



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU
SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Iris-Jasmin Merikivi

Vähärasvaisen Oivariinin rakenteen parantaminen

Opinnäytetyö

Syksy 2022

Insinööri (AMK) Bio- ja elintarviketekniikka



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

Opinnäytetyön tiivistelmä

Tutkinto-ohjelma: Insinööri (AMK) Bio- ja elintarviketekniikka

Suuntautumisvaihtoehto: Elintarviketeknologia

Tekijä: Iris-Jasmin Merikivi

Työn nimi: Vähärasvaisen Oivariinin rakenteen parantaminen

Ohjaaja: Jarmo Alarinta

Vuosi: 2022

Sivumäärä: 58

Liitteiden lukumäärä: 1

Vähärasvainen Oivariini ja 3 öljyä Oivariini ovat kotimaisia rasvaseoslevitteitä, jotka valmistetaan voista ja rypsiöljystä. 3 öljyä Oivariinissa käytetään lisäksi avokado-kurpitsansiemenöljyä. Tämän opinnäytetyön toimeksiantajana toimii Valio Oy, joka pystyy hyödyntämään opinnäytetyön tuloksia. Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli kehittää vähärasvaisen Oivariinin ja 3 öljyä Oivariinin rakennetta.

Opinnäytetyössä tutkimusmenetelmissä kuluttajapalautteita kartoitettiin kolmen kesän ajalta, vähärasvaisesta Oivariinista ja 3 öljyä Oivariinista otettiin viikoittain näytteitä kovuus- ja laatumäärittäyksiin, tuotteita arvioitiin aistinvaraisesti viikoittain, ajoparametrejä tutkittiin kesän ajalta ja tuotteista otettiin mikroskooppikuvia rakenteen tutkimista varten.

Saatuja tuloksia arvioitiin ja niiden perusteella Oivariinien reseptiä muutetaan tarpeen mukaan, jotta rakennetta saataisiin parannettua. Nykyinen käytössä oleva resepti oli jo melko hyvä, mutta siinä oli vielä parannettavaa. Myös kerman kypsyysreseptin muokkaaminen kesän ajalta vaikuttaisi lopputuotteeseen positiivisesti. Työstä on jätetty osia julkaisematta, sillä ne sisältävät liike- ja ammattisalaisuuksia.

¹ Asiasanat: dispersiot, emulsiot, voikasviöljyseokset, ravintorasvateollisuus

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Degree programme: Food Processing and Biotechnology

Specialisation: Food Technology

Author/s: Iris-Jasmin Merikivi

Title of thesis: Improving the structure of low-fat Oivariini

Supervisor(s): Jarmo Alarinta

Year: 2022

Number of pages: 58

Number of appendices: 1

Low-fat Oivariini and 3 oils Oivariini are domestic mixed fat spreads made from butter and rapeseed oil. 3 oils Oivariini also uses avocado pumpkin seed oil. The client of this thesis is Valio Oy, which is able to utilize the results of the thesis. The goal of this thesis was to develop the structure of low-fat Oivariini and 3 oils Oivariini through recipe.

In the thesis research methods, consumer feedback was surveyed over the course of three summers, low-fat Oivariini and 3 oils Oivariini were sampled weekly for hardness and quality determinations, the products were sensory evaluated weekly, driving parameters were examined over the summer, quality analyzes were recorded and examined, and microscopic images of the products were taken to examine the structure.

The obtained results were evaluated and based on them, the Oivariini recipe is modified if necessary in order to improve the structure. The current recipe in use was already quite good, but there was still room for improvement. The water content of the product was adjusted and, in addition, it was suggested to use an emulsifier or a similar substance or to increase the fat content in order to make the emulsion more stable. Modifying the cream maturation recipe during the summer would also have a positive effect on the final product. Parts of the work have been left unpublished, as they contain business and professional secrets.

¹ Keywords: dispersion, emulsion, butter vegetable oil mixture, dietary fat industry

SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä	2
Thesis abstract	3
SISÄLTÖ	4
Kuva-, kuvio- ja taulukkoluetelo	6
Käytetyt termit ja lyhenteet	7
1 JOHDANTO	8
1.1 Tietotausta.....	8
1.2 Tutkimusongelma ja tutkimuksen tavoite.....	8
1.3 Työn rakenne	8
2 VALIO OY SEINÄJOKI	10
2.1 Toimeksiantaja	10
2.2 Seinäjoella valmistettavat Oivariini-tuotteet.....	10
3 LEHMIEN RUOKINTA	12
3.1 Laitumelle siirtyminen.....	12
3.2 Ravintoaineet ruokinnassa	12
3.3 Laidunkauden ruokinta	13
4 MAITO.....	15
4.1 Maidon kemiallinen koostumus	15
4.2 Maidon rasva.....	15
4.3 Maidon proteiinit.....	17
4.4 Maidon entsyymit	18
4.5 Maidon hiilihydraatit.....	18
4.6 Maidon kivennäis- ja hivenaineet	19
5 KERMAN PROSESSOINTI	20
5.1 Käsittely.....	20
5.2 Lämpökäsittely, jäähdytys ja ilmanpoisto	20
5.3 Kerman kypsytytys	21
5.4 Fysikaalinen kypsytytys.....	22
6 OIVARIININ VALMISTUS	24

6.1	Emulsio	24
6.2	Voin valmistus	26
6.3	Kasviöljyt	29
7	TUOTETIEDOT	31
8	KÄYTETTÄVÄT MENETELMÄT	32
8.1	Kuluttajapalautteet.....	32
8.2	Näytteenotto	32
8.3	Aistinvarainen laatuarviointi.....	32
8.4	NIR-analysointi.....	33
8.5	Microvisioneer-mikroskopointi	34
9	TULOKSET	36
9.1	Kuluttajapalautteet.....	36
9.2	Näytteenotto	36
9.3	Aistinvarainen laatuarviointi.....	36
9.4	Microvisioneer-mikroskopointi	36
10	POHDINTA JA JOHTOPÄÄTÖKSET	40
	LÄHTEET	41
	LIITTEET	43

Kuva-, kuvio- ja taulukkoluetelo

Kuva 1. Jodiluvun arvo eri vuodenaikoina.	17
Kuva 2. Läpivalaisumikroskooppi ja Microvisioneer-ohjelma.	34
Kuva 3. Vähärasvaisen Oivariinin ajonäytekuva 1,2 ja 3.	36
Kuva 4. Vähärasvaisen Oivariinin kaupanäytekuva 1,2 ja 3.	37
Kuva 5. 3 öljyä Oivariinin ajonäytekuva 1,2 ja 3.	37
Kuva 6. 3 öljyä Oivariinin kaupanäytekuva 1,2 ja 3.	38
Kuva 7. Vähärasvaisen Oivariinin ajonäytekuva 40-kertaisella suurennoksella.	38
Kuva 8. Vähärasvaisen Oivariinin ajonäytekuva 40-kertaisella suurennoksella.	39

Käytetyt termit ja lyhenteet

Absorbtiio	Nesteen tai kaasun imeytyminen kiinteään aineeseen ja nesteeseen.
Adheesiohäviö	Adheesio on kahden eri aineen välinen vetovoima. Adheesiohäviössä aineiden välinen vetovoima vähenee.
Agglomeroituminen	Rakeistaminen, jossa materiaalia muovataan tasakokoisiksi rakeiksi, palleroiksi tai kokkareiksi.
Biopolymeeri	Eloperäisiä eli orgaanisia polymeereja. Polymeeri on molekyyli, jossa useat molekyylit ovat liittyneet toisiinsa kemiallisin sidoksin prosessissa, jota kutsutaan polymerisaatioksi.
Hydraus	Kemiallinen reaktio, jossa molekyylin tyydyttymättömiin kaksois- tai kolmoissidoksiin liittyy vetyä. Vedytetty sidos tyydyttyy eli menettää reaktiokykynsä.
Jodiluku	Jodiluku on rasvan tyydyttymättömyyden mittari. Jodiarvo on jodin massa grammoina, jonka 100 grammaa rasvaa kuluttaa.
Emulsio	Kahden toisiinsa sekoittumattoman nesteen dispersio eli seos. Emulsion kahta eri nesteosaa kutsutaan faaseiksi.
Sedimentaatio	Prosessi, jossa kertyy sedimenttiä. Väliaineessa tapahtuvaa partikkelien vajoamista ja kasautumista.
Suspensio	Heterogeeninen seos, jossa nesteeseen on sekoittunut kiinteää ainetta hienojakoisesti niin, että seos saostuu hitaasti.
Triglyseridi	Rasva, jossa yhteen glyserolimolekyyliin on sitoutunut kolme rasvahappoa.
Viskositeetti	Suure, joka kuvaa nesteen tai kaasun kykyä vastustaa virtausta.

1 JOHDANTO

1.1 Tietotausta

Työn toimeksiantajana toimii Seinäjoen Valio. Valion tehtaalla valmistetaan sekä vähärasvaista Oivariinia että 3 öljyä Oivariinia. Valio on tunnettu kotimainen brändi, jolla on korkealaatuiset tuotteet. Jatkuva tuotekehitys ja asiakaspalautteiden huomioonottaminen ovat tärkeä osa yrityksen toimintaa. Tässä työssä tutkimusongelmaa haluttiin tutkia monesta eri näkökulmasta, jotta löydettäisiin sopiva tapa lähestyä asiaa, sekä löytää siihen ratkaisu.

1.2 Tutkimusongelma ja tutkimuksen tavoite

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on parantaa vähärasvaisen Oivariinin ja 3 öljyä Oivariinin rakennetta tutkimalla ja kehittämällä kesäajan reseptiä. Alhaisemman rasvapitoisuuden ja lisääaineettomuuden takia vesi ei sitoudu tuotteeseen yhtä hyvin kuin muissa Oivariineissa, jolloin irtovettä esiintyy helpommin. Valiolla on ollut menossa ajankohtainen projekti, jossa on pyritty kehittämään vähärasvaisen Oivariinin ominaisuuksia. Työssä käydään läpi vuoden 2022 ajoraporttien parametreja, mikroskopiakuvia tuotteen rakenteesta, tuotenäytteiden aistinvaraisten arviointien tuloksia sekä kuluttajapalautteita vuosien 2020, 2021 ja 2022 kesän ajalta.

1.3 Työn rakenne

Työn teoriaosassa käydään läpi lehmän ruokintaa kesäkauden aikana, maidon kemiallista koostumusta ja sen vaikutusta kesäajan kerman käsittelyprosessointiin. Lehmän ruokintaosiossa käydään läpi kesäajan laitumelle siirtymistä, ravintoaineiden merkitystä lehmien ruokinnassa sekä kesäajan ruokinnan vaihtelua verrattuna talviajan ruokintaan. Kerman prosessoinnissa käsitellään kerman rasvapitoisuuden laatuvaatimuksia sekä lämpökäsittelyn, jäädytyksen, ilmanpoiston ja fysikaalisen kypsytyksen vaikutusta kerman laatuun. Lisäksi käydään läpi Oivariinin valmistusprosessia ja reseptiikkaa sekä niiden vaikutusta vähärasvaisten Oivariinien rakenteeseen. Kokeellisessa osiossa käsitellään kuluttajapalautteita, joita on kerätty Valion MMC-tietojärjestelmästä samalta ajanjaksolta vuosien 2020–2022 ajalta. Valion tuotantolaitoksissa käytetään MMC-tuotantojärjestelmää. Osiossa käsitellään myös vähärasvaisesta Oivariinista otettujen tuotenäytteiden sekä aistinvaraisten arviointien ja NIR-

näytteiden tuloksia. NIR-spektroskopiolla voidaan määrittää näytteen koostumus ja toiminnalliset ominaisuudet. Tuotenäytteitä kerättiin kesän aikana valmistuksen aikana. Tuotteista otettiin myös mikroskooppikuvia läpivalaisumikroskoopilla, joiden tuloksia analysoitiin ja arvioitiin tuotteiden rakenteen kannalta.

2 VALIO OY SEINÄJOKI

2.1 Toimeksiantaja

Tämän työn toimeksiantajana toimii Valio Oy Seinäjoen tehdas. Seinäjoen tehdas on aloittanut toimintansa 17.6.1965 (Valio, 2019). Tehdas on yksi Valion suurimmista tehtaista, jossa valmistetaan kaikki Valion voi ja valtaosa maitojauheista. Lisäksi Valion linjastoilla valmistetaan Oivariini-levitteet, Valion rahkat, raejuustot, kreikkalaiset jogurtit, Valio Gefilus tehoshot-juomat, Valio MiFU-tuotteet ja Valio PROfeel-proteiinivanukkaat.

Valiolla kehitetään ja valmistetaan monipuolisesti erilaisia elintarvikkeita (Valio, 2019). Valio on kotimainen yritys, jonka tuotteet tunnetaan jo 60 maassa. Valio on viennissä Suomen merkittävimpiä elintarviketoimijoita. Valio on kotimaisten maitotilayrittäjien omistama yritys. Noin 4700 maitotilallista omistaa Valion osuuskuntien kautta. Maitotilayrittäjät ja Valio itse työllistävät yhteensä niin suoraan kuin epäsuorasti n. 30 000 suomalaista. Valio maksaa kaikki liiketoimintansa tuotot maitotilayrittäjille osuuskuntien välityksellä maidon tilityshintana. Valion omistajat tuottavat n. 80 % suomalaisesta maidosta. Valiolla on yhteensä 12 tuotantolaitosta, joissa on yhteensä viisi juustolaa, viisi tuoretuotetehdasta, neljä jauhetehdasta, mehutehdas, voitehdas ja hillotehdas.

2.2 Seinäjoella valmistettavat Oivariini-tuotteet

Oivariini valmistetaan täysin kotimaisista raaka-aineista (Valio, i.a.). Oivariini-levitteissä käytettävä voi valmistetaan Seinäjoella suomalaisesta maidosta, joka kerätään meijeriin keskimäärin 69 kilometrin etäisyydeltä. Oivariini ei sisällä lisäaineita, kuten säilöntäaineita. Levitteissä käytettyä voita ei varastoida tai pakasteta, vaan se on aina vastavalmistettua. Rypsiöljyä ei koveteta valmistuksen aikana, vaan se käytetään luonnollisessa muodossa.

Oivariini-tuoteryhmään kuuluu tällä hetkellä 12 eri tuotetta, joita pakataan eri rasiakokoihin. Tämän työn tutkittaviin tuotteisiin kuuluvat vähärasvainen Oivariini, jonka rasvapitoisuus on 57 % ja osa suolasta on korvattu Valion omalla ValSa®-maitosuolalla sekä 3 öljyä Oivariini, jonka rasvapitoisuus on 57 % ja sisältää rypsiöljyn lisäksi avokado-kurpitsansiemenöljyä. Muita tuotteita ovat Oivariini Pehmeästi levittyvä, Laktoositon, Luomu,

Merisuola, Voimakassuolainen, Herkku, Normaalisuolainen, Oliiviöljy ja hieno merisuola,
Vähemmän suolaa ja Juokseva.

3 LEHMIEN RUOKINTA

3.1 Laitumelle siirtyminen

Lehmien laidunkausi aloitetaan toukokuussa huolellisella suunnittelulla (Kyntäjä ym., 2010, s. 106–107). Ennen laitumelle laskua täytyy tietää laidunkierrot ja laidunalan mitoitus. Lehmät hoitavat hyvällä laitumella perusruokintansa itse ja tasaväkirehuruokintaperiaate toimii hyvin. Tasaväkirehuruokinnalla tarkoitetaan samaa kilomäärää kaikille lehmille, väkirehuosuus nousee tuotoksen laskiessa. Tasaväkirehuruokinta yksinkertaistaa ruokinnansuunnittelua.

Hyvälaatuisen laitumen tarjonta läpi kesän vaatii suunnittelua ja toimivaa laidunkiertoa. Yhdeksi laidunkierrokseksi kutsutaan aikaa, joka kuluu, kun tilan kaikki laidunlohkot tulevat kertaalleen syödyksi (Puumala ym., 2004, s. 38). Laidunkierron suunnittelussa periaatteena on, että kesän ajankohdasta riippumatta lehmää kohden varataan hyväkuntoista laidunta noin yksi aari päivää kohti. Loppukesää kohti mentäessä nurmen kasvu hidastuu ja laidunkierron pinta-alaa tarvitaan lisää laidunkiertoa kohti, vaikka lehmäkohtainen päiväala pysyy vakiona. Laidunkausi loppuu syyskuun puolivälin tuntumassa.

3.2 Ravintoaineet ruokinnassa

Ruokintasuositukset kuvaavat lehmän saaman energian ja valkuaisen määrän ja maitotuotoksen välistä yhteyttä (Kyntäjä ym., 2010, s. 11). Lehmän maitotuotos ei ole vakio, vaan se muodostuu vasteena käytettävissä olevan energian ja ravintoaineiden määrille. Tähän vaikuttavat myös ruokintataso ja lehmän perinnöllinen maidontuotantopotentiaali. Lehmän maidontuotannossa energialla on merkittävä vaikutus.

Hiilihydraatit ovat lehmän tärkein energian lähde (Kyntäjä ym., 2010, s. 11–12). Lehmä saa energiaa rehuista, joihin sitoutuneesta kokonaisenergiasta noin neljännes on käytettävissä maidontuotantoon ja runsas kolmannes eli suurin osa energiasta muuttuu lämmöksi. Sulamaton energia päätyy sontaan. Valkuaisaineet ovat välttämättömiä kaikissa eläimen elintoiminoissa sekä ne ovat kudosten ja elinten rakennusaineita. Valkuaisaineiden eli proteiinien perusyksikkö on aminohappo, johon eläimen valkuaisen tarve pohjimmiltaan perustuu. Aminohapot liittyvät toisiinsa muodostaen peptidejä. Polypeptidit ovat monesta aminohaposta

koostuvia peptidiketjuja, joista muodostuu valkuaisaineita. Valkuaisaineet voivat olla hyvin erilaisia aminohappojen yhdistyessä monin erilaisin tavoin. Kivennäis- ja hivenaineita tarvitaan lukuisiin elintoimintoihin, kuten luuston rakennusaineeksi, ruuansulatukseen, sikiön kasvuun ja lihaksiston toimintaan. Kivennäisaineiden tarve lisääntyy tuotoksen kasvaessa. Myös veden merkitys on lehmien ruokinnassa tärkeä asia. Lypsävä lehmä kuluttaa elintoimintojen ylläpitoon ja tuotantoon 3-4 kg vettä tuotettua maitokiloa kohden. Määrään sisältyy juonti- ja rehuperäinen vesi. Veden kulutuksessa on eläinkohtaista vaihtelua, johon vaikuttaa myös ympäristön lämpötila. Jos lehmä ei saa vettä vapaasti, sen kuiva-aineen syöntikyky heikkenee ja tämä korreloi maitotuotoksen vähenemiseen.

Kesä ja erityisesti laidunkauden alku on lypsylehmien ruokinnassa haasteellista aikaa, koska lehmien rehustus muuttuu ratkaisevasti, kun säiliörehuruokinnasta siirrytään laiduntamiseen (Farmit, 2010). Laidunkauden alussa magnesiumin tarve on suuri, joten lehmien ruokintaan lisätään magnesiumipitoista kivennäistä. Karkearehun vaihtuminen säiliörehusta laidunruohoksi heikentää magnesiumin imeytymistä ja muuttaa pötsin toimintaa.

3.3 Laidunkauden ruokinta

Laadukas ja tasapainoinen ravinto edistää lehmän hyvinvointia ja parantaa maidon laatua ja maitotuotosta (Karhujoki, 2016). Kesällä laiduntavat lehmät saavat ravintonsa pääasiassa suoraan laitumelta. Lehmille syötetään laidunruohon ja karkearehun lisäksi väkirehua, jotka sisältävät energiaa, valkuaista, kivennäisaineita ja vitamiineja. Laidunnurmi on alkukesästä hyvin sulavaa, joten täydennysrehua käytetään vähemmän. Laidunnurmessa kasvaa yleensä nurminataa, timoteitä, raiheinää sekä erilaisia apiloita. Yksi vaikuttavimmista tekijöistä kesäajan voin laatuun on nimenomaan lehmien laidunruokinta. Talvea lähestyttäessä täydennysrehun määrää nostetaan kesän aikana. Talven aikana lehmät saavat nurmesta valmistettua säiliörehua, joka eroaa kesäajan ruokinnasta. Säiliörehun ja laidunnurmen ravintoainepitoisuuksia tutkitaan Valion rehulaboratoriossa Seinäjoella.

Laidunkauden alkaessa ensimmäinen päivä menee ulkoilmaan tutustuessa ja laidunaika on noin 1-2 tuntia (Kyntäjä, ym., 2010, s. 108). Laidunaikaa nostetaan päivä päivältä. Tässä siirtovaiheessa maitotuotokset notkahtavat hetkellisesti, tosin onnistuneessa siirrossa notkahdus kestää noin 2-3 päivää. Laitumella ei ole aikaisin keväällä vielä riittävästi nurmea vuorokautisen rehuannoksen turvaamiseksi, joten ensimmäisinä päivinä ruokinta on sisäruokintakauden

mukainen. Laidunkauden alussa lehmien sisäruokintamäärää pienennetään, koska nurmen kasvu lähtee nopeasti liikkeelle. Tässä riskitekijänä on liian nopea rehumäärän vähentäminen, joka näkyy nopeasti meijeriin toimitettavan maidon määrässä. Toisesta näkökulmasta liian hidas sisäruokinnan rajoittaminen johtaa laidunkierron pieleen menemiseen heti alussa, koska silloin laidunrehu kerääntyy pellolle. Lehmät eivät pidä nopeista ruokinnan muutoksista, joten sitä muutetaan kesän aikana vähitellen sopivaksi.

4 MAITO

4.1 Maidon kemiallinen koostumus

Maito on biologinen nesteyhdistelmä emulsion muodossa. Emulsio on muodostunut maitorasvasta, joka on dispergoitunut globuleina plasmaan joka sisältää kolloidisia hiukkasia eli kaseiinimisellejä sekä veteen liuenneet heraproteiinit, laktoosia ja maitosuolaa. Tämän yhdistelmän ainutlaatuisuus tekee siitä mukautuvan erilaisiin fysikaalis-kemiallisiin prosesseihin ja erilaisiksi maitotuotteiksi (Chandan ym., 2016, s. 266). Maidon koostumus vaihtelee (Aho ym., 2022, s. 158). Vaihtelu on suurimmillaan keväällä ja syksyllä eli laidunkauden alussa ja lopussa. Maidon koostumukseen vaikuttavat lehmän rotu, ruokinta, ikä, ympäristö sekä lypsykauden vaihe. Maidon rasvapitoisuus vaihtelee enemmän kuin proteiinipitoisuus. Tuoreen maidon happamuus pH vaihtelee 6,5-6,7 välillä ja tiheys on 1,028-1,034 g/ml. Maidon ominaispaino muuttuu koostumuksen mukaan. Rasvattomalla maidolla ominaispaino on korkeampi kuin runsasrasvaisilla maidoilla. Maidosta 87 % on vettä ja muut ainesosat ovat maidossa joko liuenneena tai suspendoituneena (MilkWorks, i.a.). Maito sisältää veden lisäksi rasvaa 4,3 %, proteiineja 3,5 %, hiilihydraatteja 4,7 %, kivennäisaineita 0,7 % sekä monia rasva- ja vesiliukoisia vitamiineja.

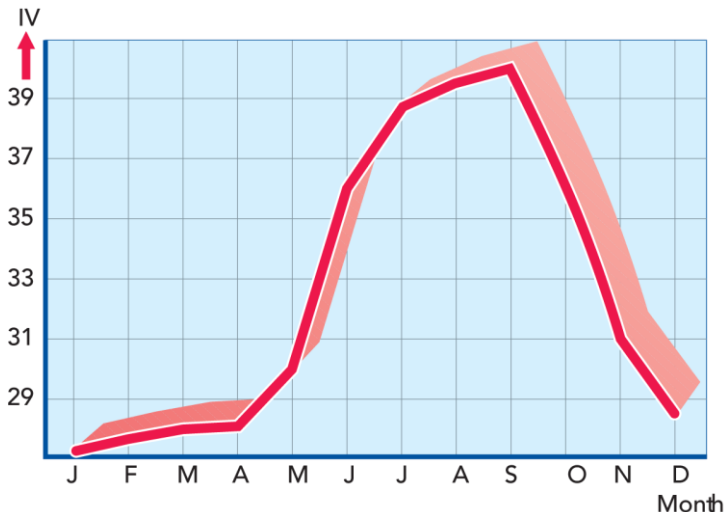
4.2 Maidon rasva

Maidosta on löydetty noin 400 erilaista rasvahappoa, joista tyydyttyneitä on 65 %, kertatyydyttymättömiä 35 % ja monityydyttymättömiä 5 % (Aho ym., 2022, s. 159). Mitä enemmän on tyydyttyneitä rasvahappoja, sitä kovempaa rasva on. Maito sisältää rasvaa noin 4,3 g/100 g (Aho & Hildèn, 2007, s. 31–32). Maito on rasva-vedessä tyyppinen emulsio eli maitorasva on pieninä, erikokoisina pallosina jakautuneena vesiosassa. Maitorasva sisältää paljon erilaisia ja kemialliselta rakenteeltaan monimuotoisia osia, kuten erilaisia diglyseridejä, triglyseridejä, fosfolipidejä, steroleita, karotenoideja sekä erittäin pieniä määriä vapaita rasvahappoja. Suurin osa maidon rasvasta on triglyseridimuodossa, jossa glyseroliin on sitoutunut kolme rasvahappoa. Rasvapallosta ympäröi kalvomainen kerros, membraani. Se koostuu eri elementeistä mosaiikkimaisesti, kuten lipoproteiineista, fosfolipideistä, kerebrosideista, proteiineista, aminohapoista, hivenaineista ja entsyyimeistä. Rasvapallot ovat maidon kevyimpiä ja suurimpia partikkeleja. Kun maito jätetään seisomaan joksikin aikaa, maito kermoutuu eli rasvapalloset nousevat maidon pinnalle. Kermoutuminen on hidaskokki prosessi, koska rasvapalloset ovat

kooltaan pieniä. Kemialliselta rakenteeltaan rasvahapot ovat hiilivetyketjuja, joihin on kiinnittynyt karboksyyli-ryhmä (-COOH). Tyydyttyneissä rasvahapoissa hiilet ovat kiinni toisissaan yksinkertaisella sidoksella. Tyydyttymättömien rasvahappojen hiilivetyketjussa on yksi (kertatyydyttymättömät) tai useampi (monityydyttymätön) kaksoissidos. Tyypillisesti maidon triglyserideissä on paljon tyydyttyneitä ja lyhytketjuisia rasvahappoja. Hiiliketjujen pituus on 4-10. Tyypillinen lehmänmaidossa esiintyvä tyydyttynyt ja lyhytketjuinen rasvahappo on voi-happo. Maidossa on eniten tyydyttymättömistä ja pitkäketjuisista rasvahapoista öljyhappoa. Maitorasvan muut tärkeä tyydyttyneet rasvahapot ovat kapronihappo, kapryylihappo, kapriinihappo, lauriinihappo, myristiinihappo, palmitiinihappo ja steariinihappo.

Eri rasvahappojen suhteelliset määrät voivat vaihdella huomattavasti (Bylund, 1995, s. 19). Tämä vaihtelu vaikuttaa rasvan kovuuteen. Rasva, jossa on paljon korkeassa lämpötilassa sulavia rasvahappoja, kuten palmitiinihappoa, on kovaa; toisaalta rasva, jossa on suuri pitoisuus matalassa sulavia rasvahappoja, kuten öljyhappoa, tekee voista pehmeää. Käytännön syistä riittää, että määritetään yksi tai useampi vakio tai indeksi, joka antaa tiettyä tietoa rasvan koostumuksesta.

Rasvahapoilla, joissa on sama määrä hiili- ja vetyatomeja, mutta eri määrä yksittäisiä ja kaksoissidoksia, on täysin erilaiset ominaisuudet (Bylund, 1995, s. 19–20). Tärkein ja yleisimmin käytetty menetelmä niiden erityisominaisuuksien osoittamiseksi on mitata rasvan jodiarvo. Jodiarvo ilmaisee sen jodin prosenttiosuuden, jonka rasva voi sitoa. Tyydyttymättömien rasvahappojen kaksoissidokset ottavat jodin vastaan. Koska öljyhappoa on ylivoimaisesti runsaiten tyydyttymättömistä rasvahapoista, jotka ovat huoneenlämmössä nestemäisiä, jodiarvo on suurelta osin öljyhapon pitoisuuden ja siten rasvan pehmeuden mitta. Voirasvan jodiarvo vaihtelee normaalisti välillä 24-46. Jodiarvon muuttuminen johtuu lehmän syömän ravinnon laadusta ja vaihtelusta. Vihreän nurmilaitumen käyttö kesällä edistää korkeaa öljyhappopitoisuutta, jolloin kesäajan maidon rasva on pehmeää (korkea jodiarvo). Tietyt rehutiivisteet, kuten auringonkukkakakku ja pellavakakku, tuottavat myös pehmeää rasvaa, kun taas tietyt rehutyyppit, kuten kookos- ja palmuöljykakku sekä juureksien latvat tuottavat kovaa rasvaa. Tämä vuoksi maitorasvan koostumukseen on mahdollista vaikuttaa valitsemalla lehmille sopiva ravinto. Kuvassa 1 on esimerkki siitä, kuinka maitorasvan jodiarvo voi vaihdella vuoden aikana. Kuvassa olevasta kuvaajasta nähdään, että maitorasvan jodiarvo on korkeimmillaan kesän aikana.



Kuva 1 Jodiluvun arvo eri vuodenaikoina (Bylund, 1995, s. 20).

Rasvahappojen eri määrä rasvassa vaikuttaa myös siihen, miten se taittaa valoa. Siksi yleinen käytäntö on määrittää rasvan taitekerroin, jota voidaan sitten käyttää jodiarvon laskemiseen. Tämä on nopea menetelmä rasvan kovuuden arvioimiseen. Sen sijaan, että analysoidisiin jodiarvoa tai taitekerrointa, tyydyttyneen rasvan ja tyydyttymättömän rasvan suhde voidaan määrittää NMR-spektroskopialla. Muuntokerrointa voidaan käyttää NMR-arvon muuttamiseksi vastaavaksi jodiarvoksi haluttaessa.

NMR-menetelmää voidaan käyttää myös rasvan kiteytymisasteen selvittämiseen kiteytymisajan funktiona. NMR-spektroskopiaa eli ydinmagneettista resonanssispektroskopiaa käytetään orgaanisten yhdisteiden rakennemäärittäykseen (Peda.net, 2019). Se perustuu atomin ydinten käyttäytymiseen magneettikentässä. Laite tuottaa magneettikentän, joka jakaa ytimet eri energiatiloihin. Jotkin ytimet asettuvat ulkoisen kentän suuntaisesti, toiset vastaisesti.

4.3 Maidon proteiinit

Maidon vesiosa sisältää erityyppisiä proteiineja, jotka jaetaan kahteen pääryhmään: heraproteiineihin, joita on noin 20 % ja kaseiineihin, joita on noin 80 % (Aho & Hildén, 2007, s. 34–35). Myös entsyymit kuuluvat maidon proteiineihin ja ne toimivat katalyytteina biokemiallisissa reaktioissa. Proteiinit muodostuvat aminohappojen muodostamista ketjuista, joita tunnetaan noin 20 erilaista. Maito sisältää näistä 18. Kaseiinia on maidossa noin 2,6 % ja se on väriltään puhtaan valkoista. Kaseiini on suurimolekyylinen proteiini, joka sisältää kalsiumia, rikkiä ja fosforia. Maidon kaseiinin päätyypit ovat alfa-, beta- ja kappakaseiini. Näistä muodostuu kalsiumfosfaattisidosten avulla suuria, pallomaisia molekyylikomplekseja, joita kutsutaan kaseiinimiselleiksi. Heraproteiineja on maidon kokonaismäärästä noin 0,5 %. Nämä

proteiinit ovat pallomaisia ja vesiliukoisia. Kun maitoa kuumennetaan esimerkiksi pastöroinnissa, ne muodostavat kaseiinin kanssa yhteenliittymiä, jotka heikentävät maidon juoksettumis- ja kalsiuminsidontakykyä.

4.4 Maidon entsyymit

Katalyytti nopeuttaa kemiallista reaktiota kulumatta itse reaktion aikana (Aho & Hildèn, 2007, s. 37–38). Entsyymit ovat tällaisia valkuaisaineita. Entsyymit vaikuttavat vain tiettyyn reaktioon, koska jokaisella entsyymillä on omanlaisensa vaikutusmekanismi. Eli ne ovat substratispesifisiä, koska ne pystyvät vaikuttamaan vain omaan kohdemolekyylinsä. Maidosta on löydetty erilaisia entsyymejä noin 50. Ne ovat joko bakteeriperäisiä tai maidon luontaisia entsyymejä. Ne vaikuttavat maidon makuun, säilyvyyteen ja hajuun. Pastöroinnilla pystytään tuhoamaan osa maitoa pilaavista entsyymeistä. Maidon tärkeimmät luontaiset entsyymit ovat peroksidaasi, katalaasi, fosfataasi, lipaasi ja proteanaasi. Fosfataasi hajottaa tiettyjä fosforihappestereitä alkoholiksi ja fosforihapoksi. Laktoperodaasi kuljettaa happea vetyperoksidista helposti hapettuviin yhdisteisiin. Lipoproteiinilipaasi hajottaa rasvan rasvahapoiksi ja glyseroliksi. Maitoon aiheutuu härski maku vapaista rasvahapoista. Kemiallisten reaktioiden sivutuotteena elävissä soluissa syntyy vetyperoksidia. Aine on haitallinen, joten solun täytyy hajottaa se mahdollisimman nopeasti katalaasientsyymien avulla. Hajotustyön tuloksena syntyy happea ja vettä.

4.5 Maidon hiilihydraatit

Maidon pääasiallinen hiilihydraatti on maitosokeri eli laktoosi (MilkWorks, i.a.). Laktoosi on disakkaridi, joka koostuu kahdesta monosakkaridista: glukoosista ja galaktoosista. Maito sisältää laktoosia noin 4,7 g/100 g. Laktoosia esiintyy ainoastaan maidossa, eikä se maistu yhtä makealle kuin sakkaroosi eli tavallinen sokeri. Maito sisältää myös muita hiilihydraatteja, mutta laktoosia huomattavasti pienempiä määriä. Hapatetuissa maitovalmisteissa on vähemmän laktoosia kuin maidossa, koska hapatuksen aikana osa laktoosista muuttuu maitohapoksi (Maito ja Terveys ry, i.a.). Vähälaktoosisten maitotuotteiden suurin osa laktoosista on hajotettu entsyymien avulla.

4.6 Maidon kivennäis- ja hivenaineet

Vitamiinit ovat aineenvaihdunnan kannalta orgaanisia yhdisteitä, jotka ovat välttämättömiä (MilkWorks, i.a.). Ihmisen elimistö ei pysty valmistamaan riittävästi vitamiineja, joten niitä on saatava myös ravinnon mukana. Maidossa on useita B-ryhmän vitamiineja sekä huomattava määrä A-vitamiinia ja sen esiastetta, beetakaroteenia. Maidon C-, D-, E- ja K-vitamiinien pitoisuudet ovat pieniä. Vesiliukoiset B- ja C-vitamiini ovat maidon vesiosassa ja rasvaliukoiset A-, D-, E-, ja K-vitamiinit ovat rasvaosassa. Maito sisältää myös kivennäisaineita 0,7 g/100 g. Sen sisältämiä kivennäisaineita ovat natrium, fosfori, kloori, rikki, kalsium, magnesium ja kalium. Maidossa on kivennäisaineista eniten kalsiumia, 120 mg/100 g.

5 KERMAN PROSESSOINTI

5.1 Käsittely

Kerma määritellään maidon osaksi, jossa on runsaasti rasvaa, joka on erotettu kuorimalla tai muuten ja joka on tarkoitettu ihmisen kulutettavaksi (Law & Tamime, 2001, s. 127). Voin valmistusprosessin kannalta kermalla on suuri merkitys raaka-aineena ja sen käsittelyllä vaikutaan voion optimaaliseen valmistamiseen (Spreer, 1995, s. 207). Kerman käsittely kuvaa voion laatua ja se vaikuttaa voion rasvapitoisuuteen merkittävällä tavalla. Kermaa saadaan erottamalla maito ja se on voion valmistuksen perusraaka-aine. Kermassa on oltava hyvä bakteriologinen laatu, ilman maku- tai aromivirheitä (Bylund, 1995, s. 268). Näiden laatuksien lisäksi myös jodi-arvo on ratkaiseva tekijä valmistusparametrien valinnassa. Ellei sitä oteta valmistuksessa huomioon, korkean jodipitoisuuden omaava rasva (korkea tyydyttymätön rasvapitoisuus) tuottaa rasvaista voita. Koostumukseltaan hyväksyttävää voita voidaan saada sekä kovasta kerman rasvasta (jodi-arvo enintään 28) että pehmeästä kerman rasvasta (jodi-arvo enintään 42) vaihtelemalla kypsytyskäsittelyä jodi-arvon mukaan.

Kerman rasvapitoisuus on tärkeä tuoteaspekti, koska kerman käsittely ja siihen liittyvä rasvapitoisuus määrittää valmistettavan voion laatua (Spreer, 1995, s. 207–209). Valittu rasvapitoisuus riippuu voion valmistusprosessista; Perinteisessä prosessissa rasvapitoisuus on 34–40 %. Kerma, jossa rasvapitoisuus on 40 %, on seuraavanlainen koostumus: Rasvaa 40 %, vettä 54,5 %, proteiinia 2,1 %, laktoosia 3,0 % ja kivennäisaineita 0,4 %. Seuraavat muutokset tapahtuvat kermassa rasvapitoisuuden kasvaessa; Seerumitason aleneminen, happamoitumis-kyky heikkenee, kun fermentoituva osa vähenee, viskositeetin kasvu, suuremmat adheesiohäviöt, heikentyneet virtausominaisuudet, pienemmät sekoitus- ja siirto-ominaisuudet, pienentynyt tiheys sekä rasvapallojen keskimääräisen etäisyyden pieneneminen, joka on suotuisa edellytys rasvapallon kasaantumiselle voion muodostumisen aikana. Kerman korkean viskositeetin ja siitä johtuvan sekoittumisen huonontumisesta johtuen kerman rasvapitoisuus on pidettävä valmistuksen aikana mahdollisimman vakiona.

5.2 Lämpökäsittely, jäähditys ja ilmanpoisto

Kerman lämpökäsittelyn tarkoituksena on pilaantumista aiheuttavien mikro-organismien tuhoaminen, jotka vaikuttavat negatiivisesti kerman kypsymiseen ja voion laatuun, rasvaa ja

proteiineja pilkkovien entsyymien (erityisesti lipaasien) inaktivointi. Ne voivat aiheuttaa rasvan hajoamista ja voin laadun heikkenemistä sekä kerman viskositeetin lievää laskua (Spreer, 1995, s. 210–211). Useimmissa tapauksissa käsittelylämpötilat ovat välillä 90–110 °C. Yli 115 °C lämpötilassa rasvapallojen kalvojen rappeutumista voi tapahtua, joka voi aiheuttaa ei-toivottua vapaan rasvan vapautumista. Nämä lämpötilat, jotka ovat suhteellisen korkeat maidon lämpökäsittelyyn verrattuna, ovat välttämättömiä, koska mikro-organismit kestävät paremmin lämpökäsittelyä, kun niitä ympäröi ja suojaa rasvakerros. Lämpökäsittelyn jälkeen tapahtuu jäähdytys, jolloin lämpötilat saavuttavat jäähdytyslämpötila-alueen, alle 22 °C. Lopulliset lämpötilat riippuvat kerman kypsytyksen lämpötilaprofiilista. Rasva on tärkein kantaja kaikille maidon maku- ja makuyhdisteille, mutta se tuo kermaan myös sivumaun ja -hajun, joka siirtyy myöhemmin voihin. Nämä negatiiviset laatuvaikutukset johtuvat pääasiassa huonosta rehusta ja huonosta ympäröivästä ilmasta, jotka vaikuttavat maitoon. Ilmanpoisto kermasta poistaa ei-toivotut maut ja makuyhdisteet kermasta. Lisäksi happi poistetaan kermasta, mikä estää haitallisten aerobisten bakteerien kehittymisen ja rasvan hapettumisen. Kun toivotut että ei-toivotut makukomponentit poistetaan ilmanpoistovaiheen aikana, on erityisen tärkeää kiinnittää huomiota hyvän maun kehittymiseen kerman kypsytyksen aikana. Jos raakamaito on hyvälaatuista, kerman ilmanpoisto-vaihe voidaan ohittaa. Ilmanpoisto tehdään yhdessä lämmityksen ja jäähdytyksen kanssa tyhjiöastioissa.

5.3 Kerman kypsytyk

Kerman kypsytysvaihe toimii intensiivisenä kerman valmisteluna kirnuamisprosessia varten (Spreer, 1995, s. 212–213). Kerman kypsyttäminen vaikuttaa seuraaviin kriteereihin: Voin koostumukseen, kiinteyteen, levittyvyyteen, voin perusvesipitoisuuteen valmistusprosessin aikana (voissa oleva sidottu vesi, jota ei voida poistaa millään mekaanisella käsittelyllä), kirnupiimän rasvapitoisuuteen, joka on minimoitava sekä voin happopitoisuuteen ja makuun biokemiallisen kypsytyksen aikana. Valmistetun voin tyyppistä riippumatta kermalle tehdään fysikaalinen kypsytyk. Hapatetun voin valmistuksessa biokemiallinen kypsytyk yhdistetään fysikaalisen kypsytyksen kanssa. Valittua aika-lämpötila-profiilia kutsutaan kypsytyksen prosessiksi. Kypsyminen tapahtuu erityisissä säiliöissä, joita käytetään samanaikaisesti varastointiin, rasvan kiteyttämiseen, biokemialliseen kypsytykseen ja joskus lämpötilan säätelyyn. Säiliöiden sekoitusjärjestelmän on taattava kerman hyvä sekoittuminen erittäin hellävaraisella käsittelyllä, jotta rasvapallot eivät hajoa ja öljyyntymistä ei tapahdu, jolloin vapautuisi jonkin verran vapaata rasvaa. Muita vaatimuksia ovat lämpötila-anturit ja pH:n kontrollointi. Kerman

kypsytyssäiliöt ovat kaksiseinäisiä lämpö- ja jäähdytysväliaineen säilyttämiseksi. Suurempia kapasiteetteja varten kermaa johdetaan levylämmönvaihtimien läpi lämpötilan säätelyä varten pumpuilla. Kermankypsytyssäiliöiden määrä riippuu kapasiteetista ja prosessien suunnittelusta.

5.4 Fysikaalinen kypsytytys

Spreerin (1995, s. 212–214) mukaan fysikaalinen kypsytytys edesauttaa nestemäisen rasvan uudelleenrakentumista (kuumennuksen jälkeen) enemmän tai vähemmän kiinteään kiteiseen tilaan, joka on perusedellytys voion kiinteälle rakenteelle. Näiden fysikaalisten prosessien hallitsemista varten on tiedettävä rasvan tyyppi, koostumus, sulamis- ja jähmettymispisteet sekä muutokset rasvapallojen membraaneissa. Rasva on triglyseridi ja sen kiteytyminen riippuu siihen kiinnittyneistä rasvahapoista, jotka indikoivat voion rasvan kovuudesta. Rasvahappokoostumuksen vaihtelu johtuu lehmien ravinnon kausittaisesta vaihtelusta. Optimaalinen rasvakiteytytys kerman käsittelyn aikana vaikuttaa ratkaisevasti voion muodostumiseen ja laatuun.

Rasvapalloissa oleva rasva on pastöroinnin jälkeen nestemäisessä muodossa (Bylund, 1995, s. 271). Kun kerma jäähtyy alle 40 °C:een, rasva alkaa kiteytyä. Jos jäähtyminen on asteittaista, eri rasvat kiteytyvät eri lämpötiloissa sulamispisteensä mukaan. Tämä voisi olla etu, koska tämäntyyppinen jäähdytys johtaisi mahdollisimman vähäiseen kiinteään rasvaan. Tällöin pehmeää voita voitaisiin valmistaa kermasta, joka sisältää kovaa maitorasvaa, jolla on alhainen jodi-arvo. Yksi menetelmä kiteytymisprosessin nopeuttamiseksi on kerman nopea jäähdyttäminen alhaiseen lämpötilaan, jossa kiteiden muodostuminen on erittäin nopeaa. Tämän menetelmän haittapuoli on se, että triglyseridit, joilla on alhainen sulamispiste, jäävät samoihin kiteisiin ja muodostuu sekakiteitä. Suuri osa rasvasta kiteytyisi, jos mitään toimenpiteitä ei toteuteta. Nestemäisen ja kiinteän rasvan suhde olisi alhainen ja tällaisesta kermasta valmistettu voi olisi kovaa. Tämä voidaan välttää, jos kerma kuumennetaan varovasti korkeampaan lämpötilaan, jotta matalassa lämpötilassa sulavat triglyseridit sulavat pois kiteistä. Sulanut rasva kiteytetään sitten uudelleen hieman alemmassa lämpötilassa, jolloin saadaan suurempi osuus puhtaita kiteitä ja pienempi osuus sekakiteitä. Näin saadaan korkeampi neste-kiintoainesuhte ja pehmeämpi rasva. On selvää, että sekakiteiden määrä ja siten nestemäisen rasvan suhde kiinteään rasvaan voidaan määrittää tietyssä määrin valitsemalla

kuumennuslämpötila, jossa rasvakiteet sulavat jäähtymisen ja kiteytymisen jälkeen, sekä uudelleenkiteytyslämpötila.

Kiteytystyyppiin ja -tapaan voi vaikuttaa kerman lämpötilaprofiililla (Spreer, 1995, s. 214). Kun rasva on sulamis- ja jähmettymislämpötilan alueella, jokainen seuraava lämpötilan lasku häiritsee rasvamolekyylien liuostasapainoa, mikä johtaa liuoksen ylikyllästyneeseen tilaan. Tämän seurauksena muodostuu aluksi pieniä kiteitä, jotka kasvavat tasaisesti suuremmiksi kiderakenteiksi. Rasvan kiteytyminen on hidas prosessi, joka voi kestää tunteja, jopa päiviä. Lämpötila- ja aikaprofiili valitaan tavoitellun rasvapallotyypin mukaan ja haluttaessa samanaikaisesti happamoitumisen ja maun kehittymisen aikaansaamiseksi. Jokaisella prosessilla on oma aika-lämpötilaprofiilinsa. Tarkkaa profiilia varten on valittava kunkin rasvan sulamis- ja jähmettymiskäyrän huippujen eri välien lopulliset lämpötilat. Kaikissa temperointiprosesseissa lämpötilaero tulee säilyttää $\Delta T \leq 4$ °C lämmitysveden ja kerman lopullisen lämpötilan välillä, jotta vältetään kiteiden sulaminen.

Kesäajan kypsytyksprosessi soveltuu pääasiassa pehmeälle rasvalle tyypillisellä kesäruokinnalla ja johtaa rasvapalloihin ilman tyyppiä 2, jotka tuhoutuvat helposti voion muodostuksessa (Spreer, 1995, s. 218). Tällaisessa voissa on vain muutamia ehjiä rasvapalloja ja kiteisen rasvan jakautuminen on suhteellisen homogeeninen. Tällaisen voion kovuus on huomattavasti korkeampi (=1,5 N) kuin talviajan kypsytyksestä saadun voion kovuus. Lämmityksen jälkeen kerma jäähdytetään 21-23 °C:een ja hapateviljelmän lisäämisen jälkeen käynnistetään happamoittaminen ja samalla korkean sulamispisteen triglyseridien kiteytyminen. Kun kerman pH on välillä 5,7-5,9, se jäähdytetään 6 °C:een, jos jodiarvo on noin 41 tai korkeampi ja 8 °C:een jos jodiarvo on 39-40.

6 OIVARIININ VALMISTUS

6.1 Emulsio

Tadroksen (2013, s. 1–2) mukaan emulsiot ovat luokka, joka koostuu kahdesta sekoittumattomasta nesteestä. Nestepisarat (dispersiofaasi) dispergoidaan nestemäiseen väliaineeseen (jatkuva faasi). Emulsiossa voidaan erottaa useita luokkia: öljy vedessä (O/W), vesi öljyssä (W/O) ja öljy öljyssä (O/O). Kahden sekoittumattoman nesteen dispergoimiseksi tarvitaan kolmas komponentti, emulgointiaine. Emulgaattorin valinta on ratkaiseva emulsion muodostumisen ja sen pitkäaikaisen stabiiliuden kannalta. Emulsiot voidaan luokitella emulgaattorin ominaisuuden tai järjestelmän rakenteen mukaan. Elintarvikejärjestelmissä esiintyy kahta tyyppiä luonnossa esiintyviä emulsioita: tyypillisiä pienitilavuuksisia emulsioita, kuten maitoa ja kastikkeita, ja suuritilavuuksisia emulsioita, kuten voita ja margariinia (Roohinejad ym., 2018, s. 2–3). Yhdistelemällä eri raaka-aineita valmistetaan lukuisia elintarvike-emulsioita. Oivariini valmistetaan yhdistämällä vettä, voita, suolaa ja kasviöljyä. Jokainen seoksen komponentti vaikuttaa tuotteen fysikaalisiin (molekyylien väliset tai pisaroiden väliset voimat, faasien erotukset) ja kemiallisiin (kovalenttisten sidosten muodostuminen) ominaisuuksiin.

Tehokkaimpia emulgointiaineita ovat ionittomat pinta-aktiiviset aineet, joita voidaan käyttää emulgointiin O/W tai W/O (Tadros, 2013, s. 1–2). Lisäksi ne voivat vakauttaa emulsion sakkautumista ja yhteensulautumista vastaan Pinta-aktiivisten aineiden seokset, esimerkiksi ioniset ja ei-ioniset, tai ionittomien pinta-aktiivisten aineiden seokset voivat olla tehokkaampia emulsion emulgoinnissa ja stabiloinnissa. Emulsioissa voi tapahtua myös faasin kääntyminen, jossa dispersion faasin ja väliaineen välillä tapahtuu vaihto. Esimerkiksi O/W-emulsio voi ajan tai olosuhteiden muuttuessa muuttua W/O-emulsioksi.

Roohinejadin ym. (2018, s. 2–3) mukaan riippuen lähtöaineiden luonteesta ja emulsion luomiseen käytetystä menetelmästä, prosessi voi sisältää yhden tai useita peräkkäisiä vaiheita. Jotta kaksi erillistä öljy- ja vesifaasia muutetaan emulsioksi, eri ainesosat tulee ensin dispergoida siihen faasiin, johon ne liukenevat. Esimerkiksi rasvaliukoiset yhdisteet (esim. öljyliukoiset vitamiinit, antioksidantit ja pigmentit) sekoitetaan ensin öljyfaasissa, kun taas vesiliukoiset yhdisteet (esim. proteiinit, polysakkaridit, fenoliyhdisteet, vesiliukoiset pigmentit ja vitamiinit) sekoitetaan ensin vesifaasissa. Joskus on kuitenkin kätevämpää sekoittaa jauhemaisia ainesosia suoraan öljyn ja veden seokseen. Paakkujen muodostumisen estämiseksi

myöhempien sekoitus- ja homogointiprosessien aikana, sekoitusprosessin intensiteetin ja keston on oltava optimaalinen. Kiteisten materiaalien läsnäolo lipidifaasissa estää stabiilin emulsion muodostumisen. Siksi tarvitaan esilämmitysvaihe rasvojen sulattamiseksi ennen homogointia. Liiallinen kuumennus voi kuitenkin käynnistää/edistää monityydyttymättömien lipidien hapettumista, mikä puolestaan vaikuttaa haitallisesti tuotteen laatuun. Jotkin parametrit, kuten optimaaliset ainesosien sekoitusolosuhteet, liuottimen tyyppi ja toimintalämpötila ovat tärkeitä stabiilin toiminnallisen emulsion valmistuksessa. Kuten aiemmin mainittiin, homogointia käytetään kahden sekoittumattoman nesteen muuttamiseksi emulsioksi emulgointiaineen avulla. Kahden nestefaasin alkupitoisuudesta riippuen voidaan saada kaksi erityyppistä emulsiota emulgaattorin läsnä ollessa; korkeilla öljypitoisuuksilla ja pienillä öljypitoisuuksilla muodostuu vesi öljyssä (W/O) ja öljy vedessä (O/W) emulsioita. Kahden vastakkaisen fysikaalisen prosessin välinen tasapaino sekä pisaroiden hajoaminen ja yhteensulautuminen vaikuttavat valtavasti homogointiprosessin tuottamien pisaroiden kokoon. Emulsion stabiilius määrittää emulsion kyvyksi vastustaa ominaisuuksiensa muutoksia ajan myötä. Stabiilit emulsiot kestävät hyvin ominaisuuksiensa muutoksia ja päinvastoin. Erilaiset fysikaaliset ja kemialliset prosessit voivat aiheuttaa emulsion epästabiiliutta. Useat mekanismit, kuten kermoutuminen, sedimentaatio, saostuminen, yhteensulautuminen ja osittainen sulautuminen voivat edistää emulsion fyysistä epästabiiliisuutta. Vaikka useat tutkimukset ovat yrittäneet selvittää emulsioiden stabiiliisuutta sääteleviä yleisiä periaatteita niiden käyttäytymisen ennustamiseksi erilaisissa prosessointiolosuhteissa, joidenkin emulsioiden koostumuksen ja rakenteellisen monimutkaisuuden vuoksi ei voida ennustaa tarkkaa stabiiliisuutta varastoinnin aikana. Analyttisiä tekniikoita käytetään tavallisesti seuraamaan muutoksia emulsion ominaisuuksissa ajan myötä. Ympäristöolosuhteilla (esim. varastoinnin lämpötila ja kosteus, mekaaninen sekoitus ja varastointiaika) sekä emulsion koostumuksella ja mikrorakenteella on suuri vaikutus hajoamisnopeuteen ja mekanismiin, jolla hajoaminen tapahtuu. Termi emulgointiaine kuvaa mitä tahansa pinta-aktiivista komponenttia, joka kykenee olemaan vuorovaikutuksessa öljy- ja vesifaasien kanssa ja luomaan öljyn ja veden välisen rajapinnan ja suojaamaan emulsioita paakkuuntumiselta, saostumiselta ja yhteensulautumisen aiheuttamalta epästabiililta tilalta. Elintarviketeollisuudessa pienimolekyylipainoiset pinta-aktiiviset aineet, amfiifiiliset biopolymeerit ja pinta-aktiiviset hiukkaset ovat yleisimpiä emulgointiaineita, joita käytetään emulsioiden muodostamiseen ja stabilointiin. Ihanteellinen emulgointiaine absorboituu nopeasti öljyn ja veden väliseen rajapintaan, se eliminoi rajapintojen jännityksen ja estää pisaroiden yhteensulautumisen homogenisoinnin aikana muodostamalla rajapinnan kalvon. Tekstuuria muokkaavat aineet jaetaan sakeuttamisaineisiin ja hyytelöimisaineisiin niiden

toiminnallisten ominaisuuksien molekyylialkuperän mukaan. Näitä aineosia lisätään tavanomaisten emulsioiden muotoiluun jatkuvan faasin rakenteen modifioimiseksi. Käytännössä sakeutusaineiden ja hyytelöimisaineiden välillä ei useinkaan ole selvää eroa, koska sakeutusaineet pystyvät muodostamaan geelejä, kun niitä lisätään korkeina pitoisuuksina, sekä hyytelöimisaineiden kyky lisätä vesiliuosten viskositeettia muodostamatta geelejä, kun niitä lisätään, niitä käytetään pieninä pitoisuuksina. Tietty biopolymeeri voi toimia joko sakeuttamis- tai hyytelöimisaineena tietyissä olosuhteissa, esimerkiksi lämpötilat, pH tai ionivahvuudet. Perinteisten emulsioiden tekstuuria modifioivia aineita käytetään antamaan tuotteelle sopivat rakenne- ja suutuntumaominaisuudet ja parantamaan emulsion stabiilisuutta vähentämällä partikkeleiden hajoamista.

6.2 Voin valmistus

Voi luokitellaan maitorasvoin (Hyvönen ym, 2010, s. 77). Tällöin tarkoitetaan tuotteita, jotka esiintyvät pääosin vesi rasvassa-emulsiona, jotka ovat muotoiltavia ja kiinteitä. Voi on johdettu maidosta tai tietyistä maitovalmisteista, joissa arvon kannalta olennainen osa on rasva. Maitorasvapitoisuus on voissa vähintään 80 %, kuitenkin vähemmän kuin 90 %, vesipitoisuus enintään 16 % ja rasvattoman kuiva-aineen pitoisuus enintään 2 %. Voityypit voidaan jakaa niiden valmistustavan mukaan suolattuun, suolaamattomaan sekä hapatettuun ja imelään eli hapattamattomaan voihin. Suolaista voita voidaan valmistaa kolmenlaista tyyppiä: vähäsuolainen, jonka NaCl-pitoisuus on 0,9 %, normaalisuolaista, jonka NaCl-pitoisuus on 1,5 % ja voimakassuolaista, jonka NaCl-pitoisuus on 2,1 %. Lisäksi valmistetaan laktoositonta voita, jonka laktoosipitoisuutta on pienennetty pilkkomalla laktoosia, yleensä laktaasientsyymillä. Laktaasi hajottaa laktoosin pienemmiksi monosakkarideiksi, glukoosiksi ja galaktoosiksi. Oi-variinin valmistuslinjalla valmistetaan vähäsuolaista, normaalisuolaista sekä laktoositonta voita. Voi valmistetaan kermasta, jonka rasvapitoisuus on 35-40 %. Ainesosiin kuuluu myös ruokasuola eli natriumkloridi, jonka määrä vaihtelee voityypin mukaan. Voin valmistuksessa separoidun kerman rasvapitoisuudeksi halutaan 35-40 %. Kerman alhainen rasvapitoisuus hidastaa kirnuuntumista, kun taas kerman korkea rasvapitoisuus heikentää kirnuuntumisen taloudellisuutta.

Spreer (1995, s. 220–223) kirjoittaa, että voin muodostumisen aikana kerma muuttuu voiksi. Tietyllä määrällä mekaanista energiaa eli kirnuttaessa rasva agglomeroituu eli rakeistuu suuremmiksi rakeiksi, jotka ovat silmin nähtäviä. Tällöin kerma vaahtoutuu ja kerman

rasvapalloset liittyvät toisiinsa muodostaen voirakeiston. Vesifaasi erottuu kirnupiimäksi- tai maidoksi. Tämä tarkoittaa myös emulsiotyypin muuttumista, tällöin tapahtuu faasin kääntymisilmiö. Tällöin öljy-vedessä tyyppinen emulsio eli kerma muuttuu vesi-öljyssä emulsioksi eli voiksi. Rasvasta tulee tällöin uudentyyppisen emulsion jatkuva faasi. Tätä prosessia jatkettaessa veden jakautumisaste on saatava mahdollisimman suureksi ja samalla rasvaan on kehitettävä tasainen koostumus ja rakenne. Kypsytetty kerma johdetaan jatkuvatoimiseen voinvalmistuslaitteistoon eli voitykkiin. Voitykissä kermaan kohdistuu voimakkaita mekaanisia voimia. Tällöin rasvapallon membraanin osia hälvennetään kunnes rasvakiteet läpäisevät ja tuhoavat kalvon. Samaan aikaan rasvapalloset painetaan yhteen vatkaimen ja voitykin seinän välissä, jolloin nestemäinen rasvapurkaus kulkee kalvon läpi ja rasvapallot agglomeroituvat eli rakeistuvat. Kiinteä rasva, ehjät rasvapallot ja vesipisarot kulkeutuvat mukana, ja nesteen pyörivän liikkeen seurauksena muodostuu rakeinen tuote, jonka raekoko on lähes sama. Nämä pallot koostuvat monista pienistä rasvajyvistä ja niitä kaikkia kutsutaan voirakeiksi. Voitykin sylinterin mitat ovat vakiot ja myös aika on vakio johtuen jatkuvatoimisen prosessin käsittelyajasta. Voin muodostumisen on tapahduttava tässä aika/etäisyys suhteessa eli kerman kaiken rasvan täytyy olla agglomeroitunut. Voin muodostumiseen vaikuttavat sekä kerman laatu että voitykki eli pääasiassa voisylinteri. Kerman optimaalisen kypsymisen lisäksi myös nämä kerman parametrit vaikuttavat voin muodostumiseen: Rasvapitoisuus, koska korkea rasvapitoisuus johtaa nopeaan voinmuodostumiseen. Voinmuodostuksen lämpötila, korkea lämpötila johtaa nopeaan voinmuodostumiseen, samoin kerman kypsyyssaste ja optimaalinen pH. Voitykillä voin muodostuminen tapahtuu 5-15 sekunnissa. Muodostusaika riippuu seuraavista tekijöistä: Vatkaimien pyörimisnopeus (10-40 m/s), joka on säädettävissä akselin nopeuden mukaan, alhaisemmalla nopeudella on pidempi kerman käsittelyaika. Myös sylinterin halkaisija ja pituus sekä vatkaimen ja sylinterin etäisyys (1-2 mm) vaikuttavat voin muodostumiseen ja kerman virtausnopeus, koska suurella virtausnopeudella kermalle saadaan lyhyt käsittelyaika. Voin jälkimuodostuksessa kirnupiimä/voi -seoksen lähes täydellinen erottuminen tulisi tässä vaiheessa saavuttaa ja pienempien voirakeiden pitäisi kiinnittyä toisiinsa. Rasvattomien kiintoaineiden määrä valmiissa tuotteessa riippuu tämän erotusprosessin tehokkuudesta. Mitä suurempi kirnupiimän prosenttiosuus ja mitä suuremmat rakeet, sitä korkeampi on rasvattoman kiintoaineen (pääasiassa proteiinin) pitoisuus valmiissa voissa. Voirakeet/kirnupiimäseos kulkee kourun kautta jälkikäsittely- ja erotussylinteriin. Jäähdytetty kirnupiimä palautetaan sylinterin ensimmäiseen kolmasosaan lämmön poistamiseksi, joka johtuu voin muodostuksen aikana tapahtuvasta kitkasta. Halutun rasvakovuuden saavuttamiseksi seos jäähdytetään 2-7 °C:een ja näin jälkikäsittely saadaan optimoitua. Sylinterin toisessa

osassa, joka on suunniteltu seularummuksi, kirnupiimä erotetaan ja samalla jälkikäsitteily jatkuu voituotteen pyörimisestä johtuen. Rakeiston huuhtelu tehdään kirnupiimähiukkasten poistamiseksi, jotka vielä tarttuvat voirakeistoon, vaikka piimä olisi erotettu. Tämä alentaa entistään kuiva-aineen määrää ja vähentää mikrobiologisen pilaantumisen riskiä. Huuhtelu kuitenkin vähentää happo- ja makupitoisuutta, mikä heikentää voin aistinvaraista laatua. Jatkuvatöimissä prosessissa jälkikäsitteilyn sylinterin viimeinen kolmannes on suunniteltu pesu-asemaksi, jossa voirakeita (kirnupiimän erotuksen jälkeen) suihkutetaan vedellä. Tässä osassa olevien suurten voirakeiden ja lyhyen käsittelyajan takia pesuteho on alhainen.

Jatkuvatöimissä prosessissa vaivaaminen koostuu lähinnä puristamisesta ja sekoittamisesta, jossa on seuraavat tavoitteet: Irtonaisen voirakeiston muuntaminen homogeeniseksi, tiiviiksi massaksi, saavuttaa suurin mahdollinen jakautumisaste vedelle, jonka pisaran halkaisija on alle 10 µm mikrobiologisen pilaantumisen riskin vähentämiseksi, rasva- tai vesipitoisuuden standardointi tai lopullinen hapatustiiviteen, suolaliuoksen tai veden lisäys (Spreer, 1995, s. 222–223). Vesipisarot hajautetaan mahdollisimman tasaisesti ja hienojakoisesti vaivamisen aikana. Voirakeet kulkevat yhdessä kirnupiimän jäännösten kanssa kourun kautta kaksivaiheisen ja ylöspäin suuntautuvan vaivauslaitteen ensimmäiseen osaan. Kirnupiimä kerätään koneen kaltevuuden vuoksi kaivoon ja voirakeisto poimitaan puristuslaitteen ruuvien avulla. Kirnupiimä poistetaan. Kirnupiimää puristetaan tiivistä voimassasta, kunnes haluttu lopullinen vesipitoisuus on saavutettu. Tällöin voin on puristettu kuivaksi eli hienojakoista vettä ei tihku valmiista tuotteesta. Ensimmäisessä sekoitusosassa tapahtuu tasainen veden jakautuminen. Voimassan tyhjiökäsittely on erittäin hyödyllinen rasvarakenteen, koostumuksen ja optimaalisen kovuuden kannalta 0,4-0,25 barin alipaineella. Voin ilmapitoisuus, joka voi olla 4-7 % ilman ilmanpoistoa, voidaan alentaa 0,25 %:iin. Normaalisti tyhjiöosa sijoitetaan kahden mikserin väliin. Homogeeninen voimassa poistuu ensimmäisestä sekoitusosasta, kulkee moniporttikiekon läpi ja tulee tyhjiöosaan lukuisten pienten säikeiden muodossa, jolloin tyhjiölle altistuu erittäin suuri pinta. Toisessa sekoitusosassa tapahtuu vesipisaroiden lopullinen jakautuminen ja homogeeninen rakenne on valmis. Tässä osiossa lopullista vesipitoisuutta voidaan säätää pienessä määrin lisäämällä vettä. Voin perusvesipitoisuutta voidaan säätää kerman virtausnopeudella ja vatkaimen nopeudella. Mitä suurempi virtausnopeus, sitä pienempi on perusvesipitoisuus. Mitä suurempi vatkaimen nopeus on, sitä pienempi on perusvesipitoisuus. Voin lopullista vesipitoisuutta voidaan säätää veden annostelulaitteistolla. Hyvä veden sekoittuvuus voidaan saavuttaa jopa 7 % annostelumäärällä. Suuremmilla annostelumäärillä veden jakautuminen ei ole enää homogeeninen, mikä johtaa veden erottumiseen

tuotteesta. Jatkuvatoimisissa voitykeissä suolaa lisätään suolaliuoksen muodossa käyttämällä sekoittimen vedensyöttöjärjestelmää tai annostelulaitetta.

6.3 Kasviöljyt

Kasviöljyjä ja -rasvoja on käytetty elintarvikkeissa esihistoriallisista ajoista lähtien (Talbot, 2015, s. 173–175). 1900-luvulla öljyjen käyttö elintarvikkeissa lisääntyi suuresti. Kasvun vaikuttavimmat tekijät olivat luultavasti väestöbuumi, globalisaatio, teknologinen kehitys sekä maatalouden, viljelytieteen, öljynjalostuksen ja elintarviketuotannon kehitys. Joitakin yleisimpiä elintarviketeollisuudessa käytettyjä nestemäisiä kasviöljyjä ovat esimerkiksi soijapapu, rypsi, auringonkukka, puuvillansiemen ja maissi. Oikein puhdistettuina kaikki nämä öljyt toimivat hyvin useimmissa yleisissä kotitalouden sovelluksissa. Teollisuudessa elintarvikkeiden valmistus, jossa elintarvikematriisit voivat olla monimutkaisia, yksiköiden toiminnot ovat tarkkoja ja valmiit tuotteet vaativat tietyn vähimmäisvakauden kestääkseen koko toimitusketjun läpi kulutukseen saakka. Luonnonöljyjen oksidaation stabiilisuuteen vaikuttavat useat tekijät kuten rasvan tyydyttymättömyyden taso sekä luonnollisten antioksidanttien määrä ja tyypit öljyssä. Tyydyttymättömyyden taso, joka ilmaistaan jodiavalla, on öljyn rasvahappoprofiilin funktio. Mitä korkeampi tyydyttyneiden rasvahappojen suhde, kuten steariinin ja palmitiinihappojen sekä kertatyydyttymättömien rasvahappojen, kuten öljyhapon suhde, sitä korkeampi stabiilius. Mitä korkeammat ovat monityydyttymättömien rasvahappojen, kuten linoli- ja linoleenihappojen suhteet, sitä alhaisempi stabiilisuus. Luonnolliset antioksidantit, kuten tokoferolit, tokotrienolit vaikuttavat myös suuresti oksidatiiviseen stabiilisuuteen. Viimeisten 15–20 vuoden aikana laajimmin käyttöön otettu innovaatio nestemäisten öljyjen alalla teollisuus on kehittänyt muunneltuja siemenöljyjä, joissa on räätälöityjä rasvahappoprofiileja. Päätaivoitteena on ollut nostaa öljyjen hapettumisen stabiiliutta lisäämättä tyydyttyneiden rasvojen määrää. Strategiana on ollut lisätä öljyhapon ja vähentää linoleenihapon pitoisuutta. On olemassa kaksi tieteellisesti ja laillisesti määriteltyä menetelmää muokata siemenissä olevien rasvahappojen profiilia: Geenitekniikka (viitataan geneettisesti muunneltuna organismina tai GMO:na); ja perinteinen valikoivat risteytysmenetelmät (jota kutsutaan ei-GMO:iksi).

Rypsiöljyn sisältämä vähäinen tyydyttyneiden happojen, korkea öljyhappopitoisuus ja linoli- ja linoleenihappojen läsnäolo edullisessa suhteessa 2:1 nostaa sen korkealle terveellisten öljyjen luokituksessa (Gunstone, 2006, s. 18–19). Myös rypsin oma kasvijärjestelmä soveltuu geneettiseen muuntamiseen ja rypsilajikkeiden muunneltuja rasvahappokoostumuksia on

kehitetty, vaikka ei vieläkään ole selvää, miten monet niistä ovat taloudellisesti kannattavia. Rypsiöljyt, joissa on vähemmän linoleenia happoa tai suurempi määrä lauriinihappo-, steariini-, öljyhappotasoja tai epätavallisia happoja, kuten γ -linoleenihappoa, risinoleiinihappoa tai vernoliyhappoa, on kaikki kehitetty kaupalliseen käyttöön.

Gunstone (2006, s. 18) kirjoittaa, että rypsiöljy sisältää noin 3 % fosfolipidiä. Rypsiöljyt sisältävät steroleja ja steroliesteriä 0,45-1,13 %. Nämä ovat pääasiassa β -sitosterolia (47-52 % kokonaismäärästä) ja kampesterolia (28-34 %). Rypsiöljy sisältää myös tokoferoleja 430–2680 mg/kg. Rypsiöljyä pidetään yleisesti terveellisenä öljynä sen rasvahappokoostumuksen vuoksi ja sitä käytetään laajalti elintarviketeollisuudessa. Hydraus vähentää linoleenihapon määrää ja joskus levitteiden osittaisen hydrauksen jälkeen. Öljyä käytetään margariinissa ja muissa levitteissä, paistoöljynä ja monissa pienissä elintarvikesovelluksissa.

Rasvaseoslevite koostuu kahden rasvafaasin sekoituksesta: kiinteä rasva ja kasviöljy (Hernandez, 2013, s. 105). Näiden komponenttien osuus sekoituksessa riippuu halutun lopputuotteen laadusta. Kova raaka-aine voi olla mikä tahansa hydrattu kasviöljy, jonka sulamispiste on alle 40 °C, se voi olla sisältää myös korkeampia sulavia fraktioita palmuöljystä, palmuydinöljystä tai talista. Nestemäinen öljy voi olla hydraamaton kasviöljy, kuten soijapapu tai puuvilla, joissain maissa käytetään palmuoleiiniöljyä ja toisissa palmuytimen öljyä ja kookospähkinäöljyä. Palmitiinihapon korkeampi pitoisuus on yleensä suositeltavaa, koska se muodostaa beta-prime kiteitä lopullisessa seoksessa. Margariinin rasvakiteet voivat esiintyä kahdessa polymorfisessa muodossa: beta ja beta prime. Beta prime kiteet ovat toivotuin muoto, koska ne ovat suhteellisen pieniä ja ne voivat sisältää suuren määrän nestemäistä öljyä kideverkostossa. Beta prime kiteiden tuloksena on kiiltävä pinta ja tasainen pintarakenne.

7 TUOTETIEDOT

Sisältää liike- ja ammattisalaisuuksia.

8 KÄYTETTÄVÄT MENETELMÄT

Opinnäytetyön kokeellisessa osiossa tutkittiin kuluttajapalautteita vuosien 2020, 2021 ja 2022 kesän ajalta. Työssä tutkittiin myös valmistettuja tuotteita aistinvaraisin menetelmin sekä kesän ajalta tutkittiin kaikkien valmistuspäivien ajoparametrejä. Molemmista tuotelaaduista tutkittiin rakennetta Microvisioneer-mikroskopiakameralla.

8.1 Kuluttajapalautteet

Kokeelliseen osioon kuluttajapalautteita tutkittiin vuosien 2020, 2021 ja 2022 kesän ajalta samalta ajanjaksolta. Palautteista tutkittiin palautteen aihetta eli liittyikö palaute tuotteen rakenteeseen vai johonkin muuhun, esimerkiksi pakkaukseen. Kuluttajapalautteita seurattiin viikoittain MMC-tuotantojärjestelmästä.

8.2 Näytteenotto

Kesän aikana otettiin vähärasvaisesta Oivariinista ja 3 öljyä Oivariinista näytteitä 1-2 kertaa viikossa ajon aikana sen mukaan, oliko samalla viikolla myös 3 öljyä Oivariinin valmistuspäivä. Näytteet haettiin pakkauskoneelta. Rasioita otettiin kuusi kappaletta, joista kaksi kappaletta meni laboratorioon kovuusmääritykseen, jotka tehtiin 7 vuorokauden ja 14 vuorokauden jälkeen. Loput neljä näyterasiaa menivät kylmiöön, joista tehtiin aistinvarainen laatuarviointi ulkonäöstä ja rakenteesta 7 vuorokauden, 14 vuorokauden ja 21 vuorokauden kohdalla. Yksi näyte oli parasta ennen -näyte, josta arvioitiin ulkonäkö ja rakenne. Arviointi oli asteikolla 1-5. Seurantalomakkeeseen kirjattiin myös kerman jodiluku kesän 2022 ajalta, näyte otettiin 1-2 viikon välein.

8.3 Aistinvarainen laatuarviointi

Kun elintarvikkeita valmistetaan, tarvitaan nopeita aistinvaraisia testejä, joilla tarkistetaan tuotteen laatu, suolan määrä ja mahdolliset virhemaut. Aistinvarainen laatuarviointi järjestettiin kerran viikossa Valion laboratorion tilassa, johon muut työntekijät tulivat arvioimaan aistinvaraisesti näytteet. Arvioitsijat täyttivät lomakkeen (liite 1), jossa tuotteesta arvosteltiin ulkonäkö, haju, maku ja rakenne asteikolla 1-5. Pisteytyksissä arvostelut tarkoittivat seuraavaa:

- 5 ei huomautettavaa.
- 4 vähäisiä poikkeamia speksiin ja huomautus kirjataan ylös MMC:lle.
- 3 huomattavia poikkeamia speksiin, otetaan yhteyttä prosessinohjaajaan ja neuvotellaan jatkotoimenpiteistä.
- 2-1 suuria poikkeamia speksiin.

Myös muut huomiot tuotteesta täytettiin lomakkeeseen. Aistinvaraisen arvioinnin tulokset olivat hyödyllisiä, koska arvioinneista saatiin tietoa, mihin suuntaan tuotetta kannattaa kehittää.

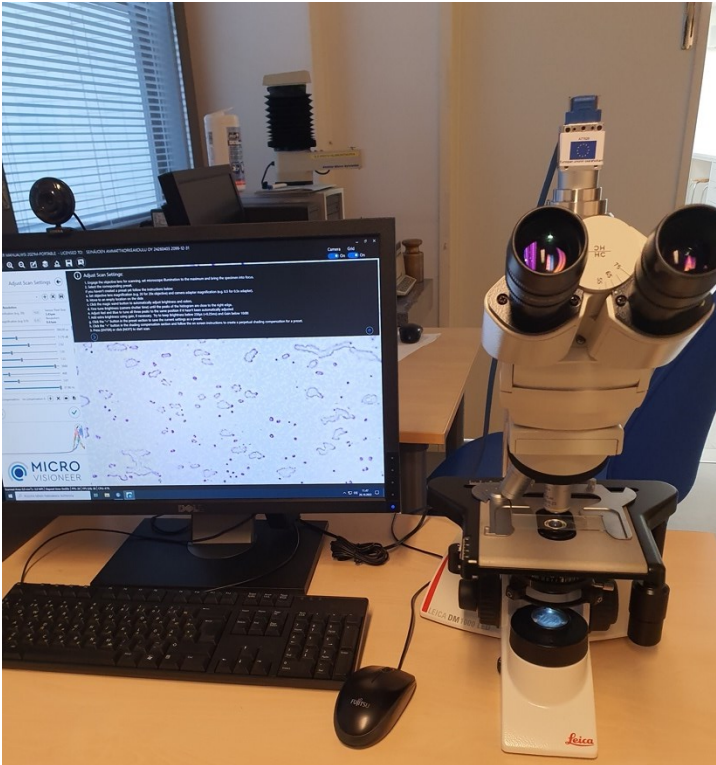
8.4 NIR-analysointi

Vähärasvaisen Oivariinin ja 3 öljyä Oivariinin valmistuspäivinä otettiin NIR-näytteitä tunnin välein, jotka analysoitiin Valion laboratoriotiloissa FOSS NIRS DS 2500 -laitteella. NIR-näytteen analysointi perustuu lähi-infrapunaspektrometriaan (Measurlabs, 2019). Se on menetelmä, joka mittaa valon absorptiota valon aallonpituuden funktiona näkyvän valon ja infrapuna-
valon välisellä alueella (n. 800-2500 nm). Erilaiset atomien väliset sidokset absorboivat valoa eri tavoin ja tähän perustuu NIR-spektroskopian kyky määrittää yhdisteiden koostumusta. NIR-spektroskopia on nopea ja kustannustehokas menetelmä, jolla voidaan koostaa runsaasti tietoa.

Näyte otettiin ajon aikana kyvettiin näytehanasta, jonka ohi tuote kulki putkistossa. Kyvetti asetettiin FOSS NIRS DS 2500 -laitteeseen paikalleen ja valikosta valittiin tuotteen analyysikanava UK 4. Kanava oli kalibroitu tuotteen ominaisuuksille sopivaksi, jotta analyysitulokset olisi luotettava ja vertailukelpoinen. Näytteen lämpötila oli 10 °C ja analyysiaika noin 40 sekuntia. Analysaattorin aallonpituusalue on 400-2500 nm. NIR-tulokset kirjattiin sekä MMC-järjestelmään että ajoraporttiin. Tarkkailemalla tuotetta säännöllisesti valmistuksen aikana tuotteen laatua pystyttiin valvomaan.

8.5 Microvisioneer-mikroskopointi

Vähärasvaisesta Oivariinin ja 3 öljyä Oivariinin rakennetta tutkittiin Microvisioneer-läpivalaisumikroskoopilla (kuva 2). Tällaista mikroskooppia käytetään, kun halutaan tutkia rakennetta.



Kuva 2. Läpivalaisumikroskoopi ja Microvisioneer-ohjelma (Merikivi, 2022).

Tutkittavaksi otettiin yhteensä neljä tuoterasiaa, kumpaakin tuotelaatua oli kaksi rasiaa. Yksi vähärasvainen Oivariini ja yksi 3 öljyä Oivariini-tuoterasia otettiin suoraan valmistuslinjalta. Toinen vähärasvainen Oivariini ja toinen 3 öljyä Oivariini tuoterasia hankittiin suoraan kaupasta, joka oli hieman vanhempaa tuotetta kuin suoraan ajosta otetut rasiat. Verrokinäytteet otettiin kaupasta, koska haluttiin tutkia, onko eri-ikäisissä Oivariineissa rakenteellisia eroja mikroskopoinnissa. Jokaisesta rasiasta otettiin 3 mikroskopiakuvaa eli yhteensä 12 kuvaa.

Näytteitä otettiin spaattelilla rasiasta preparaattilasille. Näytettä pyyhkäistiin toisella lasilla, jotta siitä saatiin ohut kerros preparaattilasille. Näyte peitettiin peitinlasilla ja asetettiin pidikkeisiin mikroskoopin näytepöydälle, objektiivin alle. Näytteiden piti olla hyvin ohuita, jotta valo tuli hyvin näytteiden läpi ja jotta päällekkäiset kerrokset eivät tehneet näkymästä sotkuista. Mikroskooppiin sytytettiin valo ja okulaarista katsottiin, että näkymä on näytteen keskellä. Näkymää tarkennettiin karkeasäätöruuvista ja hienosäätöruuvista. Tietokoneella oli oma

Microvisioneer-ohjelma, jonka kautta mikroskoopin näkymä saatiin skannattua kuvaksi. Kuva tarkennettiin ohjelmassa sopivaksi ja valittiin oikea suurennosnäkymä. Kun kaikki asetukset olivat valmiit, mikroskoopin kuva skannattiin liikuttamalla näytettä objektiivin alla, jolloin näkymä skannautui koneelle. Mikroskopoinnissa käytettiin 10-kertaista suurennosta 12 kuvassa. Mikroskoopilla tutkittiin ja skannattiin myös 2 kuvaa tuotenäytteistä, joissa tuote värjätettiin mustalla tai malakiitinvihreällä väriaineella ja kuvia tutkittiin 40-kertaisella suurennoksella.

9 TULOKSET

Sisältää liike- ja ammattisalaisuuksia.

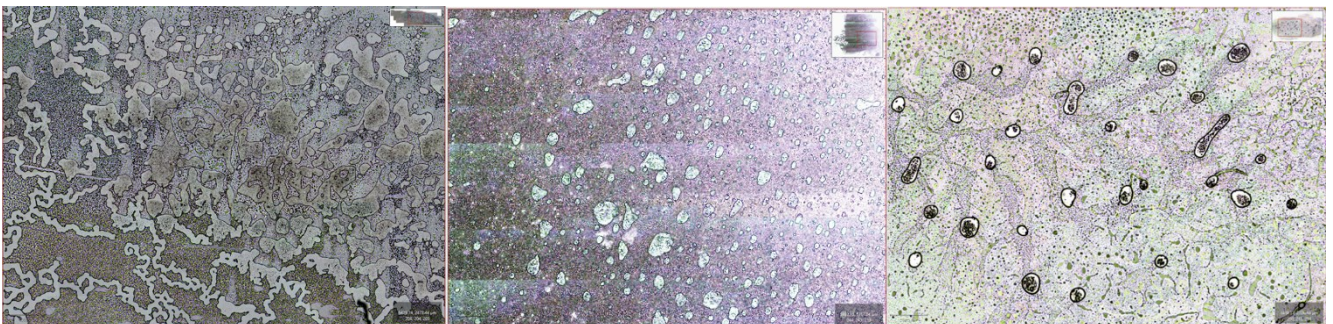
9.1 Kuluttajapalautteet

9.2 Näytteenotto

9.3 Aistinvarainen laatuarviointi

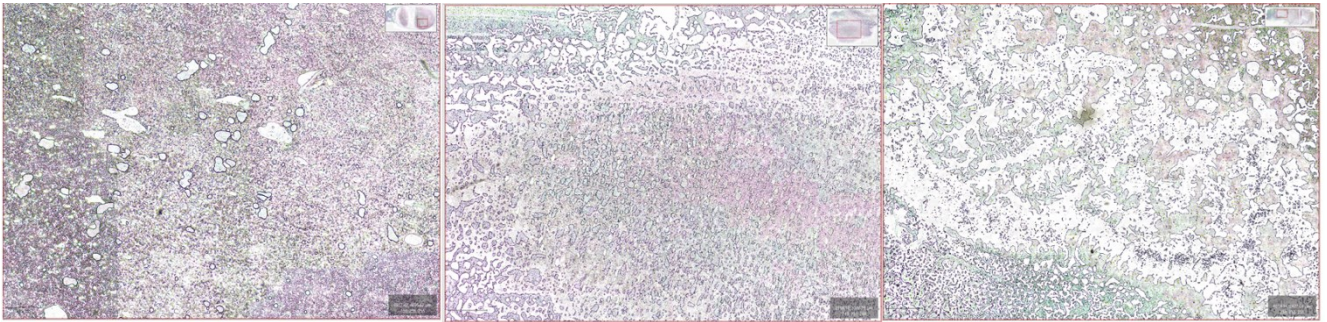
9.4 Microvisioneer-mikroskopiointi

Vähärasvaisen Oivariinin ajonäytekuviissa oli eroja toistensa välillä. Kuvista tutkittiin vesi- ja rasvapisaroiden välisiä rajapintoja sekä vesipisaroiden muotoa ja kokoa suhteessa toisiinsa. Ajonäytekuviissa eli kuvassa 3 voidaan nähdä selkeästi vesipisaroiden rajat. Vasemmanpuoleisessa näytteessä nähdään, että vesipisaroiden koko ja muoto vaihtelee paljon, ne ovat lähkekäin ja osa pisaroista on yhdistynyt virtamaisiksi kuvioiksi. Kahdessa muussa näytteessä pisaroiden rajapinnat näkyvät selkeästi, keskimmaisessä näytteessä pisaroiden kokoluokissa on enemmän hajontaa kuin oikeanpuoleisessa näytteessä, jossa pisarat ovat symmetrisemmän muotoisia ja kauempana toisistaan. Kuvien mittakaava on 400 µm.



Kuva 3. Vähärasvaisen Oivariinin ajonäytekuva 1,2 ja 3 (Merikivi, 2022).

Vähärasvaisen Oivariinin kaupanäytteissä eli kuvassa 4 näytteet olivat samankaltaisempia kuin ajonäytteet. Kuvista nähdään, että vesipisaroita on paljon ja lähekkäin suhteessa rasvapisaroiden määrään. Pisaroiden koko ei vaihtele yhtä paljoa eikä virtamaisia kuvioita ole muodostunut samalla tavalla kuin edellisissä näytteissä. Kaupanäytekuvat ovat tasalaatuisempia kuin ajonäytekuvat. Kuvien mittakaava on 400 μm .



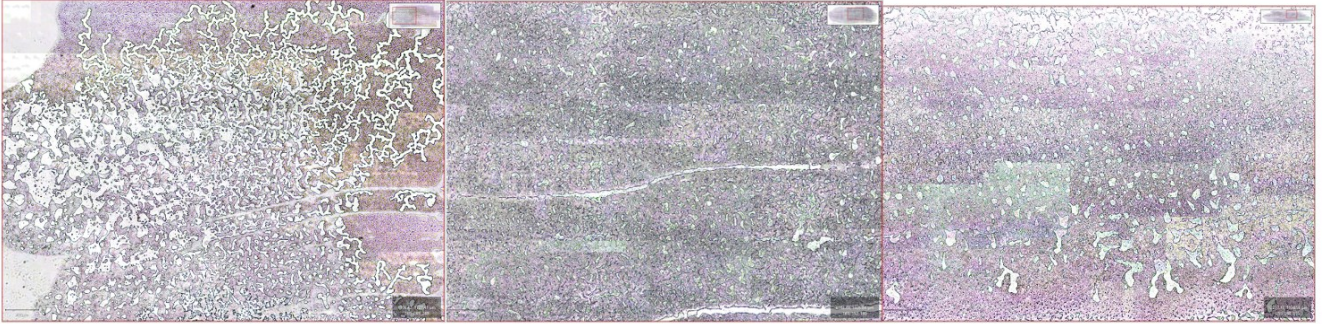
Kuva 4. Vähärasvaisen Oivariinin kaupanäytekuva 1, 2 ja 3 (Merikivi, 2022).

3 öljyä Oivariinin ajonäytteissä eli kuvassa 5 on eroa aikaisempiin kuviin. Kahdessa ensimmäisessä näytteessä vesipisaroita näkyy paljon vähemmän, koska ne ovat yhdistyneet virtamaisiksi kuvioiksi. Oikeanpuoleisessa näytteessä näkyy selkeästi vesipisaroiden rajapinnat sekä pisaroiden kokoluokan vaihtelu on pienempää. Kuvien mittakaava on 400 μm .



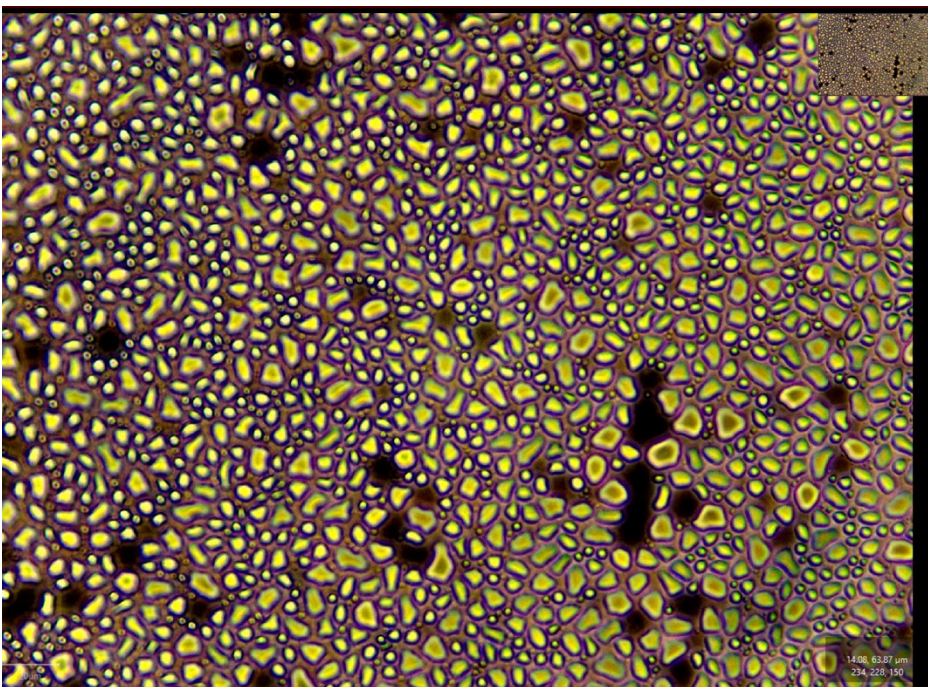
Kuva 5. 3 öljyä Oivariinin ajonäytekuva 1, 2 ja 3 (Merikivi, 2022).

3 öljyä Oivariinin kaupanäytteissä eli kuvassa 6 virtamainen vesikuvio on havaittavissa ainoastaan vasemmanpuoleisesta näytteestä. Keskimmaisessä ja oikeanpuoleisessa näytteessä näkymä on tasalaatuisempi, vesipisarot ovat jakautuneet emulsioon tasaisesti. Oikeanpuoleisessa näytteessä näkyy muutamia isompia yhdistyneitä vesipisaroita. Kuvien mittakaava on 400 μm .



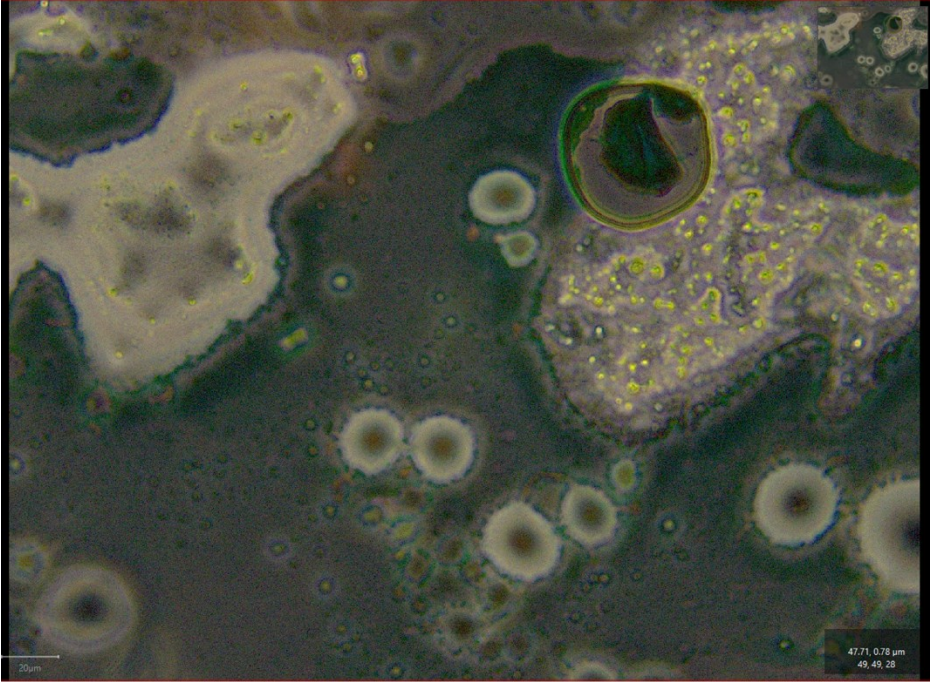
Kuva 6. 3 öljyä Oivariinin kauppanäytekuva 1,2 ja 3 (Merikivi, 2022).

Kuva 7 kuvaa vähärasvaisen Oivariinin vesipisaroiden kokoa ja muotoa emulsiossa. Näyte on värjätty mustalla värjäysliuoksella. Pisaroiden väliin jäävä mustalla alueella on tuotetta paksummin. Kuvasta nähdään, että vesipisaroiden koko ja muoto vaihtelevat ja niiden väli on tiivis. Kuvan mittakaava on 20 μm .



Kuva 7. Vähärasvaisen Oivariinin ajonäytekuva 40-kertaisella suurennoksella (Merikivi, 2022).

Kuva 8 kuvaa vähärasvaisen Oivariinin vesipisaroiden kokoeroa. Näyte on värjätty malakii-tinvihreällä värjäläyruksella, jolloin vesipisaran rajapinta saatiin hyvin näkyviin. Kuvan mitta-kaava on 20 μm .



Kuva 8. Vähärasvaisen Oivariinin aionäytekuva 40-kertaisella suurennoksella, värjätty malakiitinvihreällä (Merikivi, 2022).

10 POHDINTA JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Kesän aikana tutkituissa näytteissä tuotteen kovuuden ja jodiluvun välillä oli positiivinen korrelaatio. Kerman jodiluvulla on merkitystä lopputuotteen kannalta. Jodilukuun vaikuttaa lehmien ravinnon muuttuminen kesän aikana. Kerman rasvahappoprofiili on erilainen verrattuna talviaikaan ja kypsytyksen aika-lämpötilaprofiilin vaihtelulla voidaan vaikuttaa suuresti voim muodostumiseen ja laatuun. Optimaalisen rasvapallosten kristallisoitumisen saavuttamiseksi lämpötilaprofiililla jodiluvun lisäksi pitäisi kirjata ylös sulamis- ja jähmettymiskäyrät, joista voidaan havainnoida lämpötilahuiput kerman kypsytyksen aikana. Näytteiden ajoparametreissä tai tuotteen pitoisuuksissa ei ollut havaittavissa suuria poikkeamia näytteiden ottopäivinä eli tuotteen valmistusprosessi on tältä osin toimiva.

Mikroskooppikuvissa on havaittavissa, että vesipisaroiden koko suhteessa rasvapisaroihin on suuri. Pisaroiden koko vaihtelee ja kuvista nähtiin, että niitä on paljon suhteessa rasvaan. Lähekkäin olevat pisarat yhdistyvät helposti virtamaisiksi kuvioiksi, joka oli kuvissa havaittavissa.

Sisältää liike- ja ammattisalaisuuksia.

LÄHTEET

Aho, J., & Hildèn, T. (2007). *Maidon matkassa*. Opetushallitus.

Aho, J., Koponen, M., Pasto, M-P., & Stalder, S. (2020). *Monipuolinen elintarvikeala*. Opetushallitus.

Bylund, G. (1995). *Dairy processing handbook*. Tetra Pak Processing Systems.

Chandan, R., Kilara, A., & Nagendra, P. (2016). *Dairy processing and quality assurance* (2nd Edition) - 11.1 Introduction. John Wiley & Sons. <https://app.knovel.com/hotlink/pdf/id:kt011NBTF8/dairy-processing-quality/butter-fat-introduction>

Farmit. (2010). *Kesäajan kivennäisruokinta*. <https://www.farmit.net/kotielain/lypsylehma/ruokinta/kivennaisruokinta/kesaajan-kivennaisruokinta>

Gunstone, F. (2006). *Modifying lipids for use in food*. Woodhead Publishing. <https://app.knovel.com/hotlink/toc/id:kpMLUF0001/modifying-lipids-use/modifying-lipids-use>

Hamm, W., Hamilton, R., & Calliau, G. (2013). *Edible oil processing* (2nd Edition). John Wiley & Sons. <https://app.knovel.com/hotlink/toc/id:kpEOPE000C/edible-oil-processing/edible-oil-processing>

Hernandez, E., & Kamal-Eldin, A. (2013). *Processing and nutrition of fats and oils - 5.4.3.1 Margarine*. John Wiley & Sons. <https://app.knovel.com/hotlink/pdf/id:kt011BXHT5/processing-nutrition/margarine>

Hyvönen, P., Määttä, S., Saarela, A-M., & Von Wright, A. (2010). *Elintarvikeprosessit* (3. uud. laitos). Savonia-ammattikorkeakoulu.

Karhujoki, H. (14.4.2016). Kesällä moni lehmä saa ravintonsa laitumelta. *Maitotilan elämää*. <https://www.valio.fi/yrittys/artikkelit/kesalla-lehma-saa-ravintonsa-laitumelta/>

Kyntäjä, J., Nokka, S., & Harmoinen, T. (toim.). (2010). *Lypsylehmän ruokinta*. Pro Agria Keskusten Liitto.

- Law, A., & Tamime, A. (2001). *Mechanisation and automation in dairy technology*. Sheffield Academic Press Ltd.
- Maito ja Terveys ry. (i.a.). *Maidon hiilihydraatit*. <https://www.maitotieto.fi/tietoa-maidosta/maidon-hiilihydraatit.html>
- Measurlabs. (2019). *NIR-spektroskopia*. <https://measurlabs.com/fi/metodit/lahti-infrapunaspektroskopia-nir/>
- MilkWorks. (i.a.) *Maidon kemiaa*. <https://milkworks.fi/maidon-kemiaa/>
- Peda.net. (2019). *NMR-spektroskopia*. <https://peda.net/p/myllyviita/OrbitaaliMarvinSketch2/opettajalle/spektroskopia/63n>
- Puumala, L., Teräväinen, H., & Yliaho, M. (toim.). (2004). *Nauta- ja sikatilan ruokintastrategia*. Pro Agria Keskusten Liitto.
- Roohinejad, S., Greiner, R., Oey, I., & Wen, J. (2018). *Emulsion-based systems for delivery of food active compounds: Formation, application, health and safety*. Wiley. <https://ebookcentral-proquest-com.libts.seamk.fi/lib/seamkebrary-ebooks/reader.action?docID=5341519>
- Spreer, E. (1995). *Milk and dairy product technology*. Marcel Dekker, Inc.
- Tadros, T.F. (2013). *Emulsion formation and stability*. John Wiley & Sons, Incorporated.
- Talbot, Geoff. (2015). *Specialty oils and fats in food and nutrition - properties, processing and applications*. Elsevier. <https://app.knovel.com/hotlink/toc/id:kpSOFFNPP4/specialty-oils-fats-in/specialty-oils-fats-in>
- Valio. (2019). *Monipuolisesti maidosta Valion Seinäjoen tehtaalla*. <https://www.valio.fi/yri-tys/artikkelit/monipuolisesti-maidosta-valion-seinajoen-tehtaalla/>
- Valio. (i.a.). *Oivariini*. <https://www.valio.fi/tuotteet/valio-oivariini/>

LIITTEET

Liite 1. Aistinvaraisen arvioinnin lomake.

Liite 1. Aistinvaraisen arvioinnin lomake

Näyte	Ulkonäkö	Rakenne	Haju	Maku	Huomiot
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					