



Marika Kyötikki

Vegaanisen leivoksen suklaakuorurutteen tuotekehitys

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Bio- ja kemiantekniikka

Insinöörityö

7.11.2024

Tiivistelmä

Tekijä: Marika Kyötikki
Otsikko: Vegaanisen leivoksen suklaakuorrutteen tuotekehitys
Sivumäärä: 38 sivua
Aika: 7.11.2024

Tutkinto: Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma: Bio- ja kemiantekniikka
Ammatillinen pääaine: Bio- ja elintarviketekniikka
Ohjaajat: Lehtori Pia-Tuulia Laine
Leipomopäällikkö Minna Rajatammi

Insinööriyön tavoitteena oli kehittää Patisserie Teemu Auran vegaanisten suklaa-mousseleivosten kuorrutteen reseptiä siten, että suklaakuorrute pysyisi halkeilematta ja irtoamatta leivoksen pinnassa.

Työssä selvitettiin suklaan ruiskumaalauksen teoriaa ja valmiiden spraykuorrutteen ainesosia, joiden pohjalta tehtiin viisi leivosten testierää. Suklaamaaliin lisättiin soijalesitiiniä 0,25 ja 0,5 m-% emulgointiaineeksi ja kasviöljyä 15 m-% pehmentämään maalia. Kahden ensimmäisen testierän näytteitä säilytettiin vaihtolämpökaapissa olosuhteissa RH 75 %, 27 °C. Ensimmäinen erä oli kaapissa kaksi tuntia ja toinen erä yhden tunnin. Kolmannen ja neljännen testierän näytteitä säilytettiin vaihtolämpökaapissa olosuhteissa RH 80 % ja 30 °C. Kolmannen erän näytteet olivat kaapissa 1,5 tuntia ja neljännen erän näytteet yhden tunnin. Tällä yritettiin replikoida olosuhteita, jotka saavat leivoksen kuorrutteen irtoamaan. Koska maalia ei saatu irtoamaan testeissä leivoksen pinnasta, viimeinen erä lähti suoraan toimitusketjuun testattavaksi. Suklaamaalinäytteistä ja leivokseen käytettävästä moussesta mitattiin veden aktiivisuus. Lisäksi suklaamaalinäytteistä otettiin valomikroskooppikuvat.

Kaikki kuorrutetestit olivat ulkonäöltä halutunlaisia. Tuotantoketjuun lähetetty versio otettiin tuotantoon testiin ja sen koettiin toimivan paremmin, kuin aikaisemmin tuotannossa ollut resepti. Soijalesitiini laski hieman veden aktiivisuutta suklaamaalissa a_w 0,285, kun taas öljy nosti veden aktiivisuutta huomattavasti, a_w 0,476. Vertailumaalin a_w oli 0,304. Pelkkä soijalesitiinin lisäys ei muuttanut maalin ulkonäköä tai rakennetta mikroskooppikuvissa havaittavaksi, toisin kuin öljyn lisäys, joka muutti maalin ulkonäköä mikroskooppilla havaittavaksi. Öljy rikkoi suklaamaalin tiivistä pyöreää muotoa. Muutos ei ollut kuitenkaan nähtävissä paljaalla silmällä.

Työssä ei päästy täydelliseen lopputulokseen, sillä tuotannon kiireiden takia uutta kuorrutetta ei päästy vertailemaan kunnolla vanhan kuorrutteen kanssa. Näin ollen ei voida todistaa, toimiiko kuorrute paremmin. Siitä huolimatta työ toi uutta tietoa suklaamaalin käyttäytymisestä sekä hyvän pohjan maalin jatkokehitykselle.

Avainsanat: suklaamaali, suklaakuorrute, soijalesitiini, ruiskumaali

Tämän opinnäytetyön alkuperä on tarkastettu Turnitin Originality Check -ohjelmalla.

Abstract

Author: Marika Kyötikki
Title: Product Development of a Chocolate Coating for a Vegan Pastry
Number of Pages: 38 pages
Date: 7 November 2024

Degree: Bachelor of Engineering
Degree Programme: Biotechnology and Chemical Engineering
Professional Major: Biotechnology and Food Engineering
Supervisors: Pia-Tuulia Laine, Senior Lecturer
Minna Rajatammi, Head of Bakery

The aim of the engineering thesis was to develop a recipe for the coating of Patisserie Teemu Aura's vegan chocolate mousse pastries so that the chocolate coating would stay on the surface of the pastry without cracking or peeling.

The thesis project involved researching the theory of chocolate spray painting and the ingredients of ready-made spray coatings leading to the development of five test batches of pastries. Soy lecithin 0.25 and 0.5 m-% was added to the paint as an emulsifier and vegetable oil (15 m-%) was added to soften the paint. The samples of the first two test batches were stored in a retarder prover cabinet under the condition of RH 75% at 27 °C. The first batch was in the cabinet for 2 h and the second batch for 1 h. The samples of the third and fourth test batches were kept in a retarder prover cabinet under the condition of RH 80% at 30 °C. The samples of the third batch were in the cabinet for 1.5 h and the samples of the fourth batch for 1 h. This was an attempt to replicate the conditions that cause the pastry coating to peel. As the coating would not peel off the surface of the pastry during the tests, the last batch was sent directly to the delivery chain for testing.

The version sent to the delivery chain was tested in production and was found to work better than the recipe previously in production. Soy lecithin slightly decreased the water activity in the chocolate coating a_w 0.285, while oil significantly increased it a_w 0.476. The reference paint had an a_w of 0.304. The addition of soy lecithin alone did not change the appearance or structure of the paint as observed under the microscope, unlike the addition of oil, which changed the appearance of the paint as observed under the microscope. The oil broke the compact round shape of the chocolate paint. However, the change was not visible to the naked eye.

Thesis project did not achieve a perfect outcome, as the new coating was not compared properly with the old one due to the tight production schedule. It is therefore not possible to prove whether the coating improved. Nevertheless, the project provided new information on the behaviour of the chocolate coating as well as a good basis for further development of the coating.

Keywords: Chocolate paint, Chocolate coating, Soy lecithin, Spray paint

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Tyypillisimmät leivokset ja kuorrutteen	2
2.1	Kuorrutetut leivokset ja niiden raaka-aineet	2
2.1.1	Eläinperäiset raaka-aineet	4
2.1.2	Vegaaniset raaka-aineet	4
2.2	Kuorrutteen	4
2.2.1	Pomada	4
2.2.2	Ganache	5
2.2.3	Mirror Glaze	5
2.2.4	Ruiskumaalattu kuorrute	5
2.2.5	Valmiit samettikuorrutteen	8
3	Suklaakuorrutteen tärkeimmät raaka-aineet ja lisäaineet	9
3.1	Suklaa	9
3.2	Kasviöljyt	11
3.3	Emulgointiaineet	12
4	Materiaalit ja menetelmät	13
4.1	Suklaamousse-leivos	13
4.2	Laboratoriotutkimukset	16
4.2.1	Mikroskooppikuvaus	16
4.2.2	Veden aktiivisuus	17
4.3	Suklaamaalin reseptitestaukset	18
4.3.1	Ensimmäinen ja toinen testierä	20
4.3.2	Kolmas ja neljäs testierä	21
4.3.3	Viimeinen testierä	22
5	Tulokset ja tulosten tarkastelu	22
5.1	Lähtötilanne	22
5.2	Mikroskooppikuvaus	24
5.3	Veden aktiivisuus	25
5.4	Testileivokset	26
5.4.1	Emulgointiaineen lisäyksen vaikutukset, testierä 1	26

5.4.2	Vaihtuvien olosuhteiden vaikutukset, testierät 2, 3 ja 4	27
5.4.3	Testit oikeiden olosuhteiden löytämiseen, testierä 3 ja 4	30
5.4.4	Käytännön testi, viides testierä	30
5.4.5	Lopputulos	32
6	Yhteenveto	33
	Lähteet	36

1 Johdanto

Patisserie Teemu Aura on 2011 perustettu leipomoalan yritys Helsingissä [1]. Yritys tekee sekä leipomo- että konditoriatuotteita. Yrityksellä on tuotantotilat Itä-Helsingissä ja kolme kahvilaa Helsingin alueella. Patisserie Teemu Auran tuotteisiin kuuluvat leivät, pullat, croissantit sekä kakut ja leivokset. Tuotteita toimitetaan yrityksen omien kahviloiden lisäksi jälleenmyyjille ja yritysasiakkaille sekä yksityisille kuluttajille. Asiakas voi noutaa tilatut tuotteet tuotantotiloista tai kahviloista, tai tilaukselle on mahdollista valita kotiinkuljetus. Tuotteiden on siis oltava korkealaatuisia ja reseptien luotettavia muuttuvissa olosuhteissa, jotta tuote olisi asiakkaalle saapuessa yhtä kaunis ja maistuva kuin tuotannossa valmistuessaan.

Vaikka nykypäivänä monet työt teollisuudessa, ja siten myös elintarviketeollisuudessa on koneellistettu, käsityötä ja ammattitaitoa arvostetaan. Käsien elintarvikkeita tehdessä pienessä mittakaavassa ollaan kuitenkin alttiimpia sääolosuhteiden vaikutuksille, kuin isoissa tuotantolaitoksissa, joissa on tarkkaan säädellyt olosuhteet. Leipomotuotteisiin ja niiden raaka-aineisiin voi vaikuttaa lämpötila ja ilmankosteus, jolloin resepti, joka toimii talvella, ei välttämättä toimi kesällä korkeasta ilmankosteudesta tai lämpötilasta johtuen.

Tässä opinnäytetyössä tavoitteena oli kehittää Patisserie Teemu Auran vegaanisten leivosten suklaakuorrutteen reseptiä niin, että kesän tuomat kuumat ja kosteat olosuhteet eivät aiheuttaisi ongelmia. Nykyinen resepti ei ole toiminut kesällä, ja vegaanisten leivosten koristelua on pitänyt muuttaa kuumimpien ja kosteimpien kuukausien ajaksi. Leivosten pintaan ruiskumaalataan ohut suklaakerros. Kesällä kerros ei kiinnity leivokseen kunnolla ja lähtee irtoilemaan. Kesäisin leivokset on tämän ongelman vuoksi glaseerattu hyytyvällä suklaakuorrutuksella, mirror glazella. Sen lisäksi, että muutettu koristelu ei ole alkuperäisen konseptin mukainen, se on myös työläämpi, joten leivosten myyntikate jää kesällä pienemmäksi. Kesä on konditorian sesonkiaikaa, joten yritykselle olisi rahallista hyötyä siitä, että koristelu voitaisiin pitää samanlaisena vuodenajasta

riippumatta. Lisäksi kasviperäisen ruokavalion suosio on ollut jo useamman vuoden kasvussa Suomessa, joten yritykselle on eduksi, että valikoimasta löytyy hyviä, laadukkaita ja kauniita vegaanituotteita [2].

Suklaakuorrutteen reseptiä on aikaisemmin yritetty kehittää tuloksetta toimivammaksi muuttamalla raaka-aineiden suhteita, joten tässä työssä keskitytään muihin mahdollisiin ratkaisuihin. Tarkoituksena oli vertailla nykyisen reseptin raaka-aineita muiden vastaavien leivosten ja valmiiden kuorrutteen ainesosaluetteloihin sekä hyödyntää aiheeseen liittyviä teorialähteitä. Teorialöydösten pohjalta kehitettiin reseptiä käytännössä. Tavoitteena oli saada tasalaatuinen ja toimiva vegaanikuorrute.

2 Tyypillisimmät leivokset ja kuorrutteen

Leivos on makea yhden annoksen kokoinen leivonnainen. Leivoksia on monenlaisia, ja niiden sisältö ja ulkonäkö voi vaihdella suuresti. Leipomoissa ja tuotantolaitoksissa on kuitenkin tärkeää, että lähes identtisiä leivoksia voidaan valmistaa jouheasti suuri määrä.

2.1 Kuorrutetut leivokset ja niiden raaka-aineet

Perinteisiä kuorrutettuja leivoksia ovat muun muassa napoleonileivokset, aleksanterinleivokset, mazariinit ja bébé-leivokset. Napoleonileivos on toiselta nimeltään tuhatlehtileivos. Se tehdään voitaikinasta ja täytetään vaniljakreemillä. Aleksanterinleivos valmistetaan murotaikinalevyistä, joiden välissä on vadelmähilloa. Suomessa Aleksanterinleivos sekä Napoleon-leivos kuorrutetaan yleensä vaaleanpunaisella sokerikuorrutteella, pomadalla. Sekä mazariini että bébé-leivos ovat myös murotaikinapohjaisia, mazariinissa on mantelitäyte ja hillösydän, kun taas bébé-leivokset ovat täytetty voikreemillä. Molemmat kuorrutetaan pomadalla. [3.] Perinteisissä leivoksissa raaka-aineina pääosassa ovat voi, vehnäjauho ja sokeri. Kuvassa 1 näkyy halkileikattu mazariinileivos.



Kuva 1. Mazariinileivos, joka on kuorrutettu pomadalla.

Nykypäivänä, kun raaka-aineita on saatavilla laajemmin ja helpommin, on erilaisten leivosten määrä moninkertaistunut. Leivokset voi karkeasti jakaa hyydytettyihin, täytekakkumaisiin ja torttumaisiin leivoksiin. Hyydytetyissä leivoksissa pääosassa on hyydytetty massa, esim. mousse tai juustokakkumassa. Niissä voidaan hyödyntää erilaisia muotteja, joilla leivoksille saa erilaisia muotoja. Hyydykeaineena yleensä käytetään liivatetta tai suklaata.

Täytekakkumaisissa leivoksissa kakkupohja ja täyte kootaan kerroksittain päällekkäin. Kerroksittain rakennetut leivokset ovat useimmiten neliskanttisia. Torttumaisissa leivoksissa on piirakkamaiseen tyyliin murotaikinapohja, jonka päällä on täyte. Bébét ja mazariinit ovat torttumaisia leivoksia, ja napoleonileivos on täytekakkumainen leivos. Aleksanterinleivos asettuu näiden väliin, sillä leivos kootaan kerroksittain, mutta pohja muistuttaa enemmän torttua.

2.1.1 Eläinperäiset raaka-aineet

Leivonnassa on perinteisesti käytetty eläinperäisiä raaka-aineita, muun muassa voita, kermaa, kananmunia ja liivatetta.

Liivate on proteiinipitoinen kollageenista johdettu hyytelöimisaine, joka valmistetaan eläinten, kuten sian tai naudan luista, rustosta ja nahasta. Liivatteella on bloom-arvo, joka määrittää liivatteen voimakkuuden mitä korkeampi bloom-arvo, sen vahvempaa liivate on. Bloom-arvo määritetään painamalla mäntä 10-asteiseen geeliin, jossa on 6,67 % liivatetta. Bloom-arvo on se grammamäärä, jonka mäntä tarvitsee painaakseen geeliä 4 mm alaspäin rikkomatta sen pintaa. Bloom-arvo on yleensä 30–300 Bloom. [4.]

2.1.2 Vegaaniset raaka-aineet

Nykyään vegaanisen ruokavalion suosion nousussa eläinperäisille raaka-aineille on kehitetty kasviperäisiä korvaajia. Margariini on ollut jo 1900-luvun puolivälistä yleinen raaka-aine suomalaisten kulutuksessa voion tilalla [5]. Suomessa margariini saa sisältää enintään 3 % maitorasvaa, joten vegaanisia tuotteita valmistettaessa on tärkeää valita margariini, joka sisältää vain kasvirasvoja. [6.] Kerman tilalle ovat tulleet kaura-, soija- tai muut kasvipohjaiset kasvirasvasekoitteet. Vegaanisista hyydykeaineista yleisin on agar, joka on punalevien soluseinissä esiintyvä polysakkaridi [7].

2.2 Kuorrutteet

2.2.1 Pomada

Pomada on yleensä vaaleanpunainen tai valkoinen sokerikuorrute. Se valmistetaan sokerista, vedestä ja glukoosisiirapista keittämällä ja vatkaamalla kuohkeaksi. Glukoosisiirappi valmistetaan hajottamalla tärkkelystä entsyymikäsittelyllä pienemmiksi sokerimolekyyleiksi. Glukoosisiirappi estää sokeria kiteytymästä, joten glukoosisiirappi ja vatkaaminen luovat pomadaan sileän, mutta kuitenkin

fudgemaisen lohkeavan koostumuksen. [8]. Kuorrutus pomadalla tapahtuu, kun pomada on lämmintä, noin 40 °C. Pomada kovettuu leivoksen päälle kovaksi, kiiltäväksi ja lohkeavaksi kuorrutteeksi.

2.2.2 Ganache

Ganache on yksinkertaisimmillaan kerman ja suklaan yhdistelmä. Lämpimänä ganache on öljy-vedessä emulsio. Jäähdyessään se muuttuu kaksijakoiseksi rakenteeksi, jossa vesi- ja rasvaverkostot ovat kietoutuneet toisiinsa. Se keksittiin ranskassa 1850-luvulla. Ganachea voidaan käyttää kuorrutteen lisäksi myös täyteenä. Ganache on lämpimänä juoksevaa ja jähmettyy jäähtyessään. Ganachen koostumus riippuu kerman ja suklaan suhteesta sekä käytetystä suklaasta. [9.]

2.2.3 Mirror Glaze

Mirror Glaze on hyydytetty kiiltäväpintainen kuorrute. Se valmistetaan yleensä liivateesta, vedestä, valkoisesta suklaasta, kondensoidusta maidosta ja soke-rista. Liivatteen tilalla voidaan käyttää esimerkiksi agaria ja kondensoidun maidon tilalla kermaa. Mirror Glaze hyytyy hieman geelimäiseksi, mutta kuitenkin pehmeäksi kuorrutteeksi. [10.]

2.2.4 Ruiskumaalattu kuorrute

Ruiskumaalaamisessa nestemäinen aine hajotetaan pieniksi pisaroiksi, ja levitetään paineilman avulla maalattavalle pinnalle [11, s. 12–15]. Kuvassa 2 näkyy suklaamaalia ruiskumaalattuna leivinpaperille. Koska leivinpaperi ei ole kylmä, maali ei jähmety heti eikä anna samanlaista efektiä, kuin suklaamaali kylmälle pinnalle maalattuna.



Kuva 2. Suklaamaalin maalausjälki leivinpaperille.

Maalaaminen tapahtuu ruiskupistoolilla. Maalaamiseen voidaan käyttää täysin samanlaista ruiskupistoolia, kuin muussakin maalaamisessa, kunhan maaliruiskussa käytetyt materiaalit ovat elintarvikekelpoisia. Pistoolin tärkeimmät osat ovat maalineula ja hajotuspää. Hajotuspää muodostaa nestevirran ja pyörteen, joka hajottaa maalin pisaroiksi. [10, s. 12–15.]

Maalin pisaroiden kokoon, ja siten lopputulokseen vaikuttaa maalin paksuus ja viskositeetti. Ohut ja matalaviskoosinen maali muodostaa pienempiä pisaroita kuin paksu ja korkeaviskoosinen maali. [10, s. 12–15.] Viskositeetti on nesteen ominaisuus, joka kuvaa nesteen virtausvastusta. Sitä käytetään kuvaamaan nesteen laatua, sillä se vaikuttaa nesteen ominaisuuksiin. Nestemäinen suklaa tarvitsee huomattavaa voimaa lähteäkseen virtaamaan, ja mitä korkeampi voima, sitä ohuemmaksi se muuttuu. Suklaan viskositeetti muuttuu siis sen mukaan, mitä nopeammin suklaa virtaa. [11.]

Suklaan ruiskumaalaus kehitettiin 1963 ja sitä on hyödynnetty laajalti sen jälkeen suklaan käsittelyssä, sillä ruiskumaalaus antaa suklaalle ainutlaatuisen

samettisen tekstuurin. Suklaan ruiskumaalaukseen voidaan hyödyntää leivosten kuorruttamisessa, mutta suklaan ruiskumaalauksella voidaan antaa samettinen pinta myös suklaakonvehdeille tai suklaaveistoksille. Samettinen tekstuuri syntyy, kun nestemäistä suklaa-kaakaovoiseosta ruiskutetaan kylmälle pinnalle. Tämä tekniikka muodostaa kaakaovoin kiteistä ohuen kerroksen, jolla on matalampi sulamispiste, kuin yleisesti temperoidulla suklaalla. Vaikka sulamispiste on eri, samettisuklaassa kaakaovoin kiteet ovat samassa polymorfisessa muodossa kuin temperoidulla suklaalla. Samettisuklaalla kaakaovoin kiteiden koko on pienempi kuin normaalisti suklaalla. Normaalisti suklaassa kaakaovoin kiteiden koko on noin 52 nm ja samettisuklaassa kiteiden koko on arvioitu 37 nm. Samettisuklaa koostuu halkaisijaltaan noin 30–50 µm:in partikkeleiden kokonaisuuksista. Pyöreän muodon partikkelit saavat nopean jäähtymisen vuoksi. Tämän takia tärkeä osa suklaan sametoitumista on ruiskumaalattavan kohteen, eli leivoksen, konvehdin tai muun suklaalla kuorrutettavan tuotteen viileä lämpötila. Tuotteen tarkalla lämpötilalla ei ole kuitenkaan vaikutusta lopputulokseen. Parhaat tulokset suklaan sametoitumiselle saadaan ruiskuttamalla suklaa tuotteeseen, jonka lämpötila on alle 12 °C. Jos lämpötila on yli 16 °C, samettisuklaata ei synny. [12.] Leivosten lämpötilan tulisi olla –18 °C, oikeanlaisen kiteytymisen aikaansaamiseksi. Tuotteen lämpötilan lisäksi suklaamaalin lämpötila on tärkeä. Suklaamaalin lämpötila tulisi olla yli 45 °C, sillä sitä viileämpi maali kiteytyy liian nopeasti, mikä voi johtaa suklaamaalin irtoamiseen [13].

Kuorrute saattaa lähteä myös halkeilemaan. Liian paksun kuorrutteen halkeilu voi johtua lämpölaajenemisesta [14]. Koska leivos tulee maalata -18 °C:n lämpötilassa, leivoksen lämpötila nousee maalaamisen jälkeen leivoksen sulaessa, mikä johtaa lämpölaajenemiseen. Suklaakuorrute ei laajene samassa suhteessa, joten se lähtee halkeilemaan. Kun kuorrutetta on ruiskumaalattu ohut kerros, on suklaapisaroiden välissä tilaa laajeta eikä halkeilua tapahdu.

Ruiskumaalamalla kuorrutettujen tuotteiden tulisi olla pinnalta kuivia, sillä myös kosteus voi aiheuttaa kuorrutteen irtoamisen [13]. Vesi muuttaa suklaan ominaisuuksia, sillä sokeripartikkelit tarrautuvat toisiinsa. Vesi nestemäisessä

suklaassa jäykistää sen, kun taas kiinteään suklaan vesi tekee murenevaksi.

[12.]

2.2.5 Valmiit samettikuorrutteen

Valmiita kuorrutteita myydään aerosolipulloissa. Valmis kuorrute aerosolipullossa antaa samanlaisen samettisen pinnan, kuin ruiskumaalaus. Suurin osa valmiista kuorrutteista ei sisällä ollenkaan suklaata, vaan kuorrute koostuu pelkästään kaakaorasvasta. Kuorrutteet sisältävät kaakaorasvan lisäksi väriaineita ja ponnekaasuja, joiden avulla maali tulee pullosta ulos aerosolina. Ponnekaasuina yleisimmin toimii butaani, isobutaani ja propaani. Väriaineina ruskeissa maaleissa on käytetty kalsiumkarbonaattia, tartratsiinia, atsorubiinia ja briljantinsinistä. [15; 16; 17]. Valmiita kuorrutteita saa monessa eri värissä, joten valmiiden kuorrutteiden sisältämät väriaineet vaihtelevat kuorrutteen värin mukaan. Taulukkoon 1. on kerätty valmiiden samettikuorrutteiden ainesosat.

Taulukko 1. Valmiiden aerosolipulloissa myytävien kuorrutteiden sisällöt [15; 16; 17; 18; 19; 20; 21; 22]. Ainesosien väriaineet riippuvat kuorrutteen väristä. Jos ponnekaasuja ei ole erikseen listattu, ponnekaasuina ovat butaani, isobutaani ja propaani.

Kuorrute	Valmistusmaa	Ainesosat
Fun Cakes Velvet Spray	Alankomaat	Kaakaovoi, värit, ponnekaasut
SweetArt Cocoa Butter Velvet Spray	Saksa	Kaakaovoi, värit, ponnekaasut
Martellato Velvet spray	Italia	Kaakaovoi, värit, ponnekaasut
Déco Relief Velvet Spray	Ranska	Kaakaovoi, värit, ponnekaasut
Déco Relief Perlé Velours	Ranska	Sokeri, hydrogenoitu kasviöljy, vähärasvainen kaakaojauhe, emulgointiaine (soijalesitiini), stabilointiaine (sorbitaanitristearaatti), värit, ponnekaasu (butaani)

Kuorrute	Valmistusmaa	Ainesosat
PME Cake Cocoa Velvet Butter spray	Iso-Britannia	Ponnekaasut, kaakaovoi, värit
Cake-Masters Velvet Spray	Saksa	Kaakaovoi, ponnekaasut, auringonkukkaöljy, väri
Food Colours Velvet spray	Puola	Ponnekaasut, kaakaovoi, valkoinen suklaa (sokeri, kaakaovoi, maito, emulgointiaine (aurionkukkalesitiini), vanilja-aromi, värit, kasviöljy, emulgointiaine (soijalesitiini), hapettumisenestoaine (rosmariiniuute)

Kuorrutteita, jotka koostuvat muustakin, kuin kaakaorasvasta, löytyy vähän. Puolalaisen Food Colours -yrityksen valmistama Velvet Spray -kuorrute sisältää ponnekaasuja, kaakaovoita, valkoista suklaata, kasviöljyä, emulgointiainetta, väriaineita ja hapettumisenestoainetta. Emulgointiaine vaihtelee kuorrutteen värin mukaan. Osassa kuorrutteista on käytetty polyglyserolipolyrisiinolaattia ja osassa soijalesitiiniä [22.] Lisäksi ranskalaiselta Déco Relief -yrityksellä on vanhempi versio Velvet Spray -kuorrutteesta, jonka valmistus on lopetettu. Kuorrutteen ainesosat ovat sokeri, kasviöljy, kaakaojauhe emulgointiaine (soijalesitiini), stabilointiaine (sorbitaanitristearaatti), väriaineet ja ponnekaasu (butaani). [19.] Vain Food Coloursin spray sisälsi valkoista suklaata, eikä yksikään valmis kuorrute sisältänyt ollenkaan tummaa suklaata. Yksi syy tähän voi olla se, että suklaan tuoma ruskea väri rajoittaa kuorrutteiden värjäämistä, eikä valmiita kuorrutteita voisi valmistaa niin monessa värissä.

3 Suklaakuorrutteiden tärkeimmät raaka-aineet ja lisäaineet

3.1 Suklaa

Suklaan pääraaka-aineet ovat kaakaomassa, kaakaovoi ja sokeri. Maitosuklaa sisältää näiden lisäksi myös maitoa. Suklaa on oivallinen raaka-aine jälkiruuissa ja makeisissa, sillä kaakaovoi on kiinteää huoneenlämmössä, mutta sulaa yli 25 °C:ssa. Tämän vuoksi suklaa vapauttaa makunsa syödessä, kun se sulaa

sileäksi nesteeksi suussa. Suklaan nopean sulamisen aiheuttaa sen rasvahappokoostumus. 95 % suklaan rasvahapoista koostuu öljyhaposta, palmitiinihaposta ja steariinihaposta. [12.]

Valkoinen suklaa valmistetaan sokerista, maidosta ja kaakaovoista. Valkoisessa suklaassa ei siis ole ollenkaan kaakaomassaa. Valkoista suklaata hyödynnetään monissa suklaatuotteissa ja leivonnaisissa, sillä sitä voidaan työstää samoin, kun tummaa- ja maitosuklaata, mutta koska sillä ei ole kaakaomassan antamaa ruskeaa väriä, sitä voidaan värjätä rasvaliukoisilla elintarvikeväreillä. Kaakaomassan sisältämät antioksidantit toimivat kuitenkin suklaassa säilöntäaineina, joten valkoinen suklaa pilaantuu tummaa- ja maitosuklaata nopeammin. Valkoinen suklaa on myös pehmeämpää kuin tummasuklaa ja sulaa alhaisemmassa lämmössä. Tämän takia valkoinen suklaa on tärkeää pakata ja säilyttää valolta suojattuna. [12, s. 8–9.]

Kaakaovoin molekyylit voivat muodostaa kuusi erilaista polymorfista kidemuotoa, joita nimitetään yleisesti I–VI-muodoiksi. Muoto V on yleisesti halutuim suklaateollisuudessa, sillä siinä muodossa suklaalla on haluttu sulamispiste, tekstuuri ja suutuntuma. [5.] Kidemuodot saadaan halutunlaiseksi suklaan temperoinnilla. Temperointi tarkoittaa suklaan lämmittämistä ja jäädyttämistä tiettyihin lämpötiloihin. Taulukossa 2 on esitetty suklaan kaikki polymorfiset muodot ja niiden ominaisuudet.

Taulukko 2. Suklaan polymorfiset kidemuodot, ja niiden ominaisuudet ja kuvaukset [23].

Polymorfinen muoto	Sulamispiste	Kuvaus	Tuotantotapa
I	17,3 °C	Pehmeä ja mureneva. Huomattavia rasvakukintoja.	Sulanut suklaa jäädytetään nopeasti, esim. pakkasessa
II	23,3 °C	Pehmeä ja mureneva. Huomattavia rasvakukintoja.	Sulanut suklaa jäähtyy 2 °C minuutissa. I muodon kristallit muuttuvat II muodoksi pakkasessa ajan kanssa.

Polymorfinen muoto	Sulamispiste	Kuvaus	Tuotantotapa
III	25,5 °C	Luja, mutta ei nap-sahda halkaistessa. Jonkin verran rasvakukintoja.	Sulanut suklaa jäädytetään 5–10 °C:ssa. II muoto muuttuu kolmosmuodoksi matalassa, yli 0 °C:n säilytyslämpötilassa.
IV	27,3 °C	Luja, mutta ei nap-sahda halkaistessa. Jonkin verran rasvakukintoja.	Sulanut suklaa jäähmettyy huoneenlämmössä. III muoto muuttuu IV muodoksi huoneenlämmössä säilyttäessä.
V	33,8 °C	Kiiltävää, sileää, nap-sahtavaa ja sukkaa suussa.	Sulanut suklaa temperoidaan hitaasti huoneenlämmössä.
VI	36,3 °C	Kovaa, hitaasti suussa sulavaa, jonkin verran rasvakukintoja.	Ei muodostu suoraan sulasta suklaasta. Muodostuu, kun temperoitua suklaata säilytetään vähintään neljä kuukautta.

3.2 Kasviöljyt

Kasviöljyt ovat rasvoja, joita saadaan siemenistä, pähkinöistä ja muista kasvin osista. Kasviöljyt ovat yleisesti nestemäisiä huoneenlämmössä. Kasviperaisiä rasvoja, jotka ovat kiinteitä huoneenlämmössä, nimitetään kasvirasvoiksi. Siksi kaakaovoi, joka on huoneenlämmössä kiinteä, ei ole kasviöljy, vaikka onkin kasviperäinen rasva. [24.] Kaakaovoi eroaa kasviöljyistä myös tyydyttyneiden rasvojen määrässä. Kaakaovoi sisältää enemmän tyydyttyneitä rasvoja kuin kasviöljyt yleensä. [25.]

Koska kasviöljyt ovat huoneenlämmössä nestemäisiä, ne pehmentävät kuorutteita, jotka ovat suurimmalta osin suklaata tai kaakaovoita. Kasviöljyt vähentävät suklaan haurautta sen kiteytyessä ja näin estävät suklaakuorutetta halkeilemasta. Hyvä määrä öljyä on 15 % suklaan määrästä. Öljyn tulisi kuitenkin olla neutraalin makuista, ettei se vaikuta lopputuotteen makuun liikaa. Hyviä kasviöljyjä kuorutteissa ovat mm. auringonkukkaöljy tai rypäleensiemenoily. [26.]

3.3 Emulgointiaineet

Emulgointiaineet vähentävät pintajännitystä kahden aineen välillä, jotka eivät luontaisesti sekoitu toisiinsa, esim. rasva ja vesi. Emulgointiaineet ovat pinta-aktiivisia aineita, joita tehdään syötävistä rasvoista. Emulgointiaineita saadaan niin eläinperäisistä kuin kasvipärisistä lähteistä. [27, s. 36.] Emulgointiaineissa on lipofiilinen, eli rasvaan hakeutuva ja lipofobinen, rasvaa välttelevä pää. Koska suklaassa vettä on erittäin vähän, emulgointiaineet kiinnittyvät lipofobisella päällä suklaan sisältämään sokeriin ja auttavat rasvaa ympäröimään lipofobiset sokeripartikkelit. [12, s. 93.]

Suklaassa yleisimmin käytetyt emulgointiaineet ovat lesitiinit (E322). Lesitiini alentaa suklaan viskositeettia ja auttaa suklaata säilyttämään ominaisuutensa paremmin kosteissakin olosuhteissa. Liika lesitiini kuitenkin haittaa suklaan virtausominaisuuksia. Jo 0,1–0,3 %:n lisäys soijalesitiiniä kaakaovoin painosta alentaa suklaan viskositeettia, kun taas yli 0,5 %:n lisäys vaikuttaa suklaan virtausominaisuuksiin haitallisesti. Mitä enemmän suklaaseen lisätään lesitiiniä, sitä korkeammaksi nousee jännitys, joka tarvitaan suklaan virtaamisen käynnistämiseksi, vaikka sen plastinen viskositeetti laskee. Hyvä määrä lesitiiniä on siis jossain näiden pitoisuuksien välillä. Kun lesitiiniä on yli 0,5 %, lesitiini voi alkaa kiinnittyä itseensä tai muodostaa kaksoiskerroksen sokeripartikkelin ympärille muodostaen misellin, jonka uloin kerros on lipofobinen. Nämä misellit estävät suklaan virtausta. [12, s. 94–95.]

Lesitiinit koostuvat fosfolipideistä, tarkemmin koliinista ja kephaliinista, joita löytyy kasvipärisistä lähteistä kuten öljysiemenistä, sekä eläinperäisistä lähteistä kuten munankeltuaisesta ja maidosta. Kasvipärisiä lesitiinejä saadaan kasviöljyjen tuotannon sivutuotteena. Sivutuotteena syntynyt lesitiini ei ole sellaisenaan elintarvikekelpoista, vaan se pitää mikrobiologisesti standardoida vetyperoksidikäsittelyllä. Lisäksi myös raaka-aineen lähde, esimerkiksi soijalesitiinissä soijan lajike, kasvuaalue, sääolosuhteet sekä varastointi- ja käsittelyolosuhteet vaikuttavat lesitiinin ominaisuuksiin. Tämä saadaan tasoittamaan sekoittamalla

soijalesitiinin eri raakalaatuja keskenään. Tarkempaa standardoimista varten le-sitiini pitää käsitellä entsymaattisesti tai kemiallisesti. [28.]

Toinen suklaassa yleisesti käytetty emulgointiaine on polyglyserolipolyrisiino-laatti (E476), joka valmistetaan risiiniöljystä ja glyserolista. Sen käyttö on rajattu vain suklaaseen sekä joihinkin rasvaemulsioihin ja kastikkeisiin. Sen hyväksyt-tävä päivittäinen enimmäissaanti on 7,5 mg/kg/vrk. [29.] Polyglyserolipolyrisiino-laatilla on suhteellisen pieni vaikutus suklaan plastiseen viskositeettiin, mutta suuri vaikutus suklaan virtaamiseen tarvittavaan alkujännitykseen. [30.] 0,8 % pitoisuus polyglyserolipolyrisiinolaattia alentaa tarvittavan jännityksen nollaan muuttaen suklaan newtonilaiseksi fluidiksi [12, s. 98–99]. Polyglyserolipolyrisii-nolaatissa käytettävä glyseroli voi olla eläinperäistä, ja sitä on vaikeammin saa-tavilla kuin soijalesitiiniä [29].

Sorbitaaniestereitä (E491-E495), kuten sorbitaanimonostearaatteja (E491), po-lysorbaatteja (E433) sekä muita emulgointiaineita, käytetään suklaassa lähinnä vaikuttaakseen suklaan kovettumisnopeuteen, kiiltoon ja rasvakukintojen muo-dostumisen vähenemiseen säilytyksen aikana [12, s. 99].

4 Materiaalit ja menetelmät

4.1 Suklaamousse-leivos

Työssä tarkasteltiin suklaamousseleivosta (Kuva 3). Työn keskiössä oli suklaa-maali, jolla leivos kuorrutettiin. Ruiskumaalatun pinnan päälle pursotettiin ruu-suke ja asetettiin suklaakoriste. Leivos oli vegaaninen ja gluteeniton. Reseptiä kehittäessä oli tärkeää, että kuorrute oli vegaaninen ja gluteeniton, ja että pur-sotettu ruusuke pysyi kuorrutteen päällä.



Kuva 3. Työn kohteena oleva suklaamousseleivos. Leivoksen sametinkaltaisen pinnan luo ruiskutettava suklaamaali.

Leivoksessa käytetty aikaisempi suklaamaali koostui tummasta suklaasta ja kaakaovoista (tarkkaa reseptiä ei tässä työssä julkaista). Suklaamaali (kuva 4) ei eroa ulkonäöltään sulaneesta suklaasta, mutta on sulanutta suklaata huomattavasti ohuempaa.



Kuva 4. Suklaamaali ruiskupistoolin säiliössä.

Leivoksia tehtiin kerralla suurempi erä pakkaseen ($-18\text{ }^{\circ}\text{C}$), josta leivoksia tarpeen mukaan irrotettiin silikonimuoteista maalattavaksi. Leivoksia säilytettiin pakkasessa minimissään 1 vrk, sillä leivoksen oli oltava kokonaan jäässä, jotta se saatiin silikonisesta leivosmuotista ulos. Jos suklaamousseleivos ei ollut tarpeeksi kylmä, silikonimuotista irrottaminen rikkoi moussen ja jätti leivoksen pinnan epätasaiseksi. Tarvittaessa leivokset laitettiin ennen irrottamista pikajäähdyttimeen $-35\text{ }^{\circ}\text{C}$:seen. Leivoksen on oltava kylmä myös maalaamista varten, sillä ruiskutettava suklaa tarvitsee lämpöshokin saavuttaakseen halutun samettisen lopputuloksen [13]. Kuvassa 5 on maalaamisessa käytetty sähkökäyttöinen Bilteman maaliruisku ES 350. Maalineula on pistoolin pään sisällä. Hajotuspään alla on valkoinen maalisäiliö. Liipaisimessa on säädin, jolla tulevan maalin määrää voi säätää. Oikeanlainen maalikerroksen paksuus arvioidaan silmin.



Kuva 5. Maaliruiskupistooli. Valkoinen maalisäiliö on irrotettava.

Ylijääneen suklaamaalin voi käyttää myöhemmin, kunhan lämmittää suklaamaalin tarpeeksi lämpimäksi, jotta se on tarpeeksi juoksevaa ruiskupistoolilla maalattavaksi ja tarpeeksi lämmintä, jotta suklaa saa lämpöshokin ja jähmettyy haluttuun muotoon kylmään leivokseen osuessa.

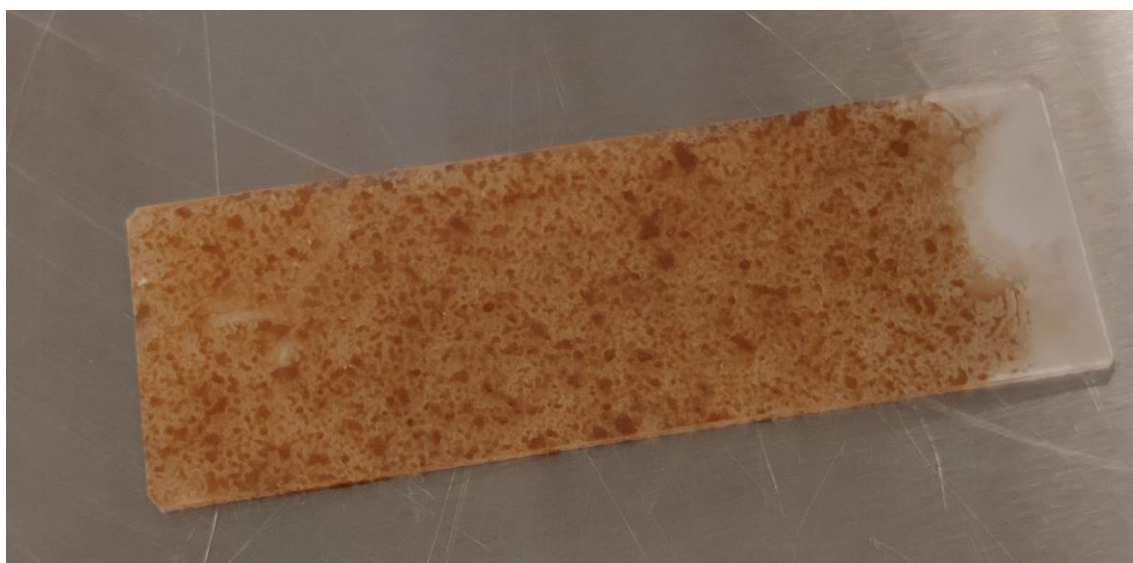
4.2 Laboratoriotutkimukset

4.2.1 Mikroskooppikuvaus

Samettisuklaalla on oma erityislaatuinen pyöreä partikkelimuoto, joten sen varmistamiseksi, että myös uudessa reseptissä muoto säilyy, päätettiin

suklaamaalilla ruiskumaalattua pintaa kuvata saksalaisella Leica DM500 -valomikroskoopilla.

Koska suklaan ruiskumaalauksessa maalattavan kohteen kylmä lämpötila on tärkeä, mikroskoopin näytelasi laitettiin $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$:seen, kahdeksan tunnin ajaksi. Näytelasit ruiskumaalattiin, kun ne olivat $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$. Kuvassa 13 näkyy mikroskoopin näytelasi, joka on maalattu öljyä sisältävällä maalilla.



Kuva 6. Suklaamaalilla ruiskumaalattu näytelasi.

Maaleista kuvattiin vertailunäyte, näyte, johon oli lisätty emulgointiainetta 0,5 m-% kaakaovoin määrästä, sekä näyte, johon oli lisätty öljyä 15 m-% suklaan määrästä sekä emulgointiainetta 0,5 m-% kaakaovoin määrästä.

4.2.2 Veden aktiivisuus

Veden aktiivisuus (a_w) kertoo elintarvikkeessa olevan vapaan veden määrän. Se on arvo 0–1. Lämpötila vaikuttaa veden aktiivisuuteen; veden aktiivisuus kasvaa lämpötilan noustessa. Elintarvikkeissa, jotka koostuvat komponenteista, jolla on eri veden aktiivisuus, vesi siirtyy tuotteessa ja pyrkii saavuttamaan tasapainotilan komponenttien välillä. Tasapainotila on saavutettu, kun veden aktiivisuus on sama kaikkien komponenttien välillä. [33.] Suklaakuorrute toimii

kuitenkin eristeenä veden siirtymiselle. Työn kohteena olevalle leivokselle tästä ominaisuudesta ei ole suuresti hyötyä. Leivoksen säilyvyysaika ei ole niin pitkä, että leivos pääsisi kuivumaan, eikä suklaakuorrutuksen ole tarpeen sulkea vettä sisälleen. Elintarvikkeet, joiden veden aktiivisuus on korkeampi kuin $a_w = 0,75$, ovat helposti mikrobiologisesti pilaantuvia. Suklaan vettä eristävä ominaisuus voi jopa työn kohteessa olevassa leivoksessa olla haitaksi, sillä leivoksen pintaan kertynyt kosteus ei pääse haihtumaan suklaakerroksen alta ja suklaamaalin ja moussen väliin kerääntyvä kosteus irrottaa maalikerroksen leivoksen pinnasta. Kovat rasvat ovat tehokas eriste kosteudelle mutta nestemäinen öljy päästää kuitenkin kosteutta lävitseen. Öljyn lisääminen suklaakuorutukseen estää kosteuden eristämistä. [34.]

Veden aktiivisuus mitattiin leivoksen moussekerroksesta, joka on suklaamaalin alla, sekä eri suklaamaaleista. Suklaamaalit, joiden veden aktiivisuus mitattiin, oli vertailunäyte, näyte, johon oli lisätty emulgointiainetta 0,5 m-% kaakaovoin määrästä, sekä näyte, johon oli lisätty öljyä 15 m-% suklaan määrästä sekä emulgointiainetta 0,5 m-% kaakaovoin määrästä.

Veden aktiivisuus mitattiin Sveitsiläisellä Novasina LabSwift- a_w -vedenaktiivisuusmittarilla. Mittarin näytekammion tilavuus on 15 ml. Mittari näyttää veden aktiivisuuden kolmen desimaalin tarkkuudella ja lämpötilan ($^{\circ}\text{C}$) yhden desimaalin tarkkuudella.

4.3 Suklaamaalin reseptitestaukset

Insinööriyön aikana tehtiin yhteensä 6 kpl reseptitestauksia. Kaikki testit on koottu taulukkoon 3.

Taulukko 3. Kaikki tehdyt testit, ja niiden säilytysolosuhteet.

Kuorute	Näyte	Lisätty soijalesitiini	Lisätty kasviöljy	Säilytysolosuhde	Muuta
erä 1	R (vertailu)	ei	ei	27 °C, 75 % RH, 2 h	-
	1	0,25 m-% kaakaovoin määrästä	ei	27 °C, 75 % RH, 2 h	-
	2	0,5 m-% kaakaovoin määrästä	ei	27 °C, 75 % RH, 2 h	-
erä 2	R (vertailu)	ei	ei	27 °C, 75 % RH, 1 h	-
	3	0,5 m-% kaakaovoin määrästä	ei	27 °C, 75 % RH, 1 h	-
erä 3	R (vertailu)	0,5 m-% kaakaovoin määrästä	ei	30 °C, 80 % RH, 1,5 h	pakastus 1 vrk maalauskeon jälkeen
	4	0,5 m-% kaakaovoin määrästä	ei	30 °C, 80 % RH, 1,5 h	pakastus 1 vrk maalauskeon jälkeen
erä 4	R (vertailu)	0,5 m-% kaakaovoin määrästä	ei	30 °C, 80 % RH, 1 h	pakastus 1 vrk maalauskeon jälkeen
	5	0,5 m-% kaakaovoin määrästä	ei	30 °C, 80 % RH, 1 h	pakastus 1 vrk maalauskeon jälkeen
erä 5	R (vertailu)				ei ehditty tekemään
	6	0,5 m-% kaakaovoin määrästä	15 m-% suklaan määrästä		leivoksen testaus toimitusketjussa asiakkaalle asti

Testieriä tehtiin 5. Neljässä ensimmäisessä erässä oli mukana vertailunäyte, mutta viidennessä erässä vertailunäytteitä ei ehditty tekemään tuotannon kiireiden takia.

4.3.1 Ensimmäinen ja toinen testierä

Ensimmäinen testierä

Teoriaselvityksen perusteella suklaamaalin koostumuksen parantamiseksi maaliin lisättiin emulgointiainetta. Emulgointiaine sitoo rasvaa ja vettä yhteen, joten se voisi estää kuorutteen irtoamisen leivoksesta kosteuden vaikutuksesta. Emulgointiaineksi valikoitui soijalesitiini. Soijalesitiiniä oli jo leivoksessa valmiina, sillä siinä käytetty suklaa sisälsi soijalesitiiniä. Näin ollen leivokseen ei tullut uusia allergeeneja tai lisäaineita. Soijalesitiiniä oli myös helposti saatavilla yrityksen käyttämästä tukusta, ja se on kasviperäinen. Soijalesitiinin määrä suhteutettiin maalin kaakaovoimäärään. Teoriaselvitys kertoi soijalesitiinin parhaiden tulosten olevan välillä 0,1 m-% ja 0,5 m-% kaakaovoin määrästä, joten testimaalit tehtiin pitoisuuksiin 0,25 m-% (taulukko 3, näyte 1) ja 0,5 m-% (taulukko 3, näyte 2). Lisäksi tehtiin vertailumaali ilman lisättyä soijalesitiiniä (taulukko 3, näyte R). Jokaisesta näytteestä tehtiin kolme rinnakkaista leivosta. Nämä testit näkyvät taulukossa 3 eränumerolla 1.

Maalit valmistettiin mittaamalla samaan mikronkestävään astiaan suklaa ja kaakaovoi. Suklaa ja kaakaovoi sulatettiin mikrossa minuutin erissä välissä käsin sekoittaen. Kun suklaa ja kaakaovoi olivat sulaneet ja lämmenneet 45 °C:seen, maaliin lisättiin soijalesitiini ja sekoitettiin käsin tasaiseksi. Maalin ainekset sekoittuivat helposti yhteen. Maalaamista varten leivokset laitettiin pellille leivinpaperin päälle. Koska kesällä leivosten pintaan kerääntyy kosteutta ennen maalaamista, tätä replikoitiin ruiskuttamalla leivokset vedellä ennen suklaamaalia. Veden ruiskuttamiseen käytettiin samaa maaliruiskua, jota käytettiin suklaakerroksen maalaamisessa.

Maalaamisen jälkeen leivokset siirrettiin puhtaan leivinpaperin ja pellin päälle. Leivokset laitettiin vaihtolämpökaappiin 27 °C:seen ja 75 %:n suhteelliseen kosteuteen. Tällä replikoitiin kesän hellepäivien olosuhteita. Leivokset olivat kaapissa 2 tuntia, jonka jälkeen ne siirrettiin kylmiöön 4–5 °C:seen viideksi

päiväksi, sillä leivokset säilytetään kahviloissa 4–5°C:ssa ja niiden myyntiaika on viisi arkipäivää.

Toinen testierä

Toinen testierä, joka näkyy taulukossa kolme eränumerolla 2, tehtiin vain vertailumaalilla (taulukko 3, näyte R) ja lesitiinipitoisuudeltaan 0,5 m-% maalilla (taulukko 3, näyte 3). 0,25 m-% soijalesitiinilisäyksen testi jätettiin pois, sillä 0,5 m-% soijalesitiiniä ei vaikuttanut olevan liikaa, joten resurssien säästämiseksi testejä päätettiin jatkaa vain yhdellä soijalesitiinipitoisuudella. Jokaisesta näytteestä tehtiin kaksi rinnakkaista leivosta. Leivokset valmistettiin samoin kuin ensimmäisessä testissä, mutta niitä pidettiin vaihtolämpökaapissa 27 °C:ssa 75 %:n suhteellisessa kosteudessa vain yhden tunnin ajan. Lisäksi ne laitettiin vaihtolämpökaappiin leivosrasiassa, jotta niillä olisi vakaa alusta, ja näin vältettiin siirtelyssä tulevat halkeamat leivoksiin. Tunnin jälkeen ne siirrettiin kylmiöön 4–5 °C:seen.

4.3.2 Kolmas ja neljäs testierä

Kolmannessa ja neljännessä testierässä testileivokset ja vertailuleivokset valmistettiin samalla tavalla kuin edellisissä testeissä. Maalauksen jälkeen ne kuitenkin laitettiin yön yli pakkaseen, sillä yrityksen kondiittorilta tuli huomio, että leivokset maalataan edellisenä päivänä, ennen kuin ne toimitetaan kahviloihin. Myös vaihtolämpökaapin lämpötilaa nostettiin 30 °C:seen ja ilman suhteellista kosteutta nostettiin 80 %:iin, jotta maalin irtoaminen saataisiin tapahtumaan. Kolmannessa testierässä leivoksia pidettiin vaihtolämpökaapissa 30 °C:ssa 80 %:n suhteellisessa kosteudessa 1,5 tuntia. Neljännessä testierässä leivokset olivat vaihtolämpökaapissa samoissa olosuhteissa tunnin. Nämä testit näkyvät taulukossa 3 eränumerossa 3 ja 4.

4.3.3 Viimeinen testierä

Koska vaihtolämpökaapilla ei saatu maalin irtoamista tapahtumaan, päätettiin erä uudella maalireseptillä maalattuja leivoksia lähettää kahviloihin myyntiin syyskuun 9. päivä, jolloin lämpötila oli 24 °C, ja testata maalin käyttäytymistä oikeassa tilanteessa. Leivoksia maalattiin 24 kappaletta, mutta tuotannon kiireiden takia ei vertailunäytteitä tehty, mikä haastoi tulosten vertaamista ja tulkitsemista.

Tällä kerralla maaliin päätettiin lisätä emulgointiaineen lisäksi kasviöljyä, sillä teoriaselvityksessä oli selvinnyt useampi hyöty pehmeän öljyn käytöstä kuorrutuksessa. Öljy estää suklaata halkeilemasta ja huonontaa suklaan kosteutta eristäviä ominaisuuksia, jolloin ylimääräinen kosteus pääsee haihtumaan suklaamaalin läpi. Lisäksi kaikissa valmiissa samettikuorrutteissa, joihin oli lisätty emulgointiainetta, oli myös kasviöljyä. Kasviöljyä lisättiin 15 % suklaan määrästä. Maali valmistettiin samoin kuin aikaisemmissakin testeissä, mutta emulgointiaineen kanssa samaan aikaan lisättiin myös kasviöljy. Nämä testit näkyvät taulukossa 3. eränumerolla 5.

5 Tulokset ja tulosten tarkastelu

5.1 Lähtötilanne

Kun lämpötila ja ilmankosteus kohosivat keväällä, leivosten kuorrute alkoi halkeilemaan ja irtoilemaan leivosten pinnasta. Halkeilua tapahtui myös silloin, jos kuorrute oli liian paksu, ulkoilman lämpötilasta ja kosteudesta riippumatta. Leivoksia maalatessa oli siis tärkeää pitää kuorrutekerros tarpeeksi ohuena. Liian paksun kuorrutteen halkeilu voi johtua lämpölaajenemisesta [26]. Koska leivos maalataan jäisenä, leivoksen lämpötila nousee, kun leivos lämpenee sen säilytyslämpötilaan, 4–6 °C:seen, leivos lämpölaajenee. Suklaakuorrute ei laajene samassa suhteessa, kuin alla oleva leivos, joten se lähtee halkeilemaan. Kun kuorrutetta on ruiskumaalattu ohut kerros, on suklaapisaroiden välissä tilaa laajeta eikä halkeilua tapahdu.

Vettä pystyy sitoutumaan enemmän lämpimään, kuin kylmään ilmaan. Siksi kylmien esineiden pinnoille voi kondensoitua vettä, jos pinnan lämpötila on alhaisempi kuin kastepiste, eli se lämpötila, jossa ilma on kylläinen kyseisellä hetkellä ilmassa olevasta vesihöyrystä. [32.] Kesällä leivoksien pintaan ehti kondensoitumaan vettä.

Kuvassa 7 näkyy, miten suklaamaali on halkeillut ja irronnut leivoksen pinnalta laattoina. Kuvan leivokset on kuorrutettu, kun ulkolämpötila oli 22 °C ja ilman suhteellinen kosteus oli 70–80 %. Maali on irtonaisena kokonaan leivoksesta ja rapisee pois leivoksen päältä pienestäkin tärähdyksestä.

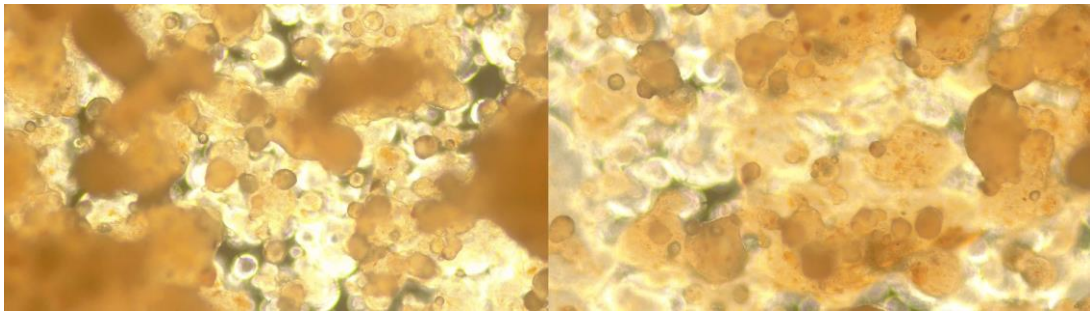


Kuva 7. Leivoksia, joiden suklaamaali on lähtenyt halkeilemaan ja rapisemaan pois leivoksen päältä.

5.2 Mikroskooppikuvaus

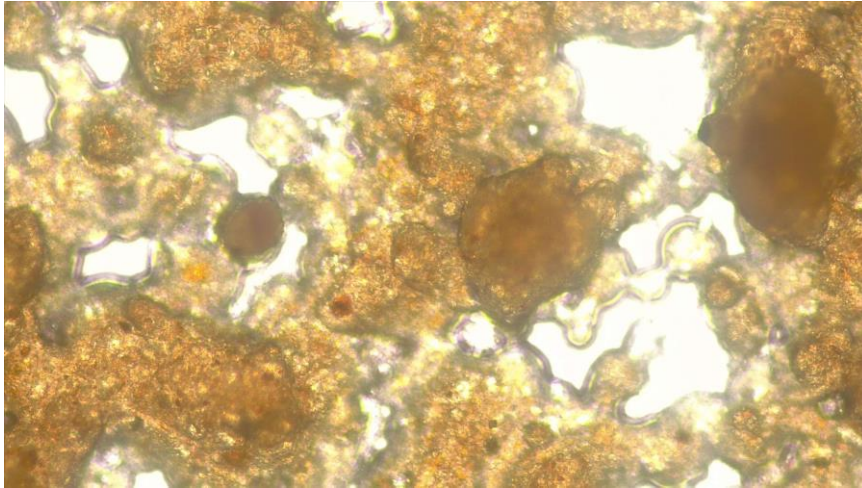
Samettisuklaa koostuu pyöreistä partikkeleista. Partikkeleiden pyöreä muoto johtuu suklaan nopeasta jäähtymisestä, kun se ruiskutetaan kylmälle pinnalle [13.] Suklaamaaleja (näytteet 2, 6 ja vertailunäyte) kuvattiin mikroskoopilla, jotta nähtiin, muuttiko lisätty emulgointiaine tai kasviöljy ruiskumaalattun suklaan partikkelimuotoa.

Kuvassa 8. on suklaamaalin vertailunäyte ja näyte 3, eli näyte, johon on lisätty soijalesitiiniä 0,5 m-% kaakaovoin määrästä. Kuvasta näkee, että maalissa on pysynyt pyöreä partikkelimuoto, vaikka maaliin on lisätty emulgointiainetta.



Kuva 8. Valomikroskooppikuva vertailusuklaamaalista ja näytteestä 3. Vasemmallalla on vertailunäyte, eli maali, johon ei ole lisätty emulgointiainetta ja oikealla maali, johon on lisätty 0,5 % kaakaorasvan määrästä soijalesitiiniä. Molemissa kuvissa käytetty 10x-objektiivia.

Kuvassa 9. on valomikroskooppikuva suklaamaalista, johon on lisätty soijalesitiinin lisäksi kasviöljyä. Maalissa, johon on lisätty öljyä, on säilynyt osittain pyöreä partikkelimuoto, mutta kuvassa on näkyvillä myös kohtia, joissa samettisuklaalle ominainen pyöreä partikkelimuoto ei ole säilynyt. Maali ei myöskään näytä leviävän yhtä tasaisesti, sillä muodot ovat isompia ja muotojen välissä on enemmän tyhjää tilaa. Tyhjä tila voi olla kuitenkin hyödyksi työn kohteena olevassa leivoksessa, sillä leivoksen pintaan kertynyt kosteus ei jää jumiin suklaamaalin alle, vaan pääsee haihtumaan maalin läpi.



Kuva 9. Valomikroskooppikuva ruiskumaalatusta suklaamaalista, johon on lisätty 0,5 % kaakaovoin määrästä soijalesitiiniä ja 15 % suklaan määrästä öljyä. Kuvassa käytetty 10x-objektiivia.

Vaikka mikroskooppikuvista näkee eron maalissa, johon on lisätty öljyä ja maalissa, johon ei ole lisätty öljyä, paljas silmä ei huomaa eroa ulkonäössä. Maali, johon on lisätty öljyä näyttää halutunlaiselta leivoksen pinnassa. On kuitenkin hyvä tiedostaa, että liika öljyn lisäys voi muuttaa maalin ulkonäköä myös paljalle silmälle havaittavaksi.

5.3 Veden aktiivisuus

Taulukossa 4 on lueteltu näytteiden veden aktiivisuudet ja lämpötilat. Elintarvikkeet, joiden vedenaktiivisuus on yli 0,75, ovat mikrobiologiselle pilaantumiselle alttiita. Koska leivoksen mousse on selkeästi yli 0,75 ja kaikki maalinäytteet alle 0,75, maalin mikrobiologinen säilyvyys on parempi, kuin moussessa. Suklaamaalin muutos ei siis vaikuta leivoksen mikrobiologiseen säilyvyyteen.

Taulukko 4. Veden aktiivisuudet

Näyte	Veden aktiivisuus a_w
Mousse	0,923 (22,1 °C)
Vertailumaali (näyte R)	0,304 (22,6 °C)

Näyte	Veden aktiivisuus a_w
Maali, johon lisätty soijalesitiiniä (näyte 3)	0,285 (22,7 °C)
Maali, johon lisätty soijalesitiiniä ja öljyä (näyte 6)	0,476 (21,7 °C)

Koska veden aktiivisuus on selkeästi korkein moussessa, joka on suklaamaalin alla, veden aktiivisuus pyrkii tasoittumaan suklaamaalin ja moussen välillä. Suklaa toimii kuitenkin kosteuden eristeenä, joten kosteus ei pääse sitoutumaan suklaamaaliin. Soijalesitiini laskee hieman vedenaktiivisuutta, kasvattaen moussen ja maalin veden aktiivisuuden eroa. Öljyn lisäys maaliin kasvatti maalin veden aktiivisuutta. Pienempi veden aktiivisuuden ero on hyödyksi, jotta kosteuden tasoittuminen leivoksen komponenttien välillä ei ole niin suurta. [33.]

5.4 Testileivokset

5.4.1 Emulgointiaineen lisäyksen vaikutukset, testierä 1

Heti maalaamisen jälkeen ei leivoksissa havaittu olevan mitään visuaalista eroa. Kuvassa 10. on testierän 1 leivokset heti maalaamisen jälkeen. Kuvasta näkee, ettei visuaalista eroa leivosten välillä ole. Leivosten väriero kuvissa johtuu valotuksesta. Näytteet ovat taulukossa 3, erän 1, näytteet R, 1 ja 2.



Kuva 10. Ensimmäisen testierän leivokset heti maalaamisen jälkeen. Vasemalla on vertailuleivos ilman lesitiiniä (näyte R), keskellä kuorrutteen lesitiinipitoisuus 0,25 m-% (näyte 1) ja oikealla lesitiinipitoisuus 0,5 m-% (näyte 2).

Kuvassa 11. näkyy ensimmäisen testierän leivokset, kun niitä oli pidetty vaihtolämpökaapissa (27 °C RH 75 %) kahden tunnin ajan, jonka jälkeen ne siirrettiin kylmiöön 4 °C:seen viideksi päiväksi.



Kuva 11. Kuvassa ensimmäisen testierän leivokset vaihtolämpökaapin ja viiden päivän kylmiössä säilyttämisen jälkeen. Vasemmalla on vertailuleivos (näyte R), keskellä lesitiinipitoisuus 0,25 m-% (näyte 1) ja oikealla lesitiinipitoisuus 0,5 % (näyte 2).

Kahden tunnin aika vaihtolämpökaapissa 27 °C:ssa oli liian pitkä, ja leivokset alkoivat sulaa. Tämän takia leivokset halkeilivat, kun ne siirrettiin vaihtolämpökaapista pelliltä kylmiöön leivoslaatikkoon. Halkeilua tapahtui kuitenkin vähemmän leivoksissa, joiden kuorutteeseen oli lisätty soijalesitiiniä. Lisäksi leivoksessa, jonka kuorutteessa ei ollut soijalesitiiniä, maalissa näkyi pieniä värin muutoksia. Seuraava testi päätettiin kuitenkin suorittaa niin, että leivoksia pidettiin vähemmän aikaa vaihtolämpökaapissa, jotta nähtiin, johtuiko halkeilu pelkästään leivoksen sulamisesta.

5.4.2 Vaihtuvien olosuhteiden vaikutukset, testierät 2, 3 ja 4

Kuvassa 12. on toisen testierän leivokset heti maalaamisen jälkeen. Näytteet ovat taulukossa 3. erän 2 näytteet R ja 3.



Kuva 12. Toisen testierän leivokset heti maalaamisen jälkeen, vasemmalla vertailuleivos (näyte R) ja oikealla leivos, jonka maaliin on lisätty 0,5 m-% kaakaoivin määrästä lesitiiniä (näyte 3).

Koska leivokset oli laitettu leivosrasiaan jo ennen vaihtolämpökaappiin siirtämistä, niitä ei tarvinnut siirtää vakaalta alustalta pois lämpökaapin säilytysajan jälkeen. Tämä ja lyhyempi aika vaihtolämpökaapissa estivät leivosten halkeilun, mutta silti suklaamaali ei käyttäytynyt niin, kuin kesällä maali käyttäytyy. Kuvassa 13. näkyy toisen testierän leivokset vaihtolämpökaapissa ja kylmiössä säilytyksen jälkeen.



Kuva 13. Toisen testierän leivokset vaihtolämpökaapin ja kylmiössä säilytyksen jälkeen. Vasemmalla on vertailuleivokset (näytteet R), ja oikealla leivokset, joiden maaliin on lisätty 0,5 m-% lesitiiniä (näytteet 3).

Toisen testierän leivoksissa tuli selkeämmin esille vesipisararat, jotka olivat jääneet leivosten pinnalle, kun leivokset oli ruiskutettu vedellä. Kuvassa 14. on halkaistu leivos, joka on maalattu näytteellä 3 (lesitiiniä 0,5 m-%). Halkaistusta leivoksesta voi nähdä, että maalin ja leivoksen välissä on pieni rako, joten maali ei ole kiinnittynyt kunnolla leivokseen.



Kuva 14. Halkaistu leivos, joka on maalattu maalilla, johon on lisätty lesitiiniä.

Vaikka maalin ja moussen välissä on rako, maali ei ole lähtenyt irtoamaan kokonaan leivoksesta.

5.4.3 Testit oikeiden olosuhteiden löytämiseen, testierä 3 ja 4

Kolmannessa ja neljännessä testierässä ei saatu aikaisemmista testieristä poikkeavia tuloksia. Kolmannessa testierässä (taulukko 3, erä 3, näytteet R ja 4) leivokset taas sulivat, joten neljännessä testierässä (taulukko 3, erä 4, näytteet R ja 5) leivoksia pidettiin vaihtolämpökaapissa vähemmän aikaa. Kummassakaan testissä ei onnistuttu saamaan aikaiseksi suklaamaalin irtoamista.

5.4.4 Käytännön testi, viides testierä

Kuvassa 15. näkyy viidennen testierän leivokset ennen kuorutusta. Leivosten pintaan on kertynyt kerros kosteutta.



Kuva 15. Leivokset ennen maalaamista. Leivoksen pinnassa näkyy kerääntynyt kosteus harmaana pintana.

Kuvassa 16 on nähtävillä leivokset maalaamisen ja koristelun jälkeen.



Kuva 16. Leivokset maalaamisen ja koristelun jälkeen.

Kuvassa 16. leivokset ovat vielä jäisiä. Leivokset toimitettiin kahviloihin, joissa ne säilytettiin 4–6 °C:ssa. Leivosten kuorrute ei lähtenyt halkeilemaan ja irtoamaan missään vaiheessa toimitusketjua.

5.4.5 Lopputulos

Suklaamaalin testierät eivät tuottaneet täydellistä tulosta, sillä vaihtolämpökäpilla ei saatu olosuhteita sellaisiksi, että maali olisi lähtenyt halkeilemaan ja irtoamaan. Viimeiset testit lähetettiin kahviloihin, jotta nähtiin, miten maali käyttäytyy oikeissa olosuhteissa. Muokattu maaliresepti vaikutti lupaavalta, mutta koska tälle erälle ei tehty vertailuleivoksia, ei maalin toimivuutta pystytty vertailemaan vanhan reseptin kanssa. Kuvassa 17 on kahviloihin toimitettu ja kahvilan vitriinissä säilytetty halkaistu leivos. Leivoksen päältä on nostettu

ruusukekoriste pois, ja se on irrottanut maalin mukanaan. Maali ei kuitenkaan lähtenyt irtoilemaan leivoksesta kuljetuksen tai säilytyksen aikana.



Kuva 17. Halki leikattu leivos, jossa on käytetty suklaamaalia, johon on lisätty emulgointiainetta sekä öljyä.

Kuvasta näkee, että maali on kiinni leivoksen pinnassa eikä leivoksen ja maalin välissä ole tyhjää tilaa, mikä vaikuttaa lupaavalta.

6 Yhteenveto

Työn tavoite, uuden toimivan suklaamaalin kehitys, toteutui osittain. Suklaamaalia saatiin kehitettyä paremmaksi, ja saatiin paljon uutta hyödyllistä tietoa aiheesta, jonka avulla voidaan jatkaa suklaamaalin reseptin kehitystä. Tavoite ei

kuitenkaan täytynyt kokonaan, sillä suklaamaalista ei saatu kehitettyä täysin toimivaa.

Suklaan ruiskumaalauksesta ei ole saatavilla kovinkaan paljon teoriatietoa, eikä suklaamaalin käyttäytymisestä korkeassa lämmössä ja ilmankosteudessa mainita niissä harvoissa teorialähteissä, joita on saatavilla. Siksi työssä oli tärkeää selvittää teoriaa suklaasta, kaakaovoista ja muista konditoriatuotteisen kuorrutteisissa käytettävistä ainesosista suklaan ruiskumaalauksen lisäksi. Myös valmiiden ruiskutettavien kuorrutteen ainesosat olivat oleellinen osa teoriatutkimusta. Ainesosaluettelot antoivat ideoita suklaamaalin reseptin kehitykselle. Suurimmassa osassa ruiskutettavista kuorrutteisista ei suklaata ollut ollenkaan, mutta sekä kustannusten että makukokemuksen kannalta suklaan jättäminen pois maalista ei ole kannattavaa, sillä kaakaovo on runsaasti kalliimpaa kuin suklaa eikä maistu kovinkaan miellyttävältä. Suklaan käyttö maalissa kuitenkin rajoittaa maalin värjäysmahdollisuuksia. Maalissa tulisi käyttää valkoista suklaata, jos suklaamaalia haluttaisiin värjätä. Vegaanista valkoista suklaata on vaikeammin saatavilla, ja hinta on huomattavasti korkeampi kuin perinteisen tumman suklaan, joka on valmiiksi jo vegaaninen. Siksi, jos värjäysmahdollisuus ei ole tärkeä, vegaanista valkoista suklaata ei kannata lähteä edes tuomaan tuotantoon.

Viidennen testierän kuorrute vaikutti lupaavimmalta työssä kehitetyistä kuorruteresepteistä, sillä se kiinnittyi leivokseen ilman, että leivoksen pinnalla ollut kosteus jätti kuorrutteen ja leivoksen väliin rakoa. Kuorrute ei kuitenkaan ollut niin vahvasti kiinni leivoksessa, ettei koristeena oleva pursotettu ruusuke olisi irrottanut kuorrutetta mukanaan. Maali olisi hyvä saada sellaiseksi, että kuorrute ei revi sitä irti leivoksesta. On myös mahdollista, että jos leivoksen koristeena käytetty pursotus on ainoa, joka irrottaa suklaamaalia leivoksen pinnasta, maalin sijaan lähdetään ratkaisemaan ongelmaa kehittämällä pursotuksen koostumusta, esimerkiksi tekemällä siitä löysempää, jolloin se ei tarraisi niin tiukasti maaliin kiinni.

Insinööriyön tuloksena syntynyt maaliresepti on otettu tuotantoon, sillä sen on koettu toimivan kuitenkin paremmin, kuin tuotannossa aikaisemmin käytetty resepti. Uuden tiedon, ja uusien reseptien kokeiluiden pohjalta on hyvä lähteä kehittämään suklaamaalia vielä lisää. Lesitiinin lisäämisessä on kuitenkin hyvä muistaa se, että liika lesitiini alkaa vaikuttaa päinvastaisesti, mitä lesitiinin lisäämisellä tavoitellaan. Lesitiinin määrän liika lisääminen voi siis olla enemmän haitaksi kuin hyödyksi. Mikroskooppikuvaus näytti, että kasviöljyn lisäys maaliin muutti hiukan maalin rakennetta, joten liian suuri öljyn lisäys maaliin voi vaikuttaa suklaamaalin ulkonäköön. Jos maalilla haetaan nimenomaan samettisuklaan ulkonäköä, ei ulkonäön muuttuminen ole toivottavaa.

Lähteet

- 1 Patisserie Teemu Aura. Verkkoaineisto. Finder. <<https://www.finder.fi/Leipomo/Zugu+Oy/Helsinki/yhteystiedot/2490694>>. Luettu 15.3.2024
- 2 Jallinoja, Piia. 2019. Mitä kyselytutkimukset paljastavat kasvisruokavalioiden suosioista Suomessa? Verkkoaineisto. Versus. <<https://www.versuslehti.fi/kriittinen-tila/mita-kyselytutkimukset-paljastavat-kasvisruokavalioiden-suosiosta-suomessa/>>. 12.11.2019. Luettu 17.3.2024.
- 3 Lönngqvist, Bo. 1997. Leivos. Tutkielma ylellisyyden muotokielestä. Helsinki: Miktör.
- 4 Schrieber, Reinhard & Dr Gareis, Herbert. 2007. Gelatine Handbook: Theory and Industrial Practice. E-kirja. John Wiley & Sons.
- 5 Nevalainen, Laika. 2021. Margariinin monimutkainen historia. Verkkoaineisto. Suomi syö ja juo. <<https://suomisyojajuo.fi/2021/02/25/margariinin-monimutkainen-historia/>>. 25.2.2021. Luettu 30.9.2024.
- 6 Levitettävät rasvat. 2023. Verkkoaineisto. Ruokavirasto. <<https://www.ruokavirasto.fi/elintarvikkeet/elintarvikeala/tuote--ja-toimialakohtaiset-vaatimukset/muut-tuotekohtaiset-vaatimukset/levitettavat-rasvat/>>. 5.9.2023. Luettu 30.9.2024.
- 7 E406 – Agar. Verkkoaineisto. Ruokavirasto. <<https://www.ruokavirasto.fi/elintarvikkeet/ohjeita-kuluttajille/e-kooditlisaaineet/e-koodit/e406/>>. Luettu 30.9.2024.
- 8 What is Glucose Syrup and How is it Used? 2024. Verkkoaineisto. PastryClass. <<https://www.pastryclass.com/articles/what-is-glucose-syrup>>. 7.5.2024. Luettu 27.9.2024.
- 9 Saglio, Aurelie; Bourgeay, Julien; Socrate, Romain; Canette, Alexis & Cuvelier, Gerard. 2018. Understanding the structure of ganache: Link between composition and texture. International Journal of Gastronomy and Food Science. Vol 13, s. 29 –37
- 10 Chef Dominique Ansel's Dark Chocolate Mirror Glaze Recipe. 2024. Verkkoaineisto. MasterClass. <<https://www.masterclass.com/articles/chef-dominique-ansels-recipe-for-dark-chocolate-mirror-glaze#2ogqFX3vG6G8nsrBM1z7ET>>. 16.2.2024. Luettu 3.10.2024.
- 11 Häkli, Markku. 1991. Ruiskumaalaus. 2., uusittu painos. Helsinki: Valtion painatuskeskus.

- 12 Beckett, Stephen T. 2008. The Science of Chocolate. 2. painos. Cambridge: The Royal Society of Chemistry.
- 13 Bayés-García, Laura; Calvet, Teresa; Àngel Cuevas-Diarte, Miquel; Rovira, Enric; Ueno, Satoru & Sato, Kiyotaka. 2015. New Textures of Chocolate Are Formed by Polymorphic Crystallization and Template Effects: Velvet Chocolate. *Crystal Growth & Design*. 2015, 15, 8, 4045-4054.
- 14 The importance of temperature. Verkkoaineisto. Callebaut. <<https://www.callebaut.com/en/chocolate-technique/troubleshooting/velvet-temperature>>. Luettu 20.4.2024.
- 15 Velvet Spray Milk Choco. Verkkoaineisto. Funcakes. <<https://funcakes.com/product/velvet-spray-milk-choco/>>. Luettu 18.9.2024.
- 16 400 ml Cocoa Butter Velvet Spray brown. Verkkoaineisto. SweetART. <<https://www.sweetart.de/en/cocoa-butter-velvet-spray-brown.html>>. Luettu 18.9.2024.
- 17 Velvet spray / suklaaspray maitosuklaa, 400 ml, ei E171 – Martellato. Verkkoaineisto. Juhlakauppa. <<https://www.juhlakauppa.com/fi/product/velvet-spray-suklaaspray-maitosuklaa-400-ml-ei-e171-martellato/112713>>. Luettu 18.9.2024.
- 18 Velvet Brown Spray - Cocoa butter. Verkkoaineisto. Déco Relief. <<https://www.deco-relief.fr/en/food-velvet-spray-pastry-chocolate/13626--velvet-brown-spray-cocoa-butter.html>>. Luettu 18.9.2024.
- 19 Deco Relief Ingredients Chocolate Velvet Spray 500ml. Verkkoaineisto. Souschefstore. <<https://www.souschefstore.com/deco-relief-ingredients-chocolate-velvet-spray-500ml/>>. Luettu 18.9.2024.
- 20 Cocoa Velvet Spray - Brown (100ml / 3.38oz). Verkkoaineisto. PME Cake. <<https://www.pmecake.com/en-eu/edibles/lustre-spray/Cacao-Velvet-Spray-Brown-100ml-3-38oz/>>. Luettu 18.9.2024.
- 21 Cake-Masters Velvet Spray Chocolate brown 400ml. Verkkoaineisto. Cake Masters. <<https://shop.cake-masters.com/en/ingredients/edible-food-paint/velvet-spray/cake-masters-velvet-spray-chocolate-brown-400ml>>. Luettu 18.9.2024.
- 22 Chocolate colours. Verkkoaineisto. Food Colours. <<https://www.foodcolours.pl/en/offer-t527/for-retailers-t530/chocolate-colours-t539>>. Luettu 18.9.2024.

- 23 Brunning, Andy. 2014. The Polymorphs of Chocolate. Verkkoaineisto. Compound Interest. <<https://www.compoundchem.com/2014/04/19/the-polymorphs-of-chocolate/>>. 19.4.2014. Luettu 3.5.2024.
- 24 Gupta, Monoj K. 2007. Practical Guide to Vegetable Oil Processing. USA: AOCS.
- 25 Gunstone, Frank D. 2008. Oils and Fats in the Food Industry. United Kingdom: Blackwell Publishing.
- 26 Why Does My Chocolate Coating Crack When Frozen? Verkkoaineisto. Embassy Chocolate. <<https://www.embassychocolate.com/blog/chocolate-coating-crack-when-frozen>>. Luettu 20.4.2024.
- 27 Lisäaineopas. 2009. Eviran julkaisuja 4/2009. Helsinki: Multiprint Oy.
- 28 Norn, Viggo. 2015. Emulsifiers in Food Technology. 2. painos. E-kirja. United Kingdom: Wiley Blackwell.
- 29 Rector, Douglas. 2000. Chocolate — Controlling the Flow Benefits of Polyglycerol Polyricinoleic Acid. The Manufacture of Confectionary. 80, 5. s. 63–70.
- 30 E476 – Polyglyserolipolyrisiinolaatti. Verkkoaineisto. Ruokavirasto. <<https://www.ruokavirasto.fi/elintarvikkeet/ohjeita-kuluttajille/e-koodit-lisaaineet/e-koodit/e476/>>. Luettu 20.4.2024.
- 31 Spray gun - chocolate velvet effect. Verkkoaineisto. Callebaut. <<https://www.callebaut.com/en-AE/chocolate-video/technique/spray-gun/velvet>>. Luettu 15.3.2024
- 32 Ilman kosteus. 2020. Verkkoaineisto. Ilmatieteen laitos. <<https://www.ilmatieteenlaitos.fi/ilman-kosteus>>. 30.11.2020. Luettu 16.5.2024.
- 33 Jouppila, Kirsi & Taimisto, Anna-Maija. "Veden Aktiivisuus on Oleellinen Tekijä Elintarvikkeiden Säilyvyydelle." *Kehittyvä Elintarvike* 17, no. 3 (2006). s. 38–40.
- 34 Subramaniam, Persis. 2016. The Stability and Shelf Life of Confectionery Products. Teoksessa *The Stability and Shelf Life of Food*. Woodhead Publishing, s. 545–573.