

PRAĆENJE UDJELA MASTI U PROIZVODNJI ČOKOLADE

Prevendar, Tin

Undergraduate thesis / Završni rad

2018

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Polytechnic in Pozega / Veleučilište u Požegi**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:112:163314>

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

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



VELEUČILIŠTE U POŽEGI
STUDIA SUPERIORA POSEGANA

Repository / Repozitorij:

[Repository of Polytechnic in Pozega - Polytechnic in Pozega Graduate Thesis Repository](#)



VELEUČILIŠTE U POŽEGI



TIN PREVENDAR, 1422/14

PRAČENJE UDJELA MASTI U PROIZVODNJI ČOKOLADE

ZAVRŠNI RAD

Požega, 2018. godina.

VELEUČILIŠTE U POŽEGI
POLJOPRIVREDNI ODJEL
PREDDIPLOMSKI STRUČNI STUDIJ PREHRAMBENA TEHNOLOGIJA

**PRAČENJE UDJELA MSTI U PROIZVODNJI
ČOKOLADE**

ZAVRŠNI RAD

IZ KOLEGIJA NADZOR KAKVOĆE I SIGURNOST HRANE

MENTOR: Dr. sc. Svjetlana Škrabal

STUDENT: Tin Prevendar

Matični broj studenta: 1422/14

Požega, 2018.godine

SAŽETAK:

Tema ovog završnog rada je praćenje udjela masti u različitim čokoladama. Analiza se provodila na šest različitih uzorka čokolade. Rezultati koji su dobiveni uspoređeni su s podacima za udio masti koji je deklariran na nutritivnoj tablici za svaku pojedinu čokoladu. Usporedbom rezultata došlo se do zaključka da su udjeli masti navedeni za svaki proizvod u skladu s analitički određenim vrijednostima.

Ključne riječi: čokolada, mast

ABSTRACT:

Topic of this final paper is monitoring of fat ratio in various chocolates. Analysis was conducted on six different samples of chocolate. Given results were compared with the declared data for fat on the nutrition facts table for each chocolate. Comparing the results we have come to a conclusion that declared fat ratio in the analyzed chocolate was in compliance with given data.

Key words: chocolate, fat

SADRŽAJ

1. UVOD	1
2. PREGLED LITERATURE	2
2.1. Čokolada.....	2
2.1.1. Izrada čokoladne mase	3
2.1.2. Miješanje čokoladne mase	4
2.1.3. Valcanje čokoladne mase.....	4
2.1.4. Končiranje čokoladne mase	5
2.1.5. Oblikovanje čokoladne mase	7
2.2. Masti	7
2.2.1. Kakaov maslac	8
2.2.2. Zamjenske masti	10
2.2.3. Utjecaj masti na viskoznost čokolade	12
2.2.4. Utjecaj masti na sivljenje čokolade.....	12
3. MATERIJALI I METODE	15
3.1. Zadatak	15
3.2. Metoda	15
3.2.1. Refraktometrijsko određivanje masti	15
4. REZULTATI.....	16
5. RASPRAVA.....	17
6. ZAKLJUČAK	18
7. LITERATURA.....	19
8. POPIS TABLICA, SLIKA, KRATICA	21

1. UVOD

Tema ovog završnog rada je praćenje parametara kvalitete čokolade provjeravajući njezin udio masti. Čokolada je homogen proizvod koji se dobiva posebnim tehnološkim postupkom miješanja kakaove mase, kakaovog maslaca, kakaovog praha, šećera, mlijeka u prahu, emulgatora i aroma. Količina svakog od navedenih sastojaka u čokoladi utječe na svojstva tečenja, uvjete proizvodnje i na kraju na kakvoću gotovog proizvoda. Sve recepture za izradu čokolade bazirane su na udjelu masti (kakaovog maslaca) od 54 % u kakaovoj masi. Udio masti je bitan pokazatelj kvalitete kakaove mase, jer veći udio znači i bolju iskoristivost. Tehnologija proizvodnje čokolade obuhvaća tri procesa koja su potrebna za dobivanje čokolade, a to su prerada kakaovog zrna i dobivanje kakaove mase, proizvodnja čokoladne mase i na kraju proizvodnja čokolade (Gavrilović, 2000).

U ovome radu razrađeni su i objašnjeni teorijski i eksperimentalni dio. U teorijskom dijelu, pod naslovom Pregled literature, objašnjena je proizvodnja čokolade te utjecaj masti na spomenuti proces. U eksperimentalnom dijelu pod naslovom Materijali i metode istraživanja, zadatak rada bio je određivanje udio masti, te su na temelju njih izvedeni zaključci.

2. PREGLED LITERATURE

2.1. Čokolada

Čokolada (čokoladna masa) je homogeni proizvod dobiven posebnim tehnološkim postupkom, obradom šećera s jednim ili više ovih sastojaka: kakaovog loma, kakaove mase, prešane kakaove pogače, kakaovog praha i kakaovog maslaca s dopuštenim dodacima ili bez njih (Pravilnik o kakau i čokoladnim proizvodima, 2005).

Put od kakaovog zrna do gotove čokolade dug je i nimalo jednostavan. Svaka etapa toga puta podjednako je važna i zahtjeva poštivanje zadanih tehnoloških parametara za proizvodnju kvalitetne čokolade. Proizvodnja čokolade tehnološki je vrlo zahtjevan i složen proces u kojem je potrebna točnost u mjerenju sastojaka, čistoća i stalni nadzor tijekom procesa izrade.

Čokolada se proizvodi od kakaove mase, kakaovog maslaca i šećera, dok se ostali sastojci dodaju ovisno o tome kakav proizvod se želi proizvesti. Kasno 19. stoljeće iznjedrilo je brojne nove tehnike koje su omogućile stvaranje drugačijeg čvrstog oblika čokolade koji nam je danas poznat. Tri događaja posebno su značajna za napredak u proizvodnji suvremene čokolade :

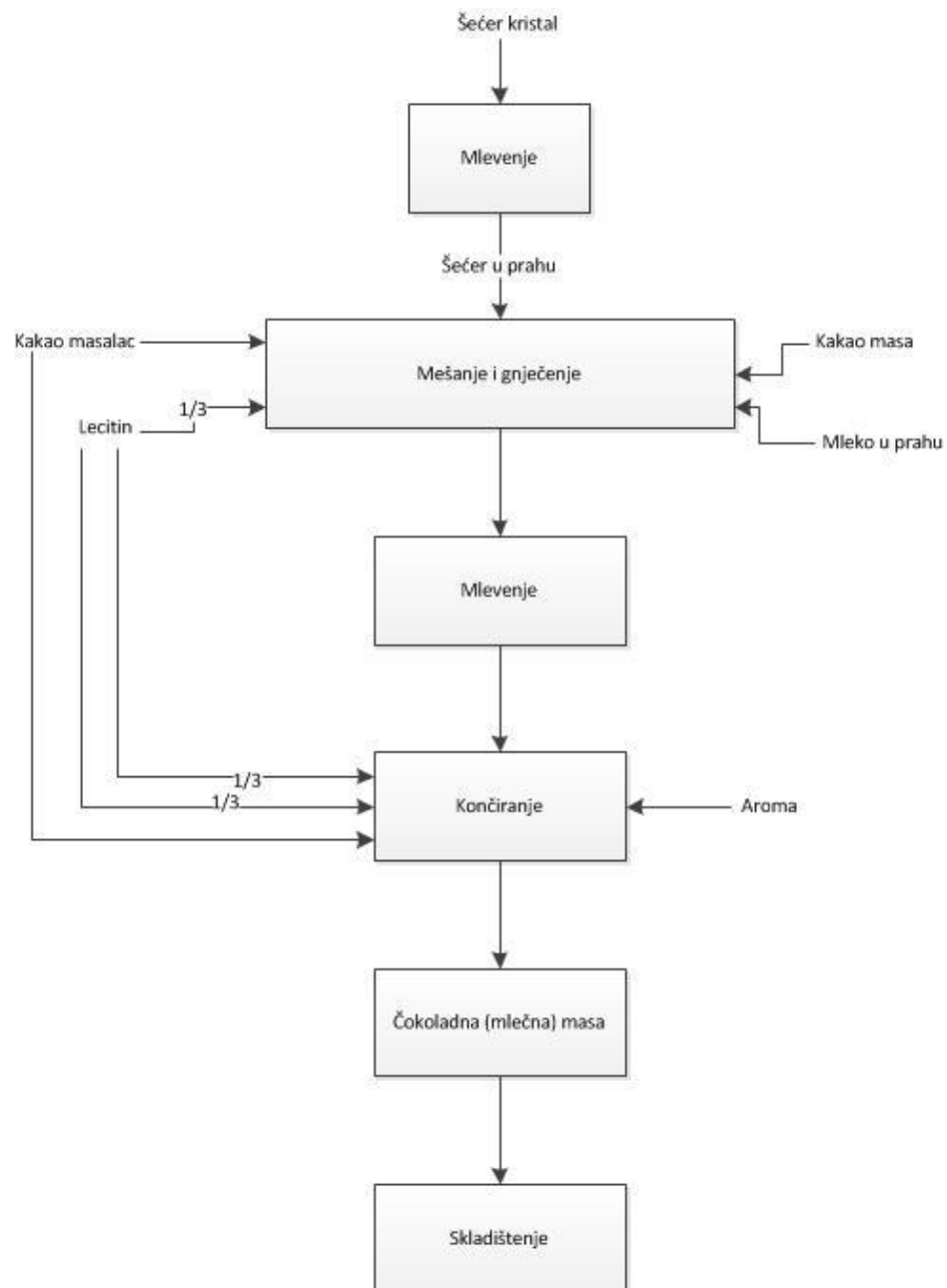
1. izum preše za istiskivanje kakaovog maslaca iz kakaovog zrna,
2. povezivanje mlijeka i kaka u mliječnu čokoladu,
3. izum stroja (konča), za dobivanje fino topive čokolade (Šimunac, 2002).

Proizvodnja čokolade sastoji se od četiri glavne faze unutar kojih se odvijaju nekoliko različitih tehnoloških postupaka, a to su:

1. izrada kakaove mase,
2. izrada kakaovog praha i kakaovog maslaca,
3. izrada čokoladne mase i
4. oblikovanje čokolade (Gavrilović, 2000).

2.1.1. Izrada čokoladne mase

Čokoladna masa dobiva se miješanjem kakao-dijelova sa šećerom i raznim drugim sastojcima kao što su mlijeko u prahu, vrhnje u prahu, sirutka u prahu, lješnjak, badem i dr. (Slika 1) (Šimunac, 2002).



Slika 1. Shematski prikaz izrade čokoladne mase (Anonymous 1, 14.3.2018. url)

Osnovne tri operacije u procesu izrade čokoladne mase su :

1. miješanje,
2. valcanje i
3. končiranje.

Sirovine koje se koriste u proizvodnji čokoladne mase su: kakaova masa, kakaov maslac, kakaov prah, šećer, mlijeko u prahu, emulgator i aroma (Goldoni, 2004).

Vrste čokolada (čokoladnih masa), prema Pravilniku o kakau i čokoladnim proizvodima (Pravilnik o kakau i čokoladnim proizvodima, 2005):

- čokolada,
- mliječna čokolada, mliječna čokolada s visokim udjelom mlijeka,
- obiteljska mliječna čokolada
- bijela čokolada
- punjena čokolada.

2.1.2. Miješanje čokoladne mase

Čokoladna masa se sastavlja na osnovu sirovinskog sastava miješanjem kakaovih dijelova sa šećerom i eventualno drugim dodacima u čokoladnu masu. U procesu miješanja obično se dodaje ukupna količina kakaove mase i šećera, dio kakaovog maslaca (ostatak se dodaje u procesu končiranja), a može se dodavati i dio lecitina u smjesi s kakaovim maslacem. U procesu miješanja dobije se suspenzija u kojoj je disperzno sredstvo kakaov maslac, dok čvrstu fazu čine šećer, mlijeko u prahu i kakaove čestice (iz kakaove mase). Čokoladna masa pri sastavljanju sadrži 26-29% kakaovog maslaca. Za miješanje čokoladne mase se koriste miješalice različite izvedbe. Vrijeme miješanja čokoladne mase ovisi o sirovinskom sastavu i vrsti uređaja koji se koristi i obično traje 20-30 minuta (Becket, 1999).

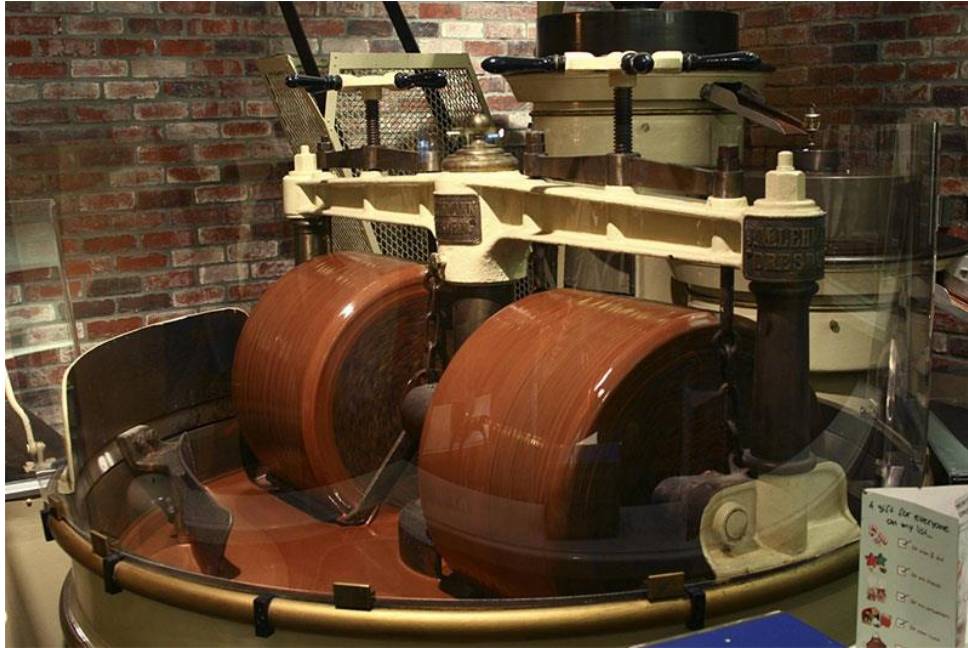
2.1.3. Valcanje čokoladne mase

Sirova čokoladna masa, dobivena miješanjem sastojaka ima grubu strukturu, te se podvrgava procesu valcanja (usitnjavanja). Čokoladna masa se treba usitniti do te mjere da najveće čestice budu manje od 20 μm , tako da se čokolada lako topi u ustima i da se pri tome ne osjećaju nikakve grube čestice ni "pjeskovitost". Danas se za valcanje najčešće koriste petovaljci, dok se mlinovi s dva ili tri valjka najčešće koriste za predvalcanje. Učinak uređaja za valcanje ovisi o više čimbenika kao što su: radna dužina valjka, razmak između dva (po

hodu mase) posljednja valjka i srednjoj obodnoj brzini mase. Osim toga, na učinak valcanja djeluju i drugi čimbenici kao npr. količina masti u masi. Što je udio masti u masi manji, to je viskoznost mase veća, čokolada je čvršća, debljim slojem obavija valjke te se time povećava učinak uređaja. Suprotno je sa masom koja sadrži više masti (Lipp et al., 2001).

2.1.4. Končiranje čokoladne mase

Končiranje (oplemenjivanje) je postupak u dobivanju čokoladne mase u kojem se, uslijed različitih fizikalnih i kemijskih procesa razvija aroma karakteristična za čokoladu, mijenja se viskoznost, čvrstoća, veličina krutih čestica, vlažnost i kiselost. Posebno je značajno formiranje konačne arome čokoladne mase tijekom procesa končiranja, a koje je započelo fermentiranjem i prženjem kakao zrna. Tijekom procesa končiranja dolazi do smanjenja udjela vode u čokoladnoj masi s oko 1,5 % na približno 0,6 % do 0,7 %. Osim toga, iz mase otparava oko 30 % octene kiseline i drugih hlapljivih tvari. Veličina krutih čestica se također smanjuje tijekom končiranja, ali to ni u kom slučaju ne znači da se končiranjem mogu ispraviti pogreške valcanja. Naime, brzina kretanja mase u procesu končiranja je mala i između čestica se nalazi mast, te se ne može očekivati značajnije usitnjavanje. Dobro iskončirana masa ne bi trebala imati čestice veće od 26 μ . Na slici 2. prikazano je končiranje čokoladne mase. Čokoladna masa končiranjem gubi svoju trpkost i poprima blagi okus. Osim toga, tijekom procesa končiranja dolazi i do niza drugih promjena u čokoladnoj masi, a posljedica kojih je nastajanje tvari arome. Tako dolazi do različitih promjena na proteinima, aminokiselinama (degradacija), i do Maillard-ovih reakcija u kojima reakcijom između aminokiselina i reducirajućih šećera nastaju različite tvari arome (Gavrilović, 2000). Končiranje se provodi u končama koje mogu biti različitih tipova (na slici 3. prikazana je Clover konča).



Slika 2. Končiranje čokoladne mase (Anonymous 2, 14.3.2018. url)



Slika 3. Clover konča (Anonymous 3, 14.3.2018. url)

Proces končiranja se može podijeliti u dvije faze:

1. suho končiranje ili predkončiranje i
2. mokro končiranje ili oplemenjivanje

Suho končiranje predstavlja miješanje praškastog materijala i prozračivanje uz postepeno zagrijavanje i prelazak mase u pastu. Tada se dodaje preostali dio kakaovog maslaca s jednim manjim dijelom lecitina i započinje proces mokrog končiranja. Suho končiranje traje 5-6 sati, a mokro od 8 do 24 sata. Temperature končiranja su različite za

različite tipove masa. Tako se npr. masa za mliječnu čokoladu končira pri nešto nižim temperaturama (oko 50 °C), dok se u slučaju drugih masa postupak obavlja pri 80 °C. Tijekom procesa proizvodnje čokoladne mase potrebno je voditi računa o količinama i vremenu dodavanja pojedinih sastojaka. Tako se u procesu končiranja dodaje preostali dio kakaovog maslaca (oko 25 do 30% od ukupno dodanog). Pri kraju končiranja dodaje se lecitin i to u čokoladnu masu ohlađenu na temperaturu oko 50 °C. U završnoj fazi se dodaju i svi drugi eventualni dodaci. Čokoladna masa se do uporabe čuva u tekućem stanju u spremnicima, pri temperaturi od 50 °C, uz miješanje (Goldoni, 2004).

2.1.5. Oblikovanje čokoladne mase

Poslije temperiranja, čokoladna masa se izlijeva u kalupe. Prije samog oblikovanja čokoladne mase, kalupi se zagrijavaju do temperature nešto nižoj od temperature temperirane čokoladne mase (27 do 29 °C). Nakon toga slijedi punjenje čokoladnom masom. Kalupi se poslije punjenja podvrgavaju laganoj trešnji ili vibracijama. Cilj ovoga postupka je da se kalupi što ravnomjernije napune i da se istisnu eventualno prisutni mjehurići zraka.

Nakon toga čokoladna masa se hladi. Hlađenje čokoladne mase može se provesti u različitim hladnjacima. Najčešće se provodi u tunelskim hladnjacima, za koje je karakteristično da su jednostavne konstrukcije, da je rad s njima jednostavan, a svi potrebni parametri se mogu jednostavno kontrolirati i regulirati. Temperatura u hladnjacima je obično od 6 do 12 °C, a vrijeme zadržavanja od 15 do 30 minuta. Ohlađena čokolada se po izlasku iz hladionika odvaja od kalupa. Pokretnom trakom se odvodi na pakiranje. Zapakirana čokolada se do trenutka otpreme iz tvornice čuva u skladišnim prostorima pri optimalnim uvjetima temperature 16 – 18 °C i relativnoj vlažnosti zraka 65 % (Goldoni, 2004).

2.2. Masti

Masti energetske bogate komponente u sastojcima čokolade. Daju 9 kcalg⁻¹ za razliku od 4 kcalg⁻¹ koliko daju proteini ili ugljikohidrati. Udio u čokoladi im je oko 30 %.

Osim što daju energiju, masti mogu također djelovati na razinu kolesterola u krvi na način da utječu na zdravlje krvožilnog sustava. Presudan u tome je udio kolesterola u mastima. Povećane količine nisko gustog lipoproteina, LDL kolesterol (loš kolesterol) i snižene količine visoko gustog lipoproteina, HDL kolesterol (dobar kolesterol) pokazuju veći rizik za srčani i moždani udar. Presudno je nakupljanje LDL kolesterola u krvnim žilama u

obliku tvrdih, debelih plakova što ometa normalni protok krvi. U arterijama koje vode do srca to smanjuje protok krvi odnosno opskrbu kisikom što može rezultirati bolom u prsima. Pri tome je veća šansa da će se krvni ugrušak formirati na površini nastalih arterijskih plakova. Također, može doći do ometanja opskrbe kisika u dio srca koji više neće funkcionirati, te će doći do srčanog udara ili ako poremeti protok krvi do mozga može doći do moždanog udara. Kakav će biti kolesterol, prvenstveno ovisi o vrsti masti u prehrani. Masti u čokoladi su većinom napravljene od kakaovog maslaca i mliječne masti. Kakaov maslac se sastoji od 34 % stearinske kiseline koja ima malo utjecaja na razinu kolesterola. Otprilike 34 % je oleinska kiselina koja je neutralna ili smanjuje krvni kolesterol. 27 % je palmitinske kiseline, koja je zasićena masna kiselina koja ima umjeren učinak na povećanje kolesterola. Ostatak su većinom polinezasićene masti. Masti iz povrća koje se koriste u nekim čokoladama su također bogate stearinskom kiselinom. Mliječna mast, iako posjeduje veću količinu srednje dugačkih lanaca zasićenih masnih kiselina, puno manje utječe na razinu kolesterola nego kakaov maslac.

Trans masti se smatraju nezdravima, jer povećavaju LDL kolesterol i smanjuju HDL kolesterol. Kakaov maslac je gotovo bez trans masnih kiselina, iako ga je otprilike 3 – 5 % prisutno prirodno u mliječnoj masti. Unatoč činjenici da danas postoje dobre alternative, trans masne kiseline su prisute u zamjenama za kakaov maslac koje se koriste kao zamjena za kakaov maslac (Beckett, 2008).

2.2.1. Kakaov maslac

Kakaov maslac se dobiva prešanjem kakaove mase. Svijetlo žute je boje, blagog i aromatičnog okusa. Aroma mu se formira tijekom procesa prženja kakaovog zrna, ali i u naknadnim postupcima tijekom prerade.

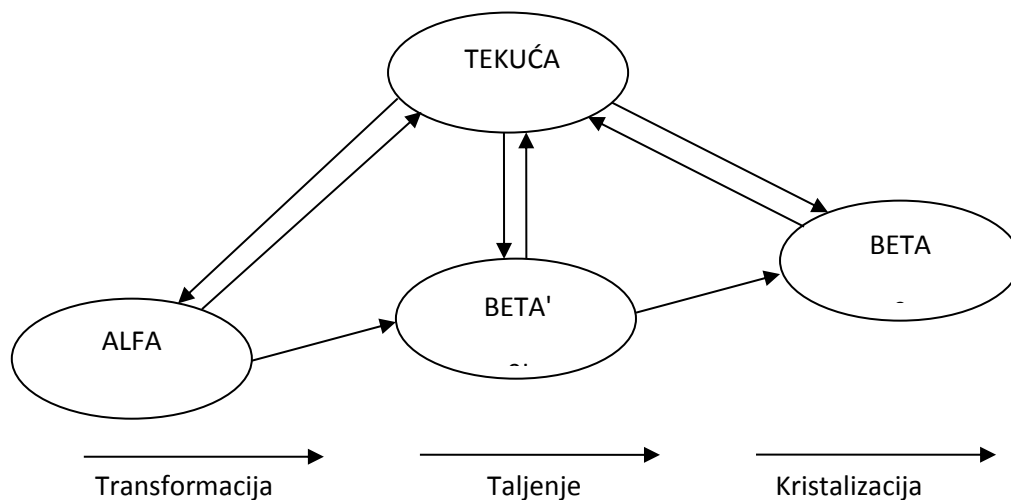


Slika 4. Kakaov maslac (Anonymous 4, 14.3.2018. url)

U sirovinskom sastavu čokolade zastupljen je s udjelom i do 30 % i više. Predstavlja glavni i najskuplji sastojak čokolade i glavna je lipidna komponenta koja se u organizmu razgrađuje čak do 98 %. Veći dio kakaovog maslaca čine trigliceridi s digliceridima, monogliceridima, fosfolipidima, glikolipidima, sterolima i u manjem dijelu slobodnim masnim kiselinama. Osim toga sadrži stearinsku kiselinu koja se u jetri pretvara u oleinsku kiselinu, a koja je sastojak maslinovog ulja. To je i jedan od razloga zašto je čokolada lako i brzo probavljiva. Slično kao većina masti, kakaov maslac se javlja u više kristalnih oblika te je i proces proizvodnje čokolade usmjeren ka dobivanju stabilne modifikacije kristala. Na taj način će se dobiti proizvod određenih reoloških svojstava, osigurat će se brzo skrućivanje tijekom hlađenja, dobar sjaj, struktura i optimalna čvrstoća čokolade. Tablica 1. prikazuje kristalne oblike kakaovog maslaca. Kakaov maslac kristalizira u šest kristalografskih oblika, pri čemu je oblik I najnestabilniji, a oblik VI (β) najstabilniji, no za čokoladu se preferira oblik V (β) kojem je temperatura taljenja 32 – 34 °C. Na slici 5. vidljivo je da mast iz otopljenog stanja može kristalizirati u različite kristalne oblike, ali se i ti oblici mogu ponovo transformirati u otopljenu mast, a osim toga jednom formirani kristali mogu prelaziti iz jednog oblika u drugi (Gavrilović, 2000).

Tablica 1. Kristalografski oblici kakaovog maslaca (Gavrilović, 2000).

Kristalni oblik	Temperatura taljenja (°C)	Stabilnost
γ (I)	17	Visoko nestabilan oblik
α (II)	23	Nestabilan oblik
β' (III)	25	Nestabilan oblik (stabilniji od II)
β' (IV)	27	Stabilniji od III
β (V)	34	Stabilan oblik
β (VI)	36	Visoko stabilan oblik



Slika 5. Prikaz polimorfni transformacija kakaovog maslaca (Gavrilović, 2000).

2.2.2. Zamjenske masti

U proizvodnji čokolade i drugih čokoladnih proizvoda sve više se koriste različite zamjenske masti, kako zbog svojstava i stabilnosti gotovih proizvoda, tako i zbog cijene. Svojstva kakaovog maslaca ovise o podrijetlu sirovine te on može biti nestalne kvalitete pa se stoga sve više istražuje primjena različitih masti kao zamjena za kakaov maslac.

Pravilnikom o kakau i čokoladnim proizvodima dozvoljeno je u proizvodnji čokolade korištenje zamjenskih masti u udjelu do 5 %.

Zamjenske masti koje se koriste u proizvodnji čokolade dijele se u dvije skupine:

1. Temperirajuće masti

Za ove masti je karakteristično da sadrže iste trigliceride kao kakaov maslac te u proizvodnji čokolade podliježu istom režimu temperiranja. U ovu skupinu pripadaju kakaov maslac ekvivalenti (Cocoa Butter Equivalents, CBE's) i kakaov maslac poboljšivači (Cocoa Butter Improvers, CBI's). Ovu skupinu masti čine nelaurinske biljne masti, fizikalnih i kemijskih svojstava sličnih kakaovom maslacu. Miješaju se s njim u svim omjerima, a da pri tome ne mijenjaju njegov sastav i svojstva. U gotovom proizvodu pokazuju ista svojstva u pogledu kristalizacije, taljenja u ustima i izgleda kao i kakaov maslac. Kao CBE's biljne masti, bilo pojedinačno ili u smjesama, najčešće se koriste: sal-maslac, mast sjemenke manga, kokosova mast, illipe maslac, shea maslac i palmino ulje. Illipe maslac i kokosova mast moraju biti rafinirani, a preostale četiri vrste još i frakcionirane. Većina CBE's masti potpuno je kompatibilna s kakaovim maslacem, što znači da kristaliziraju zajedno.

2. Netemperirajuće masti

Ove masti imaju trigliceridni sastav različit u odnosu na kakaov maslac, ali u čokoladi pokazuju slična svojstva. Tijekom hlađenja ove masti kristaliziraju u najstabilnijem obliku, i zbog toga nije neophodno provoditi proces temperiranja. U ovu skupinu masti ubrajaju se zamjene za kakaov maslac (Cocoa Butter Replacers, CBR's) i kakaov maslac nadomjesci (Cocoa Butter Substitutes, CBS's). Masti ove skupine imaju sličan sadržaj masnih kiselina kao kakaov maslac, ali različitu strukturu triglicerida. To su nelaurinske biljne masti. Ove masti se u proizvodnji čokolade primjenjuju tamo gdje se želi postići visoki sjaj proizvoda, veća otpornost proizvoda na mehanička naprezanja te u proizvodnji različitih punjenja za konditorske proizvode. Sirovine za proizvodnju ovih masti su ulje sjemenki pamuka, repičino, sojino i palmino ulje. Palmino ulje karakteriziraju tri polimorfna oblika s vrlo složenim frakcijama. Ulje pamuka, sojino i repičino ulje većinom sadrže C18 masne kiseline. Nakon djelomične hidrogenacije ta ulja imaju ista svojstva kristalizacije kao i kakaov maslac. Ovu skupinu masti čine laurinske biljne masti, kemijski potpuno različite od kakaovog maslaca, ali slične u nekim fizikalnim svojstvima. Prikladne su jedino za potpunu zamjenu kakaovog maslaca. Vrijeme kristalizacije im je kraće nego kakaovom maslacu, dobro djeluju na sjaj proizvoda i stabilne su na procese oksidacije. Sirovine za proizvodnju ovih masti su ulje palminih koštica i kokosovo ulje. Postupkom hidrogeniranja rastu im čvrstoća i temperatura

taljenja. Ove masti ne zahtijevaju temperiranje jer direktno kristaliziraju u stabilan β oblik, iako je pri tome potrebno provesti hlađenje proizvoda na 10 do 12 °C (Minifie, 1989).

2.2.3. Utjecaj masti na viskoznost čokolade

Dodatak tekuće masti u čokoladnu masu (u drugoj fazi končiranja) utječe na promjenu reoloških svojstava. Neophodno je da sve vrste masti budu u odgovarajućem odnosu, jer će njihov odnos bitno utjecati na teksturu gotovog proizvoda i osjećaj topljivosti prilikom konzumiranja. Da bi se olakšala protjecanje, mast mora biti u slobodnom obliku. Kakaova masa i mlijeko u prahu moraju biti fino usitnjeni da bi se mast oslobodila iz kakaovog maslaca, odnosno iz mlijeka u prahu. Tijekom usitnjavanja čokoladne mase, mast omogućava održavanje filma čokoladne mase na valjcima. U fazi končiranja, mast olakšava rad i sprječava preopterećenje motora konče. U konačnici, mast utječe na teksturu gotovog proizvoda. Konačni je sadržaj masti 32 %, dalje povećanje udjela masti rezultirati će vrlo malom promjenom viskoznosti čokoladne mase (Miličević et al., 2015).

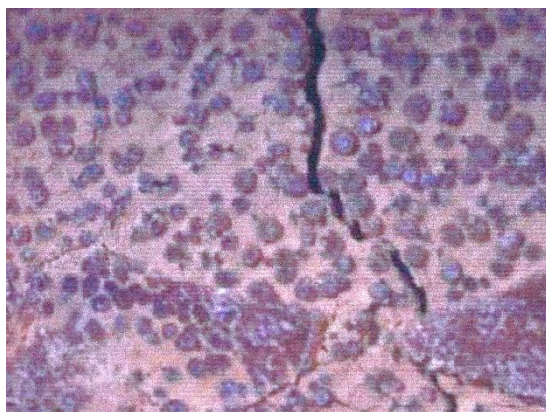
2.2.4. Utjecaj masti na sivljenje čokolade

Sam mehanizam pojave sivljenja čokolade nije još uvijek u potpunosti razjašnjen, ali pretpostavlja se da je to rezultat kombiniranog učinka polimorfne transformacije kakaovog maslaca (od oblika V do oblika VI) i razdvajanja faza (Lonchamp i Hartel, 2006)

Danas se smatra da masno sivljenje uzrokuju slijedeći čimbenici:

- rast kristala masti i njihov izlazak na površinu čokolade,
- otapanje dijela kakaovog maslaca uslijed oscilacije temperature tijekom stajanja proizvoda te njegova naknadna spontana kristalizacija u termodinamički nestabilne oblike,
- polimorfni prijelazi tijekom stajanja proizvoda,
- razdvajanje triglicerida tijekom kristalizacije na osnovi različite točke taljenja, uslijed čega oni s višim talištem iniciraju sivljenje te
- razdvajanje faza u slučaju prisutnosti nekompatibilnih masti.

Sivljenju čokolade prethodi gubitak sjaja površine, a potom dolazi do nastanka tankog sivog sloja kristala kakaovog maslaca (Slika 6).



Slika 6. Sivljenje čokolade izazvano stvaranjem kristalnog oblika kakaovog maslaca β (VI) na površini čokolade (Lonchamp i Hartel, 2006)

Premda mehanizmi koji dovode do sivljenja površine čokolade nisu još u potpunosti razjašnjeni, pretpostavlja se da je sivljenje čokolade rezultat kombiniranog učinka polimorfne transformacije kakaovog maslaca i razdvajanja faza. Sivi izgled površine čokolade uzrokuju nepravilni oblici kristala kakaovog maslaca. Do pojave sivljenja čokolade ne dolazi samo prijelazom kakaovog maslaca iz β (V) oblika u β (VI) oblik, nego i prijelazom nestabilnih nižih polimorfni oblika u β (V) oblik. U pravilno temperiranoj čokoladi do sivljenja dolazi uslijed polimorfnog prijelaza kristalnog oblika kakaovog maslaca V u oblik VI, što je i najčešći slučaj sivljenja. Na migraciju masti ka površini čokolade utječu brojni čimbenici, poput čvrstoće i strukture masti, interakcije s emulgatorima i poroznosti čokolade. Poroznost (pukotine) čokolade nastaje djelovanjem različitih čimbenika, kao što su svojstva sastojaka, uvjeti proizvodnje te uvjeti čuvanja proizvoda (Aguilera et al., 2004).

Sivljenje čokolade pospješuje i razdvajanje faza do kojeg dovode oscilacije temperatura tijekom skladištenja. Uslijed povišenja temperature pri kojoj se čuvaju čokoladni proizvodi, trigliceridi nižeg tališta prelaze u tekuće stanje, da bi hlađenjem ponovno iskristalizirali. Međutim, rastaljene masti rekristalizacijom se neće povezati s krutom fazom u kojoj se nalaze masti višeg tališta. Do sivljenja površine čokolade može doći i uslijed eutektične nekompatibilnosti dviju masti (npr. čvrsti maslac i kakaov maslac ili mliječna mast). Kompatibilnost masti ovisi o tri faktora:

- toplinskim svojstvima masti (talište, udio čvrstih masti),
- veličini i obliku molekula (na koje utječu duljina lanaca masnih kiselina te *cis* i *trans* oblici nezasićenih kiselina) i

- polimorfizam.

Što su ova svojstva masti sličnija, to su masti kompatibilnije. Do stvaranja *eutektika* dolazi miješanjem dviju nekompatibilnih masti (masti različitog udjela čvrstih triglicerida), čija smjesa ima niže talište od obiju komponenti, pa je konačni proizvod osjetljiv na fluktuacije temperature i pojavu sivljenja. Miješaju li se masti sličnog masno - kiselinskog sastava, no različitog oblika ili veličine molekula, ne stvara se stabilna kristalna rešetka, pa je konačni proizvod također podložan sivljenju. Uslijed sivljenja čokolade dolazi i do značajne promjene u sastavu triglicerida pojedinih dijelova čokolade, prije svega površine čokolade (Tietz & Hartel, 1998).

3. MATERIJALI I METODE

3.1. Zadatak

Zadatak ovog rada bio je provjeriti udio masti u čokoladi, te dobivene rezultate usporediti s deklariranim udjelom masti. U cilju navedenog trebalo je analitički odrediti udio masti metodom refraktometrijskog određivanja masti.

3.2. Metoda

3.2.1. Refraktometrijsko određivanje masti

Za refraktometrijsko određivanje udjela ulja potrebno je odvagati 2 g usitnjenog uzorka s točnošću 0,01 g. Priređeni usitnjeni uzorak stavi se u tarionik promjera 70 mm kojemu se doda 2 g kvarcnog pijeska te se smjesa dobro promiješa s tučkom 3 minute. Nakon homogenizacije smjesi se pipetom doda 3 ml alfa-monobrom naftalena s poznatim indeksom loma (1,6582) te ponovno miješa 4 minute. Trajanje miješanja potrebno je kontrolirati laboratorijskim satom (štopericom). Dobivena smjesa se profiltrira kroz lijevak na koji se stavi filter papir plava vrpca u tikvicu. Dobivenom filtratu odredi se indeks refrakcije pri 20 °C na refraktometru po Abbe-u. Prema dobivenom indeksu očita se iz tablice ili baždarne krivulje udio ulja u postocima.

4. REZULTATI

Tablica 2. Udio masti (%) u uzorcima analizirane čokolade

UZORAK ČOKOLADE	UKUPNA MAST (%)	DEKLARIRANI UDIO MASTI (%)
1	30,86	31
2	31,60	32
3	31,50	31
4	32,36	33
5	30,54	31
6	35,32	36

5. RASPRAVA

Rezultati provedenog eksperimentalnog dijela rada prikazani su u Tablici 1. Analizirano je 6 različitih uzoraka čokolade. Svaki uzorak je analiziran kroz dva usporedna određivanja (paralele), a rezultati su prikazani kao srednja vrijednost. Dobiveni rezultati su uspoređeni s deklariranim udjelom masti. Iz rezultata analize je vidljivo da su svi rezultati u skladu s deklariranim udjelima masti. Mogu se uočiti manja odstupanja kod uzoraka čokolade 4 i 6. Naime, kod navedenih uzoraka deklariran udio masi je 33 % (uzorak 4), a analitički određen 32,36 %, te za uzorak 6, 35,32 % analitički određen, 36 % deklariran. Odstupanje koje je uočeno ne smatra se velikim odstupanjem. Čokolade se proizvode u serijama od po nekoliko tona, te zavisi iz kojeg dijela proizvodnje je uzet proučavani uzorak. Moguće je da na početku proizvodnje zbog transporta čokoladne mase cjevovodima u cjevovodima zaostane nešto prethodno transportirane čokoladne mase. Ukoliko je prethodna čokoladna masa imala drugačiji, a naročito niži udio masti, od slijedeće čokoladne mase, početak proizvodnje će imati niži udio masti.

6. ZAKLJUČAK

Na osnovu provedenog istraživanja i dobivenih rezultata mogu se izvesti sljedeći zaključci:

- udio masti analiziranih uzoraka čokolada su u skladu s deklariranim udjelima masti
- proizvodnju čokolade treba organizirati tako da se proizvode čokolade sličnih udjela masti jedna iza druge
- udio masti u čokoladi je važan parametar kakvoće, jer je mast najveći izvor energije
- refraktometrijsko određivanje masti je brza i pouzdana metoda određivanja masti
- refraktometrijskom metodom je moguće pratiti proizvodnju čokolade i eliminirati eventualne pogreške

7. LITERATURA

1. Aguilera, J.M., Michel, M., Mayor, G. (2004) Fat migration in chocolate: diffusion or capillary flow in a particulate solid?- a hypothesis paper. *J. Food Sci.*, 69, str. 167-174.
2. Becket, S.T. (1999) *Industrial chocolate manufacture and use*. 3rd edition. Blackwell Science.
3. Beckett, S.T. (2008) *The Science of Chocolate*. 2nd Edition. Cambridge: The Royal Society of Chemistry.
4. Gavrilović, M. (2000) *Tehnologija konditorskih proizvoda*. Novi Sad: Univerzitet u Novom Sadu.
5. Goldoni, L. (2004) *Tehnologija konditorskih proizvoda I. dio - kakao-proizvodi i proizvodi slični čokoladi*. Zagreb: Kugler.
6. Lipp, M. et al. (2001) Composition of Genuine Cocoa Butter and Cocoa Butter Equivalents. *Journal of Food Composition and Analysis*, 72, str. 354 - 363.
7. Loisel, C., Keller, G., Lecq, C. Bourgaux, M. (1998) Ollivon: Phase transitions and polymorphism of cocoa butter. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 75, 425-438.
8. Lonchamp, P., Hartel, R.W. (2006) Surface bloom on improperly tempered chocolate. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.*, 108, 159-168.
9. Miličević, D., Oručević Žuljević, S.; Ademović, Z. (2015) *Od kakao zrna do čokolade*. Tuzla: Off-set.
10. Minifie, B.V.V. (1989) *Chocolate, cocoa and confectionery, Science and Technology*. III. edition. New York: An Avi Book Published by Nostrand Reinhold.
11. Narodne novine (2005) *Pravilnik o kakau i čokoladnim proizvodima*, Zagreb: Narodne novine br. 73/05.
12. Šimunac, D. (2002) *Čokolada (uvijek tako dobra)*. Zagreb: Grafem.
13. Tietz, R.A., Hartel, R.W. (1998) Relation of Fat Bloom in Chocolate to Polymorphic Transition of Cocoa Butter. *J. Am Oil Chem. Soc.*, 75, str. 1609-1615.

Internet izvori:

1. Anonymous_1:

<https://www.tehnologijahrane.com/enciklopedija/cokolada> (14.3. 2018.)

2. Anonymous_2:

<https://www.foodmanufacturing.com/article/2016/02/temperature-chocolates-secret-ingredient> (14.3.2018.)

3. Anonymous_3:

http://www.cm-opm.com/en/range-of-machines/chocolate-preparation/conches/clover/r5_2_5_11 (14.3.2018.)

4. Anonymous_4:

<https://www.krenizdravo.rtl.hr/ljepota/njega-tijela/kakao-maslac-zasto-je-dobar-za-vasu-kozu> (14.3.2018.)

8. POPIS TABLICA, SLIKA, KRATICA

POPIS TABLICA

Tablica 1. Kristalografski oblici kakaovog maslaca

Tablica 2. Udio masti (%) u uzorcima analizirane čokolade

POPIS SLIKA

Slika 1. Shematski prikaz izrade čokoladne mase

Slika 2. Končiranje čokoladne mase

Slika 3. Clover konča

Slika 4. Kakaov maslac

Slika 5. Prikaz polimorfni transformacija kakaovog maslaca

Slika 6. Siviljenje čokolade izazvano stvaranjem kristalnog oblika kakaovog maslaca β (VI) na površini čokolade

IZJAVA O AUTORSTVU RADA

Ja, **Tin Prevendar**, pod punom moralnom, materijalnom i kaznenom odgovornošću, izjavljujem da sam isključivi autor završnog/diplomskog rada pod naslovom **Praćenje udjela masti u proizvodnji čokolade**, te da u navedenom radu nisu na nedozvoljeni način korišteni dijelovi tuđih radova.

U Požegi, _____.

Ime i prezime studenta

Tin Prevendar
