljepak formira u kuglicu i izvaži između dva sušenja (stiskanjem među dlanovima) pri čemu razlika u težini ne smije biti veća od 50mg, tj. važe se do konstantne mase.

**Izračunavanje:**

$$\text{Sadržaj ljepkca (\%)} = \frac{a \cdot 100}{b},$$

a-masa vlažnog ljepkca (g),

b-masa uzorka uzeta u postupak (g).

### 3.2.2.4. Određivanje fizikalnih svojstava pšeničnog brašna Brabenderovim farinografom

**Svrha:** Ovom metodom određuje se upijanje vode brašna i ponašanje tijesta tijekom miješanja.

**Područje primjene:** Pšenično brašno.

**Princip:** Formiranje tijesta iz brašna i vode prati se farinografom, aparatom koji registrira razvoj, otpor i mekšanje. Otpornost tijesta podešava se na određenu vrijednost promjenom dodane količine vode. Tom količinom apsorbirane vode dobiva se krivulja miješanja, iz čijih se različitih karakteristika uočava kvaliteta brašna.

Iz dobivene krivulje očitavamo: moć upijanja vode, vrijeme razvijanja tijesta, stabilnost tijesta, stupanj omekšavanja tijesta, Farinograph-ski broj kakvoće.

**Instrumenti i pribor**

- Brabenderov farinograf,
- Vaga sa točnošću +/- 0,1g,
- Bireta za miješanje 300 g, graduirana na 135 ml do 225 ml,
- Termometar s podjelom do 50°C,
- Plastična loptica,
- Koljenasti termometar za provjeru temperature omotača mijesilice.

## Postupak

**Tablica 1.** Postupak rada

Datum		Laborant	
Mjesilica	300g	Izračunavanje	Švicarska (SLMB)
Konzistencija	500 FE	Usporedba s referentnim postupkom	Ne
Uzorak			
Vlažnost brašna	14%	Odvaga	300g
Vrijeme mjerenja	15 min		
Uzimanje vode		Broj okretaja	63 1/min
Primjedbe			

### 3.2.2.5. Određivanje fizikalnih svojstava pšeničnog brašna Brabenderovim ekstenzografom

**Svrha:** Ovom metodom određuju se reološka svojstva pšeničnog brašna na osnovi ponašanja tijesta pri rastezanju. Dobivena krivulja ekstenzograma se koristi za procjenu kvalitete brašna.

**Područje primjene:** Pšenično brašno.

**Princip:** Napravi se tijesto od brašna, vode i soli na farinografu, te se oblikuje na ekstenzografu u određeni oblik. Nakon određenog vremena odmaranja u fermentacijskoj komori, tijesto se rasteže, pri čemu se ispisuje krivulja koja pokazuje otpornost tijesta na rastezanje.

#### Instrumenti i pribor

- Brabenderov ekstentograf,
- Brabenderov farinograf i termostat,
- Vaga sa točnošću +/- 0,1g,
- Plastična loptica,
- Signalni sat,
- Termometar s podjelom do 50°C,
- Erlenmayerova tikvica, obujma 250 cm<sup>3</sup>,



- Škare za rastezanje tijesta.

## Postupak

**Tablica 2.** Parametri metode

Datum		Laborant			
Kopiranje	Da				
Test	3	Vrijeme(min)	45	90	135
Uzorak					
Apsorpcija vode		%			
Primjedbe	Primjedba 1				
	Primjedba 2				

**Postupak:** Temperatura brašna za ispitivanje mora biti prilagođena temperaturi okolnog prostora, pa se preporuča uzorak ostaviti neko vrijeme da odstoji na temperaturi okolnog prostora. Uključi se digitalni termostat i cirkulacijska pumpa. Prije postupka provjeri se temperatura termostata, miješalice farinografa i fermentacijske komore ekstentografa. Sva temperatura bi morala iznositi  $30 \pm 0,2^{\circ}\text{C}$ .

**Izražavanje rezultata:** Ekstentografski podaci se putem elektroničkog izlaza prenose na računalo. S odgovarajućim softverom, računalo procjenjuje dijagram prema 7.2 do 7.5 i dokumentira dijagram i rezultate.

### 3.2.2.6. Određivanje viskoznosti Micro Visco-Amylo-Graph-om

**Svrha:** Ovom metodom mjeri se viskoznost u određenom vremenu. Sposobnost želatiniziranja brašna daje nam izvještaj o aktivnosti enzima i ponašanju tijesta pri pečenju.

**Područje primjene:** Pšenično brašno, škrob.

**Princip:** Suspenzija vode i škroba, tj. suspenzija vode i brašna zagrijava se, a zatim hladi u rotirajućoj posudi, pod kontroliranim uvjetima. Pritom se nastala brzina vrtnje pretvara u elektronički signal i putem specijalnog programa zapisuje i vrednuje. Porast viskoziteta, tj. klajsterizacija škroba izazvana je porastom temperature, mehaničkim djelovanjem miješanja i

amilolitičkim djelovanjem alfa-amilaze. Maksimalni viskozitet ukazuje na aktivnost alfa-amilaze i na ponašanje pri klajsterizaciji.

\*Klajsterizacija ili stvaranje škrobnog lijepka je proces u kojem se škrob zagrijava, bubri i povećava.

### **Aparatura i pribor**

Instrument Micro Visco-Amylo-graph se sastoji od osnovnog uređaja, računala sa printerom, monitora i programa

- Digitalna vaga osjetljivosti +/- 0,1g,
- Erlenmayerova tikvica uskog grla,
- Dispensor od 50 mL,
- Metalna loptica za podizanje mjerne posude,
- Metalna žlica,
- Čep za zatvaranje,
- Čep za čišćenje.

**Postupak:** Odvagne se 15g uzorka brašna digitalnom vagom u Erlenmayerovu tikvicu. Potrebno je dodati 100 mL destilirane vode. Prvo se doda 75 mL destilirane vode s poluautomatskom biretom. Erlenmayerova tikvica se zatvori gumenim čepom i suspenzija se potrese nekoliko puta, da se rastvore grudice. Cijeli sadržaj suspenzije se ulije u mjernu posudu. Zatim se tikvica ispere sa ostalih 25 mL destilirane vode i ponovno ulije u mjernu posudu. Uključi se instrument i započinje mjerenje. Poseban računalni program upravlja čitavim instrumentom, te izračunava rezultate mjerenja.

**Prikaz rezultata:** Rezultati se iskazuju numerički i grafički. Maksimalni viskozitet je visina sredine krivulje u maksimumu. Iskazuje se amilografski jedinicama (AJ).

### 3.2.3. Metode za kontrolu vafel listova

#### 3.2.3.1. Metoda određivanja vode sušenjem

**Svrha:** Određivanje gubitka (vode) sušenjem kao pokazatelja kvalitete vođenja tehnološkog procesa (usklađivanje sa specifikacijama gotovog proizvoda), te radi obračuna proizvodnje koji se radi preko suhe tvari.

**Područje primjene:** Keksi, vafli, tvrdi i tvrdi punjeni bomboni, karamele, rumko korpus, ovalni desert, aracini, punjene čokolade, čokolade s dodacima, deserti, bombonjere...

**Princip:** Masa ostatka uzorka za analizu određuje se nakon sušenja pri atmosferskom tlaku u sušioniku pri temperaturi 105°C do konstantne mase. Gubitak mase izražava se kao postotak mase uzorka.

#### Aparatura i pribora

- Analitička vaga točnosti 0,1 mg,
- Laboratorijski sušionici (100-105°C),
- Eksikator promjera 25cm sa sredstvom za sušenje (silikagel),
- Metalne posudice za vaganje (promjera 6-8cm, visine 2cm),
- Kvarcni pijesak.

**Postupak:** U aluminijsku zdjelicu se stavi jedna žlica kvarcnog pijeska i suši se u sušioniku 4h na 105°C (+/- 2°C) do konstantne mase zajedno s poklopcem, ohladi u eksikatoru i važe. Zatim se u posudu stavi 5-10 mg homogeniziranog uzorka s točnošću +/- 0,001g, pomješa se s pijeskom te zajedno sa staklenim štapićem važe, nepoklopljena se suši u sušioniku 4h na 105°C (+/- 2°C), izvadi, poklopi, hladi u eksikatoru i ponovno važe.

#### Izračunavanje

$$\% \text{ vode u uzorku} = \frac{a-b}{c} \cdot 100$$

a-masa posudice sa uzorkom prije sušenja u gramima

b-masa posudice sa uzorkom nakon sušenja u gramima

c-masa odvagane uzorka u gramima

### 3.2.3.2. Određivanje ukupne masti po Soxhletu

**Princip:** Nakon hidrolize uzorka sa kiselinom u Hidrolizatoru, mast postaje dostupna za ekstrakciju organskim otapalom, koja se vrši na instrumentu Soxtec™ Eksitraction unit.

**Primjena:** Keksi i keksima srodni proizvodi, kakao i čokoladni proizvodi, karamele, pjenasti proizvodi (bananko), fondan proizvodi (rumko)...

**Reagensi:**

- Kloridna kiselina HCl, 36%-tna (pripremiti 1000mL: 33,33 mL HCl +66,66 destilirane vode),
- Organsko otapalo: Petroleter p.a. 40-60°C.

**Pribor**

- Hidrolizator sistem,
- Soxcap filters,
- Soccap staklena čahura mini,
- Instrument za ekstrakciju Soxtec,
- Uobičajeni laboratorijski pribor.

**Postupak:** U cijelom postupku određivanja ukupne masti važna je prva faza- priprema uzorka. Određivanje ukupne masti prema najčešće korištenoj proceduri uključuje nekoliko glavnih koraka:

- Hidroliza sa kiselinom,
- Filtracija,
- Sušenje ostataka nakon hidrolize,
- Ekstrakcija sa otapalom,
- Sušenje ekstrahirane masti,
- Vaganje i računanje,

Uzorak mora biti pripremljen tako da je omogućen maksimalan kontakt sa korištenim reagensom. Preporučena veličina čestica u uzorku <1mm.

**Tablica 3.** Priprema uzorka

Sadržaj masti (%)	Preporučena masa uzorka (g)
0-10	1,5-2g (+/- 0,1mg)
10-20	1-1,5g (+/- 0,1mg)
>20	1g(+/- 0,1mg)

Uzorak odvagati u Soxcap staklenoj čaguri (digrktno na filter), a količina odvage ovisi o sadržaju ukupne masti. Vafel proizvodi, keksi, čajna peciva, krekeri- usitnjeni (homogenizator, tarionik) vagati prema tablici 1.

### **Hidroliza**

Hidrolizator- pripremljen uzorak ide na hidrolizu sa kloridnom kiselinom. Ta faza se odvija u hidrolizatoru. Uzorci se urone u 1000mL pripremljene kloridne kiseline, sve zajedno se zagrije do vrenja, smanji temperatura tako da kiselina lagano vrije 60 minuta. Nakon 60 minuta kuhanja, uzorci se moraju isprati, ispiranje se mora ponoviti najmanje 6-7 puta, tj. sve dok pH ne bude 6,5-7. Isprani i ocjeđeni uzorci idu na sušenje. Sušiti se može na dva načina: u sušioniku ili u mikrovalnoj pećnici.

Sušionik- stavi se manji komadić vate na vrh filtera u staklenoj čahuri. Ne micati filter. Uzorke se suši na stalku na 60°C preko noći. Nakon sušenja, a prije ekstrakcije, staviti papirnatu kapicu i preokrenuti staklenu čahuru. Filter pogurnuti u vertikalnu poziciju u staklenoj čahuri i staviti veći komad vate na vrh filtera.

Mikrovalna pećnica- oprezno gurnuti manji komad vate na vrh filtera unutar staklene čahure. Zatim umetnuti veći komad vate sa donje strane (dno) staklene čahure i oprezno gurnuti vatu i filter u sredinu kapsule. Tako pripremljene uzorke, na staklu, stavi se u mikrovalnu pećnicu na 60 minuta, program odmrzavanje. Nakon sušenja staviti papirnatu kapicu na vrh čahure, čahuru preokrenuti (dno postaje vrh) i pažljivo pomoću špatule filter postaviti u vertikalnu poziciju unutar staklene čahure. Tako pripremljeni uzorci idu na ekstrakciju.

**Klasična hidroliza**-izvaganom uzorku doda se 60mL destilirane vode, čaša sa dobivenom suspenzijom se prenese na kuhalo i počinje se zagrijavati, pomješa se sa staklenim štapićem i doda

35mL 36%-tne HCl. Čaša sa uzorkom se zagrije do vrenja i ostavi da polagano vrije 20 minuta uz povremeno miješanje.

Nakon što se suspenzija malo ohladi (može se dodati sa bocom štrcaljkom malo destilirane vode u stjenke čaše) još vruća suspenzija se filtrira kroz vlažni filter papir uz pomoć kipuće vode (iz slavine) do pojave bistrog filtrata (oko 1,2L vode po uzorku) ili do negativne reakcije na ione klora sa otopinom srebra nitrata. Čaša i ostatak na filter papiru se na kraju dobro isperu vrućom vodom iz boce štrcaljke. Filter papir sa ostatkom ide u sušionik na sušenje oko 50 min na 125°C (nakon odprilike 20 minuta odrezati višak papira- do iznad ruba ostatka i vratiti u sušionik). Nakon sušenja filter papir staviti u čahuru za ekstrakciju koja se prenese na kolonu za ekstrakciju u Soxtec aparat.

**Ekstrakcija-** se provodi na instrumentu Soxtec. Staklene čahure se prenese na kolonu za ekstrakciju. Na instrumentu ima ukupno šest kolona, a sredstvo za ekstrakciju je petroleter. Petroleter se sipa u aluminijske posudice, koje su prethodno izvagane i obilježene. Uobičajena količina petroletera po uzorku je 50-70 mL (ovisi o vrsti uzorka)+ kuglice za vrenje. Ekstrakcija ide u 3 faze: Boiling 40 minuta, rinsing 55 minuta i evaporacija 10 minuta. Temperatura procesa ekstrakcije je 90°C. Kad je ekstrakcija gotova, ekstrakcijske posude stave se u sušionik na 103°C na 30 minuta, zatim se ohlade u eksikatoru 30 minuta te se važu.

**Račun:** % masti =  $\frac{w3-w2}{w1} \cdot 100$

w1- masa uzorka (g)

w2- masa ekstrakcijske posudice (g)

w3- ekstrakcijska posudica + masa ekstrahiranog ostatka (g)

% ukupne masti =  $\frac{a}{c} \cdot 100$

a-masa ekstrahirane masti (g)

c-masa uzorka za analizu (g)

Preciznost metode: Razlika između rezultata dva usporedna određivanja ne smije biti veća od 5%.

Ako je razlika veća od 5%, postupak treba ponoviti.

## 4. REZULTATI

Tablica 4. Ulazna kontrola kvalitete brašna

Lot	Voda (%)	Vlažni ljepak (%)	Veličina čestica (%)
1	14,90	23,90	0,2
2	14,26	25,10	0,2
3	14,56	25,00	0,2
4	14,93	23,80	0,2
5	14,8	23,60	0,3
6	14,64	23,60	0,4
7	15,00	25,10	0,3
8	14,83	24,80	0,2
9	14,90	24,80	0,2
10	14,26	24,70	0,2
11	13,48	23,6	0,2
12	14,94	23,90	0,2
13	14,75	24,60	0,2
14	14,24	24,70	0,1

**Tablica 5.** Kontrola kvalitete tijesta za proizvodnju vafel listova

<b>Lot</b>	<b>Upijanje vode (%)</b>	<b>Rastezanje (mm)</b>	<b>Maksimalan viskozitet (AJ)</b>	<b>Pepeo (%)</b>	<b>Stupanj kiselosti (mm/kg)</b>
<b>1</b>	54,1	163	591	<b>0,60</b>	1,88
<b>2</b>	54,5	<b>180</b>	584	0,55	<b>1,92</b>
<b>3</b>	54,7	174	605	0,55	1,88
<b>4</b>	54,6	159	618	0,55	1,92
<b>5</b>	54,4	<b>180</b>	572	0,55	1,88
<b>6</b>	54,6	175	585	0,55	1,9
<b>7</b>	54,6	155	<b>567</b>	0,55	<b>1,92</b>
<b>8</b>	54,0	159	624	0,55	1,88
<b>9</b>	<b>53,9</b>	<b>147</b>	648	0,55	<b>1,8</b>
<b>10</b>	54,0	166	633	0,55	1,88
<b>11</b>	<b>55,4</b>	165	<b>656</b>	<b>0,54</b>	1,86
<b>12</b>	54,3	159	587	<b>0,54</b>	1,88
<b>13</b>	54,1	165	597	<b>0,54</b>	1,9
<b>14</b>	54,1	177	585	<b>0,54</b>	<b>1,92</b>



**Tablica 6.** Kontrola kvalitete vafel listova

<b>Lot</b>	<b>Voda (%)</b>	<b>Mast (%)</b>
<b>1</b>	0,64	27,74
<b>2</b>	0,79	27,82
<b>3</b>	0,67	27,36
<b>4</b>	0,82	27,54
<b>5</b>	0,76	28
<b>6</b>	0,61	27,3
<b>7</b>	0,84	27,59
<b>8</b>	0,7	27,97
<b>9</b>	<b>0,54</b>	27,67
<b>10</b>	<b>0,94</b>	<b>28,07</b>
<b>11</b>	0,68	27,66
<b>12</b>	0,84	<b>27,22</b>
<b>13</b>	0,6	27,56
<b>14</b>	0,7	27,82

## 5. RASPRAVA

Kao sirovina za proizvodnju vafel listova korišteno je pšenično brašno T-500 gdje je kao parametar za ulaznu kontrolu kvalitete brašna analizirala voda ( udio), vlažni ljepak i veličina čestica što je vidljivo u Tablici 4.

Od 14 analiziranih lotova, najmanja vrijednost udjela vode dobivena je na uzorku iz lota 11 u vrijednosti od 13,48%, te je i minimalna vrijednost vlažnog ljepka također izmjerena kod istog uzorka i iznosila je 23,6% dok je uzorak iz lota 7 imao maksimalni udio vode od 15%, a i udio ljepka bio je maksimalnih 25,1%.

Veličina čestica (%) prikazana je kao udio koji je zaostao u metalnoj posudi. Brašno je prosijavano kroz serijski spojena sita navedenih perforacija; 132  $\mu\text{m}$ , 85  $\mu\text{m}$ , 57  $\mu\text{m}$ , 35  $\mu\text{m}$  i ostatak na metalnoj posudi. U posudama je zaostajalo od 0,1-0,4% što je dokaz da je brašno ujednačene kvalitete.

Debljina vafel lista je obično 2–5 mm. Količina vode koja je potrebna da bi se dobilo tijesto pogodne konzistencije ovisit će o sposobnosti upijanja brašna.

Rijetko tijesto ima najmanji viskozitet od svih tijesta u proizvodnji keksa, i važno je da bude ujednačen prilikom oblikovanja, jer je onda i protok tijesta kroz cijev ujednačen. Konzistencija tijesta ovisi o sirovinskom sastavu i potrošnji mehaničkog rada pri miješanju.

Kontrola kvalitete tijesta za proizvodnju vafel listova provedena je nizom analiza; upijanje vode (%), rastezanje (mm), maksimalan viskozitet (AJ), pepeo (%), stupanj kiselosti (mm/kg), a rezultati su prikazani u Tablici 5.

U Tablici 5 prikazano je da uzorak iz lota 11 pokazuje najveće upijanje vode i to 55,4% te uzorak brašna iz tog lota ima i najmanju vrijednost udjela vode 13,48%, a i minimalnu vrijednost vlažnog ljepka, Tablica 4.

Uzorak iz lota 9 pokazuje najmanje upijanje vode u iznosu 53,9% jer uzorak brašna iz lota 9 ima maksimalan udio vode 14,9%, što je prikazano u Tablici 4, te najslabije rastezanje pokazuje upravo uzorak iz lota 9 što iznosi 147 mm.

Prikazano je u Tablici 5 da uzorak iz lota 11 pokazuje maksimalno upijanje vode 55,4%, prosječno rastezanje od 165 mm, ali maksimalnu viskoznost od 656 AJ te minimalni udio pepela 0,54%. Stupanj kiselosti (mm/kg) je najniži kod uzorka iz lota 9, a kod uzorak iz lota 9 određeno je

najmanje upijanje vode u iznosu 53,9%, a uzorak brašna iz lota 9 ima maksimalan udio vode 14,9%. Uzorak lota 2 pokazuje maksimalno rastezanje 180 mm, te ima maksimalan stupanj kiselosti 1,92 mm/kg.

U Tablici 6 prikazano je da uzorak iz lota 9 ima najmanje upijanje vode u iznosu 0,54% jer tijesto lota 9 ima najmanji postotak upijanja vode 53,9% što se vidi u Tablici 5. Uzorak lota 10 prikazuje maksimalan udio vode 0,94%, ali maksimalan udio masti 28,07%.

Uzorak lota 12 prikazuje minimalan udio masti 27,22%.

## 6. ZAKLJUČCI

1. Sva korištena brašna za proizvodnju vafel listova bila su ujednačene kvalitete, a sve vrijednosti su se kretale u granicama preporučenih vrijednosti za proizvodnju vafela.
2. Najprikladnije brašno za proizvodnju vafel listova pokazalo se pšenično brašno T-500.
3. U proizvodnji je korišteno brašno sa najvišim udjelom vode od 15% i maksimalnom vrijednošću vlažnog ljepljivosti od 25,10%, ali je korišteno i brašno sa minimalnim udjelom vode od 13,48% i minimalnom vrijednošću vlažnog ljepljivosti od 23,6%.
4. Pri proizvodnji tijesta za proizvodnju vafel listova gdje je korišteno pšenično brašno T-500 sa najvišim udjelom vode od 15% i maksimalnom vrijednošću vlažnog ljepljivosti od 25,10%, stupanj kiselosti tijesta je maksimalan s 1,92 mm/kg dok je viskozitet vrlo nizak, svega 567 izraženo u amilolitičkim jedinicama (AJ).
5. Pri proizvodnji tijesta za proizvodnju vafel listova gdje je korišteno pšenično brašno T-500 sa minimalnim udjelom vode od 13,48% i minimalnom vrijednošću vlažnog ljepljivosti od 23,6%, tijesto je pokazalo maksimalno upijanje vode 55,4 % i maksimalan viskozitet od 656 AJ.
6. Vлага vafel listova kretala se u granicama od 0,54 do 0,94 %, dok je vлага brašna bila najmanja 13,48%, a najviša 15%.
7. Izmjerena maksimalna vrijednost vode u vafel listovima je 0,94% je dok je u istom lotu izmjeren i najviši udio masti od 28,07%.

## 7. LITERATURA

1. Repozitorij Prehrambeno-biotehnološkog fakulteta u Zagrebu (2012)  
<https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:159:274232>, pristupljeno 27.04.2019.
2. ĐAKOVIĆ LJ: (1997). Pšenično brašno. Tehnološki fakultet, Zavod za izdavanje udžbenika, Novi Sad.
3. GAVRILOVIĆ M: (2003). Tehnologija konditorskih proizvoda. Univerzitetski udžbenik, Novi Sad.
4. GAVRILOVIĆ M: (2011). Tehnologija konditorskih proizvoda. Zavod za izdavanje udžbenika Novi Sad, Novi Sad.
5. HOSENEY RC: (1994). Principles of cereal science and technology, AACC, Inc. St. Paul Minnesota, USA.
6. KOEHLER P, WIESER H: (2013). Chemistry of Cereal Grains. u Handbook of Sourdough Biotechnology, Gobbetti, M., Gänzle M. (ur.), Springer, New York.
7. KOVAČEVIĆ MB: (1991). Savremeno pekarstvo. Izdavačko poduzeće "Cvetnik", Novi Sad.
8. LUKINAC ČAČIĆ J: (2012). Matematičko modeliranje i optimiranje kinetike promjene boje kruha tijekom pečenja. Doktorski rad. Prehrambeno-tehnološki fakultet, Osijek.
9. MANLEY D: (2000). Biscuit, cracker and cookie recipes for the food industry. Woodhead publishing Limited.
10. MATASOVIĆ D: (1997). Poznavanje prehrambene robe. Školska knjiga, Zagreb.
11. BODE, J., BOJE, R., BOTH, G., BRAND, J., BROSE, E., FECKE, H – C., HISSERICH, D., KNIEL, B., MEYER, B., NITSCHKE, G., PLASCH, G., WASSERMANN, L., WETTIG, R : (2007). Priručnik o poboljšivačima i ostalim sirovinama za pekarstvo i slastičarstvo. TIM ZIP d.o.o, Biblioteka Kruh za život, Zagreb.
12. UGARČIĆ-HARDI Ž: (1999). Tehnologija tjestenine i keksa (interna skripta). Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek, Osijek.
13. BOŽULIĆ IVAN: (1977). Tehnologija keksa, čajnih peciva i vafel proizvoda, Zagreb.
14. GOLDONI L: (1998). Tehnologija konditorskih proizvoda, kakao i čokolada, Prehrambeno-biotehnološki fakultet Zagreb.