

# Bioteknologialla metsistä uusia tuotteita kestävästi ja kannattavasti

Puutavaraa jalostetaan pääosin kahta päähaaraa pitkin. Saha-tavara rakennusmateriaalina ja huonekaluissa on jatkuvasti tärkeä arvoketju. Toinen päähaara eli puun kuidutus joko mekaanista tai kemiallista prosessia hyödyntäen johtaa sellumassaan ja edelleen pääasiassa paperiksi ja kartongiksi.

## Voimakas rakenne-muutos käynnissä

Puunjalostusteollisuus elää jälleen kerran voimakasta muutoksen aikaa. Puunjalostamisessa ollaan siirtymässä yhä pienipiirteisemmälle tasolle eli mikro- ja nanotasolle. Teollisuudessa ja tutkimuslaitoksissa kehitetään aktiivisesti nanoselluloosaa, nestemäisiä biopoltoaineita ja muita kemiallisia molekyyliä. Myös energiabiomassan tuotannon merkitys kasvaa.

Kansallisen metsäohjelma 2015:n tavoitteena on lisätä kansalaisten hyvinvointia hyödyntämällä metsiä monipuolisesti kestävä kehityksen periaatteita noudattaen. Ohjelma korostaa vahvaa tutkimus- ja kehitystyötä metsiin ja puuhun perustuvien uusien tuotteiden kehittämiseksi.

Tavoitteena on luoda edellytykset puunjalostuksen kehittymiselle, turvata metsien monimuotoisuus ja metsien muu käyttö sekä lisäksi hillitä ilmastonmuutosta. Puuntuotannon määrää ja laatua olisi edelleen mahdollista lisätä kestävällä tavalla.

Suomen puunjalostuksen ympärillä toimivat yritykset, tutkimuslaitokset ja yliopistot pyrkivät vastaamaan muutostarpeisiin lisäämällä ja keskittymällä tutkimustoimiaan. Koor-

dinaatiotehtävään perustettiin vuonna 2007 Metsäklusteri Oy ([www.forestcluster.fi](http://www.forestcluster.fi)). Yritys on samalla myös Suomen ensimmäinen SHOK, strategisen huippuosaamisen keskittymä.

## Bioetanolia ja uusia ympäristöystävällisiä tuotteita

Bioteknologiaa on Suomessa käytetty puunjalostuksessa jo vuodesta 1866 alkaen, kun viinan kotipolton kieltäminen johti viinanvalmistuksen osittaiseen teollistumiseen. Nyt bioetanolin (liikennepolttoaineeksi sopiva viina) valmistus puubiomoissa on jälleen ajankohtaista. Bioetanoli prosessissa hake tai puru muutetaan ensin sokeriliuokseksi selluloosaa pilkkovien entsyymien avulla.

Sokereista voidaan käymisprosesseja soveltaen tuottaa esimerkiksi etanolia, orgaanisia happoja, entsyymejä sekä antibiootteja. Näistä voidaan edelleen tuottaa muun muassa kemikaaleja, muoveja ja terveyttä edistäviä aineita.

Käymisprosessit ovat kestävä kehityksen mukaisia, koska niissä käytetään uusiutuvia raaka-aineita useimmiten vesiliuoksissa ja alhaisissa lämpötiloissa. Käymisprosesseissa tuotettuja teollisia entsyymejä käytetään muun muassa pyykinpesuaineissa ja makeutusaineiden valmistuksessa. Niitä sovelletaan myös puunjalostusteollisuudessa esimerkiksi vähentämään mekaanisen kuidutuksen energiatarvetta sekä sellun valkaisussa vähentämään haitallisten aineiden käyttöä.

Entsyymit ovat jatkossakin tärkeä tutkimusalue. Niiden käyttö erilaisten biomassapintojen esimerkiksi selluloosakuidun muokkauksessa luo

mahdollisuuksia uusille funktionaalisille tuotteille, kuten kuitupohjaisille vettä hylkiville pakkausmateriaaleille.

Entsyymejä soveltamalla voidaan myös vaikuttaa valmistetun paperiarkin lujuteen, mikä vähentää alkuperäisen kuitumassan tarvetta ja samalla parantaa paperin kierrätettävyyttä. Molemmista tapauksissa säästyy sekä kallisarvoisia luonnonvaroja että rahaa.

## Tehoa ja tarkkuutta metsänjalostukseen

Kansallinen metsäohjelma nostaa esiin Metsänjalostus 2050 -ohjelman, joka sisältää bioteknologian käytön osana metsänjalostusta. Bioteknisesti solukkoviljelynä tapahtuva metsäpuiden lisäys mahdollistaisi monien edullisten ominaisuusyhdistelmien siirron sellaisenaan käytäntöön.

Solukkoviljelytekniikat osataan jo, mutta esimerkiksi kuusen ja männyn osalta menetelmien kehittämistä rajoittaa solukkoviljelyn onnistuminen vain hyvin nuoresta materiaalista.

Muuntogeenisten puiden tutkimus on tällä hetkellä pääosin perustutkimusta puiden omien geenien toiminnasta ja siirtogeenien vaikutuksista puiden toimintaan. Suomessa tutkimusta tehdään sekä muuntogeenisellä hybridihaavalla että koivulla.

Puun ligniinikoostumuksen muokkaaminen geenitekniikan avulla on herättänyt kiinnostusta, sillä sen avulla voitaisiin vähentää selluloosan ja paperin tuotannon ympäristöhaittoja ja kustannuksia. Toisaalta vaikutukset puun kasvuun ja ekologiin vuorovaikutuksiin

on tutkittava huolella.

Muita tutkimustavoitteita ovat muun muassa puiden vedenoton ja typensidonnan tehostaminen, oksaisuuden vähentäminen sekä taudin- ja tuholaiskestävyyden lisääminen. Kaupallisessa kasvatuksessa on toistaiseksi vain kaksi muuntogeenistä puulajia, viruskestävä papaija Yhdysvalloissa ja torjunta-ainetta kestävä poppeli Kiinassa.

Geenitekniikan menetelmiä voidaan toisaalta hyödyntää myös perinteisessä jalostus- tai metsänviljelyaineiston valinnassa. Puun perimästä luotavasta geenikartasta voidaan löytää biokemiallisia merkkejä, joiden avulla voidaan valintajalostusta tehostaa esimerkiksi puuaineksen ominaisuuksien osalta.

## Puuaineksen bioaktiivisia aineita hyödyntämään

Bioteknologian avulla alamme myös ymmärtää puun rakenteiden, eri molekyylien ja polymeerien syntyä puun kasvuprosessin aikana. Puun kuitujen ja eri komponenttien ominaisuuksia voidaan muokata haluttuun suuntaan ja myös kasvunopeutta voidaan säädellä.

Puuaineksen kemiallisen koostumuksen parempi tuntemus mahdollistaa puiden omien, niin sanottujen bioaktiivisten puolustusainesten eristämisen ja käytön monenlaisissa ympäristöystävällisissä sovelluksissa.

Eriytyisen mielenkiintoisia käyttömahdollisuuksia tarjoavat niin sanotut sekundääriset yhdisteet, kuten flavonoidit, fenolihapot ja tanniinit, joita monet puulajit tuottavat suurina määriä, jopa 10-20 prosenttia

kuivapainostaan. Esimerkiksi tanniinit suojaavat puuta haitallisilta bakteereilta, sieniltä, viruksilta, tuhohyönteisiltä ja kasvinsyöjienisäkkäiltä.

Tanniineja ja muita bioaktiivisia aineita voitaneen hyödyntää myös ympäristöystävällisissä torjunta-aineissa esimerkiksi myyrätuhoja vastaan sekä erilaisissa puunsuoja-aineissa. Korvaamalla raskasmetalleja sisältäviä puunkäsittelyaineita uusilla ympäristöystävällisillä tuotteilla voidaan ympäristön kemiallista saastumista vähentää.

Biotekniiikan merkitys metsälähtöisissä arvoketjuissa on siis kasvussa. Keskeistä on kuitenkin ymmärtää eri teknologioiden yhteistyö kestäviä tuotantotapoja kehittäessä. Biotekniiikka tarvitsee kemian ja kemia biotekniiikkaa.

Uudet kilpailukykyiset prosessit ja nykyisten prosessien parantunut kilpailukyky edellyttävät oikeita taloudellisia ratkaisuja, mutta myös kestävä kehityksen muiden ulottuvuuksien huomioon ottamista.

Biodiversiteettimme säilyttäminen sekä kasvihuonekaasupäästöjen ja jätevesimäärien minimointi ohjaavat kehitystä myös tulevaisuudessa.

**NIKLAS VON WEYMARN  
KAROLIINA NIEMI  
ELINA OKSANEN**

Kirjoittajat ovat jäseninä biotekniikan neuvottelukunnassa. Biotekniiikan neuvottelukunta ([www.biotekniikanneuvottelukunta.fi](http://www.biotekniikanneuvottelukunta.fi)) heittää keskustelua ajankohtaisista biotekniikka-aiheista. Yliösarjan aiemmat osat ilmestyivät 13.2.2009 ja 13.3.2009.