



Kotimaiset kasviöljyt palmuöljyn korvaajina kosmeettisessa emulsiossa

Laura Strömberg

2020 Laurea



Laurea-ammattikorkeakoulu

Kotimaiset kasviöljyt palmuöljyn korvaajina kosmeettisessa emulsiossa

Laura Strömberg
Estenomi YAMK
Kosmetiikka-asiantuntijuuden
kehittäminen ja johtaminen
Opinnäytetyö
Joulukuu 2020

Laura Strömberg

Kotimaiset kasviöljyt palmuöljyn korvaajina kosmeettisessa emulsiossa

Vuosi 2020 Sivumäärä 80

Vastuullisesti tuotetut raaka-aineet ovat entistä ajankohtaisempia kosmetiikan tuotekehitystyössä. Raaka-aineiden saatavuuden ja tuotantotapojen läpinäkyvyyden kannalta kotimaisten vaihtoehtojen lisääntyvä hyödyntäminen olisi eduksi luonnonvarojen säilymiselle ja ympäristön liikakuormituksen ehkäisyyn. Kehittämistyön tavoitteena oli kartoittaa kotimaisten kasviöljyjen soveltuvuutta palmuöljyn korvaajina emulsiossa ja löytää kestävä kehityksen mukaisia raaka-aineita lähituotannosta kosmetiikkateollisuuden käyttöön.

Työn taustalla toimi selvityshanke ”Luonnon raaka-aineet kosmetiikkateollisuudessa”, jossa selvitettiin voisiko muiden kotimaisten teollisuuden alojen, kuten elintarviketeollisuuden, sivuvirtoja hyödyntää kosmetiikan raaka-aineina. Hankkeen pohjalta työssä avataan myös kiertotalouden ja sivuvirtojen hyödyntämisen mahdollisuuksia kosmetiikan tuotekehitystyössä. Kehittämistyön aihe ja sen tarpeellisuus nousivat hankkeen parista, sillä kotimaisille raaka-aineille riittäisi kysyntää. Yhteistyöyrityksenä työssä toimi ihonhoitotuotteita valmistava Laponie Oy, joka pystyy hyödyntämään tuloksia omassa tuotekehitystyössään.

Teoreettisessa viitekehityksessä kartoitettiin pääasiassa kasviöljyjen ominaisuuksia ja niiden soveltuvuutta kosmeettisiin tuotteisiin, erityisesti emulsioihin. Työssä käsiteltiin palmuöljyn, rypsiöljyn, hamppuöljyn ja pellavansiemenöljyn rasvahappokoostumuksia sekä niiden kemiallisten rakenteiden vaikutusta öljyjen ominaisuuksiin ja säilymiseen. Tutkimusosassa testattiin kotimaisen rypsiöljyn (Avena Kantvik Oy), hamppuöljyn (Murtolan HamppuFarmi Oy) ja pellavansiemenöljyn (Bertil’s Health) toimivuutta sekä säilyvyyttä emulsiossa. Raaka-aineiden ominaisuuksia ja säilyvyyskokeen tuloksia verrattiin palmuöljyä sisältävään emulsioon.

Kehittämistyön lähestymistapa oli monimetodinen, mukaillen pääasiassa konstruktivisen tutkimuksen ja toimintatutkimuksen periaatteita. Tutkimuksessa keskityttiin käytännön ongelman ratkaisuun konkreettisen tuotoksen avulla sekä muuttamaan nykyistä toimintamallia. Laadullisten tutkimusmenetelmien lisäksi tutkimuksen toteuttamiseen hyödynnettiin tuotekehitysprosessia ja aistinvaraista arviointia. Prosessin tuotoksena syntyi kahdeksan emulsiota, joiden ominaisuuksia arvioitiin säilyvyyden, rakenteen ja ihotuntuman perusteella. Tehtyjen tutkimusten pohjalta saatiin tietoa kotimaisten öljyjen soveltuvuudesta kosmeettisessa emulsiossa sekä niiden stabiilisuudesta kuukauden mittaisessa säilyvyyskokeessa. Yhteenvedon tutkimustuloksista voidaan todeta, että kotimaiset öljyt pärjäsivät säilyvyyskokeessa hyvin ja erityisesti puhdistettuina niissä on potentiaalia palmuöljyn korvaajina kosmetiikan emulsiossa.

Asiasanat: palmuöljy, kasviöljyt, kosmetiikka, emulsio, säilyvyys

Laura Strömberg

Domestic Vegetable Oils as Palm Oil Substitutes in the Cosmetic Emulsion

Year	2020	Pages	80
------	------	-------	----

Responsibly produced raw materials are even more relevant in the product development work of cosmetics. In terms of access to raw materials and transparency of production methods, increasing the use of domestic alternatives would be beneficial for the conservation of natural resources and the prevention of environmental overload. The aim of the development work was to map the suitability of domestic vegetable oils as palm oil substitutes in emulsion and to find sustainable raw materials from local production for use in the cosmetics industry.

The study was based on the research project “Natural Raw Materials in the Cosmetics Industry”, which investigated whether the by-products of other domestic industries, such as the food industry, could be used as raw materials for cosmetics. On the basis of the project, the work also opens up the possibilities of utilizing the circular economy and side streams in the product development work of cosmetics. The topic of the development work and its necessity arose from the project, as there would be enough demand for domestic raw materials. The co-operation company in the work was Laponie Oy, a manufacturer of skin care products, which is able to utilize the results in its own product development work.

The theoretical framework mainly mapped the properties of vegetable oils and their suitability for cosmetic products, especially emulsions. The work dealt with the fatty acid compositions of palm oil, rapeseed oil, hemp oil and flaxseed oil and the effect of their chemical structures on the properties and preservation of the oils. The research part tested the functionality and shelf life of domestic rapeseed oil (Avena Kantvik Oy), hemp oil (Murtolan HamppuFarmi Oy) and flaxseed oil (Bertil’s Health) in the emulsion. The properties of the raw materials and the results of the shelf life test were compared with the emulsion containing palm oil.

The approach to the development work was multi-methodical and largely followed the principles of constructive research and action research. The study focused on solving a practical problem with concrete output and changing the existing model. In addition to qualitative research methods, the product development process and organoleptic evaluation were utilized to carry out the research. The process resulted in eight emulsions, the properties of which were evaluated on the basis of shelf life, texture and skin feel. Based on the performed studies, information was obtained on the suitability of domestic oils in the cosmetic emulsion and their stability in a one-month shelf life test. To summarize the results of the study, it can be stated that the domestic oils performed well in the shelf life test and, especially the refined, domestic oils would act as potential substitutes for palm oil in the cosmetic emulsion.

Keywords: palm oil, vegetable oils, cosmetics, emulsion, shelf life

Sisällys

1	Johdanto	6
2	Kiertotaloudesta ratkaisuja ympäristöhaasteisiin	7
2.1	Sivuvirroista vaihtoehtoisia raaka-aineita kosmetiikkateollisuuden käyttöön	8
2.2	Luonnonvarojen kestäväällä käytöllä kohti vastuullista liiketoimintaa	9
3	Luonnon raaka-aineet kosmetiikkateollisuudessa -selvityshanke (Lukos)	10
4	Kasviöljyjen ominaisuudet	12
4.1	Palmuöljy	16
4.2	Rypsiöljy	21
4.3	Hampunsiemenöljy	24
4.4	Pellavansiemenöljy	26
5	Kasviöljyt kosmetiikan tuotekehityksessä	27
6	Kehittämisasetelma	29
6.2	Menetelmälliset ratkaisut	32
6.3	Kehittämistyön lähestymistapa	33
6.4	Tutkimusaineiston käsittely ja analysointi	36
6.5	Tutkimuksen luotettavuusarviointi	37
7	Tutkimuksen suorittaminen	37
7.1	Testiemulsioiden valmistus	38
7.2	Säilyvyyskokeen tulokset	46
7.3	Aistinvarainen arviointi	58
7.4	Kehittämistyön tutkimustulosten yhteenveto ja kehitysideoita	63
8	Johtopäätökset	65
9	Pohdinta	69
	Lähteet	72
	Kuviot	78
	Kuvat	79
	Taulukot	80

1 Johdanto

Kosmetiikkateollisuuden kestävyys on viime vuosina herättänyt kasvavaa kiinnostusta kosmetiikkateollisuuden ja -järjestöjen, kuluttajien sekä eri tieteenalojen tutkijoiden keskuudessa. Kosmetiikan turvallisuuteen, ympäristövaikutuksiin ja yhteiskunnallisiin vaikutuksiin kohdistuvat lisääntyvät huolet ovat kiinnittäneet entistä enemmän huomiota aiheeseen. Vaikka kestävyysvaikutuksia esiintyy kosmeettisten valmisteiden elinkaaren kaikissa vaiheissa, raaka-aineiden valintaan on kiinnitettävä enemmän huomiota. (Bom, Jorge, Ribeiro & Marto 2019.) Lisäksi kosmetiikkamarkkinat kasvavat jatkuvasti ja suurinta kulutus on ihonhoitotuotteissa (Statista 2020).

Laurea-ammattikorkeakoulun ”Luonnon raaka-aineet kosmetiikkateollisuudessa” - selvityshankkeessa (2018-2019) kartoitettiin kotimaisten kosmetiikkayritysten kiinnostusta käyttää eri teollisuuden aloilta saatavia sivuvirtoja kosmetiikan raaka-aineina. Työskentely hankkeen tutkimusavustajana toimi lähtökohtana kehittämistyölle sekä antoi lisänäkemystä lähiraaka-aineiden hyödyntämisen tarpeellisuudesta ja mahdollisuuksista. Tässä kehittämistyössä käsitellään kotimaisesta lähituotannosta saatavien kasviöljyjen ja niiden sivuvirtojen hyödyntämistä emulsiossa palmuöljyn korvaajina.

Hankkeen tiimoilta nousi esiin yrityksiä, joiden öljyjä kehittämistyössä testataan: Avena Kantvik Oy:n rypsiöljyt ja Murtolan HamppuFarmi Oy:n hamppuöljy. Lisäksi yhteistyökumppaneiden joukkoon valikoitui Bertil's Health pellavansiemenöljyn osalta. Yrityksiä lähestyttiin öljyjen saatavuuden ja saatavuuden perusteella. Yhteistyössä opinnäytetyössä mukana toimii Laponie Oy, jonka tuotekehitysjohtaja Jaana Ailus avustaa verrokkiemulsion kehittelyssä ja toimii koe-emulsioiden arvioijana.

Teoreettisen viitekehyksen ja kehittämistyön tavoitteena on löytää palmuöljylle kestävämpiä vaihtoehtoja kotimaisista öljykasveista ja niiden sivuvirroista. Teoriaosuudessa tarkastellaan kiertotalouden, lähituotannon ja teollisuuden sivuvirtojen hyötyjä sekä raaka-aineiden osalta palmuöljyä ja sen johdannaisia. Lisäksi verrataan palmuöljyn ominaisuuksia kotimaisiin kasviöljyihin avaamalla niiden kemiallisia rakenteita. Keskeisimmiksi aihealueiksi tietoperustassa nousivat lähituotannon merkitys, palmuöljyn yleisyys kosmetiikan raaka-aineena sekä eri kasviöljyjen hyödyntämisen mahdollisuudet kosmetiikan emulsiossa.

Tutkimuksellisessa kehittämistyössä syvennytään rypsi-, hamppu- ja pellavansiemenöljyn emulgoitumiseen, stabiiliuuteen ja säilyvyyteen, verraten tuloksia palmuöljyn vastaaviin ominaisuuksiin. Vertailu toteutetaan luomalla öljyistä toisiaan vastaavat emulsiot. Lähestymistapana hyödynnetään konstruktivistista tutkimusta, jonka keskiössä on käytännön ongelman ratkaisu konkreettisen tuotoksen avulla. (Ojasalo, Moilanen ja Ritalahti 2015, 38.) Kehittämistyön tarkoituksena on selvittää öljyjen vaikutusta emulsion rakenteeseen ja säilyvyyteen sekä

tarkastella voisiko palmuöljyä korvata kotimaisilla kasviöljyillä emulsiossa. Konkreettisena tuotoksena valmistetaan tuotekehitysprosessin kautta emulsiot, joissa eri kasviöljyjen ominaisuuksia ja stabiilisuutta verrataan keskenään säilyvyyskokeen ja aistinvaraisen arvioinnin avulla. Laboratoriokokeet suoritetaan Laurea-ammattikorkeakoulun kosmetiikkalaboratoriossa lokamarraskuussa 2020. Tulosten pohjalta arvioidaan kotimaisten kasviöljyjen soveltuvuutta kosmeettiseen emulsioon ja palmuöljyn korvattavuutta kotimaisilla kasviöljyillä. Tuloksia voidaan hyödyntää kosmetiikka-alan tuotekehitystyössä.

2 Kiertotaloudesta ratkaisuja ympäristöhaasteisiin

Kiertotaloudella tarkoitetaan taloudellisessa toiminnassa syntyvien jätteiden määrän minimoimista sekä käyttöön otettavien raaka-ainevirtojen vähentämistä. Luonnonvarojen kallistuessa ja kasvavien jätevirtojen aiheuttamien ympäristöongelmien vuoksi kierrättäminen ja tuotteiden elinkaarisuunnittelu ovat nousseet kannattavaan asemaan. Kierrätettävyyttä voitaisiin lisätä ottamalla jo tuotesuunnittelussa huomioon tuotteen jatkokäyttö. (Suokko & Partanen 2017, 266-268.)

Ne edelläkävijämaat, jotka siirtyvät kiertotalouteen ensimmäisten joukossa, saavuttavat suurimmat taloudelliset hyödyt ja pystyvät luomaan uusia työpaikkoja sekä vientiratkaisuja ja lisäämään omavaraisuutta raaka-aineiden suhteen. Näin ollen kiertotalous tarjoaa yrityksille taloudellisen potentiaalin ja uudistumismahdollisuuden myös globaaleilla markkinoilla. (Sitra 2014). Kotimaisten raaka-aineiden hyödyntäminen auttaa eettisten hankintojen tekemisessä ja raaka-aineiden laaduntarkkailussa. Luonnon raaka-aineita ostettaessa ulkomailta on haastavampi seurata, kuinka vastuullisesti ne on tuotettu. Suosimalla kotimaisia raaka-aineita pystytään takaamaan luonnonvarojen säilyminen ja ehkäisemään etteivät raaka-ainehankinnat johda ympäristön liikakuormitukseen tai tuhoutumiseen.

Luonnonvarojen niukkuus nostaa tulevaisuudessa raaka-aineiden hintoja ja heikentää niiden saatavuutta. Kiertotalous auttaa yhtenä tekijänä suojautumaan tältä kehitykseltä. Kiertotaloudessa tähdätään jo tuotesuunnittelussa materiaalien tehokkaaseen käyttämiseen ja kierrättämiseen. Lisäksi se on uudenlainen talousmalli, jossa jätteen syntymisestä päästään eroon ja ylijäämämateriaalit toimitetaan raaka-aineeksi seuraavalle sitä tarvitsevalle toimijalle. Edelläkävijät pystyvät hyödyntämään materiaalivirtoja tehokkaasti ja luomaan asiakkaille lisäarvoa ja palveluja tavaroiden omistamisen sijaan. (Sitra 2014.) Tämän lisäksi tarvitaan kuitenkin yhteistyötä eri valmistajien välillä, jotta voidaan löytää oikeanlaisia ratkaisuja raaka-aineiden tai tuotteiden jatkohyödyntämiseen. Raaka-ainetuotannossa voidaan esimerkiksi hyödyntää muiden teollisuusalojen sivuvirtoja.

2.1 Sivuvirroista vaihtoehtoisia raaka-aineita kosmetiikkateollisuuden käyttöön

Kiertotaloudessa on kolme keskeistä tapaa lisätä ja ylläpitää arvoa: prosessien tehokkuus, kierroksen tiukentaminen ja hukkan vähentäminen (Ellen MacArthur Foundation 2017). Elintarviketeollisuudessa jätteenpolttaminen on yleistä ja monin tavoin ongelmallista. Jätteenpolttaminen ei ole paras tapa hyödyntää sivuvirtoja, vaan sen sijaan tulisi etsiä niille uusia hyödyntämismahdollisuuksia. Erityisesti juuri elintarviketeollisuuden sivuvirrat olisivat hyödyllisiä kosmetiikan raaka-ainetuotannossa, kuten esimerkiksi sitrushedelmistä saatava limoneeni on osoittanut. (Sitra 2014.) Teollisuuden sivuvirtoja hyödyntämällä saadaan vähennettyä hukkaa ja niissä piilevät raaka-aineet hyödynnettyä käyttöön. Sivuvirtojen hyödyntäminen ja raaka-aineiden uusiokäyttö vapauttaa myös energiaa, koska se vähentää prosessoinnin määrän tarvetta uustuotantoon verrattuna.

Jätteen kierrätys olisi kestävämpi tapa käyttää raaka-aineita, ja se vähentäisi hävittämiskustannuksia sekä ympäristövaikutuksia samalla tuoden lisäarvoa kosmetiikkateollisuudelle (Dell'Acqua 2017). Eri teollisuuden alojen välille syntyvän kumppanuussuhteen eli teollisen symbioosin avulla molemmat osapuolet hyötyvät taloudellisesti. Lisäksi sen avulla voidaan vaikuttaa materiaalien alkuperään sekä siihen, miten ympäristöystävällisesti raaka-aineita saadaan tuotettua. (Sitra 2018.) Raaka-ainevalinnoilla, tuotantoprosessien tehokkuudella, jakelulla ja pakkauksilla on merkittävä osuus, kun pohditaan kosmetiikkateollisuuden ympäristökykyä ja yritystoiminnan vastuullisuutta. Kosmetiikassa hyödynnettävät sivuvirrat ovat vielä käsitteenä suhteellisen tuore, mutta niissä piilee merkittävä potentiaali resurssien hyödyntämisessä (Kuvio 1).



Kuvio 1: Sivuvirtojen hyödyntäminen osana yritystoiminnan vastuullisuutta

Yhteistyön merkitys ja resurssitehokkuus ympäristöongelmien ratkaisemiseksi on oleellista kosmetiikkateollisuudessa, joka kuuluu kuuden suurimman teollisuusalan piiriin maailmanlaajuisesti (Statista 2018). ”Luonnon raaka-aineet kosmetiikka-alalla” -selvityshankkeessa

perehdyttiin kotimaisiin raaka-ainevalmistajiin ja siihen mitä muita teollisuuden sivuvirtoja kosmetiikkavalmistajat voisivat hyödyntää tuotteissaan. Sivuvirtoja saadaan monelta eri teollisuuden alalta, kuten elintarvike- ja puunjalostusteollisuudesta (Sitra 2014). Kosmetiikan tuotannossa voisimme helpostikin vaikuttaa kestävämpiin valintoihin. Sivuvirtojen ja lähiraaka-aineiden hyödyntäminen ovat tähän tervetulleita ratkaisuja.

2.2 Luonnonvarojen kestäväällä käytöllä kohti vastuullista liiketoimintaa

Kestävää kehitystä tarvitaan nykypäivänä, koska olemme riippuvaisia voimakkaasti vähenevistä luonnonvaroista. Luonnon raaka-aineiden saanti on turvattava selviytyäksemme ylikulutuksesta. Resurssitehokkuudella tarkoitetaan energian, luonnonvarojen ja materiaalien tehokasta hyödyntämistä sekä uudelleen käyttämistä kilpailukyisten tuotteiden ja palvelujen luomiseksi. Tulevaisuudessa on oleellista keskittyä raaka-aineiden tehokkaampaan hyödyntämiseen ja uusien käyttötapojen innovointiin luonnonvarojen kallistuessa ja niukentuessa. Kestävä kehitys edellyttää uudenlaisia ja useampia tahoja osallistavaa palveluratkaisua sekä palveluekosysteemejä, joita luodaan ennakkoluulottomasti yhteistyöllä eri toimijoiden välillä. Hyvänä esimerkkinä tästä ovat ketjumaiset tuotantomallit, joista yhden yrityksen tuotannossa syntyviä tai käyttämättä jääneitä raaka-aineiden sivuvirtoja voidaan hyödyntää toisen yrityksen tuotannossa. Tämä mahdollistaa luonnonvarojen kestäväen käytön, mutta myös lisäksi uudenlaisen liiketoimintamallin. Lisäksi yritykset säästävät kustannuksissa, kun jätettä ei tarvitse kuljettaa kaatopaikalle tai käsittelylaitokseen. (Bärlund & Perko 2013, 27-31.)

Kaikilla tuotteilla on ympäristövaikutuksia valmistuksen lisäksi muissa vaiheissa elinkaarta. Kestävien ratkaisujen suurimpia haasteita on erottaa talouskasvu ja luonnonvarojen kulutus toisistaan. Ympäristöä säästävällä tuote- ja palvelusuunnittelulla saadaan aikaan tavalla tai toisella ympäristöä vähemmän kuormittava ratkaisu. Tuotteen tai palvelujen suunnittelija on täten avainasemassa ympäristövaikutusten vähentämisessä. Ympäristöystävällisen tai ekotehokkaan raaka-aineen valinta on yksi ympäristöä säästävästä tuotesuunnittelun keinoista. (Harmaala & Jallinoja 2012, 118-122.) Myös maailmanlaajuinen kasvu ja yhteiskunnan verkottuminen asettavat uudenlaisia vaatimuksia yritysten vastuullisuudelle. Ympäristövastuu kattaa muun muassa luonnonvarojen säästeliään käytön ja jätekuormituksen vähentämisen. (Joutsenvirta, Halme, Jalas & Mäkinen 2011, 11-13.)

Yhteiskuntavastuullisella yrityksellä tarkoitetaan kestävään kehitykseen sitoutunutta yritystä, joka on mukana luomassa tasapainoa talouden, ihmisen ja ympäristön välille. Vastuullinen yritys ei täten pyri tavoittelemaan tuottoa häikäilemättömästi vaan tekee sen kestäväen kehityksen ehdoilla. (Kalpala 2004, 13-15.) Yleensä vastuullinen liiketoiminta nähdään yrityksen sisäisellä tasolla, jossa yritys huomioi toiminnassaan taloudellisen tuloksen lisäksi ympäristövaikutukset ja sosiaaliset ulottuvuudet. Nykyiseen verkostomaiseen toimintatapaan kuuluu oman toiminnan

monipuolistaminen ja suhteiden luominen muihin toimijoihin. Näitä verkoston toimijoita kutsutaan usein kumppaneiksi, joka viittaa sitoutumiseen ja yhteisten tavoitteiden saavuttamiseen. Se on yhteistoimintaa, jossa yhdistetään osapuolten vahvuuksia ja osaamista, sekä kumppaneita että muita osapuolia hyödyntävällä tavalla. (Kuvaja & Malmelin 2008, 60-63 ja 116.)

Michael Porterin ja Mark Kramerin esittelemä jaetun arvon konsepti tukee vastuullisuutta luomalla arvoa yrityksen lisäksi myös ympäröivälle yhteiskunnalle. He ovat luoneet jaetun arvon käsitteen kuvaamaan sitä, miten yritysvastuu voi luoda uusia mahdollisuuksia. Heidän mukaansa jaetun arvon luominen tulee olemaan tärkeimpiä ajureita globaalille taloudelliselle kasvulle. Ajatus lähtee liikkeelle yrityksen muuttaessa strategiaansa ja ottamalla liiketoiminnan lähtökohdaksi jonkin yhteiskunnallisen ongelman. Se voidaan nähdä uutena keinona taloudellisen menestyksen saavuttamisessa. Jaetun arvon mallissa luodaan suurempaa ekonomista hyötyä, jossa arvoketjun kaikki osapuolet hyötyvät. (Porter & Kramer 2011.)

Porter ja Kramer esittävät kolme vaihtoehtoista strategiaa luoda jaettua arvoa:

- 1) Tuotteiden ja markkinoiden uudelleenarviointi
- 2) Arvoketjun tuottavuuden uudelleen määrittely (esim. resurssien käyttö)
- 3) Paikallisten yritysryppäiden tukeminen ja synnyttäminen



Kuvio 2: Jaetun arvon konsepti (Porter & Kramer 2011)

Jaetun arvon mallin mukaisesti kaikkia näitä strategioita voidaan hyödyntää myös kosmetiikka-alan tuottajia yhdistämällä. Teollisuuden sivuvirtoja hyödyntämällä saadaan luotua yritysten välille arvoverkosto, jolla on yhteinen päämäärä resurssien käytön tehostamiseen ja uusien liiketoimintamallien luomiseen. Lähiuotantoa hyödyntämällä minimoidaan logistiikkaan ja jakeiluun liittyvät ympäristökysymykset.

3 Luonnon raaka-aineet kosmetiikkateollisuudessa -selvityshanke (Lukos)

”Luonnon raaka-aineet kosmetiikkateollisuudessa” -projektin tavoitteena oli selvittää kosmetiikkayritysten kiinnostusta teollisuudesta saatavien sivuvirtojen käyttöön sekä niiden prosessointitarvetta kosmetiikan raaka-aineiksi. Kosmetiikkateollisuus haluaisi hyödyntää suomalaisia

raaka-aineita enemmän, mutta niitä ei ole riittävästi tarjolla. Sivuvirtojen hyödyntäminen tarjoaa tähän mahdollisuuksia, mutta on lisäksi tapa tukea kiertotaloutta ja kestäväää kehitystä kosmetiikkateollisuudessa sekä tukea suomalaista yrittäjyyttä, tehostaa maanviljelyssä tuotettavien kasvien monipuolista hyödyntämistä sekä vähentää jätteen määrää. (Laurea Journal 2020; Aito Luonto 2018.)

Suomessa eri teollisuuden aloilla, kuten elintarviketeollisuudessa, syntyy tuotteiden valmistuksen yhteydessä sivuvirtoja, joita voitaisiin hyödyntää kosmetiikassa. Tällaisia sivuvirtoja ovat esimerkiksi marjamehun valmistuksen puristusjäte tai rypsiöljyn valmistuksessa syntyvä rypsi-puriste. Tätä jalostamista voitaisiin kehittää tunnistamalla kosmetiikkateollisuuden tarpeet ja edistämällä sivuvirtojen tuottajien ja kosmetiikkateollisuuden toimijoiden yhteistyötä. Sivuvirtoja ei siis tällä hetkellä osata riittävän hyvin hyödyntää kosmetiikan raaka-aineina. Usein tämä jätemateriaali menee jätteisiin tai eläinten rehuksi. (Elintarviketeollisuusliitto 2016.)

Projektissa tehtiin toimialaselvitys, jossa kartoitettiin tarkemmin sivuvirtojen kysyntä kosmetiikkateollisuuden tarpeisiin: mille luonnon raaka-aineille on kysyntää kosmetiikkateollisuuden yrityksissä, millaisia määriä ja miten prosessoituna. Lisäksi selvitettiin, kuinka paljon Uudenmaan teollisuusyrityksissä syntyy sivuvirtoja ja mitä niistä voitaisiin hyödyntää kosmetiikan raaka-aineina. Hankkeessa selvitettiin kosmetiikkateollisuuden toimijat Uudellamaalla, kosmetiikan valmistajat sekä raaka-aineiden tuottajat ja myyjät. Tarkoituksena oli kartoittaa eri toimijoiden kiinnostusta ja sitoutumista lähteä muodostamaan luonnontuotteiden arvoverkostoa Uudellemaalle. Lisäksi tehtiin alustava kartoitus raaka-aineiden markkinahinnoista ja uusista potentiaalisista kosmetiikkateollisuuden aineista. Hanke toteutettiin 1.9.2018-31.5.2019 Laurea-ammattikorkeakoulussa osana Manner-Suomen maaseudun kehittämissuohjelmaa.

Hankkeessa otettiin yhteyttä suureen määrään kosmetiikka- ja elintarvikeyrityksiä ja todettiin, että kosmetiikkateollisuus olisi kiinnostunut hyödyntämään elintarviketeollisuuden sivuvirtoja enemmän tuotteissaan. Elintarviketeollisuus sitä vastoin on halukas antamaan sivuvirtojaan kosmetiikkateollisuuden käyttöön, koska jätteen hävittäminen tulee usein kalliiksi. Todettiin, että verkostoitumista tarvitaan, jotta sivuvirtoja voitaisiin hyödyntää paremmin. Sivuvirtoja hyödyntämällä voidaan edistää resurssitehokkuutta ja luonnonvarojen säästeliäämpää käyttöä sekä tukea suomalaista yrittäjyyttä, tehostaa maanviljelyssä tuotettavien kasvien monipuolista hyödyntämistä ja vähentää jätteen määrää.

Saatavuus, hinta ja turvallisuusvaatimukset asettavat omat haasteensa sivuvirtojen tuottamiselle ja hyödyntämiselle. Suomalaiset kosmetiikan valmistajat ovat kiinnostuneita hyödyntämään enemmän kotimaisia raaka-aineita, mutta niitä ei joko ole riittävästi tarjolla tai niiden hinta on liian korkea. (Laurea Journal 2020.) Hankkeen yhteydessä järjestetyssä seminaarissa kosmetiikkayritykset verkostoituivat vilkkaasti sivuvirtoja tuottavien elintarvikeyritysten

kanssa ja yllättyivät, että osa sivuvirroista on halpoja ja jopa ilmaisia. Sivuvirtoja tuottavat yritykset olivat myös kiinnostuneita yhteistyöstä. Hankkeen ja siinä suoritetun kyselyn pohjalta voidaan todeta, että kotimaisille raaka-aineille ja sivuvirroille olisi tilausta, mutta lisäselvitystä ja -tutkimusta tarvitaan niiden soveltuvuudesta ja käyttömahdollisuuksista kosmetiikan raaka-aineiksi. Lisäksi tarvitaan prosessointilaitos, joka pystyy valjastamaan eri teollisuuden aloilta saatavat raaka-aineet kosmetiikalle asetettujen vaatimusten mukaisiksi.



 Euroopan maaseudun kehittämisen maatalousrahasto: Eurooppa investoi maaseutualueisiin
 

**Luonnon raaka-aineet
kosmetiikkateollisuudessa
-selvityshanke**

Kosmetiikkateollisuudessa on kiinnostusta erilaisille luonnosta peräisin oleville raaka-aineille. Tavoitteena on selvittää kosmetiikkayritysten kiinnostusta elintarviketeollisuuden sivuvirtojen käyttöön sekä selvittää, miten niitä pitäisi prosessoida kosmetiikan raaka-aineiksi.

Luonnon raaka-aineet kosmetiikkateollisuudessa -hanke toteutetaan Laurea-ammattikorkeakoulussa.

Lisätietoja: projektipäällikkö Satu Vuorela
 satu.vuorela@laurea.fi
 puh. 050 541 8343

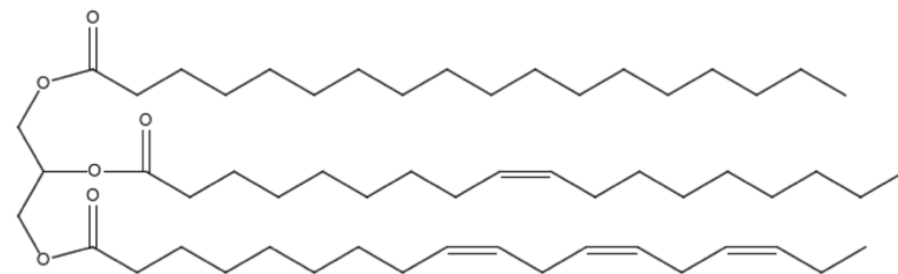
Manner-Suomen maaseudun kehittämissuunnitelma 2014-2020

Kuva 1: Kehittämishankkeen kuvaus

4 Kasviöljyjen ominaisuudet

Lipidit, eli rasva-aineet, ovat olomuodoltaan joko nestemäisiä (öljyt) tai kiinteitä (rasvat, vahat). Lipidit ovat lipofiilisiä/hydrofobisia eli ne eivät liukene veteen vaan pyrkivät erottumaan siitä omaksi kerrokseksi. Niiden olomuoto ja sulamispiste riippuu lämpötilasta ja rasvahappokoostumuksesta, eli tyydyttyneiden ja tyydyttymättömien rasvahappojen suhteellisesta määrästä ja sijainnista. Kasvirasvat sisältävät usein tyydyttymättömiä rasvahappoja ja ovat huoneenlämmössä nestemäisiä, kun taas kovat rasvat sisältävät pääasiassa tyydyttyneitä rasvahappoja. Tyydyttyneet rasvahapot eivät sisällä kaksoissidoksia, kertatyydyttymättömät sisältävät yhden kaksoissidoksen ja monityydyttymättömät sisältävät kaksi tai useamman kaksoissidoksen molekyylissä. (Heino & Vuento 2009, 36; Lodén 2016, 236; Baumann 2015, 23; Benech-Arnold & Sanchez 2004, 393.)

Kasviöljyt ovat yleensä nestemäisiä, mutta suhteellisen rasvaisia ja levittyvät iholla heikosti. Ne ovat pääasiassa triglyseridejä (Kuva 2), jotka koostuvat glyserolista ja siihen esteröityneestä kolmesta rasvahappoketjusta. Molekyylissä rasvahapot ja niiden ominaisuudet vaihtelevat. Rasvahapot voivat olla tyydyttyneitä tai tyydyttymättömiä, ja tämä yksinkertaisten sidosten ja kaksoissidosten määrä vaikuttaa myös öljyn ominaisuuksiin. Kaksi tyydyttynyttä rasvahappoa sisältävät öljyt sulavat lähellä kehon lämpötilaa, kun taas kaksi tyydyttymätöntä rasvahappoa sisältävät öljyt lukeutuvat puolikiinteisiin öljyihin. Rasvahappojen sijainti molekyylissä vaikuttaa lisäksi öljyn sulamispisteeseen. Erilaisia rasvahappoja tunnetaan noin 100 erilaista, mutta luonnon triglyseridit sisältävät viittä yleisintä rasvahappoa: palmitiini-, steariini-, oleiini-, linoli- ja linoleenihappoa. (Garrison & Dayan 2011, 216-225; Baumann 2015, 23; Spiess 1992, 23; Pugliese 2005, 97.)



Kuva 2: Triglyserolin tyyppinen rakenne (Garrison & Kessler 2015, 40; Garrison ym 2011, 217.)

Yleisimpien rasvahappojen pituus vaihtelee 16-20 hiilen välillä ja tyydyttymättömyys vaihtelee 0-3 kaksoissidoksen välillä kasvityypistä ja sadon ilmasto-olosuhteista riippuen. Luvut kertovat myös öljyn olomuodosta. Esimerkiksi rypsiöljy, jonka hiililuvut ovat korkeammat ja jodiarvo noin 100, on nestemäinen huoneenlämmössä. Hiililukujen ollessa noin 16 ja jodiarvojen ollessa alhaiset, aine on kiinteää huoneenlämmössä. (Dayan & Kromidas 2011, 224.) Kasviöljyjen tyyppiset rasvahapporakenteet on esitetty kuvassa 3.



Kuva 3: Tyyppisimpien rasvahappojen rakenteita (Garrison & Kessler 2015, 40.)

Rasvahappoketjujen pituus ja sidokset määrittelevät mm. öljyn stabiiliutta, lämmönkestävyyttä, liukoisuutta ja hapettumista. Palmitiini ja steariinihappo ovat tyydyttyneistä rasvahapoista yleisimmät. Oleiini on kertatyydyttymätön rasvahappo, ja hapettuu herkästi ilman vaikutuksesta värittömästä kellertäväksi. Linolihappo on omega-6-rasvahappo, ja monitydyttymättömistä rasvahapoista yleisin alfa-linoleenihapon ohella. Monitydyttymättömät öljyt ovat ravintorikkaita, mutta pilaantuvat herkästi. Alfa-linoleenihappo on kolmella kaksoissidoksella huomattavasti herkempi pilaantumaan kuin linolihappo kahdella kaksoissidoksella. Ehjän siemenen sisältämä alfa-linoleenihappo ei hapetu herkästi, mutta siemenestä puristettu öljy hapettuu herkästi joutuessaan kosketuksiin ilman kanssa. Siksi se tulisi hyödyntää mahdollisimman tuoreena. (Spiess 1992, 23; Hernandez & Kamal-Eldin 2015, 39-40; Benech-Arnold & Sanchez 2004, 396-399.)

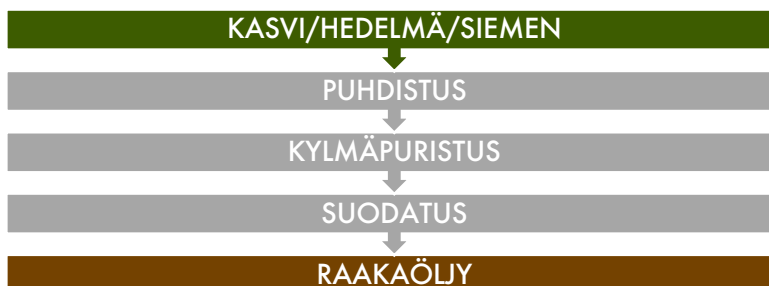
KASVIÖLJY	C16:0 (palmitiinihappo)	C18:0 (steariinihappo)	C18:1 (oleiinihappo)	C18:2 (linolihappo)	C18:3 (alfa-linoleenihappo)
Palmuöljy	43.8	4.4	39.1	10.2	0.3
Puuvillansiemen	24.2	2.3	17.4	53.2	0.2
Oliiviöljy	12.1	2.6	72.5	9.4	0.6
Maissiöljy	12.3	1.9	27.7	56.1	1.0
Pähkinäöljy	10.4	3.0	47.9	30.3	0.4
Auringonkukkaöljy	6.4	4.5	22.1	65.6	0.5
Soijapapu	10.8	3.9	23.9	52.1	7.8
Rapsiöljy	5.1	1.7	60.1	21.5	9.9
Pellavansiemen	6.1	3.4	18.4	16.8	55.0

Taulukko 1: Yleisimpien kasviöljyjen likimääräisiä prosentuaalisia rasvahappokoostumuksia (Hernandez & Kamal-Eldin 2013, 40; Dubois 2007) Punaisella korostettu suurin arvo.

Kotimaisista öljykasveista rypsi ja rapsi ovat yleisimmät. Pellavaa, hamppua ja camelinaa viljellään sen lisäksi pieniä määriä, mutta niiden viljelyyn käytettävät pinta-alat ovat vielä melko pieniä. Kotimaisissa öljykasveissa hyvinä puolina ovat niiden ravintorikkaus ja luonnolliset tuotantotavat. (Suomen Ruokayhdistys Ry)

Luonnonöljyjen prosessoinnissa öljy uutetaan kylmäpuristamalla ja sen jälkeen se puhdistetaan, jolloin siitä saadaan teollisuuslaatuista. Öljyt voidaan jalostaa kemiallisilla tai fysikaalisilla prosesseilla. Monesti öljyjen epämiellyttävä haju ja epäpuhtaudet (kuten metalli, saippua ja proteiinit) on poistettava ennen kuin öljy voidaan hyväksyä kosmeettisten valmisteiden

ainesosaksi. Prosessointivaatimukset saattavat olla jopa tiukempia kuin elintarvikkeissa, joten elintarvikekelpoisuus ei vielä takaa kosmetiikkakelpoisuutta. (Hernandez ym 2013, 431-432.)



Kuvio 3: Kasviöljyjen prosessointi yleisesti (Chen, Oyola-Reynoso & Thuo 2015, 12.)

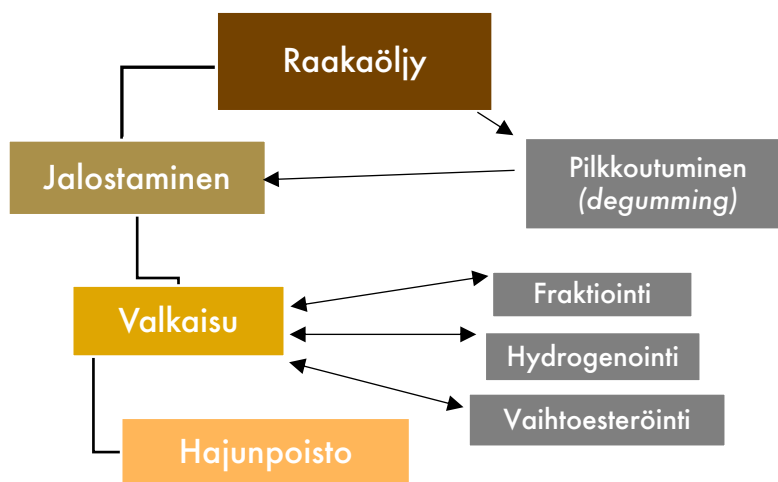
Kosmetiikassa käytetyt öljyt ovat yleensä vaaleanvärisiä tai värittömiä. Öljyjen puhdistusmäärän tarve riippuu alkuperäisestä laadusta ja lopputuotteen käyttökohteesta. Raakaöljystä poistetaan normaalisti myös vapaat rasvahapot, jotta saattavat aiheuttaa epämiellyttävää hajua ja rasvan jäännöksiä. (Hernandez ym 2013, 431-432.)



Kuvio 4: Kasviöljyjen tyypillinen käsittelyprosessi (Hernandez ym 2013, 432.)

Lopputuotoksen ominaisuuksiin vaikuttavat itse öljy ja sen prosessointitapa. Kasviöljyjä ei tule sekoittaa aromaattisiin eteerisiin öljyihin, joita saadaan kasvien eri osista höyrytisaamalla. Kasviöljyt puristetaan siemenistä ja suodattamalla öljy saadaan niin kutsuttua kylmäpuristettua neitsytöljyä. Siemenet yleensä hiutaloidaan pinta-alan kasvattamisen vuoksi, ja usein vielä lämmitetään ennen puristamista tai uuttamista. Lämmitys edesauttaa öljyn erotusta siemenistä, mutta se edellyttää varovaisuutta, jottei liika lämpö heikennä öljyn laatua. Kylmäpuristus säilyttää paremmin öljyn ravintoarvot, mutta kuumapuristus edesauttaa säilymistä ja kuumennuksensietokykyä. Kuumapuristuksella öljystä saadaan helpommin kirkasta ja tuoksutonta. Purituksen jälkeistä öljyä voidaan vielä kutsua raakaöljyksi, kun sitä ei ole kuumennettu. Siemenistä saatu käsittelemätön öljy soveltuu kemianteollisuuden käyttöön, mutta monet kosmetiikkavalmistajat edellyttävät öljyn jatkokäsittelyä. Valkaisu eli kirkastus toteutetaan yleensä suodattamalla öljy saven tai piiksidin läpi. Höyryn avulla voidaan poistaa hajuja ja öljyyn kiinnittynyttä happea. Lopputuotos on väriltään vaaleaa, hajutonta öljyä, eikä siinä ole hapen hajoamistuotteita tai kiteytymistä aiheuttavaa vahaa. Yleisimmät kosmetiikassa käytetyt öljyt ovat eri triglyseridien yhdistelmiä tai sisältävät muita hyödyllisiä komponentteja. (O'Lenick,

Steinberg, Klein & LaVay 2014, 6-8.) Syötävät öljyt puhdistetaan eli raffinoidaan, jotta siitä saadaan poistettua mahdollisesti allergisoivat proteiinit. (Baumann 2015, 23.) Tyydyttymättömiä kasvirasvoja voidaan myös hydrata, eli liittää molekyylin tyydyttymättömiin kaksoissidoksiin vetyä. Hydrogenointi kovettaa nestemäisiä kasviöljyjä, nostaa niiden sulamispistettä ja parantaa niiden säilyvyyttä. (Hernandez ym 2013, 100-102.) Transesterointia eli vaihtoesterointia voidaan käyttää kasviöljyjen sisältämien luonnollisten triglyseridien muuntamiseen ja näin ollen laajentaa niiden toiminnallisia ominaisuuksia (Tai & Zhang 2015, 139-140). Fraktioinnin eli jakotislauksen avulla saadaan eroteltua öljyn eri ainesosat hyvinkin tarkkaan (Talbot 2015, 142).



Kuvio 5: Kasviöljyn prosessoinnin vaiheita (Mukaillen Hernandez ym 2013, 92.)

4.1 Palmuöljy

Palmuöljy (*Elaeis guineensis*) on palmun hedelmästä uutettu triglyseridi, ja yksi tehokkaimista hehtaarikohtaisista öljyntuottajakasveista. Palmuöljy on merkittävä palmitiinihapon lähde. (O'Lenick ym 2014, 23.) Palmuöljy uutetaan lämmittämällä ja puristamalla ytimessä olevasta siemenestä sekä niiden ympärillä olevasta pehmeästä massasta. Massasta saatava öljy (*palm oil*) on syötävää ja ytimeistä (*palm kernel oil*) saatavaa öljyä käytetään lähinnä kosmetiikka- ja hygieniateollisuudessa. Palmun hedelmistä saadaan tyypillisesti 100 kiloa kohden uutettua 22 kg palmuöljyä ja 1,6 kg palmuydinöljyä. Palmuöljyä käytetään mm. saippuoissa, kynttilöissä ja elintarvikkeissa, kuten margariinissa. Palmun ydin sisältää noin 50% öljyä ja kookosöljyn tavoin runsaasti tyydyttyneitä rasvahappoja. Se on yleensä vaalean väristä ja sitä käytetään elintarviketeollisuudessa mm. jäätelön, majoneesin, leivonnaisten ja pesuaineiden valmistuksessa. (Dweck 2001, 83-84.)

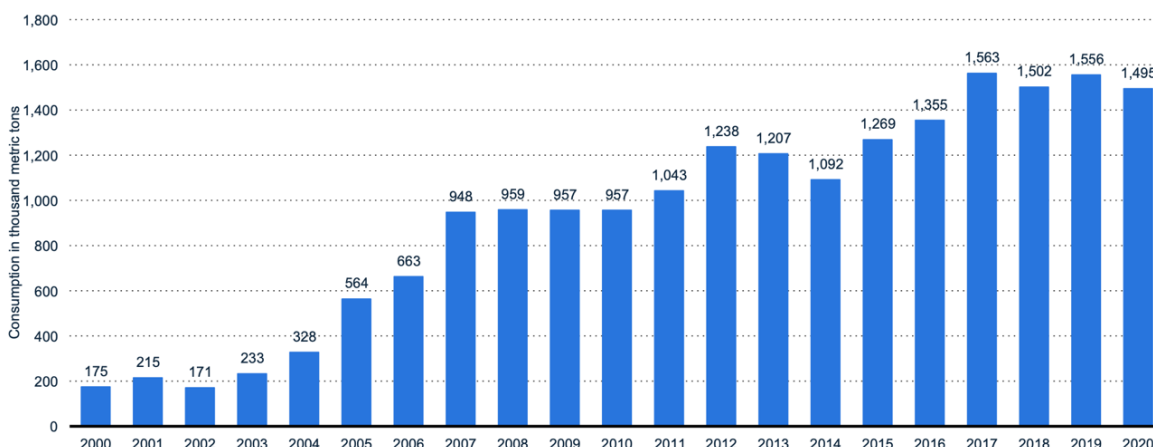
Palmuöljy sisältää palmitiinihapon lisäksi oleiinihappoa sekä linoleenihappoa, sisältäen enemmän tyydyttymättömiä rasvahappoja kuin palmun ydin tai kookosöljy. (Dweck 2001, 83-84.) Pالمuöljyn rasvahapot ovat pääasiassa tyydyttyneitä, sisältäen puolet palmitiinihappoa. Toinen puoli sisältää noin 35% oleiinihappoa eli öljyhappoa ja 10% linolihappoa. Esimerkiksi rypsiöljy puolestaan sisältää omega-3-rasvahappoihin kuuluvaa alfa-linoleenihappoa 10%. Pالمuöljy luokituu näin ollen koostumukseltaan koviin rasvoihin. (Kemia-lehti 3/2016, 15.) Raaka palmuöljy ja puhdistettu palmuöljy sisältävät tyydyttyneiden ja tyydyttymättömien rasvahappojen tasapainon lisäksi myös korkeimmat karoteenin ja E-vitamiinin pitoisuudet verrattuna muihin kasviöljyihin (Damanik & Murkovic 2018).

Rasvahappo	12:0 lauriini*	14:0 myristiini*	16:0 palmitiini*	18:0 steariini*	18:1 oleiini	18:2 linoli
Palmuöljy	0.3	1.1	45.1	4.7	38.8	9.4
Pالمuydin	49.0	16.0	9.0	2.0	14.0	2.0

Taulukko 2: Pالمuöljyn ja palmuydinöljyn pääasiallisten rasvahappojen likimääräisiä prosentuaalisia osuuksia (Benech-Arnold & Sanchez 2004, 397.) *tyydyttyneet rasvahapot

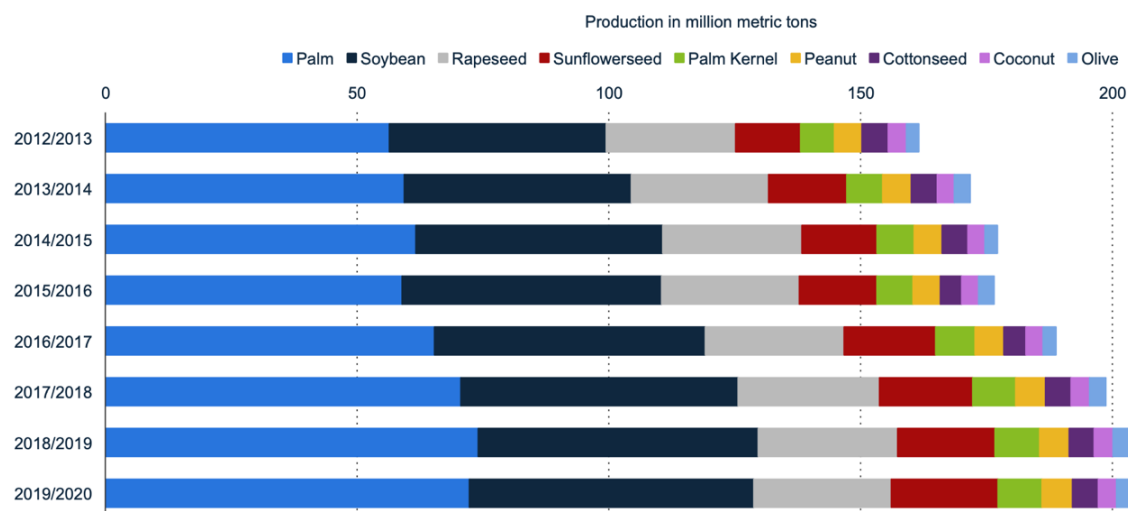
Öljypalmu on maailman tuottoisin öljykasvi, ja sitä on viljelty jo tuhansien vuosien ajan. Suurimmat tuottajamaat ovat Indonesia ja Malesia, mutta myös Afrikassa ja Etelä-Amerikassa tuotanto kasvaa voimakkaasti. Suurimmat ostajat ovat Intia, Kiina ja Eurooppa. Pالمuöljyä ei juurikaan käytetty vielä noin 30 vuotta sitten, mutta käyttö on yli kaksinkertaistunut vuodesta 2010 ja arvioiden mukaan kaksinkertaistuu jälleen vuoteen 2050 mennessä. Kasviöljyjen käyttö on lähes kuusinkertaistunut 1970-luvulta lähtien ja kulutuksen arvioidaan nousevan yli 70 miljoonaan tonniin 2050 vuoteen mennessä. Pالمuöljyä käytetään laajasti elintarvikkeissa, kosmetiikassa ja biopolttoaineissa, mutta edullisen kasviöljyn kestävä tuotanto johtaa metsäkatoon ja edistää ilmastonmuutosta. Pelkästään vuonna 2014 Eurooppaan tuotavasta palmuöljystä 45 prosenttia käytettiin liikennepolttoaineena. EU on ollut yksi maailman suurimmista palmuöljyn kuluttajista, mutta samalla se on yrittänyt myös tulla tärkeimmäksi toimijaksi, joka rajoittaa sen kulutusta. (M2 Presswire 2017; Corley & Tinker 2015; Kemia-lehti 3/2016, 17.)

Pالمuöljyä on tuotettu 23,53Mt vuodessa ja palmuydinöljyä 2,95Mt vuodessa aikavälillä 2001-2005. Pääasiallisesti sitä tuotetaan Malesiassa (Belgacem & Gandini 2008, 40). Vaikka palmuöljyn kulutus on maailmanlaajuisesti lisääntynyt, niin USA:ssa kolme suurinta viljelykasvia ovat maissi (n.30%), soija (n.28%) ja vehnä (n.23%). Rapsin tuotanto on suurinta Euroopassa ja palmuöljy dominoi Aasiassa. Nämä öljyt ovat teollisuudessa suosittuja edullisen hintansa vuoksi. 2000-luvun jälkeen kasviöljyjen hyödyntäminen on elintarviketeollisuuden ohella lisääntynyt myös kosmetiikassa. (Zhang & Madbouly 2015, 19-21.)

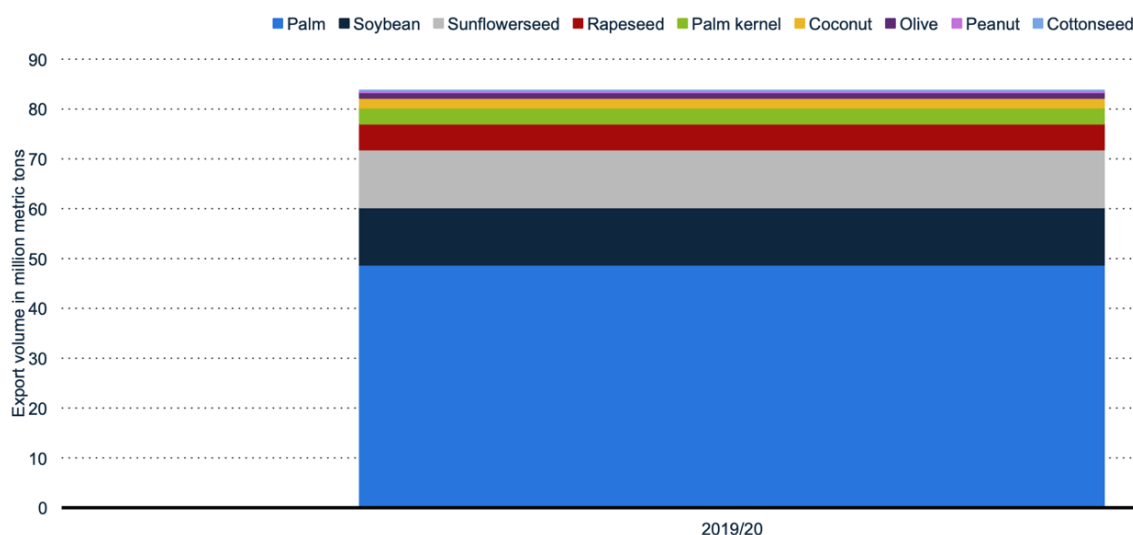


Kuva 4: Palmuöljyn kulutus USA:ssa vuosina 2000-2020 (Statista 2020)

Kasviöljyjen maailmanlaajuinen tuotanto oli noin 203,91 miljoonaa tonnia vuosina 2019/20. Yleisimpiä öljytyyppejä ovat palmuöljy, soijaöljy, rapsiöljy ja auringonkukkaöljy, joita hyödynnetään pääasiassa joko elintarvike- tai polttoaineteollisuudessa. Palmuöljy uutetaan palmujen hedelmistä, joita esiintyy pääasiassa trooppisessa ilmastossa Afrikassa, Etelä-Amerikassa ja Kaakkois-Aasiassa. Arviolta noin 90 prosenttia palmuöljystä käytetään elintarvikkeissa, kun taas kosmetiikkaan ja polttoaineisiin hyödynnetään loput 10 prosenttia. (Statista 2020, 46.) Palmuöljyn lisääntynyt kulutus näkyy tuotanto- ja vientivolyymien kasvuna maailmanlaajuisesti, ja ne ovat olleet hallitsevassa asemassa vuodesta 2012 lähtien (Kuvat 5-6).



Kuva 5: Suurimpien kasviöljyjen tuotanto (Mt) maailmanlaajuisesti välillä 2012/13-2019/20 (Statista 2020)



Kuva 6: Suurimpien kasviöljyjen maailmanlaajuinen vientivolyymi (Mt) 2019/20 (Statista 2020)

Palmuöljytuotannon haitat ovat huolettaneet ympäristöjärjestöjä jo 1990-luvulta lähtien, ja erityisesti kasvin viljelyyn liittyvät sääntörikkomukset sekä laajojen sademetsäalueiden raivaaminen tulen avulla aiheuttaa ympäristöllisiä haittoja vaikuttaen negatiivisesti sekä uhanalaisiin eläinlajeihin että paikallisyhteisöihin. Syy miksi palmuöljyä kuitenkin tuotetaan edelleen niin valtavasti, lienee sen vähäinen pinta-alan tarve, runsassatoisuus ja viljelyn kannattavuus taloudellisesti - köyhät maat ovat hyötynneet siitä, mutta palmuöljyssä on myös hyviä ominaisuuksia muun muassa elintarvike- ja kosmetiikkateollisuuden tarpeisiin. (Pitkälä 2016, 14-17.) Vastuullisesti tuotettua palmuöljyä on alettu valmistaa vuonna 2004 ja vuonna 2016 RSPO:n yritykset kattoivat 22% palmuöljyn maailmantuotannosta. RSPO pyrkii tekemään palmuöljyntuotannosta läpinäkyvämpää ja vähentämään ympäristöongelmia. (Kemia-lehti 3/2016, viitattu 6.10.2020)

Palmuöljy on maailman eniten käytetty kasviöljy ja sen kysynnän odotetaan lisääntyvän merkittävästi. Sen tuotanto on myös tärkeä tulonlähde kehitysmailla, joten vastuullista tuotantoa halutaan tukea ja muuttaa viljelytapoja ympäristöystävälliseen suuntaan. (WWF 2019.) Kestävän kehityksen mukaisille raaka-aineille riittää kysyntää myös kuluttajien keskuudessa. Erityisesti huomiota kiinnitetään jätteen syntymisen ehkäisyyn ja uusiutuvien raaka-aineiden käyttöön. Monesti luonnollinen vastine synteettiselle raaka-aineelle vaatii ympäristön muuttamista kysynnän mukaan. Palmuöljyn tuotanto on ollut ympäristöhuoleen yksi laukaiseva tekijä, jonka myötä palmuöljyn tuotantoon ja sen kestävään tuotantoon on alettu kiinnittää huomiota. (Barel 2014, 622.)

Palmuöljyn toimitusketjua on kuvattu tiimalasin muotoiseksi, tarjonnan ja kysynnän päissä oli monia eri sidosryhmiä ja keskellä pieni määrä kaupparyhtymä (Kuvio 6). Toimitusketjun monimutkaisuus on merkittävä este metsien hävittämistä koskevien sitoumusten toteuttamiselle, koska se vaikeuttaa palmuöljyn jäljitettävyyttä ja estää sitoutumista epäsuoriin asiakkaisiin tai toimittajiin. (Lyons-White & Knight 2018, 303-313.)



Kuvio 6: Palmuöljyn tuotantoketju (Mukaien Lyons-White & Knight 2018, 303-313.)

Kosmetiikka- ja hygieniateollisuus Ry:n laatiman raaka-ainemääritelmän mukaan palmuöljystä on tullut aiempaa tärkeämpi kosmetiikka- ja hygieniatuotteiden ainesosa, koska luonnonraaka-aineista valmistetun kosmetiikan kysyntä on kasvanut. Vaikka kosmetiikkateollisuus kattaa vain pienen osuuden palmuöljyn kokonaiskäytöstä verrattuna elintarvike- ja biopolttoaineteollisuuteen, pyritään siihenkin löytämään jatkuvasti uusia aiempaa kestävämpiä ratkaisuja. (Kosmetiikka- ja hygieniateollisuus Ry 2020.) Palmuöljy on yleisimpiä kosmetiikka- ja päivittäishygieneiatuotteiden raaka-ainelähteitä. Kosmetiikkateollisuudessa hyödynnetään palmuöljyn lisäksi myös palmuydinöljyä, joka on elintarviketeollisuuden sivutuote. Palmun tuotannossa öljyasaanto on ylivoimainen verrattuna muihin öljykasveihin, ja korvaaminen toisella kasviöljyllä edellyttäisi viljelyalan lisäämistä. Tämän vuoksi moni kosmetiikan raaka-ainevalmistaja on RSPO:n jäsen ja haluaa vaikuttaa palmuöljyn vastuulliseen tuotantoon. (Berner 2020.)

Kosmetiikan ympäristövaikutuksista raaka-ainevalmistuksella on suurempi vaikutus kuin valmistuksella ja kuljetuksella, jotka ovat suhteellisen pienessä osassa. Kosmetiikka käyttää vain 2% maailman palmuöljytuotannosta, mutta 70% tuotteista sisältää sitä. Kookosöljy, soijaöljy ja fossiiliset öljyt ovat vaihtoehtoja, mutta niissä on omat haasteet ympäristön suhteen. Palmuöljyn käyttö vaatii vähemmän hakkuupinta-alaa kuin esimerkiksi kookosöljy. Palmuöljyssä huomiota on kiinnitettävä vastuullisuuteen. Tulevaisuudessa olisi tärkeää asettaa raaka-aineiden alkuperä keskipisteeseen ja saada globaalit toimijat mukaan kestäviin ratkaisuihin. (Uusitalo 2018.)

Palmuöljyn eduiksi kosmetiikan tuotekehitysprosessissa on listattu sen luonnollisuus, vegaanisuus, saatavuus ja uusiutuvuus. Palmuöljyn suosio perustuu sen edullisuuteen, helppohoi-

toisuuteen ja öljypalmun tehokkuuteen hyötykasvina. Siksi se on eniten käytetty perusmateriaali myös monille kosmetiikassa käytetyille raaka-aineille. Esimerkiksi suurin osa pinta-aktiivisista aineista ja emulgaattoreista ovat palmuöljyjohdannaisia. Usein myös glyseriini ja öljyliukoiset paksuntajat, kuten rasva-alkoholit, ovat palmusta valmistettuja. Glyseriiniä kuitenkin löytyy nykyään myös rapsipohjaisena, jota hyödynnetään tuotekehityksessä. (Jaana Ailus 2019 ja 2020.) Ainesosaluettelosta voi olla haastavaa päätellä onko raaka-aine valmistettu palmuöljystä vai ei.

Kosmetiikassa palmuöljyä käytetään pehmentäjänä, kosteuttajana, vaahdon muodostajana, emulgointiaineena ja pinta-aktiivisena aineena. Se on kosmetiikassa suosittu raaka-aine monipuolisuutensa, säilyvyytensä sekä neutraalin värin ja hajun vuoksi. Sitä voidaan hyödyntää kaikissa tuotteissa ja se sisältää itsessään E- ja A-vitamiineja. Huoneenlämmössä se on kiinteää ja koostumukseltaan voimaista. Sen sulamispiste on 36-38-astetta. (Benson 2019, 316; Aromatic 2020.) Palmuöljy kykenee muodostamaan veden kanssa todella stabiilin o/w-emulsion, joka säilyy hyvin huoneenlämmössä ja sitä alhaisemmissa lämpötiloissa (Fatehi ym 2020). Tässä työssä on hyödynnetty luomupalmuöljyä, joka on viljelty luonnonmukaisesti Kolumbiassa. Viljelijät ovat sitoutuneet noudattamaan Roundtable on Sustainable Palm Oil -järjestön sääntöjä.

4.2 Rypsiöljy

Rapsinsiemenöljy eli rypsiöljy on peräisin kirkkaan keltaisesti kukkivasta Brassicaceae-heimosta. Sitä on viljelty vuosisatojen ajan Aasiassa ja viime aikoina sen viljelystä on tullut suosittua Euroopassa. Yksi rapsin erityispiirteistä on sen sisältämät erilaiset lajit. Lajit ovat läheisesti sukulaisia ja ulkonäöltään hyvin samanlaisia. Niitä viljellään eri puolilla maailmaa ja kutsutaan yleisesti rapsiksi. Rapsin toinen erityispiirre on, että se on yksi harvoista öljykasveista, jota voidaan viljellä viileässä lauhkeassa ilmastossa. Rypsi tunnetaan useilla yleisillä nimillä (englanniksi *rapeseed*, *canola*), mutta viime aikoina siihen viitataan yhä enemmän nimellä rapsi. Rypsi on tietyn ryhmän lajike, jota on viljelty paljon Kanadassa. Tällä hetkellä rypsi on yleinen termi. Muita termejä käytetään myös viittaamaan tiettyihin rypsiperäisiin tuotteisiin. Termiä "erikoisrapsi" käytetään toisaalta lajikkeisiin, joilla on spesifisesti modifioidut rasvahappoprofiilit, suurempi lämpöstabiilisuus ja parempi säilyvyysaika käytettäväksi korkeissa lämpötiloissa tai jatkuvassa paistamisessa. (Turchini & Tocher 2010, 163-165.)

Rypsin ja rapsin rasvahappokoostumukset ovat käytännössä samanlaiset, mutta Suomessa rypsin viljely on yleisempää olosuhteiden vuoksi. Tilanne vaihtelee satovuosittain rypsin ja rapsin osuuksien suhteen. Rypsi (*Brassica rapa*) on nauriin alalaji ja rapsi (*Brassica napus*) on lantun alalaji, mutta kasvit muistuttavat paljon toisiaan. Suomessa kasvatetusta rypsistä noin 90% puuristetaan Avena Nordic Grainin öljynpuristamossa (Avena Kantvik Oy) Kirkkonummella. Rypsin ja rapsin siemen pystytään hyödyntämään tuotannossa lähes täydellisesti, ja öljyn

valmistuksessa syntyvä puriste hyödynnetään yleensä eläinten ruokinnassa. (Ruokatieto Yhdystys Ry 2020.) Vuonna 2019 rypsi- ja rapsisato oli Suomessa 42 miljoonaa kiloa, viljelyalan ollessa yhteensä 31 500 hehtaaria (Luonnonvarakeskus 2020).

Rypsiöljy on yksi yleisimmistä ruokaöljyistä maailmassa. Se uutetaan tai puristetaan rypsiä miedosti kuumentamalla ja sen jälkeen murskaamalla siemenet. Sillä on erinomaiset ravintoarvot tyydyttymättömien rasvahappojen ansiosta. (Statista 2020, 46.) Rypsi sisältää enemmän fenolihydsteitä kuin mikään muu öljysiemen ja sen tärkein fenolihydste on sinapiini. Monilla fenolihydsteillä on antioksidatiivisia ominaisuuksia, jotka ovat hyödyksi sekä ihmiselle että elintarvikkeiden säilymiselle. Jotkut rypsi-fenolihydsteet voivat toimia myös antioksidanteina. (Vuorela, Meyer & Heinonen 2003, Benech-Arnold & Sanchez 2004, 410.)

Rapsiöljy on rapsin siemenen triglyseridi, jonka pääasialliset rasvahapot ovat C18-ryhmän rasvahappoja (O'Lenick ym 2014, 23). Rypsiöljy koostuu pääosin kertatyydyttymättömästä oleiinihaposta (Omega-9), monitydyttymättömästä linolihaposta (Omega-6) ja monitydyttymättömästä alfa-linoleenihaposta (Omega-3).

Rasvahappo	16:0 palmitiini*	18:0 steariini*	18:1 oleiini	18:2 linoli	18:3 alfa-linoleeni
Rypsiöljy	3.9	1.9	64.1	18.7	9.2

Taulukko 3: Rypsiöljyn (*canola*) pääasiallisten rasvahappojen likimääräisiä prosentuaalisia osuuksia (Benech-Arnold & Sanchez 2004, 397.) *tyydyttyneet rasvahapot

Rypsin sisältämä erukahappo (22:1) on aikoinaan korvautunut oleiinihapolla, kun sen altistava riski sydänsairauksiin todettiin, ja siitä kehiteltiin nykyinen uusi rypsilaji (*rapeseed oil* > *canola*) (Talbot 2015, 235-236). Öljyhappo- eli oleiinipitoinen rapsinsiemenöljy on kosmetiikassa ihanteellinen raaka-aine täyteläisten suihkugeelien ja kylpyöljyjen muodostamiseen, koska siinä yhdistyvät kosteuttavat ominaisuudet ja korkea stabiilisuus. Rapsinsiemenöljy toimii pehmentäjänä ja kosteuttajana, ja sopii erityisesti kuivalle ja herkälle iholle. (Benson ym 2019, 165.)

Työssä hyödynnetyt rypsiöljyt ovat puristettu kotimaisen rypsin ja rapsin siemenistä ja ne ovat 100% kotimaista alkuperää. Avena Nordic Grain Oy on Suomen johtava öljykasvien toimittaja. Kirkkonummella toimiva tytäryhtiö Avena Kantvik Oy kehittää ja valmistaa rypsistä ja rapsista kasviöljyjä sekä valkuaispuristeita. Raffinoitu rypsiöljy on puhdistettu sekä kyllästetty sitruunahapolla ja tyrellä. Erikoisrypsiöljy (Neito) eroaa raffinoidusta öljystä sen ravintoarvojen puolesta. Neidossa pyritty säilyttämään ravinnolliset ainesosat mahdollisimman hyvin tallella. Se on raffinoitun öljyn tapaan lämpöpuristettu öljy, mutta sisältää runsaammin antioksidantteja ja vitamiineja. Rypsin siemenen kovuudesta johtuen se yleensä lämmitetään, jotta arvokkaat

ainesosat saadaan talteen. Miedolla puhdistuksella mausta saadaan miellyttävä ja öljystä hyvin säilyvä. (Avena Nordic Grain Oy 2020.)

SDG-raakaöljy (*superdegummed*) tarkoittaa rypsin/rapsinsiemenistä mekaanisesti, 2-vaiheisella puristuksella, irrotettua öljyä. SDG-öljystä poistetaan myös lesitiini sitruunahapon ja veden avulla. Tämän jälkeen öljy suodatetaan ja varastoidaan joko sellaisenaan myyntiä tai raffinoimista varten säiliöön. Raffinoitu öljy on SDG-öljystä jatkokäsittelmällä puhdistettua öljyä. Neito-rypsiöljy muistuttaa raffinoitua öljyä, mutta sen raffinoinnissa käytetty lämpötila on huomattavasti alhaisempi, olematta kuitenkaan kyse vielä kylmäpuristuksesta. (Ojaranta 2020.)



Kuva 7: Avena Kantvik Oy rypsiöljyt (raffinoitu, rypsi SDG ja erikoisrypsiöljy eli Neito-öljy)

Rypsissä on ihanteellinen rasvahappokoostumus ja sitä on käytetty kotikonstina muun muassa karstan poistoon hiuspohjasta. Siemeniä Avenalla prosessoidaan noin 135 000 tonnia vuodessa ja päivässä heidän tuotantonsa läpi niitä kulkee 400 tonnia. Tuotteet menevät pääsääntöisesti elintarviketeollisuuteen, kuten margariiniteollisuudelle ja leipomoihin, mutta lisäksi valmistetaan pieniä määriä erimakuisia öljyjä. Lämmöllä autettuna öljy saadaan tarkemmin puristettua siemenistä ja tuotoksena syntyvä öljy on yhtä hyvää laadultaan kuin kylmäpuristettu. Öljystä poistetaan lesitiini, jolloin se on helpompi raffinoida. Raffinoitu rypsiöljy voisi soveltua kosmetiikkaan, sillä sen säilyvyys huoneenlämmössä voi olla peräti 3 vuotta. (Avena Kantvik Oy 2019.)

Rypsin öljynpuristus ja -jalostusprosessissa öljyn kirkastamiseen käytettävää valkaisumaata (piioksidipohjaista ainetta) jää prosessin jälkeen suuria määriä sivuvirtana yli, ja sillä voisi olla käyttömahdollisuuksia kosmetiikassa esimerkiksi naamiossa tai kuorinnassa. Aine sisältää 30% öljyä, sitruunahappoa ja sen pH-arvo on 2,5-4,0. Lisäksi tuotannosta syntyy sivuvirtana rypsi-puristetta, joka voisi toimia kosmetiikassa esimerkiksi kuorivana aineena, viskositeetin lisääjänä tai jopa antioksidanttina, jolloin se sopisi anti-ageing raaka-aineeksi. Rypsi-puriste sisältää proteiinia ja öljyä, jolloin se myös suojaa ja pehmentää ihoa. Sitä on saatavilla kosteus-

pitoisuudeltaan 10,8% tai 2%. C-vitamiiniin yhdistettynä se voisi olla käyttökelpoinen ja toimiva kosmetiikan raaka-aine. (Avena Kantvik Oy 2019.)

4.3 Hampunsiemenöljy

Hamppu on yksi maapallon vanhimmista viljelykasveista, ja esimerkiksi pellavaan verrattuna sitä on viljelty Suomessa huomattavasti pidempään tattarin ja ohran ohella. Vasta viimeisen vuosikymmenen aikana se on löytänyt tiensä erilaisiin hyödykkeisiin, kuten myös kosmetiikkaan. Siementen monipuolisen ja rikkaan ravintoaineen sisällön ansiosta sitä suositellaan etenkin kuivalle, ärtyneelle ja atooppiselle iholle. (Murtolan HamppuFarmi 2020; Finola 1998-2020.) Hamppuöljy-vesiemulsiot ovat erittäin herkkiä valon ja lämpötilan aiheuttamalle hapettumiselle. Tämä hamppuöljyn alttius hapettavalle heikkenemiselle voi olla rajoittava tekijä sen mahdolliselle käytölle ja jalostamiselle. Emulsion hapettumiskestävyyttä voidaan parantaa pakkauksella, emulsion suunnittelulla tai antioksidanttien, kuten marjaperäisten fenoliuutteiden, lisäämisellä tuotteeseen. (Raikos, Konstantinidi & Duthie 2015.)

Hamppukasvi sisältää erilaisia öljyjä, ja siemenistä kylmäpuristettua kasviöljyä (triglyseridit) käytetään ihonhoidossa ja ruokaöljynä. Hamppu käyttää auringonvaloa tehokkaammin kuin mikään muu kasvi ja vaatii vain lyhyen, yhden vuoden kasvukauden. Kylmäpuristetussa siemenöljyssä on runsaasti omega-3- ja omega-6-rasvahappoja ja se sisältää tärkeää gamma-linoleenihappoa (GLA). Pieninä määrinä se tarjoaa myös välttämättömiä vitamiineja (E, B1 ja B2) sekä mineraaleja, kuten kaliumia, magnesiumia, kalsiumia, fosforia, rautaa, natriumia, mangaania, kuparia ja sinkkiä. Se sisältää 70-80% arvokkaista monitydyttymättömistä C18-rasvahapoista. Tasapainoisen koostumuksen ansiosta hamppuöljy lievittää monia oireita, kuten atooppista ekseemaa ja psoriasista. Hamppuöljyyn sitoutuneiden rasvahappojen koostumus vastaa lähinnä ihon rasvahappojen koostumusta. Kosmeettisissa voiteissa korkea tyydyttymättömien rasvahappojen pitoisuus antaa iholle sileän, terveellisen ilmeen. (Rähse 2020, 205 ja 210; Rähse 2014, 296.)

Murtolan HamppuFarmi hyödyntää tuotteissaan suomalaista öljyhamppua. Sekä vuonna 2019 että 2020 viljelyala on HamppuFarmille tulevassa hampussa ollut noin 300ha ja keskisato on 600-800kg/ha (yhteensä noin 250t). Omalta maatilalta saadaan osa hampusta ja loput saadaan sopimustuottajilta ympäri Suomen. Hampun siemenet raakalajitellaan ja puhdistetaan koneellisesti. Sen jälkeen siemenet jalostetaan halutusti, kuten esimerkiksi puristetaan öljyä, kuoritaan ja rouhitaan (eri karkeusasteet) tai paahdetaan. Kuorinnasta saadaan kuorijätettä. Rouhinnasta saadaan myös hienojakoista rouhetta, jota voitaisiin hyödyntää esimerkiksi kosmetiikan kuorintarakeena. Öljynpuristuksesta saadaan sivuvirtana tahnamaista sakkaa, joka imeytyy jo sellaisenaan ihoon ja jonka säilyvyys sellaisenaan on erinomainen. Tälle on ollut kiinnostusta jo luonnonkosmetiikassa, mutta sen hyödyntäminen laajemmin hakee vielä paikkaansa. Sakkaa

saadaan määrällisesti viikossa 10-20 kg. Karkeaa rouhetta saadaan viikossa noin 100 kg, joskus kahdessa viikossa jopa 1000 kg. Kuorinnasta syntyvää kuorijätettä syntyy noin kuution verran kuukaudessa. Hamppu itsessään säilyy vain 3 vuotta, joten sitä ei voida myöskään tuottaa yli tarpeiden, vaan sato myydään ennakkona. (Murtolan Hamppufarmi 2020.)

Pääasiallinen rasvahappo hampun siemenissä on monityydyttymätön linolihappo eli omega-6 (50-70%). Monityydyttymätöntä alfalinoleenihappoa (omega-3) on noin 15-34%. Kylmäpuristettu käsittelemätön hamppuöljy sisältää myös kertatydyttymätöntä oleiinihappoa (omega-9) sekä kasviöljyissä harvinaista gammalinoleenihappoa. (Murtolan Hamppufarmi 2020; Finola 1998-2020.)

RASVAHAPPO (%)	HAMPUNSIEMENÖLJY
16:0 (palmitiini)	5-9
18:0 (steariini)	2-3
18:1 (oleiini)	10-16
18:2 (linoli ω -6)	50-70
18:3 (alfalinoleeni ω -3)	15-34
18:3 (gammalinoleeni)	0,5-6
Yhteensä tyydyttyneet	7-12
Yhteensä kertatydyttymättömät	10-16
Yhteensä monityydyttymättömät	72-83

Taulukko 4: Hampun siemenen rasvahappokoostumus (Talbot 2015, 42.)

*tyydyttyneet rasvahapot

Hampusta erotetaan mekaanisella suodatuksella ainoastaan sen öljypitoinen sakka, joka on hamppuöljyn sivuvirtatuote. Sakka olisi hyödyllinen raaka-aine kosmetiikkakäyttöön antibakteeristen ominaisuuksien sekä sen sisältämän E-vitamiinin ja proteiinien vuoksi. Sen vihreä ominaisväri hajoaa lämmössä tai UV-säteilyssä. (Murtolan Hamppufarmi 2020.) Tässä kehittämissä työssä testataan hamppuöljyn tuotannosta sivuvirtana syntyvää sakkaa kosmetiikan emulsio-pohjan öljyfaasissa.

Hamppu on yksi tyydyttymättömiä rasvahappoja sisältävistä öljyistä, joiden kysyntä kasvaa kosmetiikkamarkkinoilla. Hampunsiemen sisältää runsaasti mineraaleja, A-, C- ja E-vitamiineja, betakaroteenia, alfalinoleelihappoa ja linolihappoa. Lisäksi hamppuöljy on gammalinoleenihapon lähteenä hyvä ainesosa erilaisiin emulsioihin. Se soveltuu myös mm. aknen ja atooppisen ihon hoitoon. Hamppuöljystä saadaan tutkitusti valmistettua stabiili emulsio, mutta sen viskositeetti saattaa lähteä laskuun pian valmistuksen jälkeen. (Kowalska, Ziomek & Zbi-kowska 2015.) Stabiilisuteen vaikuttavat oleellisesti myös emulsioon valittu pinta-aktiivinen

aine sekä valmistusmenetelmä. Hamppuöljyemulsion mikrobiologiseen vakauteen saattaa vaikuttaa onko hyödynnetty öljy puhdistettu vai ei. Rasvahappojen antibakteerinen vaikutus perustuu yleensä pitkäketjuisiin tyydyttymättömiin rasvahappoihin, ja puhdistamattoman hampunsiemenöljyn korkeampi alfa-linoleenihappopitoisuus saattaa lisätä öljyn antibakteerista aktiivisuutta entisestään. Puhdistamattoman öljyn säilyvyyttä saattaa lisätä myös sen sisältämät luontaiset antioksidantit, kuten tokoferoli (E-vitamiini). (Mikulcova ym 2017.)

4.4 Pellavansiemenöljy

Pellavaa on Suomessa hyödynnetty pääasiassa kuitukasvina ja 90-luvulta lähtien elintarvikkeissa, mutta sen käyttö on edelleenkin suhteellisen vähäistä. Pellavalle ominaista on pitkä ja hidas kasvukausi, mutta valoisana aikana se hyötyy pohjoisista olosuhteista kerryttäen siemeniin runsaasti omega-3-rasvahappoja. Pellavansiemenöljy on erityisen hyvä terveellisten rasvahappojen ja mineraalien lähde, minkä vuoksi sitä hyödynnetään terveystuotteissa ja ravintolisissä. (Suomen Ruokatieto Ry 2020) Öljypellavan sato oli vuonna 2019 yhteensä 0,4 miljoonaa kiloa ja viljelyala 500 hehtaaria (Luonnonvarakeskus 2020).

Pellava on hampukasvien tapaan tunnettuja kuitujen lähteitä. Pellavansiemenissä on epätaallisen korkea alfa-linoleenihappopitoisuus verrattuna muihin viljelykasveihin. Viljelijöille pellava tarjoaa vaihtoehdon vuorottelussa muiden kasvien kanssa ja uusia vaihtoehtoisia pellavalajikkeita kehitetään parhaillaan olemassa oleville kasviöljyille. Viime vuosina pellavansiemenen tuotanto on kasvanut selvästi ja pellavansiemenen hinnat ovat nousseet tärkeimmissä tuotajamaissa. Hampunsiemenet pysyvät todennäköisesti erikoisviljelyinä ruokavalion ja kosmetiikan markkinoilla. (Kolodziejczyk 2012.)

Pellavansiemen sisältää öljyä noin 45-50% (Fofana ym 2011, 22). Pellavansiemenöljy sisältää runsaasti monitydyttymättömiä rasvahappoja, kuten alfa-linoleenihappoa (omega-3) ja linolihappoa (omega-6) sekä kertatyydyttymätöntä oleiinihappoa (omega-9). Bertil's Healthin pellavansiemenöljy kylmäpuristetaan kotimaisten sopimusviljelmien siemenistä. Vuodesta riippuen pellavaöljyä pullotetaan yhteensä 5000-10 000 litran välillä. (Bertil's Health 2020.)

Rasvahappo	16:0 palmitiini*	18:0 steariini*	18:1 oleiini	18:2 linoli	18:3 alfalinoleeni
Pellavansiemenöljy	6.1	3.2	16.6	14.2	59.8

Taulukko 5: Pellavansiemenöljyn pääasiallisten rasvahappojen likimääräisiä prosentuaalisia osuuksia (Benech-Arnold & Sanchez 2004, 397.) Pohjautuu tilastoihin Padley, Gunstone ja Harwood 1994 sekä White 1992. *tyydyttyneet rasvahapot

Pellavaöljy sisältää paljon tyydyttymättömiä rasvoja ja tärkein rasvahappo pellavansiemenissä on linolihappo. Pellavaöljy pystyy muodostamaan polymeroitumalla kovia kalvoja ja niitä voidaan käyttää myös maaleihin, lakkoihin ja erilaisiin pinnoitteisiin. (Dayan & Kromidas 2011, 224 ja 231; Zaikov ym 2011, 100.) Pellavaa tuotetaan pääasiallisesti Euroopassa (Belgacem & Gandini 2008, 40-42). Pellavaöljyä käytetään myös kosmetiikassa, kuten puhdistustuotteissa ja ihonhoitotuotteissa, sekä farmaseuttisissa valmisteissa, kuten palovammojen hoidossa. (Kolodziejczyk ym 2012.) Pellavansiemenöljy ja sen johdannaiset luokitellaan ihoa hoitavaksi ainesosaksi (mm. kosteuttaa, rauhoittaa), pinta-aktiiviseksi aineeksi, antioksidantiksi ja ihoa suojaavaksi aineeksi. (European Commission) Pellavansiemenöljy hapettuu herkästi ja sietää huonosti lämmittämistä, mikä huomioidaan öljyn tuotannossa ja säilytyksessä (Ruoka Yhdistys Ry; Goyal ym 2014). Öljyn stabiilisuutta voidaan lisätä hyödyntämällä sitä emulsiossa, jolloin se pisaroituneena säilyy paremmin hapettumista vastaan (Goyal 2014).

5 Kasviöljyt kosmetiikan tuotekehityksessä

Kosmetiikkavalmisteissa kasviöljyjä hyödynnetään pääasiassa pesuaineissa, voiteissa ja meikeissä. Ne ovat lipofiilisiä orgaanisia yhdisteitä ja liukenevat veteen vain osittain tai eivät lainkaan. Ne toimivat emulgaattoreina, kosteuttavat ihoa, rauhoittavat ihoärsytystä sekä kutinaa ja lisäävät tuotteen käyttömukavuutta iholla. Rasvahappoja, triglyseridejä ja glyserolia käytetään pehmentävinä ja kosteuttavina komponentteina. Tyydyttymättömät rasvahapot vähentävät lipidin viskositeettia ja niitä on määrällisesti enemmän öljyissä kuin vahoissa. Kasviöljy saadaan pääsääntöisesti kasvin siemenistä puristamalla tai uuttamalla. (Burlando, Verotta, Cornara & Bottini-Massa 2010, 9-10.)

Kosmetiikan emulsioissa on käytetty yleensä 5-30% lipidejä, eli se on toiseksi käytetyin ainesosa emulsioissa veden jälkeen. Lipidin valinta ja emulgointitapa (Kappale 7.1) yleensä määrittävät lopputuotteen ominaisuudet. Lipidit vaikuttavat tuotteen stabiiliuteen, viskositeettiin, ihotuntumaan, levittyvyyteen, muiden ainesosien liukenemiseen ja tuotteen tehokkuuteen. (Lanzendörfer 2002, 271-273.) Sulamispiste on öljyjen yksi tärkeimpiä ominaisuuksia, jota puolestaan molekyyllipaino määrittelee. Mitä korkeampi molekyyllipaino, sen korkeampi sulamispiste. Polariteetti määräytyy molekyyllirakenteiden ja happiatomien määrän perusteella. Nämä ominaisuudet määräävät yhteensopivuuden muiden ainesosien kanssa ja säätelevät tuotteen viskositeettia, koostumusta ja ihotuntumaa. Öljyiset ainesosien kemialliset rakenteet ja fyysikaaliset ominaisuudet määrittelevät pitkälti kosmetiikkatuotteiden käyttötuntumaa ja ominaisuuksia. (Shimada & Iwata 2013, 21-22.)

Lauriinihappoa ja/tai myristiinihappoa sisältävät öljyt antavat kevyen tunteen. Kiinteät rasvat, jotka sisältävät runsaasti palmitiinihappoa ja/tai steariinihappoa vähentävät liukuvuutta.

Nestemäiset öljyt, jotka sisältävät runsaasti tyydyttymättömiä rasvahappoja, kuten oleiinihappoa, antavat kosteuden tuntua. (Shimada ym 2013, 25.) Emulsiossa käytettävän öljyn valinta riippuu monista tekijöistä, ja se tehdään yleensä markkinoinnin vaatimusten mukaisesti. Yleensä, koska tyydyttyneillä ja myös pidemmällä ketjulla (korkeampi hiililuku) öljyillä on taipumus tuntua raskaammilta iholle levitettynä, myös esteettisyyttä ja tunnetta tulisi harkita. Öljyt, joilla on korkea tyydyttymättömyysaste, ovat yleensä vähemmän stabiileja hapettumisen suhteen. (Dayan & Kromidas 2011, 224.) Kasviöljyt ja -rasvat ovat erityisen alttiita hapettumiselle ja vaihtavat väriä valon, hapen ja lämmön johdosta. Alfalinoleenihapon lisäksi myös linolihappoa sisältävät öljyt ovat erityisen herkkiä hapettumiselle. Tällöin suositellaan pH:n alentamista ja antioksidanttien, kuten E-vitamiinin, lisäämistä tuotteeseen. (Shimada ym 2013, 25.)

Alfalinoleenihappoa on suurina pitoisuuksina pellavan lisäksi myös hampussa ja rypsissä. Ehjän siemenen sisältämän alfalinoleenihappoa ei ole herkkä hapettumaan, mutta siemenestä puristettu öljy sen sijaan hapettuu herkästi joutuessaan kosketuksiin ilman kanssa. Tämän vuoksi alfalinoleenihappoa sisältävät öljyt tulisi hyödyntää mahdollisimman tuoreena, ja säilyttää viileässä. (Shimada ym 2013, 25.) Hamppuöljyssä korostuu linolihappo ja pellavansiemenöljyssä alfalinoleenihappo, joten ne ovat herkkiä hapettumiselle. Rypsi puolestaan sisältää eniten oleiinihappoa, joten se toimii hyvänä kosteuttajana. Hamppu-, pellava- ja rypsiöljy ovat kaikki tyydyttymättömiä nestemäisiä öljyjä.

Palmuöljy, joka sisältää noin 50% palmitiinihappoa ja 40% oleiinihappoa, sulaa 45 ° C: ssa ja on kiinteä huoneenlämmössä. Se on stabiili hapettumista vastaan ja kestää hyvin lämpöä. Se antaa kiinteyden ansiosta tuotteelle täyteläisen koostumuksen. (Shimada ym 2013, 26.) Palmuöljyn koostumus on jakautunut tasaisesti tyydyttyneiden ja tyydyttymättömien rasvahappojen suhteen. Muut kasviöljyt sisältävät vähemmän tyydyttyneitä rasvahappoja, joten nämä öljyt vaativat hydrauksen, mikäli haluttaisi saavuttaa palmuöljylle ominainen koostumus. Hydraus on kemiallinen prosessi, jossa kasviöljyn rakennetta muutetaan lisäämällä vetyä molekyylin tyydyttymättömiin sidoksiin. Näin tyydyttymätön rasva voidaan muuttaa tyydyttyneeksi ja nostaa sen sulamispistettä. (Talbot 2015, 241 ja 250.)

6 Kehittämisasetelma

Tutkimuksellisen kehittämistyön tarkoituksena on selvittää voisiko palmuöljyä korvata kotimaisilla kasviöljyillä emulsiossa. Lisäksi selvitetään miten öljyt vaikuttavat emulsion rakenteeseen ja säilyvyyteen. Työssä kartoitetaan kotimaisten kasviöljyjen kilpailukykyä palmuöljyyn sekä teoriapohjalta että käytännön kokein. Tutkimusosassa luodaan toisiaan vastaavat testi-emulsiot ja verrataan niiden keskinäisiä ominaisuuksia sekä säilyvyyskokeen tuloksia palmuöljyä sisältävään verrokkiemulsioon. Kotimaisista öljykasveista mukaan valikoituivat rypsiöljy, hamppuöljy ja pellavansiemenöljy. Valinnassa huomioitiin öljykasvien satoisuus ja saatavuus. Lisäksi testataan hamppuöljyn tuotannosta sivuvirtana muodostuvaa sakkaa osana emulsion öljyfaasia. Kotimaisten öljyjen taustalla ovat Avena Kantvik Oy, Murtolan HamppuFarmi Oy ja Bertil's Health. Öljyjen ominaisuuksien lisäksi tarkastellaan emulsioiden stabiliteettia, lämmönsietokykyä, koostumusta, levittyvyyttä ja tuoksua. Tulosten vertailu toteutetaan aistinvaraisten arviointimenetelmien avulla. Yhteistyössä kehittämistyössä toimii Laponie Oy, jonka tuotekehitysjohtaja Jaana Ailus konsultoi verrokkiemulsion valmistuksessa ja arvioi lopputuotokset.

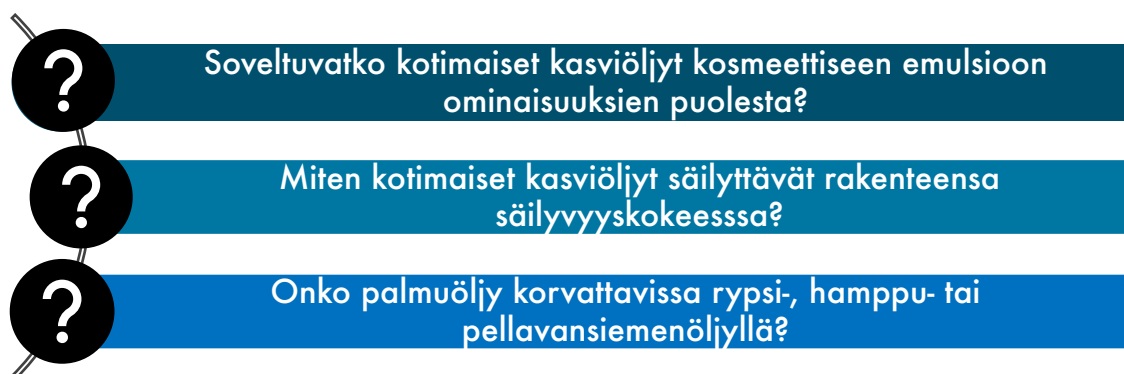
Tavoitteena on löytää potentiaalisia vaihtoehtoja kotimaisista kasviöljyistä palmuöljylle kosmetiikkakäytössä. Työ pohjautuu laajempaan ”Luonnon raaka-aineet kosmetiikkateollisuudessa” -kehityshankkeeseen. Hankkeen tarkoituksena oli selvittää teollisuuden sivuvirtojen käyttömahdollisuutta kosmetiikan raaka-aineina. Työn aihe nousi hankkeen parista. Kyseessä on täten hankeperustainen kehittämistyö, joka pyrkii jatkuvaan kehittämistoimintaan (Toikko & Rantanen 2009, 15). Tutkimuksen tavoite on itse määritelty taustalla toimineen kehityshankkeen pohjalta ja se perustuu tunnistettuun tarpeeseen löytää monipuolisempia käyttötapoja hyödyntää kotimaisia raaka-aineita kosmetiikassa. Tavoite perustuu osaltaan tiedostettujen ympäristöongelmien ja luonnonvarojen riittämättömyyden tuomaan ulkoiseen paineeseen sekä niistä aiheutuvaan muutokseen raaka-aineiden tuotannossa. Kuten kappaleessa 2.2 on todettu, kestävän kehityksen näkökulmasta on oleellista löytää tehokkaampia tapoja hyödyntää olemassa olevia raaka-aineita ja löytää niille uusia käyttötapoja. Tässä kehittämistyössä tutkitaan palmuöljyn ja sen kotimaisten vaihtoehtojen kilpailukykyä teoriapohjalta sekä käytännön kokein.



Kuvio 7: Projektityön lineaarinen malli (Toikko & Rantanen 2009, 64.)

Työn taustalla olevassa hankkeessa ja sen kyselytutkimuksessa selvisi, että kotimaisille raaka-aineille olisi kysyntää kosmetiikan valmistajien taholta. Moni hyödyntää jo tuotekehityksessä

kotimaisia raaka-aineita, kuten marjojen siemenöljyä tai kauraöljyä, mutta uusille raaka-aineille olisi tilausta. Tämän pohjalta on tarpeen kartoittaa uusia kotimaisia raaka-aineita sovellettavaksi kosmetiikkakäyttöön ja tapoja hyödyntää niitä. Yleisimpien öljykasvien testaaminen emulsiossa on yksi tapa lähestyä asiaa. Tutkimusongelmana kehittämistyössä on kotimaisten öljyjen toimivuus emulsiossa ja ovatko ne yhtä stabiileja kuin palmuöljy. Työssä pyritään lisäksi vastaamaan kysymykseen, onko palmuöljy korvattavissa rypsi-, hamppu- tai pellavaöljyllä kosmeettisessa emulsiossa (Kuvio 8). Tarkemmin tutkimusongelmaa on pohdittu kehittämistutkimuksen prosessikaaviossa (Kuvio 9).



Kuvio 8: Kehittämistyön tutkimuskysymykset

Palmuöljy ja sen johdannaiset ovat laajalti käytettyjä kosmetiikkatuotteissa, joten niille keskitytään löytämään vaihtoehto, joka vastaisi niitä mahdollisimman hyvin ominaisuuksiltaan ja koostumukseltaan. Tutkimusosassa verrataan vaihtoehtoisia raaka-aineita palmuöljyyn ja testataan niiden ominaisuudet käytännössä yksinkertaisin laboratorionkokein. Tutkimusosassa raaka-aineita verrataan keskenään käytännön kokein testaamalla niiden emulgoitumista ja säilyvyyttä. Testattaviin raaka-aineisiin valitaan selkeät vertailuarvot, jotta vertailu olisi mahdollisimman mutkatonta. Yhteistyöyrityksen tuotekehitysjohtaja arvio myös tuotokset. Laboratorionkokeet toteutetaan systemaattisesti vastaten toisiaan. Tuotosten havainnot ja tulokset kirjataan sekä kuvataan, ja niiden pohjalta analysoidaan tulokset. Oleellista on löytää yhteneväisyydet ja eroavaisuudet testattujen raaka-aineiden välillä. Emulsioille suoritetaan nopeutettu säilyvyyskoe 45-asteista lämpökaappia hyödyntäen. Emulsioissa tarkastellaan stabiliteettia, koostumusta, levittyvyyttä ja tuoksua.

Työn kannalta keskeisiä käsitteitä ovat kasviöljyt, emulsion valmistus ja säilyvyys. Kasviöljyjen osalta aihe rajautuu palmuöljyyn ja sen johdannaisiin sekä niiden vaihtoehtoihin kotimaisiin öljykasveihin. Teoriaosuudessa avattiin kasviöljyjen kemiallisia rakenteita ja ominaisuuksia. Sopivaa lähdetietoa löydettiin pääasiassa elintarviketeollisuuden ja kosmetiikka-alan kirjallisuudesta sekä tutkimuksista. Teoreettisessa viitekehityksessä käsiteltiin yhteiskuntavastuullisuuden ja kestävän kehityksen teemoja, sekä kiertotalouden ja sivuvirtojen hyötyjä peilaten niitä kosmetiikkamarkkinoihin. Työhön liittyy oleellisesti käsitteenä myös aistinvarainen arviointi.

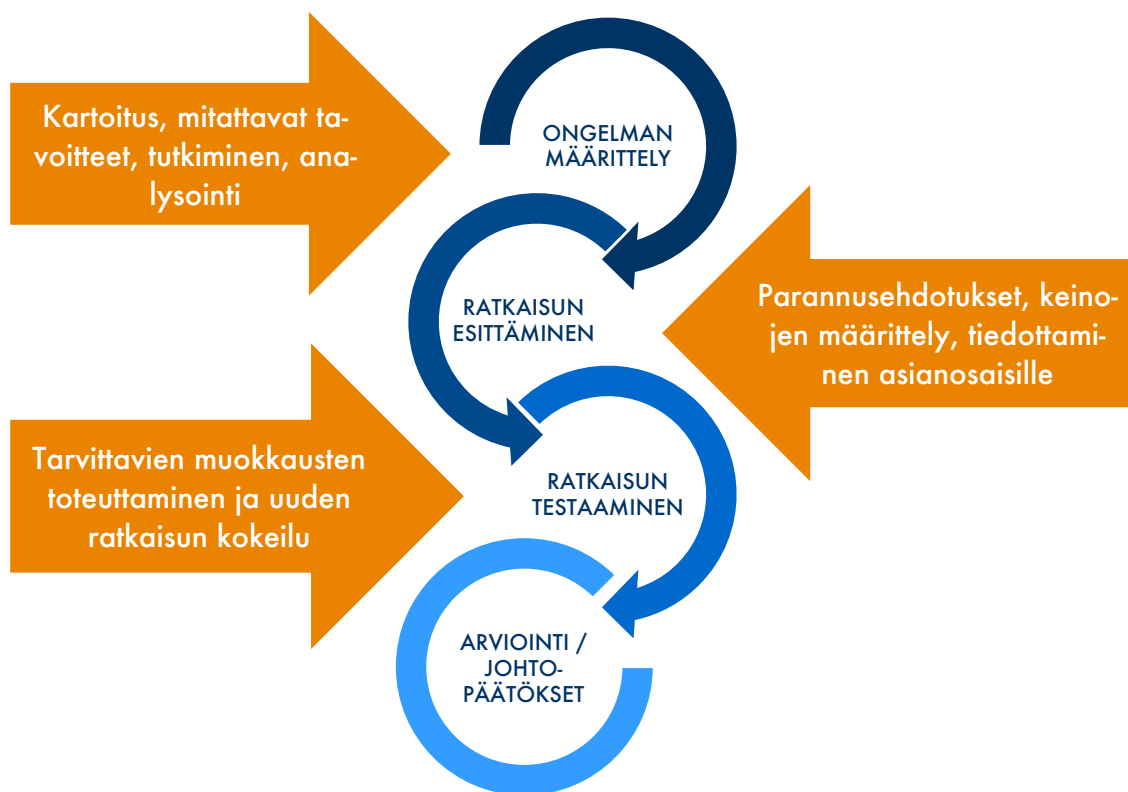


Kuvio 9: Kehittämistyön prosessi (Mukaillen Kananen 2012)

6.2 Menetelmälliset ratkaisut

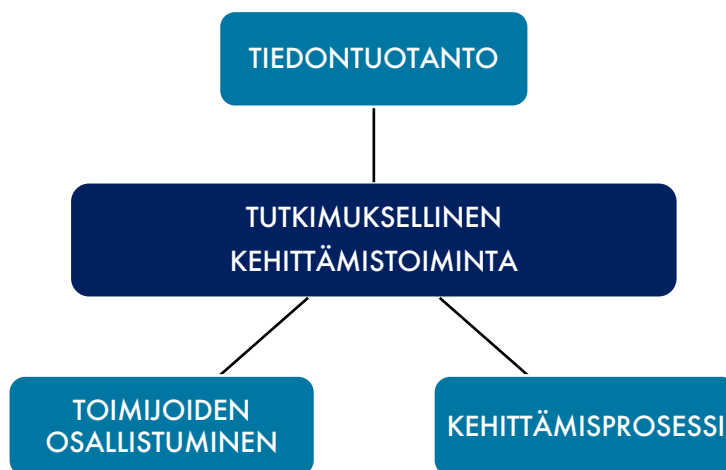
Tutkimus on luonteeltaan moniotteinen eli se yhdistää teoriaa ja käytäntöä, niiden ollessa tiiviisti vuorovaikutuksessa keskenään. Tutkimuksessa on sekä kehittämistutkimuksen että toimintatutkimuksen elementtejä. Kehittämistutkimus tai toimintatutkimus eivät kumpikaan pyri yleistämään vaan ne koskettavat yksittäistapauksia tai hyöty voi olla kertaluonteista. Tulokset voivat koskea laajempiakin kokonaisuuksia, jolloin voidaan puhua teorioista. Kehittämistutkimus pyrkii poistamaan ongelman tai kehittämään jotakin, mutta toiminnalliseksi tutkimus muuttuu, kun tutkija on mukana testaamassa ratkaisun toimivuutta. (Kananen 2012, 42-44.) Tässä kehittämistyössä luodaan tuotekehityksenä emulsiot, joten kyseessä on yksittäinen koeasetelma, jonka pohjalta ei ole tarkoitus kuitenkaan luoda yleistä tiettyä toimintamallia. Tuotekehitys muuttaa tutkimuksen toiminnalliseksi, ja tulosten myötä voidaan todeta kotimaisten kasviöljyjen toimivuus tutkimuksen tavoin kehitellyissä ja valmistetuissa emulsioissa. Tuloksia voidaan laajentaa yleiselle tasolle lisätutkimusten myötä. Lisäksi voidaan pohtia niihin liittyviä teorioita ja jatkotutkimusmahdollisuuksia.

Kehittämistutkimuksen kaikissa vaiheissa tarvitaan myös laadullista tutkimusta, kuten lähtökohtatilanteen arvioinnissa, tutkimusongelman määrittelyssä, tavoitteen arvioinnissa, kehittämislmiöön perehtymisessä ja teoreettisen viitekehyksen laatimisessa (Kananen 2012, 92). Kehittämistutkimuksessa voidaan hyödyntää samanlaista prosessikaaviota kuin toimintatutkimuksen vaiheista. (Kuvio 10)



Kuvio 10: Kehittämistutkimuksen prosessikaavio (Mukaiillen Kananen 2012, 53.)

Kehittämiprosessissa ratkaisua testataan käytännön kokein toteuttamalla verrokkiemulsio palmuöljystä ja testiemulsiot kotimaisista vaihtoehdoista. Kehittämisen menetelmänä toimivat kontrolloidut laboratoriokokeet, joissa testiemulsiot valmistetaan toisiaan vastaten. Systemaattisessa kehittämistoiminnassa yhdistyvät tutkimuksen ja projektitoiminnan periaatteet, joten siinä pyritään käytännön osallistumisen ja vuoropuhelun lisäksi myös tiedontuotantoon (Toikko & Rantanen 2009, 9-10).



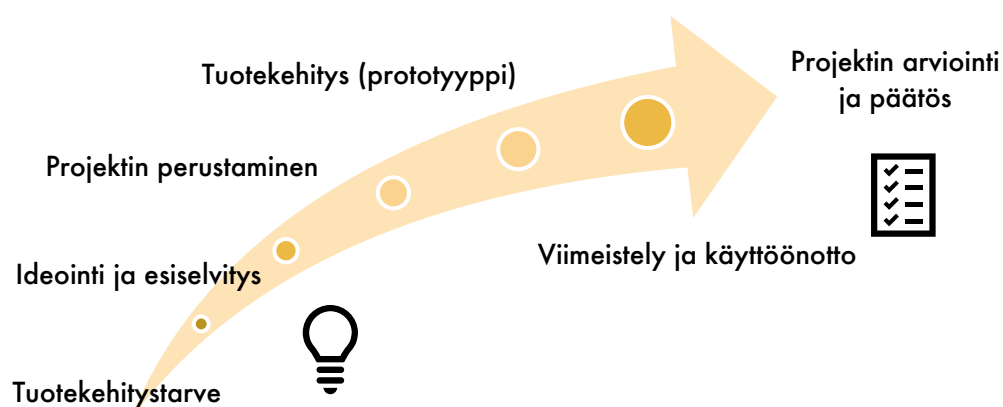
Kuvio 11: Tutkimuksellisen kehittämistoiminnan näkökulmat (Toikko & Rantanen 2009, 9.)

Tutkimusaineisto on koottu eri tietokannoista: kirjallisuudesta, artikkeleista, raporteista, tilastoista ja tieteellisistä tutkimuksista. Tiedonkeruumenetelmänä on hyödynnetty pääasiassa kirjallisuuteen perehtymistä, havainnointia, keskusteluja ja haastatteluja. Kirjallisuuskatsauksessa käsiteltiin pääasiassa kasviöljyjä ja niiden rakenteita, sekä emulsion valmistukseen ja säilyvyyteen liittyviä aihealueita. Tietoperusta pohjautuu lisäksi kasviöljyjä käsitteleviin puheenvuoroihin ja esityksiin sekä hankkeen parissa suoritettuun kyselyyn. Lähtökohtana toimii taustahankkeen kyselyssä ilmennyt kysyntä kotimaisille raaka-aineille sekä kotimaisten kasviöljyjen käyttömahdollisuuksien esiin tuominen emulsiossa. Tausta-aineiston ja kehittämisprosessin myötä pyritään luomaan tietoa kotimaisten kasviöljyjen soveltuvuudesta kosmeettiseen emulsioon sekä niiden stabiilisuudesta säilyvyyskokeessa.

6.3 Kehittämistyön lähestymistapa

Lähestymistavalla tarkoitetaan eri menetelmien kokonaisuutta, joiden avulla tutkimuksen aiheita lähestytään ja kehittämistyön tutkimusongelma saadaan ratkaistua (Kananen 2015, 63; Juuti & Puusa 2020). Lähestymistapana kehittämishankkeessa on osittain triangulaatio eli monimetodinen lähestymistapa. Siinä yhdistetään erilaisia tutkimusmetodeja. Aineistotriangulaatio on monimetodisen lähestymistavan eräs muoto, jossa yhdistetään erilaisia tutkimus-

aineistoja keskenään. Tällaisessa lähestymistavassa tutkimusaineistoa voidaan kerätä esimerkiksi tekstiaineistolla ja tarkkailulla, kuten tässä tutkimuksessa on tehty. Tutkimusaineistoa voidaan luokitella ja tutkia, kun taas lähdeaineistoa käytetään tutkimuksessa argumentoinnin ja päättelyn tukena, ilman luokittelua. (Vilkkä 2017, 42; Vilkkä 2015, 70-71.) Tässä tutkimuksessa yhdistyvät laadullinen menetelmä ja tuotekehitysprosessi, jossa pyritään muuttamaan idea tai tavoite käyttöönotettavaksi ratkaisuksi (Windahl & Välimaa 2012, 9).



Kuvio 12: Tuotekehitysprosessin kuvaus (Mukaillen Windahl & Välimaa 2012,11.)

Laadullisessa tutkimuksessa pyritään uusien näkökulmien tuottamiseen omien tulkintojen ja aineistoon perehtymisen pohjalta. Tutkimukselle on tyypillistä vuoropuhelu teorian ja aineiston välillä, ja niiden pohjalta pyritään tuottamaan yksityiskohtaista tietoa jostakin ilmiöstä. Tutkimuksen aihe voi olla peräisin tutkijan omista havainnoista ja selvittämisen tarpeesta. Tausta-aineistoon perehtymällä voidaan määritellä tutkimusaukko, eli tutkimaton tai vähän tutkittu näkökulma. Aineistonhankinnassa yhdistellään aineistonkeruumenetelmiä. Tässä kehittämistyössä on hyödynnetty laadullisista menetelmistä yksilöhaastatteluja ja havainnointia. (Juuti & Puusa 2020.)

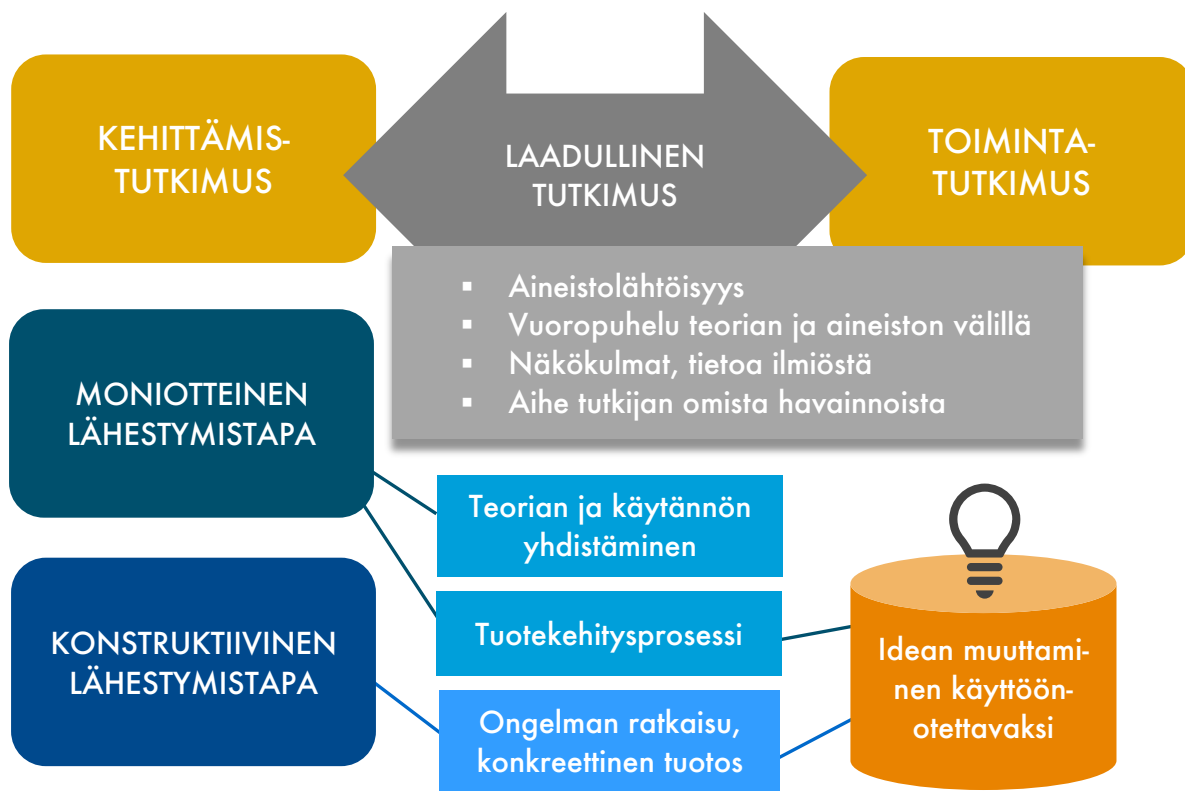
Lähestymistavoista kehittämistyö myötäilee myös konstruktivisen tutkimuksen piirteitä, koska siinä keskiössä on käytännön ongelman ratkaisu konkreettisen tuotoksen avulla. Toisaalta lähestymistapa mukailee myös toimintatutkimuksen periaatteita, jossa pyritään muuttamaan ihmisten toimintaa. Muutos sidotaan aiempaan teoriaan ja vuoropuhelua käydään käytännön ja teorian välillä. Konstruktivisessa tutkimuksessa arvioidaan kehitetyn ratkaisun toteutustapaa ja sen hyödyllisyyttä käytännössä (Kuvio 13). Konstruktivisessa tutkimuksessa korostuvat myös vaiheiden dokumentointi ja hyödynnettyjen metodien perustelu. Kehittämishaaste ja tavoitteet kirjataan ylös, ja myös ratkaisuvaihtoehdot esitellään perustelujen kera. Konstruktivisessa tutkimuksessa arvioidaan ratkaisun toteutetusta ja hyödyllisyyttä. (Ojasalo ym 2015, 38 ja 67.)



Kuvio 13: Konstruktivisen tutkimuksen prosessi (Ojasalo, Moilanen ja Ritalahti 2015, 67.)

(Mukaillen Kasanen ym 1991. Liiketaloudellinen aikakauskirja 40:3, 301-329.)

Palmuöljy ja sen johdannaiset ovat laajalti käytettyjä kosmetiikatuotteissa, joten koeasetelman pohjalta pyritään löytämään niille vaihtoehto, joka vastaisi mahdollisimman hyvin palmuöljyä ominaisuuksiltaan ja säilyvyydeltään. Laadulliselle tutkimukselle ominaisesti tausta-aineisto ja sen pohjalta vuoropuhelu teorian ja käytännön välillä ovat mukana läpi prosessin. Tutkimuksessa toteutetaan ratkaisumallin konstruoiminen tuotekehitystyönä, jossa tuotosten toimivuus testataan säilyvyyskokeella ja aistinvaraisen arvioinnin avulla. Konstruktivisella prosessilla ja tuotekehityksellä testataan ratkaisun toimivuus käytännössä. Saavutettuja tuloksia voidaan hyödyntää tuotekehitystyössä ja soveltaa laajentaen tutkimusta muihin kotimaisten kasviöljyjen tutkimiseen kosmetiikkaemulsioissa. Menetelmällisten ratkaisujen ja lähestymistapojen synteesi tähtäävät muuttamaan idean käyttöönotettavaksi (Kuvio 14).



Kuvio 14: Menetelmät ja lähestymistavat

6.4 Tutkimusaineiston käsittely ja analysointi

Tutkimusaineistoa kerättiin useassa vaiheessa ja laadulliselle tutkimukselle tyypillisesti rinnakkaisin keinoin (Juuti & Puusa 2020). Tausta-aineisto kerättiin kirjallisuudesta, tutkimuksista, haastatteluista, esityksistä, artikkeleista ja havainnoista. Niiden pohjalta tehtiin runsaasti muistiinpanoja, ja aineistonkeruuta tapahtui koko prosessin ajan. Taustatyötä tehtiin runsaasti ennen varsinaista tutkimuksen suorittamista, ja tulosten tulkinta edellytti tausta-aineistoon perehtymistä.

Aihetta avataan tuotekehityksen näkökulmasta ja valmistetaan yksinkertaiset emulsiot raaka-aineista. Testattavista raaka-aineista sovitaan yhdessä yhteistyöyrityksen kanssa. Yhteistyöyritys auttaa raaka-ainehankinnoissa testausta varten sekä arvioi osaltaan saavutetut tulokset ja testierien koostumukset. Tämän jälkeen suoritetaan laboratoriokokeet. Analysoinnin menetelmänä hyödynnetään aistinvaraista arviointia, jossa verrataan emulsioiden ominaisuuksia ja ihotuntumaa palmuöljyä sisältävään verrokkiemulsioon.

Tutkimusosassa aineistona toimivat valmistajilta saadut kasviöljyt sekä tuotekehitysprosessia varten tilatut raaka-aineet, joiden pohjalta kehitetään testiemulsiot. Saatujen tulosten perusteella voidaan tarkastella soveltuvatko valikoidut raaka-aineet palmuöljyn korvaajaksi

emulsiossa. Mikäli joukosta löytyy potentiaalisia vaihtoehtoja, ovat tulokset hyödynnettävissä tuotekehityksessä sekä yhteistyökumppanin että muiden kosmetiikkavalmistajien toimesta.

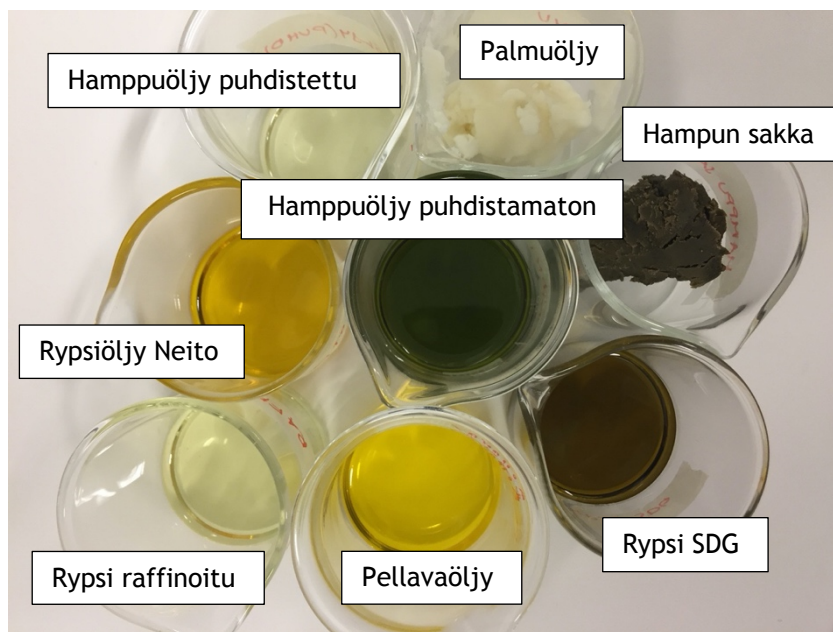
6.5 Tutkimuksen luotettavuusarviointi

Kehittämistutkimus on monen menetelmän yhdistelmä, eikä sitä näin ollen luokitella itsenäiseksi tutkimusotteeksi. Luotettavuus arvioidaan käytettyjen menetelmien kriteereillä. Tutkimus sisältää laadullisia tutkimusosia, joten työtä arvioidaan laadullisen tutkimuksen luotettavuuskriteeristön avulla. (Kananen 2012, 166; Kananen 2015, 111.) Luotettavuudessa arvioidaan tutkimusasetelmaa, prosessin toteutusta sekä tuloksia. Laadullisen tutkimuksen luotettavuusarvioinnissa voidaan hyödyntää kriteereinä myös esimerkiksi vahvistettavuutta, dokumentaatiota ja tulkinnan ristiriidattomuutta. Vahvistettavuus voidaan todeta jonkun muun kuin tutkijan taholta, ja sen avulla varmistetaan tutkimustulosten paikkansapitävyys ja tulkinnan yksimielisyys. Riittävä dokumentaatio on luotettavuuden arvioinnin edellytys. (Kananen 2015, 111-115.)

Laadullista tutkimusta arvioidessa pohditaan myös sen siirrettävyyttä, eli sitä onko tutkimus mahdollista toistaa toisessa ympäristössä. Läpinäkyvyys ja yksityiskohtaisuus ovat tutkimuksessa oleellisia siirrettävyyden kannalta. (Juuti & Puusa 2020.) Kehittämistoiminnassa luotettavuus tarkoittaa tutkimuksen käyttökelpoisuutta eli syntyvän tiedon hyödyllisyyttä. Yleistettävyys tapahtuu käytännön toiminnassa. (Toikko & Rantanen 2009, 122 ja 125).

7 Tutkimuksen suorittaminen

Tutkimusosassa valmistettiin kotimaisista kasviöljyistä ja palmuöljystä toisiaan vastaavat O/W-emulsiot, jotta niiden ominaisuudet vertautuvat vain käytetyn öljyn osalta. Valmistus suoritettiin systemaattisesti samanaikaisesti punnitsemalla ensin raaka-aineet ja hyödyntämällä identtistä valmistustapaa- ja järjestystä kaikkiin emulsioihin. Lopuksi emulsioille suoritettiin nopeutettu säilyvyyskoe, jossa sekä emulsiot että öljyt asetettiin +45-asteiseen lämpökaappiin neljän viikon ajaksi. Säilyvyyskokeen päätteeksi emulsioiden ominaisuudet pisteytettiin aistinvaraisen arvioinnin avulla. Emulsioissa tarkastellaan säilyvyyden osalta erityisesti stabiliteettia, ihotuntumaa ja ulkoisia ominaisuuksia, kuten mahdollisia värimuutoksia. Lisäksi tarkasteltiin öljyjä sellaisenaan väri- ja tuoksumuutosten osalta.



Kuva 8: Testattavat kotimaiset öljykasvit ja hamppuöljyn sivuvirta



Kuva 9: Tutkimusvalmistelut

7.1 Testiemulsioiden valmistus

Emulsiot ovat kahden toisiinsa liukenemattoman nesteen seoksia. Siinä sisäinen faasi dispergoituu eli pisaroituu (*dispergoitunut faasi*) ulkoisen faasin sisälle (*jatkuva faasi*). Näin voidaan muodostaa useita emulsiotyyppejä, joista tyypillisimmät ovat vesi/öljyssä eli water in oil (W/O) ja öljy/vedessä eli oil in water (O/W). Seos saadaan liukenemaan ja faasit pysymään yhdessä emulgaattorin avulla. Emulgaattori toimii näin ollen sekä emulsionmuodostajana että emulsion stabiloijana. Emulsioon tarvitaan öljyn, veden ja pinta-aktiivisen aineen lisäksi myös energiaa. Nopean sekoituksen avulla toisiinsa liukenemattomat pisarat saadaan hajoamaan ja

sekoittumaan keskenään. (Tadros 2013, 1 ja 17.) Emulsion valmistuksessa on kiinnitettävä huomiota tarkkuuteen ja nopeuteen, koska väärä järjestys, ainesosien liian nopea lisääminen tai väärä lämpötila saattavat aiheuttaa emulgoinnin epäonnistumisen tai sen huonon laadun. Myös sekoitusnopeus ja -aika ovat merkittävässä roolissa. Liian pitkä sekoitusaika saattaa vaikuttaa negatiivisesti lopputuotteen viskositeettiin. (Shimada & Iwata 2013, 100-101.)

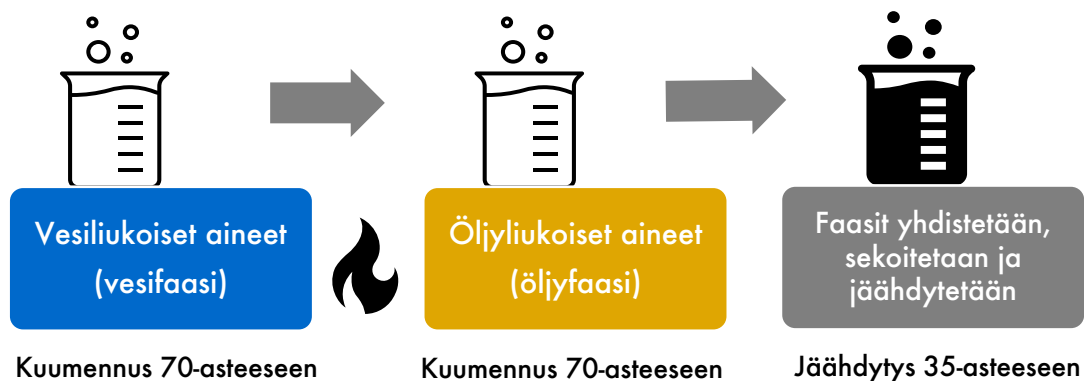
Verrokkiemulsio luotiin yhdessä tuotekehityskemisti Jaana Ailuksen kanssa. Alkuperäinen resepti oli kehitetty Ailuksen toimesta, ja reseptiä lähdettiin muokkaamaan siinä hyödynnettävien ainesosien osalta. Raaka-aineiden valintaan vaikuttivat palmuöljyttömyys sekä saatavuus. Vesifaasiin (A osa) lisättävä glyseriini oli palmuöljytön, samoin öljyfaasissa (B osa) käytettävä Olivem1000-emulgaattori, joka on oliiviöljypohjainen. Näin pystyttiin vertaamaan palmuöljyn suoraan vaikutusta emulsioon ja vertaamaan siihen kotimaisista öljyistä valmistettavia emulsioita. Kaikkia emulsioita valmistettiin sama määrä (100 ml). Palmuöljy ja sen pitoisuus emulsiossa ovat merkittävänä taulukkoon punaisella.

	AINESOSA	INCI (ainesosaluettelo)	%
A osa	Vesi Glyseriini Ksantaanikumi	Aqua Glycerin Xanthan gum	71,00 (up to 100) 3,00 0,30
B osa	Palmuöljy Olivem 1000 E-vitamiini	Palm oil Cetearyl Oliviate, Sorbitan Oliviate Tocopherol	20,00 4,50 0,20
C osa	Euxyl K712 (säilöntäaine)	Sodium Benzoate, Potassium Sorbate	1,00
D osa	Sitruunahappo	Citric Acid	qs

Taulukko 6: Verrokkiemulsion ainesosat (raaka-aineiden pitoisuudet %)

Valmistusvaiheen A-osa sekoitettiin magneettisekoittimella ja vesifaasi lämmitettiin +75-asteeseen. Faasissa käytettiin puhdistettua ja keitettyä vettä. B-osan eli öljyfaasin aineet punnittiin, sekoitettiin ja lämmitettiin +75-asteeseen. B-osaan lisättiin E-vitamiinia öljyjen härskiintymisen estämiseksi. A ja B faasit yhdistettiin lapasekoittimessa ja sekoitusta jatkettiin 10 minuutin ajan. Lapasekoitin toimii säädettävällä kierrosnopeudella ja on ihanteellinen koostumuksille, joiden viskositeetti kasvaa ainesosia lisättäessä. (Dayan 2013, 532.) Pystymallinen lapasekoitin mahdollistaa sekoitusvyöhyden säätämisen ja edesauttaa seoksen saamista tasalaatuiseksi.

Lapasekoittimen maksimikierto nopeus oli noin 1400 RPM. Sekoituksen päätyttyä joukkoon lisättiin C-osan säilöntäaine ja jäähtyneen emulsion pH-arvo säädettiin sitruunahapon avulla välille 4,6-5,4.



Kuvio 15: Emulsion valmistusprosessin vaiheet (Mukaillen Pugliese 2005, 365.)

Emulsion ominaisuudet ja ihotuntuma määrittyvät siinä käytetyn öljyn polaarisuuden, sulamispisteen ja kemiallisen rakenteen perusteella, mutta myös pinta-aktiivisen aineen hydrofiilisyyden ja alkyyliryhmien yhdistelmän ja rakenteen mukaan. Viskositeetin ja tekstuurin tulisi soveltua emulsion tyyppiin (O/W vai W/O) ja ionisuuteen, käyttötarkoitukseen ja pakkaukseen. Emulsiotyyppi määrittelee käyttötuntuman ja -tavan. O/W emulsiot tuntuvat tahmaamattomilta, kevyitä ja kosteuttavilta. Niitä voidaan käyttää poishuuhdeltavissa ja iholle jätettävissä tuotteissa. O/W emulsiossa öljypitoisuus on 1-25%. (Shimada & Iwata 2013, 87-88.) Tutkimusosassa valmistetaan vesipohjaiset O/W-emulsiot, jotka sopisivat käyttötarkoitukseltaan kasvovoiteeksi. Testiemulsioissa öljyn pitoisuus on 20%. Vesipitoinen emulsio valikoitui tuotemuodoksi, koska sen avulla voidaan tarkkailla myös mikrobiologista stabiilisuutta. Vesipohjainen emulsio on herkkä pilaantumaan ja tuotteen tulisi saavuttaa hyvin säilyvä koostumus. Toisaalta myös vesipohjainen kevyt emulsio sopisi moneen käyttötarkoitukseen ja siitä voitaisiin jatkokehittää monelle ihotyypille sopiva tuote.

Emulsion aistittaviin ominaisuuksiin vaikuttavat öljykomponentit, emulgaattorit, polymeerit, glykolit, tuotemuoto ja viskositeetti. Öljy tulisi valita ensin, sillä se määrittelee tuotteen käyttötarkoituksen ja koostumuksen. Kasviöljyt hapettuvat herkästi, joten ne voivat aiheuttaa epätoivotun tuoksun tuotteeseen. (Shimada & Iwata 2013, 100-101 ja 157.) O/W-emulsiossa öljypisarot pääsevät tunkeutumaan nopeasti ihoon jättämättä öljyistä ja tahmean tuntuista kalvoa iholle (Bröckel & Wagner 2013, 280).

Muissa testiemulsioissa raaka-aineet, niiden pitoisuudet ja valmistustapa säilyivät muuten samana, mutta palmuöljy vaihdettiin kotimaisiin öljyihin. Näin pystyttiin valmistamaan täysin

palmuöljytön emulsio ja verrattua tuloksia keskenään. Kotimaisten kasviöljyjen pitoisuudet tuotteessa säilyivät samana palmuöljyn kanssa (Taulukko 7).

KOTIMAINEN KASVIÖLJY/SIVUVIRTA	%
Rypsi (raffinoitu)*	20,00
Rypsi SDG (raakaöljy)*	20,00
Neito-rypsiöljy*	20,00
Hamppuöljy (puhdistettu)	20,00
Hamppuöljy (puhdistamaton)**	20,00
Hamppusakka sekoitettuna hamppuöljyyn**	Sakka 13,00 Öljy 7,00
Pellavansiemenöljy***	20,00

Taulukko 7: Kotimaisten raaka-aineiden osuus emulsiossa

*Raaka-aine saatu Avena Kantvik Oy

**Raaka-aine saatu Murtolan HamppuFarmi

***Raaka-aine saatu Bertil's Health

Kosmetiikan tuotekehitysprosessissa öljyn valintaan vaikuttavat mm. rasvahappoprofiili, kuumennuksen sietokyky, ihotuntuma, tuoksu ja väri sekä valmistustapa ja -paikka (Jaana Ailus 2019). Useilla öljyillä HLB-arvo on 7, joten tämä tulee huomioida myös emulgaattorin valinnassa.

Emulgaattoreita voidaan luokitella HLB-luvulla (*The Hydrophilic-Lipophilic Balance*), joka tarkoittaa pinta-aktiivisen aineen hydrofiilisuus-lipofiilisuusarvoa. Tämä William Griffinin kehittämä asteikko määrittelee pinta-aktiivisen aineen vesi- tai öljyhakuisuuden, eli kumpaan faasiin se liukenee. Pinta-aktiivinen aine alentaa pintajännitystä, mikä edesauttaa öljyn ja veden sekoittumista yhteen. HLB-luku auttaa oikeanlaisen emulgaattorin valitsemisessa eri öljyjen

kanssa ja se määrittelee pinta-aktiivisen aineen ominaisuuksia eli soveltuuko se vesipohjaiseen (O/W) vai öljypohjaiseen (W/O) emulsioon. (Tadros 2013, 21 ja 26; Tadros 2016, 112; Nakama 2017, 232.) O/W emulgaattoreista löytyy anionisia, kationisia, ei-ionisia emulgaattoreita sekä stabiloijia. W/O emulgaattoreita löytyy vain vähän, ja niiden HLB-arvon tulisi olla 3-6 välillä. (Spiess 1992, 31.) Kaikista emulgointiaineista ei tarvitse tietää HLB-arvoa.

Kehittämistyössä hyödynnetään emulgaattorina OliveM-1000 emulgaattoria (*Cetearyl Olivat* and *Sorbitan Olivat*), joka on ekosertifioitu oliiviöljypohjainen ja ihoystävällinen emulgointiaine. Se antaa voiteelle levittyvyyttä ja jättää ihon pehmeän tuntuiseksi. Hellävaraisuutensa ja kosteuttavuutensa vuoksi se sopii useille ihotyypeille sekä lasten tuotteisiin. Sitä käytetään O/W-voiteissa ja hiustenhoitotuotteissa. Suositeltu käyttömäärä liikkuu 1,5 - 4% välillä, riippuen onko se tuotteen ainut emulgaattori ja millainen koostumus emulsioon halutaan. (Lime-Pop) OliveM-1000 on helppokäyttöinen ja se myydään vahamaisina lastuina, jotka on helppo sulattaa öljyn sekaan. Se ei toimi HLB-järjestelmässä kemiallisen kaavansa vuoksi, joten sen HLB-arvo ei ole merkittävä tekijä. Sen emulgoiva vaikutus pohjautuu nestekidemuodostumiin, ja se on erittäin tasapainoinen emulgaattori soveltuena useimpiin voiteisiin.

Pinta-aktiivisen aineen käyttäminen emulgointiin valitaan emulsion käyttötarkoituksen ja menetelmän mukaan. Ihonhoitotuotteissa käytetään pääasiassa ei-ionisia pinta-aktiivisia aineita yhdistettynä anionisiin pinta-aktiivisiin aineisiin tai rasvahappoihin. Toisaalta kationisia pinta-aktiivisia aineita käytetään poishuuhdeltavissa hiustuotteissa. Yhdistelmät eri HLB-lukujen ei-ionisia pinta-aktiivisia aineita tekevät hyvän emulgaattorin. (Shimada & Iwata 2013, 89 ja 159.)

O/W emulsiot (*oil in water*) sisältävät tyypillisesti 10-35% öljyä. Viskositeetiltaan kevyemmissä emulsioissa pitoisuus voidaan laskea välille 5-15%. Vesi ulkoisena faasina mahdollistaa vesiliukoisten aktiivivaikeiden hyödyntämisen. Paksuntajia hyödynnetään vesipohjassa stabiilin ja tasaisen emulsion saavuttamiseksi sekä öljypartikkelien erottumisen ja ylöspäin kulkeutumisen estämiseksi. (Barel ym 2014, 105.)

Viskositeetin säätäminen

Kosmeettisille tuotteille asetettujen vaatimusten johdosta tuotteet usein sisältävät paksuntajia eli sakeuttamisaineita. Niiden funktio on lisätä tuotteen käyttömukavuutta, kuten levittyvyyttä ja imeytyvyyttä. Useat luonnon paksuntajat sisältävät polysakkarideja, glukomannaaneja, ksantaanikumia tai guarkumia, joka on galaktomannaani. (Burlando ym 2010, 33.) Jotkut paksuntajat ovat melko herkkiä lämpötiloille ja suhteellisen pieni vaihtelu johtaa viskositeetin merkittävään muutokseen. Lämpötilan vaikutus viskositeettiin on oleellista huomioida niiden tuotosten arvioinnissa, joissa hyödynnetään lämpötilavaihteluja. (Brookfield)

Ksantaanikumi on molekyyllipainoltaan suuri polysakkaridi *Xanthomonas campestris* -puusta. Sitä käytetään emulsioissa, suspensioissa ja vaahdoissa sakeuttajana ja stabiloijana. Ksantaanikumiliuokselle on ominaista korkea viskositeetti alhaisilla leikkausnopeuksilla (=liikkeen aikaansaama voima). Se on tehokas estämään faasien erottautumista ja pitämään hiukkaset suspendoituneina, mutta helposti annosteltava ja levitettävä tehden siitä käyttömukavan. Ksantaanikumi liukenee sekä kuumaan että kylmään veteen ja on stabiili laajalla pH- ja lämpötilavaihtelualueella. Lisäksi se on vastustuskykyinen entsymaattiselle hajoamiselle ja sillä on erinomainen yhteensopivuus erilaisten pinta-aktiivisten aineiden (sähkövaraus) kanssa sekä korkeiden suolapitoisuuksien läsnäollessa. Käyttökohteita ovat erilaiset pesuaineet, geelit ja voiteet. (Garcia ym. 2019, 122; Dweck 2011, 525-526.)

Stabilisointi ja sen testaaminen

Stabiilisuuden testaamisella pyritään takaamaan, että tuote säilyy käytössä suunnitellun hylly- ja käyttöiän sekä kestää ympäröivien olosuhteiden, kuten lämpötilan ja ilmankosteuden muutokset. Testaus tulisi toteuttaa aikaisessa vaiheessa tuotekehitystä, jotta huomataan mahdolliset ongelmakohdat ennen lopullisia testejä. (Schmitt 1992, 114.) Normaalisti testausaika vaihtelee 2-3 kuukaudesta ylöspäin, mutta tässä tapauksessa suoritetaan nopeutettu lämpökoe. Stabiilisuus on tärkeää kosmeettisille ihonhoitotuotteille toiminnan ja säilyvyyden kannalta. Useimpien kosmetiikkatuotteiden käyttöikä on 2-5 vuotta, joten ikääntymistä nopeuttavat stabiilisuustestit mahdollistavat arvion tuotteiden pitkäaikaisesta stabiilisuudesta. (Schramm 2014, 457.)

Säilyvyys

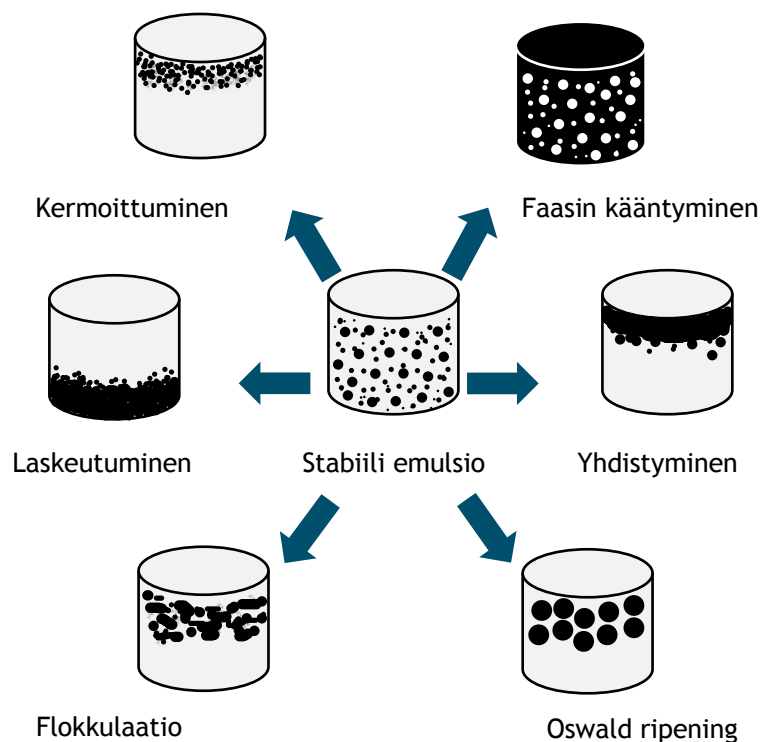
Mikrobiologinen stabiilisuus edellyttää mikro-organismien loitolla pitämistä. Lisääntymiseen mikro-organismit tarvitsevat vesifaasin ja yleensä hapen, miellyttävän lämpötilan ja ravinteiden läsnäolon. Siksi veden laadulla on ratkaiseva merkitys, koska melkein kaikki tuotteen infektiot tulevat vedestä. Tuotteessa olevat säilöntäaineet paitsi estävät mikro-organismien kasvua myös tuhoavat niitä määrästä riippuen. Pieninä pitoisuuksina oleva aine on riittävä, kun se toimii optimaalisella pH-alueella. Herkät ainesosat tarvitsevat myös vakaan pH-arvon. Erilaiset reaktiot, kuten hydrolyysi, hapetus, esteröityminen ja esterin pilkkominen, voivat toisaalta muuttaa pH-arvoa ja siten vähentää säilytyksen tehokkuutta ja toisaalta luoda miellyttävämmän ympäristön mikro-organismeille. Siksi pH-arvon säätämiseen välille 4,8-5,5 on tiettyjä etuja. (Rähse 2020, 153-154.)

Formulaation ainesosien, emulgointiaineiden ja säilöntäaineiden huolellinen valinta sekä kiinteän pH-arvon asettaminen ja ylläpitäminen takaavat emulsion vakauden. Tuotanto ja täyttö suoritetaan optimoiduissa olosuhteissa puhtaissa, desinfioiduissa laitteissa, ottaen huomioon

reseptistä riippuvat lämpötilarajat. Lisäksi suositellaan UV-valoa, vesihöyryä ja happea läpäisemättömästä pakkausta (annostelijaa), joka on varustettu poistolaitteella ilman ilmanottoa tuotteen kontaktin estämiseksi hapen kanssa. Ennen käyttöä säilytettävät voiteet pysyvät vakaina tasaisessa, matalassa lämpötilassa (noin 4-15 °C) pitkään. Levitysvaiheessa noin 18-21 °C:n lämpötila on optimaalinen. Jotta happi ei pääse kosketuksiin tuotteen kanssa, on valittava ilman annostelija. Etenkin sitruunahapon läsnäollessa tokoferolit suojaavat arvokkaita luonnollisia öljyjä kahdella tai kolmella kaksoissidoksella pilaantumista vastaan. Miedot hajut voidaan haluttaessa absorboida syklodekstriineillä tai naamioida eteerisellä öljyllä. (Rähse 2020, 153-154.)

Vesipohjainen tuote saattaa pirstaloitua tai paakkuntua, mikäli emulsio on sakeutettu hydrofiilillä sakeutusaineilla. Esimerkiksi kumit pyrkivät kasaantumaan ja muodostamaan paakkuja, joita on haastava dispergoida. On tärkeää, että sakeuttaja sirotellaan hitaasti nopeasti sekoitettuun veteen, joka voidaan tarvittaessa lämmittää etukäteen. Rasvojen ja öljyjen kemiallinen hajoaminen eli härskiintyminen voi johtaa epämiellyttävän hajun muodostumiseen, heikentyneeseen stabiilisuuteen ja muutokseen emulsion ulkonäössä. Valo, happi, kosteus ja kohonnut lämpötila saattavat edistää näitä muutoksia. Antioksidanttien lisääminen rasvoja ja öljyjä sisältäviin tuotteisiin on suositeltavaa, sillä ne hidastavat hapettumisesta johtuvaa kehitystä tuotteessa. (Baki & Alexander 2015, 179-180.)

Emulsion epästabiilisuutta saattavat aiheuttaa useat erilaiset kemialliset reaktiot tuotteessa (Kuvio 16.) **Kermoittuminen** ja **laskeutuminen** (sedimentaatio) johtuvat ulkoisista voimista, yleensä gravitaatio- tai keskipakovoimasta. Suuremmat pisarat siirtyvät nopeammin ylöspäin jos niiden tiheys on pienempi kuin väliaineen, tai vaihtoehtoisesti pohjaan jos niiden tiheys on suurempi kuin väliaineen. Yleisimmin käytetty menetelmä ilmiön estämiseksi on lisätä emulsioon sakeuttamisainetta, kuten suuren molekyylipainon omaavaa polymeeriä. Korkea viskositeetti estää emulsion mahdollisen kermoittumisen tai laskeutumisen. **Flokkulaatio** eli hiutaloituminen viittaa pisaroiden aggregaatioon eli ryhmittymiseen suurempiin yksiköihin. Se voi olla eri asteista ja sitä voidaan vähentää stabilointimekanismien avulla. **Ostwaldin kypsyminen** johtuu nestefaasien rajallisesta liukoisuudesta. Pienemmillä pisaroilla on suurempi liukoisuus suurempiin verrattuna. Ajan myötä pienemmät pisarat katoavat ja niiden molekyylit kerrostuvat suurempiin pisaroihin. **Yhdistyminen** tarkoittaa nestekalvon ohenemista ja hajoamista pisaroiden välillä, joita voi esiintyä sedimentoituneessa kerroksessa, hiutaleissa tai yksinkertaisesti pisaroiden törmäyksessä kahden tai useamman pisaran fuusion tuloksena suuremmiksi. Tämä yhdistymisprosessi johtaa merkittävään muutokseen pisarakokojakaumassa. **Faasin kääntyminen** tarkoittaa prosessia, jossa dispergoitu ja ulkoinen faasi vaihtavat paikkaa. Esimerkiksi O/W-emulsio voi ajan myötä tai olosuhteiden muuttuessa kääntyä W/O-emulsioksi. (Tadros 2016, 108-111; Tadros 2016, 95-165.)



Kuvio 16: Emulsion epästabiiliutta aiheuttavat ilmiöt (Mukaiillen Baki & Alexander 2015, 178; Tadros 2016, 108.)

Valmiin tuotteen stabiilius ja turvallisuus testataan, samoin säilyvyys. Lämmönsietotestissä lopputuote säilötään +45-asteessa 30 päivän ajan, jonka ajatellaan vastaavan yhtä vuotta huoneenlämmössä. Mikäli tuote säilyttää koostumuksensa hajoamatta kerroksiin, se luokitellaan stabiiliksi. Testillä voidaan osoittaa tuotteelle soveltuva hyllyikä. (Pugliese 2005, 372-373.) Testiemulsioiden määrästä puolet annosteltiin tiiviisiin lasipurkkeihin 45-asteiseen lämpökaappiin, ja puolet massoista jätettiin huoneenlämpöön (n.20-astetta). Lisäksi lämpökaappiin annosteltiin öljyä pieni määrä sellaisenaan, jotta voidaan havaita niissä tapahtuvia mahdollisia muutoksia, kuten tuoksun tai värin haalenemista.

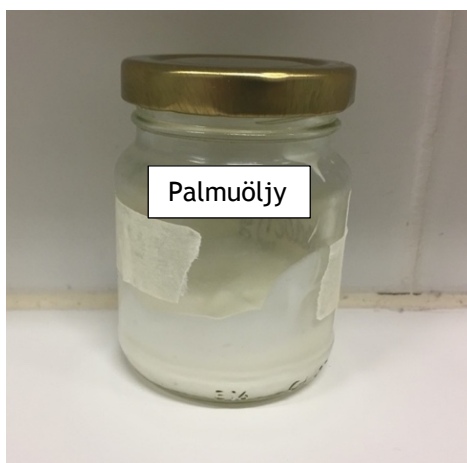


Kuva 10: Valmiit testiemulsiot

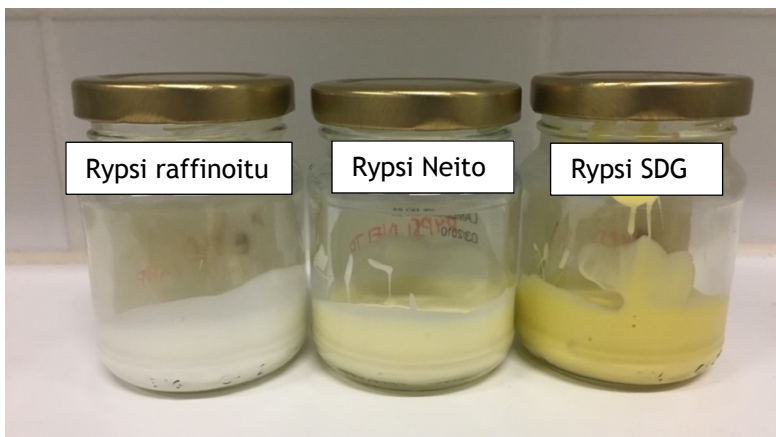
7.2 Säilyvyyskokeen tulokset

Säilyvyyskoe aloitettiin 29.10.2020 heti testiemulsioiden valmistuksen päätteeksi. Kaikista emulsioista tuli valmistusvaiheessa koostumukseltaan tasaiset, joten vielä valmistuksen yhteydessä ei esiintynyt eroja öljyjen välillä emulgoitumisen tai emulsion rakenteen suhteen. Jokaisesta emulsiosta puolet laitettiin 45-asteiseen lämpökaappiin kuukaudeksi ja puolet jätettiin huoneenlämpöön (noin 21-asteeseen) samaksi ajaksi. Lisäksi lämpökaappiin asetettiin jokaista öljyä pieni erä sellaisenaan, jotta myös niiden säilyvyyttä voitaisiin arvioida.

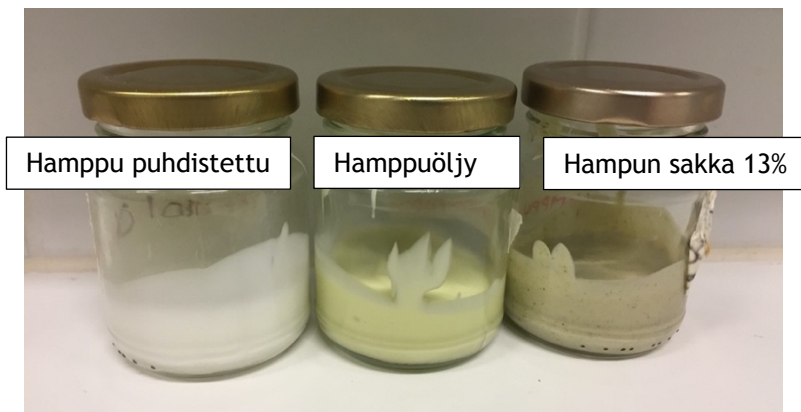
Öljyistä testauksessa olivat Avenan kolme erilaista rypsiöljyä: puhdistettu rypsiöljy (rypsi raffinoitu), Neito-rypsiöljy ja rypsi SDG (ei puhdistettu); Bertil's Healthin pellavansiemenöljy, kosmetiikan valmistukseen tarkoitettu puhdistettu hamppuöljy, Murtolan HamppuFarmin hamppuöljy ja siitä sivuvirtana muodostuva sakka, jota testiemulsiossa käytettiin n.13% pitoisuudella öljyyn sekoitettuna. Verrokkiemulsio valmistettiin luomulaatuisesta palmuöljystä.



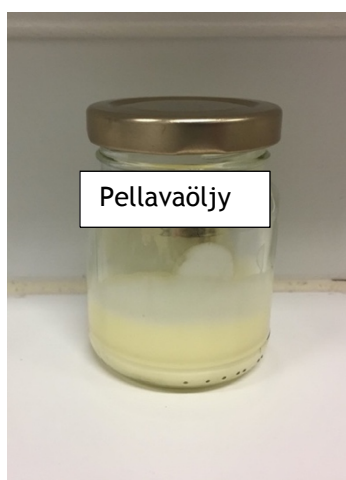
Kuva 11: Verrokkiemulsio palmuöljystä



Kuva 12: Emulsiot rypsiöljystä



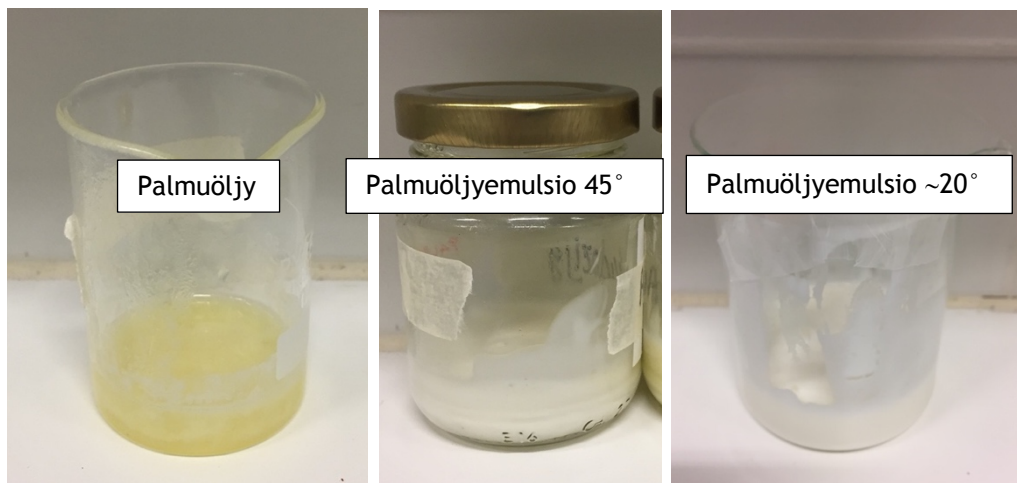
Kuva 13: Emulsiot hamppuöljystä



Kuva 14: Emulsio pellavaöljystä

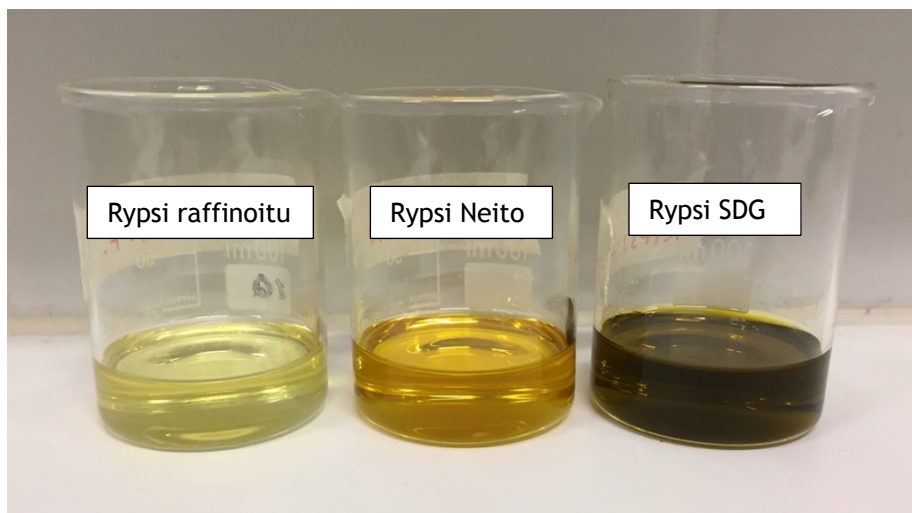


Kuva 15: Emulsiot ja öljyt lämpökaapissa

TULOSTEN TARKISTUS 2 VIIKON JÄLKEEN 13.11.2020

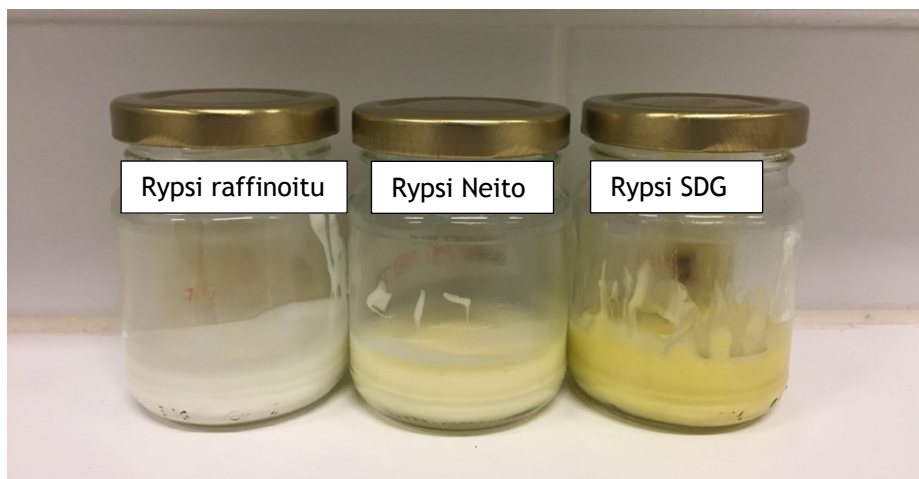
Kuva 16: Palmuöljy ja verrokkiemulsio palmuöljystä 2 viikon jälkeen

Palmuöljy on kahden viikon kuluessa sulanut epätasaisesti ja seassa näkyy sakkaa. Emulsiot ovat edelleen stabiilit, ainoastaan vesifaasi on hieman erottunut.



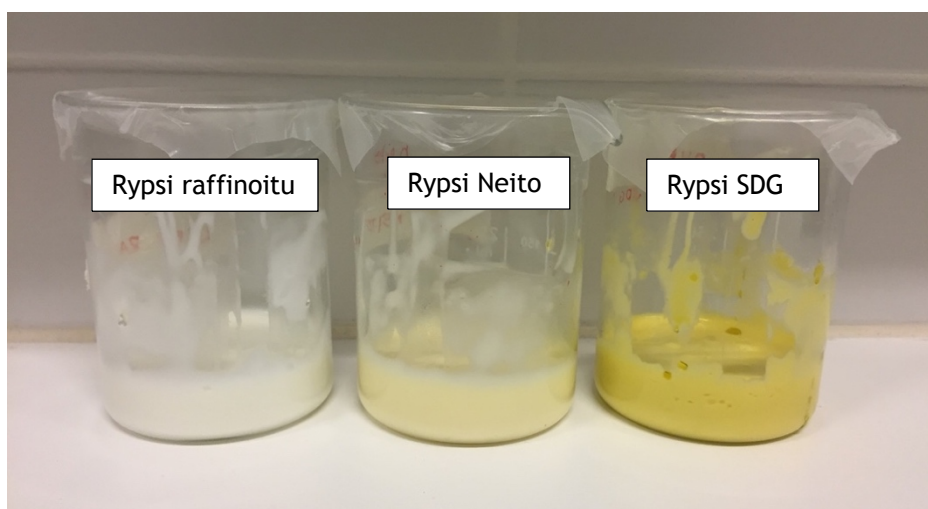
Kuva 17: Rypsiöljyt 2 viikon jälkeen (45°)

Rypsiöljyistä Neito-öljyn tuoksu on hieman miedontunut, värit ovat ennallaan. Rypsi SDG öljyn ominaisuus on edelleen kaikista selkein ja voimakkain.



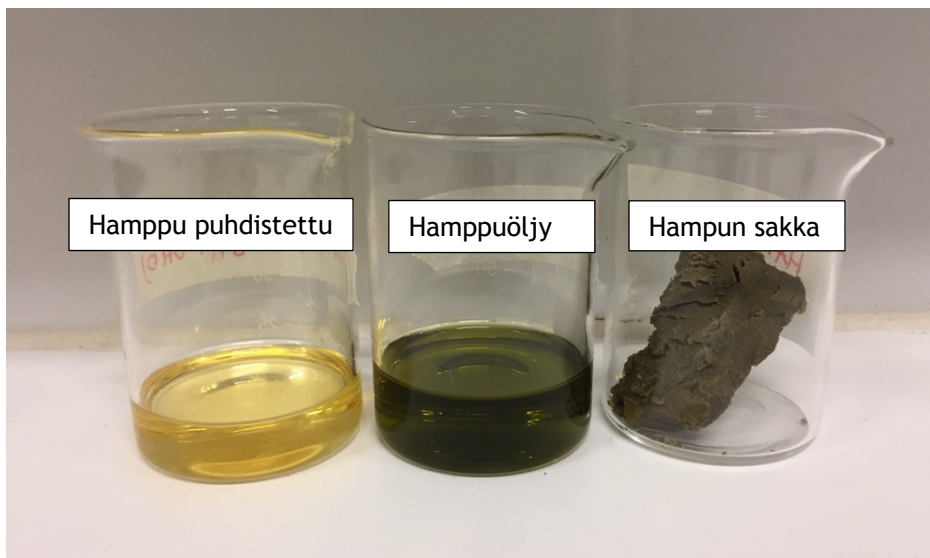
Kuva 18: Rypsiöljyemulsiot 2 viikon jälkeen (45°)

Lämpökaapissa olleiden rypsiemulsioiden vesifaasi on hieman erottunut kaikissa versioissa (näkyv vettä joukossa). Rypsin ominaisuus edelleen selkeä, mutta raffinoidussa ja neidossa hyvin mietona. Neito-öljyn väri on myös haalistunut.



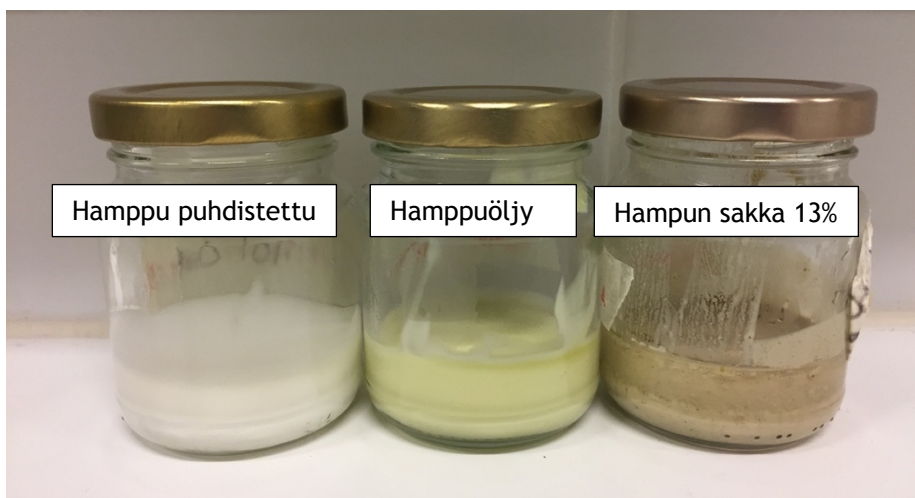
Kuva 19: Rypsiöljyemulsiot 2 viikon jälkeen (~20°)

Huoneenlämpöön jätetyt emulsiot ovat edelleen pääosin stabiilit. Rypsi SDG:ssä hieman öljy erottunut pisaroiksi ja alkanut kuplimaan.



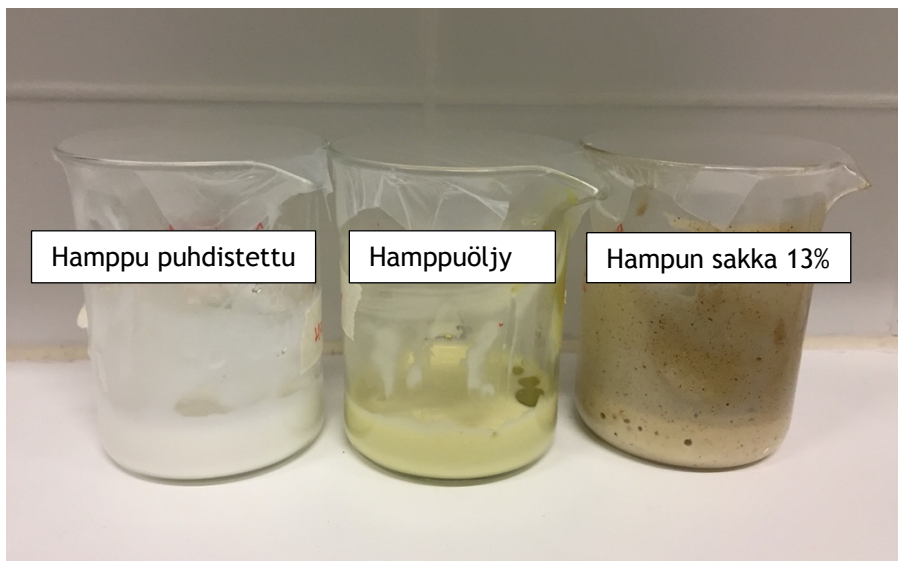
Kuva 20: Hamppuöljyt ja sakka 2 viikon jälkeen (45°)

Hamppuöljyn ja sakan tuoksut ovat miedontuneet huomattavasti kahden viikon jälkeen lämpökaapissa.



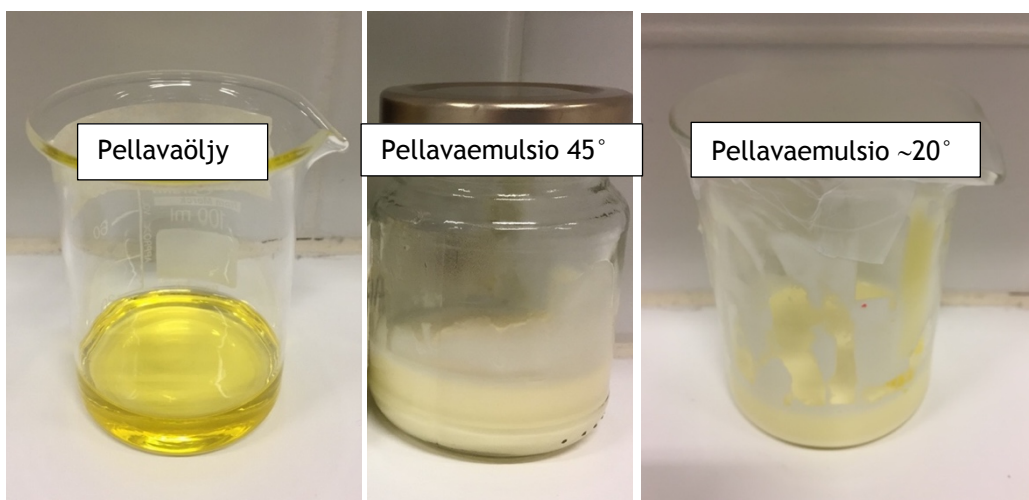
Kuva 21: Hamppuemulsiot 2 viikon jälkeen (45°)

Lämpökaapissa olleisiin hamppuemulsioihin on muodostunut hieman vettä kaikkiin versioihin. Puhdistetussa öljyssä ja Hamppufarmin öljyssä hyvä tuoksu, eivät ole härskiintyneet. Hampun sakkaa sisältävä emulsio on hajonnut ja siinä voidaan huomata laskeutumista sekä vesifaasin erottumista. Sakassa väri on vaalentunut hieman ja tuoksun osalta voidaan havaita kontaminoitumista.



Kuva 22: Hamppuemulsiot 2 viikon jälkeen (~20°)

Huoneenlämmössä hamppuöljyyn ja sakkaan on alkanut muodostua kuplia ja koostumus on muuttunut. Sakkaemulsio on alkanut selvästi pilaantua (sakka ja vesi täynnä bakteerikasvua).

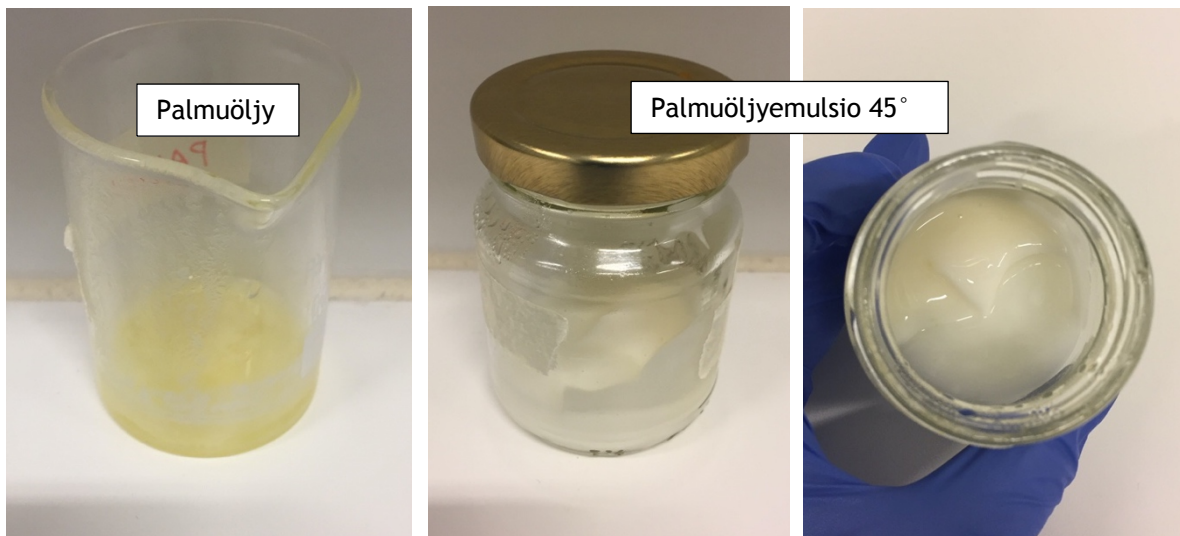


Kuva 23: Pellavaöljy ja -emulsiot 2 viikon jälkeen

Pellavaemulsioiden ominaisuudet ovat säilyneet ennallaan, öljyssä tuoksu hieman miedontunut. Emulsiossa vesi on hieman erottunut.

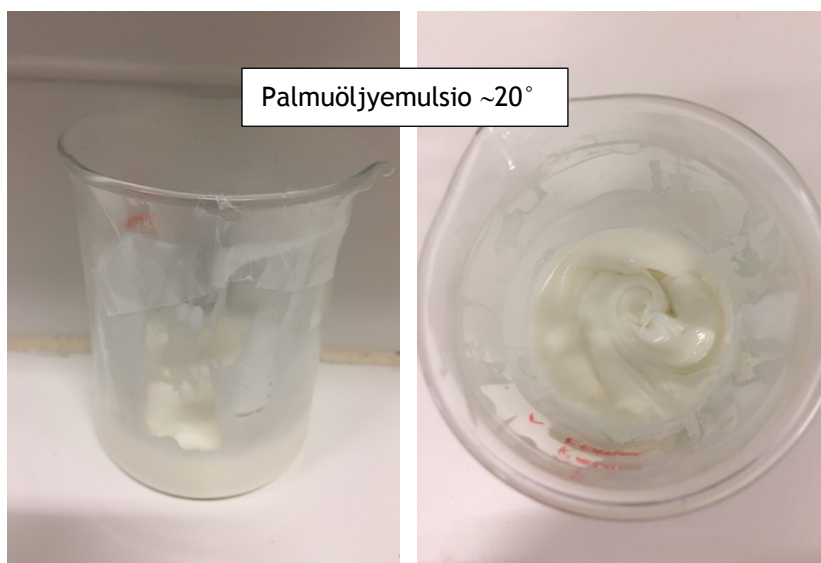
TULOSTEN TARKISTUS 4 VIIKON JÄLKEEN 27.11.2020

Arviointi säilyvyydestä tehtiin, kun öljyt ja emulsiot olivat olleet lämpökaapissa 45-asteessa neljän viikon ajan. Lämpö oli aiheuttanut emulsioihin lievää juoksevuuutta, paakkuuntumista ja veden muodostumista/vesifaasin irtautumista. Puolet emulsioista säilytettiin huoneenlämmössä, ja niiden koostumukset säilyivät tasaisena. Öljyt säilyivät hyvin lämpökaapissa, osassa väri oli aavistuksen haalistunut.

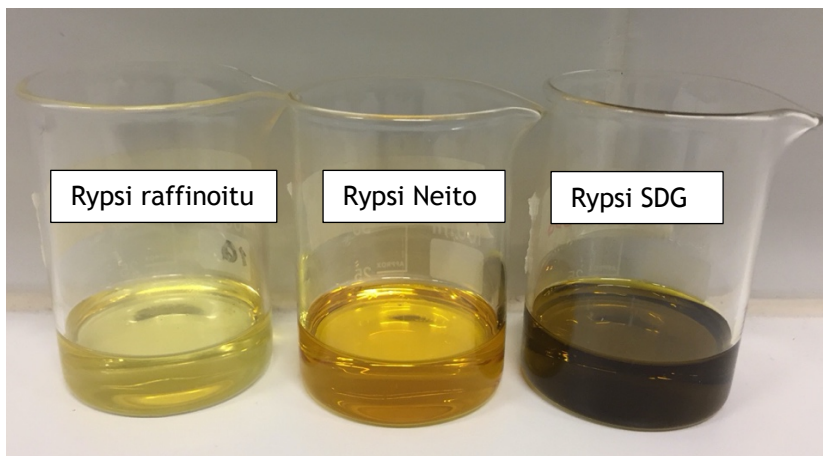


Kuva 24: Palmuöljy ja siitä valmistettu emulsio, 4 viikon jälkeen (45°)

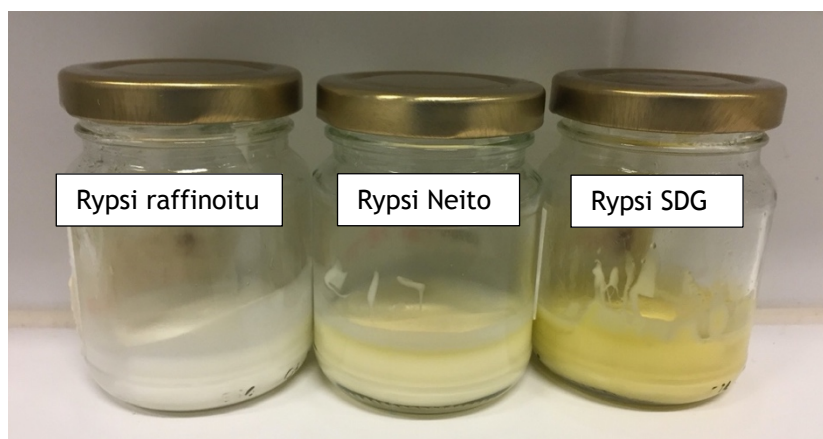
Palmuöljy on muuttunut osittain takaisin kiinteäksi, emulsioissa pientä paakkaa ilmeisesti purituksen yhteydessä muodostuneista reunaraiskeista



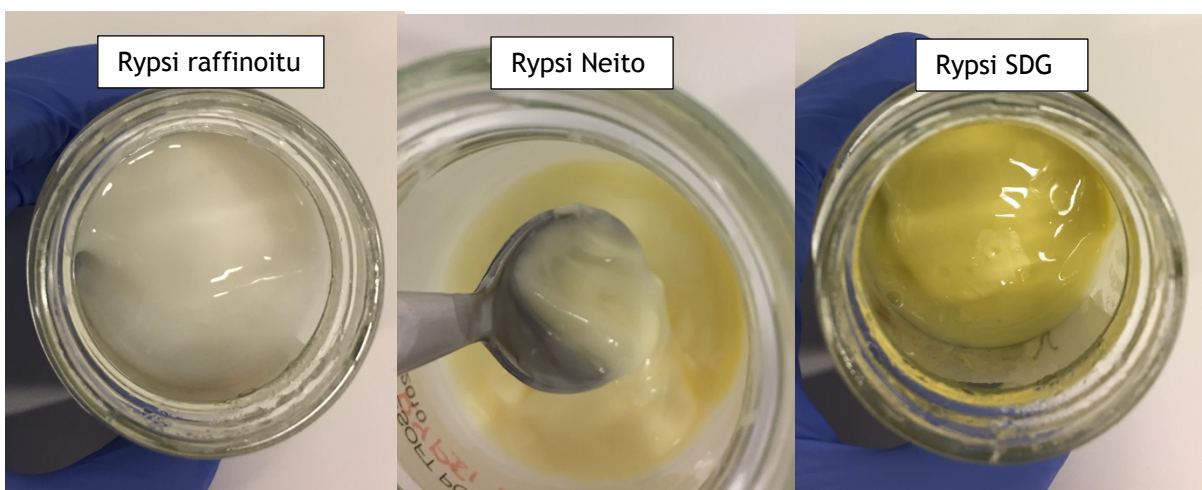
Kuva 25: Palmuöljystä valmistettu emulsio, 4 viikon jälkeen (~20°)



Kuva 26: Rypsiöljyt 4 viikon jälkeen (45°)



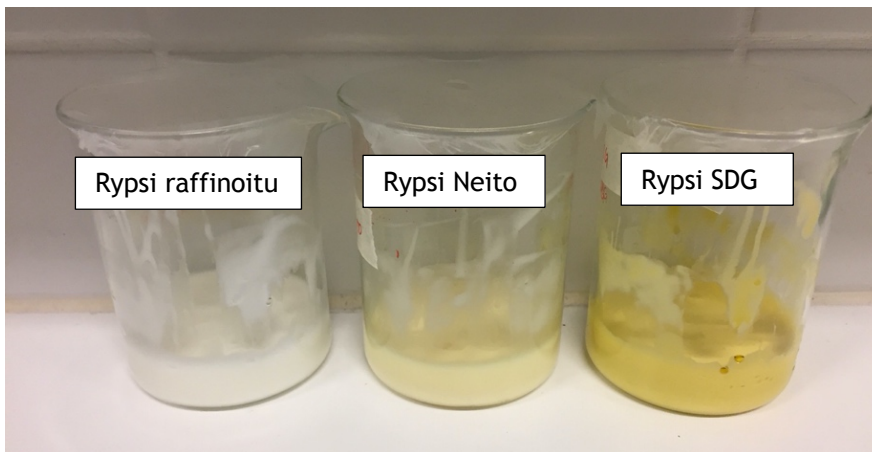
Kuva 27: Rypsiemulsiot 4 viikon jälkeen (45°)



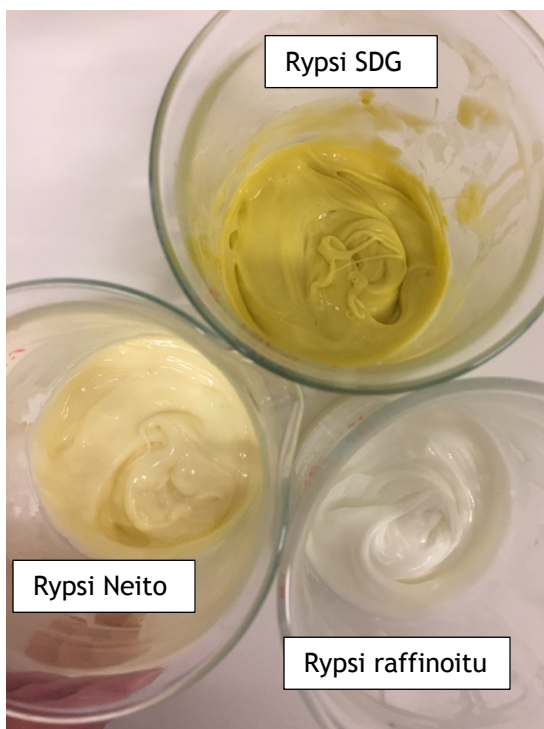
Kuva 28: Rypsiemulsioiden koostumusta (45°)

Raffinooidun rypsin väri on vaalentunut, miellyttävä neutraali tuoksu.

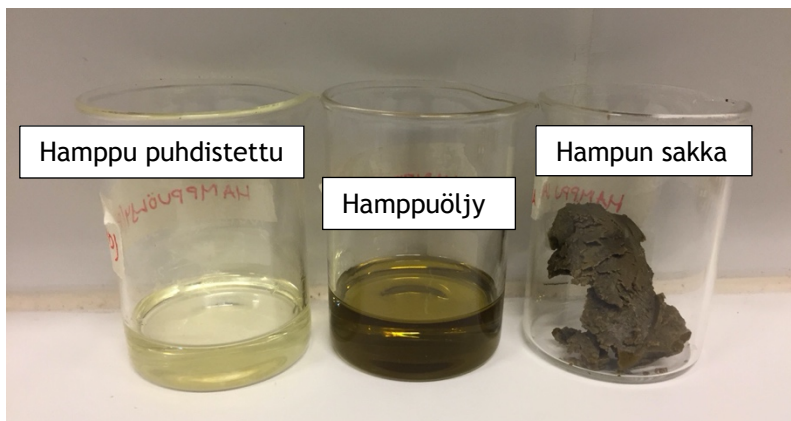
Neito-emulsiossa vesifaasi on hieman erottunut (vettä seassa), tuoksu on neutraali verrattuna aiempaan. On viskositeetiltaan juoksevampaa, mikä johtunee lämmön vaikutuksesta. Mieto rypsin tuoksu, lievästi hapettunut.



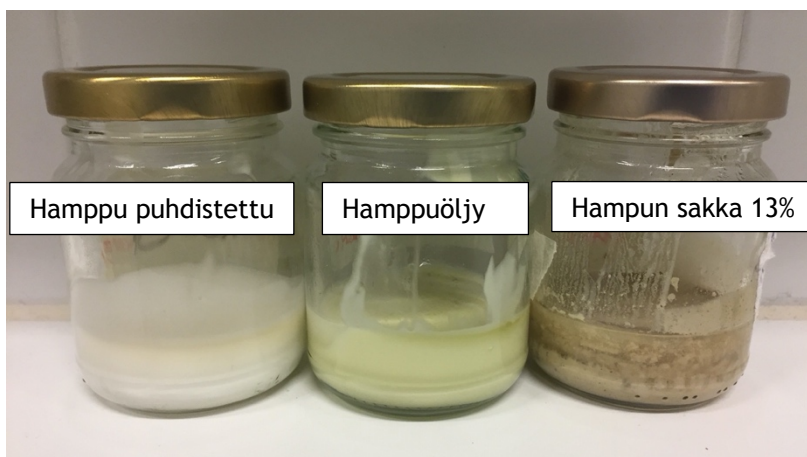
Kuva 29: Rypsiemulsiot 4 viikon jälkeen ($\sim 20^\circ$)



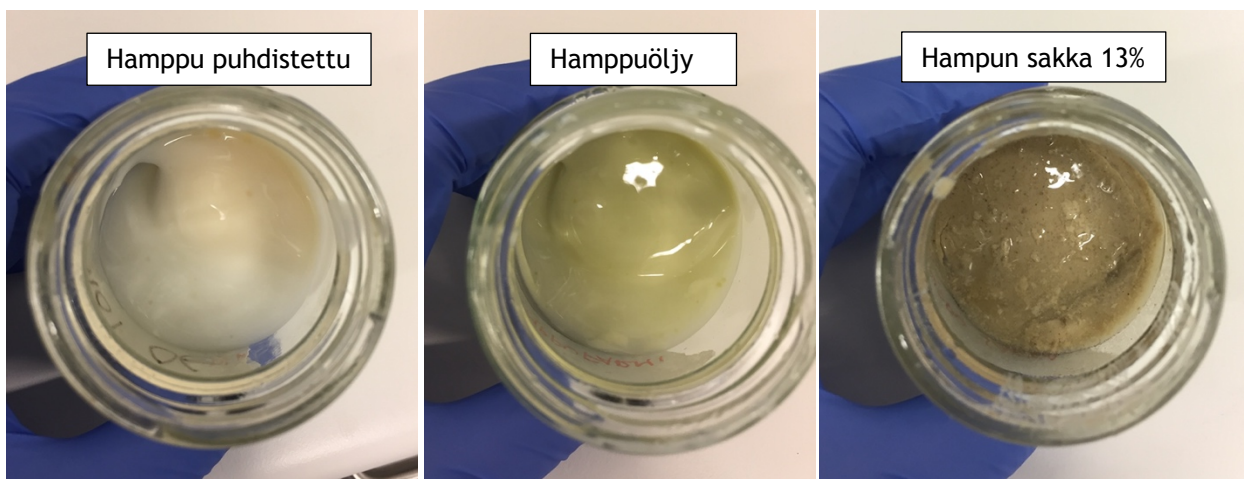
Kuva 30: Rypsiemulsioiden koostumusta 4 viikon jälkeen ($\sim 20^\circ$)



Kuva 31: Hamppuöljyt ja sakka 4 viikon jälkeen (45°)

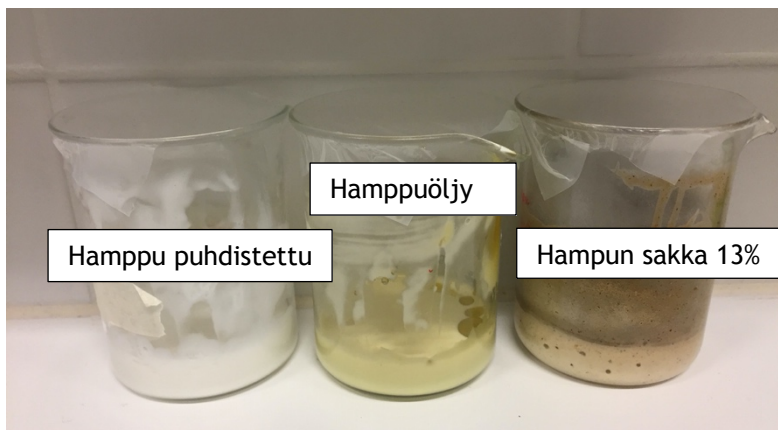


Kuva 32: Hamppuemulsiot 4 viikon jälkeen (45°)



Kuva 33: Hamppuemulsioiden koostumusta (45°)

Puhdistetussa hamppuöljyssä väri on lähellä verrokkiemulsiota ja emulsiossa on voidemainen miellyttävä tuoksu. Hamppuemulsion väri vaalentunut ja ominaistuoksu miedontunut.

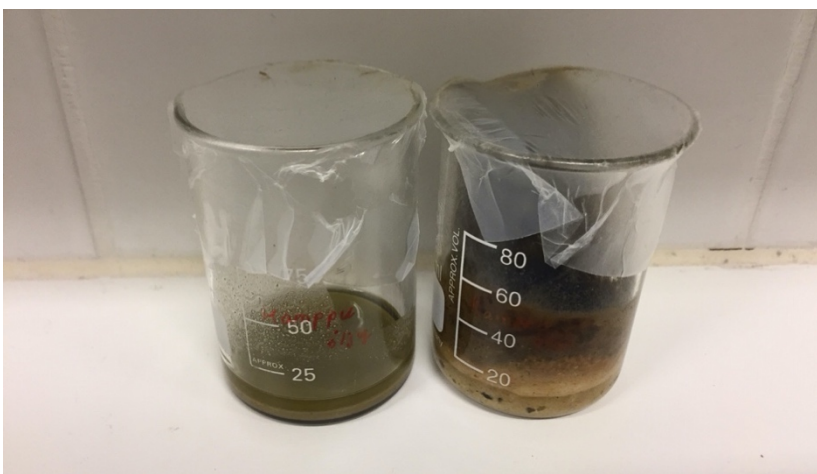


Kuva 34: Hamppuemulsiot 4 viikon jälkeen ($\sim 20^\circ$)



Kuva 35: Hamppuemulsioiden koostumusta ($\sim 20^\circ$)

Sakkaemulsio on huoneenlämmössä pahasti kontaminoitunut, sisältää runsaasti bakteerikasvustoa ja hajun perusteella emulsio on selvästi pilaantunut.



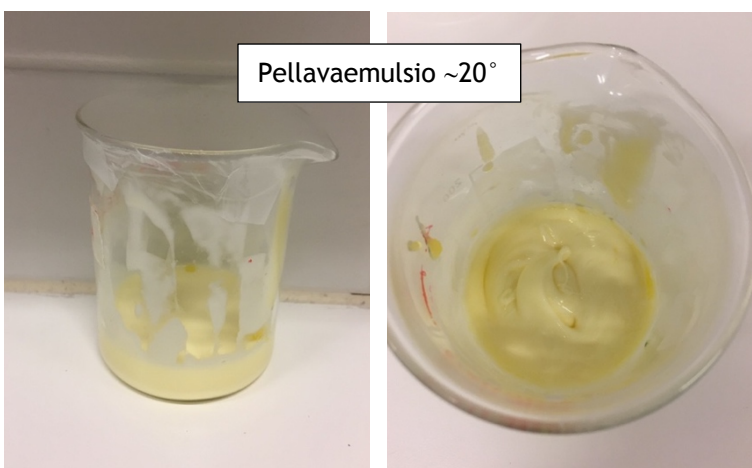
Kuva 36: Hampun sakkaa sekoitettuna hamppuöljyyn (vas.) ja veteen (oik.)

Huoneenlämpöön jätetty sakka on kuukauden jälkeen säilynyt hyvin öljyn seassa, mutta veteen sekoitettuna kontaminoitunut kauttaaltaan.

Vesipohjaiset formulat ovat erityisen alttiita kontaminoitumiselle eli mikrobiologiselle pilaantumiselle, koska vesi on optimaalinen ympäristö mikro-organismien kasvulle ja monet kosmetiikan raaka-aineet toimivat niiden ravintona. Vaikka kaupallisen kosmetiikan ei odoteta olevan täysin steriiliä, sen on oltava kuitenkin turvallinen. Säilöntäaineet auttavat pitämään mikrobien määrän minimitasolla. (Baki & Alexander 2015, 179.) Etenkin elintarviketuotteiden sivuvirroista saatavat raaka-aineet ovat käsittelemättömiä ja usein myös ravintorikkaita, jotka altistavat raaka-aineen mikrobikontaminaatiolle (Barbulova 2015). Tämä näkyy hammppusakassa, joka alkoi kontaminoitumaan jo kahden viikon kuluttua säilyvyyskokeen aloituksesta. Pilaantuminen ilmenee runsaana bakteerikasvuna ja muuttuneena hajuna.



Kuva 37: Pellavaöljy ja -emulsiot 4 viikon jälkeen (45°)

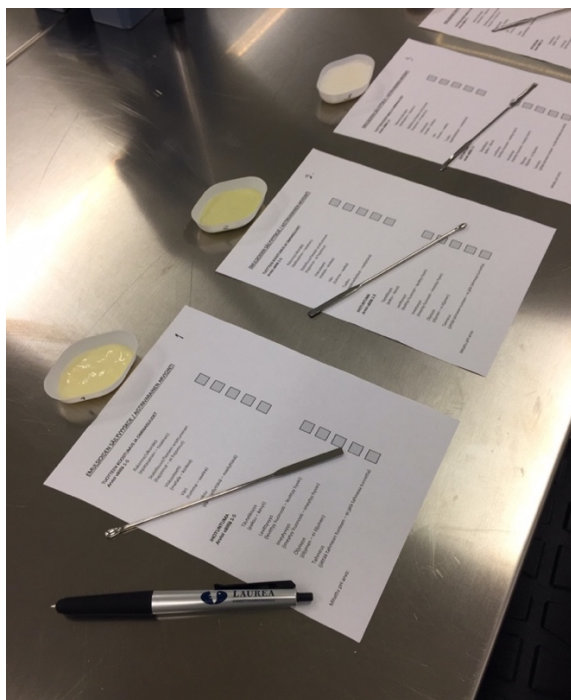


Kuva 38: Pellavaemulsio 4 viikon jälkeen (~20°)

7.3 Aistinvarainen arviointi

Aistinvaraisessa arvioinnissa voidaan kosmetiikassa arvioida tuotteen ulkomuotoa (esim.väri), säilyvyyttä, tuoksua, tuntumaa ja rakennetta (viskositeetti, koossa pysymistä, levittyvyyttä). (Gassenmeier & Busch 2002, 319-324; Baki & Alexander 2015, 180-190.) Aistinvarainen suoritettiin Laurean kosmetiikkalaboratoriossa 27.11.2020. Arvioijana toimi Laponie Oy:n tuotekehityskemisti ja tuotekehitysjohtaja Jaana Ailus. Aistinvaraisia arviointeja voidaan tehdä kuluttaja- tai ammattilaisraadille, riippuen kehitettävästä tuotteesta ja sen luonteesta. Tässä tapauksessa kuluttajakyselyitä ei suoritettu, koska kyseessä ei ole kuluttajamarkkinoille suunnattu lopputuote. Emulsioita tulisi jatkojalostaa mikäli haluttaisiin markkinoille valmis tuote. Tässä tapauksessa katsottiin riittäväksi, että tuotoksia arvioi laajan raadin sijaan verrokkifor-
mulan suunnittelussa mukana ollut henkilö, jolla on kokemusta raaka-aineista ja tuotekehityksestä.

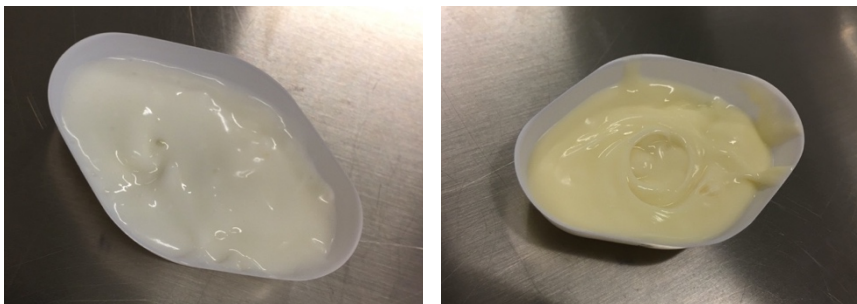
Testi suoritettiin lomakkeen avulla (Kuvat 39 ja 44) ja lämpökaapissa olleet emulsiot anosteltiin kuppeihin sattumanvaraisessa järjestyksessä. Arviointi suoritettiin sokkona siltä osin, että arvioija ei tiennyt emulsioiden tarkkoja sisältöjä, arviointijärjestystä eikä kaikkia niissä hyödynnettyjä kotimaisia öljyjä. Näin välttyttiin ennako-odotusten ja mielikuvien vaikutukselta arviointituloksiin. Testattaviin raaka-aineisiin valittiin selkeät vertailuarvot, jotta vertailu olisi mahdollisimman mutkatonta. Oleellista on löytää yhteneväisyydet ja eroavaisuudet testattujen raaka-aineiden välillä.



Kuva 39: Aistinvarainen arviointi



Kuva 40: Aistinvarainen arviointi, testiemulsiot 4 viikon jälkeen (45°)



Kuva 41: Testiemulsiot palmuöljystä (vas.) ja pellavansiemenöljystä



Kuva 42: Testiemulsiot rypsiöljystä



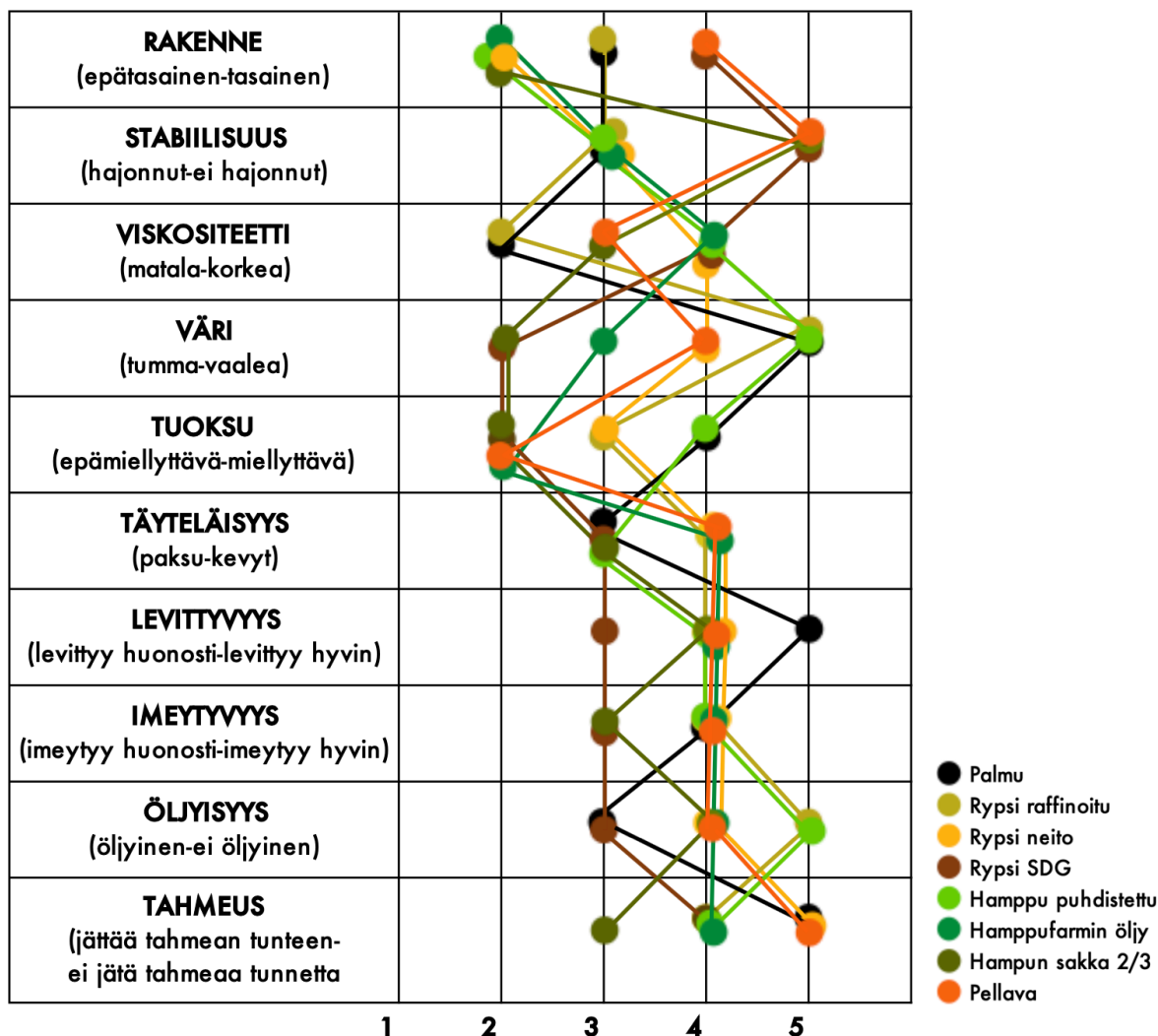
Kuva 43: Testiemulsiot hamppuöljystä

Testiemulsioiden arvioitavat ominaisuudet jaettiin kymmeneen kohtaan ja kahteen luokkaan. Arvioitavat ominaisuudet pyrkivät pääasiassa määrittämään onko säilyvyyskokeen seurauksena emulsioiden koostumuksissa ja tuoksussa tapahtunut muutoksia. Ne ovat selkein mittari stabiiliisuuden säilymiselle ja öljyn härskiintymiselle.

<u>EMULSIOIDEN SÄILYVYYSKOE / AISTINVARAINEN ARVIOINTI</u>	
TUOTTEEN KOOSTUMUS JA OMINAISUUDET	
Arvioi välillä 1-5	
Rakenne/ulkonäkö (epätasainen – tasainen)	<input type="checkbox"/>
Stabiilisuus/faasien erottuminen (hajonnut – ei hajonnut)	<input type="checkbox"/>
Viskositeetti (matala – korkea)	<input type="checkbox"/>
Väri (tumma – vaalea)	<input type="checkbox"/>
Tuoksu (epämiellyttävä – miellyttävä)	<input type="checkbox"/>
IHOTUNTUMA	
Arvioi välillä 1-5	
Täyteläisyys (paksu – kevyt)	<input type="checkbox"/>
Levittyvyys (levitty huonosti – levitty hyvin)	<input type="checkbox"/>
Imeytyvyys (imeytyy huonosti – imeytyy hyvin)	<input type="checkbox"/>
Öljyisyys (öljyinen – ei öljyinen)	<input type="checkbox"/>
Tahmeus (jättää tahmean tunteen – ei jätä tahmeaa tunnetta)	<input type="checkbox"/>
Mitattu pH-arvo:	

Kuva 44: Arviointilomake

Arviointi suoritettiin asteikolla 1-5, jolloin 1 ja 5 vastaavat suluissa esiintyviä ääripäitä. Esimerkiksi rakennetta arvioidessa 1=epätasainen, 2= melko epätasainen 3= ei epätasainen eikä tasainen (neutraali), 4= melko tasainen ja 5= tasainen. Täytettyjen arviointilomakkeiden pohjalta luotiin taulukko, jonka avulla pystytään eri öljyjen ominaisuuksia arvioimaan rinnakkain (Taulukko 8).



Taulukko 8: Aistinvarainen arviointi testiemulsioista 27.11.2020 (arvioijana Jaana Ailus)
(Mukaillen Gassenmeier & Busch 2002, 337-340.)

Aistinvaraisessa arvioinnissa kotimaisista öljyistä valmistetut emulsiot pärjäsivät hyvin. Suurinta hajontaa arvioissa tapahtui emulsioiden koostumuksen ja ominaisuuksien osalta (ensimmäiset 5 kohtaa). Kaikki arvosanat ovat jakaantuneet 2-5 välille. Ihontuntuman osalta (5 jälkimmäistä kohtaa) arvosanat ovat jakaantuneet 3-5 välille, joten hajaannus on maltillisempaa. Palmuöljyä sisältävän verrokkiemulsion ylivoimaisuus näkyy ainoastaan levittyvyydessä, mutta muissa kohdissa puhdistettu rypsiöljy ja puhdistettu hamppuöljy vastaavat kumpikin viideltä ominaisuudelta palmuöljyemulsion koostumusta. Stabiilisuuden osalta raffinoitu rypsi, Neito-

rypsi, puhdistettu hamppuöljy ja HamppuFarmin öljy saivat saman arvosanan kuin palmuöljyä sisältävä emulsio. Ulkoisten ominaisuuksien kohdalla raffinoitu rypsi ja puhdistettu hamppuöljy saivat emulsion värin suhteen saman arvosana palmuöljyn kanssa. Näistä kaikista muodostui vaalea emulsio, joten silmämääräisesti emulsioiden välillä oli haastavaa aistia eroa. Raffinoitu rypsi ja puhdistettu hamppu muodostivat kevyimmät emulsiot, eli ne eivät tunnu öljyiseltä iholla. Jälkituntuman puolesta Neito-rypsiöljy ja pellavansiemenöljy saivat palmuöljyn ohella parhaan arvosanan, eli ne eivät jätä lainkaan tahmeaa tunnetta iholle. Kaikissa emulsioissa mitattu pH sijoittui välille 4,4-4,7.

Rypsiemulsioista raffinoitu öljy ja Neito-öljy saivat pitkälti samoja arvosanoja. Puhdistamaton rypsiöljy (rypsi SDG) erottui kahdesta muusta lähes jokaisessa kohdassa. Se kuitenkin pärjäsikin paremmin rakenteen ja stabiilisuuden osalta. Voimakkaan tuoksun ja värin vuoksi se sai huomattavat arvoinnit. Muuten se sai emulsioista eniten arvosanaa 3, joten ihontuntuman osalta sen pärjäsikin hyvin, vaikkei yltänytkään raffinoitujen rypsiöljyn ja Neito-rypsiöljyn tasolle. Käsittelemätön rypsiöljy (rypsi SDG) sai ihontuntumassa neutraalit pisteet, mutta voimakkaan värin ja tuoksun puolesta ilmeni hajontaa muihin. Neito-rypsiöljyn tuoksu koettiin neutraalina.

Hamppuemulsioista puhdistettu hamppuöljy ja HamppuFarmin öljy muodostivat stabiilin emulsion, samoin kuin raffinoitu rypsiöljy ja Neito-rypsiöljy. Hamppuöljyt pärjäsivät arvoinnissa hyvin viskositeetin ja myös ihontuntuman perusteella. Puhdistettu hamppuöljy ylettyi palmuöljyn tasolle tuoksun miellyttävyyden arvoinnissa. Rakennetta arvioidessa kaikki hamppuemulsiot saivat huonoimmat arvosanat Neito-rypsiöljyn ohella eli emulsion rakenne arvioitiin melko epätasaiseksi. Stabiilisuuden arvoinnissa hampun sakka pärjäsikin erinomaisesti.

Pellavansiemenöljy sai parhaat arvosanat rakenteen, stabiilisuuden ja jälkituntuman kohdalla. Se pärjäsikin ihontumalta kaikissa arvioitavissa kohdissa erinomaisesti, samoin kuin stabiilisuudessa. Ulkoisesti tarkasteltuna sen muodostama emulsio oli tasaisimman näköinen ja muodosti kauniin kiillon. Sen tuoksu koettiin epämiellyttävimpänä HamppuFarmin öljyn, hampun sakan ja rypsi SDG:n ohella.

Aistinvaraisessa arvoinnissa suoritettiin lisäksi oma arvio tuotoksista. Pisteytykset menivät muilta osin pitkälti samoin kuin arvioijan toimesta, mutta rakenteen tasaisuus, stabiilisuus, viskositeetti ja täyteläisyys saivat monen emulsion kohdalla hieman korkeamman arvosanan. Tämä selittyy emulsioiden jäähtymisellä, sillä lämpökaapista nostetut emulsiot ovat yleensä hetken aikaa koostumukseltaan juoksevampia kuin jäähtyessään, jolloin koostumus palautuu samaksi kuin valmistusvaiheessa.

7.4 Kehittämistyön tutkimustulosten yhteenveto ja kehitysideat

Työ toteutettiin perehtymällä palmuöljyn, rypsiöljyn, hamppuöljyn ja pellavansiemenöljyn ominaisuuksiin ja stabiilisuuden säilymiseen emulsiossa. Säilyvyyskokeessa kotimaiset kasviöljyt osoittautuivat toimiviksi emulgoitumisominaisuuksiltaan ja rakenteen säilymisen osalta. Yksikään emulsioista ei ollut selkeästi hajonnut tai härskiintynyt. Jopa lämmölle herkät hamppuöljy ja pellavaöljy selviytyivät säilyvyyskokeesta vastoin odotuksia hyvin. Puhdistetut öljyt (rypsi ja hamppu) pärjäsivät arvioinnissa parhaiten, ja ne muodostivat palmuöljyemulsiota vastaavan koostumuksen. Myös puhdistamattomat öljyt pärjäsivät kokeessa hyvin, osassa väri ja tuoksu miedontui huomattavasti kuukauden aikana.

Sivuvirroista testauksessa oleva hampun sakka osoittautui ravintorikkaana ja käsittelemättömänä raaka-aineena haastavaksi kontaminoitumisen estämisessä, sen sisältämästä E-vitamiinista ja antibakteerisista ominaisuuksista huolimatta. Ollessaan kosketuksissa emulsion sisältämän veden kanssa kontaminoituminen oli runsasta jo kahden viikon kuluttua säilyvyyskokeen aloituksesta, erityisesti huoneenlämmössä säilytyksessä versiossa. Lämpökaapin korkea lämpötila hillitsi jonkin verran mikrobiologista kasvua tuotteessa. Mikrobiologisesta epävakauksesta huolimatta sakkaa sisältänyt emulsio oli fyysisesti stabiili. Sakan potentiaalia tuotteen stabiloijana olisi yksi jatkotutkimuksen aihe. Muut emulsiot säilyttivät sekä fyysisen että mikrobiologisen vakauden.

Palmuöljyä sisältävän verrokkiemulsio sai muita paremman pisteytyksen ainoastaan levittyvyydessä. Stabiilisuudessa raffinoitu rypsi, Neito-rypsi ja molemmat hamppuöljyt saivat saman arvosanan kuin palmuöljyä sisältävä emulsio. Pellavaemulsio oli ulkomuodoltaan ja koostumukseltaan erittäin onnistunut. Onnistuneesta rakenteesta huolimatta pellavan ja puhdistamattomien öljyjen tuoksu koettiin epämiellyttävänä tai voimakkaina. Voimakas tuoksu (ja väri) muodostavat selkeimmän esteen kasviöljyjen hyödyntämiselle emulsiossa. Useissa öljyissä on voimakas ominaistuoksu ja -väri, joten niiden poistamiseen tai neutralointiin tulisi kosmetiikan raaka-aineina kiinnittää huomiota ja pohtia sopivia neutralointikeinoja ilman, että öljyn rakenne tai ravintokoostumus heikentyvät.

Emulgaattori ja paksuntaja toimivat emulsioissa hyvin, sillä kaikista emulsioista tuli koostumuksellisesti kevyet, hyvin levittyvät ja nopeasti imeytyvät. Tuotekehitys toimi menetelmällisenä ratkaisuna kehitystyössä odotetusti. Emulsioiden tasalaatuisuus yllätti ottaen huomioon, että eri öljyt saattavat vaatia erilaisia sekoitusnopeuksia ja -aikoja. Emulgaattorin valinnalla oli varmasti tässä yhteydessä iso merkitys. Myös raaka-aineiden pitoisuudella oli tässä varmasti merkitystä, 20% pitoisuus öljyä riitti hyvin muodostamaan stabiilin emulsiorakenteen.

Työn tavoite ja tarkoitus saavutettiin. Työn tulokset olivat linjassa tietoperustan ja siinä hyödynnettyjen tieteellisten artikkelien pohjalta. Lämpöherkkyydestä huolimatta myös hamppuöljy ja pellavaöljy suoriutuivat säilyvyyskokeesta hyvin. Kaikki kasviöljyt säilyttivät emulsion muodossa fyysisen ja mikrobiologisen stabiilisuuden ilman suurempaa hajoamista tai härskiintymistä. Tulosten perusteella voidaan todeta, että kotimaisissa kasviöljyissä on lupaavaa potentiaalia palmuöljyn korvaajiksi kosmetiikan emulsiossa, erityisesti puhdistettuina. Tutkimusprosessin ja siinä hyödynnettyjen lähestymistapojen kautta pystyttiin vastaamaan tutkimuskykyyn. Yhteistyöyritys on osaa öljyistä jo testannut ja hyödyntänyt tuotekehityksessä, mutta pellavaöljy ja Neito-rypsiöljy olivat tässä lupaavia ja potentiaalia uutuuksia. Vastaavia emulsioita voisi testauttaa laajemmallekin kohderyhmälle, jotta saataisiin myös muilta kosmetiikan valmistajilta näkemyksiä kotimaisten öljykasvien hyödyntämisestä tuotekehityksessä.

Kehittämistyö on tällaisenaan toistettava ja siirrettävä. Tuloksia voisi vahvistaa emulsioiden partikkelien jakautumisen tutkimista mikroskoopilla ja viskositeettien mittaamisella. Kehittämistutkimus keskittyi valittujen kotimaisten kasviöljyjen toimivuuteen emulsiossa. Palmuöljyä hyödynnetään monin tavoin kosmetiikassa johdannaisten muodossa, ja jotta saataisiin kokonaisvaltainen käsitys eri öljyjen toimivuudesta, tulisi niiden johdannaisia myös verrata keskenään. Tässä olisi lisätutkimuksen tarvetta sille, miten kasviöljyjä tulisi prosessoida, jotta öljystä saataisiin valmistettua käyttövalmiita johdannaisia ja miten niitä kosmetiikassa voisi hyödyntää. Samoin tutkimusta voisi laajentaa kattamaan muita kotimaisia öljyjä.

Prosessi- ja kehittämistulosten näkökulmasta aineisto oli riittävä. Rypsiöljyn, hamppuöljyn ja pellavansiemenöljyn toimivuudesta kosmeettisessa emulsiossa tai iholla on haastava löytää aiempaa tutkittua tietoa. Tästä voidaan päätellä, että vertaisarvioitua tutkittua tietoa ei vastaavanlaisesta aiheesta ole juurikaan saatavilla, tai kyseisten öljyjen ominaisuuksia ei pidetä kosmeettisessa emulsiossa potentiaalisina, etenkään prosessoimattomina versioina. Kaikkia tutkimuksessa hyödynnettyjä öljyjä on tavattu kuitenkin kosmetiikassa aktiiviaineena niiden ravintoarvojen puolesta, joten tuotekehityksessä eivät sinänsä ole uusi asia. Lisätutkimukselle niiden hyödyntämisestä emulsion öljyfaasina on siis tarvetta.

Tässä tapauksessa ei ollut tarkoitus suunnitella lopputuotetta, vaan testata raaka-aineiden kestävyttä ja käytettävyyttä tuotekehityksen näkökulmasta. Kuluttajatutkimukseen emulsion tulisi olla loppuun asti hiottu vaikuttavia aineita myöten, jotta olisi hyödyllistä tutkia tuotteen saattamista markkinoille. Tällöin myös tulisi olla otanta ja tietyt tutkimusolosuhteet luotuna ja määriteltynä, esimerkiksi mitä ominaisuuksia kuluttajat arvioivat. Tutkittujen kasviöljyjen uudelleen tutkiminen yhdessä muiden kuin tutkimuksessa hyödynnettyjen raaka-aineiden kanssa, sekä kuluttajatutkimus muodostavat tässä selkeän jatkokehitystarpeen.

8 Johtopäätökset

Muutaman viime vuoden aikana kasviperäisten öljyjen käyttö on lisääntynyt myös kosmetiikkateollisuudessa, koska ne ovat myrkyttömiä, biologisesti hajoavia ja ympäristöystävällisiä. Niiden potentiaalia on vielä paljon tutkimatta kosmeettisessa emulsiossa, ja erityisesti o/w-emulsioissa. (Mikulcova 2017.) Tietoperustassa tarkasteltiin luonnonvarojen kestäväää käyttöä ja kasviöljyjen ominaisuuksia kosmeettisessa emulsiossa. Kehittämistyössä testattiin voisiko palmuöljyn korvata kotimaisilla öljykasveilla. Vaikka kosmetiikkateollisuus kattaakin vain murto-osan palmuöljyn kokonaistuotannosta, niin olisi myös kosmetiikan tuotannossa syytä miettiä aiempaa kestävämpiä ratkaisuja. Ihonhoitotuotteiden osuus on 40% kosmetiikan maailmanlaajuisesta markkinaosuudesta (Statista 2020), joten on ajankohtaista löytää uusia raaka-aineita kyseiseen tuotekategoriaan.

Palmuöljyä käytetään laajalti erilaisissa kosmeettisissa tuotteissa, vaikka se olisi korvattavissa lähempää saatavilla raaka-aineilla. Kosmetiikan käytössä palmuöljyn käyttöä usein perustellaan sen tuottoisuudella ja kestävään palmuöljytuotannon sertifikaateilla. Pitkälä (2016) puoltaa artikkelissaan muun muassa RSPO-sertifioitua palmuöljyä ja palmuöljyn kasvatustehokkuutta, vaikka nostaakin samalla esiin palmuplantaasien aiheuttamat ympäristöongelmat. (Pitkälä 2016, 14-17.) On arvioitu, että palmuöljyn käytöstä on lähes mahdotonta päästä eroon, joten siksi sen vastuulliseen tuotantotapaan (*RSPO eli Roundtable on Sustainable Palm Oil*) kiinnitetään huomiota (Ailus 2019). Myös kosmetiikan valmistajilla on paine kiinnittää asiaan huomiota. Kestävä kehityksen näkökulmasta eettisempää olisi tukea öljykasvien lähituotantoa, koska palmuöljyn tuotantoon liittyy myös useita muita huomioitavia tekijöitä, kuten logistiikan ympäristövaikutukset, työntekijöiden ihmisoikeuskysymykset ja erilaisen lainsäädännön tuomat haasteet. Sertifikaattien asettamien vaatimusten toteutumista on myös haastava valvoa. Ympäristövastuu kattaa muun muassa luonnonvarojen säästeliään käytön ja jätekuormituksen vähentämisen.

Kiertotalous on voimakkaasti kasvava trendi ja myös kosmetiikka-alalla tämä näkyy hyvin. *Cosmetics & Toiletries* -lehti on hiljattain sijoittanut kiertotalouden suurimmaksi trendiksi alalla (Cosmetics & Toiletries 2018). Kuten myös Sitran (2014) selvityksistä käy ilmi, kiertotalous ja elinkaariajattelu ovat välttämättömiä jokaisella teollisuuden alalla, koska luonnonvarojen niukkuus näkyy jo nyt ja vaikuttaa jatkossa entistä enemmän raaka-aineiden saatavuuteen ja sitä kautta myös hintoihin. Uusia keinoja on keksittävä ja edelläkävijöitä ovat yritykset, jotka kykenevät sitoutumaan vastuulliseen toimintatapaan jo tuotesuunnittelusta lähtien. Jätteen syntymisestä on päästävä jo ympäristön vuoksi eroon, mutta jätteen minimointi parantaa myös yrityksen kustannustehokkuutta. (Sitra 2014.)

Mikäli eri teollisuudenalat voisivat hyödyntää sivuvirtaraaka-aineita, se rajoittaisi tarvetta hankkia sama raaka-aine useita kertoja ja lisäisi sen kestävyttä. (Dell'Acqua 2017.) Elintarvikkeiden ainesosia sisällytetään kosmetiikkaan ja muihin henkilökohtaisiin hygieniatuotteisiin tarkoituksena tuoda kosmeettisiin valmisteisiin tiettyjä elintarvikkeiden ainesosien etuja. Lisäksi kiertotalouden toteuttamista koskevan suosituksen, kestävän ympäristön ja taloudellisen kehityksen mukainen lähestymistapa talouskasvuun, suuri osa elintarviketeollisuuden jätteistä hyödynnetään lisäarvotuotteina kestävämmillä ja innovatiivisemmilla prosesseilla. (Faria-Silva ym 2020.)

Työn taustahankkeen haastatteluista kävi ilmi, että sivuvirtojen käsite on vielä suhteellisen tuntematon osa-alue ja niiden hyödyntäminen tuntuu haastavalta. Osa yrityksistä hyödyntää jo sivuvirtoja tuotteissaan, mutta niiden monipuolisempi hyödyntäminen kiinnosti. Kosmetiikkavalmistajilla ei välttämättä ole vielä riittävästi tietoa, miten sivuvirtoja tulisi prosessoida raaka-aineiksi. Tiedotus ja arvoverkoston luominen ovat ensisijaisen tärkeitä uudenlaisen toimintamallin luomisessa. Uusien mahdollisuuksien löytäminen tältä saralta on ajankohtaista ja tarpeellista myös kosmetiikan osalta. Valmistavilla yrityksillä ei myöskään välttämättä ole resursseja lähteä tekemään laajempaa selvitystyötä sivuvirtojen tuottajista. Uusien eettisempien vaihtoehtojen löytäminen on kuitenkin ajankohtaista kosmetiikkateollisuudessa ja aihe kiinnostaa sekä tuotekehittäjiä että kuluttajia. Tässä kehittämistyössä tutkittiin sivuvirroista hampun sakkaa osana emulsiota, mutta myös rypsiöljyn sivuvirtoja voisi mahdollisesti hyödyntää kosmetiikassa. Rypsiöljyn valmistuksessa käytettävää bentoniittisavea (valkaisumaa) voitaisiin hyödyntää kasvonaamioissa tai rypsipuristetta emulsion aktiiviaineena. Prosessointiin tulisi kuitenkin kiinnittää huomiota, jotta se ei vaikuttaisi tuotteen luomusertifiointiin.

Sivuvirtojen ja lähituotannon raaka-aineiden käytölle haasteen muodostavat pääasiassa raaka-aineiden saatavuus, turvallisuusvaatimukset ja hinta. Haasteena on lisäksi raaka-aineiden ominaisuuksien kohtaaminen kosmetiikkamarkkinoiden ja lakisäädösten asettamiin vaatimuksiin sekä prosessointimahdollisuuksien tarve. Suomen markkinoilla on puutetta toimijoista, jotka tietävät kuinka raaka-aineita ja niiden sivuvirtoja tulisi prosessoida kosmetiikan vaatimuksiin sopivaksi. Yhteistyöverkoston luominen auttaisi alan toimijoita keskittämään raaka-ainehankinnat kotimaisiin valmistajiin. (Kehittyvä Elintarvike 2019) Kehittämistyön tuloksista käy ilmi, että sivuvirran hyödyntäminen ei kosmetiikassa välttämättä onnistu sellaisenaan, vaan prosessointia tarvitaan. Vaikka kosmetiikassa hyödynnetään paljon samoja raaka-aineita kuin elintarvikkeissa, niin välttämättä syötäväksi kelpaava raaka-aine ei ole hyvä iholle, sillä elintarvikelaadun ja kosmetiikkalaadun biologiset viitearvot eivät ole samat (Jaana Ailus 2019). Suurin osa luonnon raaka-aineista on tuoretuotteita, joten nopean ja luotettavan toimitusketjun luominen sivuvirtoja tuottavasta paikasta niitä prosessoivalle toimijalle ja niiltä eteenpäin kosmetiikan valmistajille on oleellinen. Ennen kaikkea prosessoijat puuttuvat tästä ketjusta tällä hetkellä.

Kestävä kehitys on ihmiskunnan suurin haaste 2000-luvulla, koska YK:n viimeisimmän ennusteen mukaan nykyisen yli 7 miljardin maailman väestön ennustetaan kasvavan miljardilla seuraavalla 12 vuotta ja saavuttaa 9,6 miljardia vuoteen 2050 mennessä (Barbulova ym 2015). Resurssien puutteesta ja kestävien prosessien tarpeesta on tulossa yhä enemmän todellisuutta (Dell'Acqua 2017). Kestävyyteen pyrkivien yritysten on otettava huomioon kestävä kehityksen eri puolet. Tämä on huomattavissa myös kosmetiikka- ja raaka-ainevalmistajien taholta. (Sahota 2014, 312-414).

Kotimaisessa kosmetiikkateollisuudessa hyödynnetään jo paljon kotimaisia raaka-aineita. Esimerkiksi marjansiemenöljyt ovat flavonoidien ja hoitavien ominaisuuksien vuoksi käytössä ihon- ja hiustenhoitotuotteissa. Uusista raaka-aineinnovaatioista huolimatta kosmetiikan emulsioissa käytetään yhä runsaasti palmuöljyjohdannaisia ja muita tuontiraaka-aineita. Palmuöljy itsessään on edullista, mutta sen tuotannon eettiset ongelmat jo pitkälti aikaväliltä vahvistavat, että vaihtoehtoisille raaka-aineille olisi kysyntää eri teollisuuden aloilla. Vaikka EU rajoittaisikin palmuöljyn käyttöä, lisää maailmanlaajuinen väestönkasvu luultavasti sen kulutusta entisestään.

Kehittämistyöllä haluttiin lisätä tietoisuutta kotimaisten raaka-aineiden hyödynnettävyydestä ja tuoda uusia näkökulmia tuotekehitystyöhön totuttujen mallien tilalle. Työssä tutkittiin kotimaisten vaihtoehtojen kilpailukykyä palmuöljyyn teoriapohjalta (rasvahappokoostumus, rakenne, ominaisuudet) sekä käytännön kokein luomalla toisiaan vastaavat testiemulsiot ja vertaamalla niitä palmuöljystä valmistettuun verrokkiemulsioon. Kehittämistyön tavoite voidaan skaalata isommaksi kokonaisuudeksi, kun pohditaan palmuöljyn korvaamista kotimaisilla vaihtoehtoilla (Kuvio 17).

LÄHTÖKOHDAT	ONGELMA	RATKAISU
<ul style="list-style-type: none"> • Palmuöljy ja sen johdannaiset laajalti käytössä erilaisissa kosmetiikkavalmisteissa. • Näitä raaka-aineita hyödynnetään edullisuutensa, monipuolisuutensa ja hyvien ominaisuuksiensa vuoksi 	<ul style="list-style-type: none"> • Palmuöljyn aiheuttamat ympäristöongelmat • RSPO-sertifikaatin valvonta/todentaminen • Ainesosaluettelosta vaikea tunnistaa palmuöljyperäisiä raaka-aineita • Ovatko kotimaiset vaihtoehdot yhtä toimivia emulsiopohjassa? (säilyvyys, stabiilisuus ym) • Miten raaka-aineita tulisi prosessoida? 	<ul style="list-style-type: none"> • Lähiraaka-aineiden hyödyntäminen ja toimitusketjun lyhentäminen • Kotimaisen tuotannon tukeminen • Ekologisuus ja eettisyys • Turvallisuus, valvonta, alkuperä tiedossa (jäljitettävyys ja läpinäkyvyys) • Jätteen minimointi, kiertotalous • Yritysten välinen yhteistyö • Uudet käyttömahdollisuudet

Kuvio 17: Nykytilanteen kuvaus ja kotimaisten raaka-aineiden tuomat mahdollisuudet

Palmuöljyä on aiemmin korvattu aiemmin muilla kasviöljyillä esimerkiksi saippuateollisuudessa. Esimerkiksi 1990-luvulle asti Intia luotti paikallisten öljyjen, kuten pellavansiemen ja riisileseiden seoksiin, jotka sopivalla kovettamisella jäljittelivät palmuöljyn prosessia ja käyttäytymistä. (Zhu, Camhbers & Naik 2012, 60.) Kosmetiikkakäytössä rypsi-, hamppu- ja pellavaöljy ovat vielä varsin vähän tutkittuja. Vaikka hampunsiemenöljyä hyödynnetään kosmetiikassa jonkin verran, niin sitä on tutkittu vähemmän kuin pellava-, rypsi- tai palmuöljyä. (Mikulcova 2017.) Nestemäiset kasviöljyt ovat suhteellisen herkkiä hapettumaan, mikä luo omat haasteensa niiden hyödyntämiselle. Myös niiden voimakas tuoksu ja väri muodostavat haasteen kosmetiikan tuotekehityksessä. Toisaalta ne ovat hyvin ravintorikkaita, ja pelkästään jo puhdistuksella niistä saadaan käyttökelpoiset kosmetiikkaan. Kehittämistyöstä voidaan myös havaita, kuinka esimerkiksi pellavaöljyn voimakas ominaisuus miedontui kuukauden mittaisen säilyvyyskokeen aikana. Emulsion väri ja tuoksu saattavat muuttua lämmön vaikutuksesta, mutta myös emulsion rakenteella on oma vaikutuksensa. Emulgoinnin avulla voidaan minimoida öljyjen hajua, sillä haju miedontuu vesipitoisen väliaineen ympäröidessä öljykerroksia (Lee & Choo 2014).

Kotimaisten raaka-aineiden hyödyntämisessä etuna ovat raaka-aineen alkuperän helppo jäljitettävyyden ja läpinäkyvyys, kotimaisen tuotannon tukeminen, logistiikka- ja toimitusketjun lyhentäminen sekä pakkaustarpeen minimointi. Se myös mahdollistaa arvoverkoston luomisen yritysten välille (Kappale 2.2). Kotimaan ulkopuolisissa hankinnoissa raaka-aineen alkuperää voi olla haastava selvittää eivätkä alihankkijoiden ja toimittajien toimintaperiaatteet välttämättä vastaa asiakkaiden tai yrityskumppaneiden käsityksiä eettisestä toimintatavasta (Juutinen 2016, 124-135).

Palmuöljy on satoisampi kuin moni muu öljykasvi, joten sen korvaaminenkin voi aiheuttaa ympäristöongelmia viljelymaan tarpeen suhteen. Öljykasveissa on merkittäviä eroja viljelyalan ja -tarpeen suhteen. Öljyn puristaminen ei taloudellisesti kannattavaa siemenistä, jotka sisältävät vain vähän öljyä. Luontaisesti kovana rasvana palmuöljylle ei ole olemassa tällä hetkellä ollenaisesti parempaa kasvipohjaista vaihtoehtoa. Erityisesti elintarvikkeissa sitä käytetään monissa rasvasekoitteissa kiinteänä rasvana yhdessä nestemäisten öljyjen kanssa, jottei rasvasekoitteista tulisi liian pehmeitä tai nestemäisiä. Pالمuöljyn käyttöä puolletaan yleensä siksi, että se on satoisin öljykasvi ja tärkeä tulonlähde tuottajamaille. Parhaana vaihtoehtona lopettamisen sijaan nähdään usein kehittää sen vastuullista tuotantoa. Väestönkasvun myötä tämä ei silti poista tarvetta kääntää katseita lähituotantoon. Hyvinä ominaisuuksina palmuöljylle luokitellaan sen monipuolisuus, säilyvyys, neutraali maku ja haju, lämmönkestävyys ja edullisuus. Kotimaiset kasviöljyt ovat hyvin erilaisia rakenteeltaan ja ominaisuuksiltaan kuin palmuöljy, mutta niissä on oikein käsiteltynä ja käytettynä huomattava potentiaali emulsiossa. Tuotanto ja prosessointilaitokselle olisi tilausta Suomeen, jotta saisimme kaiken mahdollisen hyödyn irti arvokkaista lähiraaka-aineista.

9 Pohdinta

Rypsi, hampun ja pellavan ravintoarvot sekä edut elintarvikkeissa ja kosmetiikan aktiiviaineena ovat olleet jo pitkään tiedossa. Kosmeettisissa emulsioissa suositaan neutraalin värisiä ja tuoksuisia raaka-aineita, joten kyseiset öljyt tulisi käsitellä ja puhdistaa mikäli niitä halutaan kosmetiikassa hyödyntää mahdollisimman neutraaleina. Kotimaisista öljyistä voisi yhtä lailla valmistaa eri kosmetiikan käyttötarkoituksiin sopivia öljyjä sekä johdannaisia, mutta siihen vaadittaisi asiantuntemusta ja resursseja tuotantolaitoksen muodossa.

Suomessa viljellään hyviä öljyjä elintarvikekäyttöön, joten olisi hyödyllistä pohtia voisiko niitä hyödyntää enemmän myös kosmetiikassa. Tämän kehittämistyön pohjalta voidaan todeta, että kotimaisilla luonnonöljyillä on kyky muodosta stabiileja emulsioita. Sen sijaan, että näitä ravintorikkaita öljyjä hyödynnettäisiin muutaman prosentin verran kosmetiikan aktiiviaineina, niitä voitaisiin hyödyntää jopa lähes neljännesosan verran tuotteen sisällöstä. Lisätutkimuksen aihetta olisi myös kartoittaa, voisiko kotimaisten kasviöljyjen kovettamisella saavuttaa samoja rakenteita kuin palmuöljyllä, tai johtaa siitä komponentteja/fraktioita korvaamaan palmuöljyn johdannaisia. Kotimaisten öljyjen johdannaisilla voisi olla tilausta esimerkiksi emulsioiden emulgaattoreina.

Kehittämistyön taustahankkeessa tehtiin sivuvirtaselvitystä pääasiassa Uudellamaalla, mutta työtä voitaisiin hyvin hyödyntää ja laajentaa kattamaan koko Suomi sekä myös kansainväliselle tasolle. Euroopassa on yhtenäinen kosmetiikka-alan lainsäädäntö, joten raaka-aineteollisuus voisi yhtä lailla hyötyä paikallisista teollisuuden sivuvirroista Euroopan eri maissa. Kun löydetään oikea tapa prosessoida lähiraaka-aineita ja sivuvirtoja kosmetiikkateollisuuden käyttöön, takaa yhtenäinen lainsäädäntö onnistuneen menetelmän kopioimisen eri maiden ja valmistajien välillä.

Tällä hetkellä kosmetiikan trendeinä ovat erityisesti hyvinvointiajattelu ja kestävyys. Kuluttajat arvostavat yrityksiä, jotka toimivat läpinäkyvästi ja vastuullisesti. Kuluttajan näkökulmasta vastuullisuudessa on vielä kehittämisen varaa, koska tällä hetkellä kuluttajan on mahdoton tietää kosmetiikan tuotepakkausten ainesosaluettelosta kaikkien raaka-aineiden alkuperää tai missä ja miten vastuullisesti tuote on raaka-aineiden osalta ylipäänsä valmistettu. Palmuöljy ja sen johdannaiset ovat vain yksi raaka-aineryhmä kosmetiikassa, joten tutkimuksen kohteen voi hyvin siirtää myös muiden raaka-aineryhmien eettisyyden tarkasteluun ja arviointiin. Tarkastelua voi myös laajentaa ja jatkojalostaa löytämään muita korvaavia raaka-aineita palmuöljylle. Lisäksi aihetta voidaan syventää testaamalla vaihtoehtoisia raaka-aineita erilaisissa koostumuksissa ja emulsioissa.

Kosmetiikkateollisuudessa on useita tapoja tukea kiertotaloutta, mutta erityisesti teollisuuden sivuvirtoja voitaisiin hyödyntää lähiraaka-aineiden tuottamisessa. Kehityshankkeessa syvennyttiin

raaka-ainetuotantoon ja siihen, kuinka teollisuuden sivuvirtoja voitaisi hyödyntää lähiraaka-aineiden tuottamisessa. Yritysvastuu korostuu yhä enemmän ja se tarjoaa yrityksille uudenlaisia liiketoimintamalleja. Myös sidosryhmien merkitys korostuu, kun halutaan luoda kestäviä ratkaisuja ja kehittää omaa liiketoimintaa. Verkostoituminen ja arvoverkostojen luominen eri aloilla ja myös alojen välillä luovat mahdollisuuksia innovatiivisiin keksintöihin, joiden avulla vastaan entistä paremmin myös tiedostavien kuluttajien kysyntään.

Kosmetiikkateollisuudessa hyödynnetään runsaasti ulkomaisia raaka-aineita, ja palmuöljyn johdannaiset ovat niistä yleisimpiä. Tavoitteena on herättää keskustelua, miten raaka-aineita tulisi prosessoida ja jatkojalostaa, jotta niitä voitaisiin hyödyntää kosmetiikan valmistuksessa. Lisäksi tavoitteena on innostaa kosmetiikan tuotekehittäjiä löytämään vaihtoehtoisia raaka-aineita lähituotannosta nykyisten totuttujen tilalle ja nostaa esiin keskustelua siitä, miten käyttövalmiit ja tarpeen mukaan prosessoidut raaka-aineet saisi kosmetiikan tuotekehitykseen vaittomasti. Vaikka siemenen laadulle ja ravintoarvoille viileä ilmasto on eduksi, niin ongelmana öljykasvien viljelyssä Suomessa on ilmaston viileys ja pinta-alan tarve. Rapsin ja rypsin tuotanto eivät vastaa öljyn kysyntään tällä hetkellä, minkä vuoksi rypsiä tuodaan myös paljon Suomeen. Hampun ja pellavan tuotantoa sen sijaan voisi lisätä nykyisestä. Hampun on käytetty jo kosmetiikkamarkkinoilla, mutta pellavan hyödyntäminen on vielä todella vähäistä, myös elintarviketuotannossa. Mielenkiintoista olisi myös tutkia muita kotimaisia öljyjä, kuten vehnäntuotannon sivuvirtana syntyvää vehnänalkioöljyä. Tutkimusta paikallisten öljykasvien hyödyntämisestä eli kosmetiikkavalmisteissa voitaisiin laajentaa maailmanlaajuisesti, koska esimerkiksi rapsia ja pellavaa viljellään pohjoisella pallonpuoliskolla runsaasti.

Kehittämistyö prosessina sujui suunnitelmien mukaisesti ja eteni laaditun aikataulun mukaisesti. Konstruktiivisen menetelmän hyödyntäminen, eli tässä tapauksessa tuotekehitysprosessi, oli hyödyllinen menetelmä idean testaamiseen. Verrokkiformulan suunnittelu ja räätälöinti onnistuivat hyvin, ja olivat onnistuneen lopputuloksen kannalta merkittävässä roolissa. Ajallisesti tutkimuksen pituus oli riittävä, koska neljän viikon mittaisessa säilyvyyskokeessa voitiin hyvin havaita eri öljyille ominaista käyttäytymistä emulsioissa ja toisaalta todeta, että muutokset olivat pääosin suotuisia tuotekehityksen kannalta. Tulokset arvioitiin aistinvaraisen arvioinnin avulla aikataulun mukaisesti testin pohjalta. Työn dokumentointi ja vaiheiden kirjaaminen edesauttavat tutkimuksen toistettavuutta ja tulokset on vahvistettu muun kuin tutkijan toimesta. Tulkinta tuloksista oli myös yksimielinen arvioijan kanssa. Työn toistaminen ja säilyvyyskokeiden jatkaminen pitkäaikaiskokeeksi lisäisivät tulosten luotettavuutta ja antaisivat alustavan näkemyksen siihen, voisiko vastaavanlaisia emulsioita kehittää kuluttajamarkkinoille asti säilyvyytensä puolesta. Kehittämistutkimus on helposti siirrettävissä ja jatkettavissa tämän projektin pohjalta. Tutkimusaukko löytyi kotimaisten öljykasvien vähäisestä tutkimusmäärästä kosmetiikkakäytössä, joten aiheen valinta on teoreettisesti perusteltu. Nykytilanteen kuvaus palmuöljyn käytön ongelmallisuudesta, resurssien kestämyydestä ja kotimaisten raaka-

aineiden hyödyntämisestä vastaavat hyvin kysymykseen miksi tällaiselle tutkimukselle on tarvetta. Taustalla toiminut hanke ja työn kehittämisprojekti tukevat ja vahvistavat aiheen ajankohtaisuuden ja tarpeellisuuden. Taustahanke toimi myös hyvänä pohjana kehittämistyölle sekä verkostoitumisen, että teoria-aineiston osalta. Kehittämistyö oli kaiken kaikkiaan opettavainen prosessi, sillä itse määritelty aihe vaati tarkkaa aikataulusta ja systemaattisuutta. Teoria- ja toteutusvaihe seurasivat toisiaan, mutta toteutusvaihe myös lisäsi teorian laajentamista tulosten analysointivaiheessa. Eniten aikaa projektissa veivät suunnitteluvaihe ja tausta-aineiston kerääminen, mutta ne olivat oleellisessa roolissa tuotekehitysprosessin toteutusta ja onnistumista. Tuloksena saatiin hyödynnettävää tietoa kotimaisten kasviöljyjen hyödyntämisestä emulsiossa ja voitiin todeta kotimaisten kasviöljyjen potentiaali palmuöljyn korvaamisessa. Työn tarkoitus ja tavoite saavutettiin, ja tulokset ovat hyödynnettävissä sekä yhteistyökumppanin että muiden alan toimijoiden keskuudessa.

Lähteet

Ailus, J. 2019. Raaka-aineiden kiehtova maailma: kestävät raaka-aineet kosmetiikassa. Viitattu 14.9.2020. <https://katjakokko.com/raaka-aineiden-kiehtova-maailma-kestavat-raaka-aineet-kosmetiikassa/>

Aito Luonto hankerekisteri. Viitattu 20.4.2020. [http://www.aitoluonto.fi/tutkimus-ja-kehittaminen/hankerekisteri/hankerekisteri/luonnon-raaka-aineet-kosmetiikkateollisuudessa--lukos- /](http://www.aitoluonto.fi/tutkimus-ja-kehittaminen/hankerekisteri/hankerekisteri/luonnon-raaka-aineet-kosmetiikkateollisuudessa--lukos-/)

Avena Nordic Grain Oy. Viitattu 3.11.2020. <https://apetit.fi/yritys/avena/> kotisivut

Avena Nordic Grain Oy. 2017. Neito-öljy - hyvät rasvat hyvällä maulla -esite. Viitattu 25.9.2020

Aromantic 2020. Viitattu 28.9.2020. www.aromantic.co.uk

Baki, G, & Alexander, K. 2015. Introduction to Cosmetic Formulation and Technology. John Wiley & Sons, Incorporated.

Barbulova, A., Colucci, G. & Apone, F. 2015. New Trends in Cosmetics: By-Products of Plant Origin and Their Potential Use as Cosmetic Active Ingredients. *Cosmetics*, 2(2), 82-92. <https://doi.org/10.3390/cosmetics2020082>

Barel, A. Paye, M. & Maibach, H. 2014. Handbook of Cosmetic Science and Technology. Taylor & Francis Group. 4.painos.

Baumann, L. 2015. Cosmeceuticals and Cosmetic Ingredients. McGraw-Hill Education

Belgacem, M. & Gandini, A. 2008. Monomers, Polymers and Composites from Renewable Resources, Elsevier Science & Technology, Oxford.

Benech-Arnold, R. & Sanchez, R. 2004. Handbook of Seed Physiology: Applications to Agriculture, Taylor & Francis Group.

Benson, H., Roberts, M., Leite-Silva, V. & Walters, K. 2019. Cosmetic Formulation: Principles and Practice, edited by Heather A. E. Benson, et al., Taylor & Francis Group.

Berner 2020. Viitattu 11.10.2020. <https://www.berner.fi/vastuullisuus/kysymyksia-ja-vas- tauksia/>

Bertel's Health. Viitattu 3.11.2020. <https://bertilshealth.fi/pellavansiemenoljy/>

Bom, S., Jorge, J., Ribeiro, H.M. & Marto, J. 2019. A step forward on sustainability in the cosmetics industry: A review. *Journal of Cleaner Production*, 225, 270-290. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.03.255>.

Brookfield. Viskositeetin teoriaa. Viitattu 13.10.2020. <https://www.brookfieldengineering.com/learning-center/learn-about- viscosity/what-is-viscosity>

Bröckel, U, Meier, W, & Wagner, G. 2013. Product Design and Engineering: Formulation of Gels and Pastes, John Wiley & Sons, Incorporated.

Burlando, B. Verotta, L. Cornara, L. & Bottini-Massa, E. 2010. Herbal principles in cosmetics: properties and mechanisms of action. 8. painos. Boca Raton: CRC Press.

Bärlund, A. & Perko, S. 2013. Kestävä johtajuus - Bisneksen uusi elinehto. Talentum Media Oy.

Chen, Oyola-Reynoso & Thuo. 2015. Teoksessa: Madbouly, S., Zhang, C. & Kessler, M. Bio-Based Plant Oil Polymers and Composites, Elsevier Science & Technology Books.

Corley, R. & Tinker, P. 2015. The Oil Palm, John Wiley & Sons, Incorporated.

Damanik, M. & Murkovic, M. 2018. The stability of palm oils during heating in a rancimat. European Food Research and Technology (2018) 244:1293-1299 <https://doi.org/10.1007/s00217-018-3044-1>. Julkaisu 13.3.2018.

Dayan, N. & Kromidas, L. 2011. Formulating, Packaging, and Marketing of Natural Cosmetic Products, John Wiley & Sons, Incorporated.

Dell'Acqua, G. 2017. Garbage to Glamour: Recycling Food by-products for Skin Care. Cosmetics and Toiletries. February 6, 2017. Viitattu 7.4.2020. <https://www.cosmeticsandtoiletries.com/research/methodsprocesses/Garbage-to-Glamour-Recycling-Food-by-products-for-Skin-Care-412910643.html>

Dubois, V., Breton, S., Linder, M., Fanni, J. & Parmentier, M. 2007. Fatty acid profiles of 80 vegetable oils with regard to their nutritional potential. European Journal of Lipid Science and Technology, Volume 109, 710- 732.

Dweck, A. 2011. Formulating Natural Cosmetics - An Encyclopedia of Ingredients. Allured Business Media.

Elert, G. The Physics Hypertextbook: Viscosity. Viitattu 13.10.2020. <https://physics.info/viscosity/>

Elintarviketeollisuusliitto. 2016. ETL:n jäte- ja sivuvirtaselvitys. Viitattu 10.8.2020. http://www.etl.fi/media/aineistot/raportit-ja-katsaukset/etl-jate_ja_sivuvirtaselvitys_2016.pdf

Ellen MacArthur Foundation, CE Team. 2017. What is the circular economy. Viitattu 21.9.2020. <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/circular-economy/what-is-the-circular-economy>.

European Commission. Viitattu 6.12.2020. https://ec.europa.eu/growth/sectors/cosmetics/cosing_en.

Faria-Silva, C., Ascenso, A., Costa, A., Marto, J., Carvalheiro, M., Ribeiro, H. & Simões, S. 2020. Feeding the skin: A new trend in food and cosmetics convergence. Trends in Food Science & Technology, 95, 21-32. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.11.015>.

Fatehi, P., Baba, A., Rizal, V. & Misran, M. 2020. Preparation and Characterization of Palm Oil in Water Microemulsion for Application in the Food Industry. British Food Journal, Vol.122 No.10, 2020. Emerald Publishing Limited. DOI 10.1108/BFJ-01-2020-0018

Finola 1998-2020. Viitattu 27.9.2020. www.finola.fi

Fofana, B., Cloutier, S. & Ragupathy, R. 2011. Flax lipids: Classes, Biosynthesis, Genetics and the Promise of Applied Genomics for Understanding and Altering of Fatty Acids. Nova Science Publishers, Inc.

- Garcia, R., O'Lenick, A. & Leite-Silva, V. 2019. Thickening Agents. Teoksessa: Benson, HAE, Roberts, MS, Leite-Silva, VR, & Walters, K. *Cosmetic Formulation: Principles and Practice*, Taylor & Francis Group.
- Garrison, M. & Dayan, N. 2011. *Formulating Cosmetics with Natural Oils, Fats, Butters and Waxes*. Teoksessa: Dayan, N, & Kromidas, L. 2011, *Formulating, Packaging, and Marketing of Natural Cosmetic Products*, John Wiley & Sons, Incorporated.
- Garrison, M. & Kessler, M. 2015. Teoksessa: Kessler, M., Zhang, C. & Madbouly, S. 2015, *Bio-Based Plant Oil Polymers and Composites*, Elsevier Science & Technology Books.
- Gassenmeier, T. & Busch, P. 2002. Teoksessa Förster, T. 2002. *Cosmetic lipids and the skin barrier*. New York: Marcel Dekker.
- Goyal, A., Sharma, V., Upadhyay, N., Singh, A., Arora, S., Lal, D. & Sabikhi, L. 2014. Development of stable flaxseed oil emulsions as a potential delivery system of ω -3 fatty acids. *J Food Sci Technol* (July 2015) 52(7):4256-4265. DOI 10.1007/s13197-014-1370-2
- Hamppufarmi 2020. Viitattu 27.9.2020. www.hamppufarmi.fi
- Harmaala, M. & Jallinoja, N. 2012. *Yritysvastuu ja menestyvä liiketoiminta*. Sanoma Pro Oy.
- Heino, J. & Vuento, M. 2009. *Biokemian ja solubiologian perusteet*. 2.painos (2010). WSOYpro Oy.
- Hernandez, E. & Kamal-Eldin, A. 2013. *Processing and Nutrition of Fats and Oils*. John Wiley & Sons, Incorporated.
- Hernandez, E. 2012. *Lipids, Pharmaceutical and Cosmetic Use*. Teoksessa: Kirk-Othmer, & Kirk-Othmer. *Kirk-Othmer Chemical Technology of Cosmetics*, John Wiley & Sons, Incorporated.
- Joutsenvirta, M. Halme, M. Jalas, M. & Mäkinen, J. 2011. *Vastuullinen liiketoiminta kansainvälisessä maailmassa*. Gaudeamus Helsinki University Press.
- Juutinen, S. 2016. *Strategisen yritys vastuun käsikirja*. Talentum Pro.
- Kalpala, A. 2004. *Yhteiskuntavastuu - Näkökulmia yritysten ja julkisyhteisöjen yhteiskunnalliseen vastuuseen*. Toimittanut Raija Järvinen. Vammalan Kirjapaino Oy.
- Kananen, J. 2015. *Kehittämistutkimuksen kirjoittamisen käytännön opas*. Suomen Yliopistopaino Oy.
- Kananen, J. 2012. *Kehittämistutkimus opinnäytetyönä - Kehittämistutkimuksen kirjoittamisen käytännön opas*. Jyväskylän ammattikorkeakoulu. Suomen Yliopistopaino Oy.
- Kehittyvä Elintarvike 4/2019, 39. Viitattu 27.9.2020.
- Kemia-lehti 3/2016, 15. Viitattu 6.10.2020.
- Kuvaja, S. & Malmelin, K. 2008. *Vastuullinen yritysviestintä - Kilpailuetua vuoropuhelusta*. Helsinki: Edita Publishing.
- Kolodziejczyk, P., Ozimek, L. & Kozłowska, J. 2012. The Application of fax and hemp seeds in food, animal feed and cosmetics production. *Handbook of Natural Fibres*. 329-366. doi:10.1533/9780857095510.2.329

- Kosmetiikka- ja hygieniateollisuus Ry. Viitattu 28.10.2020. <https://www.kosmetiikkajahygienia.fi/fin/kosmetiikka/kosmetiikkasanasto/?ltr=16&tag=84>.
- Kousa, P. 2016. Helsingin yliopisto, Kemian opettajankoulutusyksikkö. Viitattu 13.10.2020. <https://arjenkemiaa.files.wordpress.com/2016/05/infopaketti-kosmetiikasta.pdf>
- Kowalska, M., Ziomek, M. & Zbikowska, A. 2015. Stability of cosmetic emulsion containing different amount of hemp oil. *International Journal of Cosmetic Science*, 2015, 37, 408-416 doi: 10.1111/ics.12211
- Lanzendörfer, G. 2002. Teoksessa: Förster, T. *Cosmetic lipids and the skin barrier*. New York: Marcel Dekker.
- Laurea Journal. 2020. Luonnon raaka-aineet kosmetiikkateollisuudessa. Julkaistu 10.1.2020. <https://journal.laurea.fi/luonnon-raaka-aineet-kosmetiikkateollisuudessa/#32ce5172>. Viitattu 20.4.2020.
- Lee, P. & Choo, W. 2014. Characterization of Flaxseed Oil Emulsions. *J Food Sci Technol* (July 2015) 52(7):4378-4386. DOI 10.1007/s13197-014-1495-3
- LimePop. 2020. Viitattu 1.9.2020. www.limepop.fi
- Lóden, M. 2016. Teoksessa: Sivamani, R., Jagdeo, J., Elsner, P. & Maibach, H. 2016. *Cosmeceuticals and Active Ingredients*. 3. edition. CRC Press, Taylor & Francis Group.
- Luonnon raaka-aineet kosmetiikkateollisuudessa. Laurea-ammattikorkeakoulu. Viitattu 20.4.2020. <https://www.laurea.fi/hankkeet/l/lukos---luonnonraaka-aineetkosmetiikkateollisuudessa/>
- Luonnonvarakeskus. 2020. Sato ja viljasadon laatu 2019. Viitattu 10.12.2020. https://stat.luke.fi/sato-ja-viljasadon-laatu-2019_fi.
- Lyons-White, J. & Knight, A. 2018. Palm oil supply chain complexity impedes implementation of corporate no-deforestation commitments, *Global Environmental Change*, Volume 50.
- Making Cosmetics: Thickeners. Viitattu 13.10.2020. https://www.makingcosmetics.com/Thickeners_c_76.html
- Mikulcova, V., Kasparkova, V., Humpolicek, P. & Bunkova, L. 2017. Formulation, Characterization and Properties of Hemp Seed Oil and Its Emulsions. *Molecules* 2017, 22, 700; doi: 10.3390 / molekyyli22050700 www.mdpi.com/journal/molecules.
- Murtolan HamppuFarmi Oy kotisivut. Viitattu 27.9.2020. <https://hamppufarmi.fi/pages/hampputietoa>
- M2 Presswire. Viitattu 11.3.2020. Palm oil: The high cost of cultivating the cheap vegetable oil. (2017) Coventry, UK. <https://search.proquest.com/docview/1875115859?accountid=12003>
- Nakama, Y. 2017. Teoksessa: Sakamoto, K, Lochhead, R, Maibach, H, & Yamashita, Y. *Cosmetic Science and Technology: Theoretical Principles and Applications*, Elsevier.
- Ojasalo, K., Moilanen, T. & Ritalahti, J. 2015. Kehittämistyön menetelmät - uudenlaista osaamista liiketoimintaan. Sanoma Pro Oy. 3-4.painos.
- O'Lenick, A., Steinberg, D., Klein, K. & LaVay, C. 2014. *Oils of Nature*. Allured Publishing Corporation.
- Pitkälä, E. 2016. Pulmallinen palmuöljy. *Kemia-lehti*. Kempulssi Oy.

- Porter, M. & Kramer, M. 2011. Creating Shared Value. Harvard Business Review.
- Pugliese, P. 2005. Advanced Professional Skin Care - Medical Edition. The Topical Agent. LLC.
- Puusa, A. & Juuti, P. 2020. Laadullisen tutkimuksen näkökulmat ja menetelmät. Gaudeamus Oy.
- Raikos, V., Konstantinidi, V. & Duthie, G. 2015. Processing and Storage Effects on the Oxidative Stability of Hemp Oil-in-Water Emulsions. International Journal of Food Science and Technology 2015, 50, 2316-2322. doi:10.1111/ijfs.12896
- Ruoka Yhdistys Ry. 2020. Viitattu 6.12.2020. <https://www.hyvaasuomesta.fi/suomalainen-ruoka/suomalainen-ruokaketju/kasvikset/oljykasvit>.
- Rähse, W. 2014. Industrial Product Design of Solids and Liquid: A Practical Guide, John Wiley & Sons, Incorporated.
- Rähse, W. 2020. Cosmetic Creams: Development, Manufacture and Marketing of Effective Skin Care Products, John Wiley & Sons, Incorporated.
- Sahota, A. 2014. Sustainability: How the Cosmetics Industry Is Greening Up, John Wiley & Sons, Incorporated.
- Schmitt, W. 1992. Raw Materials. Teoksessa: Williams, D. & Schmitt, W. 1992. Chemistry and Technology of the Cosmetics and Toiletries Industry. 2.painos (1996).
- Schramm, L. 2014. Emulsions, Foams, Suspensions, and Aerosols: Microscience and Applications, John Wiley & Sons, Incorporated.
- Shimada, K., Iwata, H. 2013. Formulas, Ingredients and Production of Cosmetics: Technology of Skin- and Hair-Care Products in Japan. Japan, Springer.
- Sitra: Kiertotalouden liiketoimintamallit valmistavassa teollisuudessa. Julkaistu 19.9.2018. Helsinki. Viitattu 10.8.2020.
- Sitra: Kiertotalouden mahdollisuudet Suomelle. Julkaisunumero 84. Helsinki. Viitattu 10.8.2020.
- Sitra: Kiertotalouden mahdollisuudet Suomelle. Sähköinen julkaisu: Julkaisunumero 84. (2014). Helsinki. Viitattu 10.8.2020.
- Sitra: Kiertotalouden liiketoimintamallit valmistavassa teollisuudessa. Kiertotalouden työkirja suomalaisille pk-yrityksille. Julkaistu 19.9.2018. Viitattu 10.8.2020.
- Spiess, E. 1992. Raw Materials. Teoksessa: Williams, D. & Schmitt, W. 1992. Chemistry and Technology of the Cosmetics and Toiletries Industry. 2.painos (1996).
- Statista: Annual growth of the global cosmetics market from 2004 to 2017. Julkaistu 2018.
- Statista: Vegetable Oils and Fats. Julkaistu 2020. Viitattu 22.9.2020
- Statista: Cosmetics Industry Worldwide. Julkaistu 2020. Viitattu 30.11.2020.
- Suokko, A. & Partanen, R. 2017. Energian aika. WSOY.
- Tadros, T. 2013. Emulsion formation and stability. Weinheim: Wiley-VCH

- Tadros, T. 2016. Formulations: In Cosmetic and Personal Care, De Gruyter, Inc.
- Tadros, T. 2016. Emulsions: Formation, Stability, Industrial Applications, De Gruyter, Inc.
- Tai, Y. & Zhang, K. 2015. Teoksessa: Madbouly, S., Zhang, C. & Kessler, M. Bio-Based Plant Oil Polymers and Composites, Elsevier Science & Technology Books.
- Talbot, G. 2015, Specialty Oils and Fats in Food and Nutrition: Properties, Processing and Applications, Elsevier Science & Technology, Cambridge.
- Teknokemian Yhdistys: kosmetiikkasanasto. Viitattu 13.3.2019. <http://www.teknokemia.fi/fin/kosmetiikka/kosmetiikkasanasto/>
- Toikko, T. & Rantanen, T. 2009. Tutkimuksellinen kehittämistoiminta - Näkökulmia kehittämisprosessiin, osallistamiseen ja tiedontuotantoon. Tampere University Press.
- Turchini, G. & Tocher, D. 2010. Fish Oil Replacement and Alternative Lipid Sources in Aquaculture Feeds, Taylor & Francis Group.
- Vilka, H. 2015 ja 2017. Tutki ja kehitä. PS-kustannus.
- Vuorela, S., Meyer, A. & Heinonen, M. 2003. Quantitative analysis of the main phenolics in rapeseed meal and oils processed differently using enzymatic hydrolysis and HPLC.
- Windahl, R. & Välimaa, V. 2012. Tuotekehitysprojekti AMK-yritysyhteistyönä. Suomen Yliopistopaino - Juvenes Print Oy, Tampere.
- WWF. 2019. Viitattu 27.10.2020. https://wwf.fi/app/uploads/a/w/4/p8rv8qo4g9ece05z3au3q9/fakta_2019_palmuoljy_fi.pdf.
- Zaikov, G, Pudal, D, & Spsychalski, G. 2011. Renewable Resources and Biotechnology for Material Applications, Nova Science Publishers.
- Zhang, C. & Madbouly, S. 2015. Bio-Based Plant Oil Polymers and Composites. Elsevier Science & Technology Books.
- Zhu, S., Chambers, J. & Naik, V. 2012. Kirk-Othmer: Chemical Technology of Cosmetics, John Wiley & Sons, Incorporated.
- 6 New Trends in Cosmetic Technology. 2018. Cosmetics & Toiletries. Viitattu 13.3.2020. <https://www.cosmeticsandtoiletries.com/networking/eventcoverage/6-New-Trends-in-Cosmetic-Technology--480082253.html>.

Julkaisemattomat lähteet

- Ailus, J. Luonnon ainesosat tuotekehityksen näkökulmasta -seminaariesitys. 27.3.2019.
- Ailus, J. Sähköpostikeskustelut 19.2.2020-27.10.2020.
- Avena Kantvik Oy. Muistio vierailusta 7.3.2019. (Lukos-hanke)
- Bertel's Health. Sähköpostikeskustelu 30.11.2020.
- Kyöstiö, S. Puhelinkeskustelu Avena Kantvik Oy. 18.8.2020.
- Kyöstiö, S. Avena Kantvik Oy. Seminaariesitys 27.3.2019.
- Murtolan Hamppufarmi, haastattelu 3.1.2019. (Lukos-hanke)
- Ojaranta, A. 2020. Avena Kantvik Oy. Sähköpostikeskustelu. 3.12.2020.
- Uusitalo, T. 2018. Esitys: Kosmetiikan ympäristövaikutukset. 10.3.2018. Viitattu 9.11.2020.
- Virtanen, V. 2020. Puhelinkeskustelu HamppuFarmin kanssa 2.7.2020.
- Virtanen, V. 2020. Sähköpostikeskustelut 19.4.-30.11.2020.

Kuviot

Kuvio 1: Sivuvirtojen hyödyntäminen osana yritystoiminnan vastuullisuutta	8
Kuvio 2: Jaetun arvon konsepti	10
Kuvio 3: Kasviöljyjen prosessointi yleisesti	15
Kuvio 4: Kasviöljyjen tyypillinen käsittelyprosessi	15
Kuvio 5: Kasviöljyn prosessoinnin vaiheita	16
Kuvio 6: Palmuöljyn tuotantoketju	20
Kuvio 7: Projektityön lineaarinen malli	29
Kuvio 8: Kehittämistyön tutkimuskysymykset	30
Kuvio 9: Kehittämistyön prosessi	31
Kuvio 10: Kehittämistutkimuksen prosessikaavio	32
Kuvio 11: Tutkimuksellisen kehittämistoiminnan näkökulmat	33
Kuvio 12: Tuotekehitysprosessin kuvaus.....	34
Kuvio 13: Konstrukttiivisen tutkimuksen prosessi.....	35
Kuvio 14: Menetelmät ja lähestymistavat.....	36
Kuvio 15: Emulsion valmistusprosessin vaiheet	40
Kuvio 16: Emulsion epästabiliutta aiheuttavat ilmiöt	45
Kuvio 17: Nykytilanteen kuvaus ja kotimaisten raaka-aineiden tuomat mahdollisuudet	67

Kuvat

Kuva 1: Kehittämishankkeen kuvaus	12
Kuva 2: Triglyserolin tyypillinen rakenne	13
Kuva 3: Tyypillisimpien rasvahappojen rakenteita	13
Kuva 4: Palmuöljyn kulutus USA:ssa vuosina 2000-2020	18
Kuva 5: Suurimpien kasviöljyjen tuotanto (Mt) maailmanlaajuisesti	18
Kuva 6: Suurimpien kasviöljyjen maailmanlaajuinen vientivolyymi (Mt).....	19
Kuva 7: Avena Kantvik Oy rypsiöljyt	23
Kuva 8: Testattavat kotimaiset öljykasvit ja hamppuöljyn sivuvirta	38
Kuva 9: Tutkimusvalmistelut	38
Kuva 10: Valmiit testiemulsiot	45
Kuva 11: Verrokkiemulsio palmuöljystä	46
Kuva 12: Emulsiot rypsiöljystä	46
Kuva 13: Emulsiot hamppuöljystä	47
Kuva 14: Emulsio pellavaöljystä	47
Kuva 15: Emulsiot ja öljyt lämpökaapissa.....	47
Kuva 16: Palmuöljy ja verrokkiemulsio palmuöljystä 2 viikon jälkeen	48
Kuva 17: Rypsiöljyt 2 viikon jälkeen	48
Kuva 18: Rypsiöljyemulsiot 2 viikon jälkeen.....	49
Kuva 19: Rypsiöljyemulsiot 2 viikon jälkeen.....	49
Kuva 20: Hamppuöljyt ja sakka 2 viikon jälkeen.....	50
Kuva 21: Hamppuemulsiot 2 viikon jälkeen.....	50
Kuva 22: Hamppuemulsiot 2 viikon jälkeen.....	51
Kuva 23: Pellavaöljy ja -emulsiot 2 viikon jälkeen	51
Kuva 24: Palmuöljy ja siitä valmistettu emulsio, 4 viikon jälkeen.....	52
Kuva 25: Palmuöljystä valmistettu emulsio, 4 viikon jälkeen	52
Kuva 26: Rypsiöljyt 4 viikon jälkeen	53
Kuva 27: Rypsiemulsiot 4 viikon jälkeen	53
Kuva 28: Rypsiemulsioiden koostumusta	53
Kuva 29: Rypsiemulsiot 4 viikon jälkeen	54
Kuva 30: Rypsiemulsioiden koostumusta 4 viikon jälkeen	54
Kuva 31: Hamppuöljyt ja sakka 4 viikon jälkeen.....	55
Kuva 32: Hamppuemulsiot 4 viikon jälkeen.....	55
Kuva 33: Hamppuemulsioiden koostumusta	55
Kuva 34: Hamppuemulsiot 4 viikon jälkeen.....	56
Kuva 35: Hamppuemulsioiden koostumusta	56
Kuva 36: Hampun sakkaa sekoitettuna hamppuöljyyn ja veteen.....	56
Kuva 37: Pellavaöljy ja -emulsiot 4 viikon jälkeen	57
Kuva 38: Pellavaemulsio 4 viikon jälkeen	57
Kuva 39: Aistinvarainen arviointi	58
Kuva 40: Aistinvarainen arviointi, testiemulsiot 4 viikon jälkeen	59
Kuva 41: Testiemulsiot palmuöljystä ja pellavansiemenöljystä	59
Kuva 42: Testiemulsiot rypsiöljystä	59
Kuva 43: Testiemulsiot hamppuöljystä	59
Kuva 44: Arviointilomake	60

Taulukot

Taulukko 1: Yleisimpien kasviöljyjen rasvahappokoostumuksia	14
Taulukko 2: Palmuöljyn ja palmuydinöljyn pääasiallisten rasvahappojen osuuksia	17
Taulukko 3: Rypsiöljyn pääasiallisten rasvahappojen osuuksia	22
Taulukko 4: Hampun siemenen rasvahappokoostumus.....	25
Taulukko 5: Pellavansiemenöljyn pääasiallisten rasvahappojen osuuksia	26
Taulukko 6: Verrokkiemulsion ainesosat	39
Taulukko 7: Kotimaisten raaka-aineiden osuus emulsiossa.....	41
Taulukko 8: Aistinvarainen arviointi testiemulsioista	61