PRAĆENJE VELIČINE ČESTICA ČOKOLADNE MASE TIJEKOM USITNJAVANJA

Grčić, Marko

Undergraduate thesis / Završni rad

2017

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

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:112:960492

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-28**

VELEUČILIŠTE U POŽEGI
STUDIA SUPERIORA POSEGANA

Repository / Repozitorij:

Repository of Polytechnic in Pozega - Polytechnic in Pozega Graduate Thesis Repository

zir.nsk.hr

dabar
DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

VELEUČILIŠTE U POŽEGI

MARKO GRČIĆ, 1231/12

PRAĆENJE VELIČINE ČESTICA ČOKOLADNE MASE TIJEKOM USITNJAVANJA

ZAVRŠNI RAD

Požega, 2017.godine.

VELEUČILIŠTE U POŽEGI

POLJOPRIVREDNI ODJEL

PREDDIPLOMSKI STRUČNI STUDIJ PREHRAMBENE TEHNOLOGIJE

PRAĆENJE VELIČINE ČESTICA ČOKOLADNE MASE TJEKOM USITNJAVANJA

ZAVRŠNI RAD

IZ KOLEGIJA TEHNOLOGIJA KONDITORSKIH I SRODNIH PROIZVODA

MENTOR: dr. sc. Svjetlana Škrabal

STUDENT: Marko Grčić

Matični broj studenta: 1231/12

Požega, 2017. godine

Sažetak:

Rad se bavi praćenjem veličine čestica čokoladne mase tijekom usitnjavanja. U prvom dijelu rada obraditi će se sirovine za proizvodnju čokoladne mase i proces proizvodnje čokoladne mase s posebnim naglaskom na usitnjavanje čokoladne mase. Eksperimentalni dio pratiti će sve promjene veličine čestica tijekom usitnjavanja čokoladne mase. Nakon eksperimentalnog dijela u radu će se raspraviti o dobivenim rezultatima.

KLJUČNE RIJEČI: čokolada, čokoladna masa, usitnjavanje, veličina čestica

Abstract:

This paper deals with monitoring of the particle size in chocolate mass during brewing. In the first part of the paper, raw materials for the production of chocolate mass and the process of production of chocolate mass will be processed with special emphasis on brewing of the chocolate mass. The experimental part will track all changes in the particle size during the brewing of the chocolate mass. After the experimental part, the results will be discussed.

KEY WORDS: chocolate, chocolate mass, brewing, particle size

SADRŽAJ

1. UVOD.....1

2. PREGLED LITERATURE.....2

2.1. Sirovine za proizvodnju čokolade.....2

2.1.1. Kakaova zrna.....3

2.1.2. Fermentacija kakaovog zrna.....4

2.1.3. Sušenje i pakiranje kakaovog zrna.....5

2.2. Prerada kakaovog zrna i dobivanje kakaove mase.....6

2.2.1. Čišćenje kakaovog zrna.....7

2.2.2. Prženje kakaovog zrna (Termička obrada zrna).....7

2.2.3. Drobljenje prženog kakaovog zrna.....8

2.2.4. Mljevenje kakaovog loma.....8

2.3. Tehnološki postupak proizvodnje čokolade.....9

2.3.1. Priprema zamjesa za izradu čokoladne mase.....10

2.3.2. Usitnjavanje čokoladne mase (valcanje).....11

2.3.3. Končiranje.....14

2.3.4. Temperiranje čokoladne mase.....15

2.3.5. Oblikovanje i hlađenje čokoladne mase.....16

3. MATERIJALI I METODE.....18

3.1. Zadatak.....18

3.2. Materijali.....18

3.3. Metode.....19

3.3.1. Priprema uzorka.....19

3.3.2. Mjerenje veličine čestica čokoladne mase.....19

3. 4. Obrada rezultata.....20

4. REZULTATI.....21

5. RASPRAVA.....26

6. ZAKLJUČCI.....27

7. LITERATURA.....28

1. UVOD

Tema ovog završnog rada je praćenje veličine čestica čokoladne mase tijekom usitnjavanja. Čokolada je proizvod dobiven tehnološkom obradom svih sirovina koje ulaze u njen sastav. Osnovna sirovina za proizvodnju čokoladne mase je kakaovo zrno, čija je prerada i postupak dobivanja kakaove mase objašnjen u ovom radu. Osim kakaovog zrna u sirovinski sastav čokolade ulaze šećer, mlijeko u prahu, emulgatori i arome. Tehnološki proces prerade sirovina ubraja pripremu zamjesa, valcanje, odnosno usitnjavanje čokoladne mase, končiranje, temperiranje te oblikovanje i hlađenje čokoladne mase. U ovom završnom radu poseban naglasak stavlja se na usitnjavanje čokoladne mase na petovaljcima. Veličina čestica čokoladne mase ima izrazito važan utjecaj na kvalitetu gotove čokolade. Primjerice, manja veličina čestica u čokoladi povećava viskoznost, dok veće čestice uzrokuju osjećaj lijepljenja i hrapave strukture prilikom žvakanja. Zadatak eksperimentalnog dijela rada je odrediti parametre rada petovaljka prilikom usitnjavanja čokoladne mase, te izmjeriti veličinu čestica prije i poslije usitnjavanja odnosno valcanja. Dobiveni rezultati su prikazani tablicama i slikama, a raspravljeni su u petom poglavlju rada, te su na temelju njih izvedeni zaključci.

2. PREGLED LITERATURE

2.1. Sirovine za proizvodnju čokolade

Čokolada je proizvod dobiven posebnim tehnološkim postupkom kojim se obuhvaća obrada svih sastojaka. Sirovine se pripremaju za proizvodnju i određuje se sirovinski sastav čokoladne mase. Sirovine za proizvodnju čokolade su :

1. šećer u prahu,
2. kakaova masa,
3. mlijeko u prahu,
4. kakaov prah,
5. kakaov maslac,
6. emulgator

U proizvodnji čokoladne mase koristi se šećer u prahu sa udjelom saharoze od najmanje 99,8 %. Zbog svoje usitnjenosti šećer u prahu je vrlo higroskopan, te pod utjecajem vlage postaje grudast što otežava mljevenje i transport šećera. U šećer se, zbog sposobnosti zgrudnjavanja u prisustvu vlage, dodaju tvari za sprječavanje zgrudnjavanja. Konzumni šećer ima vrlo visoku energetsku vrijednost i pripada u skupinu najjeftinijih izvora energije.

Kakaova masa je smeđa zrnasta masa dobivena usitnjavanjem kakaovog - loma bez oduzimanja ili dodavanja bilo kakvih sastojaka.

Mlijeko u prahu je osnovni sastojak mliječne čokolade (oko 20 % ukupne mase) koji određuje senzorski profil čokolade (okus, tekstura) i utječe na njezina fizikalno - kemijska i reološka svojstva, posebice svojstva tečenja, koja su vrlo bitna prilikom lijevanja čokoladne mase u kalupe, kao i dražiranja čokoladom(Belščak - Cvitanović, 2009). Dobivanje mlijeka u prahu vrši se uklanjanjem vode iz mlijeka, a sam proizvod sadrži do 5 % vode. Proizvodnju mlijeka u prahu moguće je izvesti kroz dva različita postupka; sušenjem raspršivanjem i sušenjem na valjcima. Mlijeko u prahu se stavlja na tržište kao:

1. Ekstra - masno mlijeko u prahu (maseni udio iznosi najmanje 42 %)
2. Punomasno mlijeko u prahu (maseni udio iznosi najmanje 26 %, a najveći 42 %)
3. Djelomično obrano mlijeko u prahu (maseni udio masti iznosi više od 1,5 % i manje od 26 %)
4. Obrano mlijeko u prahu (maseni udio masti iznosi najviše 1,5 %) (Pravilnik o uguščenom kondenziranom mlijeku i mlijeku u prahu, NN 80/07).

Kakaov prah je proizvod dobiven mljevenjem kakaove pogače u uređaju za mljevenje. Za mljevenje se koristi mlin čekićar, dezintegrator i diferencijalni mlin na ploče. Nakon usitnjavanja prah se hladi, a masnoća kakaovog praha kristalizira u stabilnu formu. Prije pakovanja kakaov prah prolazi kroz sito.

Jednako važna sirovina za proizvodnju čokolade je kakaov maslac koji se dobiva mehaničkim postupkom. Kakaov maslac treba imati boju, miris i okus deklarirane vrste.

Emulgatori su površinski aktivne tvari koje smanjuju površinske napetosti između dvije faze različitog agregatnog stanja i kemijskog sastava. Bez emulgatora je proizvodnja čokolade danas nezamisliva zbog njihovih utjecaja na:

- reološka svojstva čokoladne mase
- brzinu kristalizacije
- brzinu polimorfnih prijelaza kakaovog maslaca i drugih masti
- inhibiciju sivljenja

U proizvodnji čokolade kao emulgator koristi se lecitin koji predstavlja smjesu prirodnih fosfoglicerida, a nastaje kao nusproizvod u proizvodnji sojinog brašna. Lecitin je tvar meke konzinstencije, žuto je smeđe boje i specifičnog mirisa sa svojstvima plastičnosti. On drži masnoće u čokoladi stabilnima i ne dozvoljava im da se odvajaju od kakaa i mlijeka (Goldoni, 2004).

2.1.1. Kakaova zrna

Za izradu svih kakaovih proizvoda osnovna polazna sirovina su kakaova zrna. To su osušene fermentirane sjemenke ploda biljke kakaovac botaničkog naziva *Theobromacacao L.* Kakaovac se uzgaja plantažno u područjima vlažnih tropskih šuma. *Theobromacacao L.*je jedina vrsta kakaovca koja se komercijalno upotrebljava, a dijeli se na četiri podvrste zrna od kojih su osnovni tipovi zrna *Forastero, Trinitario i Criollo* prikladni za proizvodnju proizvoda od kakaa, te općenito za ljudsku upotrebu(Goldoni, 2004).

Criollo je kultiviran u malim količinama u područjima gdje je Cacao prvobitno rastao, naročito u Venezueli. Prinosi su niski, stablo je krhko, a prinos čini samo 5 do 10 % svjetske proizvodnje. *Criollo* (plemeniti kakaovac) ima crvene ili žuto - crvene plodove koji imaju izbrazdanu koru koja je tanka i lako se reže.

Upotrebljava se isključivo u proizvodnji čokolade visoke kvalitete ili u smjesi sa drugim varijetetima. Raste u Nikaragvi, Gvatemali, Meksiku, Venezueli i Kolumbiji.

Forastero je najzastupljeniji varijetet te čini od 80 do 90 % komercijalnog kakaa koji dolazi od ove biljke. Ima visok prinos i otporan je na bolesti.

Trinitario, koji se uzgaja gotovo isključivo u Antilima, je hibrid *Criolla* i *Forastera* i kombinira najbolje aspekte oba. Čini 10 do 15 % svjetske proizvodnje. Ima bolju otpornost na bolesti i štetnike nego *Criollo*, te se brojne plantaže specijaliziraju u fini razred kakaa mijenjajući *Criollo* u *Trinitario* (Cerle, 2016.).

2.1.2. Fermentacija kakaovog zrna

Plod kakaovca je nalik dinji, a sadrži od 20 do 50 sjemenki od kojih je svaka obavijena bijelom pulpom. Izvađena zrna slažu se na listove banana, te se s njima i prekrivaju. Najkasnije 24 sata poslije vađenja, sjemenke se moraju podvrći fermentaciji. Fermentacija je nužna i vrši se u cilju razaranja prionule srži, stvaranja octene kiseline, uništenja klice i nastanka biokemijskih i kemijskih pretvorbi sastojaka sjemenke. Ona može trajati od 5 do 14 dana zavisno o vrsti kakaovca, klimatskim uvjetima i načinu izvršenja fermentacije (Goldoni, 2004). Proces fermentacije ima važnu ulogu u stvaranju mirisa i okusa budućeg kakaa.

Fermentaciju kakaova zrna moguće je provesti slaganjem sjemenki u gomile odnosno hrpe ili u sanduke (Slika 1). Slaganje sjemenki u gomile je tradicionalan način provedbe fermentacije kakao zrna u zapadnoj Africi. Sjemenke, do 2500 kilograma, slažu se najčešće na listove banane dok su još mokre i obavijene bijelom opnom, odnosno pulpom, te se prekriju sa listovima i ostave 5 do 6 dana da fermentiraju. Fermentacija koja se odvija na manjim hrpama daje bolju kvalitetu kakaovog zrna. Fermentacija koja se provodi u sanducima traje isto od 5 do 6 dana i karakteristična je za velike plantaže, primjerice u Aziji. Drveni sanduci mogu primiti između jedne i dvije tone kakaovog zrna. Na svakoj strani sanduka nalaze se otvori kako bi se omogućio protok zraka i izlazak vlage iz sanduka. Zrna se svaki dan premještaju iz jednog sanduka u drugi kako bi se osigurao ujednačen tretman zrna i prozračivanje.



Slika 1. Fermentacija slaganjem kakao zrna na gomile i fermentacija u sanduku (Anonymous, 9.5.2017.url)

Kakaovo zrno fermentira u tri faze. Prva faza fermentacije kakaovog zrna traje od 24 do 36 sati, a u toj fazi alkoholnu fermentaciju, uz smanjeno prisustvo zraka i pH vrijednost nižom od 4, provode anaerobni kvasci. U prvoj fazi šećeri se prevode u CO_2 i etanol. Alkoholnu fermentaciju potrebno je prekinuti na vrijeme što se postiže intenzivnim miješanjem i prozračivanjem kakaovog zrna.

Druga faza fermentacije kakaovog zrna traje od 48 do 96 sati, a odvija se u prisustvu zraka, odnosno u aerobnim uvjetima. Kvasci provode fermentaciju, te dolazi do povećanja broja mliječnih bakterija (*Lactobacillus*). Nastale mliječno - kisele bakterije uz pomoć etanola prevode određene masne kiseline i šećere u mliječnu kiselinu. *Lactobacillus* su prisutne od početka fermentacije, a postaju dominantne između 48. i 96. sata procesa fermentacije.

U trećoj fazi fermentacije kakaovog zrna dolazi do oksidacije etanola u octenu kiselinu pod utjecajem bakterija octene kiseline (*Acetobactera i Gluconobactera*). Nastajanje octene kiseline je oksidativan proces i uzrokuje veliko oslobađanje topline zbog kojega temperatura klice prelazi preko 50 °C. Pucanjem membrana oslobađaju se enzimi i drugi spojevi koji međusobno reagiraju. U ovoj fazi razgradnjom proteina do aminokiselina, oksidacijom i enzimskom aktivnošću nastaje karakteristična boja i tvari arome kakaovog zrna.

2.1.3. Sušenje i pakiranje kakaovog zrna

Nakon što proces fermentacije završi, fermentirane sjemenke je potrebno sušiti. Sušenje kakaovog zrna traje minimalno 10 dana, a zrno je moguće sušiti na suncu (Slika 2) ili u sušarama koje su prikladne za sušenje u slučaju nepogodnih vremenskih uvjeta.
Sušenje u sušarama bi se u pravilu trebalo provesti na nešto nižim temperaturama i kroz nešto duže vrijeme kako bi se izbjeglo smanjivanje kakvoće kakaovog zrna.

Sušenje kakaovog zrna provodi se kako bi se udio vode u fermentiranom zrnu smanjio sa 55 % do 60 % na 6 % do 8 %.

Brzina sušenja ima jako važnu ulogu u ovom procesu. Tako će, primjerice pri presporom sušenju, nastati nepoželjne arome i pojavit će se plijesni, dok će pri prebrzom sušenju doći do prekida kemijskih reakcija započetih tijekom fermentacije što će rezultirati gorkim i kiselim zrnima.

Zrna se nakon čišćenja od različitih nečistoća i primjesa nastalih tijekom fermentacije pakiraju u jutene vreće mase 50 do 80 kilograma. Brodom se transportiraju do proizvođača kakaovih proizvoda. Svaka pošiljka kakaovog zrna s količinom vode manjom od 7,5 % može se izravno uskladištiti. Ako je ta količina veća, kakaova zrna se moraju dosušiti na udio vode od 5 do 7 % (Goldoni, 2004).



Slika 2. Sušenje fermentiranog kakaovog zrna na suncu(Anonymous 2, 9.5.2017.url)

2.2. Prerada kakaovog zrna i dobivanje kakaove mase

Nakon fermentacije i sušenja kakaovo zrno se dalje prerađuje različitim tehnološkim postupcima. Kakaovo zrno se prvo čisti, zatim se prži i hladi, pa se drobi i melje da bi se na kraju dobila kakaova masa. Svi ovi postupci biti će detaljnije opisani u nastavku rada.

2.2.1. Čišćenje kakaovog zrna

Kako bi se spriječilo oštećenje strojeva i opreme potrebno je ukloniti sve nečistoće i sva strana tijela koja bi mogla dovesti do oštećenja.

Ako se nečistoće ne bi uklonile one bi prilikom prženja sagorjele i dale proizvodu nepoželjnu aromu. Zato je čišćenje potrebno obaviti na pravilan i djelotvoran način. Za postizanje dobre kakvoće kakaovih proizvoda nužno je izdvojiti oštećena, sitna i nerazvijena kakaova zrna. Odvajanje kakaovog zrna odvija se u separatoru u kojemu se kakaovo zrno prosijava na dva sita različitog otvora. Nečistoće se mogu ukloniti strujom zraka, a metali se odvajaju elektromagnetom. Svi uređaji su međusobno povezani, a nakon čišćenja kakaova zrna se čuvaju u spremniku ili silosu do prženja. Postupkom čišćenja dobiva se od 98 do 98,5 % očišćenih kakaovih zrna.

2.2.2. Prženje kakaovog zrna (Termička obrada zrna)

Prženje je postupak obrade očišćenog kakaovog zrna koji se provodi s ciljem postizanja odgovarajućih promjena u kakaovu zrnu. Potrebno je smanjiti količinu vode na približno 2 %, smanjiti kiselost, oblikovati kakaovu aromu i okus, te smanjiti čvrstoću zrna radi lakšeg drobljenja i prešanja kakaovog zrna.

Uređaji koji se koriste za prženje su različitog tipa i konstrukcije, koji za izravnu obradu zrna upotrebljavaju vrući zrak, suho zasićenu paru, vruću smjesu zraka ili infracrveno zračenje. Tijekom prženja uređaji moraju dati dovoljnu količinu topline, te omogućiti prodiranje topline u dubinu svakog zrna i paziti da ne dođe do zagorijevanja ljuske. Odmah nakon prženja kako zrna treba ohladiti na temperaturu nižu od 40 do 50 °C, jer će u protivnom doći do prepržavanja zrna. Prepršeno zrno ima gorak okus, tamniju boju i nespecifičnu kakaovu aromu.

Ovisno o tipu i kapacitetu uređaja vrijeme prženja može iznositi od 5 do 70 minuta, a temperatura od 70 do 140 °C. Manji stupanj i niže temperature prženja upotrebljavaju se za dobivanje kakaovog maslaca blage arome i okusa, dok se veći stupanj i više temperature prženja upotrebljavaju za zrna namijenjena isključivo izradi vrlo aromatičnog kakaovog praha.

2.2.3. Drobljenje prženog kakaovog zrna

Drobljenje se provodi s ciljem izdvajanja klice i ljuske iz izdrobljenog kakaovog zrna. Klica je gorka, teško se usitnjava zbog svoje tvrdoće i sadrži lako kvarljive masti, dok ljuska

ima negativan utjecaj na aromu i boju gotovog proizvoda. Produkti drobljenja kakaovog zrna su kakao - lom, kakaov sitnež i kakaova ljuska. Zrno se drobi u drobilicama, a danas se najviše koriste drobilice sa valjcima. Drobilice se uglavnom nalaze u sklopu sa uređajem za odvajanje ljuske, a u njih se, u pravilu, trebaju dozirati cijela zrna. U procesu drobljenja ljuska i jezgra kakaovog zrna lome se na dva ili više dijelova, a cilj je dobiti krupne dijelove ljuske i jezgre. Odvajanje ljuske od kakaovog loma odvija se u uređaju koji se sastoji od sita različitih veličina otvora. Struja zraka odvaja ljusku od kakaovog loma, a od posebne je važnosti regulacija brzine zraka koja ne smije biti prevelika kako ne bi otpuhala kakaov lom. Kakaov lom se čuva najčešće u metalnim spremnicima, a preporučljivo je proizvesti količinu kakaovog loma koja je dovoljna za dnevnu proizvodnju proizvoda od kakaa.

2.2.4. Mljevenje kakaovog loma

U postupku usitnjavanja kakaovog loma dolazi do razaranja njegovih staničnih stijenki i iz stanica se oslobađa kakaov maslac, a pritom uslijed trenja dolazi do povišenja temperature mase iznad tališta kakaovog maslaca i pretvorbe mase u obradi u tekuće stanje. Kako usitnjavanje napreduje, tako se smanjuje veličina kakaovih djelića bez masne suhe tvari i nastali proizvod kakaova masa postaje sve više tekuća(Goldoni, 2004). Cilj provođenja mljevenja kakao loma je dobivanje kakaove mase fine homogene strukture.

Mljevenje kakaovog loma provodi se kroz dvije faze. Prva faza je grubo usitnjavanje ili predmljevenje u kojoj se kakaov maslac oslobađa iz stanica i tali, te dolazi do prelaska kakaovemase u tekuće stanje. Kakao lom se usitnjava pod tlakom od 40 do 50 MPa, a pri tom se tlaku može istisnuti više od pola kakaovog maslaca čiji je udio u kakaovom lomu oko 55 %.

Za završno mljevenje odnosno fino usitnjavanje koriste se različite vrste mlinova, a njihov izbor ovisi o konačnoj upotrebi kakaove mase.

Pri izradi kakaovog maslaca i kakaovog praha (Slika 3) važno je da se oslobodi sav kakaov maslac iz kakaove mase, a od izuzetne je važnosti i količina vode sadržana u kakaovom lomu, jer o njoj ovisi viskoznost kakaove mase i krhkost kakaovog loma. Optimalna količina vode prilikom usitnjavanja na mlinovima s valjcima treba iznositi oko 2 %, jer takav udio osigurava dobru krhkost kakaovog loma, lako prijanjanje sloja mase na vanjsku površinu valjka i zadovoljavajuće trenje kakaove mase.

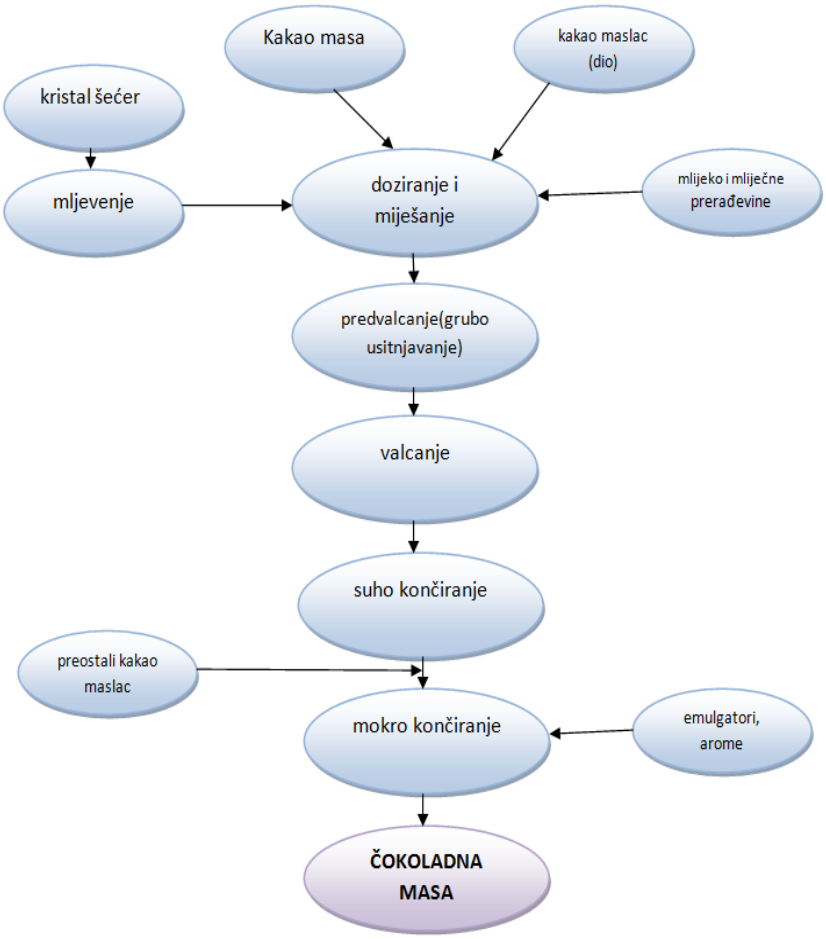
Prije pakiranja mase, potrebno ju je zagrijati u metalnim rezervoarima na temperaturu između 90 i 100 °C kako bi se uništili mikroorganizmi.



Slika 3. Kakao u prahu i pržena kakaova zrna (Anonymous 2, 11.5. 2017. url)

2.3. Tehnološki postupak proizvodnje čokolade

Postupak proizvodnje čokolade obuhvaća sve procese prerade sirovina za čokoladu od mljevenja i miješanja sirovina za čokoladu, njihovog usitnjavanja, končiranja, temperiranja, te oblikovanja i skladištenja čokoladne mase (Slika 4).



Slika 4. Prikaz tehnoloških operacija pri izradi čokoladne mase (izvor: autor)

2.3.1. Priprema zamjesa za izradu čokoladne mase

Priprema zamjesa čokoladne mase provodi se miješanjem ili gnječenjem. Prije tehnološkog procesa proizvodnje čokoladne mase potrebno je pripremiti sirovine za izradu čokoladne mase. Sirovine se neposredno prije proizvodnje usitnjavaju, rastvaraju, disperziraju, siju, te se na kraju važu. Za pripremu zamjesa koriste se melanžeri i miješalice.

Melanžer je uređaj u obliku plitke posude sa granatnim dnom na kojemu se nalaze strugači stijenki i usmjerivači. Na valjcima melanžera nalaze se noževi pomoću kojih se skida masa. Krute sirovine se u melanžer doziraju ručno, a tekuće se čuvaju u rezervoarima i do melanžera se transportiraju cjevovodima. U ovom se uređaju čokoladna masa miješa, gnječi i usitnjava.

Masa se iz melanžera prazni preko transportnog uređaja u kolica ili na transportnu traku te se dalje odvodi na mljevenje. Ovisno o njihovoj veličini, melanžeri su ograničenog kapaciteta, a danas melanžere koriste samo pogoni malog kapaciteta proizvodnje.

Miješalice su uređaji koji se sastoje od horizontalne osovine i stabilnog elementa. Pokretni elementi horizontalne osovine obrću se pod pritiskom čokoladne mase, dok stabilni element gura čokoladnu masu za vrijeme miješanja. Sve se sirovine unose u ulazni dio miješalice, mješač obavlja operacije miješanja, gnječenja i transporta mase prema izlaznom dijelu, s kojeg sastavljena čokoladna masa pada na transportnu traku i prenosi do uređaja za sitnjenje. Postoje dva tipa miješalica: šaržne i kontinuirane miješalice.

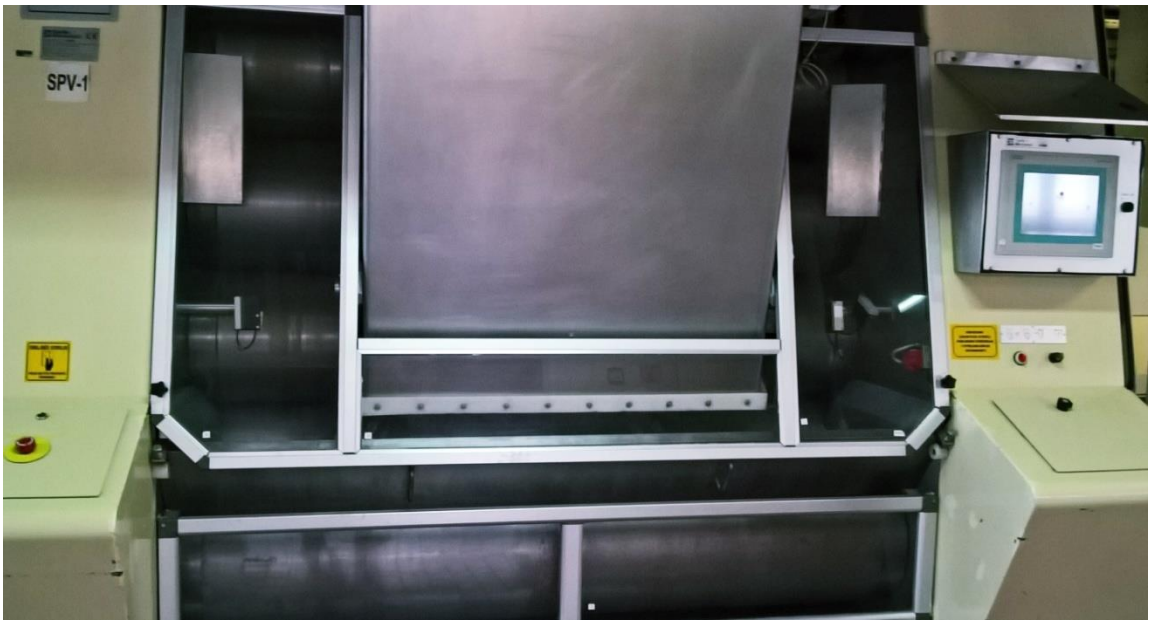
Šaržna miješalica je jednostavniji tip i služi za miješanje praškastih tvari i tekućina, dok su kontinuirane miješalice namijenjene za proizvodnju velikog kapaciteta čokoladne mase (Goldoni, 2004). Nakon završetka miješanja, smjesa se izvlači iz miješalice i odvodi se na grubo i fino usitnjavanje.

2.3.2. Usitnjavanje čokoladne mase (valcanje)

Postupkom valcanja čokoladne mase dobiva se proizvod sa konačnom raspodjelom krutih čestica po veličini. Valcanjem se olakšava daljnji postupak prerade čokoladne mase, a postiže se glatka tekstura gotovog proizvoda te punoća okusa. Cilj valcanja je usitnjavanje čestica do minimalno 6 μm i maksimalno 25 μm. Raspodjela veličine krutih čestica čokoladne mase ima značajan utjecaj na senzorska obilježja i reološka svojstva proizvoda. Od značaja je, ne samo veličina nego i oblik krutih čestica (Goldoni, 2004). Osjet dodira u usnoj šupljini registrira čvrste čestice iznad 25 μm kao pjeskovitost. Pjeskovitost utječe na kvalitetu čokolade. Što je veći stupanj pjeskovitosti, to je čokolada lošije kvalitete. Stupanj pjeskovitosti ovisi o utjecaju čvrstih čestica šećera, a intenzitet pjeskovitosti ovisi o sirovinskom sastavu čokoladne mase. Tako će, primjerice, krupne čestice bezmasne suhe tvari kakaa prilikom žvakanja dati osjet grube hrapave strukture i nepotpune topljivosti zbog sadržane male količine topljivih tvari. Krupne čestice bezmasne suhe tvari mlijeka u prahu omekšavaju se i tope sa slinom u ustima, te izazivaju osjećaj ljepljivosti prilikom žvakanja. Postupak valcanja ima veoma važan utjecaj na viskoznost čokolade. Manja veličina čestica čokolade nakon valcanja rezultira višim vrijednostima reoloških parametara (viskoznosti) u čokoladi na kraju končiranja, zbog veće aktivne površine manjih čestica, koje adsorbiraju veće udjele kontinuirane masne faze te je potrebno dodati masti kako bi se „obložile“ takve male čestice i smanjila viskoznost.

Na svojstva tečenja otopljene čokoladne smjese najviše utječu svojstva čvrstih dijelova zamjesa, odnosno koncentrirane lipofilne suspenzije čestica šećera, mlijeka u prahu i kakaovih dijelova. Viskoznost se posebice smanjuje u prisutnosti čvrstih čestica s glatkom površinom i visokom gustoćom (Belščak - Cvitanović, 2009). Tijekom usitnjavanja čokoladna masa postepeno mijenja izgled, a na kraju gubi izgled masne mase, te postaje zrnasta, suha i manje ili više rastresita.

Za usitnjavanje čokoladne mase koriste se petovaljci (Slika 5), odnosno petovaljčani mlinovi. Valjci mlina su šuplji i izrađeni su iz tvrdih čelika, a unutar valjaka struji voda. Valjci se moraju obavezno hladiti (vodom), jer uslijed trenja sa česticama dolazi do zagrijavanja njihove površine, a to je vrlo opasno za proteinsku strukturu mlijeka. Temperatura ne smije preći 40 °C (Osnove tehnologije proizvodnje čokolade i analiza rizika i kritične kontrolne točke 15.5.2017.) Dužina valjka kod petovaljka je do 2,5 m, a promjer je približno 400 mm. Dva donja valjka određuju ulaz mase za obradu, te moraju oblikovati prvi sloj filma čokoladne mase na površinu valjaka. Najmanju brzinu okretanja ima najdonji valjak, dok se svaki valjak nadalje okreće većom brzinom. Film čokoladne mase se uvijek prihvaća na valjak koji se rotira većom brzinom, te se tako prenosi gore. Film postaje tanji svakim prenošenjem sa jednog valjka na drugi, a promjena debljine sloja ovisi o brzini rotacije valjaka. Zazor između valjaka moguće je podesiti pomoću dinamičko - hidrauličkog sistema. Od posebnog je značaja veličina radnog zazora između dva donja valjka. Drugi valjak je kruto postavljen, a prvi uronjen i pokretan. Za danu dužinu, promjer i brzinu rotacije valjka, veličina radnog zazora između valjaka određuje kapacitet valcanja. Usitnjavanje proizvoda u prolazu kroz prvi zazor između valjaka je neznatno. Ako se postavi prvi zazor valcanja na 100 μm na drugom valjku će se oblikovati sloj filma čokoladne mase približno od 100 μm, a prolazom kroz drugi zazor stanjuje se faktor između 1,5 i 1,7 puta, što znači na otprilike 60 μm. Na sljedećem zazoru valcanja postiže se odgovarajuće smanjenje debljine sloja (38 μm), a na četvrtom zazoru između valjaka postiže se debljina sloja od 20 μm, koji se s petog valjka skida pomoću strugača. Povećanje brzine rotacije od valjka do valjka je u razmjeru s faktorom 1,5 i 1,7 (Goldoni, 2004).



Slika 5. Petovaljak (izvor: autor)

Princip rada petovaljka:

- Čokoladna masa sa transportne trake pada u dozator čokoladne mase, a dozator dozira masu u petovaljak.
- Između valjaka 1 i 2 raspoređuje se, pomoću vibracijskog uređaja ili sistema za punjenje iz lijevka, čokoladna masa i skida usitnjena s valjka 5.
- Valjak 2 je u ležištu, dok valjak 1, povezan s dinamičko - hidrauličnim sistemom 6, regulira razmak prema valjku 2.
- Sistem je povezan s valjkom 5 i nožem koji skida čokoladni prah s valjka 5.
- Nož se pod pneumatskim pritiskom prilagođava petovaljku pomoću pneumatskog ventila, te skida čokoladnu masu sa valjka.
- Valjci 3 i 4 smješteni su između valjka 2, u stabilnom ležištu i valjka 5 pod hidraulikom.
- Reguliranje razmaka između valjaka osigurava pritisak između svakog valjka oko 6 bara
- Čokoladna masa nakon usitnjavanja u petovaljku pada u usmjerivač koji ju odvodi na pokretnu traku koja je dalje transportira u konču. Neposredno prije končiranja čokoladna masa se važe (Proizvodnja čokolade 15.5.2017. url)

Temperature imaju utjecaj na proces valcanja, a pogrešno postavljene temperature dovode do nepravilnosti pri odvijanju samog procesa. Nepravilno provedenim postupkom valcanja dolazi do lošeg prijelaza s valjka na valjak, nepotpunog skidanja gotove mase i lijepljenja mase.

2.3.3. Končiranje

Končiranje je proces pri kojemu se u čokoladnoj masi događaju mnoge kemijske i fizikalne promjene. Grudasta mase postepeno se mijenja u masnu grudastu masu, te prelazi u suspenziju, isparava dio vode s nepoželjnim lako hlapivim spojevima, te dolazi do promjena reoloških svojstava čokoladne mase. U čokoladnoj masi uz djelovanje kisika i topline dolazi do oksidacionih i termičkih promjena koje pozitivno djeluju na aromatska svojstva čokolade. Prilikom končiranja formira se konačna aroma čokoladne mase. Končiranje se provodi u uređajima koje se zovu konče (Slika 6).



Slika 6. Izgled konče izvana i iznutra (izvor: autor)

Cilj končiranja je smanjenje udjela kapilarne vode iz kakaovih čestica i mlijeka u prahu, postizanje željenih reoloških svojstava, postizanje optimalne topivosti i čvrstoće, te dobivanje homogene suspenzije čvrste i masne faze. Trajanje končiranja ovisi o vrsti čokolade i najčešće je to od 12 do 36 sati na temperaturama od 50 °C, 60 °C, pa čak i 80 °C (Šimunac, 2002). Postoje dvije faze končiranja: predkončiranje odnosno suho končiranje i mokro končiranje ili oplemenjivanje.

U prvoj fazi čokoladna masa se miješa uz povišenu temperaturu pri čemu dolazi do smicanja, razvoja arome, isparavanja vode i ostalih nepoželjnih hlapivih tvari, a čokoladna masa prelazi u pastozni oblik. Pri oplemenjivanju, odnosno mokrom končiranju, u pastozni oblik dodaje se kakaov maslac, masa se homogenizira snažnim miješanjem i smicanjem te postaje tekuća. Oplemenjivanje traje približno 12 sati, a 4 sata prije kraja končiranja dodaje se preostali kakaov maslac. Na kraju se dodaju emulgator i arome. Nakon završetka končiranja masa se vadi iz konče, te se sprema u zagrijane spremnike.

2.3.4. Temperiranje čokoladne mase

Temperiranje čokoladne mase je postupak kojim se preoblikuju centri kristala krute masti u tekućoj čokoladnoj masi u željeni kristalni oblik prije nego što dođe do skrućivanja mase u konačni oblik proizvoda. Kakaov maslac ima šest polimorfnih oblika od kojih je najstabilniji β oblik (Tablica 1). Oblik V, β polimorfa je najpogodniji oblik u dobro temperiranim čokoladama, dajući sjajan izgled i otpornost procesu zrenja (sivljenja). Ako je čokolada slabo temperirana, rezultat je β forma, oblika IV, koji se brzo pretvara u oblik V. To utječe na boju jer se reflektirana svjetlost izgubi u nestabilnom i neorganiziranom rastu kristala. Netemperirana čokolada je mekana i ne može se efikasno oblikovati. U kakaovom maslacu oblici V i VI su najstabilnije forme(Čokolada, 14.5.2017.url).

Tablica 1. Šest polimorfnih oblika kakao maslaca (izvor: autor)

1. ɣ oblik	Nastaje vrlo brzim hlađenjem tekuće čokoladne mase. Točka tališta je oko 17°C. Vrlo je nestabilan i prelazi u 2. ili α oblik
2. α oblik	Temperatura taljenja mu je u rasponu do 22 do 24 °C, a u roku do sat vremena prelazi u $ß_2'$ oblik
3. $ß_2'$oblik	Nastaje skrućivanjem čokoladne mase u temperaturnom području od 17 do 24 °C ili iz α oblika taljenjem. Temperatura taljenja je od 24 do 26 °C.
4. $ß_1'$oblik	Nastaje skrućivanjem čokoladne mase pri temperaturi iznad one za α oblik ili iz $ß_2'$ oblika. Temperatura taljenja mu je od 26 do 28 °C.
5. $ß_2$ oblik	Nastaje iz $ß_1'$ oblika, a temperatura taljenja mu je između 32 i 34 °C
6. $ß_1$ oblik	Potpuno stabilan i pravilan kristalni oblik uz najveći stupanj kontrakcije. Temperatura taljenja mu je od 34 do 36 °C. U druge oblike prelazi samo taljenjem.

Vrijeme temperiranja je jako bitno, jer predugo temperiranje dovodi do stvaranja prevelike količine očvrsnulog kakaovog maslaca, uslijed čega kakaova masa prebrzo postaje kruta. Prekratko temperiranje dovodi do stvaranja premalog broja središta kristalizacije s velikim i nepoželjnim kristalima. Postupak temperiranja čokoladne mase obavlja se u automatskim uređajima nazvanim temperirke. U prvi dio temperirke ulazi čokoladna masa zagrijana na 45 – 50 °C. U drugom dijelu se pothlađuje na 29 °C uz neprekidno miješanje, dok se u trećem dijelu zagrijava na idealnih 30 – 32 °C i pri toj temperaturi otprema se na oblikovanje u zadanu formu (Šimunac, 2002).

2.3.5. Oblikovanje i hlađenje čokoladne mase

Čokoladna masa se nakon temperiranja izlijeva u temperirane kalupe koji su najčešće izrađeni iz plastičnih masa. Kalupi se prije punjenja trebaju zagrijati na nešto nižu temperaturu od temperature temperirane čokoladne mase, tj. između 27 i 29 °C. Razlika između temperature temperirane čokoladne mase i temperature kalupa ne smije biti veća od 5 °C, jer će doći do sivljenja čokolade uslijed hlađenja površinskog sloja čokoladne mase. Kalupi se pune strojno, te se podvrgavaju vibracijama ili trešnjama radi ravnomjernijeg popunjavanja i istiskivanja mjehurića zraka.

Oblikovana čokoladna masa hladi se u kalupu na temperaturi ispod 15 ºC. U početku hlađenja temperatura u uređaju za hlađenje je 12 ºC, u sredini 4 – 7 ºC i na kraju hlađenja 15 ºC. Čokoladna masa se naglo hladi i tada se odvija brza kristalizacija kakaovog maslaca.

Uvjeti hlađenja ovise o vrsti, masi i debljini čokolade. Vrijeme hlađenja od 15 do 25 minuta, se usklađuje sa temperaturom i brzinom struje zraka, te zavisi od sirovinskog sastava i debljine čokolade. Neposredno poslije hlađenja, čokoladna mase se istresa iz kalupa na podmetače i ostavlja da se njena temperatura izjednači sa temperaturom proizvodne prostorije u kojoj se pakuje (Proizvodnja čokolade,14.5.2017.url).

3. MATERIJALI I METODE

3.1. Zadatak

Zadatak ovoga rada bio je:

- odrediti optimalne parametre rada petovaljka pri valcanju čokoladne mase
- izmjeriti veličinu čestica usitnjene čokoladne mase prije valcanja na petovaljcima
- izmjeriti veličinu čestica usitnjene čokoladne mase poslije valcanja na petovaljcima

U svrhu realizacije postavljenih zadataka priređena je čokoladna mase koja je sadržavala šećer, kakaov maslac, kakaovu masu, čokoladna masa je sadržavala 26 % ukupne masti (iz kakaove mase i kakaovog maslaca).

3.2. Materijali

U radu su korišteni slijedeći materijali:

- kakaov maslac, Zvečevo, d.d., Požega, Hrvatska
- kakaova masa, Zvečevo, d.d., Požega, Hrvatska
- šećer, Tvornica šećera Županja, Hrvatska

3.3. Metode

3.3.1. Priprema uzorka

Čokoladna masa proizvedena je klasičnim tehnološkim postupkom u Tvornici konditorskih proizvoda Zvečevo d.d. Požega. Miješanje čokoladne mase (ukupno 26 % masti) provedeno je u miješalici (Carle&Montanari). Čokoladna masa je potom usitnjavana u dvije faze: predvalcanje na dvovaljku (Carle&Montanari) i valcanje na petovaljku (Carle&Montanari). Da bi se dobila optimalna veličina čestica usitnjene čokoladne mase bilo je potrebno postaviti optimalne parametre za rad petovaljka. Mjerenjem veličine čestica uspostavio se radni režim petovaljka, a potom kontrolirao. Kontrola se vršila mjerenjem veličine čestica.

3.3.2. Mjerenje veličine čestica čokoladne mase

Aparatura

Mjerenje veličine čestica u pojedinim fazama proizvodnje čokoladne mase provedeno je primjenom Electronicoutsidemicrometera, proizvođača TideMachine Tool SupplyCo., Ltd.(Slika 7.)

Prije provedbe mjerenja uzorci su priređeni za mjerenje pri temperaturi radnog prostora.

U tarionik je izvagano 5 g uzorka i 5 ml parafinskog ulja i lagano miješano 10 sekundi. Potom je vrhom laboratorijske žlice prenesen uzorak na mjerni dio mikrometra. Od svakog uzorke napravljeno je 20 mjerenja.



Slika 7. Electronicoutsidemicrometar (TideMachine ToolSupplyCo., Ltd. 30.4.2017., url)

3.4. Obrada rezultata

Veličina čestica je direktno očitana sa instrumenta. Te je statistički obrađena korištenjem programa Microsoft Office Excel 2016. Određena je raspršenost čestica i srednja vrijednost veličine čestica.

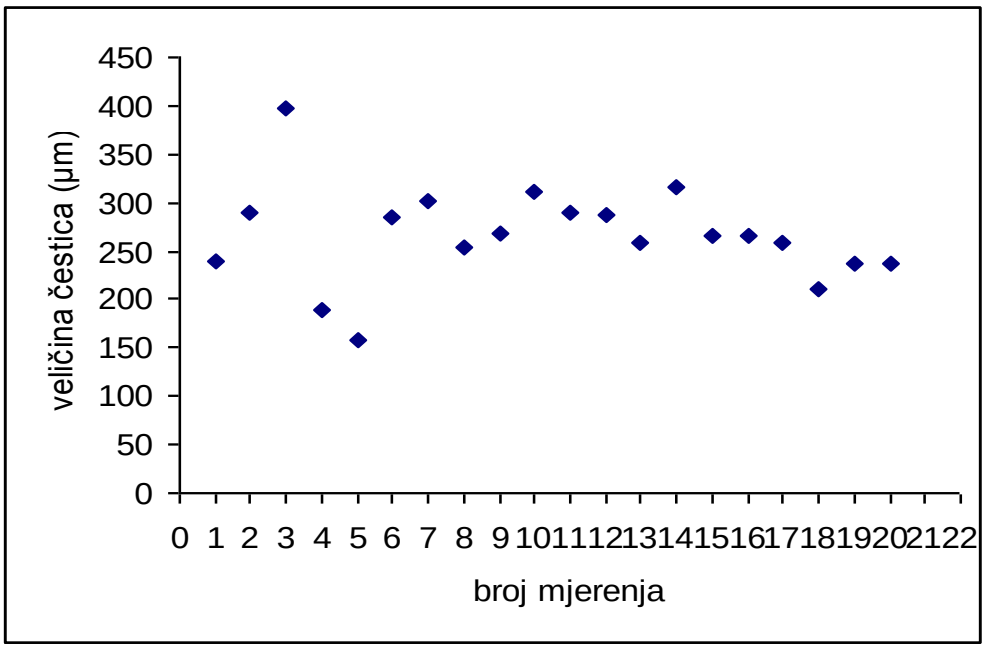
4. REZULTATI

Tablica 2. Tehnički parametri valcanja mliječne čokoladne mase

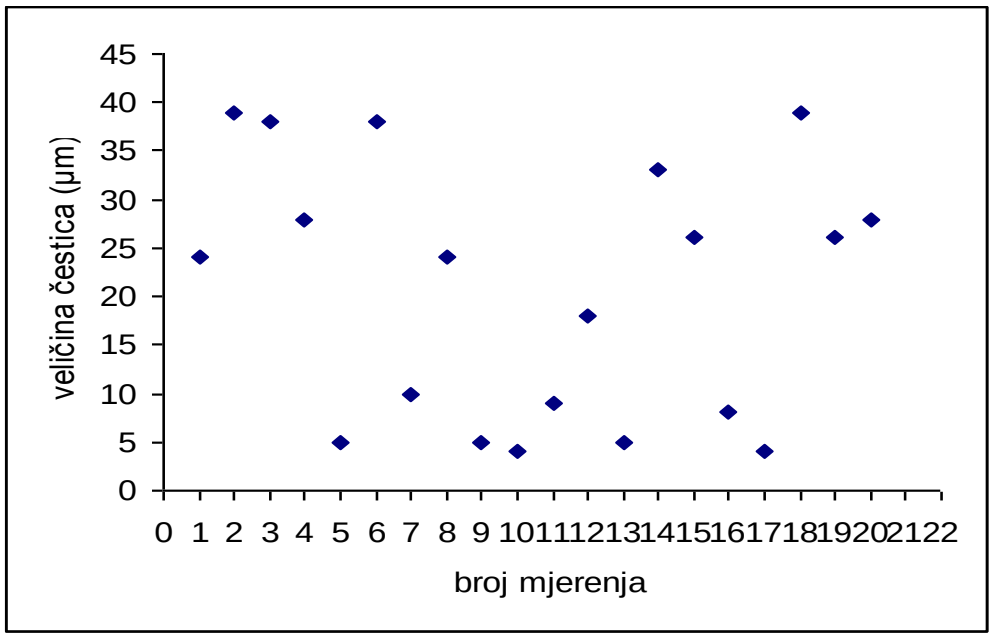
	Valcanje 1		Valcanje2		Valcanje3		Valcanje4	
	Temperatura (°C)	Tlak između valjaka (bar)	Temperatura (°C)	Tlak između valjaka (bar)	Temperatura (°C)	Tlak između valjaka (bar)	Temperatura (°C)	Tlak između valjaka (bar)
Valjak 1	30	-	28	-	32		31	
Valjak 2	34	24	30	24	36	24	35	23
Valjak 3	45	28	35	28	40	29	45	29
Valjak 4	65	48	55	36	60	32	60	38
Valjak 5	25	25	28	32	30	30	29	30

Tablica 3. Veličina čestica čokoladne mase, mjerena prije valcanja i tijekom valcanja

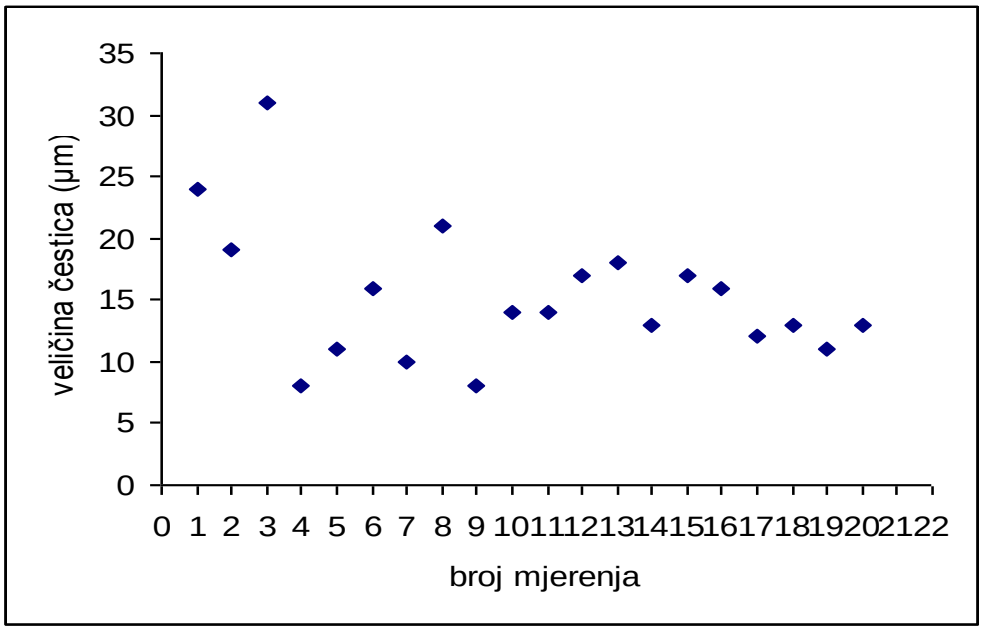
Broj mjerenja	Veličina čestica prije valcanja (µm)	Veličina čestica poslije valcanja 1 (µm)	Veličina čestica poslije valcanja 2 (µm)	Veličina čestica poslije valcanja 3 (µm)	Veličina čestica poslije valcanja 4 (µm)
1	245	24	24	14	13
2	388	29	19	31	28
3	398	28	21	18	19
4	289	28	18	10	9
5	148	5	21	12	11
6	280	38	16	15	18
7	311	10	10	20	19
8	354	24	25	20	21
9	169	15	9	18	12
10	111	14	4	11	6
11	189	19	14	6	10
12	208	8	27	18	19
13	269	15	18	17	15
14	217	23	23	14	18
15	245	16	17	16	14
16	266	8	12	17	10
17	259	14	12	11	18
18	271	29	13	12	14
19	233	36	11	13	17
20	136	28	19	9	10
sr. vrijednost	249	20,55	16,65	15,1	15
minimum	111	5	4	6	5
maksimum	398	38	27	31	28
% čestica veličine 6 do 25 µm		60	90	95	95
% čestica ispod 6 µm		5	0	0	0
% čestica iznad 25 µm		35	5	5	5



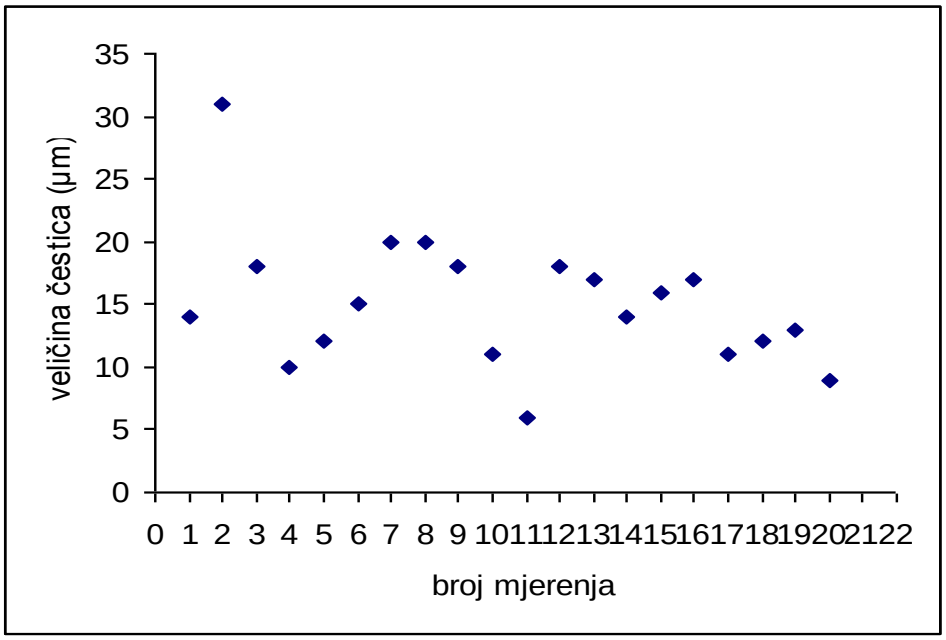
Slika 8. Veličina čestica i raspršenost veličine čestica prije valcanja



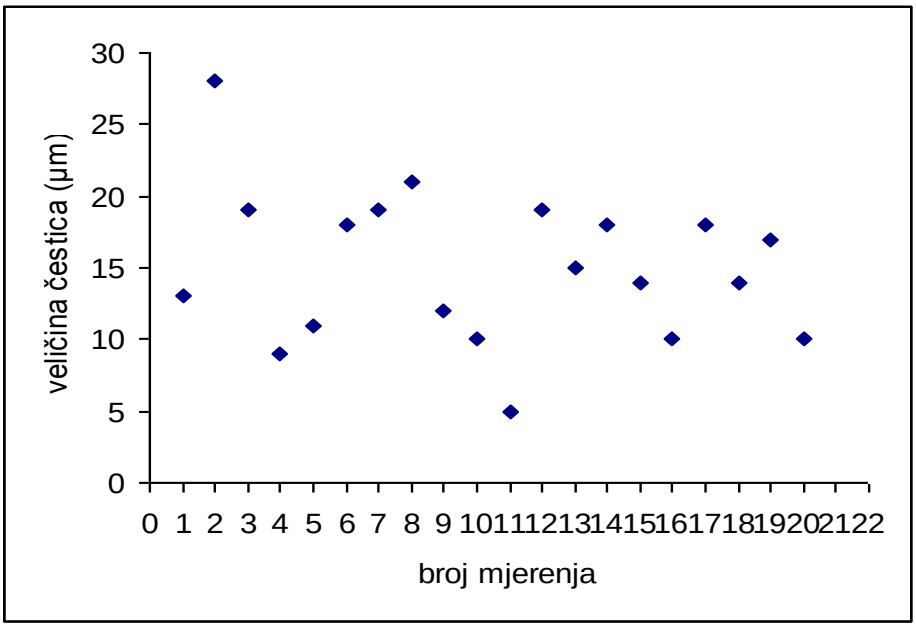
Slika 9. Veličina čestica i raspršenost veličine čestica nakon valcanja 1



Slika 10. Veličina čestica i raspršenost veličine čestica nakon valcanja 2



Slika 11. Veličina čestica i raspršenost veličine čestica nakon valcanja 3



Slika 12. Veličina čestica i raspršenost veličine čestica nakon valcanja 4

5. RASPRAVA

Rezultati eksperimentalnog rada prikazani su u tablici 3. i na slikama 8. do 12. U tablici 2. prikazani su tehnički parametri tijekom valcanja čokoladne mase. Iz rezultata mjerenja veličine čestica čokoladne mase prije valcanja i nakon valcanja vidljivo je koliko je važna tehnološka operacija valcanja čokoladne mase. Srednja vrijednost veličine čestica prije valcanja je bila 249 μm s ekstremno velikim česticama i do 398 μm, a najmanja izmjerena veličina čestice iznosila je 111 μm (tablica 3). Izvalcana čokoladna masa bi trebala imati 90 % čestica veličine u rasponu od 6 do 25 μm. Upravo iz tog razloga se tijekom proizvodnje čokolade podešavaju parametri valcanja čokoladne (temperatura valjaka i pritisak između valjaka), (Tablica 2) jer se u operacijama koje slijede nakon valcanja čokoladna masa više ne može usitniti.

U eksperimentalnom dijelu rada tehnološki parametri valcanja su podešavani četiri puta, te su svaki puta izuzimani uzorci čokoladne mase i izmjerena veličina čestica. Nakon prvog postavljanja tehnoloških parametara samo 60 % čestica čokoladne mase je imalo veličinu u rasponu od 6 do 25 μm. 35 % čestica je bilo veličine iznad 25 μm. Za očekivati je da bi tako izvalcana čokolada tijekom konzumacije u ustima ostavila dojam pjeskovitosti. Upravo zbog toga su promijenjene temperature valjaka i tlakovi između valjaka. Kako bi čokoladna masa više očvrsnula i olakšao se prijenos s jednog valjka na drugi valjak, valjci su dodatno hlađeni i tlakovi između valjaka sniženi, osim na valjku 5 s kog se nožem skida čokoladna masa. Na taj način dobivena je prosječna veličina čestica 16,65 μm, ali je bilo 5 % čestica iznad 25 μm i 5% čestica ispod 6 μm. U trećem pokusu valcanja neznatno je smanjeno hlađenje valjaka i korigirani tlakovi s ciljem smanjivanja broja čestica ispod 6 μm i iznad 25 μm, te manje raspršenosti čestica. Čokoladna masa valcana po postavljenim parametrima nije imala niti jednu česticu ispod 6 μm, ali je još uvijek imala 5 % čestica iznad 25 μm. U četvrtom pokusu, temperatura prvog, drugog i petog valjka je snižena za 1 °C, trećeg povećana za 5 °C, a četvrtog nepromijenjena u odnosu na treći pokus. Također, u odnosu na treći pokus tlak između prvog i drugog valjka je smanjen, a između trećeg i četvrtog valjka povećan. Valcanje prema postavljenim parametrima nije dalo rezultate u smislu smanjenja broja čestica iznad 25 μm, ali je postignuta manja raspršenost čestica po veličini (Slika 12).

6. ZAKLJUČCI

Na osnovi provedenih istraživanja i dobivenih rezultata mogu se izvesti sljedeći zaključci:

- praćenje i korekcija veličine čestica nije važno za proizvodnju čokolade dobrih senzorskih svojstava i viskoznosti
- na veličinu čestica se može utjecati tijekom valcanja čokoladne mase
- parametri valcanja tijekom proizvodnje čokolade trebaju se podešavati posredstvom mjerenja veličine čestica čokoladnog mliva
- snižavanjem temperature prvog, drugog i petog valjka i povišenjem temperature trećeg valjka, dobila se bolja raspodjela po veličini čestica čokoladne mase
- sniženje tlaka između prvog i drugog valjka, te povećanjem između trećeg i četvrtog i valjka rezultirao je boljom raspodjelom po veličini čestica čokoladne mase
- končiranjem koje slijedi nakon valcanja, čestice čokoladnog mliva ne bi se dodatno usitnile, nego bi se oštri bridovi nekih čestica samo zaoblili, tako da bi proizvedena čokolada imala finu strukturu i dobru topivost u ustima

7. LITERATURA

1. Belščak - Cvitanović, A.; Komes, D.; Božanić, R. (2009) *Mlijeko u prahu kao sirovina za proizvodnju mliječne čokolade*, Hrvatski časopis za prehrambenu tehnologiju,biotehnologiju i nutricionizam, Zagreb: HDPBN
2. Cerle, B. (2016) *Temperiranje čokoladne mase.* Završni rad. Karlovac: Veleučilište u Karlovcu
3. Goldoni, L. (2004) *Tehnologija konditorskih proizvoda-kakao i čokolada*, Zagreb: Kuglerd.o.o
4. Narodne novine (2007) *Pravilnik o ugušćenom (kondenziranom) mlijeku i mlijeku u prahu. Zagreb*: Narodne novine br. 80/07
5. Šimunac, D. (2002) *Čokolada uvijek tako dobra*, Zagreb: Grafem

Internet izvori:

1. Anonymous _1: https://www.scribd.com/doc/211883349/1-Priprema-Kakao-Zrna-DRAGANA-MIRZA 9.5.2017.
2. Anonymous_2: https://www.scribd.com/doc/211883349/1-Priprema-Kakao-Zrna-DRAGANA-MIRZA 9.5.2017.
3. Anonymous _ 3: http://www.index.hr/images2/fitkakao.jpg11.5. 2017.
4. Osnove tehnologije proizvodnje čokolade i analiza rizika i kritične kontrolne točke (2016) http://docslide.net/documents/-osnovi–tehnologije-proizvodnje-cokolade-i-analiza-rizika-i-kriticne-kontrolne-tacke-558446098341f.html15.5.2017.
5. Proizvodnja čokolade (2013.),http://documents.tips/documents/proizvodnja-cokolade-55cb7ad18760b.html 15.5. 2017.
6. Čokolada (2011). http://www.tehnologijahrane.com/enciklopedija/cokolada14.5.2017.

Popis slika:

Slika 1. Fermentacija slaganjem kakao zrna na gomile i fermentacija u sanduku

Slika 2. Sušenje fermentiranog kakaovog zrna na suncu

Slika 3. Kakao u prahu i pržena kakaova zrna

Slika 4. Prikaz tehnoloških operacija pri izradi čokoladne mase

Slika 5. Petovaljak

Slika 6. Izgled konče izvana i iznutra

Slika 7. Electronicoutsidemicrometar

Slika 8. Veličina čestica i raspršenost veličine čestica prije valcanja

Slika 9. Veličina čestica i raspršenost veličine čestica nakon valcanja 1

Slika 10. Veličina čestica i raspršenost veličine čestica nakon valcanja 2

Slika 11. Veličina čestica i raspršenost veličine čestica nakon valcanja 3

Slika 12. Veličina čestica i raspršenost veličine čestica nakon valcanja 4

Popis tablica:

Tablica 1. Šest polimorfnih oblika kakao maslaca

Tablica 2. Tehnički parametri valcanja mliječne čokoladne mase

Tablica 3. Veličina čestica čokoladne mase, mjerena prije valcanjai tijekom valcanja

IZJAVA O AUTORSTVU RADA

Ja, **Marko Grčić**, pod punom moralnom, materijalnom i kaznenom odgovornošću, izjavljujem da sam isključivi autor završnog/diplomskog rada pod naslovom **Praćenje veličine čestica čokoladne mase tijekom usitnjavanja,** te da u navedenom radu nisu na nedozvoljen način korišteni dijelovi tuđih radova.

U Požegi,_____.

Ime i prezime studenta

Marko Grčić

_____