

# ÄLYÄ LUONNOSTA

**Uutteista suoja-aineita tekstiilimateriaaleihin vihreän kemian menetelmillä**

LUONNONTUOTEALAN TUTKIMUSSEMINAARI  
- Tutkimustiedolla ekosysteemipalveluille  
arvonlisää  
8.11.2022 Mikkeli

Susan Kunnas, FT, tutkija  
Luonnonvarakeskus





**Luonnon älykäs suojausmekanismi**





# **Tekstiilien pitkät kuljetusmatkat**



A top-down photograph of a group of people sitting on a grassy field. Their hands and feet are arranged in a circle, touching the grass. Many of the hands have bright green nail polish. The people are wearing various accessories like bracelets and a wristband. A green rectangular box with the word "Innovaatio" in white, bold, sans-serif font is centered over the image.

**Innovaatio**





ARKTISET  
KASVIT &  
LUONNON-  
TUOTEALAN  
YRITYKSET



VIHREÄ KEMIA,  
LABORATORIO-  
ANALYYSIT &  
MATERIAALI-  
TESTAUS



TEKSTIILI- &  
VAATETUSALAN  
YRITYKSET,  
DESIGN & TAIDE



YMPÄRISTÖ-  
VAIKUTUKSET,  
LAATU,  
PALVELU-  
MUOTOILU &  
TKI



**F.BAD II –PROJEKTIN TAVOITE:**  
**ÄLYTEKSTIILITUOTEPROTOTYYPIT, JOIDEN TOIMIVUUS, TURVALLISUUS JA**  
**TUOTANTOPROSESSIN ALUSTAVAT YMPÄRISTÖVAIKUTUKSET ON TUTKITTU**



# POHJOISEN KASVIT

Esim. keruukasvi suopursu



viljelty väinönputki



- 
- 1) ESIKÄSITTELY
  - 2) UUTOT (SC - CO<sub>2</sub>)
  - 3) UUTEANALYYSIT & TEKSTIILITESTAUKSET

- 
- 4) MIKROKAPSELOINTI  
TAI MUUT TEKNIIKAT
  - 5) KIINNITYS TEKSTILIIN
  - 6) MATERIAALITESTAUKSET



MYRKYTTÖMÄT &  
ANTIMIKROBISET  
HYÖNTEISKARKOTETEKSTIILIT

Leverage from  
the EU  
2014–2020



Future  
Bio-Arctic



Future  
Bio-Arctic



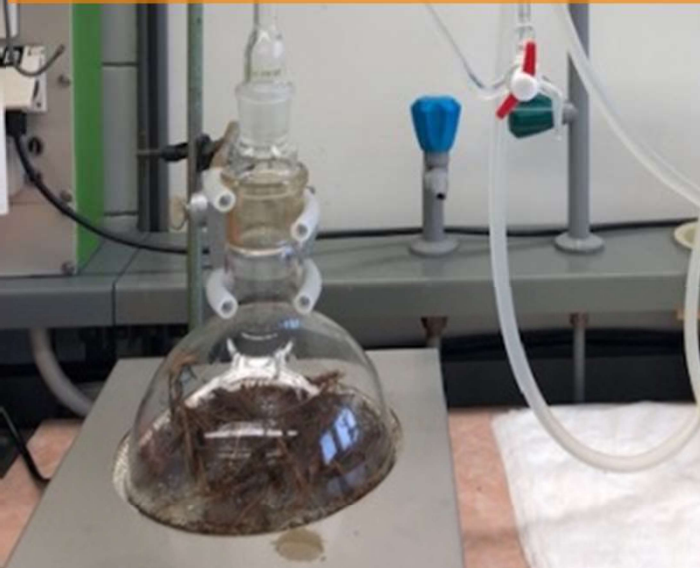
Future  
Bio-Arctic Design II

  
**Luke**  
NATURAL RESOURCES  
INSTITUTE FINLAND



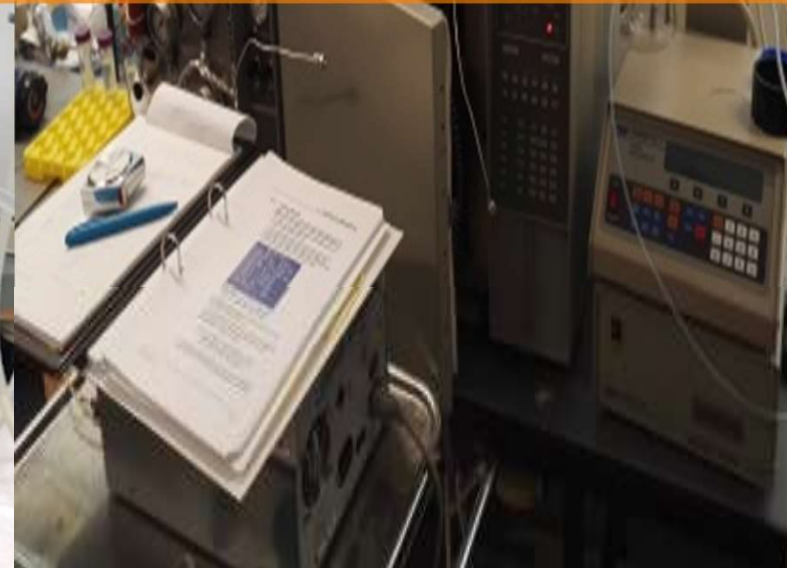
## VESIHÖYRYTISLATUT ETEERISET ÖLJYT

- Saannot n. 1-2 m-% ilmakeiväiselle raaka-aineelle
- Haihtuvat yhdisteet pääkomponentteina
- Antimikrobiset vaikutukset laajakirjoiset, mutta uutepesifiset



## scCO<sub>2</sub>-UUTTEET LABORATORIOMITTAKAAVA

- Saannot noin 2 m-% väinönputken juurella ja noin 9 m-% suopursulla (varret + lehdet)
- Haihtuvien yhdisteiden määrä huomattavasti pienempi kuin tisleillä
- Antimikrobiset vaikutukset uutepesifisiä



## scCO<sub>2</sub>-UUTTEET PILOTTIMITTAKAAVA

- Saannot suuremmat kuin laboratoriomittakaavassa
- Haihtuvien yhdisteiden määrä vastaavasti kuin laboratoriomittakaavassa
- Antimikrobiset vaikutukset vastaavasti kuin lab. mittakaavassa





# Tisleiden ja uutteen pääkomponentit (GC-MS)



## VESIHÖYRYTISLAUS – ETEERISET ÖLJYT

### Väinönputken juuri:

Monoterpeenit  $\alpha$ - &  $\beta$ -felandreenit (268 mg/g & 208 mg/g),  $\alpha$ -pineeni (111 mg/g), sabineeni (87 mg/g), p-symeeni (84 mg/g), 3-kareeni (74 mg/g) and D-limoneeni (46 mg/g)

### Suopursu (lehdet ja varret):

Palustroli (491 mg/g),  $\beta$ -myrseeni (399 mg/g) ja ledoli (202 mg/g)

## scCO<sub>2</sub>-uutteet

### Väinönputken juuri:

Kumariini ostholi (11 mg/g)

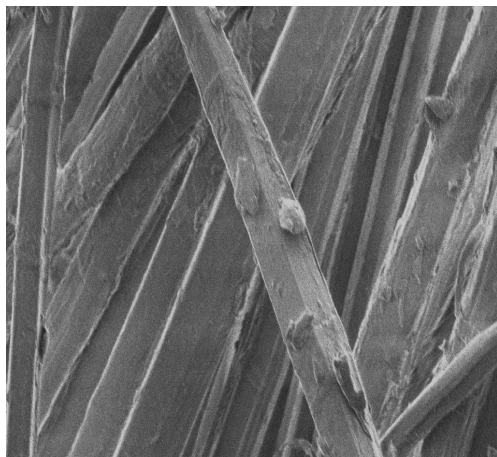
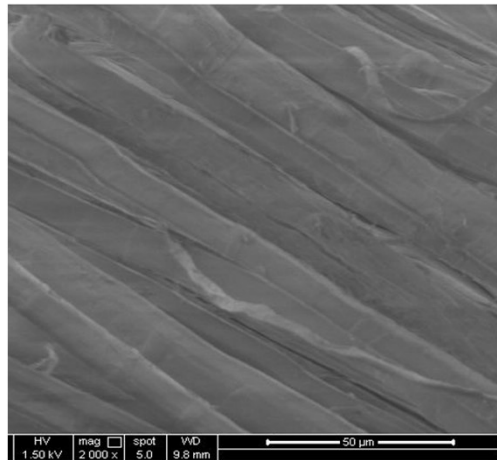
### Suopursu (lehdet ja varret):

Palustroli (251 mg/g) ja ledoli (178 mg/g)

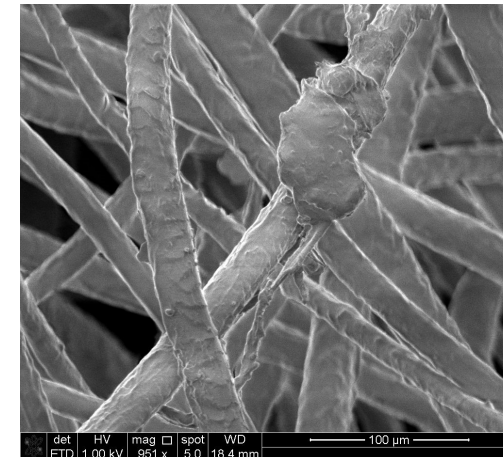
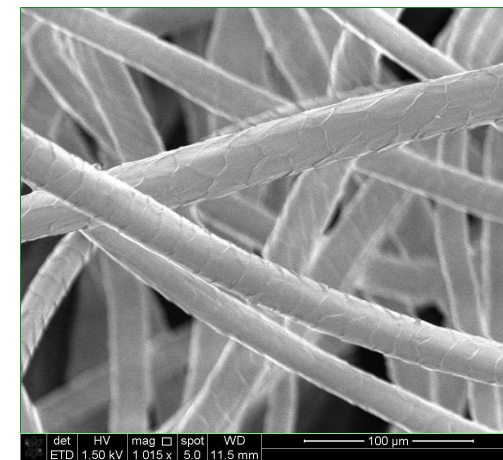
Korpinen, R. I., Välimaa, A.-L., Liimatainen, J. & Kunas, S. 2021. Essential Oils and Supercritical CO<sub>2</sub> Extracts of Arctic Angelica (*Angelica archangelica* L.), Marsh Labrador Tea (*Rhododendron tomentosum*) and Common Tansy (*Tanacetum vulgare*) – Chemical Compositions and Antimicrobial Activities. *Molecules* 26: 7121.



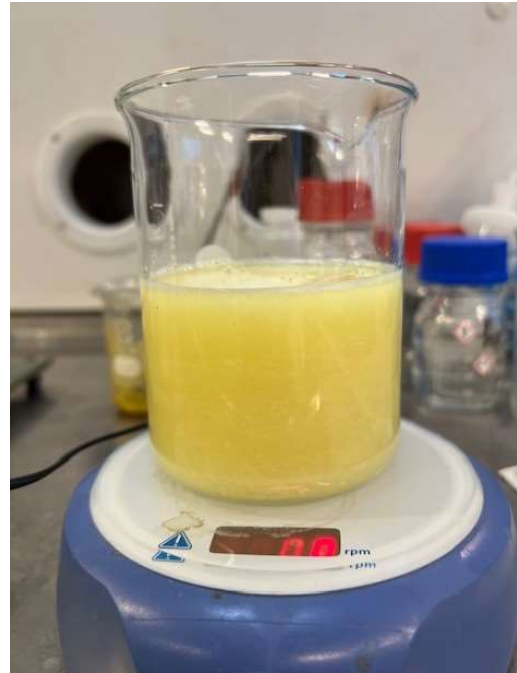
# UUTEMIKROKAPSELEIDEN KIINNITTÄMINEN



# UUTEIDEN KIINNITYS SIDOSAINEIDEN AVULLA







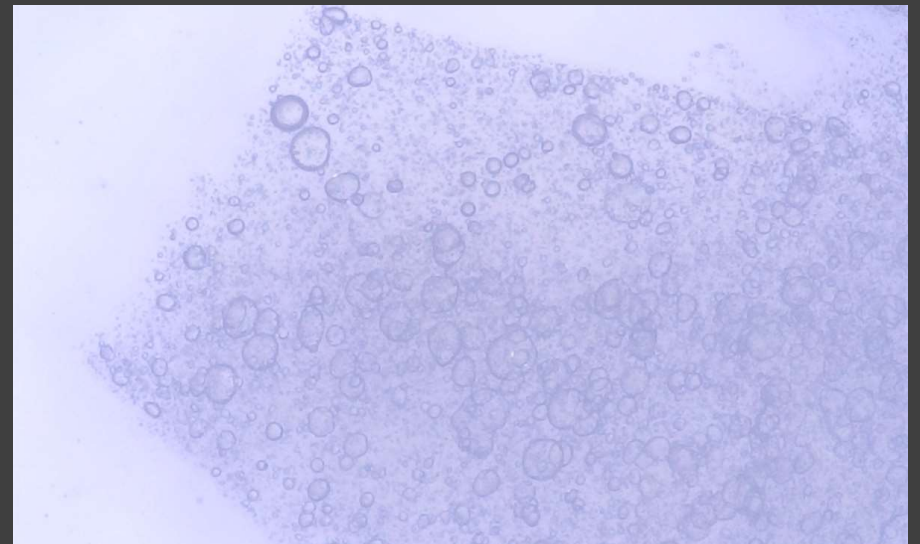
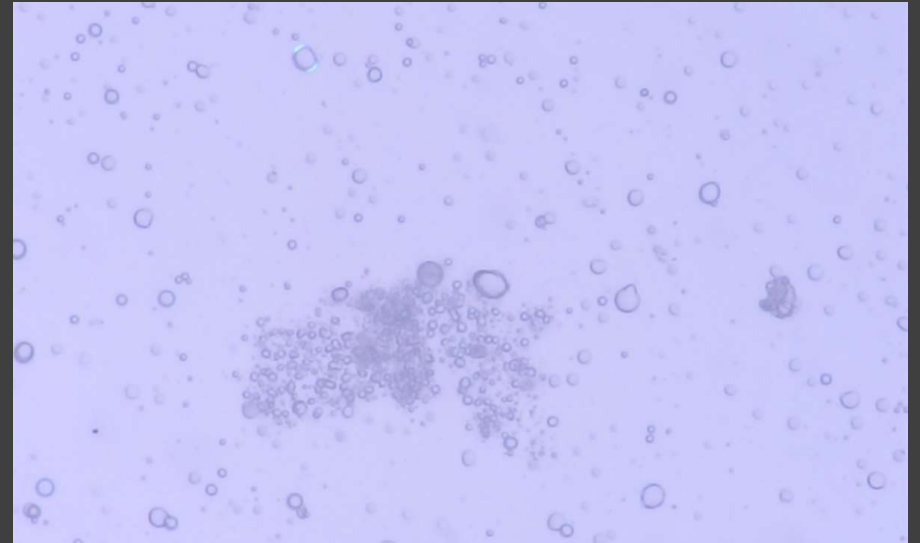
## Mikrokapselointi

- Kitosaaniliuokseen lisättiin surfaktanttina eli pinta-aktiivisena aineena Lutensol30:a. Liuosta sekoitettiin Ultra Turraxilla ja samalla lisättiin hitaasti väinönputken juuren scCO<sub>2</sub>-uutetta tai suopursun scCO<sub>2</sub>-uutosta saatua vahaa sekoitettuna parafiiniöljyyn. Emulsio kaadettiin pisarottain NaOH-liuokseen ja annettiin sekoittua magneettisekoittajalla. Näytteestä otettiin 0,5 ml:n näyte digitaalimikroskoopille, jossa havaittiin, että kapselit ovat oikean kokoisia (halkaisija < 50 µm, mikrokapselien halkaisija täytyy olla välillä 50 nm – 2mm) ja muotoisia (pyöreitä)
- Mikrokapselit suodatettiin ja huuhdeltiin iv-vedellä.



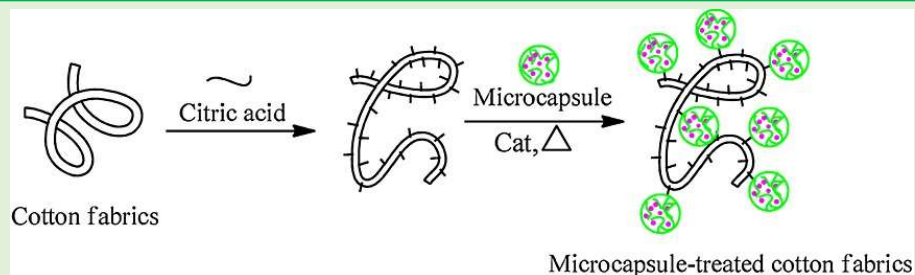
# Leica Olympus- digitaalimikroskooppikuvat mikrokapseleista

- SP- ja VP-  
kitosaanimikrokapselien  
keskimääräinen partikkelikoko  
alle 6  $\mu\text{m}$





# Mikrokapselien kiinnitys tekstiilimateriaaliin



Yang, Z., Zeng, Z., Xiao, Z. and Ji, H. (2014), Preparation and controllable release of chitosan/vanillin microcapsules and their application to cotton fabric. *Flavour Fragr. J.*, 29: 114-120. <https://doi.org/10.1002/ffj.3186>

Vesihauteessa:  
mikrokapselit vedessä

Osa näytteistä käytettiin  
uunissa 105°C:ssa 5 min

Sitruunahappohauteessa:  
mikrokapselit, sitruunahappo ja  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$

Osa näytteistä käytettiin  
uunissa 105°C:ssa 5 min

Tasokuivaus yön yli huoneilmassa.

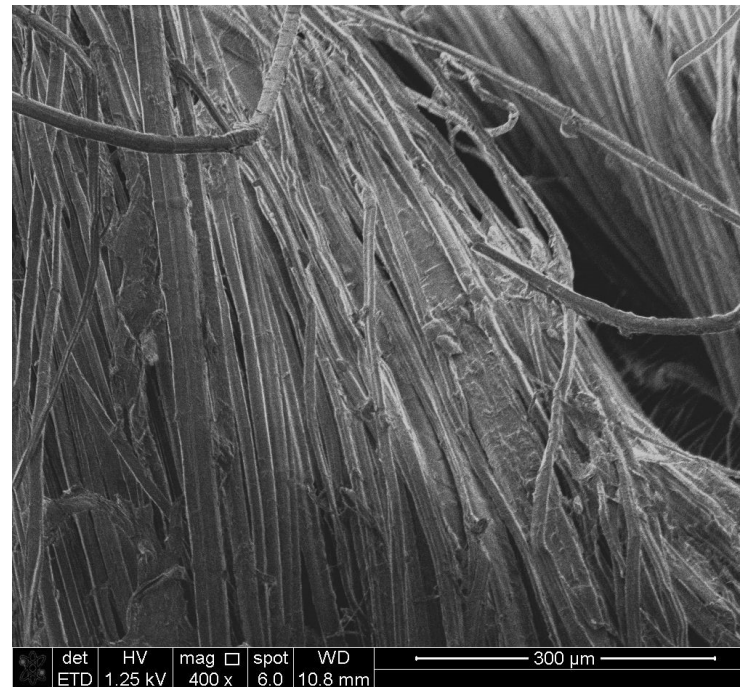
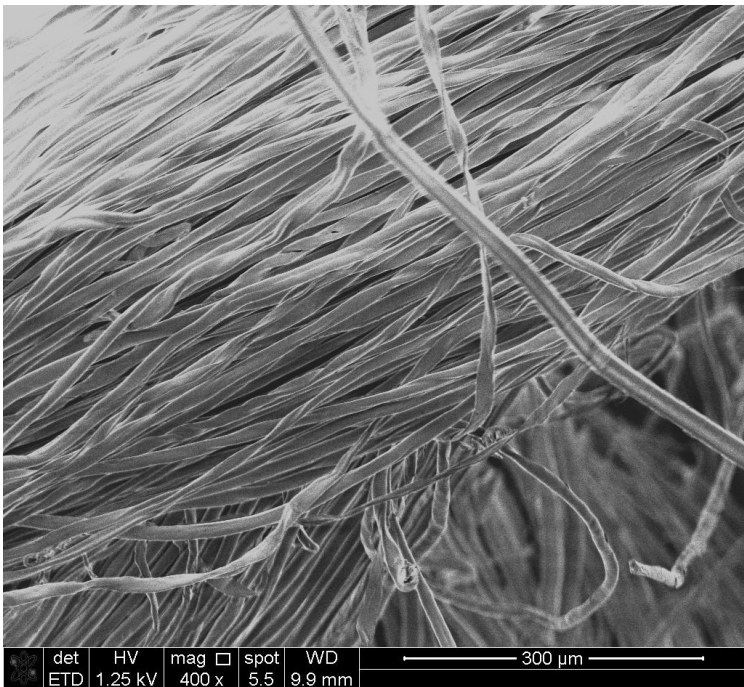
Pesu 2 x 300 ml:lla ionivaihdetulla vedellä 5 min sekoittaen.

Tasokuivaus yön yli huoneilmassa.



# Tekstiilinäytteiden kuvantaminen Lapin AMK:ssa

- Näytteet kuvattiin FEI Quanta Feg 450 -pyyhkäiselektronimikroskoopilla hiilestämättöminä erilaisilla suurennuksilla 1.25 kV kiihdytysjännitteellä, spottikoko 5.5.
- Näytteet jätettiin hiilestämättä, koska hiilipinnoite vääristää myöhemmin tehtäviä Raman-analyysejä.



Kuvat: Soile Sääsä, Lapin AMK

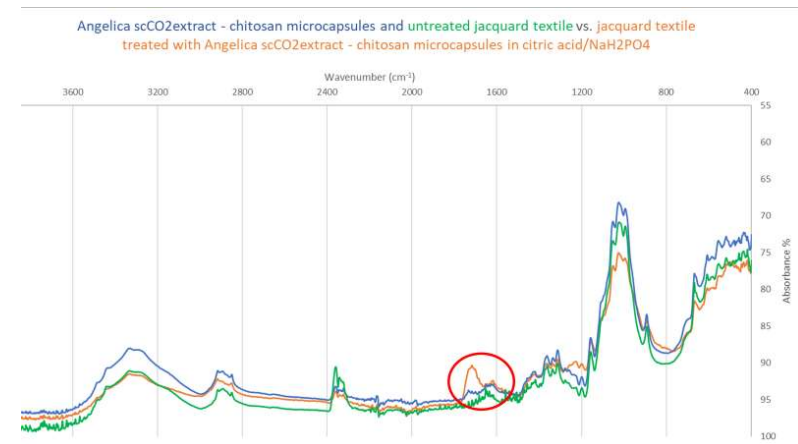


# ATR-FTIR-analyysit

(attenuated total reflectance-Fourier transform infrared)



- Mittaukset utteista, lähtöreagensseista, mikrokapseleista, tekstiileistä ennen ja jälkeen mikrokapselikäsittelyn (3 rinnakkaismittausta / näyte)
- Tuloksissa viitteitä kovalenttisen sidoksen syntymiseen mikrokapselin ja selluloosakuidun välillä sitruunahapon toimiessa linkkerinä





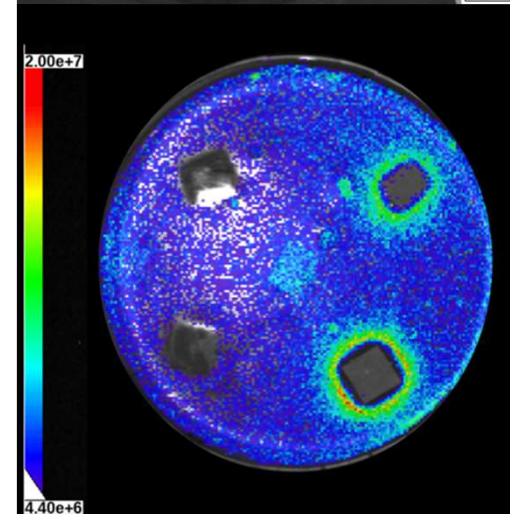
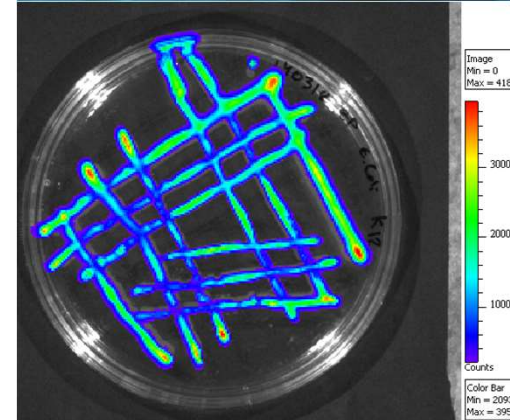
Kuvat: Tutkija Jenni Tienaho, Luke

# Bakteeribiosensorit

*E. coli* K12+pcGLS11    *S. aureus* RN4220 + pAT19

Geneettisesti manipuloitu tuottamaan jatkuvaa luminesenssivalosignaalia, jota voidaan seurata luminometrilla. Antibakteeristen aineiden läsnäolo heikentää valosignaalia annosvasteisesti.

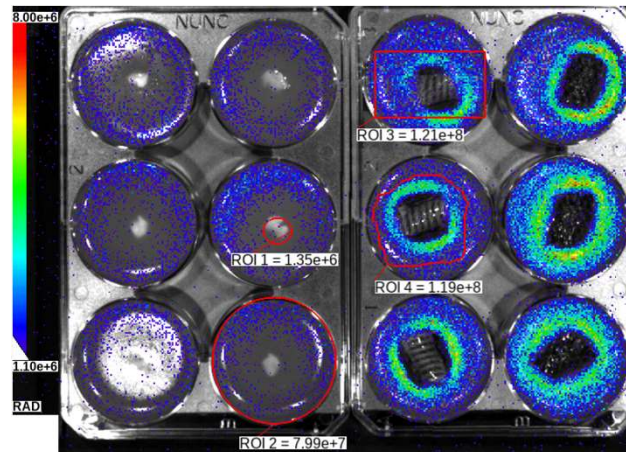
Kumpikin ensi kerran julkaistu: Vesterlund et al. (2004)



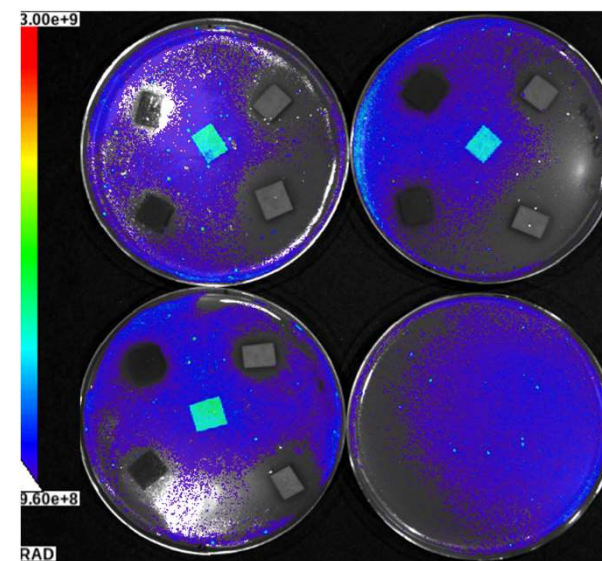
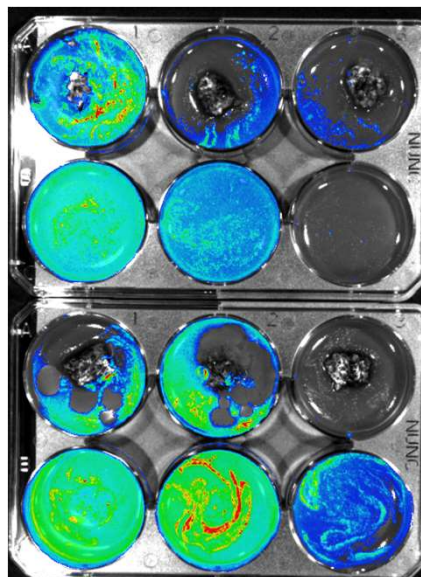


# Bakteeribiosensorit- kuvannusmenetelmä

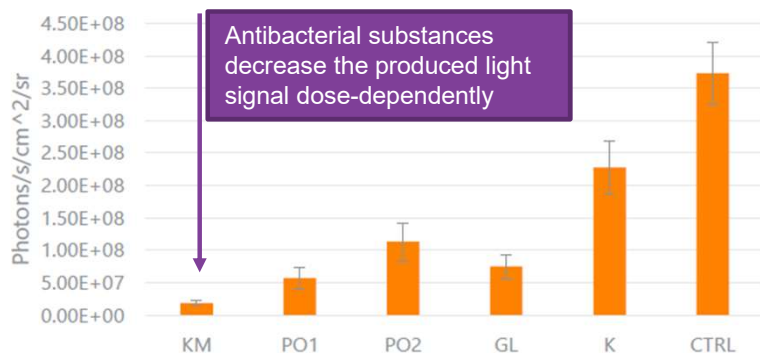
- Kuvannus tapahtuu Lago *in vivo* imaging laitteella Helsingin yliopiston tiloissa Meilahdessa
- Kaikenlaisia materiaaleja ja näytteitä voidaan kuvata, kunhan se onnistuu laittaa bakteerien kanssa samalle levylle.

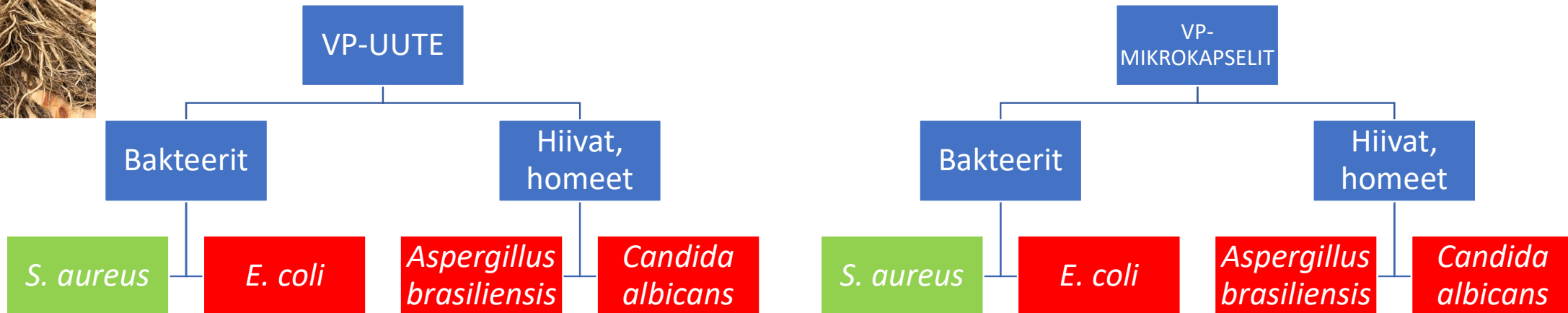
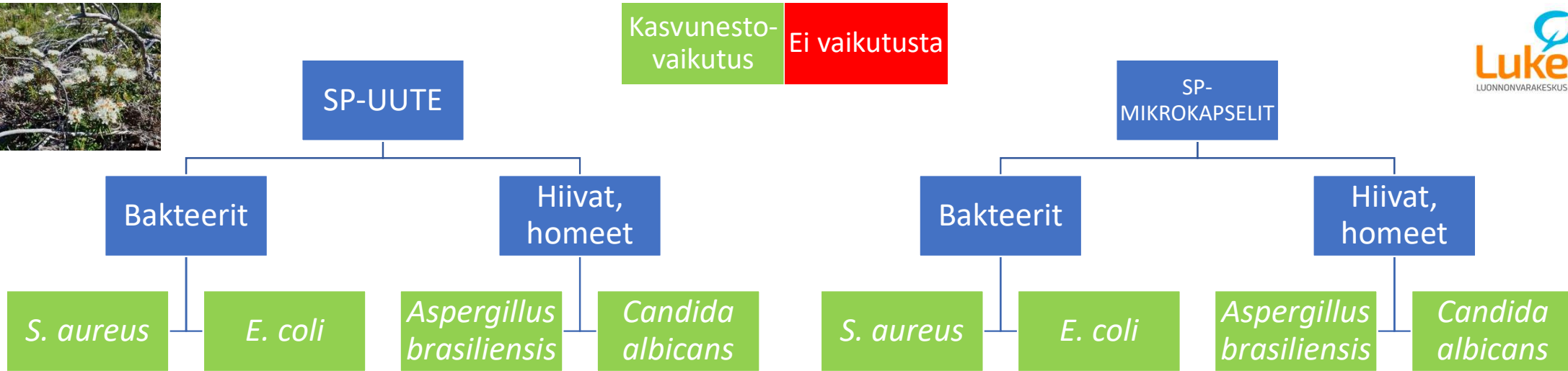


spectral  
instruments  
imaging



imageNum	label	Max Rad	Mean Rad	Min Rad	Sigma Rad
0	0	Photons/s/cm <sup>2</sup> /sr	Photons/s/cm <sup>2</sup> /sr	Photons/s/cm <sup>2</sup> /sr	Photons/s/cm <sup>2</sup> /sr
1	ROI 1	3.11e+9	1.09e+9	3.20e+8	2.19e+8
2	ROI 2	7.60e+8	2.43e+8	1.56e+7	5.05e+7
3	ROI 3	7.71e+8	1.84e+8	5.37e+6	9.16e+7

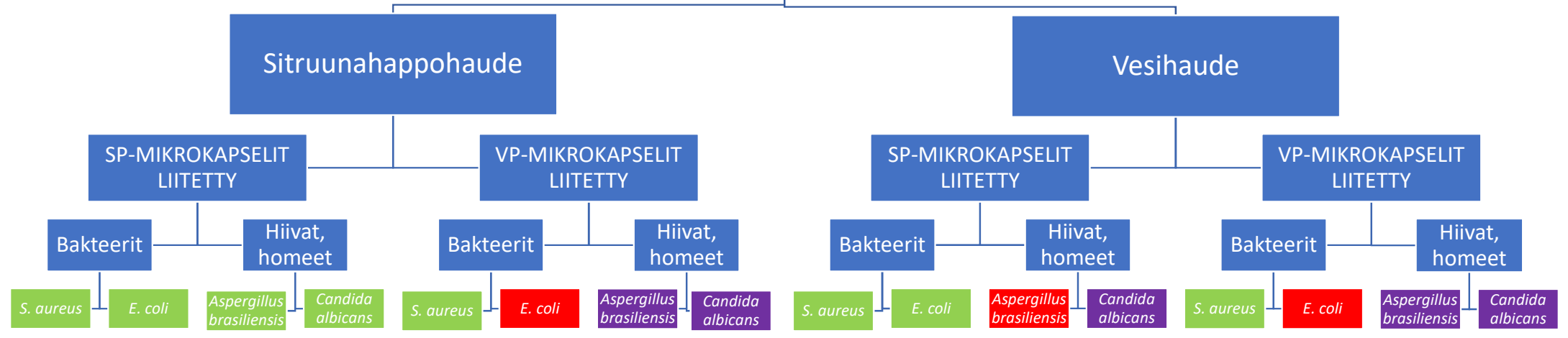






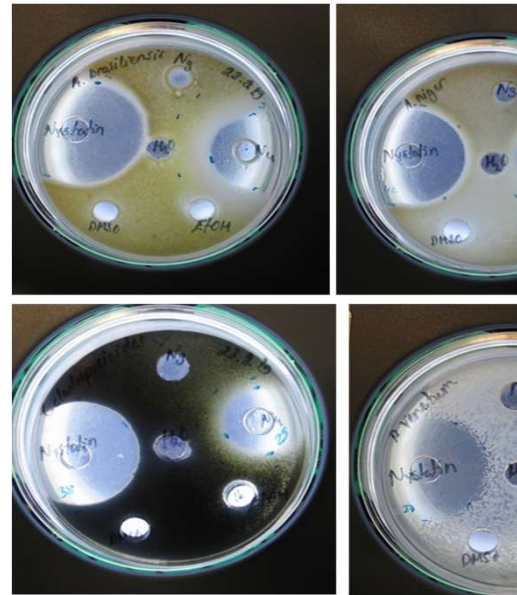
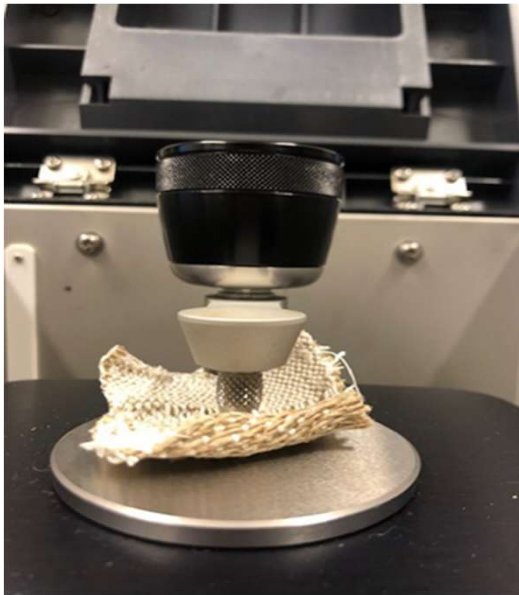


JACQUARD  
Pellava/puuvilla



# LABORATORIOANALYYSIT JA MATERIAALITESTAUKSET

- Mikroskopia ja kuvantaminen (esim. FESEM)
- Uutteiden kemiallinen koostumus, haihtuvat yhdisteet (esim. GC-MS)
- Antibakteeriset ja -fungaaliset ominaisuudet (valittuja bakteeri-, hiiva- ja homekantoja vastaan)
- Spektroskopia (esim. FTIR- ATR, Raman, väri)
- Pesukestävyystestit
- Haihtuvien yhdisteiden määrä ajan suhteen kiinteäfaasimikrouuttomenetelmällä yhdistettynä kaasukromatografimassaspektrometriin (SPME-GC-MS)
- UV-lämpötila-kosteus-vanhennustestit + murtovoima-venymätestit
- Toksisuustestaus (alustava)





A photograph of a wooden boardwalk path winding through a lush, green forest. The path is made of several parallel wooden planks, some of which are weathered and have small twigs or leaves on them. The surrounding vegetation is dense and vibrant, with various shades of green and some hints of autumnal colors. The lighting is bright, suggesting a sunny day. The word "KIITOS!" is overlaid in large, white, bold, sans-serif capital letters on the left side of the image.

**KIITOS!**