



KOIVUN KUORI

Ainesosat, ominaisuudet ja hyödyntäminen – suberiini raaka-aineena ja suberiinipohjaiset tuotteet markkinoilla

Luonnontuotealan täydennyskoulutus 2022 – 2024: Luonnontuotteiden ainesosat, ominaisuudet ja hyödyntäminen

Marja-Liisa Järvelä ja Mari Mäki-Kahma-Lahti

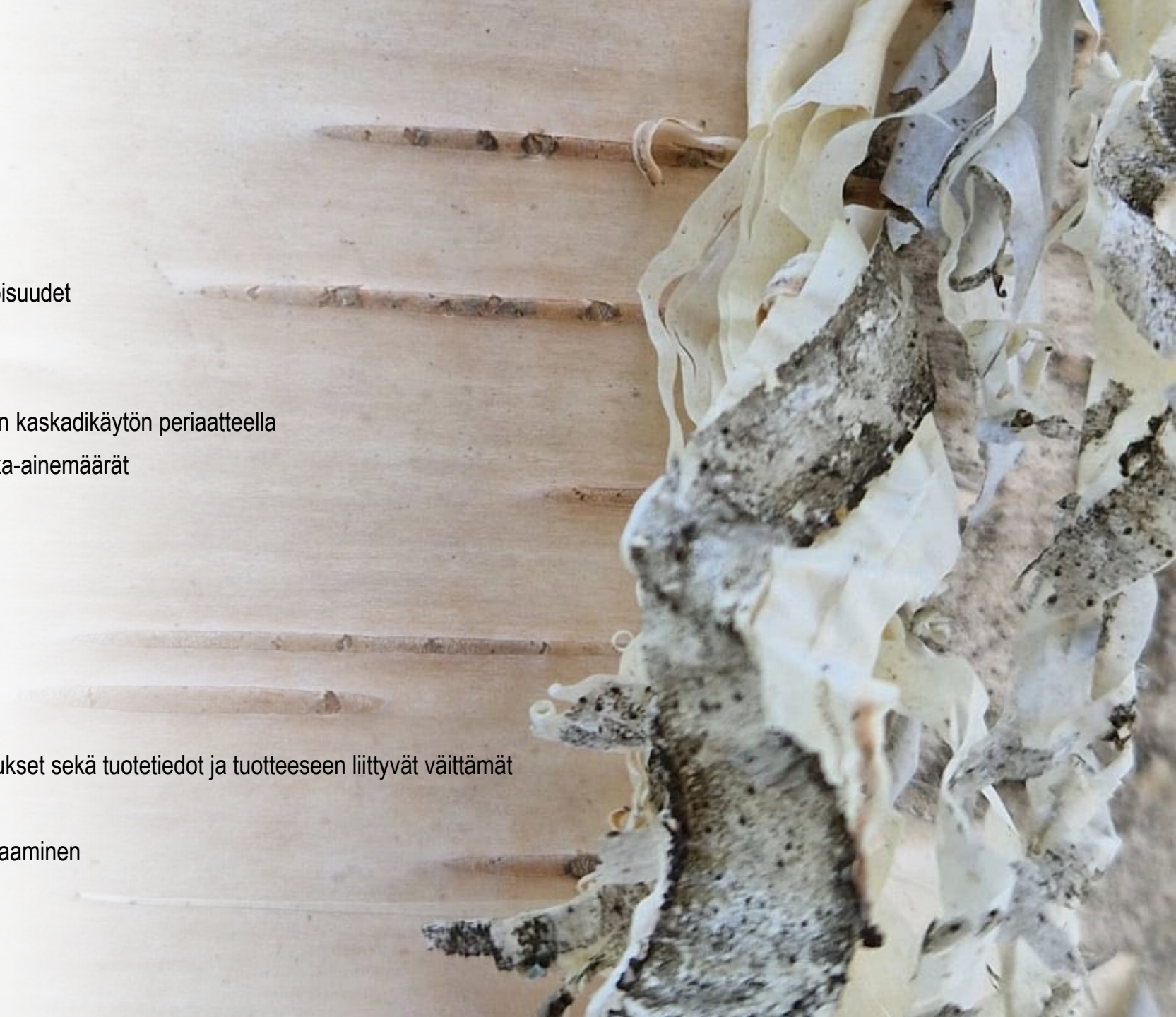
15.11.2023

(Tarkemmat tiedot ja lisälähteet raportissa)

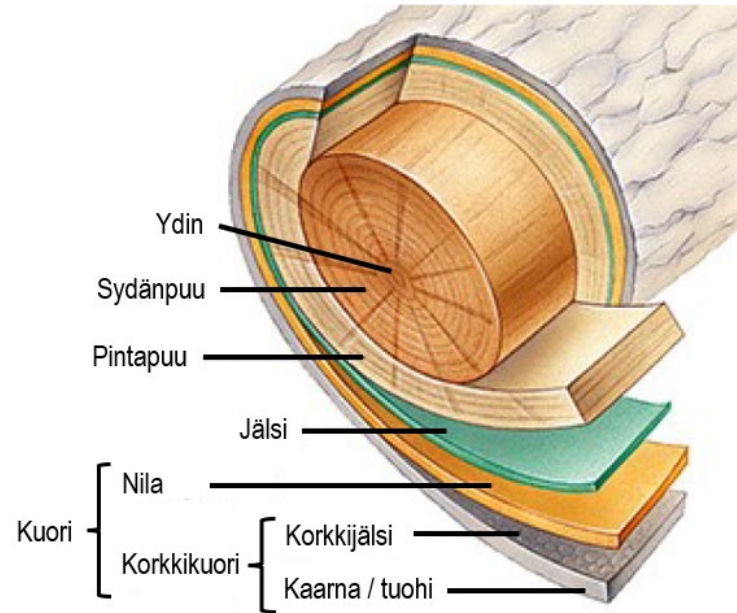
Sisällys

Dia(t): Aiheet:

- 3–6** **Koivun kuori raaka-aineena**
- 4–5 • Vaikuttavat bioarvoyhdisteet ja niiden pitoisuudet
- 6 • Suberiini
- 7–14** **Suberiinin hyödyntäminen tuotteissa**
- 8 • Puuteollisuuden sivuvirran hyödyntäminen kaskadikäytön periaatteella
- 9 • Teollinen talteenotto ja potentiaaliset raaka-ainemäärät
- 10 • Kuorintaprosessi
- 11 • Kuoren varastointi
- 12–14 • Ideasta tuotteeksi
- 15–22** **Suberiinipohjaiset tuotteet markkinoilla**
- 15 • Kehittämistä ohjaava politiikka
- 16–17 • Markkinoita ohjaavat trendit ja ilmiöt
- 18 • Kaupallistamiseen vaikuttavat lait ja asetukset sekä tuotetiedot ja tuotteeseen liittyvät väittämät
- 19–20 • Kilpailevat tuotteet
- 21 • Keksinnön, tuoteidean ja osaamisen suojaaminen
- 22** **Johtopäätökset**
- 23–28** **Lähteet**



Koivun kuori raaka-aineena



Kuvio 1. Puun poikkileikkaus (suomennettu lähteestä Wojtech (2013)¹ ja lisätty kuvioon ydin lähteen Pro Puu ry (2023a)⁵ mukaisesti).

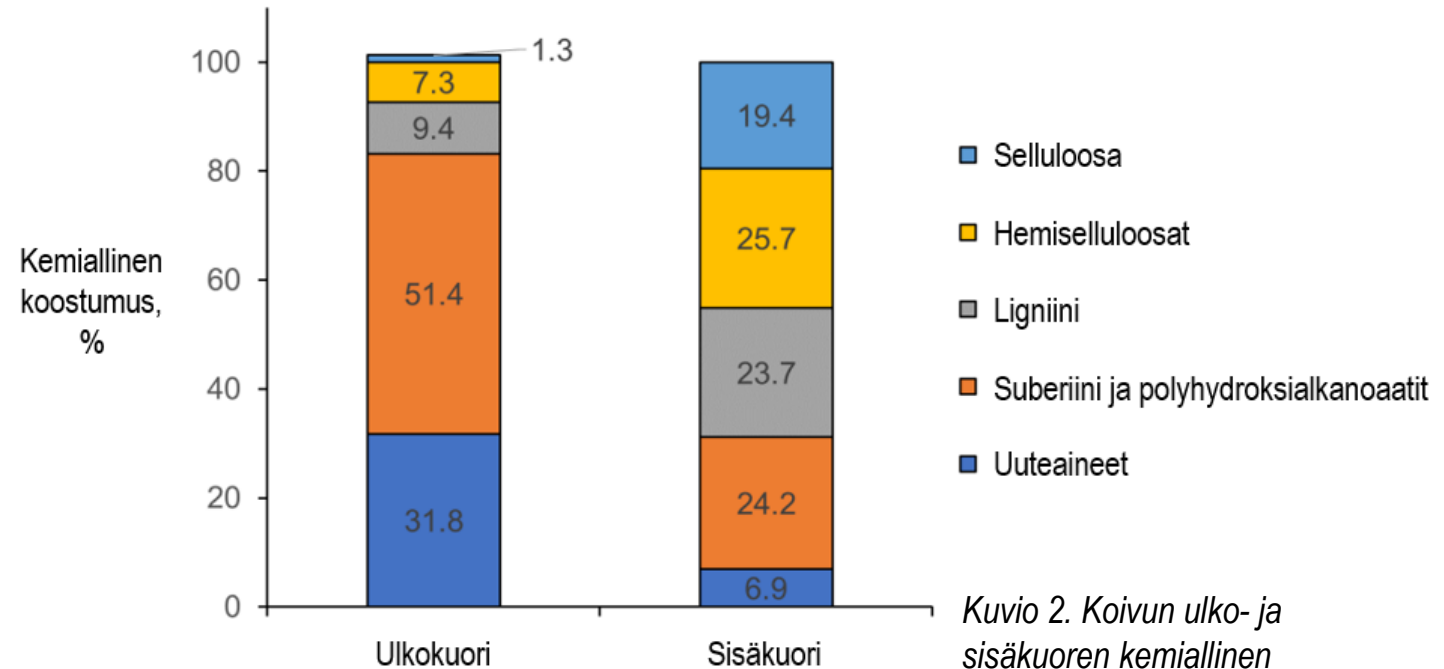
- Koivun kuoren muodostavat nila ja korkkikuori, joista jälkimmäinen koostuu korkkijällestä ja tuohesta (Kuvio 1)¹.
- Tuohi eli ulkokuori on koivun korkkikuoren kuollutta pintasolukkoa².
- Koivun kuoresta noin 25–33 % on ulkokuorta (eli valkoista tuohta) ja noin 67–75 % sisäkuorta (eli nilaa)³.
- Koivun kuoren kemiallista koostumusta on tutkittu verrattain paljon. Ulkokuoren (Kuva 1) ja sisäkuoren (Kuva 2) kemialliset koostumukset eroavat toisistaan huomattavastikin⁴. Esimerkiksi kosmetiikkatuotteissa sekä rohdos- ja lääkevalmisteissa käytettävien vaikuttavien bioarvoyhdisteiden pitoisuudet ovat korkeimmat koivun ulkokuoressa². Merkittävimmät siitä eristettävät yhdisteet ovat suberiini ja betuliini.



Kuvat 1–2. Vasemmalla koivun ulkokuorta ja oikealla koivun sisäkuorta. Kuvat ©Risto Korpinen³, dia 8.

Vaikuttavat bioarvoyhdisteet ja niiden pitoisuudet 1/2

- Koivun kuoren sisältämän suberiinin ja betuliinin pitoisuuksille löytyy toisistaan jonkin verran poikkeavia tutkimustuloksia. Lukuja verrattaessa on tärkeää huomioida käytetty raaka-aine (ulkokuori, sisäkuori vai näiden sekoitus) ja esitystapa; onko luvut esitetty prosentiosuutena kuivamassasta vai suhteutettuna uutevapaaseen kuoren kuivamassaan.
- Demetsin et. al. (2022⁶) viittaamien julkaisujen mukaan ulkokuoren betuliinipitoisuus on 20–30 % kuivamassasta tai koivulajista ja maantieteellisestä sijainnista riippuen jopa lähes 45 % kuivamassasta^{7, 8, 9, 10}, kun taas Kwanin et. al. (2022¹¹) kokoamien tutkimustulosten mukaan rauduskoivun kuori sisältää betuliinia vain 9,8 % kuivamassasta^{12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19}.
- Ferreiran et. al. (2013²⁰) mukaan koivun ulkokuoren suberiinipitoisuus kuivamassassa vaihtelee yleensä 40–50 % välillä tai suhteutettuna uuteainevapaaseen kuoren kuivamassaan 50–60 % välillä. Kumar et. al. (2022²¹) raportoivat, että sellutehtaalta tulevassa sekä ulko- että sisäkuorta sisältävässä raaka-aineessa suberiinipitoisuus voi olla merkittävästi alhaisempi kuin pelkästään ulkokuorta sisältävässä raaka-aineessa; vain 5,9 %.



Kuvio 2. Koivun ulko- ja sisäkuoren kemiallinen koostumus (suomennettu lähteestä Korpinen, 2023³, dia 10)

Vaikuttavat bioarvoyhdisteet ja niiden pitoisuudet 2/2



Kuvat 3–5. Vasemmalla teollista kuorimassaa ja oikealla käsin irrotettua ulkokuorta. Keskellä molemmista kuorimassoista jauhetut näytteet. Kuvat ©Risto Korpinen³, dia 24.

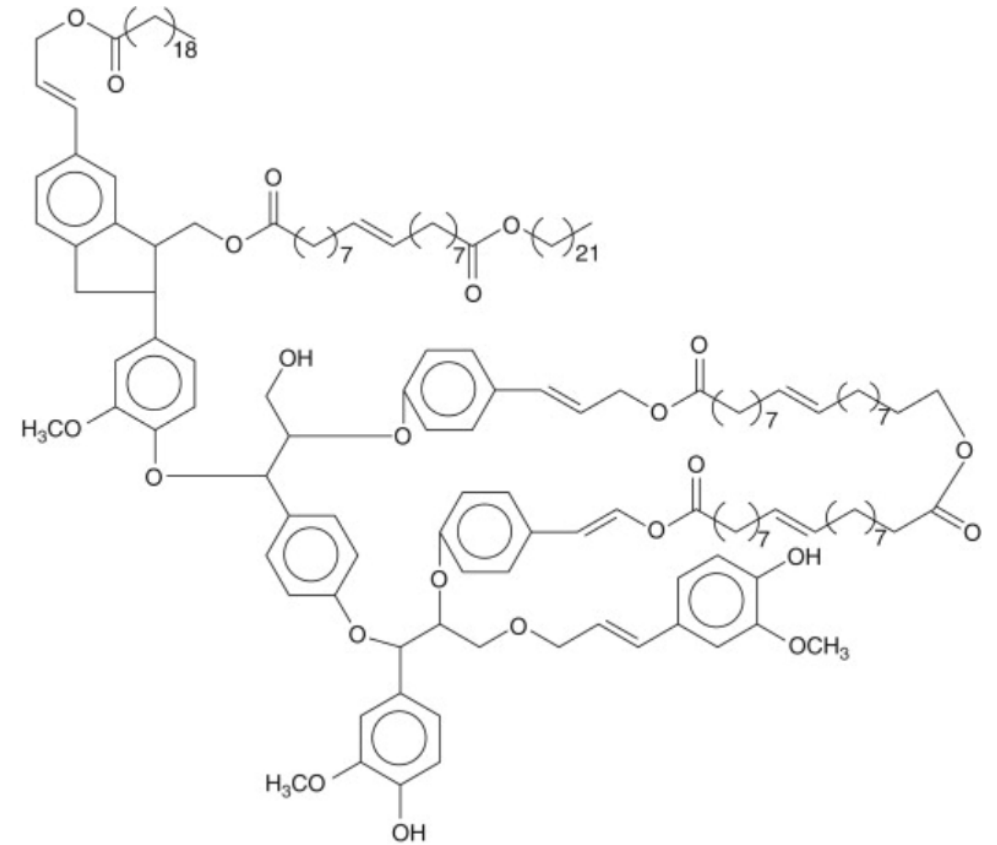


Kuvat 6–7. Koneellisesti korjattua koivua odottamassa kuljetusta. Osa kuoresta on irronnut korjuun yhteydessä.

- Teollinen sivuvirtakuorimassa sisältää ulkokuoren lisäksi bioarvoyhdisteiden näkökulmasta vähempiarvoista sisäkuorta, jonka lisäksi siinä on mukana jonkin verran puuainesta (Kuvat 3–5)³.
- Koivun koneellinen korjuu voi myös vaikuttaa kuoren määrään tehtaalle tulevassa raakapuussa; konehakkuun yhteydessä osa erityisesti ulkokuoresta voi irrota korjattavista rungoista (Kuvat 6–7).
- Koska koivun kuoren sisältämän suberiinin ja betuliinin määrät voivat vaihdella paljonkin raaka-aineesta riippuen, tuotantoprosessit tulee suunnitella käytettävän raaka-aineen mukaan.

Suberiini

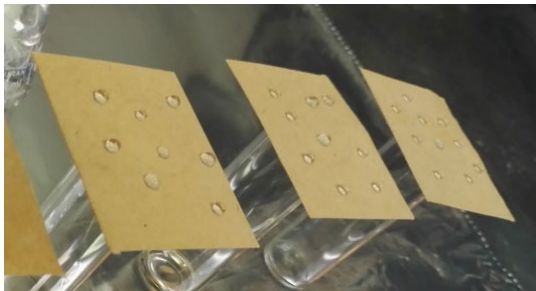
- Suberiini on rasvaliukoinen, rakenteeltaan monimutkainen biopolyesteri²² julkaisussa 23. Kirjallisuudessa suberiinille on esitetty useita vaihtoehtoisia kemiallisia rakennekaavoja (Kuvio 3).
- Suberiinin hydrofobinen polymakromolekyyli suojaa kasvia ympäristön aiheuttamalta stressiltä. Se esimerkiksi estää veden liiallista haihtumista kasvista, toimii eristeenä äärimmäisissä sääolosuhteissa ja sääolosuhteiden vaihteluissa sekä suojaa kasvia ulkoisia taudinaiheuttajia vastaan. Sillä on myös merkittävä rooli mekaanisten vaurioiden paranemisprosessissa.²⁴
- Aiemmassa kirjallisuudessa suberiinin rakenteesta on kahdenlaista näkemystä. Osassa tutkimuksista suberiini rajataan alifaattiseen osaan, jossa on mukana joitakin aromaattisia yhdisteitä. Useissa tutkimuksissa suberiinin kuitenkin nähdään sisältävän sekä alifaattinen että aromaattinen osa.²⁵ julkaisussa 26
- Alifaattinen osa rakentuu polyfunktionaalisista pitkäketjuisista rasvahapoista, rasva-alkoholeista ja glyserolista, jotka sitoutuvat kovalenttisesti suberiinin runsaasti fenolijhdisteitä sisältävään aromaattiseen osaan²⁴. Alifaattisen osan pitkäketjuiset rasvahapot, ”suberiinirasvahapot”, ovat tärkein osa suberiinipohjaisia tuotteita.



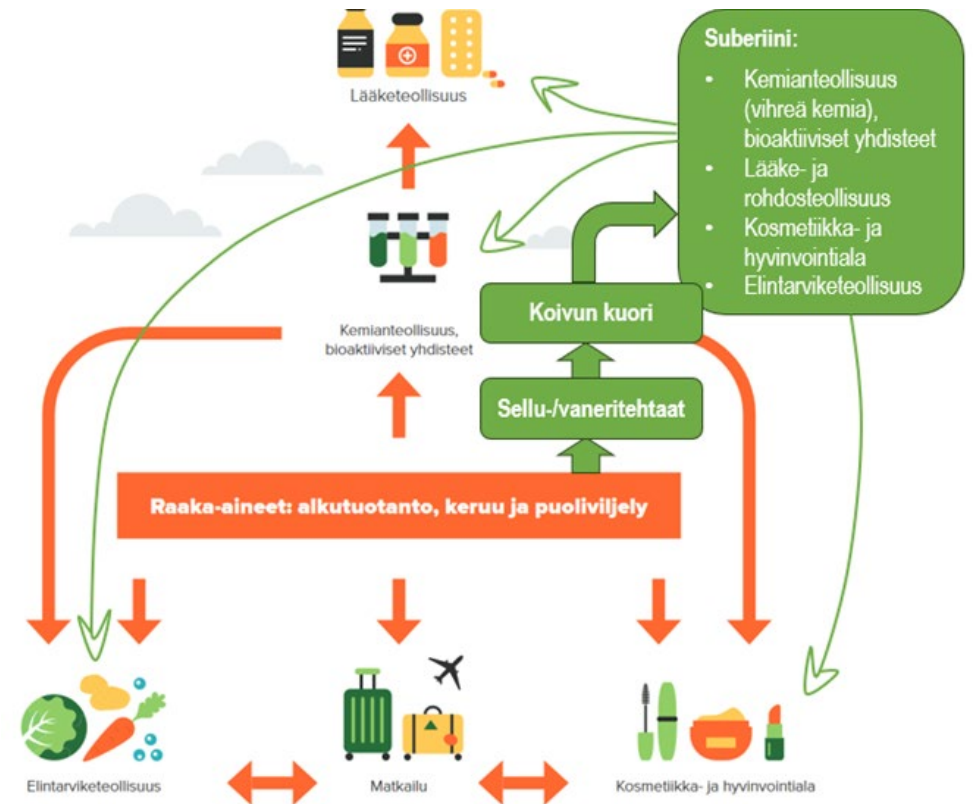
Kuvio 3. Gandinin & Belgacemin (2013²⁷) esittämä kemiallinen rakennekaava suberiinille

Suberiinin hyödyntäminen tuotteissa

- Suberiinirasvahappoja käytetään tai niiden käyttöä tutkitaan esimerkiksi seuraavasti: ruoan säilöntäaineena, antioksidanttien reagensseina, lisäaineena lääketieteellisyydessä, ihoa pehmentävänä komponenttina kosmetiikassa, tekstiilivärinä, kyllästeenä rakennuspuissa (esim. terrasilaudat), muovin korvaajana, dispergointiaineena maaleissa, sementeissä, savituotteissa ja öljynporaustesteissä, sidosaineena pelleteissä, asfaltin emulgeenina, lisäaineena lyijyakuissa, flokkulanttina vedenpuhdistuksessa sekä absorbenttina myrkyllisille orgaanisille torjunta-aineille.
- Elintarvikekäytön näkökulmasta raudus- ja hieskoivun kuori ei ole uuselintarvike ravintolisissä, mutta muu elintarvikekäyttö vaatisi uuselintarvikelain mukaisen uuselintarvikeluvan hankkimista²⁸.
- Suberiinituotteita ei ole hyväksytty biosidikäyttöön²⁹, mikä asettaisi rajoituksia sen käyttöön muihin tarkoituksiin³⁰.

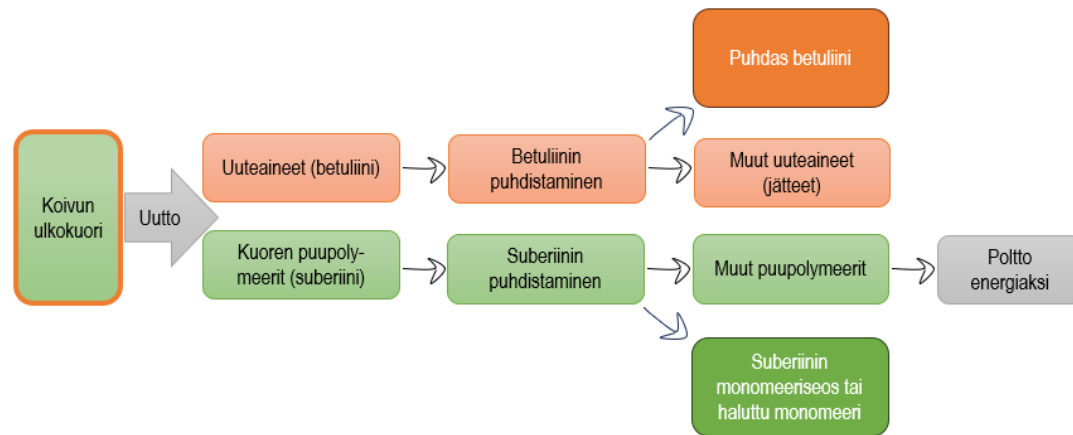


Kuvat 8–10. Suberiinilla saadaan vettä hylkivä pinta. Kuvat ©Risto Korpinen³, dia 28.



Kuvio 4. Suberiinin käyttökohteita (pohjakuva lähteestä Arktinen älykäs metsäverkosto -hanke, 2020³¹)

Puuteollisuuden sivuvirran hyödyntäminen kaskadikäytön periaatteella



Kuvio 5. Periaatteellinen prosessikuvaus koivun kuoren kokonaisvaltaisesta hyödyntämisestä²³, s. 20

- Suberiinin tuotanto voidaan perustaa kaskadikäytön periaatteiden mukaisesti puuteollisuuden sivuvirran hyödyntämiseen (Kuvio 5).
- Tässä kehittämistehtävässä tarkastellaan jauhemaiseen muotoon eristetyin suberiinin valmistusta (jauhe, väri valkoisesta kermanvalkoiseen). Kyseessä on väliaine, jota eri teollisuudenalojen toimijat voivat hyödyntää omilla lopputuotteissaan.
- Prosesseissa huomioidaan myös betuliinin tuotanto, jotta mahdollistetaan koivun kuoren sisältämien bioarvoyhdisteiden kokonaisvaltainen talteenotto ja sitä kautta koko jalostusarvopotentiaalin hyödyntäminen ennen jäännösmassan polttoa energiaksi. Suunnitellut tuotantoprosessit sisältävät vaihtoehtoisia tuotantomenetelmiä.

Teollinen talteenotto ja potentiaaliset raaka-ainemäärät

- Teollisessa mittakaavassa koivun ulkokuori otetaan talteen olemassa olevasta sellu- tai vaneritehtaasta, joka käyttää koivua raaka-aineena^{23, 26}.
- Kuorinnassa puusta irrotetaan sellun valmistuksen kannalta haitallinen kuori, joka sisältää pääosan bioarvoyhdisteistä³².
- Rakenteeltaan kuori on erittäin heterogeenistä verrattuna varsinaiseen puuainekseen; myös saman puulajin kuoren rakenne vaihtelee suuresti³².
- Eniten kuoren rakenteeseen vaikuttavat puun ikä ja kasvupaikka, mutta rakenne ja kemiallinen koostumus voivat vaihdella myös rungon eri korkeuksilla³².
- Koska sekä kuoren määrä raaka-aineena olevissa koivuissa että tehtaan kuorinta-aste vaihtelevat, on koivun kuoren saantoa suhteessa metsäteollisuuden vuosittaiseen puunkäyttöön haastavaa arvioida tarkasti. Lisäksi puiden vastaanoton aikana siirto- ja nostovaiheissa kuorta irtoaa puun pinnalta. **Keskimäärin voidaan kuitenkin todeta, että koivukuitupuulla kuoripitoisuuden vaihteluväli on noin Etelä-Suomen 13 prosentista Pohjois-Suomen 16 prosenttiin puun tilavuudesta.**^{33, 34}

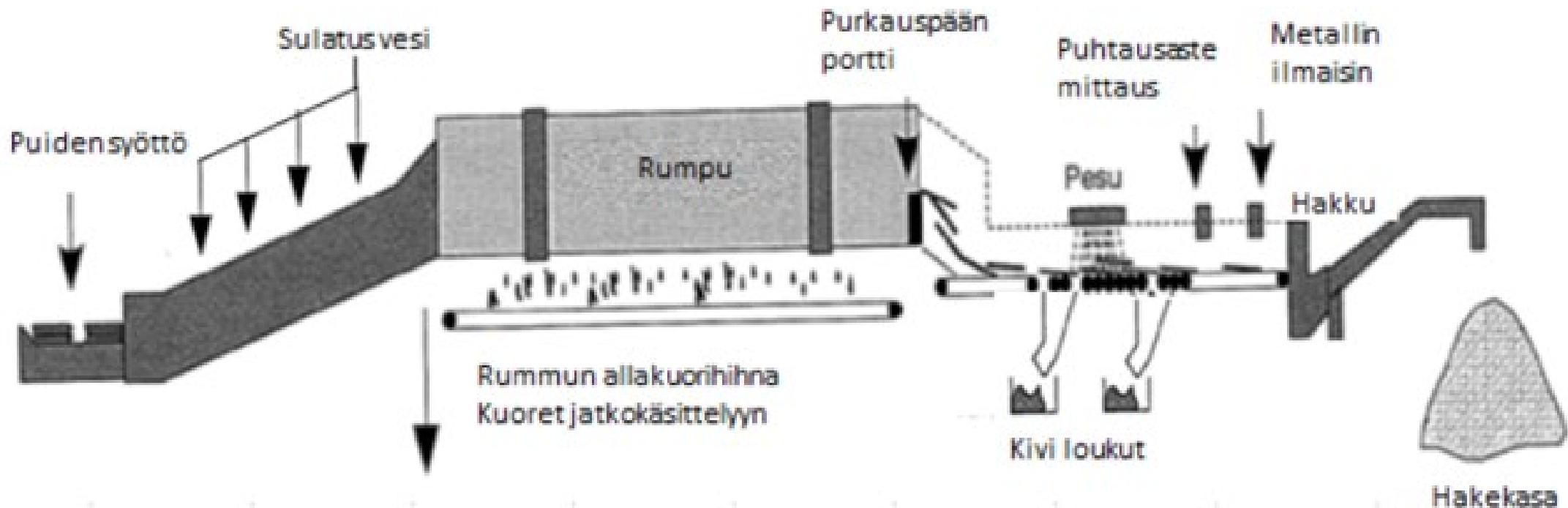
Esimerkiksi vuonna 2021 metsäteollisuus käytti lehtipuuta noin 14,8 Mm³, josta massateollisuuden osuus oli noin 13,6 Mm³. Lehtipuun osuus koostui lähinnä koivusta.³⁵

Alue	Kuoren osuus
Etelä-Suomi	13,6 %
Länsi-Suomi	12,6 %
Kainuu	16,7 %
Lappi	16,8 %
Koko Suomi	14,1 %

Taulukko 1. Puun kuoripitoisuus voi vaihdella myös maan kasvuvyöhykkeiden välillä; Pohjois-Suomessa kasvavissa koivuissa on enemmän kuorta kuin muualla Suomessa³⁶ julkaisussa 33, s. 9.

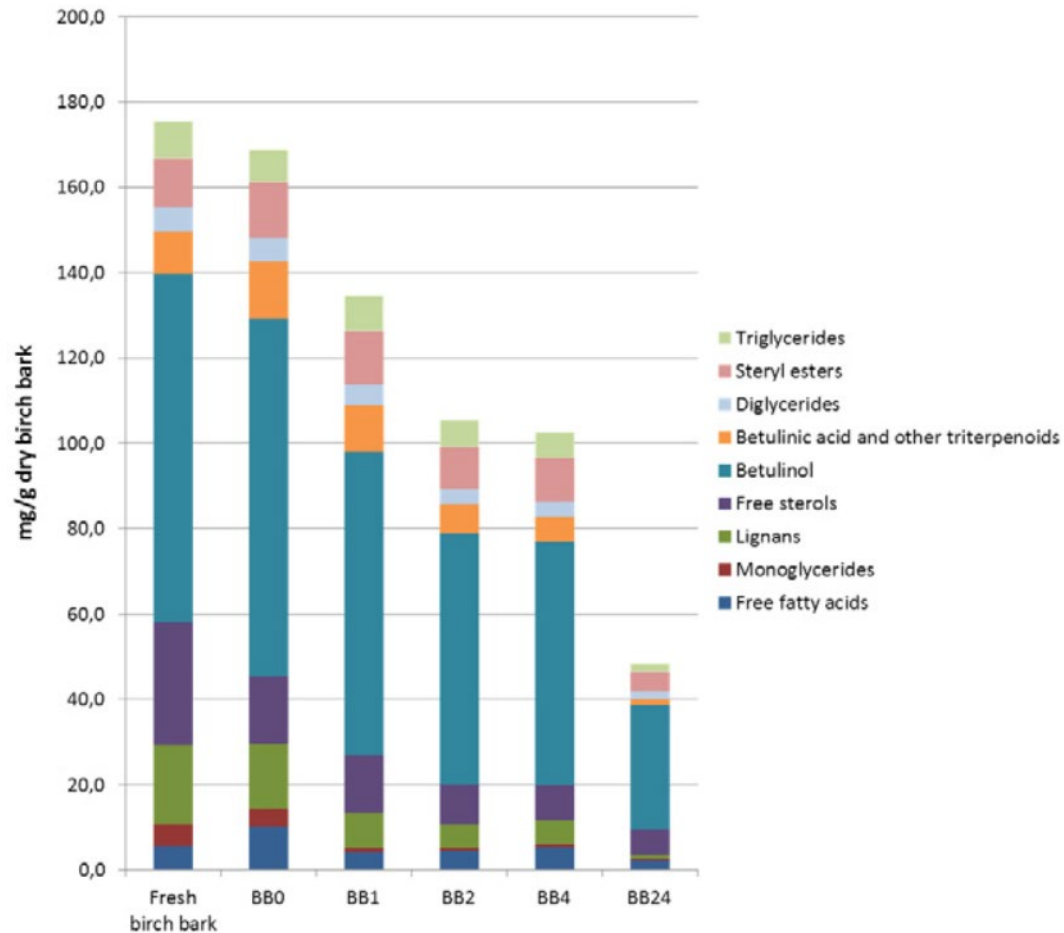
Kuorintaprosessi

- Käytetyin menetelmä kuoren poistoon on rumpukuorinta, joka voidaan tehdä märkäkuorintana, kuivakuorintana tai näiden yhdistelmänä. Rumpukuorinnassa puiden pintaan kohdistuu mekaanista rasitusta, joka aiheuttaa kuoren irtoamisen (Kuvio 6). Irronnut kuori poistetaan joko rummun kehällä olevien aukkojen kautta alla olevalle hihnakuorintalle tai rummun ulostulopäästä puiden mukana. Prosessissa syntynyt kuorijäte käsitellään kuorenkäsittelylinjastolla.^{33, 34}
- Kuorenkäsittelylinjastolla kuoriaines voidaan ohjata repijöiden tai kuorimurskaimen kautta kuoripuristimelle, jonka avulla kuiva-ainepitoisuudeksi saadaan 40–50 prosenttia. Sellukuorimolla koivu kuoritaan kuivakuorintana, jonka jälkeen kuiva-ainepitoisuus on jo valmiiksi 40–50 prosenttia. Kuorintalinjan kiertoveteen päätynyt kuoriaines erotetaan siitä saoskuljettimella. Puiden mukana prosessiin päätyvä hiekka ja hieno kuoriliete poistetaan kiertovedestä kiertovesialtaan puhdistuskuljettimella, joka kuljettaa hiekan ja hienon kuoriaineksen jätelavalle.^{33, 34}



Kuvio 6. Havainnekuva sellutehtaan kuorintalinjasta³², s. 27

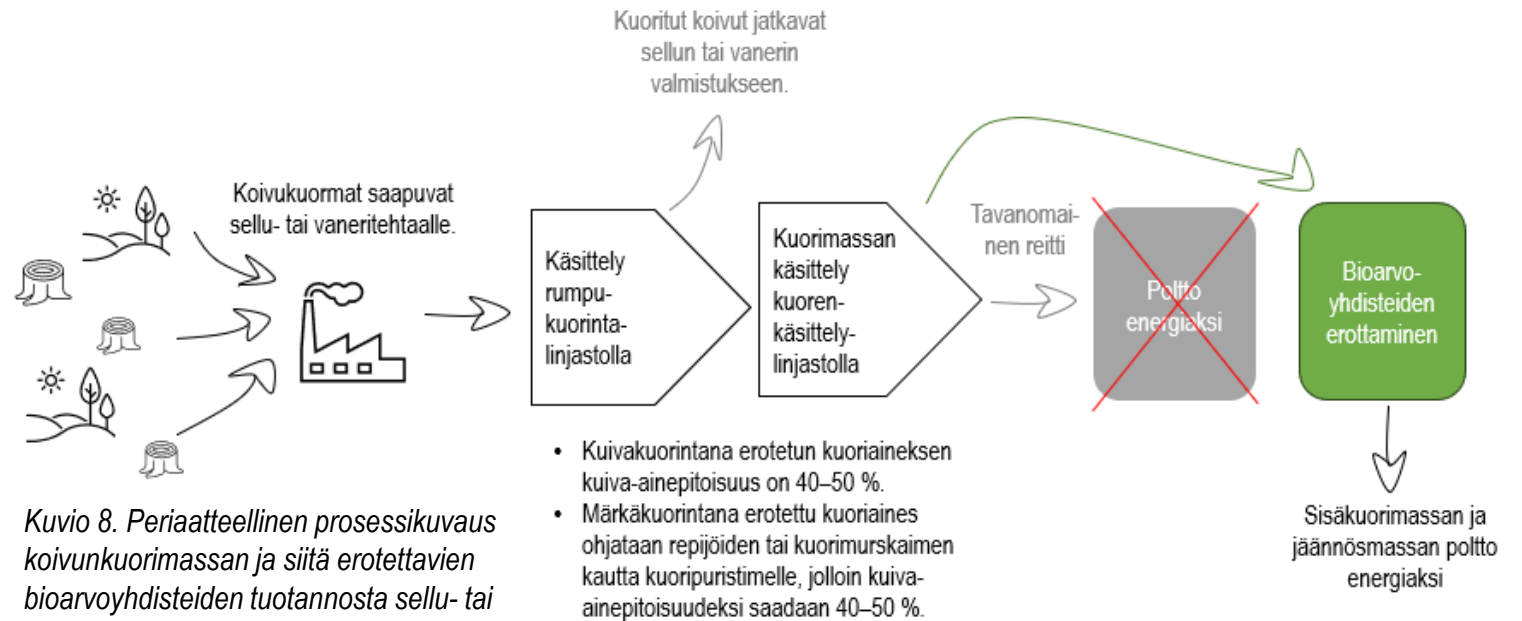
Kuoren varastointi



- Kun koivun kuorta varastoidaan käytettäväksi bioarvoyhdisteiden raaka-aineena, säilytysaikaa ei kannata kasvattaa liian pitkäksi. Lapin, Nurmen & Läspän (2014³⁷) tutkimuksessa seurattiin koivun kuorinnan jälkeen varastoidun kuoriaineuksen muutoksia varastointiajan kasvaessa (Kuvio 7). Koivun kuorinäytteitä otettiin 24 viikon ajan ja niistä määritettiin tärkeimpiä uuteainepitoisuuksia. Muun muassa **betuliinin** määrä näytteissä laski huomattavasti.
- Varastointiajan vaikutuksesta koivun kuoren **suberiinipitoisuuksiin** ei toistaiseksi löydy tutkimustietoa. Pitkaketjuiset alifaattiset rasva-alkoholit ja tyydyttyneet rasvahapot ovat kuitenkin rakenteeltaan stabiileja, joten voidaan olettaa, että pitkäkään varastointiaika ei vaikuta merkittävästi suberiinipitoisuuksiin.

Kuvio 7. Koivun kuoren uuteainepitoisuudet varastointiajan kasvaessa: Fresh birch bark = tuore koivun kuori, BB0 = ennen varastointia, BB1 = 1 vkon varastoinnin jälkeen, BB2 = 2 vkon varastoinnin jälkeen, BB4 = 4 vkon varastoinnin jälkeen, BB24 = 24 viikon varastoinnin jälkeen³⁷

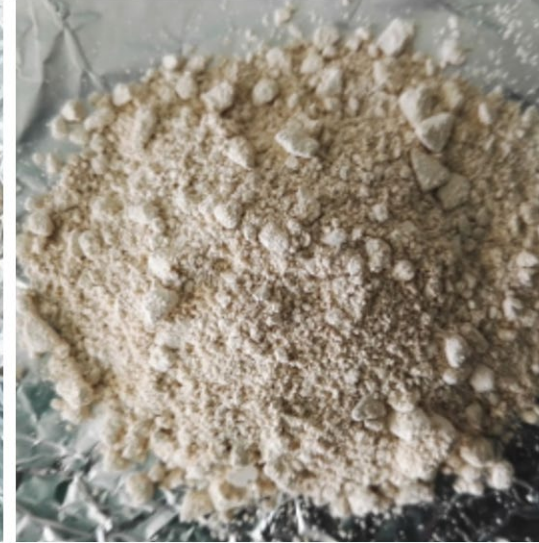
Ideasta tuotteeksi 1/3



Kuvio 8. Periaatteellinen prosessikuvaus koivunkuorimassan ja siitä erotettavien bioarvo-yhdisteiden tuotannosta sellu- tai vaneritehtaan sivuvirtana

- Jauhemuotoisen suberiiniväliuotteen tuotanto teollisesta koivunkuorimassasta edellyttää saumatonta yhteistyötä sellu- ja/vai vaneritehtaiden kanssa, jotka edelleen tekevät yhteistyötä metsäalan toimijoiden kanssa (Kuvio 8). Koivunkuorimassan omistuksesta ja siihen liittyvistä vastuista (esimerkiksi jäännösmassaan liittyvät toimenpiteet ja kustannukset) tehdaskäsittelyn jälkeen sovitaan tehtaan ja kuorimassan käsittelijän välillä.
- Ensimmäisessä vaiheessa koivunkuorimassasta erotetaan kaskadikäytön periaatteiden mukaisesti sekä puupolymeerit (suberiini) että uuteaineet (betuliini). Kuorimassan bioarvo-yhdisteiden erotusmenetelmiä on useita, mutta niissä kaikissa on huomioitu seuraavat esikäsittelyvaiheet:
 - 1) Koivunkuorimassan kuivaaminen → tavoitekosteus 23 m-%^{38 julkaisussa 26}
 - 2) Mekaaninen esikäsittely → koivunkuorimassa lastutaan, revitään, murskataan tai jauhetaan^{38 julkaisussa 26}
 - 3) Koivun ulko- ja sisäkuoren erottaminen esim. seulomalla tai vesierotuksella²⁶

Ideasta tuotteeksi 2/3



Kuvat 11–12. Vasemmalla suberiinirasvahappojaetta ja oikealla betuliinjaetta hydrolyysiprosessista, jossa eristetään suberiini (rasvahappoina) ja triterpenoidit kahtena erillisenä jakeena hyödyntämällä emäksistä alkoholihydrolyysiä sekä yhdistettyä esiuuttoa ja hydrolyysiä³. Kuvat ©Risto Korpinen (Korpinen, 2023³, dia 21).

- Esikäsittelyn jälkeen ulkokuorimassa etenee bioarvoyhdisteiden erotusprosessiin. Menetelmiä on useita, joista osa mahdollistaa suberiinirasvahappojen ja betuliinin erottamisen samanaikaisesti.
- Kun suberiini ja betuliini erotetaan samanaikaisesti, koivun ulkokuorimassasta ei poisteta uuteaineita: Triterpeenialkoholeja sisältävä raaka-aine nostaa hieman suberiinisaantoa (noin 2 %) sekä alentaa tuotantokustannuksia (aika, reagenssit), mutta samalla saatujen hiiliketjujen pituus lyhenee ja funktionaalisuus heikkenee.³⁹ julkaisussa 26, 40 julkaisussa 26, 26
- Mikäli hiiliketjujen pituus ja funktionaalisuus ovat tärkeitä tekijöitä lopputuotteessa, uuteaineet voidaan poistaa esimerkiksi metanolyysillä, jonka avulla saadaan epoksi- ja hydroksiryhmiä sisältäviä yhdisteitä metyyliestereiden sijaan³⁹ julkaisussa 26, 40 julkaisussa 26, 26.



Ideasta tuotteeksi 3/3

Esimerkkejä menetelmistä, joilla suberiinia erotetaan koivun kuoresta²⁶:

- **Krasutskyn et. al. (2004⁴¹) patentoima menetelmä:** Kyseessä on uuteaineettoman ulkokuoren uuttomenetelmä, jossa käytetään liuottimena alkoholivesiliuosta. Suberiinin depolymerointiaste on verrattain korkea, jolloin muodostuu runsaasti yksittäisiä rasvahappojen suoloja. Kun nämä suolat happamoidaan (pH 5–6), saadaan suuri määrä suberiinirasvahappoja.
- **Iversenin et. al. (2010⁴²) patentoima menetelmä:** Tässä menetelmässä uuteaineeton tuohen suberiini depolymeroidaan emäksisellä vesiliuottimella ilman alkoholia. Menetelmän etuna on edullinen vesiliuotin, mutta toisaalta korkeasta suberiinirasvahapposaannosta ei ole varmuutta.
- **Hotasen & Pietarisen (2012³⁸) patentoima menetelmä:** Kyseessä on suberiinin vaihtoehtoinen erotusmenetelmä, jossa saadaan samanaikaisesti betuliinia ja suberiinirasvahappojen suoloja altistamalla koivun ulkokuori alkalihydrolyysille käyttäen liuottimena alkali-alkoholivesiliuosta. Menetelmää on paranneltu sekä alustavasti mitoitettu ja simuloitu teolliseen mittakaavaan.

Suberiinipohjaiset tuotteet markkinoilla: Kehittämistä ohjaava politiikka

- Vahva poliittinen tahtotila luonnontuotealan kasvulle⁴³, esimerkiksi:
 - Kansallinen metsästrategia 2035⁴⁴
 - Suomen biotalousstrategia – Kestävästi kohti korkeampaa arvonlisää⁴⁵
 - Valtioneuvoston selonteko ruokapolitiikasta: Ruoka2030 – Suomi-ruokaa meille ja maailmalle⁴⁶
 - Lähirookaohjelma ja lähirookasektorin kehittämisen tavoitteet vuoteen 2025: Lähirookaa – totta kai!⁴⁷
 - Luomu 2.0 – Suomen kansallinen luomuohjelma vuoteen 2030⁴⁸
- Lisäksi alan sisäinen toiminta, esimerkiksi:
 - Kestävästi ja vastuullisesti monipuolista arvonlisää – Luonnontuotealan toimintaohjelma 2030⁴⁹



Suberiinipohjaiset tuotteet markkinoilla: Markkinoita ohjaavat trendit ja ilmiöt 1/2

- Yleinen kiinnostuksen kasvu luonnonmukaisuutta, ekologisuutta, turvallisuutta, terveellisyyttä ja eettisyyttä kohtaan⁴⁹
- Kansainvälisten markkinoiden näkökulmasta suomalaisen tuote- ja palvelutuotannon kilpailutekijöitä ovat muun muassa arktisuus sekä puhdas ilma, maaperä ja vesi. Osaan raaka-aineista pohjoiset olosuhteet tuottavat keskimääräistä korkeammat arvoyhdistepitoisuudet.⁴⁹
- Viime vuosien kriisien (Covid-19-pandemia ja Ukrainan sota) moninaiset vaikutukset (tuotantopanosten kustannukset, kannattavuus, kuluttajien ostovoima, alihyödynnettyihin luonnontuotteisiin liittyvät vahvuudet, huoltovarmuus- ja omavaraisuuskysymykset jne.)⁴³
- Metsäbiomassojen käytön kestävyteen liittyvä julkinen keskustelu⁵⁰
- Metsäbiomassan kaskadikäyttö yhtenä kestävyttä varmistavana tekijänä⁵¹



Suberiinipohjaiset tuotteet markkinoilla: Markkinoita ohjaavat trendit ja ilmiöt 2/2

- Suberiinituotteiden näkökulma:
 - Suberiinipohjaisilla tuotteilla voidaan korvata synteettisiä ja vähemmän kestäviä tuotteita, jolloin ei pyritä kokonaiskulutuksen kasvattamiseen, vaan ohjaamaan kuluttajia kasvattamaan kestävästi tuotettujen tuotteiden ja palvelujen markkinaosuutta.
 - Yleinen positiivinen mielikuva suomalaisesta, vastuullisesti kasvatetusta koivusta sekä läpinäkyvästi esitetty tuotantoketju, jossa luonnonvarojen kaskadikäytön periaate toteutuu, voidaan olettaa tuovan markkinoilla lisäarvoa suomalaista alkuperää oleviin suberiiniin pohjautuviin jatkojalostustuotteisiin. Samoilla argumenteilla voidaan vaikuttaa ympäristötietoisten kuluttajien osto- ja valintapäätöksiin suberiinipohjaisten ja muiden vastaavaan käyttötarkoitukseen tarkoitettujen tuotteiden kategoriassa.



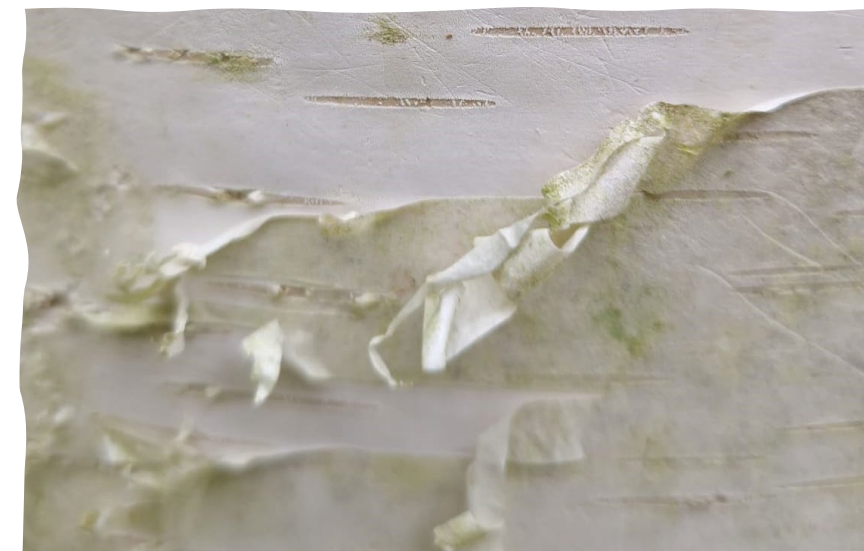


Kaupallistamiseen vaikuttavat lait ja asetukset sekä tuotetiedot ja tuotteeseen liittyvät väittämät

- Suberiinituotteelle vaaditaan Suomen lain edellyttämä käyttöturvallisuustiedote, jonka sisältö pohjautuu REACH-asetukseen (Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals). Asiakirjalla kemikaalin toimittaja kertoo asiakkailleen kemikaalin mahdollisista vaaroista sekä turvallisesta varastoinnista, käsittelystä ja hävittämisestä.⁵²
- CLP-asetus eli Euroopan parlamentin ja neuvoston kemikaalien luokitusta, merkintöjä ja pakkaamista koskeva asetus 1272/2008 sisältää säännöt kemikaalien (aine tai seos) luokituksista, merkinnöistä ja pakkaamisesta. EU-markkinoilla myyvän tai EU-markkinoille maahantuovan toimijan tulee noudattaa CLP-asetusta ja luokitella, merkitä ja pakata kemikaali asetuksen säännösten mukaisesti.^{52, 53}
- Kemikaalille osoitetaan yksilöllinen CAS-numero (American Chemical Society), kun se saapuu CAS Registry® -tietokantaan. CAS-numero tulee sisällyttää käyttöturvallisuustiedotteeseen.⁵⁴ Suberiini löytyy European Chemical Agency:n tietokannasta⁵⁵ nimellä "Suberin acid" ja CAS-numerolla 505-48-6.
- Suberiinia ei löydy Tukesin ylläpitämästä biosidirekisteristä²⁹.
- Uuselintarvikelaki ei rajoita raudus- ja hieskoivun kuoren käyttöä ravintolisissä, mutta muu elintarvikekäyttö vaatisi uuselintarvikelain mukaisen uuselintarvikeluvan hankkimista.²⁸
- Jauhemuotoiselle suberiiniväliaineelle ei voida esittää tuotteeseen liittyviä ravitsemus- ja terveysväitteitä tai kosmetiikan markkinointiväittämiä. Lopputuotteiden valmistajien tulee varmistaa käyttökohteen mukainen lainmukaisuus.

Kilpailevat tuotteet 1/2

- Suberiinirasvahapot ovat kaupallisilla markkinoilla verrattain tuore tuote.
- Tällä hetkellä kaupallisilta markkinoilta löytyy muutamia yksittäisiä suberiinituotteiden tuottajia, joista vain ulkomaiset ilmoittavat hinnastonsa julkisesti verkkosivuilla.
 - Esimerkiksi amerikkalainen bioteknologia-, kemikaali- ja lääkeyhtiö Avantor sekä VWR, joka on osa Avantoria, myyvät suberiinia hintaan **35 €/100 g, 117 €/500 g ja 423 €/2 500 g** (pakkaustyyppi: valosuojattu ruskea lasipullo)⁵⁶.
 - Muita suberiinia myyviä kaupallisia yrityksiä ovat muun muassa yhdysvaltalainen Sigma-Aldrich (omistaja Merck Group) sekä TCI (Tokyo Chemical Industry). Molemmat ilmoittavat myyntihinnat Yhdysvaltain dollareina (US\$).⁵⁷




Kilpailevat tuotteet 2/2

- Erityisesti Suomen markkinoilla tärkein kilpaileva tuote jauhemuotoiselle suberiinivälituotteelle on Innomost Oy:n Suberinno.™. Tuotetta on saatavilla viidessä eri muodossa, myös vahana. INCI-nimeksi ilmoitetaan *Betula alba bark extract*, joka tarkoittaa koivunkuoriuutetta.⁵⁸
- Koivunkuoriuutteesta valmistetaan muun muassa lääkevalmisteita. Euroopan lääkevirasto (EMA) on hyväksynyt kahden koivunkuoriuutepohjaisen lääkevalmisteen käytön⁵⁹, joista haavanhoitoon tarkoitettua Filsuvez-geeliä löytyy tällä hetkellä markkinoilta^{59, 60}.
 - Yksi gramma Filsuvez-geeliä sisältää 100 mg rauduskoivun, hieskoivun ja edellisten hybridien kuoresta valmistettua uutetta (kuivauutteena ja puhdistettuna). Määrä vastaa 0,5–1,0 g koivun kuorta ja sisältää 84–95 mg triterpeenejä (betuliinia, betuliinihappoa, erytrodiolia, lupeolia ja oleanolihappoa yhteensä).⁶⁰
- Ulkomainen tuotanto, jonka raaka-aineena käytetään esim. Väli-Euroopassa esiintyvää korkkitammaa (*Quercus suber*) → kuorta käytetään viinipullojen korkkien lisäksi myös lämpö- ja äänieristeissä^{22, 26}.

Innomost Oy:n suberiinituotekuva: Suberinno.™
©Innomost Oy⁵⁸



A large stack of cut logs is piled up in a forest. The logs are stacked in a neat, conical shape, with the ends of the logs facing outwards. The forest background consists of tall, thin trees, likely pines or spruces, under a clear sky. The ground in the foreground is dark and appears to be a mix of soil and grass.

Keksinnön, tuoteidean ja osaamisen suojaaminen

- **Keksintö, tuoteidea** ⁶¹:

- Patenti
- Hyödyllisyysmalli
- Ulkomuodon mallisuoja
- Tavaramerkki

- **Osaaminen** ⁶¹:

- Kilpailu- ja rekrytointikielto
- Salassapito
- Tiedon käyttöön liittyvät rajoitukset ja dokumentointi
- Henkilöstön sitouttaminen

Johtopäätökset

Tulevaisuudessa puuteollisuuden sivuvirtoihin pohjautuvalla bioarvoyhdistetuotannolla on potentiaalia tarjota luonnontuotealalle volyymituotteita, joilla voidaan vastata sekä kotimaiseen että kansainväliseen kysyntään. Tällä hetkellä suurin osa suomalaisista luonnontuoteraaka-aineiden jalostajista on mikro- ja pienyrityksiä, joiden tuotantomäärät ovat verrattain pieniä ja taustalla olevat tuotantokustannukset verrattain isoja. Yhtenä syynä on monien luonnontuoteraaka-aineiden heikko ja/tai epävarma saatavuus, johon vaikuttavat pienten yritysten vähäisten kehittämisresurssien lisäksi muun muassa vaatimattomat keruuteknologiat, kehittymättömät keruuketjut ja puuttuvat tukkuporrastoimijat. Koivun kuoren osalta raaka-ainesaatavuus ei ole samalla tavalla rajoite.

Suomalaisen luonnontuotealan kokonaisvaltaisen kehittymisen näkökulmasta olisi tärkeää, että saisimme maahan teollisuusmittakaavan toimintaa, joka vahvistaisi alan näkyvyyttä ja asemaa toiminnallisesti, taloudellisesti ja poliittisesti. Tällä hetkellä alan vaikutusmahdollisuudet ovat pienet, eikä ala nouse vahvasti esiin biotalouden keskusteluissa toisin kuin esimerkiksi vahvan aseman omaava metsäteollisuus⁴³. Tähän voidaan vaikuttaa kansallisia ja EU-tason ohjelmia, strategioita ja tavoitteita vahvasti tukevalla yritystoiminnalla, joka tuottaa kansallisesti merkittäviä taloudellisia ja sosiaalisia hyötyjä ekologisesti kestäväällä tavalla. Suberiinipohjaisten tuotteiden teollisuusmittakaavan tuotanto tiiviissä yhteistyössä metsä- ja puuteollisuuden toimijoiden kanssa voisi toimia yhtenä merkittävänä veturina tässä kehittämistyössä.

Lähteet 1/6

- [1] Wojtech, M. (2013). *The Language of Bark*. Viitattu 25.7.2023, <https://www.americanforests.org/article/the-language-of-bark/>.
- [2] Pirinen, H. (2018). Koivu. Teoksessa: Pirinen, H. (toim.), *Luonnontuoteopas – Toimintaympäristö, työskentely ja tuotteistaminen luonnontuotealalla*. Helsinki: Opetushallitus, ss. 226–240.
- [3] Korpinen, R. (2023). *Suberin fatty acids and triterpenoids from birch outer bark*. Viitattu 11.11.2023, <https://www.univ-reims.fr/media-files/48578/risto-korpinen.pdf>.
- [4] Kumar, A., Korpinen, R., Möttönen, V. & Verkasalo, E. (2022). Suberin Fatty Acid Hydrolysates from Outer Birch Bark for Hydrophobic Coating on Aspen Wood Surface. *Polymers*, 2022, 14(4), 832.
- [5] Pro Puu ry (2023). *Puun kerrokset*. Viitattu 25.7.2023, <https://puuproffa.fi/puutieto/puun-kerrokset/>.
- [6] Demets, O. V., Takibayeva, A. T., Kassenov, R. Z., Aliyeva, M. R. (2022). Methods of Betulin Extraction from Birch Bark. *Molecules*, 27(11): 3621.
- [7] O'Connell, M. M., Bentley, M. D., Campbell, C. S. & Cole, B. J. W. (1988). Betulin and lupeol in bark from four white-barked birches. *Phytochemistry*, 27(7), ss. 2175–2176.
- [8] Holonec, L., Ranga, F., Crainic, D., Truta, A. & Socaciu, C. (2012). Evaluation of betulin and betulinic acid content in birch bark from different forestry areas of western carpathians. *Not Bot Horti Agrobo*, 40(2), ss. 99–105.
- [9] Hu, Z., Guo, N., Wang, Z., Liu, Y., Wang, Y., Ding, W., Zhang, D. & Wang, Y. (2013). Development and validation of an LC-ESI/ MS/MS method with precolumn derivatization for the determination of betulin in rat plasma. *Journal of Chromatography B Analytical Technologies in the Biomedical and Life Sciences*, 939(15.11.2023), ss. 38–44.
- [10] Šiman, P., Filipova, A., Ticha, A., Niang, M., Bezrouk, A. & Havelek, R. Effective method of purification of betulin from birch bark: The importance of its purity for scientific and medicinal use. *PLoS ONE*, 11(5), ss. n/a–n/a.

Lähteet 2/6

- [11] Kwan, I., Huang, T., Ek, M., Seppänen, R. & Skagerlind, P. (2022). Bark from Nordic tree species – a sustainable source for amphiphilic polymers and surfactants. *Nordic Pulp & Paper Research Journal*, 37(4), ss. 566–575.
- [12] Matthews, S., Mila, I., Scalbert, A. & Donnelly, D. M. X. (1997). Extractable and non-extractable proanthocyanidins in barks. *Phytochemistry*, 45(2), ss. 405–410.
- [13] Krasutsky, P. A. (2006). Birch bark research and development. *Natural Product Reports*, 23(6), ss. 919–942.
- [14] Holmbom, B. (2011). Extraction and utilisation of non-structural wood and bark components. Teoksessa: Alén, R. (toim.), *Biorefining of Forest Resources*. Espoo: Paperi ja Puu Oy, ss. 178–224.
- [15] Räisänen, T., Athanassiadis & D. (2013). *Basic chemical composition of the biomass components of pine, spruce and birch*. Viitattu 18.9.2023, http://biofuelregion.se/wp-content/uploads/2017/01/1_2_IS_2013-01-31_Basic_chemical_composition.pdf.
- [16] Routa, J., Brännström, H., Anttila, P., Mäkinen, M., Jänis, J. & Asikainen, A. (2017). *Wood extractives of Finnish pine, spruce and birch – availability and optimal sources of compounds*. Natural resources and bioeconomy studies 73/2017. Saatavilla: <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-326-495-3>.
- [17] 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*, 2020, 25(3), 567.
- [18] Blondeau, D., St-Pierre, A., Bourdeau, N., Bley, J., Lajeunesse, A. & Desgagné-Penix, I. (2020). Antimicrobial activity and chemical composition of white birch (*Betula papyrifera* Marshall) bark extracts. *MicrobiologyOpen*, 9(1), ss. n/a–n/a.
- [19] Kumaniaev, I., Navare, K., Mendes, N. C., Placet, V., Van Acker, K. & Samec, J. S. M. (2020). Conversion of birch bark to biofuels. *Green Chemistry*, 2020(22), ss. 2255–2263.
- [20] Ferreira, R., Garcia, H., Sousa, A. F., Freire, C. S. R., Silvestre, A. J. D., Rebelo, L. P. N. & Pereira, C. S. (2013). Isolation of suberin from birch outer bark and cork using ionic liquids: A new source of macromonomers. *Industrial Crops and Products*, 44(January 2013), ss. 520–527.

Lähteet 3/6

- [21] Kumar, A., Korpinen, R., Möttönen, V. & Verkasalo, E. (2022). Suberin Fatty Acid Hydrolysates from Outer Birch Bark for Hydrophobic Coating on Aspen Wood Surface. *Polymers*, 2022, 14(4), 832.
- [22] Gandini, A., Pascoal Neto, C. & Silvestre, A. J. D. (2006). Suberin: A promising renewable resource for novel macromolecular materials. *Progress in Polymer Science*, 31(10), ss. 878–892.
- [23] Laine, J. (2020). *Puun kuoren komponenttien hyödyntäminen*. Kandidaatintyö. Lappeenrannan-Lahden teknillinen yliopisto LUT, Kemianteeniikka. Saatavilla: <https://urn.fi/URN:NBN:fi-fe2020060140065>.
- [24] Harman-Ware, A. E., Sparks, S., Addison, B. & Kalluri, U. C. (2021). Importance of suberin biopolymer in plant function, contributions to soil organic carbon and in the production of bio-derived energy and materials. *Biotechnology for Biofuels*, 14: 75.
- [25] Järvinen, R. (2010). *Cuticular and suberin polymers of edible plants, analysis by gas chromatographic-mass spectrometric and solid state spectroscopic methods*. Väitöskirja. Turun yliopisto, Biokemia ja Elintarvikekemian. Viitattu 30.9.2023, <https://www.utupub.fi/bitstream/handle/10024/64138/diss2010jarvinen.pdf?isAllowed=y&sequence=1>.
- [26] Lepistö, R. (2021). *Suberiinirasvahappojen talteenottomenetelmät koivun tuohesta ja prosessin scale-up*. Opinnäytetyö. Metropolia-ammattikorkeakoulu, Bio- ja kemianteeniikka. Saatavilla: <https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-2021052310496>.
- [27] Gandini, A. & Belgacem, M. N. (2013). 4 - The State of the Art of Polymers from Renewable Resources. Teoksessa: Ebnesajjad, S. (toim.), *Handbook of Biopolymers and Biodegradable Plastics*. Plastics Design Library, William Andrew Publishing, ss. 71–85.
- [28] Euroopan komissio (ei julkaisuajankohtaa). *EU Novel food catalogue*. Viitattu 11.11.2023, https://webgate.ec.europa.eu/fip/novel_food_catalogue/#.
- [29] KemiDigi (2023). *Kemikaalituoterekisteri*. Viitattu 14.11.2023, <https://www.kemidigi.fi/kemikaalihaku>.
- [30] Pirinen, H. (2023). *Luonnontuotealan täydennyskoulutuksen opintojakson '3. Luonnontuotteiden ainesosat, ominaisuudet ja hyödyntäminen' kehittämistehtävän ohjauskeskustelu*. Teams-tapaaminen 25.10.2023: Heli Pirinen, Marja-Liisa Järvelä, Mari Mäki-Kahma-Lahti ja Katja Perttu.

Lähteet 4/6

[31] Arktinen älykäs metsäverkosto -hanke (2020). *Luonnontuoteala Lapissa*. Viitattu 22.9.2023, <https://www.tiedekeskus-pilke.fi/assets/pdf-tiedostot/Infograafit/UUSI-Luonnontuoteala-Lapissa-Infograafi-A3.pdf>.

[32] Kalaoja, M. (2013). *Koivun rumpukuorintaan vaikuttavat tekijät talvella*. Diplomityö. Oulun yliopisto, Teknillinen tiedekunta, Prosessi- ja ympäristötekniikka. Saatavilla: <http://urn.fi/URN:NBN:fi:oulu-201302271058>.

[33] Partanen, S. (2017). *Kuorinnan ja puuraaka-aineen muutosten vaikutus poltojakeen ominaisuuksiin*. Diplomityö. Lappeenrannan teknillinen yliopisto LUT (nyk. Lappeenrannan-Lahden teknillinen yliopisto LUT), Energiatekniikka. Saatavilla: <https://urn.fi/URN:NBN:fi-fe201704186179>.

[34] Hautakangas, I. (2021). *Sellutehtaan kuorimon vedenkäytön optimointi*. Kandidaatintyö. Lappeenrannan-Lahden teknillinen yliopisto LUT, Kemianteekniikka. Saatavilla: <https://urn.fi/URN:NBN:fi-fe2021052030923>.

[35] Vaahtera, E. (toim.) (2023). *Metsätilastollinen vuosikirja 2022*. Saatavilla: <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-380-584-2>.

[36] Koskinen, K. (1999). Wood handling applications. Teoksessa: Gullichsen, J. & Fogelholm, C.-J. (toim.), *Chemical Pulping*. Helsinki: Papermaking Science and Technology, ss. 330-490 s.

[37] Lappi, H., Nurmi, J. & Läspä, O. (2014). *Decrease in Extractives of Tree Bark During Storage*. Viitattu 30.9.2023, http://biofuelregion.se/wp-content/uploads/3_11_IS_2014-08-11_Decrease_in_Extractives_Lappi_Nurmi_Laspa.pdf.

[38] Hotanen, U. & Pietarinen, S. (2012). *Method for treating birch bark and the use of the product*. WO2012/160250A2

[39] Fichtner, A. (2017). *Extraction Studies of Suberin from Bark and Synthesis of Lignin Isosyanate-Free Polyurethanes: Byproducts of the Beech Wood Industry*. Albert-Ludwigs-Universität Freiburg. Viitattu 11.11.2023, <https://freidok.uni-freiburg.de/data/15679>.

[40] Heinämäki, J., Pirttimaa, M., Alakurtti, Pitkänen, P., Kanerva, H., Hulkko, J., Paaver, U., Aruväli, J., Yliruusi, J. & Kogermann, K. (2017). Suberin Fatty Acids from Outer Birch Bark: Isolation and Physical Material Characterization. *Journal of Natural Products*, 80, s. 916–924.

Lähteet 5/6

[41] Krasutsky, P. A., Carlson, R. M., Nesterenko, V. V., Kolomistyn, I. V. & Edwardson, C. F. (2004). *Birch bark processing and the isolation of natural products from birch bark*. US6815553B2.

[42] Iversen, T., Nilsson, H. & Olsson, A. 2010. *A method for separating from suberin and/or cutin containing plants, a solid and/or oil fraction enriched in cis-9,10-epoxy-18-hydroxyoctadecanoic acid*. WO2010/093320A1.

[43] Wacklin, S. (2022). *Toimialaraportit: Arvoketjuja vahvistamalla volyyymia luonnontuotealalle*. TEM toimialaraportit 2022:5. Saatavilla: <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-327-985-8>.

[44] Maa- ja metsätalousministeriö (MMM) (2022). *Kansallinen metsästrategia 2035*. Viitattu 22.9.2023, <https://mmm.fi/documents/1410837/110695773/Kansallinen+mets%C3%A4strategia+2035+MN+hyv%C3%A4ksym%C3%A4+14122022.pdf/0d1c4f6a-8ab2-8f03-0bca-8c66e131be86/Kansallinen+mets%C3%A4strategia+2035+MN+hyv%C3%A4ksym%C3%A4+14122022.pdf?t=1682587418855>.

[45] Työ- ja elinkeinoministeriö (TEM), maa- ja metsätalousministeriö (MMM), ympäristöministeriö (YM), opetus- ja kulttuuriministeriö (OKM), sosiaali- ja terveysministeriö (STM), liikenne- ja viestintäministeriö (LVM), valtiovarainministeriö (VVM) & valtioneuvoston kanslia (2022). *Suomen biotalousstrategia: Kestävästi kohti korkeampaa arvonlisää*. Valtioneuvoston julkaisuja 2022:3. Saatavilla: <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-383-547-4>.

[46] Maa- ja metsätalousministeriö (MMM) (ei julkaisuajankohtaa). *Valtioneuvoston selonteko ruokapolitiikasta: Ruoka2030 – Suomi-ruokaa meille ja maailmalle*. Viitattu 22.9.2023, <https://mmm.fi/documents/1410837/1923148/Ruokapoliittinen+selonteko+Ruoka2030/d576b315-41fe-4e9d-9d02-8462c5ae5895>.

[47] Maa- ja metsätalousministeriö (MMM) (2022). *Lähiuokaohjelma ja lähiuokasektorin kehittämisen tavoitteet vuoteen 2025: Lähiuokaa – totta kai!* Maa- ja metsätalousministeriön julkaisuja 2021:8. Saatavilla: <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-366-195-0>.

[48] Maa- ja metsätalousministeriö (MMM) (2021). *Luomu 2.0 – Suomen kansallinen luomuohjelma vuoteen 2030*. Maa- ja metsätalousministeriön julkaisuja 2021:13. Saatavilla: <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-366-386-2>.

[49] Rutanen, J., Wacklin, S. & Partanen, B. (2023). *Kestävästi ja vastuullisesti monipuolista arvonlisää – Luonnontuotealan toimintaohjelma 2030*. Helsingin yliopiston Ruralia-instituutin Raportteja 225. Viitattu 22.9.2023, <https://helda.helsinki.fi/server/api/core/bitstreams/88e67b82-37cb-44e5-8ca0-0116dfdb51a8/content>.

[50] Sailaranta, T. (2023). *Metsä Boardin loppuvuosi on lohduton, mutta edessä siintävät jo valoisimmat ajat*. Kauppalehti 13.11.2023. Viitattu 15.11.2023, <https://www.kauppalehti.fi/uutiset/metsa-boardin-loppuvuosi-on-lohduton-mutta-edessa-siintavat-jo-valoisimmat-ajat/33256ef0-eccd-489b-a7f6-6c1f70b9abc4>.

Lähteet 6/6

[51] Koistinen, A. (2016). *Kaskadikäyttö metsätalouden kestävyuden todentajana — esiselvitys*. Tapion raportteja nro 4. Viitattu 15.11.2023, <https://tapio.fi/wp-content/uploads/2019/10/Kaskadikaytto-metsatalouden-kestavyuden-todentajana.pdf>.

[52] Turvallisuus- ja kemikaalivirasto (Tukes) (ei julkaisuajankohtaa). *Luokitus, merkinnät ja pakkaaminen*. Viitattu 14.11.2023, <https://tukes.fi/kemikaalit/clp-luokitus-merkinnat-ja-pakkaaminen>.

[53] Turvallisuus- ja kemikaalivirasto (Tukes) (ei julkaisuajankohtaa). *CLP-asetus*. Viitattu 14.11.2023, <https://tukes.fi/kemikaalit/clp-luokitus-merkinnat-ja-pakkaaminen/cpl-asetus>.

[54] Chemwatch (2023.) *Kaikki mitä sinun tarvitsee tietää CAS-numeroista*. Viitattu 14.11.2023, <https://chemwatch.net/fi/blog/everything-you-need-to-know-about-cas-numbers/>.

[55] European Chemical Agency (ECHA) (ei julkaisuajankohtaa). *Substance Infocard: Suberin acid*. Viitattu 11.11.2023, https://echa.europa.eu/substance-information/-/substanceinfo/100.007.283?disssubinfo_WAR_disssubinfoportlet_backURL=https%3A%2F%2Fecha.europa.eu%2Fsearch-for-chemicals%3Fp_p_id%3Ddisssimplesearch_WAR_dissearchportlet%26p_p_lifecycle%3D0%26p_p_state%3Dnormal%26p_p_mode%3Dview%26disssimplesearch_WAR_dissearchportlet_sessionCriteriaId%3DdisSimpleSearchSessionParam101401699794534054.

[56] Avantor (2023). *Suberic acid ≥99%*. Viitattu 14.11.2023, <https://ie.vwr.com/store/product/2355738/suberic-acid-99>.

[57] Chemical Book (2023). *Suberic acid*. Viitattu 14.11.2023, https://www.chemicalbook.com/ChemicalProductProperty_EN_CB2775043.htm.

[58] Innomost Oy (2023). *Suberinno.™ Suberin*. Viitattu 11.11.2023, <https://www.innomost.com/products/suberin/>.

[59] DrugBank (2022). *Birch bark extract*. Viitattu 25.7.2023, <https://go.drugbank.com/drugs/DB16536>.

[60] Euroopan lääkevirasto (European Medicines Agency, EMA) (2023). *Filsuvez: Liite 1 – valmisteyhteenveto*. Viitattu 23.9.2023, https://www.ema.europa.eu/en/documents/product-information/filsuvez-epar-product-information_fi.pdf.

[61] Suomi.fi-verkkotoimitus (2023). *Keksinnön, tuoteidean ja osaamisen suojaaminen*. Viitattu 11.11.2023, <https://www.suomi.fi/yritykselle/tuotteiden-ja-palveluiden-kehittaminen/tuoteideat-ja-keksinnot/opas/yrityksen-aineettoman-omaisuuden-hallinta/keksinnon-tuoteidean-ja-osaamisen-suojaaminen>.

Kuvat ovat tekijöiden, ellei muuta lähdettä ole mainittu kuvan yhteydessä.