

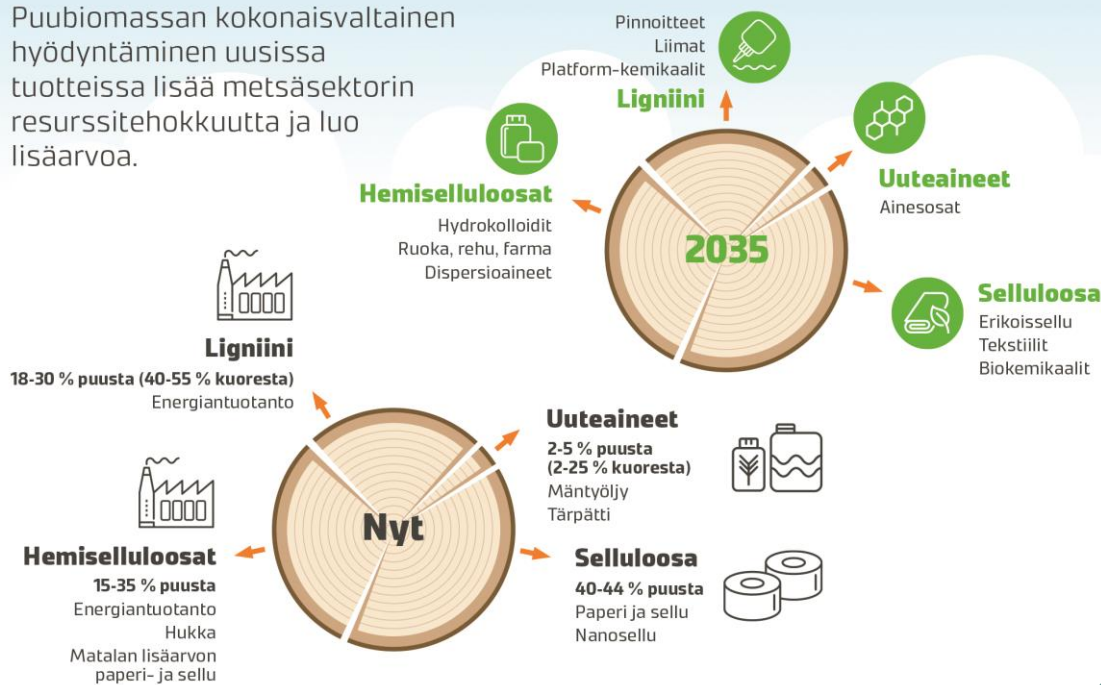
Puubiomassan ja sivuvirtojen tehoaineista uusia tuotteita

Tuula Jyske, erikoistutkija
ryhmäpäällikkö, Bioraaka-aineiden rakenne ja ominaisuudet
(30.3.2021 asti)
tutkimuspäällikkö, Biokiertotalous-tutkimusohjelma
(1.2.2021 alkaen)



Puubiomassan kokonaisvaltaisen hyödyntämisen tavoitetilä v. 2035

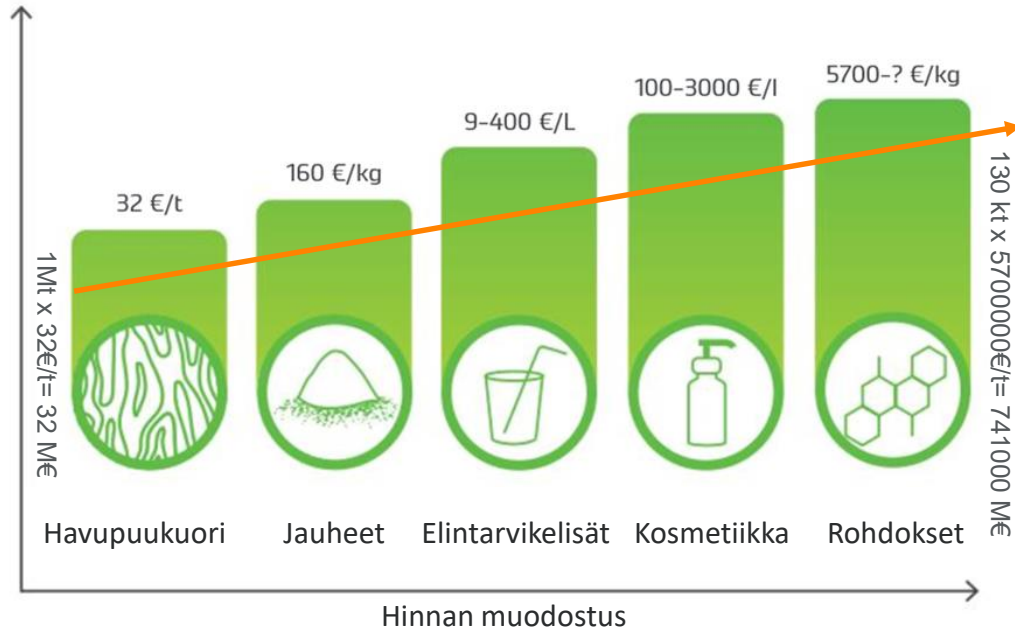
Puubiomassan kokonaisvaltainen hyödyntäminen uusissa tuotteissa lisää metsäsektorin resurssitehokkuutta ja luo lisäarvoa.



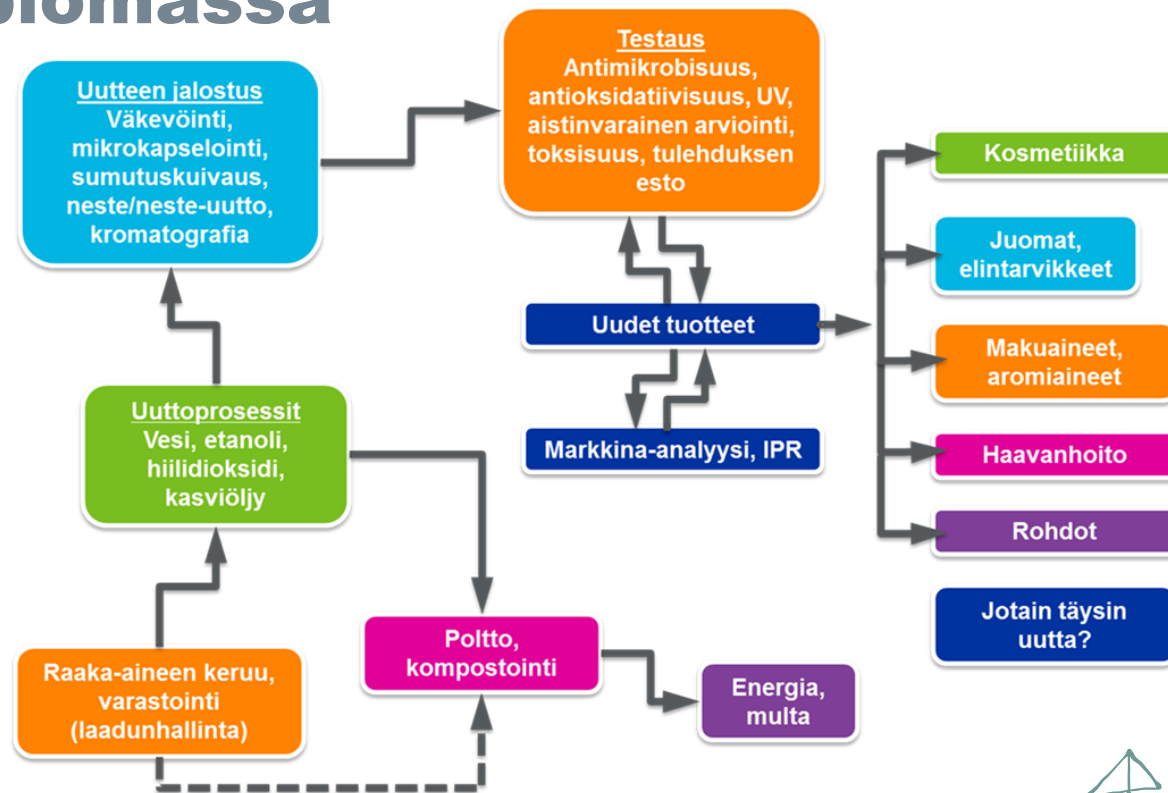
Lisäarvon muodostusta ja uutta liiketoimintaa

Tutkimuksella kohti korkean jalostusarvon tuotteita, palveluita ja liiketoimintaa.

Esim. 1 M t/a kuusenkuorta → 130 000 t polyfenoleja!



Tutkimus- ja kehityspolut: esimerkkinä metsäbiomassa



Kuusen kuori esimerkkiraaka-aineena

- Metsäteollisuus käyttää kuusta n. 23 Mm³ / vuosi (24,5 Mm³ v. 2019)
- Kuusen kuori 10 % – 15 % runkotilavuudesta
 - 1 M t/vuosi kuusen kuorta (kuiva-aineena) sivuvirtana
- Kuusen kuoren kuiva-aineesta
 - Lipofiilisiä uuteaineita n. 5 %
 - Hydrofiilisiä uuteaineita jopa 30 %



Yleistä kuusen kuoren uuteaineista

- Uuteaineet:
 - puun komponentteja, jotka voidaan erottaa liukenemattomasta soluseinän materiaalista orgaanisilla liuottimilla ja vedellä
- Lipofiiliset, eli rasvaliukoiset uuteaineet
 - Triglyseridit, steryyliesterit, hartsihapot, rasvahapot, sterolit, rasva-alkoholit, terpeenit
 - Liukenevat poolittomiin liuottimiin, kuten heksaani
- Hydrofiiliset, eli vesiliukoiset uuteaineet
 - Polyfenoleja, kuten kondensoituneet tanniinit, flavonoidit ja stilbeenit. Lisäksi yksinkertaisia hiilihydraatteja.
 - Mahdollista erottaa kuoresta ympäristöystävällisillä uutomenetelmillä: kuumavesiuutto soveltuu hyvin menetelmäksi!

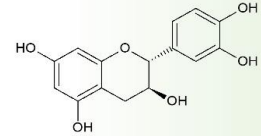


Kuusen kuoren tanniinit

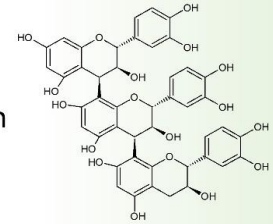
- Tanniineja 10 % – 13 % kuivamassasta
- Käyttö:
 - nahkateollisuus, viininvalmistus
 - puuliimojen, hiilivaahtojen¹⁾ ja flokkulanttien valmistus
 - elintarvike-, kosmetiikka- ja lääketeollisuuden tuotteet

1) Varila, T., Brännström, H., Kilpeläinen, P., Hellström, J., Romar, H., Nurmi, J. and Lassi, U., **2020**. From Norway Spruce Bark to Carbon Foams: Characterization, and Applications. *BioResources*, 15(2), pp. 3651-3666.

Catechin

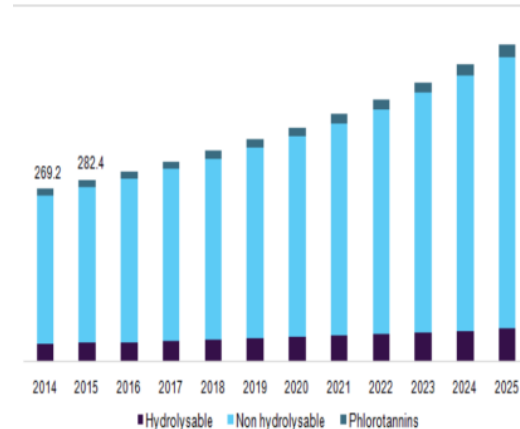


Procyanidin



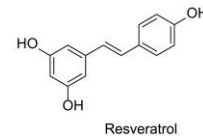
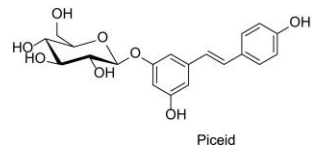
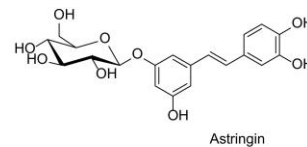
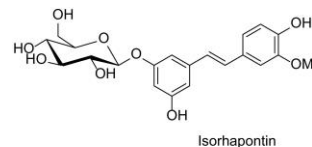
Kasvava kysyntä kansainvälisillä markkinoilla

U.S. tannin market volume by product, 2014 - 2025 (Kilotons)



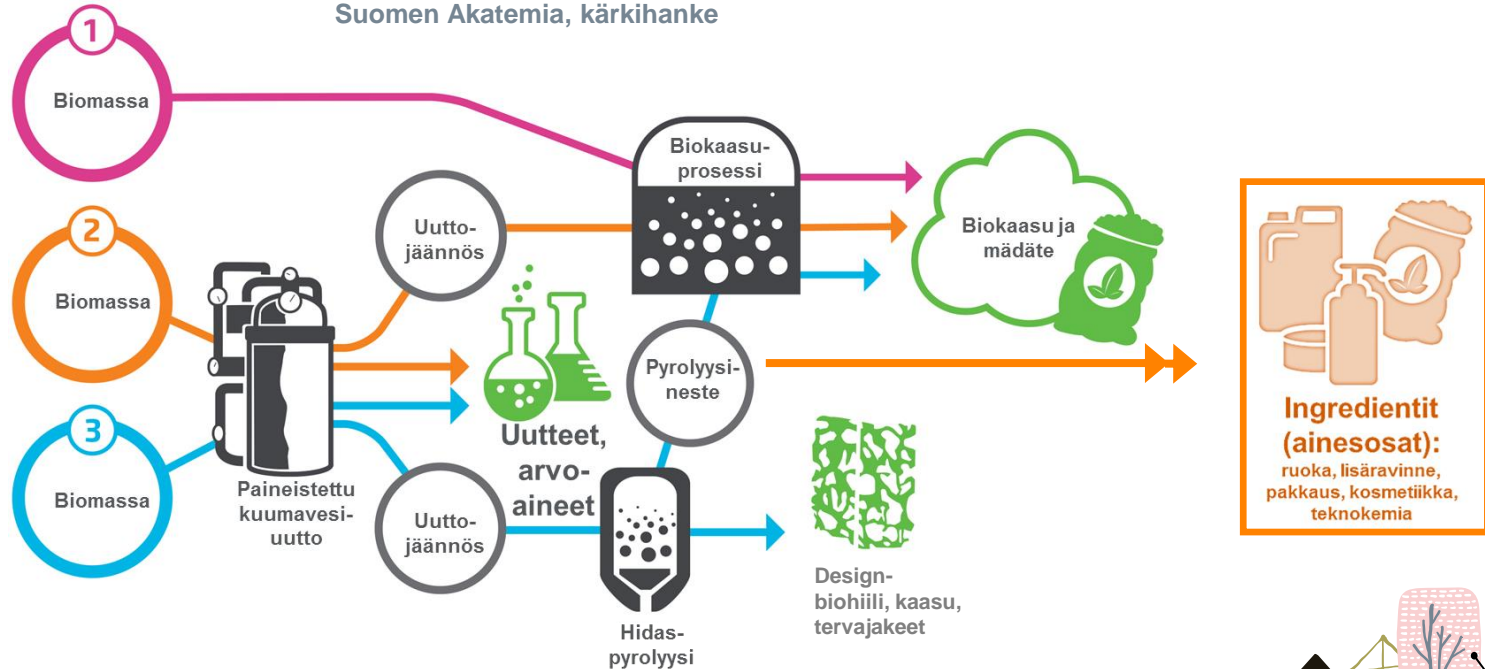
Kuusen kuoren stilbeenit

- Stilbeenejä 5 % – 10% sisäkuoren kuivamassasta
- Voimakas antioksidantti¹⁾, ehkäisee mikrobien ja sienten sekä syöpäkasvainten kasvua ja tulehduksia
 - kosmetiikkateollisuus: ikääntymistä ehkäisevinä ja kiinteyttävinä ainesosina ja säilöntäaineina
 - elintarvikkeissa, luontaistuotteissa, kemiallisten synteesein lähtöaineena



Esimerkkiprojekti InnoTrea: miten hyödyntää koko kuori?

InnoTrea – Boosting the use of high-value substances from trees: innovating treatment techniques for improved usability in products 2016—18. <https://www.luke.fi/projektit/innotrea-sa-305763/>
Suomen Akatemia, kärkihanke



Rasi, S., Kilpeläinen, P., Rasa, K., Korpinen, R., Raitanen, J.-E., Vainio, M., Kitunen, V., Pulkkinen, H., Jyske, T. 2019. Cascade processing of softwood bark with hot water extraction, pyrolysis and anaerobic digestion. *Bioresource Technology* 292: 7 p.



Havupuukuoren tanniineista säilöntä- ja makuaineita?

- Testattiin tanniineja sisältävien uutteen käyttöä:
 1. Säilöntäaineina
 2. Makuaineina elintarvikkeissa
- Tanniineja sisältävät uutteen estivät käytettyjen testien mukaan rasvojen peroksidaation (härskiintymisen)
- Voidaan käyttää makuaineena tai lisäaineena, mutta:
 - Uuselintarvikkeiden markkinoille tuominen EU-alueella edellyttää lupahakemuksen jättämistä. Tuotteen turvallisuus varmistetaan. Lupa vaaditaan, ellei kasvia tai kasvinosaa ole käytetty merkittävästi elintarvikkeena ennen vuotta 1997 EU: ssa
 - Vaatii lisää tutkimusta ja hyväksynnän
 - Mahdollisten haitallisten yhdisteiden selvitys suositeltavaa



Jyske, T., Järvenpää, E., Kunnas, S., Sarjala, T., Raitanen, J.-E., Mäki, M., Pastellm H., Korpinen, R., Kaseva, J., Tupasela, T. 2020. Sprouts and Needles of Norway Spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) as Nordic Specialty—Consumer Acceptance, Stability of Nutrients, and Bioactivities during Storage. *Molecules*, 25, 4187

Raitanen, J.-E., Järvenpää, E., Korpinen, R., Mäkinen, S., Hellström, J., Kilpeläinen, P., Liimatainen, J., Ora, A., Tupasela, T., Jyske, T. 2020. Tannins of Conifer Bark as Nordic Piquancy—Sustainable Preservative and Aroma? *Molecules*, 25, 567

Esimerkkiprojekti SusBinders: puun kuoren tanniineista puuliimoja

- Luke optimoi kuusen ja männyn kuoren kuumavesiuuttoa
- VTT koordinoi
 - Luke, Xamk
 - Saalasti, Metsä-Fibre, Silvateam
 - Business Finland

SUSBINDERS , Sustainable binders from bark, 2017—20

<https://www.vtt.fi/sites/SusBinders/fi>,

<https://www.luke.fi/en/projects/susbinders/>

Pekka Saranpää pekka.saranpaa@luke.fi

Petri Kilpeläinen petri.kilpelainen@luke.fi

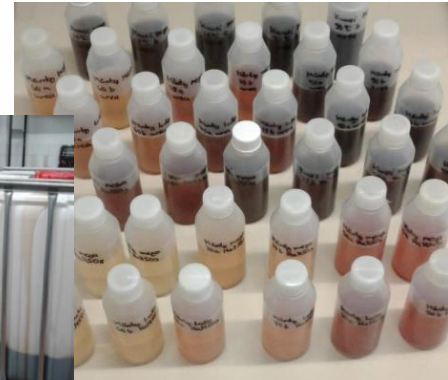
Metsä

Liimojen myrkyt korvataan havupuun kuorella – Suomessa kehitetään täysin uutta tuotantomenetelmää miljardimarkkinoille

Matti Keränen 17.1.2018 08:45 METSÄ RAAKA-AINEET TEOLLISUUS YMPÄRISTÖ

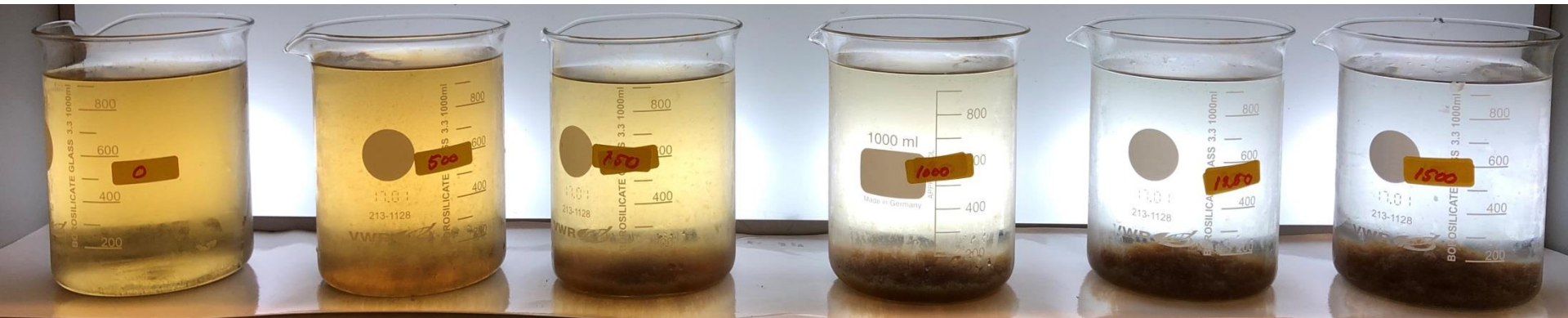


Tekniikka & Talous



Esimerkkiprojekti TanWat: tanniinipohjaiset biohajoavat polymeerit jätevesien käsittelyyn

- Tanniinipohjaiset biohajoavat polymeerit havupuiden kuoresta
- Jätevedenkäsittelykemikaalien (esim. PAM, FeCl_3) korvaamiseksi/rinnalla käytettäväksi
- Suorituskyvyn testaus laboratorio- ja pilot -mittakaavan kokeissa eri jätevesilaaduilla



Hanna Brännström hanna.brannstrom@luke.fi

Carlqvist, K., Arshadi, M., Mossing, T., Östman, U.B., Brännström, H., Halmemies, E., Nurmi, J., Lidén, G. and Börjesson, P., 2020. Life-cycle assessment of the production of cationized tannins from Norway spruce bark as flocculants in wastewater treatment. *Biofuels, Bioproducts and Biorefining*, 14(6), pp.1270-1285.

Esimerkkiprojekti WoodHype: kuusen hemiselluloosasta ”kuusikumia”

Tekniikka & Talous

- Puun hydrokolloidit ruokaemulsioihin, maaleihin, kosmetiikkaan
- Uuttojen optimointi ja elinkaarianalyysit

Petri Kilpeläinen

petri.kilpelainen@luke.fi

https://www.youtube.com/watch?v=Qs5nFp8_iEs&feature=emb_title



Tieteen valo

Ei enää halpaa sivuvirtaa - Hemiselluloosalla on kiinnostava monitoiminnallinen kyky: Kuusikumi pilkkoo öljypisarat

Miina Rautiainen 18.4.2019 08:30 METSÄ RAAKA-AINEET TEOLLISUUS



Kuusesta kumia. Hemiselluloosan eristysmenetelmät ovat keuhkoystävällisiä ja uusia sovelluksia löydetty.

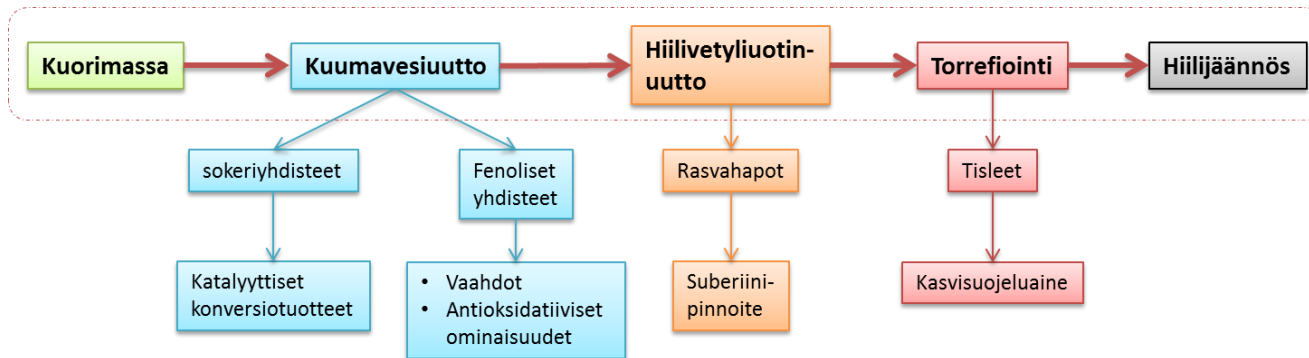
- Kirjoranta, Satu; Knaapila, Antti; Kilpeläinen, Petri; Mikkonen, Kirsi S. **2020**. Sensory profile of hemicellulose-rich wood extracts in yogurt models. *Cellulose*: 27:7607–7620.
- Mikkonen, Kirsi S.; Kirjoranta, Satu; Xu, Chunlin; Hemming, Jarl; Pranovich, Andrey; Bhattarai, Mamata; Peltonen, Leena; Kilpeläinen, Petri; Maina, Ndegwa; Tenkanen, Maija; Lehtonen, Mari; Willför, Stefan. **2019**. Environmentally-compatible alkyd paints stabilized by wood hemicelluloses. *Industrial Crops and Products* 133: 212-220.
- Bhattarai, Mamata; Pitkänen, Leena; Kitunen, Veikko; Korpinen, Risto; Ilvesniemi, Hannu; Kilpeläinen, Petri O.; Lehtonen, Mari; Mikkonen, Kirsi S. **2018**. Functionality of spruce galactoglucomannans in oil-in-water emulsions. *Food Hydrocolloids*: 8 p.
- Kilpeläinen, P., S. S. Hautala, O. O. Byman, L. J. Tanner, R. I. Korpinen, M. K.-J. Lillandt, A. V. Pranovich, V. H. Kitunen, S. M. Willför and H. S. Ilvesniemi. **2014**. Pressurized hot water flow-through extraction system scale up from the laboratory to the pilot scale, *Green chemistry.*, 16, 3186-3194

Esimerkkiprojekti BoostA:

Boosting the Use of Fast-Growing Aspen: Green Source of High-Added Value Chemicals and Energy

Kuorimassan lisäarvon muodostuminen

- Kaskadiperiaate: sivuvirrat hyötykäyttöön, ei uusia jäte-/sivuvirtoja



Pasi Korkalo pasi.korkalo@luke.fi

Tuula Jyske tuula.jyske@luke.fi

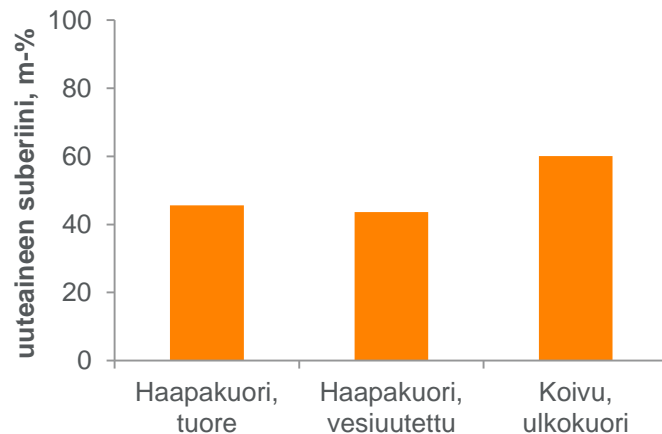
Korkalo, P., Korpinen, P., Beuker, E., Sarjala, T., Hellström, J., Kaseva, J., Lassi, U., Jyske, T. 2020. Clonal Variation in the Bark Chemical Properties of Hybrid Aspen: Potential for Added Value Chemicals. *Molecules*, 25, 4403; doi:10.3390/molecules25194403



Rasvahapot polymeerikemikaalina

Suberiinirasvahapot

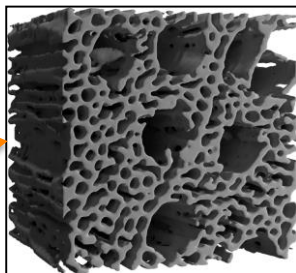
- Pinnoitepolymeeri: pakkausmateriaalit, kankaat, levypinnoitteet
- https://www.youtube.com/watch?v=EgWwHe-bN2I&feature=emb_title



Korpinen, Risto; Kilpeläinen, Petri; Sarjala, Tytti; Nurmi, Maristiina; Saloranta, Pauliina; Holmbom, Thomas; Koivula, Hanna; Mikkonen, Kirsi S.; Willför, Stefan; Saranpää, Pekka. 2019. The Hydrophobicity of Lignocellulosic Fiber Network Can Be Enhanced with Suberin Fatty Acids. *Molecules* 24: 14 p.

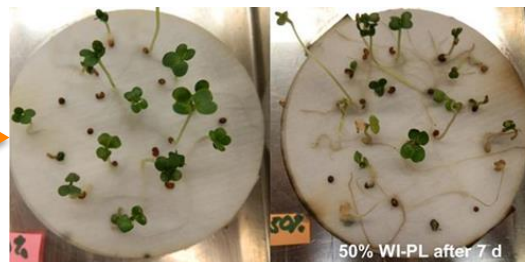


Torrefiointi: hiili ja tisleaineet käyttöön



Torrefioimalla hiilijäännös sekä kondensoituvat tisleaineet talteen:

- **Hiilijäännös:** maanparannusaine, aktiivihiili
- https://www.youtube.com/watch?v=XYuvDOHpujw&feature=emb_title
- **Tisleaineet:** Kasvisuojeluaine



Hagner, Marleena; Lindqvist, Bengt; Vepsäläinen, Jouko; Samorì, Chiara; Keskinen, Riikka; Rasa, Kimmo; Hyvönen, Terho. **2020.** Potential of pyrolysis liquids to control the environmental weed *Heracleum mantegazzianum*. *Environmental technology and innovation* 20: 11 p.

Hagner, Marleena; Tiilikkala, Kari; Lindqvist, Isa; Niemelä, Klaus; Wikberg, Hanne; Källi, Anssi; Rasa, Kimmo. **2020.** Performance of Liquids from Slow Pyrolysis and Hydrothermal Carbonization in Plant Protection. *Waste and Biomass Valorization* 11: 1005–1016.



Business Finland corona-co-creation: Antiviral fibers – pilot with extracts from Finnish forests



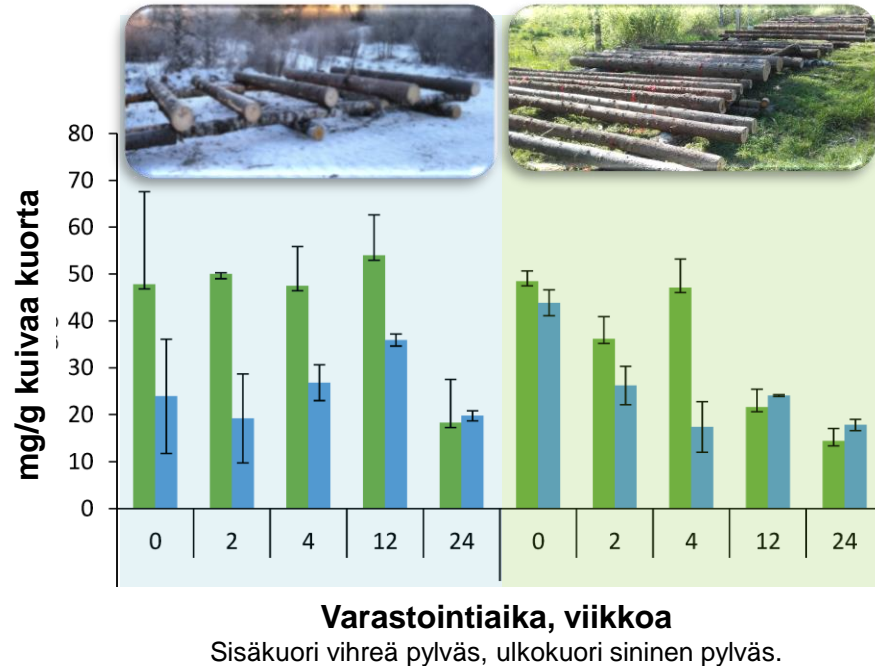
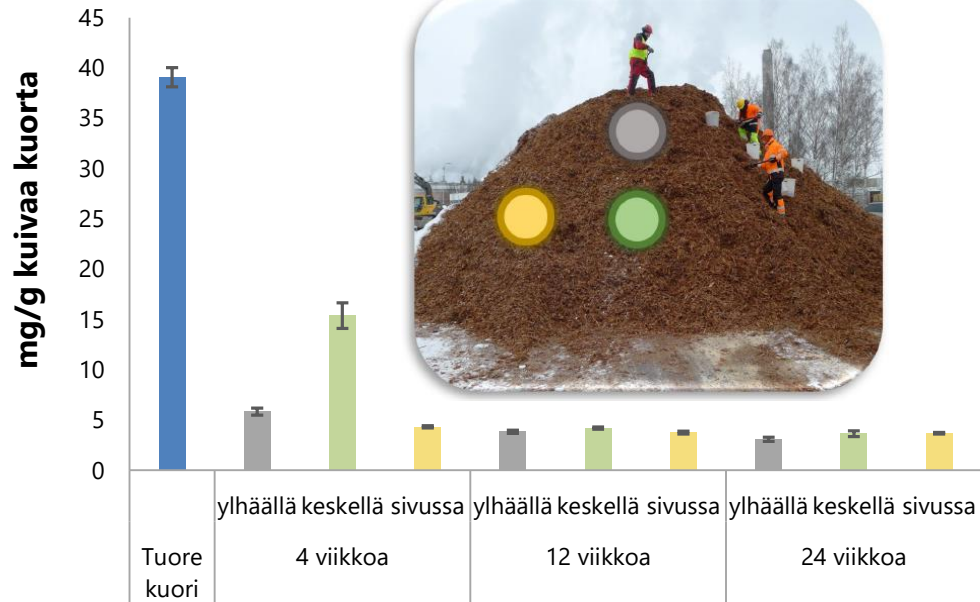
- Uusia antiviraalisia (antimikrobisia) tuotteita
 - luonnosta peräisin olevat bioaktiiviset aineet + erilaiset kuidut
- Tehon mittaaminen viruksilla (kausikorona-, COVID-19, enterot), bakteereilla ja sienillä
- Bioaktiivisten aineiden sitominen pintoihin: uudet innovaatiot
- Antiviraalitehon varmistus lopputuotteista
- Valmistelussa BF-co-innovation-projekti



Tuula Jyske tuula.jyske@luke.fi
Varpu Marjomäki varpu.s.marjomaki@jyu.fi



Varastointitavalla ja vuodenajalla vaikutus kuusen kuoren polyfenoleihin



Jyske, T., Brännström, H., Sarjala, T., Hellström, J., Halmemies, E., Raitanen, J.E., Kaseva, J., Lagerquist, L., Eklund, P. and Nurmi, J., 2020. Fate of Antioxidative Compounds within Bark during Storage: A Case of Norway Spruce Logs. *Molecules*, 25(18), p.4228.

Männyn sahatuoreen tanniinit



Routa, J., Brännström, H., Hellström, J. and Laitila, J., 2020. Influence of storage on the physical and chemical properties of Scots pine bark. *BioEnergy Research*, pp.1-13.

Arvoketjun läpileikkaava osaaminen ja kokonaiskestävyys Luken valtteina



Pilotointialustat: Bioruukki, Biopaja ja Jokioinen



Petri Kilpeläinen
petri.kilpelainen@luke.fi

Tuomo Tupasela
tuomo.tupasela@luke.fi

Erkki Vasara
erkki.vasara@luke.fi

**OTA
YHTEYTTÄ!**

KIINNOSTUITKO?





KIITOS