

Marjoissa piilevä hyödyntämätön potentiaali

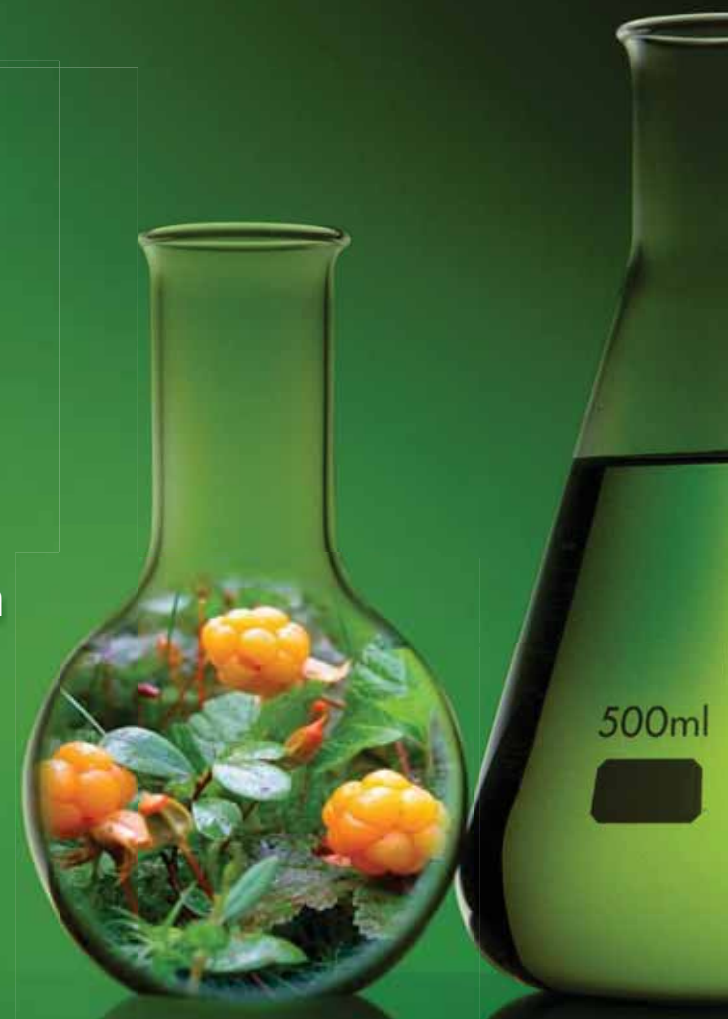
Workshop-tilaisuus Arktiset Aromit ry: Luonnontuotteiden tuotekehitys
ja erilaiset myyntiväylät
Kajaani 4.10.2016



Riitta Puupponen-Pimiä
Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy

Sisältö

- Pohjoisen marjat ja niiden bioaktiiviset yhdisteet
- Marjoja voidaan hyödyntää uusilla teknologioilla
 - Marjojen sivuvirtojen kuivafarktioinnilla luonnollisia säilöntäaineita
 - Puristekakun märkäjauhatus muokkaa marjaraakarakennetta
 - Marjojen bioprosessointi entsyymien ja mikrobisolujen avulla
 - Marjojen soluviljelyteknologia avaa uusia mahdollisuuksia



Pohjoisen luonnon marjat

- Kotimaisia syötäviä marjoja lähes 40
 - Poikkeuksellisen suuri määrä bioaktiivisia yhdisteitä
 - Paljon arvokkaita rasvahappoja
 - Ainutlaatuinen maku ja aromi sekä voimakas väri
 - Vuotuiset sadot huomattavia, 500 milj.kg
 - Pitkä perinne kansanlääkinnässä: marjat ovat terveellisiä
- ➔ kiinnostava ja houkutteleva raaka-aine elintarvike- ja kosmetiikka-teollisuudelle
- Ainoastaan murto-osa marjoista hyödynnetään
 - 95% viennistä on pakastemarjaa
- ➔ Suomi tarvitsee korkean jalostusasteen marjatuotteita!



Uutta liiketoimintaa marjojen antimikrobisista yhdisteistä

Tekes-TUTL-projekti

Tarve

- ✦ Synteettisten säilöntäaineiden korvaaminen luonnollisilla yhdisteillä, joita pidetään terveellisinä ja turvallisina

Uusi liikeidea

- ✦ Hyödynnetään marjojen omaa laajaa antimikrobista kirjoa teollisuussovelluksissa

Tausta

- ✦ Teknologiainovaatiot ja mittava suomalainen marjaosaaminen
- ✦ Vahva tieteellinen ymmärrys marjojen antimikrobisista ominaisuuksista





Mesimarja
Rubus arcticus



Mustikka
Vaccinium myrtillus



Mustaherukka
Ribes nigrum,
var. *Öjebý*



Aronia
Aronia melanocarpa
Var. *Viking*



Vadelma
Rubus idaeus,
var. *Ottawa*



Pensasmustikka
Vaccinium
corymbosum



Kaarnikka
Empetrum nigrum



Pihlajanmarja
Sorbus aucuparia



Puolukka
Vaccinium vitis-idaea



Karpalo
Vaccinium oxycoccus



Tyrnimarja
Hippophae
rhamnoides



Mansikka
Fragaria ananassa,
Var. *Senga Sengana*

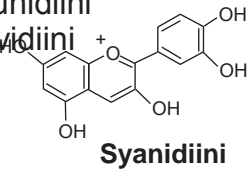
Lakka
Rubus chamaemorus

Marjojen polyfenolien luokittelu

Flavonoidit

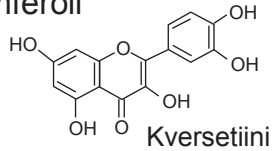
Antosyaanit

Pelargonidiini
Syanidiini
Delfinidiini
Peonidiini
Petunidiini
Malvidiini



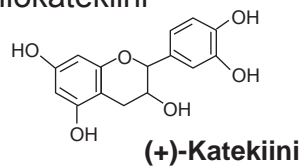
Flavonolit

Kversetiini
Myrisetiini
Kemferoli



Flavanolit (Katekiinit)

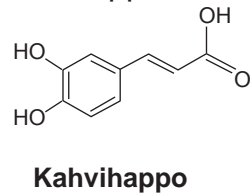
(+)-Katekiini
(-)-Epikatekiini
Gallokatekiini
Epigallokatekiini



Fenolihapot

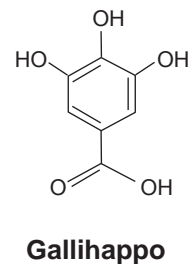
Kanelihapot

Kahvihappo
p-Kumariinihappo
Ferulahappo

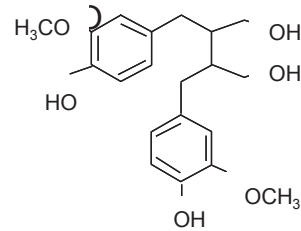


Bensoehapot

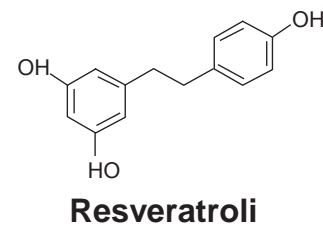
Protokatekiinihappo
p-Hydroksibentsoehappo
Gallihappo



Lignaanit

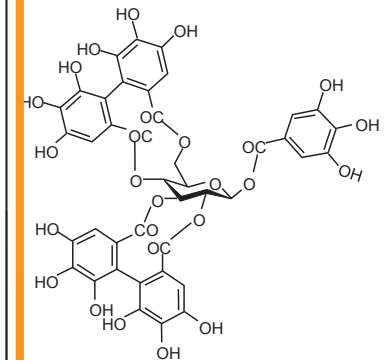


Stilbeenit

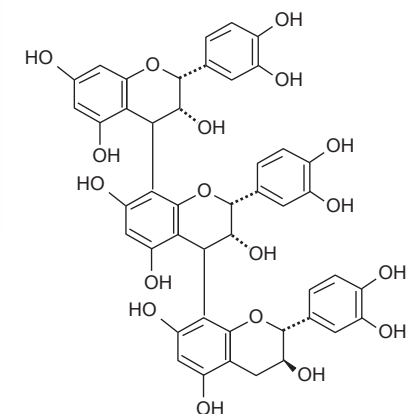


Kompleksiset fenolipolymeerit (polymeeriset tanniinit)

Ellagitanniinit



Proantosyanidiinit



Antimikrobiset yhdisteet kosmetiikassa



Uusi trendi

Ihon
mikrobiston
tasapainotus
ja hoito

Tuotteen
kontaminoitumisen
esto

Olemassa olevat
tuotteet

Uusi
tuotekategoria
on tulossa
markkinoille

Mikrobien
eliminaatio
iholta

Synteettisiä
säilöntäaineita
korvataan
luonnollisilla
antimikrobisilla
yhdisteillä

Antimikrobiset marjayhdisteet kosmetiikassa

VTT:n tutkimus

Sivuvirrat
ja
siemenet



Marjat
ja
prosessoidut
marjat



Marjojen
soluviljelmät



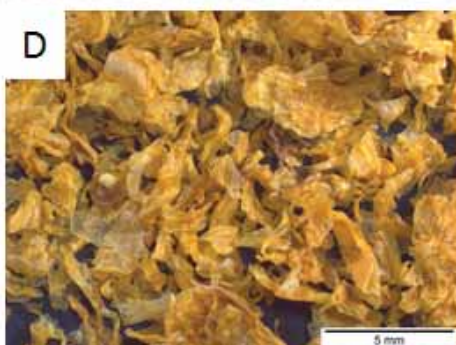
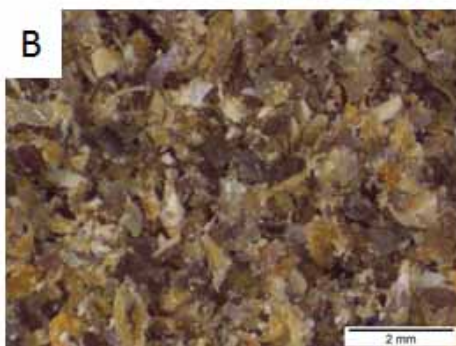
**LUONNOLLISET
ANTIMIKROBISET
YHDISTEET**





Marjojen kuivafraktiointi bioaktiivisiksi jakeiksi

Photo Jouko Lehmuskallio



Stereomikroskooppikuvia lakasta.

A) Lakan siemenet; B); Hieno siemenfraktio
C) Kiekkomylyllä jauhetut siemenet; D) Marjan
kuoret ja E) Karkea siemenfraktio.

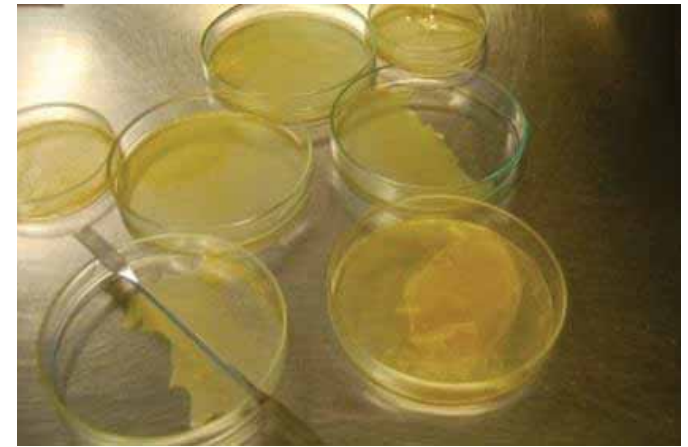
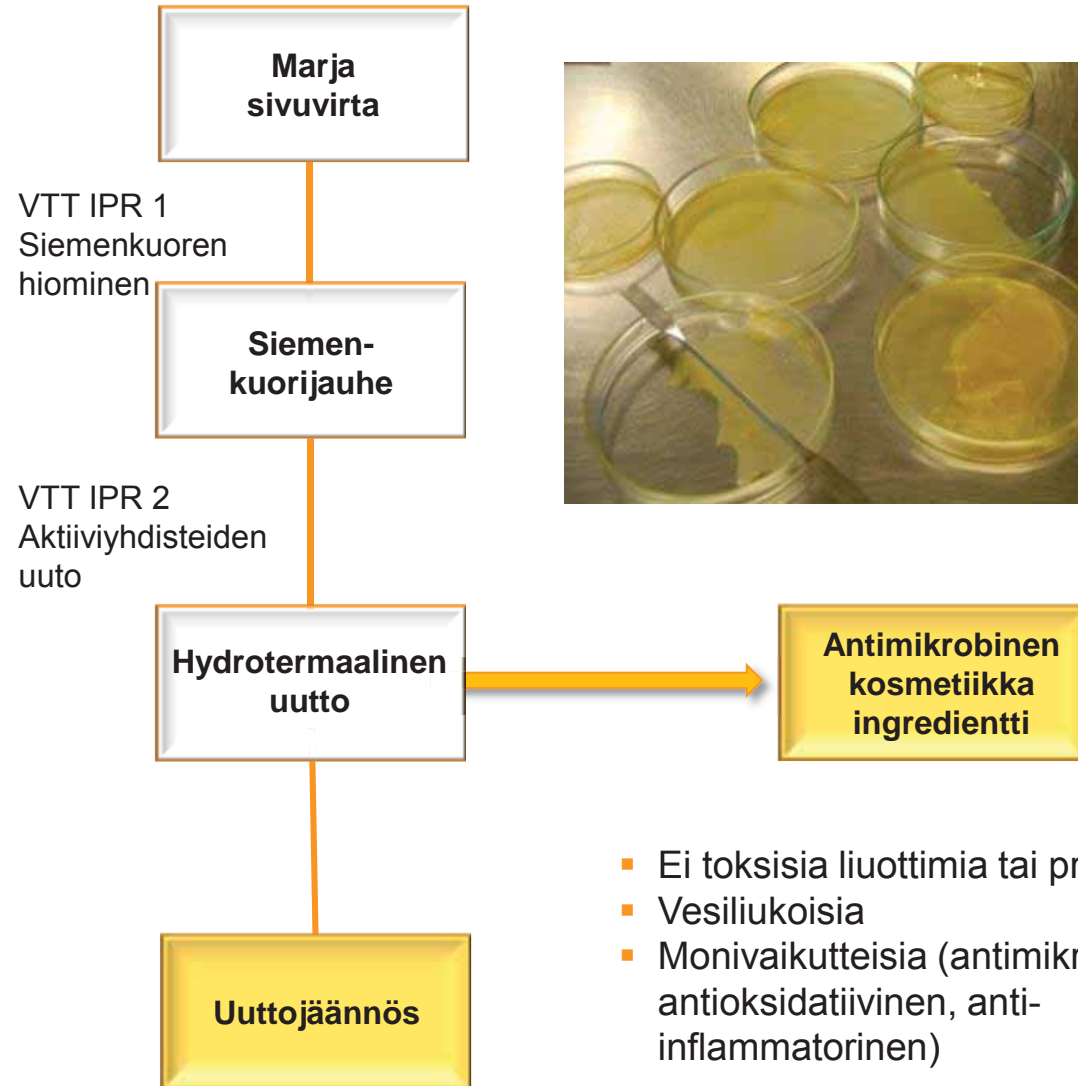


Mikroskooppileikekuva lakan siemenestä.

Kuivafraktiointi:

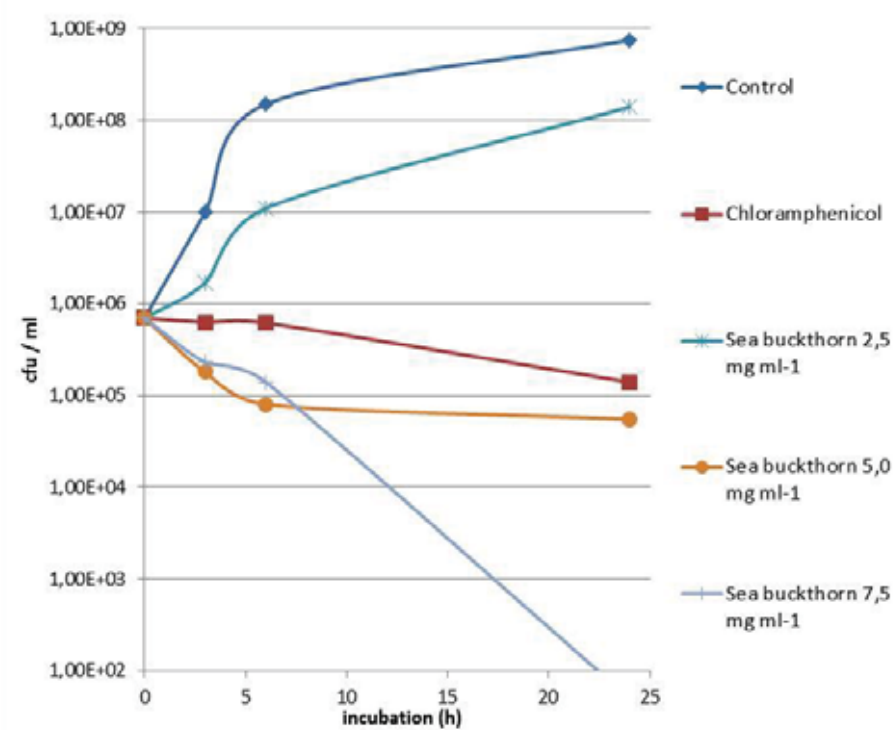
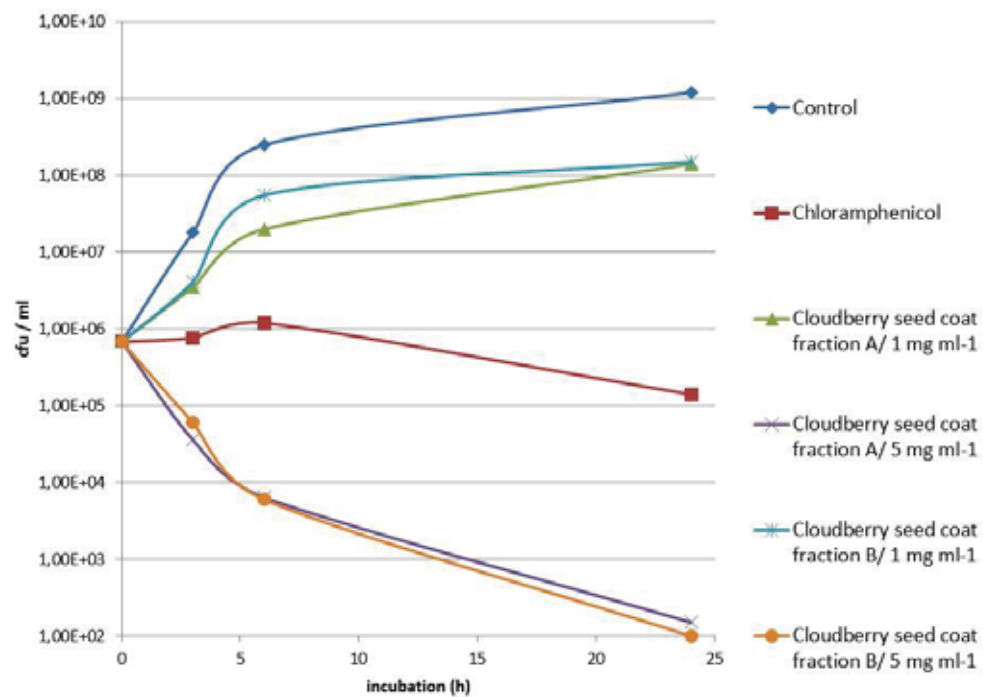
Marjakakku kuivataan, jauhetaan ja seulotaan erikokoisten seulojen läpi: hedelmäliha, kuoret, siemenet, hieno ja karkea siemenfraktio

Siemenkuoressa on paljon mikrobien kasvua estäviä yhdisteitä



- Ei toksisia liuottimia tai prosesseja
- Vesiliukoisia
- Monivaikuttisia (antimikrobinen, antioksidatiivinen, anti-inflammatorinen)

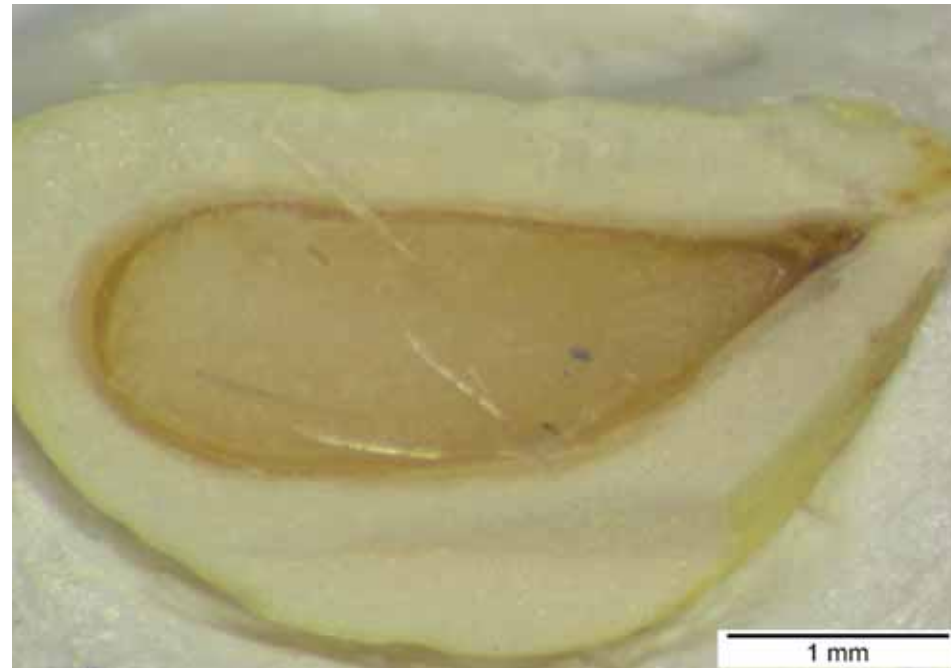
Lakan ja tyrnin siemenkuorijauheen antimikrobinen teho *Staphylococcus aureus* –bakteeria vastaan



Ruusunmarjat ja siemenet



Ruusunmarjan siemenet





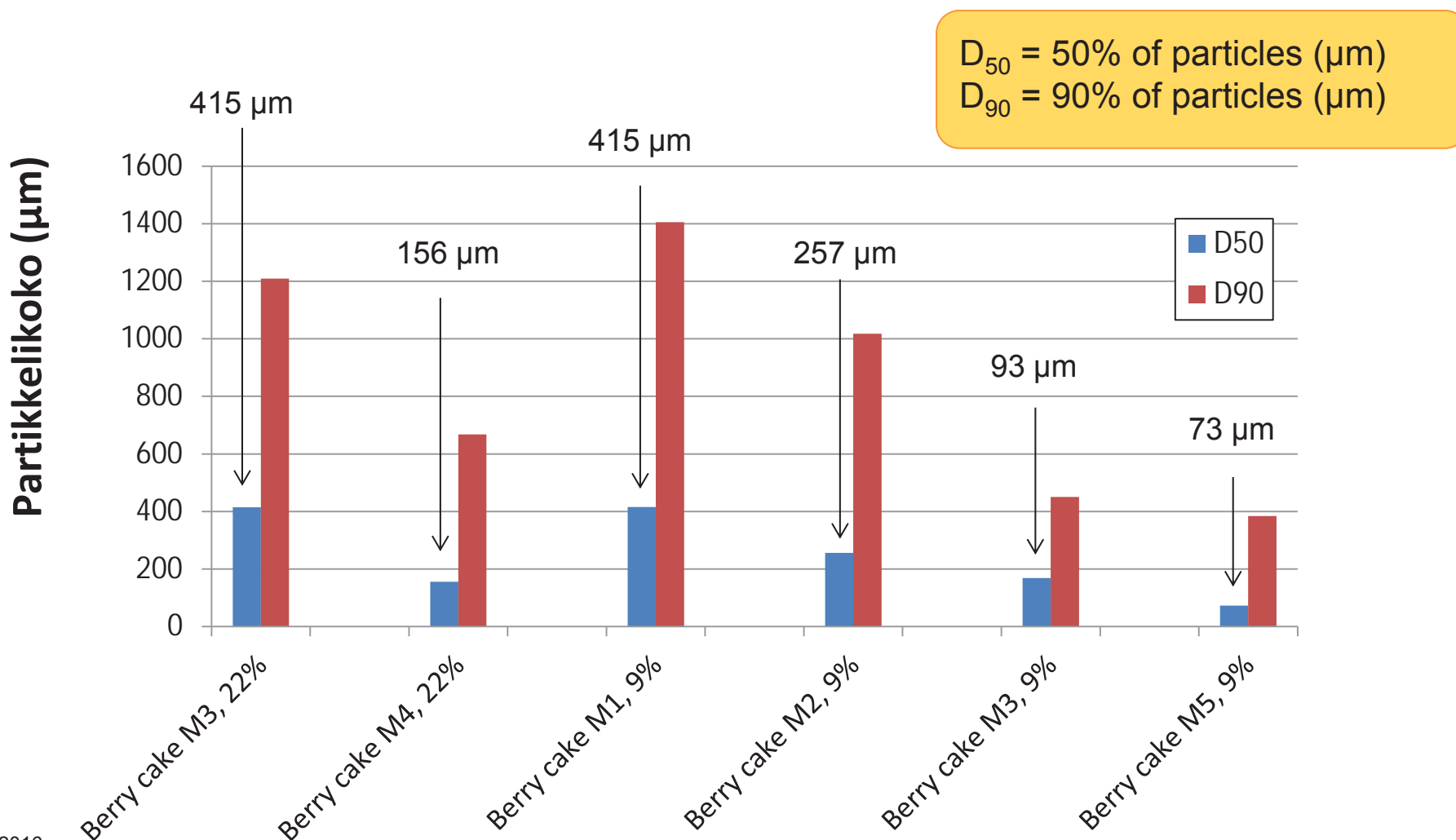
Märkäjauhatusteknologia

Photo Jouko Lehmuskallio

Märkäjauhatus Masuko -Supermass Colloider-laitteella



Marjapuristekakku voidaan jauhaa hyvin pieneen partikkelikokoon märkäjauhatuksella (22 ja 9 % kuiva-ainepitoisuus)



Esimerkituotteita, joissa on märkäjauhettua mustikkakakkua

Leivonnaisia, joissa mustikkaa ja suklaata

- ✦ Kaikki marjaraaka-aine on puristekakkua (6%)
- ✦ >6% kuitua



Muffinsit, joissa mustikkaraitoja

- ✦ Kaikki marjaraaka-aine on puristekakkua (10%)
- ✦ >7% kuitua



Marjanauhat

- ✦ Sisältävät marjaa (mustikka, mansikka, omena), vesi, sokeri ja tärkkelys → kuivattuna sopivaan koostumukseen
- ✦ 1/3 marjaraaka-aineesta puristekakkua



Märkäjauhetusta mustikkakakusta tehtyä jäätelöä



Kuva: Paula Bergqvist



*Marjojen bioprosessointi entsyymien
ja fermentaation avulla*



Kuva: Jouko Lehmuskallio

Aromia ja terveyttä Pohjolan marjoista – **Miksi bioprosessointi?**

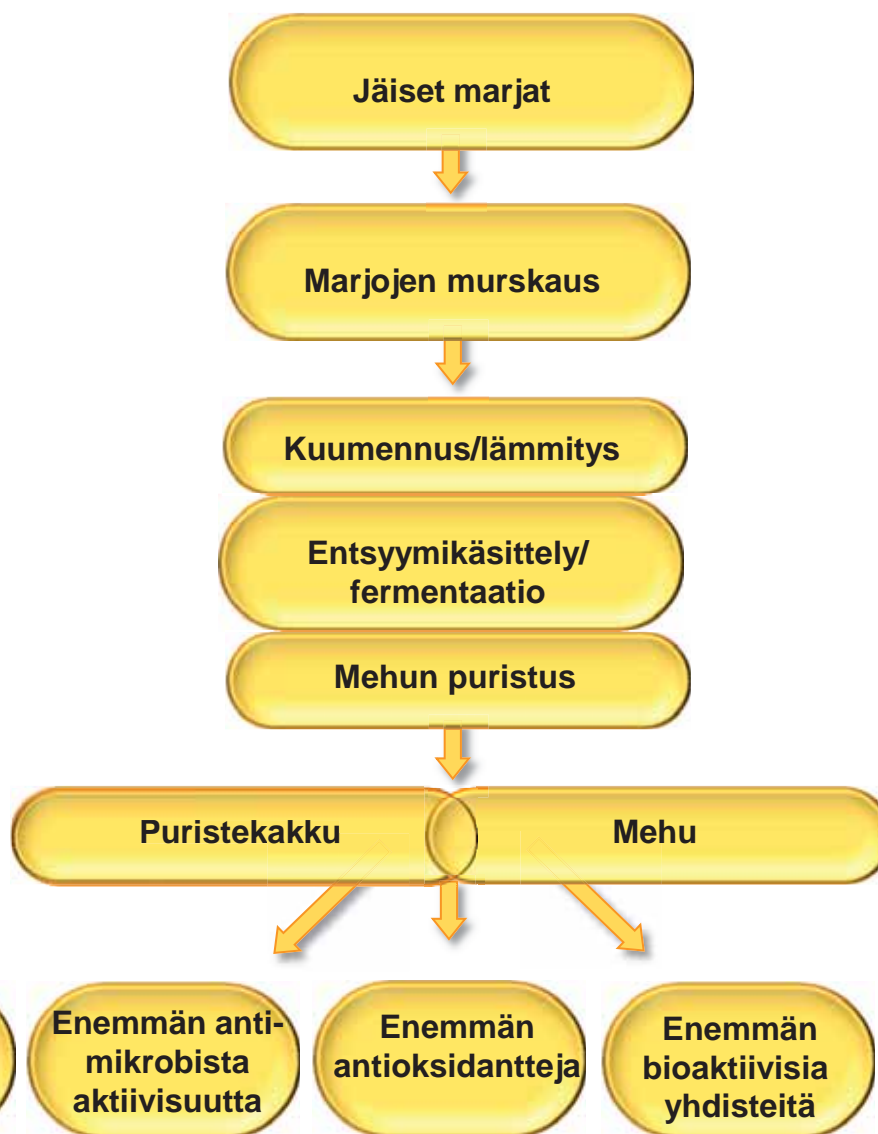
- Bioprosessoinnilla entsyymien tai fermentaation avulla voidaan muokata marjaraaka-ainetta hyvin kokonaisvaltaisesti, sen rakennetta, makua, väriä, säilytysaikaa ja voidaan myös vapauttaa bioaktiivisia yhdisteitä marjaraaka-aineesta.

Hyödyt

- Uudenlaisia tuotteita ja ainesosia elintarvike- ja kosmetiikkateollisuudelle
- Enemmän bioaktiivisia yhdisteitä (antioksidantteja ja haittamikrobien kasvua estäviä aineita) ja enemmän mehua
- Uudenlaisia bioaktiivisia yhdisteitä
- Lisää aromia, voimakkaampi väri, pitempi säilytysaika



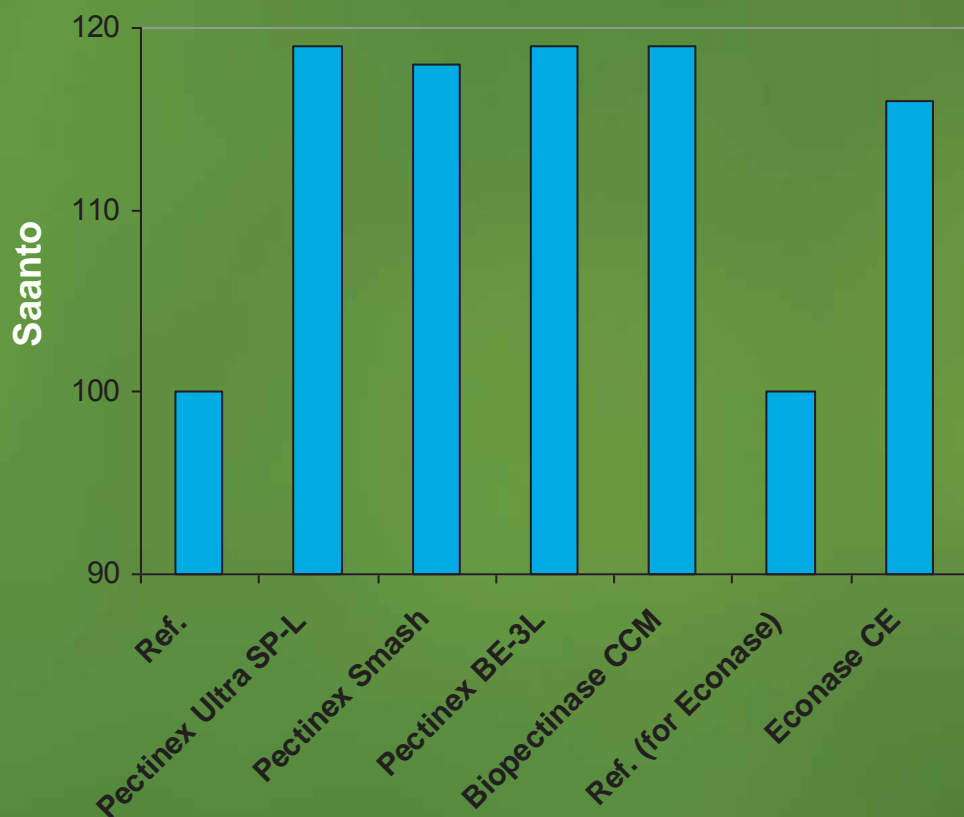
Marjojen bioprosessointi entsyymien tai fermentaation avulla



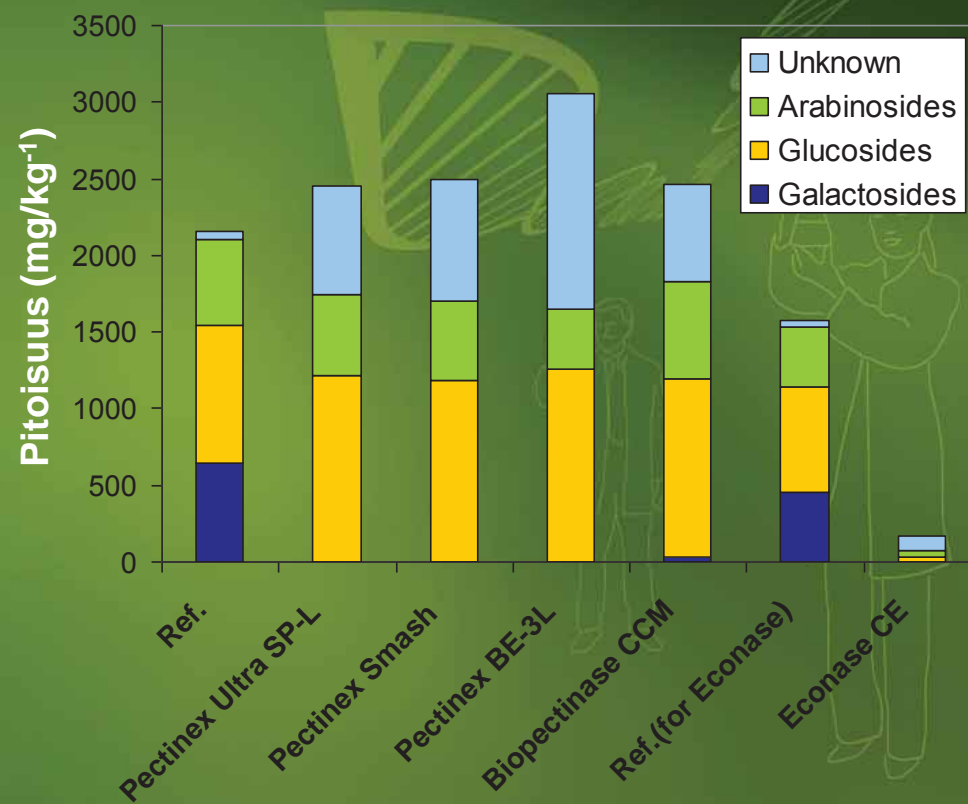
- ✦ Marjaraaka-aineen kokonaisvaltainen muokkaus
- ✦ Soveltuu erilaisille marjoille
- ✦ Soluseinää hajottavat entsyymit
- ✦ LAB ja hiivat
- ✦ Prosessit ylöskaalattu

Mustikan entsyymättinen mehunpuristus

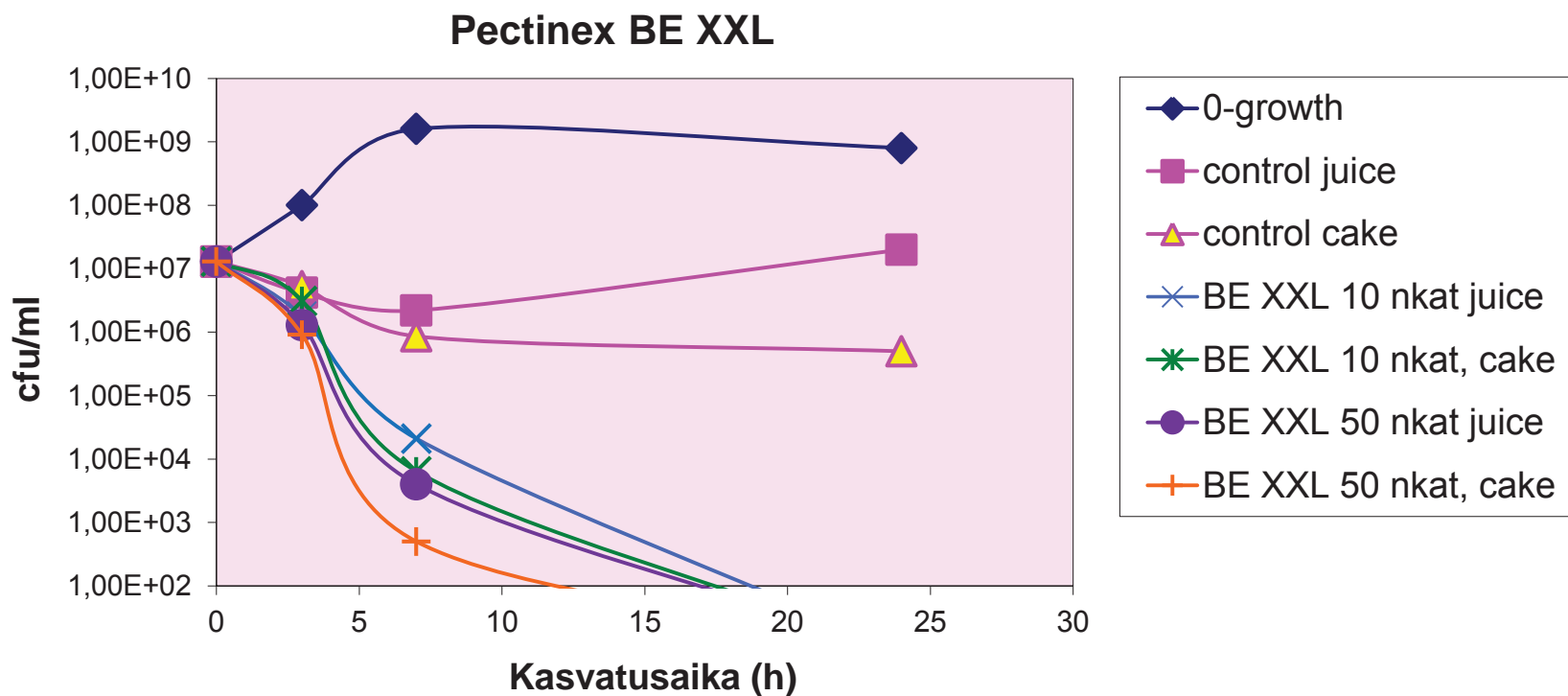
Mehusaanto



Antosyaaniglykosidien jakaantuminen mustikkamehussa



Pectinex BE XXL –entsyymikäsittelyn vaikutus *Salmonella*- bakteeriin

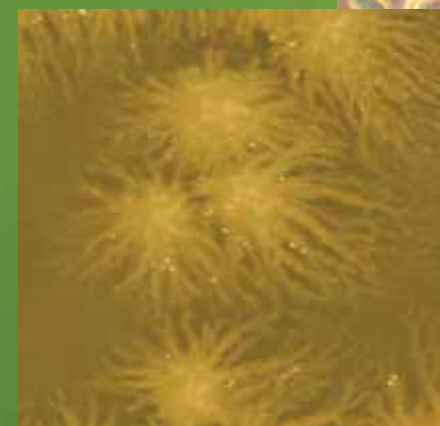
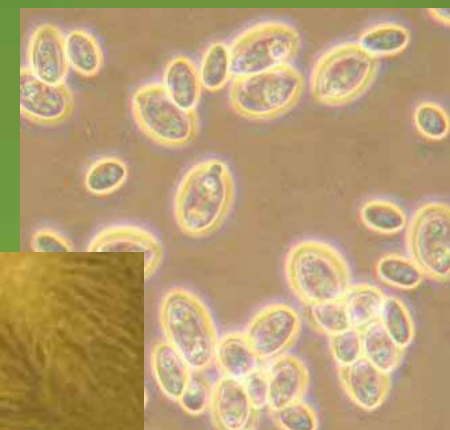


VTT: mikrobikantakokoelmat

VTT:n mikrobikantakokoelmassa (VTTCC) on noin 6500 mikrobikantaa ja kasvisolulinjaa, jotka kattavat yli 800 bakteerilajia, jotka edustavat 225 sukua, yli 600 sienilajia, jotka edustavat 255 sukua, ja vuodesta 2014 lähtien myös noin 50 kasvisolulinjaa. Monet kannat ovat ainutlaatuisia ja saatavilla ainoastaan VTT:n kantakokoelmasta.

Yli 200 maitohappobakteerilajia:

- ✦ *Lactobacillus acidophilus*
- ✦ *Lactobacillus buchneri*
- ✦ *Lactobacillus brevis*
- ✦ *Lactobacillus casei*
- ✦ *Lactobacillus delbrueckii*
- ✦ *Lactobacillus fermentum*
- ✦ *Lactobacillus reuteri*
- ✦ *Lactobacillus paracasei*
- ✦ *Lactobacillus plantarum*





Contents lists available at [ScienceDirect](#)

Food Chemistry

journal homepage: www.elsevier.com/locate/foodchem



Relation of sensory perception with chemical composition of bioprocessed lingonberry



Kaarina Viljanen, Raija-Liisa Heiniö, Riikka Juvonen, Tuija Kössö, Riitta Puupponen-Pimiä *

VTT Technical Research Centre of Finland, P.O. Box 1000, FI-02044 VTT, Finland

- ✦ Entsyymikäsittely vähentää puolukan hapanta makua
- ✦ Puolukan fermentaatio lisää luontaisen säilöntäaineen, bentsoehapon, määrää

Bioprosessointi pilot-mittakaavan bioreaktoreissa



- ✦ Kapasiteetti noin 15 L
- ✦ 4 lead-ins for sensors, two gas connections
- ✦ Kolmilapainen sekoittaja
- ✦ Säädettävä lämpötila, kasvatusaika, kaasufaasi ja sekoitusnopeus



- ✦ Entsyymireaktoreiden kapasiteetit 2 x 1 L ja 1 x 10 L
- ✦ Ohjelmoitava sekoituksen ja lämpötilan säätö
- ✦ Tiedon taltiointi



HAFICO High Pressure Tincture Press HP 5 H: Hydraulisesti toimiva korkeapainainen Hydraulic operated high-pressure tincture press for Noin 5 L täyttötilavuus .



Marjojen soluviljelmät kosmetiikassa



Photo Jouko Lehmuskallio

Ainutlaatuinen kokoelma marjojen soluviljelmiä



1. Marjakasvi Suomen luonnosta



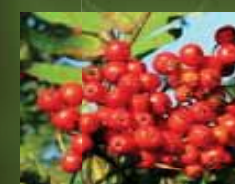
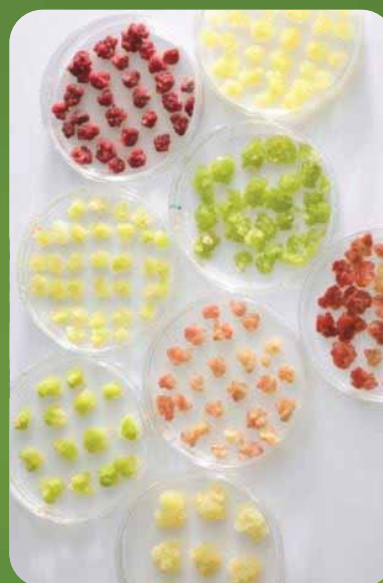
2. Pieni osa kasvia + hormonit
→ erilaistumaton haavasolukko eli kallus



3. Kallussolukon valinta ja optimointi (kestää noin vuoden)



5. Suspensioviljelmien aloitus



Marjojen soluviljelytekniologia

Jotkin marjalajit ovat uhanalaisia ja yhä harvinaisempia luonnossamme. Biotekniikka tarjoaa mahdollisuuden hyödyntää näitä lajeja luontoystävällisellä tavalla.



- ✦ Ei ilmastovaikutuksia, ympärivuotinen tuotto
- ✦ Saanto ja laatu eivät juurikaan muutu
- ✦ Ei sairauksia tai kasvituholaisia
- ✦ Ei maatalouskemikaaleja
- ✦ Tuotteen puhdistus ja talteenotto helppo

- ✦ Erilaistumattomia, totipotentteja soluja, ”kantasoluja”
- ✦ Koko marjakasvin biosynteesikapasiteetin hyödyntäminen
- ✦ Mahdollisuus tuottaa uusia yhdisteitä

Marjojen soluviljelmien tutkiminen

Teknologiat

- ✦ Soluviljelmien aloitus
- ✦ Kasvatus olosuhteet
- ✦ Kemiallinen karakterisointi
- ✦ Bioaktiivisuuksien arviointi
- ✦ Ylösskaalaus teollisuuden tarpeisiin
- ✦ Uuttoteknologia
- ✦ Viljelmien kryösäilöntä



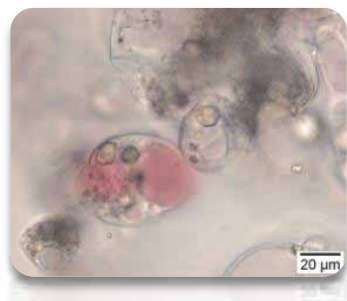
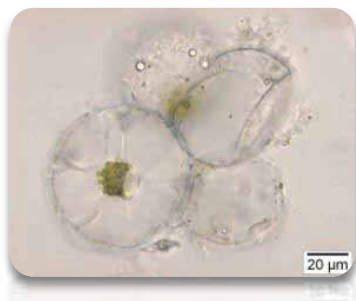
Soluviljelytuotteet

- ✦ Solut & solu-uutteet
- ✦ Bioaktiiviset yhdisteet
- ✦ Aromiyhdisteet
- ✦ Pigmentit, väriaineet
- ✦ Primääriaineen-vaihduntatuotteet
 - ✦ rasvat, proteiinit
- ✦ Sekundääriaineen-vaihduntatuotteet
 - ✦ Fenolihdisteet





Teollisuuden käyttämiä valmistusaineita

- ✦ Kosmetiikassa
- ✦ Lääkkeissä
- ✦ Hygieniatuotteissa
- ✦ Elintarvikkeissa
- ✦ Rehuissa
- ✦ Jne ...



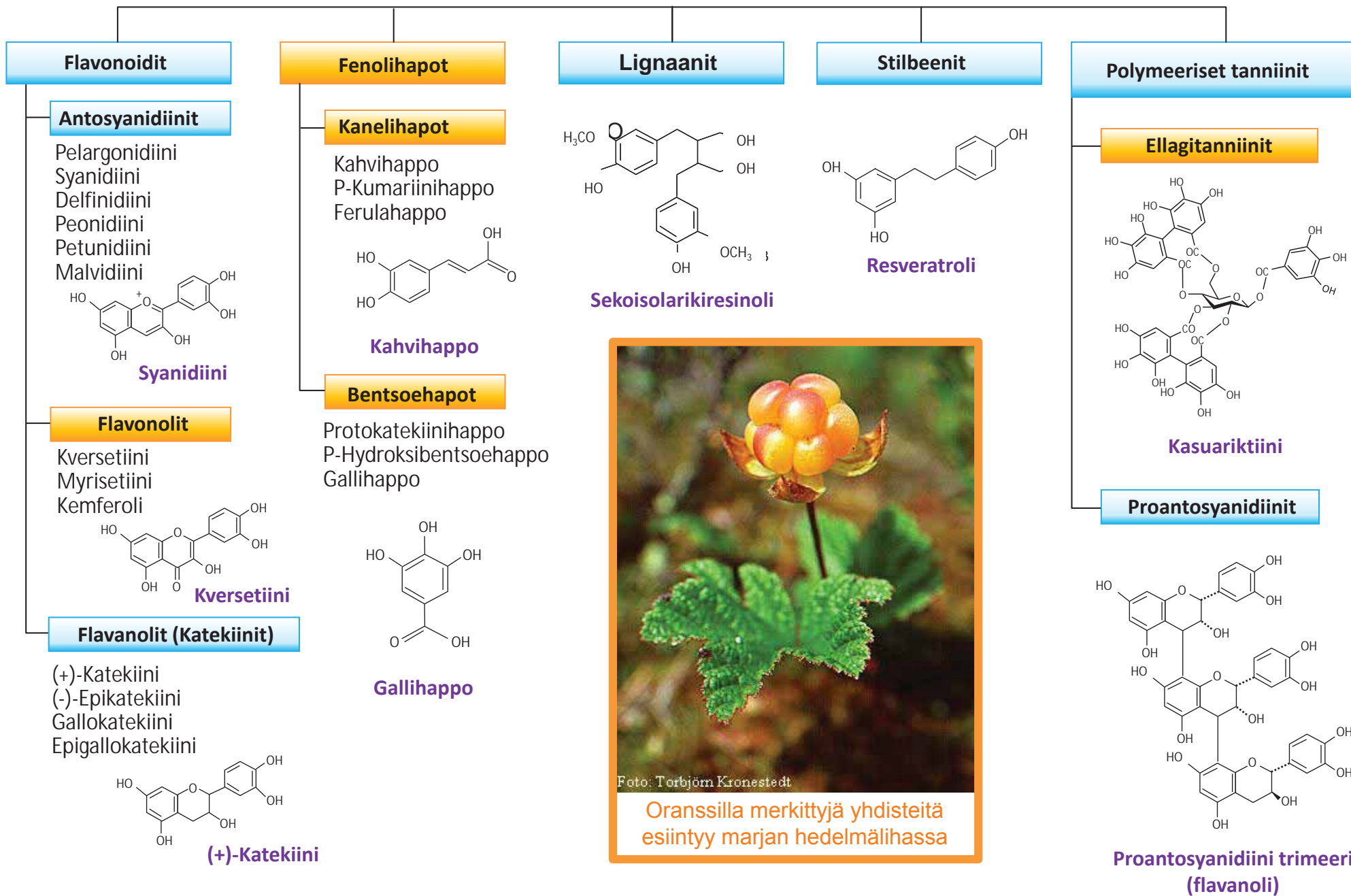
Kemiallinen karakterisointi

Analyysi (g / 100 g kp)	 Marja	 Solu- viljelmä
Proteiini	9	38
Lipidit	3,1 - 5,6	2,9
Monosakkaridit	nd	24
Ravintokuitu	~ 40	~ 20
C vitamiini	~ 0,4 - 0,6	~ 0,1
Fenoliyhdisteet	1,5 - 3	0,2 - 1
Antioksidanttiaktiivisuus (DPPH)	100	492

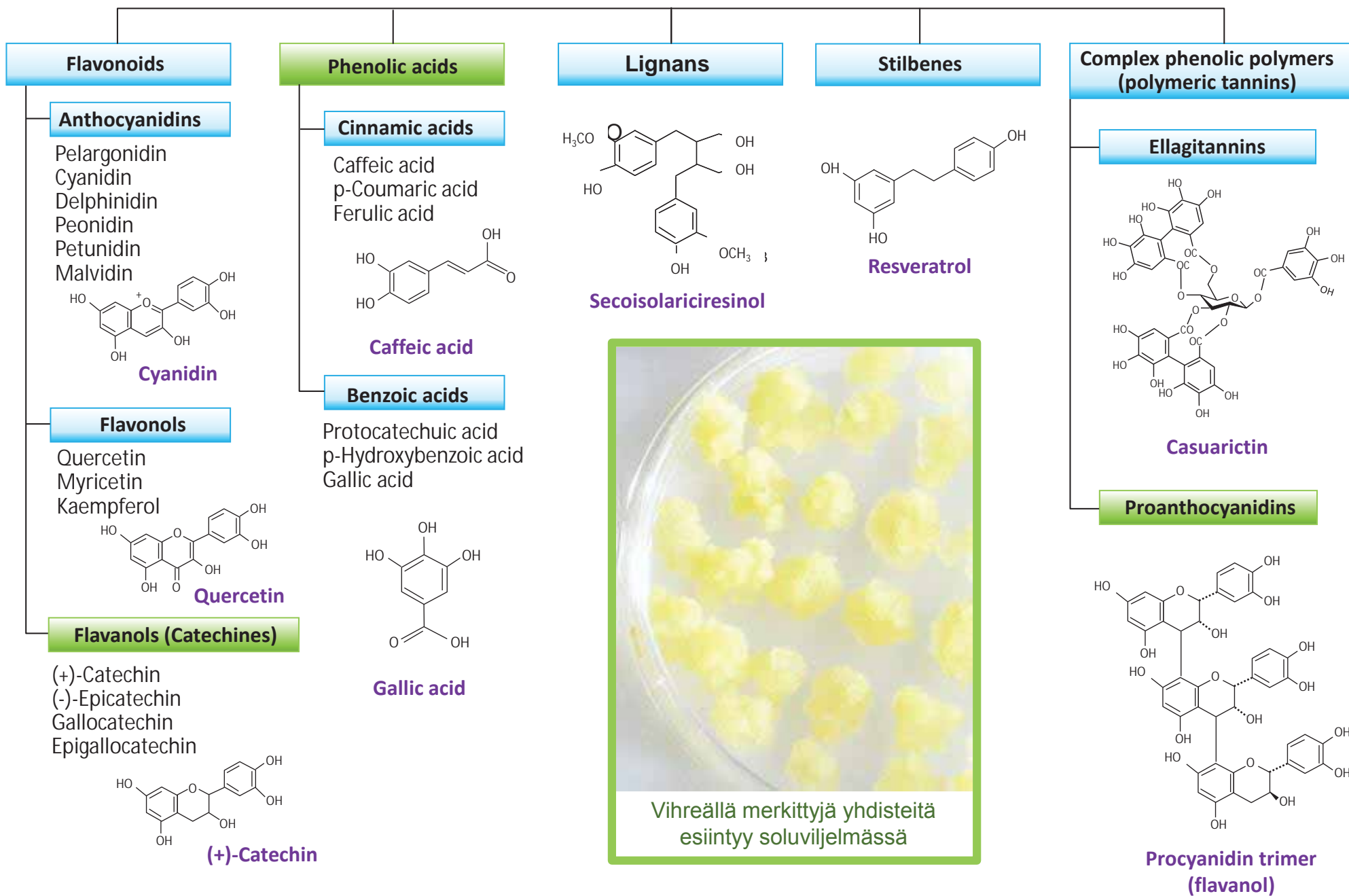
Lakan soluviljelmän ominaisuuksia

- ✦ Mineraalit (korkea tuhka-
pitoisuus)
- ✦ **Proteinit**
- ✦ **Rasvahapot**
- ✦ Kuidut
- ✦ **Flavanolit** 10 x
enemmän kuin marjassa

Lakkamarjan fenoliyhdisteet



Lakan soluviljelmän fenoliyhdisteet



Lakkasolukon tuoton ylösskaalaus ja tuotto bioreaktoreissa



300 L teräksinen bioreaktori



Suodatus ja pesu



Pakkaskuivaus



2 – 50 L kertakäyttöinen Wave-tyyppinen bioreaktori



Kallusviljelmä kasvatusmaljoilla

Raaka-aine lopputuotteeseen



Marjatutkimus VTT:llä



- ✓ **Kaisa Poutanen** (terveysvaikutukset prosessointi)
- ✓ **Riitta Puupponen-Pimiä** (bioaktiivisuudet, soluviljelmät, fraktiointi)
- ✓ **Heiko Rischer** (soluviljelmät, aineenvaihdunnan muokkaus)
- ✓ **Liisa Nohynek** (antimikrobisuus, soluviljelmät)
- ✓ **Anna-Marja Aura** (aineenvaihdunta, suolistomallit)
- ✓ **Kaisu Honkapää** (bioprosessointi)
- ✓ **Panu Lahtinen** (märkäjauhatus)
- ✓ **Raija-Liisa Heiniö** (aistinvarainen arviointi)
- ✓ **Emilia Nordlund** (entsymaattinen prosessointi)
- ✓ **Veera Virtanen** (liiketoiminnan kehitys)
- ✓ **Kirsi-Marja Oksman-Caldentey** (tutkimuksen johto, biotekniikka)

Kiitos!