# Kemijska analiza ulaznih sirovina za proizvodnju Petite beurre keksa i kontrola gotovog proizvoda

**Bok, Antonija**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2017**

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

*Permanent link / Trajna poveznica:* https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:128:134715

*Rights / Prava:* In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-03-29**

VELEUČILIŠTE U KARLOVCU
Karlovac University of Applied Sciences

*Repository / Repozitorij:*

Repository of Karlovac University of Applied Sciences - Institutional Repository

zir.nsk.hr

Image not found or type unknown

**VELEUČILIŠTE U KARLOVCU**
**ODJEL PREHRAMBENE TEHNOLOGIJE**
**PIVARSTVO**

**Antonija Bok**

# KEMIJSKA ANALIZA ULAZNIH SIROVINA ZA PROIZVODNJU PETITE *BEURRE* KEKSA I KONTROLA KVALITETE GOTOVOG PROIZVODA

**ZAVRŠNI RAD**

**Karlovac, ožujak 2017.**

**VELEUČILIŠTE U KARLOVCU**
**ODJEL PREHRAMBENE TEHNOLOGIJE**
**PIVARSTVO**

**Antonija Bok**

# KEMIJSKA ANALIZA ULAZNIH SIROVINA ZA PROIZVODNJU PETITE *BEURRE* KEKSA I KONTROLA KVALITETE GOTOVOG PROIZVODA

**ZAVRŠNI RAD**

**Mentor: doc. dr. sc. Marijana Blažić**
Broj indeksa studenta: 0314611017

**Karlovac, ožujak 2017.**

## ZAHVALA

*Zahvaljujem mentorici, doc. dr. sc. Marijani Blažić na pomoći koju mi je pružila tijekom studiranja, strpljenju i savjetima tijekom izrade završnog rada.*

*Također zahvaljujem Sanji Kalšan, dipl. ing., direktorici laboratorijske kontrole kvalitete na velikoj pomoći u planiranju i izvođenju eksperimenata, te obradi podataka.*

*Mnogo hvala mojim prijateljima koji su uvijek uz mene i bez kojih cijeli ovaj tijek mog života i studiranja ne bi prošao tako lako.*

*Neizmjerno hvala mojoj obitelji na bezuvjetnoj ljubavi, strpljenju, podršci i vjeri u mene kroz sve ove godine, bez kojih moje studiranje ne bi bilo moguće. Ovaj rad posvećujem njima.*

# SAŽETAK

*Keksi* su produkti konditorskog tehnološkog procesa. Izrađeni su od tvrdog tijesta koji kao osnovne sirovine sadrži brašno, masnoće, šećer i druge dodatke. Mora sadržavati najmanje 6 % masti računato na ukupnu masu gotovog proizvoda s 5 % vode. Za potrebe ovog završnog rada, provedena je kontrola kvalitete Koestlinovog *Petit beurre* keksa, odnosno kemijska analiza ulaznih sirovina za potrebe izrade tog keksa.

Tijekom izrade eksperimentalnog dijela provedena su sljedeća ispitivanja: određivanje vode sušenjem, određivanje inverta po Ofneru, određivanje postotka slobodnih masnih kiselina, određivanje jodnog broja po Hanušu, određivanje masti po Soxhletu, određivanje kvalitete arome, određivanje šećera po Luff – Shchoorlu, određivanje pH tijesta.

Dobiveni uzorci ulaznih sirovina i gotovog proizvoda iz procesa proizvodnje keksa, podvrgnuti kemijskim analizama te reološkim analizama za brašno, zadovoljavaju zadane kriterije kvalitete u skladu s važećim Zakonima o hrani (NN 81/2013, NN 14/2014) sa svim pripadajućim Pravilnicima Republike Hrvatske i EU direktivama.

Za svaku pojedinu sirovinu provedena su ispitivanja prema Planu ispitivanja kako bi bile odobrene za daljnju primjenu u proizvodnji *Petit beurreta.* Zadatak ovog završnog rada je praćenje procesa realizacije Koestlinovog *Petit beurre* keksa – analiza ulaznih sirovina i gotovog proizvoda, te na temelju provedenih analiza odrediti senzorsku kvalitetu gotovog proizvoda. Fizikalno-kemijska analiza sirovina i gotovog proizvoda je provedena u laboratoriju tvornice.

**Ključne riječi:** kontrola kvalitete, Petit beurre keks, senzorska anali, sirovine

## ABSTRACT

Biscuits are products of confectionery technology process. They are made of a hard dough as the basic raw material contains flour, fat, sugar and other additives. Must be at least 6% of a fat based on the total weight of finished product with 5% water. For the purposes of Final thesis, a quality control of Koestlin Petit beurre biscuits and chemical analysis of their raw materials was conducted.

In the process of experimental analysis, following methods were used: determination of water drying, determination inverta by Ofner, determine the percentage of free fatty acids, determination of iodine value by Hanus, determination of fat by Soxhlet, determine the quality of flavors, determination of sugars by the Luff - Shchoorlu, determine the pH of dough.

The obtained samples of raw materials and finished products from production of biscuits, subjected to chemical analysis and rheological analysis of flour, meet the criteria of quality in accordance with current laws on food (NN 81/2013, NN 14/2014) with all the Regulations of the Croatian and EU directives.

For each individual raw material, tests are conducted under the Plan of tests in order to be approved for further use in the production of Petit Beurre. The aim of Final thesis is to monitor the implementation process of Koestlin Petit beurre biscuit - analysis of raw materials and finished products, and based on the analysis define the sensory quality of finished product. Physico-chemical analysis of raw materials and finished products is carried out in the laboratory of company.



**KEY WORDS**: quality control, Petit Beurre biscuits, sensory analysis, raw materials

# SADRŽAJ

1. UVOD ..... 1
VELEUČILIŠTE U KARLOVCU ..... 1
1. UVOD ..... 1
2. TEORIJSKI DIO ..... 2
2.1. Definicija pojma *Petit beurre* keksa ..... 2
2.2. Sirovine iz kojih se proizvodi *Petit beurre* keks ..... 2
2.2.1. Pšenično brašno ..... 2
2.2.2. Šećeri ..... 3
2.2.3. Masti i maslac ..... 4
2.2.4. Sirutka u prahu ..... 4
2.2.5. Kuhinjska sol ..... 5
2.2.6. Arome ..... 5
2.2.7. Regulator kiseline E 450 (dinatrijev difosfat) ..... 5
2.2.8. Tvari za rahljenje E 503 (amonijev karbonat) ..... 6
2.2.9. Tvari za rahljenje E 500 (natrijev hidrogenkarbonat) ..... 6
2.2.10. Kalijev disulfit ..... 6
2.3. Kemijska analiza ..... 7
2.4. Proces proizvodnje *Petit beurre* keksa ..... 7
2.4.1. Priprema i zamjes ..... 7
2.4.2. Oblikovanje, pečenje i hlađenje ..... 8
2.4.3. Pakiranje, transport i skladištenje ..... 9
3. EKSPERIMENTALNI DIO ..... 10
3.1. Zadatak rada ..... 10
3.2. Materijali ..... 10
3.2.1. Analizirani uzorci ..... 10

3.2.2. Korišteni pribor ..... 10
3.3. Metode ..... 11
3.3.1. Hlapivost ..... 12
3.3.2. Određivanje vode sušenjem ..... 12
3.3.3. Određivanje inverta po Ofneru ..... 13
3.3.4. Određivanje postotka slobodnih masnih kiselina ..... 14
3.3.5. Određivanje jodnog broja po Hanusu ..... 14
3.3.6. Određivanje masti po Soxhletu ..... 15
3.3.7. Određivanje kvalitete arome ..... 16
3.3.8. Određivanje šećera po Luff – Shchoorlu ..... 16
3.3.9. Određivanje pH tijesta ..... 18
3.3.10. Senzorska ispitivanja ..... 18
3.3.11. Kriterij za senzorsku kakvoću ..... 19
4. REZULTATI ..... 20
4.1. Rezultati analiza ulaznih sirovina ..... 20
4.2. Rezultati gotovih proizvoda ..... 23
4.3. Senzorska kvaliteta za keks *Petit beurre* ..... 24
5. RASPRAVA ..... 30
6. ZAKLJUČCI ..... 32
7. LITERATURA ..... 33
8. PRILOZI ..... 35

# 1. UVOD

Konditorska industrija je karizmatična grana u prehrambenoj industriji Hrvatske te iz dana u dan povećava asortiman konditorskih proizvoda. „Konditorske proizvode u Hrvatskoj proizvodi osam velikih tvrtki, čija je ukupna proizvodnja u 2012. godini iznosila 55.549 t. Najveći udio proizvodnje odnosi se na kekse i vafle, kojih je proizvedeno 31.608 t, slijedi čokolada sa 16.304 t, dok je proizvoda sličnih čokoladi i krem proizvoda proizvedeno 2.401 t, a bombonskih proizvoda 5.236 t. Hrvatska konditorska industrija prati trendove u razvoju novih proizvoda, razvijaju se konditorski proizvodi smanjenog udjela šećera i masti, proizvodi sa zamjenskim sladilima, obogaćeni različitim funkcionalnim dodacima (probiotici, vitamini, dijetalna vlakna, biljni ekstrakti).“ (Ačkar i Škrabal, 2013,) Konditorski proizvodi se grupiraju prema korištenim sirovinama u četiri grupe: Kakao-proizvodi, bomboni, snack proizvodi i brašno-konditorski proizvodi. (Kocijan, 2008.)

*Keksi* se ubrajaju u grupu brašno-konditorskih proizvoda. Pod nazivom *keksi* podrazumijeva se proizvod izrađen od tvrdog tijesta koji kao osnovne sirovine sadrži brašno, masnoće, šećer i druge dodatke. Mora sadržavati najmanje 6 % masti računato na ukupnu masu gotovog proizvoda s 5 % vode. *Petit buerre*, koji je uzorak u ovom završnom radu, konkretno sadrži: pšenično brašno, šećer, biljnu mast; tvari za rahljenje: amonijev bikarbonat i natrijev bikarbonat, sirutku u prahu; sol, regulator kiselosti: natrijev pirofosfat, arome i vinobran (Koestlin d.d. Tvornica keksa i vafla, interni materijali, 2016).

Dobiveni uzorci ulaznih sirovina i gotovog proizvoda iz procesa proizvodnje keksa, podvrgnuti su kemijskim analizama te reološkim analizama za brašno, moraju zadovoljavati zadane kriterije kvalitete koji su u skladu s važećim Zakonima o hrani (NN 81/2013, NN 14/2014) sa svim pripadajućim Pravilnicima Republike Hrvatske i EU direktivama.

Zadatak ovog završnog rada je praćenje procesa realizacije Koestlinovog *Petit beurre* keksa – analiza ulaznih sirovina i gotovog proizvoda, te na temelju provedenih analiza odrediti senzorsku kvalitetu gotovog proizvoda tj. na taj način dokazati da je tehnološki proces proizvodnje odrađen pravilno i dobro te da svi analizirani uzorci odgovaraju potrebnim zahtjevima. Fizikalno-kemijska analiza sirovina i gotovog proizvoda je provedena u laboratoriju tvornice.

# 2. TEORIJSKI DIO

## 2.1. Definicija pojma *Petit beurre* keksa

Keksi i keksima srodni proizvodi određeni su prehrambenim i senzorskim svojstvima, a dobiveni od mlinskih proizvoda, masnoća, šećera, škroba i drugih sirovina i aditiva; tehnološkim postupcima miješanja, gnječenja, tučenja, oblikovanja, pečenja i dr.

Keksi su proizvodi dobiveni pečenjem oblikovanog tvrdog tijesta, a sadrže najmanje 6 % masnoće računato na gotov proizvod s najviše 5 % vode. Oni su predviđeni za široku potrošnju te se konzumiraju bez dodatne termičke obrade ili obogaćivanja.

Jedan od nositelja Koestlinovog imidža je keks *Petit beurre,* proizvod s dugom tradicijom. Budući da *Petit beurre* u prijevodu s francuskog znači „maleni maslac“, ne čudi što je maslac jedan od glavnih sastojaka ovog keksa. On, ukomponiran s ostalim prirodnim sastojcima, čini ovaj proizvod vrlo vrijednim i jedinstvenim (Koestlin d.d. Tvornica keksa i vafla, interni materijali, 2000).

## 2.2. Sirovine iz kojih se proizvodi *Petit beurre* keks

Sirovine su temelj svakog proizvoda. Svojim fizikalno-kemijskim svojstvima i količinom utječu na izgled, oblik, kvalitetu i okus proizvoda. Jedan dio njih se dodaje u velikim količinama i zapravo tvori matricu proizvoda, a drugi se dio dodaje u gramskim količinama, ali on svejedno može znatno utjecati na okus, boju i strukturu. U nastavku rada slijedi opis sirovina iz kojih se proizvodi *Petit beurre*.

### 2.2.1. Pšenično brašno

Brašno je količinski najznačajnija sirovina proizvoda *Petit beurre* i svojom kvalitetom znatno utječe na kvalitetu samog keksa. Dobiva se mljevenjem zrna pšenice koje se sastoji od vanjskog tamnijeg sloja i bijele unutrašnjosti zrna, koja se naziva endosperm. To je masa škrobnih zrnaca raspoređenih u lancima proteina. Prilikom mljevenja ta se struktura razbija na

dijelove sastavljene od finih proteinskih čestica, individualnih zrnaca škroba ili njihove kombinacije. U bijelim pšeničnim brašnima u najvećem postotku se nalazi upravo tvar iz endosperma.

Osim proteina i škroba, u sastav brašna ulaze i mnogi drugi spojevi kao što su celuloza, lipidi, vitamini i minerali. U sljedećoj tablici je dan prosječan kemijski sastav pšeničnog brašna.

**Tablica 1**. Kemijski sastav pšeničnog brašna
(Koestlin d.d. Tvornica keksa i vafla, interni materijali, 2012)

| | Tvar | Udio, % |
|---|---|---|
| **1.** | Škrob | 64-74 |
| **2.** | Proteini | 9-15 |
| **3.** | Celuloza | 0,1-2 |
| **4.** | Topivi šećeri | 2-4 |
| **5.** | Lipidi | 1-2 |
| **6.** | Lipoidi | 1-5 |
| **7.** | Pepeo | 0,4-1,7 |
| **8.** | Vlaga | 13-14 |

Tehnološki postupak dobivanja brašna znatno utječe na njegovu kvalitetu. Povećanjem stupnja mljevenja raste udio pepela, proteina i masti u brašnu, kao i udio sirovih vlakana, dok udio škroba pada. Također rastu i udjeli enzima i vitamina. Brašna s manjim udjelom pepela tehnološki su pogodnija i daju naizgled ljepše proizvode.

### 2.2.2. Šećeri

Šećeri su organski spojevi vrlo rašireni u prirodi. U konditorskoj industriji služe za zaslađivanje keksa i proizvoda srodnim keksima, najčešće se koriste saharoza-disaharid sastavljen od glukoze i fruktoze koji tvori bijele kristale dobro topive u vodi zatim invertni šećer, glukoza, fruktoza, šećerni sirup, sladni ekstrakt i izo-šećeri. Saharoza je stolni šećer dobiven iz šećerne repe ili šećerne trske. Konzumira se u čistom stanju i kristalnom obliku.

Invertni šećer je smjesa glukoze i fruktoze u podjednakim omjerima. Nastaje hidrolizom saharoze. Invert može biti i prirodan i ukupan. Pod prirodnim invertom se misli direktno reducirajući šećeri kao glukoza, fruktoza, maltoza i laktoza. Dok ukupan invert je zbroj prirodnog inverta i šećera koji nakon hidrolize reduciraju metalne ione.

Zajednička karakteristika svih šećera je da se lako otapaju u vodi i da su slatkog okusa.

Topljivost se povećava povećanjem temperature, a brzina otapanja se povećava smanjenjem veličine kristala. (Koestlin d.d. Tvornica keksa i vafla, interni materijali, 2012)

### 2.2.3. Masti i maslac

Masti su esteri alkohola glicerola i višemasnih kiselina. Prhkost proizvoda, meka struktura i sjajna površina proizvoda dobivaju se upravo dodavanjem određene količine masti. U proizvodnji keksa tijekom mehaničke obrade miješanja, masti povećavaju volumen apsorpcijom zraka i internih plinova iz okoline. Masti povećavaju kaloričnu vrijednost te pomažu stvaranju strukture i šupljikavosti proizvoda, a daju mu i finiji okus.

Maslac je najvažnija mast u spomenutom keksu, a on je zapravo emulzija mliječne masti i mliječne plazme koja sadrži otopljene bjelančevine, laktozu, organske kiseline i mineralne soli. Proizvodu daje karakterističnu ugodnu aromu (Koestlin d.d. Tvornica keksa i vafla, interni materijali, 2012).

### 2.2.4. Sirutka u prahu

Sirutka je sporedni proizvod koji nastaje u tehnološkom procesu proizvodnje sira, a sastav i svojstva ovise o tehnologiji proizvodnje osnovnog proizvoda te o kakvoći korištenog mlijeka. Prema prosječnom sastavu sirutka sadrži oko 93% vode, a u nju prelazi i oko 50% suhe tvari mlijeka. Najveći dio sirutke čini laktoza, manje od 1% proteini sirutke, a u manjim količinama prisutne su mineralne tvari i vitamini topljivi u vodi.. Sirutka u prahu je bijelo-žućkaste boje, specifičnog okusa i mirisa. Dodaje se u proizvode od brašna zbog poboljšanja hranjive vrijednosti i dobivanja specifičnog okusa. (Koestlin d.d. Tvornica keksa i vafla, interni materijali, 2012; Jeličić i sur., 2008).

### 2.2.5. Kuhinjska sol

Kuhinjska sol, NaCl, dodaje se pri zamjesu tijesta zbog poboljšanja okusa, a dodavanjem soli u tijesto dolazi do očvršćivanja lijepka, time sol utječe i na konzistenciju tijesta. Ukoliko se sol dodaje u količini većoj od optimalne (2 %), uzrokuje smanjenje rastezljivosti lijepka, čime se ujedno i smanjuje kvaliteta proizvoda. Pri dodavanju soli u proizvode od fermentiranog tijesta mora se voditi računa o redoslijedu dodavanja soli jer ona otežava razvoj kvasca. Kvaliteta kuhinjske soli se ispituje organoleptički (Koestlin d.d. Tvornica keksa i vafla, interni materijali, 2012).

### 2.2.6. Arome

Aromatične tvari ili arome su najveća grupa prehrambenih aditiva, one određuju, karakteriziraju ili nadopunjavaju miris i okus proizvoda. One se mogu, prema podrijetlu, podijeliti na prirodne (eterična ulja i esencije), prirodne-identične i umjetne arome.

Prirodne arome su smjesa aromatičnih ugljikovodika, alkohola, aldehida, fenola, etera, estera i organskih kiselina. Osjetljive su na svjetlo, kisik i metale. Dobivaju se tehnološkim postupcima kao što su destilacija, prešanje ili ekstrakcija, iz mikroorganizama ili iz sirovina biljnog i životinjskog podrijetla. Prirodno-identične arome se sintetiziraju ili kemijskim postupkom izdvajaju iz prirodnih sirovina, topljive su u etanolu i kemijski identične tvarima prisutnim u prirodnom materijalu biljnog ili životinjskog podrijetla. Umjetne se arome, kao što i sam naslov sugerira, dobivaju kemijskom sintezom iz sirovina koje nisu prirodnog podrijetla, jer još tamo nisu pronađene. (Koestlin d.d. Tvornica keksa i vafla, interni materijali, 2012).

### 2.2.7. Regulator kiseline E 450 (dinatrijev difosfat)

Dinatrijev difosfat je emulgator, tvar za rahljenje i stabilizator. Ima široku primjenu u prehrambenoj industriji te je sastavni dio praška za pecivo.

### 2.2.8. Tvari za rahljenje E 503 (amonijev karbonat)

Amonijev karbonat je bijeli, kristalni prah blagog mirisa amonijaka, topljiv u vodi. Koristi se u konditorskoj industriji kao prirodno sredstvo za reguliranje kiselosti, rahljenje i sprečavanje zgrudavanja. On daje rahlost keksima jer se na temperaturi višoj od 50 °C raspada na amonijak, ugljikov dioksid i vodu. Nastali plinovi utječu na formiranje visine keksa. Pri pečenju keksa jedan dio $NH_3$ iz amonijeva bikarbonata zaostaje u tijestu i sudjeluje u reakcijama neenzimskog tamnjenja. (Koestlin d.d. Tvornica keksa i vafla, interni materijali, 2012).

### 2.2.9. Tvari za rahljenje E 500 (natrijev hidrogenkarbonat)

Natrijevi hidrogenkarbonati E500 poznatiji kao soda bikarbona, prirodna tvar za reguliranje kiselosti, tretiranje brašna, rahljenje, te protiv zgrudnjavanja. Koristi se u prehrambenoj industriji kao osnovni sastojak u proizvodnji raznih praškova za dizanje tijesta, prašaka za pecivo i pečenje.

### 2.2.10. Kalijev disulfit (Vinobran)

Kalijev disulfit, poznatiji kao vinobran, sredstvo je za razvoj tijesta. U proizvodnji tijesta od pšeničnog brašna sumpor dioksid utječe na reverzibilno cijepanje disulfidnih veza u proteinima. U proizvodnji kolačića smanjuje vrijeme miješanja i elastičnost tijesta koje omogućuje njegovo razvlačenje, te smanjuje razlike kod upotrebe različitih šarži brašna. Na taj način je omogućen ulazak molekula vode u rešetku glutena. Reakcija je brza i tijesto već tijekom kratkog miješanja omekša. (Koestlin d.d. Tvornica keksa i vafla, interni materijali, 2012).

## 2.3. Kemijska analiza

„Analitička kemija je znanstvena disciplina koja se bavi istraživanjem i primjenom metoda ispitivanja sastava tvari. Kemijska analiza se dijeli na kvalitativnu i kvantitativnu kemijsku analizu.

Kvalitativnom kemijskom analizom se određuje kemijski sastav tvari i utvrđuje od kojih je kemijskih elemenata ili spojeva ona sastavljena. Osnova kvalitativne kemijske analize su kemijske reakcije i ravnoteže te kemijski sastav neke tvari, koja pak može biti anorganskog ili organskog podrijetla.

Kvantitativnom kemijskom analizom se određuje količina tvari, spojeva ili elemenata koji su sadržani u ispitivanom materijalu. Kvalitativna kemijska analiza se temelji na dvije vrste mjerenja: određivanju mase i određivanju volumena.

Kvalitativna i kvantitativna kemijska analiza su usko povezane, jer se bez kvalitativnog sastava neke tvari ne može napraviti kvantitativna analiza uzorka, a primjenom kemijskih zakona se prati tijek kemijskih reakcija“. (Bišćan i Cindrić, 2011).

## 2.4. Proces proizvodnje *Petit beurre* keksa

Proces proizvodnje *Petit beurre* keksa se sastoji od: pripreme i zamjesa, oblikovanja, pečenja i hlađenja te pakiranja, transporta i skladištenja.

### 2.4.1. Priprema i zamjes

U pripremi se zaprimaju, obrađuju i važu sirovine. Određene sirovine se ne nabavljaju u obliku pogodnom za direktnu upotrebu, već se prije vaganja moraju dodatno obraditi. Stoga se kristal-šećer melje, brašno se prosijava radi homogenizacije i uklanjanja nečistoća, mast se dodaje u odvagama koje su prethodno kondicionirane na temperaturu radne okoline. Nadalje, praškaste tvari koje se dodaju u manjim količinama, kao što su amonijev i natrijev dikarbonat, dinatrijev difosfat i vinobran, spremaju se u vrećice te po potrebi dodaju u smjesu.

Tijesto se priprema u *Bakers-Parkins* miješalici. *Baker-Perkins* miješalica prema tipu miješanja pripada miješalicama sa Z miješalom. Miješalica je izrazito velikog kapaciteta i u jednu šaržu stane i preko 600 kg sirovina. Sve izvagane sirovine se dodaju u miješalicu na samom početku. U središtu kućišta nalazi se posuda za miješanje s dvostrukom stijenkom unutar koje cirkulira voda za hlađenje. Poklopac je nepomičan, a na njega se nastavlja silos s vagom za automatsko doziranje brašna u miješalicu; zamjes traje oko 20 minuta. Posuda za miješanje u ovom slučaju nema dvostruko korito, a unutar nje nalaze se dva Z miješala koja su spojena na istu osovinu te se okreću oko zajedničke osi. Na ploči za upravljanje osim izbora miješanja, brzog miješanja i razmješavanja, nalazi se glavna sklopka te regulator zamjesa. Radi dimenzije miješalice punjenje je potrebno obaviti s povišene platforme.

Platforma je ujedno i poklopac otvora kojim se tijesto spušta na liniju. Poklopac se otvara ručno, a na sebi ima protuuteg radi lakšeg manipuliranja.

Brašna koja se koriste za proizvodnju keksa imaju rastezljiv, elastičan lijepak s manjim sadržajem vode i manjom žilavošću. Rezultat zamjese je rastezljivo i elastično tijesto. (Izvor: Koestlin d.d. Tvornica keksa i vafla, interni materijali, 2000).

### 2.4.2. Oblikovanje, pečenje i hlađenje

Izrađeno tijesto za kekse se dozira iz pripreme te prolazi kroz par valjaka u laminator. Tijesto prolazi kroz laminator u obliku tanke trake i slaže se u više sloja kretanjem vodilice. Na taj način se dobiva slojevita struktura proizvoda. Tijesto se postepeno stanjuje nakon laminatora prolazeći ispod tri uzastopno postavljena valjka. Nakon stanjivanja, tijesto zadržava slojevitu strukturu dobivenu u laminatoru. Iza toga slijedi par valjaka. *Form* valjak otiskuje gravuru i rupice za izlazak plinova prilikom pečenja, a valjak za rezanje oblikuje izgled keksa. Ostatak tijesta se vraća u laminator i priključuje svježoj masi. Na ovaj način količina otpada svedena je na minimum.

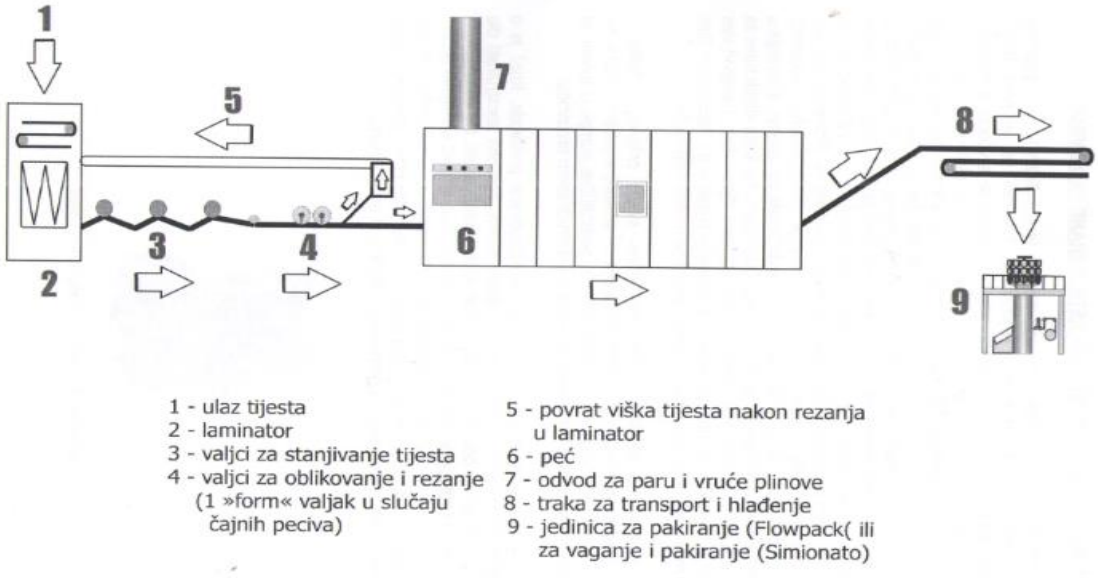
Toplina za pečenje se dovodi cijevima kojima struji vrući zrak. Iznad i ispod trake za pečenje nalazi se po pet cijevi. Brzinu strujanja vrućeg zraka, a time i temperaturu, moguće je kontrolirati i to za svaku peć posebno.

Oblikovani proizvod odlazi na pečenje. Pečenje se provodi u pet uzastopno poredanih i spojenih peći. U početku pečenja temperatura je 180 – 190 $^{o}$C i u toj fazi postiže se izlazak plinova i vode iz keksa. U drugoj fazi temperatura je 200 – 220 $^{o}$C i dobiva se boja keksa.

Nakon pečenja, keks se hladi zrakom prirodnim putem na transportnoj traci. (Koestlin d.d. Tvornica keksa i vafla, interni materijali, 2000).

### 2.4.3. Pakiranje, transport i skladištenje

Nakon hlađenja, keksi se transportnom trakom dovode do automatske jedinice za pakiranje *Simionato* (vertikalni *"flowpack").* Keksi se kontinuirano raspodjeljuju u kružno postavljene posude-vage. Proces izračunava najbolju kombinaciju koja zadovoljava deklariranu masu proizvoda te ga ispušta na pakiranje u polipropilenske vrećice. Komercijalne pakovine se slažu u transportne kutije, na njih se lijepi transportna etiketa te se slažu na paletu na koju se kopčom pričvršćuje paletna etiketa, zatim se to odvozi u primopredajni prostor. Tu se predaju u skladište gotovih proizvoda. (Koestlin d.d. Tvornica keksa i vafla, interni materijali, 2000).




**Slika 1.** Tehnološki proces proizvodnje keksa na liniji Baker-Perkins (Koestlin d.d. Tvornica keksa i vafla, interni materijali, 2000)

# 3. EKSPERIMENTALNI DIO

## 3.1. Zadatak rada

Zadatak ovog završnog rada je praćenje procesa realizacije Koestlinovog *Petit beurre* keksa – analiza ulaznih sirovina i gotovog proizvoda, te na temelju provedenih analiza odrediti senzorsku kvalitetu gotovog proizvoda. Fizikalno-kemijska analiza sirovina i gotovog proizvoda je provedena u laboratoriju Koestlinove tvornice.

## 3.2. Materijali

### 3.2.1. Analizirani uzorci

- ulazne sirovine: šećer, maslac, sirutka u prahu, kuhinjska sol, biljne masti, pšenično brašno, Petit Beurre, dinatrijev difosfat, amonijev karbonat, natrijev hidrogenkarbonat, kalijev disulfit
- gotovi proizvodi: 6 uzoraka Petit Beurre keksa

### 3.2.2. Korišteni pribor

- vodena kupelj
- Erlenmeyer tikvica od 250 $cm^3$ i 300 $cm^3$
- odmjerne tikvice različitih volumena
- analitička vaga, Sartorius
- pH metar, Hanna instruments
- pipete od 5 $cm^3$, 10 $cm^3$, 25 $cm^3$
- epruvete
- filter papir (crna vrpca)
- tarionik
- Soxhlet, Inako d.o.o. Zagreb
- eksikator, Lab logistics group GmbH
- digestor, Grga & Melita

- lijevak za filtriranje
- laboratorijske čaše od 100 $cm^3$

### 3.2.3. Korištene kemikalije

- Destilirana voda, (aparat Inako d.o.o. Zagreb)
- Bakrov (II) sulfat, (Gram-Mol do.o. Zagreb)
- Klorovodična kiselina, (VWR Prolabo Chemicals)
- Natrijev tiosulfat, (Gram-Mol d.o.o. Zagreb)
- Kloroform, (Carlos Eerba Reagents)
- Sumporna kiselina, (VWR Prolabo Chemicals)
- Amonijak, (Alkaloid, Skopje)
- Natrijev hidroksid, (Gram-Mol d.o.o. Zagreb)
- 1%-tna otopina fenolftaleina u etanolu
- Jod, (Carlo Erba Reagents)
- Smjesa eteretanola, (Gram-Mol do.o. Zagreb)
- Jodov monobromid, (Kemika d.o.o., Zagreb, Hrvatska)
- Otopina škroba, (Gram-Mol d.o.o. Zagreb)
- Otopina Carrez I (Kemika d.o.o., Zagreb, Hrvatska)
- Otopina Carrez II (Kemika d.o.o., Zagreb, Hrvatska)
- Luffov reagens
- Kalijev jodid (Kemika d.o.o., Zagreb, Hrvatska)

## 3.3. Metode

Osnovne analize ulaznih sirovina i uzoraka gotovog proizvoda za promet na tržištu dijele se na senzorske i kemijske analize. Kemijskim analizama se određuje ukupni invert, vlaga, pH, topivost, kiselinski stupanj, mast, proteini, talište, jodni broj, suha tvar, ukupni $SO_2$, škrob. Za potrebe ovog završnog rada dalje su objašnjene detaljno one metode koje su korištene za prikaz rezultata.

Procjena senzorske kvalitete gotovih proizvoda prevedena je sustavom bodovanja korištenjem skale od 20 ponderiranih bodova. Bodovanje provodi grupa od četiri senzorska analitičara.

### 3.3.1. Hlapivost

Metoda se temelji na sušenju sastojka u sušioniku. Staklena posudica se osuši u sušioniku jedan sat i ohladi trideset minuta u eksikatoru. U prethodno osušenu i izvaganu posudicu se odvaže 5 g (± 0,001 g) uzorka. Otvorena posudica s uzorkom i poklopcem se unese u sušionik i suši dva sata na temperaturi 100 – 105 °C. Posudica se izvadi iz sušionika, ohladi u eksikatoru i odvaže na analitičkoj vagi. Ako je potrebno, vrijeme se može i produžiti do konstantne težine. Ostatak, ako ga ima, se odvagne i iskaže se postotak hlapivog dijela. Hlapivost se izračunava prema sljedećem izrazu **(1):**

$$\%\ \ HLAPIVOSTI = \frac{(a-b)}{c} \cdot 100 \qquad \textbf{(1)}$$

gdje je:
a - masa posudice s uzorkom prije sušenja (g)
b - masa posudice s uzorkom nakon sušenja (g)
c - masa uzorka uzetog za analizu (g)

### 3.3.2. Određivanje vode sušenjem

Metoda se primjenjuje za određivanje sadržaja vode u uzorcima ulaznih sirovina i gotovih proizvoda. Voda se određuje sušenjem uzoraka pod normalnim tlakom do konstantne mase.

Uključi se vlagomjer, stavi se posuda u držač umetanjem sa strane ravno ispod okruglog oboda. Zatvori se poklopac te tarira posuda. Stavi se uzorak tražene mase, jednoliko se rasporediti po posudi. Te čekati da završi sušenje. Sušenje traje dok je pokazivač na display-u

u pokretnom obliku. Sušenje je završeno kada se čuje zvučni signal, a rezultat je osjenčan. Otvaranjem poklopca se poništava rezultat.

### 3.3.3. Određivanje inverta po Ofneru

Princip ove metode se zasniva na reducirajućim svojstvima glukoze i fruktoze (prirodni invert), koji u alkalnoj otopini reduciraju $Cu^{2+}$ (iz Ofnerove otopine), a same se oksidiraju do odgovarajućih oksidacijskih produkata. Odvagne se 20g šećera, kvantitativno prenese u odmjernu tikvicu od 100 $cm^3$ i otopi u destiliranoj vodi. Nadopuni se destiliranom vodom do oznake i filtrira kroz filtar papir crna vrpca. Od filtrata se odmjeri 50 $cm^3$ i doda 50 $cm^3$ Ofnerove otopine u Erlenmeyerovu tikvicu od 300 $cm^3$. Tikvica se spoji s povratnim hladilom i zagrijava do vrenja. Do vrenja treba doći u tijeku 4 – 5 minuta. Od početka vrenja se kuha pet minuta, nakon toga se ohladi pod hladnom vodom. Ohlađenoj otopini se doda 15 $cm^3$ 1 M HCl i odmah zatim uz kružno miješanje 5 – 10 $cm^3$ joda (0,032M). Tikvica se začepi i povremeno promućka. Nakon dvije minute se doda oko 5 $cm^3$ 0,5 % otopina škroba i titrira s 0,032 M otopine $Na_2S_2O_3$ do nestanka plave boje. Sadržaj inverta određuje se prema sljedećem izrazu **(2)**:

$$Sadrzaj\ inverta = \frac{b-a-1}{100}\ \% \qquad \textbf{(2)}$$

gdje je:

a - utrošeni ml 0,032 M otopine $Na_2S_2O_3$

b - dodani ml joda x faktor joda

1 – 1 ml kao korekcija za redukciju 10 g saharoze, jer je utvrđeno da 10 g saharoze troši 1 $cm^3$ otopine joda.

### 3.3.4. Određivanje postotka slobodnih masnih kiselina

Metoda se zasniva na principu utvrđivanja slobodnih masnih kiselina u mastima.

Kiselost u mastima se može izraziti kao: postotak dominantne masne kiseline, kiselinski broj i kiselinski stupanj. Izvaže se 5 – 10 g masti u Erlenmeyerovu tikvicu i prelije s 50 $cm^3$ neutraliziranog etilnog alkohola. Neutralizacija se obavlja s 0,1 M alkoholom KOH uz fenoftalein do prve pojave ružićastog obojenja. Nakon što se pomiješa, uzorak se otopi u etanolu, titrisa s 0,1 M alkoholom KOH uz indokator fenoftalein.

Izračunavanje postotka masnih kiselina se određuju prema sljedećim izrazima **(3)**, **(4):**

$$Kiselinski stupanj = \frac{100 \cdot a}{10 \cdot b} \qquad \textbf{(3)}$$

$$Kiselinski broj = \frac{100 \cdot a}{10 \cdot b} \cdot 5{,}610 \qquad \textbf{(4)}$$

gdje je:

a - ml utrošene otopine 0,1 M NaOH

b - količina uzorka uzetog u postupku (g)

5,610 – broj miligrama KOH sadržanih u 1 $cm^3$ 0,1 M alkoholne otopine

### 3.3.5. Određivanje jodnog broja po Hanusu što je broj

Jodni se broj izražava brojem grama joda koji se adira na nezasićene masne kiseline iz 100 g masi ili ulja. U Erlenmeyerovu tikvicu se izvaže od 0,2 do 0,5 g ulja ili masti. Mast se otopi u 15 $cm^3$ kloroforma, pipetom doda 25 $cm^3$ otopine jodovog monobromida, promiješa i ostavi 30 minuta na tamnom mjestu. Zatim se doda 15 ml 10-postotne otopine KJ i 150 $cm^3$ destilirane vode. Promiješa se i titrira uz neprestano miješanje s 0,1 M otopinom $Na_2S_2O_3$ do svijetložute boje, zatim se doda nekoliko kapi škroba i titrira oprezno do nestanka plave boje.

Pri kraju titracije treba poslije svakog dodatka otopine $Na_2S_2O_3$ dobro promućkati, da jod koji zaostaje otopljen u kloroformu prijeđe u otopinu kalijevog jodida. Istovremeno se

radi slijepa proba s istom količinom svih reagensa, samo bez masti. Naročito treba obratiti pažnju da je količina otopine jodovog monobromida potpuno ista u glavnoj i slijepoj probi, te se mjeri istom pipetom i prazni u oba slučaja na isti način. Izračunavanje jodnog broja računa se prema sljedećem izrazu **(5):**

$$Jodni\ broj = \frac{(a - b)\ \cdot 0{,}0127}{c} \cdot 100 \qquad \textbf{(5)}$$

gdje je:

a - broj utrošenih ml 0,1 M otopine $Na_2S_2O_3$ za slijepu probu

b - broj utrošenih ml 0,1 M otopine $Na_2S_2O_3$ za glavnu probu

c - količina masti u g

ml 0,1 M otopine $Na_2S_2O_3$ odgovara 0,0127 g joda.

### 3.3.6. Određivanje masti po Soxhletu

Izvaganom uzorku doda se 45 $cm^3$ ključale destilirane vode, snažno se mućka dok smjesa ne postane homogena i doda se 55 $cm^3$ 25 %-tne (m/m) klorovodične kiseline. Izvaganoj količini doda se 90 $cm^3$ ključale destilirane vode, snažno se mućka da smjesa postane homogena i doda se 110 $cm^3$ 25 %-tne klorovodične kiseline.

Tikvica s uzorkom pokrije se satnim staklom, zagrije i kad provri, ostavi da polagano vrije 15 min.

Satno se staklo kvantitativno ispere destiliranom vodom u istu tikvicu (oko 100 $cm^3$).

Vruća suspenzija filtrira se kroz vlažni bezmasni filtar-papir. Tikvica i ostatak na filtar-papiru isperu se vrućom destiliranom vodom do negativne reakcije na ione klora s otopinom srebrovog nitrata. Filtar-papir se s ostatkom stavi u odmašćenu čahuru za ekstrakciju i najmanje 6 sati suši u sušioniku na tempetaturi od 103°C do 105°C, u čaši obujma 100 $cm^3$.

Osušena čahura s uzorkom stavi se u ekstraktor aparata po Soxhletu i ekstraktor spoji s tikvicom za ekstrakciju, prethodno osušenoj i izvaganoj s točnošću ± 0,1 mg. U ekstraktor se

sipa oko 150 $cm^3$ petroletera s kojim se prethodno ispere posudica u kojoj se sušila čahura. Tikvica s ekstraktorom postavi se na grijaće tijelo i ekstraktor poveže s hladnjakom.

Da bi se postiglo normalno pražnjenje aparata, ispod čahure se stavi sloj staklenih kuglica. Ekstrakcija traje četiri sata odnosno ekstraktor se mora isprazniti 30 puta. Zatim se petroleter predestilira, a tikvica suši u sušioniku na temperaturi od 103°C do 105°C ili 1h u vakuumskom sušioniku na temperaturi od 70°C, postavljena vodoravno.

Tikvica se hladi u eksikatoru 30 min i važe na analitičkoj vagi s točnošću ± 0,1 mg. Postupak sušenja i vaganja ponavlja se dok razlika između dva vaganja ne postane manja od 0,5 %.

Količina ukupne masti iskazuje se u postocima, a izračunava se prema sljedećem izrazu **(6):**

$$Ukupna\ mast = \frac{a \cdot 100}{b} \cdot 10 \qquad \textbf{(6)}$$

gdje je:
a = masa ekstrahirane masti (g)
b = masa uzorka uzetog za analizu (g)

### 3.3.7. Određivanje kvalitete arome

Arome su koncentrirani preparati s ili bez drugih dodataka, koji se dodaju namirnicama radi davanja ili dopunjavanja okusa i mirisa (uz iznimku slanog, slatkog i kiselog okusa). Arome nisu namijenjene za konzumiranje. Senzorski opis kod ocjenjivanja arome su izgled i miris.

### 3.3.8. Određivanje šećera po Luff – Shchoorlu

Metoda se zasniva na principu da u određenim uvjetima reducirajući šećeri (prirodni invert) prevode bakrov sulfat iz Luffovog reagensa u bakrov(I) oksid. Keks se dobro usitni u tarioniku prije samog postupka za analizu. U čaši volumena 100 $cm^3$ se izvaže uzorak od 5 g

(±1 mg), otopi u toploj vodi i kvantitativno prenese u odmjernu tikvicu od 250 ml. Dodatkom 5 $cm^3$ otopine Carrez I i 5 $cm^3$ otopine Carrez II odstrane se balastne tvari. Nakon svakog dodavanja otopine Careza, sadržaj se mora promiješati, a nakon toga se dopuni do oznake, promiješa i filtrira (Filtrat I).

**Određivanje prirodnog inverta**

U odmjernu tikvicu od 100 $cm^3$ se odpipetira 25 $cm^3$ filtrata I i dopuni do oznake destiliranom vodom. U Erlenmayerovu tikvicu od 300 $cm^3$ pipetom se doda 25 $cm^3$ Luffova reagensa i 25 $cm^3$ razrijeđenog filtrata I i staklenih kuglica radi ujednačenog vrenja. Tikvica se spoji s povratnim hladilom i na otvorenom plamenu zagrije do vrenja. Kuhanje traje deset minuta, ohladi se pod mlazom vode, doda 10 $cm^3$ KJ, a zatim malo po malo 25 $cm^3$ $H_2SO_4$. Nakon toga se izlučeni jod titrira uz miješanje natrijevim tiosulfatom dok otopina ne dobije svijetložutu boju, zatim se doda nekoliko kapi otopine škroba i titracija se postepeno nastavlja kap po kap, dok otopina ne izgubi boju. Istovremeno se radi slijepa proba s istom količinom Luffova reagensa, s tim što se umjesto filtrata I, doda 25 $cm^3$ destilirane vode.

**Određivanje ukupnog inverta**

U odmjernu tikvicu volumena 100 $cm^3$ se odpipetira 10 $cm^3$ filtrata I, razrijedi s 30 $cm^3$ vode i doda 0,5 $cm^3$ koncentrirane HCl. Sve se uroni u vruću kupelj i obavi inverzija koja traje trideset minuta, ohladi pod mlazom vode, a zatim neutralizira s NaOH 1 mol/$dm^3$ i dopuni do oznake destiliranom vodom. U Erlenmeyerovu tikvicu od 300 $cm^3$ pipetom se doda 25 $cm^3$ Luffove otopine i 25 $cm^3$ otopine šećera i postupa se dalje kao i s prirodnim invertom. Određivanje šećera i saharoze se izračunava prema sljedećim izrazima **(7) i (8):**

$$\textbf{\% Šećera} \text{ (prirodnog/ukupnog inverta)} = \frac{a}{b} \cdot 100 \qquad \textbf{(7)}$$

Gdje je: a – količina šećera očitanog iz tablice prema utrošku 0,1 M $Na_2S_2O_3$

b – odvaga uzorka u alikvotnom dijelu otopine

$$\textbf{\% Saharoza} = (\, b - a \,) \cdot 0{,}95 \qquad \textbf{(8)}$$

gdje je: a – prirodni invert, u %

b – ukupni invert, u %

0.95 - faktor za preračunavanje invertnog šećera u saharozu

### 3.3.9. Određivanje pH tijesta

Tijestu se mjeri pH vrijednost kako bi se osiguralo da je dovoljno niska da bi se inhibirao rast. Uobičajeni konzervansi koji se dodaju tijestu uključuju benzojevu kiselinu, vinsku kiselinu i kalcijev propionat. Postoji mnogo načina za mjerenje pH tijesta. Jednostavan način je da se u čašu odvagne 1 g uzorka, otopi u malo vode, te uz ispiranje prenese u odmjernu tikvicu i nadopuni destiliranom vodom do oznake. Mjeri se pH na pH-metru.

### 3.3.10. Senzorska ispitivanja

Procjena senzorske kvalitete gotovih proizvoda je prevedena sistemom bodovanja korištenjem skale od dvadeset ponderiranih bodova. Bodovanje je provela grupa od četiri senzorska analitičara. Proizvodi zadovoljavaju u slučaju da završno dobiju najmanje 11,2 ponderirana boda. Ukoliko je jedna ocjena 1 ili 2, proizvod ne zadovoljava. Kategorizacija ocjena pomoću ponderiranih bodova prikazana je u sljedećoj tablici.

**Tablica 2**. Ponderirani bodovi

| **Kategorija kvalitete** | **Ukupni broj ponderiranih bodova** |
|---|---|
| Odlična | 17,6 – 20,0 |
| Dobra | 15,2 – 17,5 |
| Osrednja | 13,2 – 15,1 |
| Još prihvatljiva | 11,2 – 13,1 |
| Neprihvatljiva | 11,1 |

### 3.3.11. Kriterij za senzorsku kakvoću

**Tablica 3.** Senzorsko ocjenjivanje keksa

| Parametar kakvoće | Zahtjev senzorske kakvoće | Ocjena | FZ | PB |
|---|---|---|---|---|
| OBLIK, POVRŠINA | Oblik i debljina su svojstveni proizvodu, jasnih slova i izražene gravure. Površina je glatka i sjajna | 5 | 1.0 | 5.0 |
| | Neznatna odstupanja oblika i debljine, manje nepravilnosti površine koja je i dalje glatka, ali slabijeg sjaja | 4 | | |
| | Oblik je izmijenjen, keks je deblji ili tanji te nesimetričan, površina ima pukotine ili mjehure, ali u granicama prihvatljivosti. Nedovoljno jasna gravura | 3 | | |
| | Oblik je nepravilan, rubovi su oštećeni, a stranice ispupčene ili uvučene dok je površina hrapava, bez sjaja, s pukotinama, mrljama ili mjehurićima | 2 | | |
| | Deformiran keks, izrazito nepravilnog oblika, a površina vrlo mjehurasta i onečišćena brašnom | 1 | | |
| BOJA, ISPEČENOST | Boja je karakteristična za pravilno pečen proizvod, ujednačena s gornje i donje strane kao i na rubovima | 5 | 0.8 | 4.0 |
| | Boja keksa jedva je zamjetljivo tamnija ili svjetlija, dok su rubovi neznatno tamniji | 4 | | |
| | Boja i ispečenost keksa odstupaju u granicama prihvatljivosti. | 3 | | |
| | Karakteristike nesvojstvene keksu, bez sjaja, sive boje. | 2 | | |
| | Boja je karakteristična za sirov ili pregorio keks. | 1 | | |
| STRUKTURA MASTIKACIJA | Struktura je pravilno slojevita, šupljine su ovalnog oblika. Lako se otapa u ustima, ne lijepi se za nepce | 5 | 0.8 | 4.0 |
| | Struktura je slojevita, a veličina i oblik šupljina manje ujednačen, nejednoliko se otapa u ustima | 4 | | |
| | Struktura je manje slojevita i nešto zbijenija, teže se otapa u ustima, lijepi se za nepce | 3 | | |
| | Nepravilna, suviše zbijena ili porozna struktura, keks se na prijelomu mrvi ili se slojevi odvajaju, teško se otapa u ustima. | 2 | | |
| | Struktura je vrlo zbijena, a keks se mrvi, vrlo se teško otapa u ustima, lijepi se za nepce | 1 | | |
| OKUS, MIRIS | Okus je zaokružen i aromatičan, miris je također aromatičan i svjež. | 5 | 1.4 | 7.0 |
| | Okus i miris su još uvijek svojstveni proizvodu te jače ili slabije aromatični | 4 | | |
| | Aroma je nezaokružena, slabo je izražen strani okus, miris je preslabo izražen ili prearomatiziran, još uvijek u granicama prihvatljivosti | 3 | | |
| | Miris i okus su nesvojstveni proizvodu, gorkasta, sapunasta i strana aroma, a miris bez svježine | 2 | | |
| | Okus i miris su strani, stari, kiseli, pljesnivi i neugodni | 1 | | |

(Koestlin d.d. Tvornica keksa i vafla, interni materijali, 2015)

# 4. REZULTATI

## 4.1. Rezultati analiza ulaznih sirovina

**Tablica 4**. Analiza šećera

| REDNI BROJ | KEMIJSKA ANALIZA | IZMJERENA VRIJEDNOT | TOLERANCIJA | |
|---|---|---|---|---|
| | | | MIN | MAX |
| 1. | Ukupni invert (%) | 0,02 | 0,00 | 0,04 |
| 2. | Vlaga (%) | 0,11 | 0,00 | 0,20 |

**Tablica 5.** Analiza maslaca

| REDNI BROJ | KEMIJSKA ANALIZA | IZMJERENA VRIJEDNOT | TOLERANCIJA | |
|---|---|---|---|---|
| | | | MIN | MAX |
| 1. | Vlaga (%) | 12,41 | 0,00 | 16,00 |
| 2. | Kiselinski stupanj ($^0$SH) | 1,9100 | 0,00 | 3,00 |
| 3. | Mast (%) | 87,3150 | 80,00 | 90,00 |

**Tablica 6.** Analiza sirutke u prahu

| REDNI BROJ | KEMIJSKA ANALIZA | IZMJERENA VRIJEDNOST | TOLERANCIJA | |
|---|---|---|---|---|
| | | | MIN | MAX |
| 1. | Kiselinski stupanj ($^o$SH) | 4,74 | 0 | 8,5 |
| 3. | Vlaga (%) | 1,2500 | 0 | 6 |

**Tablica 7.** Analiza kuhinjske soli

| REDNI BROJ | KEMIJSKA ANALIZA | IZMJERENA VRIJEDNOST | TOLERANCIJA | |
|---|---|---|---|---|
| | | | MIN | MAX |
| 1. | Vlaga (%) | 0,23 | 0,00 | 0,50 |

**Tablica 8**. Analiza biljne masti

| REDNI BROJ | KEMIJSKA ANALIZA | IZMJERENA VRIJEDNOST | TOLERANCIJA | |
|---|---|---|---|---|
| | | | MIN | MAX |
| 1. | Vlaga (%) | 0,006 | 0,00 | 0,20 |
| 2. | Talište ($^{o}$C) | 36 | 30,00 | 40,00 |
| 3. | SMK (%) | 0068 | 0,00 | 0,30 |
| 4. | Jodni broj | 49,74 | 40,00 | 55,00 |

**Tablica 9**. Analiza pšeničnog brašna

| REDNI BROJ | KEMIJSKA ANALIZA | IZMJERENA VRIJEDNOST | TOLERANCIJA | |
|---|---|---|---|---|
| | | | MIN | MAX |
| 1. | Vlaga (%) | 13,7400 | | 15,0000 |

**Tablica 10**. Analiza Petit Beurre 3388HU

| REDNI BROJ | KEMIJSKA ANALIZA | IZMJERENA VRIJEDNOST | TOLERANCIJA | |
|---|---|---|---|---|
| | | | MIN | MAX |
| 1. | Senzorska svojstva | Odgovara | | |

**Tablica 11.** Analiza natrijevog difosfat (SAPP)

| REDNI BROJ | KEMIJSKA ANALIZA | IZMJERENA VRIJEDNOST | TOLERANCIJA | |
|---|---|---|---|---|
| | | | MIN | MAX |
| 1. | Vlaga (%) | 1,005 | 0,00 | 5,00 |
| 2. | pH 1 % otopine | 0,45 | 3,7 | 5,0 |

**Tablica 12.** Analiza natrijevog hidrogenkarbonata

| REDNI BROJ | KEMIJSKA ANALIZA | IZMJERENA VRIJEDNOST | TOLERANCIJA | |
|---|---|---|---|---|
| | | | MIN | MAX |
| 1. | Hlapljivost (%) | 19,7600 | 18,00 | 0,00 |

**Tablica 2.** Analiza amonijevog karbonata (E503)

| REDNI BROJ | KEMIJSKA ANALIZA | IZMJERENA VRIJEDNOST | TOLERANCIJA | |
|---|---|---|---|---|
| | | | MIN | MAX |
| 1. | Hlapljivost (%) | 99,7000 | 99,500 | 100,00 |
| 2. | Topljivost | Dobra | - | - |

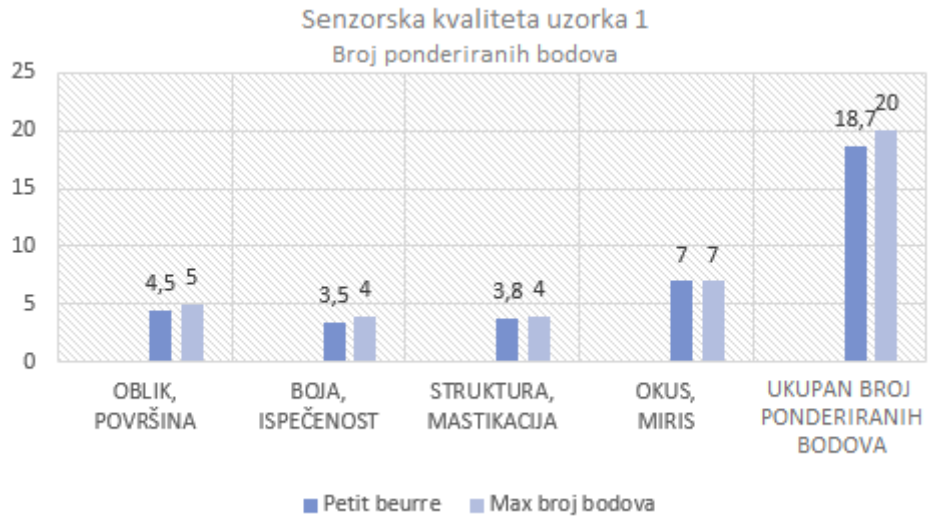
## 4.2. Rezultati gotovih proizvoda

**Tablica 14.** Kemijska analiza Petit beurre

| REDNI BROJ | KEMIJSKA ANALIZA | IZMJERENA VRIJEDNOST | | | | | | TOLERANCIJA | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1* | 2* | 3* | 4* | 5* | 6* | MIN | MAX |
| **1.** | Sol (%) | 0,8000 | 0,000 | 0.0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,00 | 3.00 |
| **2.** | Vlaga (%) | 2,2200 | 3,2200 | 2.7000 | 2,59 | 3,5400 | 3,540 | 0,00 | 5,00 |
| **3.** | Mast (%) | 12,32 | 12,8 | 12.3 | 12.9 | 12,700 | 12,000 | 11,00 | 14,00 |
| **4.** | Ukupni šećer (%) | 19,7 | 19,3 | 19.5 | 19,1 | 19,400 | 19,800 | 17,00 | 23,00 |
| **5.** | Ukupni $SO_2$ (mg/kg) | 2,973 | 3,1270 | 2.639 | 1.783 | 3,845 | 3,050 | 0,00 | 10,00 |
| **6.** | Škrob (%) | 60,000 | 0,0000 | 0.000 | 0.000 | 0,000 | 0,000 | 55,00 | 65,00 |
| **7.** | Proteini (%) | 7,6000 | 0,0000 | 0.000 | 0.000 | 0,000 | 0,000 | 5,00 | 11,00 |
| **8.** | Vlakna (%) | 1,000 | 0,0000 | 0.000 | 0.000 | 0,000 | 0,000 | 0,0000 | 3,00 |

1* - Petit beurre (uzorak broj 1)
2* - Petit beurre (uzorak broj 2)
3* - Petit beurre (uzorak broj 3)
4* - Petit beurre (uzorak broj 4)
5* - Petit beurre (uzorak broj 5)
6* - Petit beurre (uzorak broj 6)

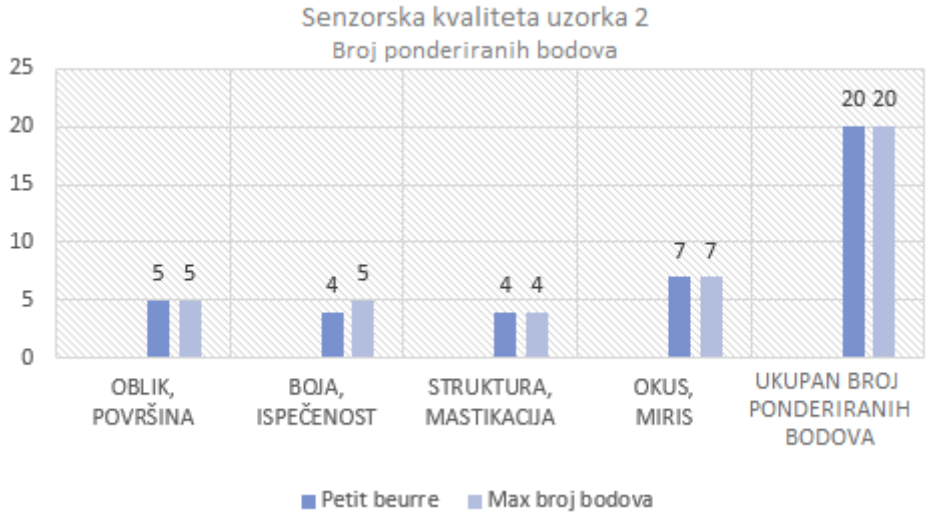
### 4.3.Senzorska kvaliteta za keks *Petit beurre*




**Slika 2**. Senzorska kvaliteta uzorka 1

(Koestlin d.d. Tvornica keksa i vafla, interni materijali, 2015)

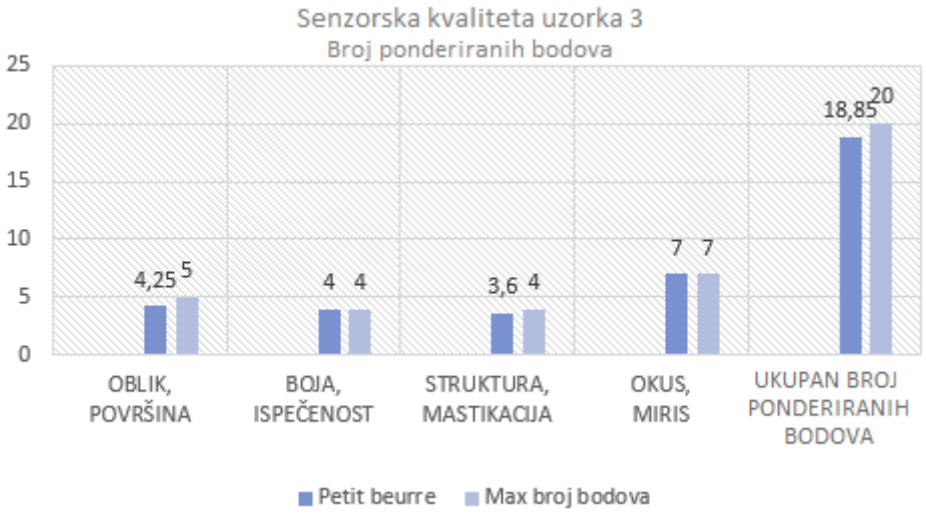
Senzorskom analizom kvalitete provedenom dana 17. 3. 2015. na uzorku 1 utvrđeno je da uzorak ima ukupno 18,7 ponderiranih bodova, te se prema tablici 2 nalazi u kategoriji odličan.




**Slika 3.** Senzorska kvaliteta uzorka 2

(Koestlin d.d. Tvornica keksa i vafla, interni materijali, 2015)

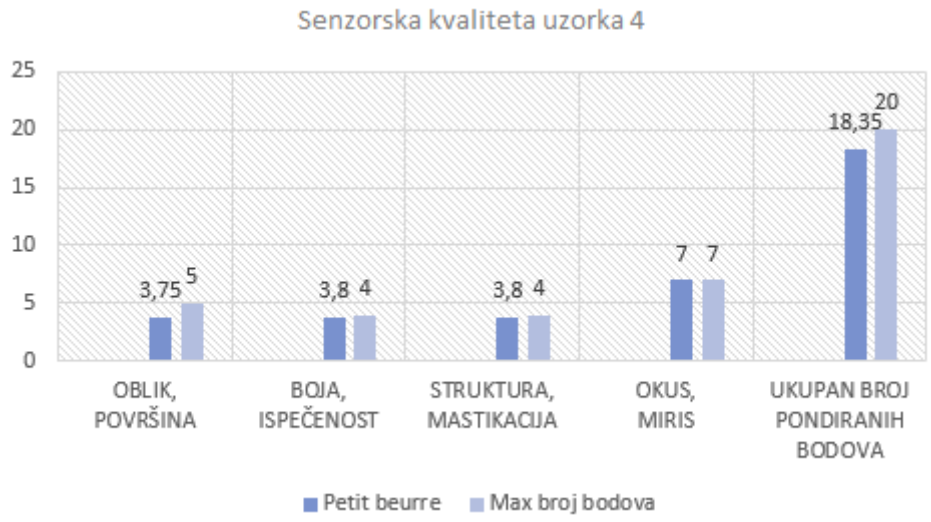
Senzorskom analizom kvalitete provedenom dana 19.03.2015. na uzorku 2 utvrđeno je da uzorak ima ukupno 20 ponderiranih bodova, te se prema tablici 2 nalazi u kategoriji odličan.




**Slika 4.** Senzorska kvaliteta uzorka 3

(Koestlin d.d. Tvornica keksa i vafla, interni materijali, 2015)

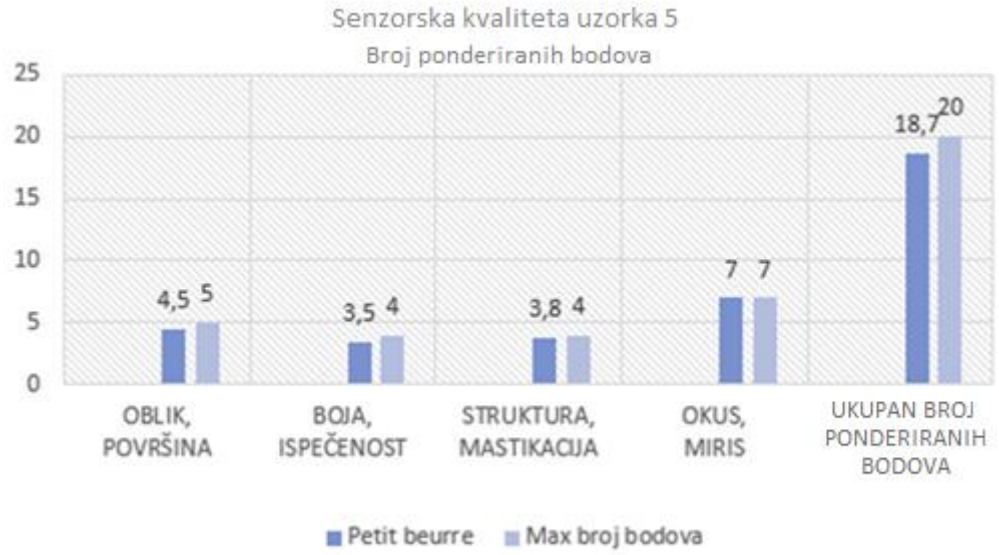
Senzorskom analizom kvalitete provedenom dana 20. 3. 2015. na uzorak 3 utvrđeno je da uzorak ima ukupno 18,85 ponderiranih bodova, te se prema tablici 2 nalazi u kategoriji odličan.




**Slika 5.** Senzorska kvaliteta uzorka 4

(Koestlin d.d. Tvornica keksa i vafla, interni materijali, 2015)

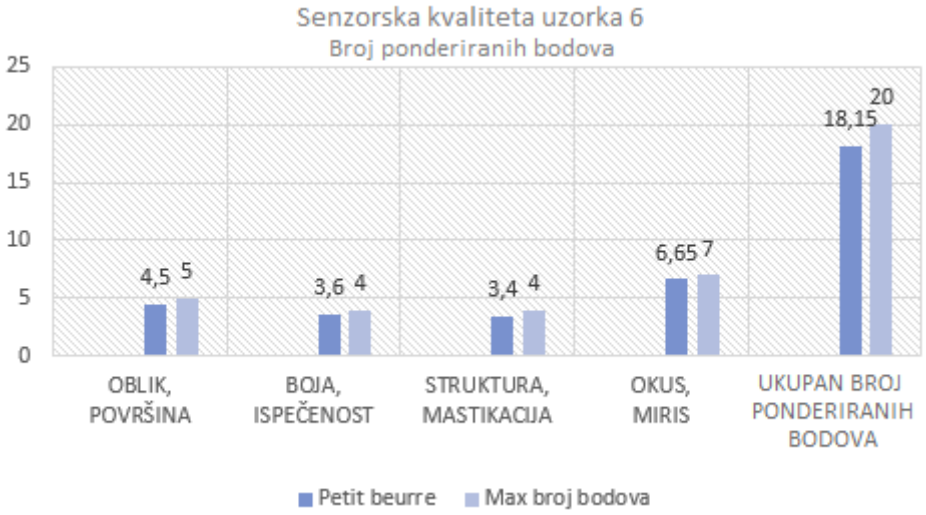
Senzorskom analizom kvalitete provedenom dana 24. 3. 2015. na uzorku 4 utvrđeno je da uzorak ima ukupno 18,35 ponderiranih bodova, te se prema tablici 2 nalazi u kategoriji odličan.




**Slika 6**. Senzorska kvaliteta uzorka 5

(Koestlin d.d. Tvornica keksa i vafla, interni materijali, 2015)

Senzorskom analizom kvalitete provedenom dana 13. 3. 2015. na uzorku 5 utvrđeno je da uzorak ima ukupno 18, 7 ponderiranih bodova, te se prema tablici 2 nalazi u kategoriji odličan. Izmjerena vlaga bila je 1,97 %.




**Slika 7.** Senzorska kvaliteta uzorka 6

(Koestlin d.d. Tvornica keksa i vafla, interni materijali, 2015)

Senzorskom analizom kvalitete provedenom dana 16. 3. 2015. na uzorku 6 utvrđeno je da uzorak ima ukupno 18,15 ponderiranih bodova, te se prema tablici 2 nalazi u kategoriji odličan. Izmjerena vlaga bila je 3,54 %.

# 5. RASPRAVA

Nakon provedene fizikalno kemijske analize sirovina te senzorske analize gotovih proizvoda, utvrđeno je da su rezultati svih analiziranih uzoraka u dopuštenom rasponu. Udjel ukupnog inverta u šećeru je iznosio 0,02%, dok je udjel vlage u istoj sirovini bio 0,11%. Udjel vlage u maslacu je bio relativno blizu gornjoj dopuštenoj granici te je iznosio 12,41%. Vrijednost za kiselinski stupanj maslaca je iznosila 1,91°SH, a udjel masti mu je bio 87,315%. U sirutki u prahu su se provele analize udjela vlage koji je iznosio 1,25% te kiselinskog stupnja sa vrijednosti 4,74°SH. Udjel vlage u kuhinjskoj soli je bio jako nizak i iznosio je 0,23% s time da je dopuštena maksimalna vrijednost 5,00%.

U biljnoj masti koja se koristila za proizvodnju Petit beurre keksi su se određivala četiri parametra - udjel vlage, temperature tališta, udjel slobodnih masnih kiselina i jodni broj. Udjel vlage je bio jako nizak i iznosio 0,006%, temperatura tališta biljne masti je iznosila 36 $^{o}$C, udjel slobodnih masnih kiselina je također bio dosta nizak sa vrijednošću od 0,068% dok je izmjerena vrijednost za jodni broj bila 49,74, što je relativno blizu gornjoj dopuštenoj granici. Udjel vlage u pšeničnom brašnu je također bio dosta visok i iznosio je 13,74%, s tim da je maksimalna dopuštena vrijednost 15,00%.

Analizirani aditivi koji se dodaju u Petite beurre kekse su natrij pirofosfat, natrij bikarbonat i amonij bikarbonat. U natrijevom pirofosfatu su se određivali udjel vlage koji je bio dosta nizak i iznosio 1,005% te pH vrijednost 1%-tne otopine koja je iznosila 4,5. Određena je hlapljivost natrijevog bikarbonata koja je iznosila 19,76%. Isti parametar se određivao i za amonijev bikarbonat te je dobivena vrijednost od 99,7%. Uz to je utvrđeno da je topljivost amonijevog bikromata bila dobra.

Uz sirovine koje su se koristile u proizvodnji keksa, provedene su i kemijske analize na šest uzoraka gotovih proizvoda. Kuhinjska sol (NaCl) je nađena samo u jednom uzorku te je njezin udjel iznosio 0,8% što je unutar dozvoljenih granica. Udjel vlage je određen u svim uzorcima sa rasponom vrijednosti od 2,22 do 3,54%. Udjel ukupnih lipida je također određen u svim uzorcima. Sve vrijednosti su bile niže od maksimalne dopuštene (14%) sa rasponom od 12,00 do 12,9%. Sve vrijednosti ukupnih šećera su se nalazile u dozvoljenom rasponu između 17,00 i 23,00%, sa minimalnom izmjerenom vrijednošću od 19,1% u uzorku br. 4, maksimalnom od 19,8% u uzorku br. 6. Vrijednosti za ukupni $SO_2$ su bile relativno niske i kretale su se u rasponu između 1,783 i 3,845 mg/kg. Niti jedna izmjerena vrijednost nije bila

izvan dopuštenih granica. Škrob je određen samo u jednom uzorku, a dobivena vrijednost je bila 60,00%. U samo jednom, istom uzorku su određeni udjeli proteina od 7,6% i vlakana od 1,00%. Obje vrijednosti se nalaze u dozvoljenim granicama.

Na istim uzorcima Petit beurre keksi je provedena senzorska analiza koja je pokazala da je tehnološki postupak proizvodnje dobro odrađen i da svi uzorci imaju sve poželjne karakteristike. Uzorak dva je dobio najvišu moguću ocjenu od 20 bodova dok su bodovi drugih uzoraka bili u rasponu između 18,15 i 18,85 što znači da su se svi našli u kategoriji odličan.

# 6. ZAKLJUČCI

Provedene kemijske analize su pokazale da sve korištene sirovine odgovaraju propisanim normama i da su pogodne za daljnju upotrebu. Također, kemijske i senzorske analize gotovih proizvoda, uzoraka Petite beurre keksi, su pokazale da je tehnološki proces proizvodnje odrađen pravilno i dobro te da svi analizirani uzorci odgovaraju potrebnim zahtjevima.

Na osnovu postignutih rezultata može se zaključiti:

1. Vrijednosti parametara kakvoće ispitivanih sirovina za proizvodnju keksa *Petit beurre* zadovoljavaju postavljene zahtjeve Koestlina, kao i proizvođačkim specifikacijama tih sirovina. Dobiveni uzorci ulaznih sirovina i gotovog proizvoda iz procesa proizvodnje keksa, podvrgnuti kemijskim analizama, zadovoljavaju zadane kriterije kvalitete u skladu s važećim Zakonima o hrani (NN 81/2013, NN 14/2014).
2. Ispitivanjem keksa *Petit beurre* potvrđen je postavljen zahtjev Razvoja i Specifikacije proizvoda. Pojedini parametri u svim analiziranim radnim nalozima su u malim odstupanjima od ciljanih vrijednosti nutritivne tablice koje je nemoguće izbjeći s obzirom na prirodni sastav sirovina, te strukturu i ispečenost samog proizvoda.
3. Senzorska procjena gotovog proizvoda, kao bitan pokazatelj kakvoće keksa, pokazuje da su ispitivani uzorci ocijenjeni ukupnim brojem ponderiranih bodova većim od 17,6 te su svi svrstani u kategoriju odličan. Mala odstupanja u boji, ispečenosti te strukturi i mastikaciji potvrda su minimalnih odstupanja kemijskih parametara samog proizvoda.

# 7. LITERATURA


1. Anonymus (2016): Google Translate, https://translate.google.com/#fr/en/petit%20buerre, pristupljeno (16.9.2016.)
2. Anonymus (2017): Invert,
3. Anonymus (2017.): Ukupan i prirodan invert, http://www.sraspopovic.com/Baza%20znanja%20dokumenti/Polj.i%20prehr/I%20razred/Uvod%20u%20laboratorijske%20vjezbe.pdf, pristupljeno (25.2.2017.)
4. Bioresurse: laboratore de analize fizico – chimice,
5. Bišćan, V., Cindrić, I., (2011.): Priručnik za vježbe iz analitičke kemije, Veleučilište u Karlovcu, Karlovac
   certification/food-industry/food-safety/ifs-international-food-standard, pristupljeno (16.9.2016.)
   certification/food-industry/food-safety/ifs-international-food-standard, pristupljeno (16.9.2016.)
6. Đaković, LJ., (1969.): Pšenično brašno, Naučna knjiga, Beograd
7. FAO (2004): Food outlook, codexalimentarius,
8. Goldoni, L., (2004.): Tehnologija konditorskih proizvoda – kakao i čokolada, Kugler, Zagreb
9. Google search: Ekstenzograf,
   http://www.bioresurse.ro/fizico_chimic_prez.php, pristupljeno (26.8.2016.)
   http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/en/, pristupljeno (16.9.2016.)
   http://www.koestlin.hr/o-nama/povijest, pristupljeno (5.6.2016.)
   http://www.koestlin.hr/proizvodi/keksi/petit-Beurre-460g, pristupljeno (5.6.2016.)
   http://www.made-in-croatia.com.hr/index.php?inc=OstaliProizvodi-koser-certifikat pristupljeno (10.9.2016.)
   http://www.tehnologijahrane.com/enciklopedija/aditivi-stabilizatori-uguscivaci, pristupljeno (10.9.2016.)
   https://en.wikipedia.org/wiki/Farinograph, pristupljeno (26.8.2016.)
   https://issuu.com/studiotim/docs/kvaliteta_sigurnost_i_konzerviranje, pristupljeno (25.2.2017)IFS (2002): International Featured Standards, food industry, food safety,
   https://nutristo.com/sastojci/amonijev-bikarbonat/2632, pristupljeno (5.6.2016)
   https://nutristo.com/trazi?query=Natrijev_hidrogenkarbonat, pristupljeno (5.6.2016)

https://www.google.hr/search?q=Ekstenzograf, pristupljeno (26.8.2016.)

10. IFS (2002): International Featured Standards, food industry, food safety,
11. Jeličić I., Božanić R., Tratnik Lj. (2008): Napitci na bazi sirutke - nova generacija mliječnih proizvoda. Mljekarstvo, **58** (3), 257-274.
12. Kocijan I., (2008.) Proizvodnja vafel proizvoda, Završni rad, Prehrambeno-tehnološki fakultet, Osijek
13. Koestlin (2004): Koestlin proizvodi, keksi, Petit beurre 460 g,
14. Koestlin (2004.) Koestlin povijest,
15. Koestlin d.d. Tvornica keksa i vafla (2015.): Kriteriji za senzorsko ocjenjivanje proizvoda, Interni dokument (73000107), Koestlin d.d., pristupljeno (6.3.2015.)
16. Koestlin d.d. Tvornica keksa i vafla (2015.): Sirovine za proizvodnju Petit beurre keksa, interni dokmunet Koestlin d.d., pristupljeno (1.3.2015.)
17. Made in Croatia (2004): hrvatski godspodarski projekt, koser certifikat,
18. Manley, D., (1988.): *Biscuit, cookie and cracker manufacturing manuals - Manual 1 Ingredients*, Woodhead Publishing Ltd., Cambridge
19. Nutristo (2016): Nutristo, sastojci, natrijev amonijev bikarbonat,
20. Nutristo (2016): nutristo, sastojci, natrijev hidrogenkarbonat,
21. Tehnologija hrane (2016): aditivi, stabilizatori i uguščivači,
22. Wikipedia: Farinograph,
23. Znanstveni skup „Proizvodnja hrane i šumarstva – temelj razvoja istočne Hrvatske“, Osijek, HAZU, 14.-15. lipnja 2013., str. 32-33, Ačkar, Đurđica; Komes, Draženka; Babić, Jurislav; Vojvodić, Aleksandra; Škrabal Svjetlana (2013) Stanje u konditorskoj industriji i trendovi njezina razvoja

# 8. PRILOZI

## POPIS SLIKA I TABLICA

**Slika 1**. Tehnološki proces proizvodnje keksa na liniji Baker-Perkins ..... 9
**Slika 2**. Senzorska kvaliteta uzorka 1.....24
**Slika 3**. Senzorska kvaliteta uzorka 2 ..... 25
**Slika 4**. Senzorska kvaliteta uzorka 3 ..... 26
**Slika 5**. Senzorska kvaliteta uzorka 4 ..... 27
**Slika.6** Senzorska kvaliteta uzorka 5 ..... 28
**Slika 7**. Senzorska kvaliteta uzorka 6 ..... 29

**Tablica 1**. Kemijski sastav pšeničnog brašna ..... 3
**Tablica 2**. Ponderirani bodovi ..... 18
**Tablica 3**. Senzorsko ocjenjivanje keksa..... 19
**Tablica 4.** Analiza šećera..... 20
**Tablica 5.** Analiza maslaca..... 20
**Tablica 6.** Analiza sirutke u prahu..... 20
**Tablica 7**. Analiza kuhinjske soli ..... 21
**Tablica 8**. Analiza biljne masti..... 21
**Tablica 9**. Analiza pšeničnog brašna ..... 21
**Tablica 10.** Analiza Petit Beurre 3388HU..... 22
**Tablica 11.** Analiza natrijevog difosfata (SAPP) ..... 22
**Tablica 12.** Analiza natrijevog karbonata..... 22
**Tablica 13.** Analiza amonijevog hidrogenkarbonata..... 22
**Tablica 14**. Kemijska analiza Petit beurre..... 23