

## Pellavan ja kuituhampun mikrobiologinen laatu ja mahdollisuudet jatkojalostukseen

Minna Koivula<sup>1)</sup>, Antti Pasila<sup>1)</sup>, Irma Redsven<sup>1)</sup>, Risto Kuisma<sup>1)</sup>, Anna-Maija Sjöberg<sup>1)</sup> ja Aarne Pehkonen<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Helsingin yliopisto, Maa- ja kotitalousteknologian laitos, PL27, 00014 Helsingin yliopisto  
etunimi.sukunimi@helsinki.fi

### Johdanto

Kuituraaka-aineen soveltuvuutta uusiin kohteisiin sekä kuidun korjuumenetelmiä kehitetään. Euroopassa tutkitaan uusiutumattomista luonnonvaroista valmistettujen tuotteiden korvaamista mahdollisilla luonnonkuitutuotteilla (Fischhaber 2001). Helsingin yliopiston Maa- ja kotitalousteknologian laitoksella on viime vuosina tutkittu runsaasti kuitukasvien uusia hyödyntämismahdollisuuksia. On selvitetty mm. rakennusmateriaaleihin käytettävän pellavan ja kuituhampun laatua (Kymäläinen 2000; Kymäläinen ja Pasila 2000; Kymäläinen ym. 2001) sekä kuitupellavan ja -hampun soveltuvuutta kuituvalostekniikalla valmistettävien matkapuhelinpakkauksien vaimennusmateriaalin raaka-aineeksi (Tavisto ym. 2001). Lisäksi on tutkittu niinikuidusta valmistettujen kuituvalosten kuivumista (Kortesmaa 2001) sekä kuitukasveista valmistettujen suodatinaineiden sopivuutta öljyn imeyttämiseen (Pasila ja Kymäläinen 2000; Pasila 2001). Tämä tutkimus on ensimmäinen mikrobiologinen tutkimus ja liittyy Suomen Akatemian SUNARE-ohjelman projektiin ”Emissions from Thermal Insulations” (Päättösilmoitus n:o 76712), jossa selvitetään rakennusmateriaaleiksi tarkoitettujen eri lämmöneristemateriaalien emissioita ja niiden vaikutusta sisäilmaan.

Pellava ja kuituhamppu ovat orgaanisia raaka-aineita, joiden prosessointi asettaa jalostusketjulle erityisiä vaatimuksia tuoteturvallisuuden kannalta. Siksi niiden osalta selvitetään tuotantoketjun kriittiset pisteet, joissa voi muodostua haitallista mikrobikasvua.

Tässä tutkimuksessa esitetään tuloksia kuituhampun ja pellavan eri osien mikrobiologisesta tilasta kasvukauden aikana. Erityisesti tarkastellaan kasvitauteja aiheuttavia homesukuja kasvustossa.

### Aineisto ja menetelmät

Tutkimuksessa käytetty kuituhamppu (*Cannabis sativa* L.) ja öljypellava (*Linum usitatissimum* L.) kasvatettiin Siggansin tilalla Siuntiossa. Viljely tehtiin yleisesti käytetyillä viljelymenetelmillä (Sankari ja Mela 1998). Projektiin liittyvät ensimmäiset näytteet otettiin vuonna 2000 kasvaneista, keväällä 2001 korjatuista hampuista ja pellavista. Kesän 2001 aikana tehtiin mikrobiologisia määrittämiä kuitukasvien kasvun alettua. Näytteitä otettiin keskimäärin viikon välein yhteensä noin 130 kpl. Mittaustaajuutta vähennettiin syksyllä ja mittaukset aloitetaan taas uudelleen ennen kuitukasvien korjuuta keväällä. Esikoemittauksia on tehty myös kuitukasvien prosessointilaitteiden ympäristön ilmasta (Pasila ym. 1999) sekä ensimmäisistä kaupallisista pellavaeristeistä.

Koska pellolta niitetyt varret paalataan, jolloin pellon kasvusto sekoittuu, voidaan koko peltoa käsitellä yhtenä näytteenä. Kuhunkin kasvukauden kokonaisnäytteeseen materiaali kerättiin kulmalla viistosti halki pellon ja leikkaamalla viidessä eri kohdassa peltoa kasvavista kasveista noin 10 cm mittaiset palat latvasta ja tyvestä. Kerätyt varrenpalat katkottiin pienemmiksi paloiksi, joista otettiin satunnaisesti osa näytteenkäsittelyyn.

Näytteet homogenisoitiin Stomacher 400 Circulator-laitteella (Merck Eurolab) (230 rpm, 10 min). Laitteessa käytettiin suodattimettomia Stomacher-pusseja. Kasvatusalustat mikrobimäärittämissä olivat Hygicult®-alustoja (Orion Diagnostica). Työssä käytettiin Y&F-Hygiculteja sekä Easicult-M-alustoja hiivojen ja homeiden määrän selvittämiseen ja TPC-Hygiculteja kokonaismikrobipitoisuuden selvittämiseen. Ilmanäytteet otettiin MAS-100-keräimellä (Merck Eurolab). Ilmamittauksissa käytettiin kasvatusalustoina Plate count agar-maljoja.

### Tulokset

Kasvukauden 2001 näytteissä esiintyneiden mikrobien kokonaismäärä vaihteli kuituhampussa välillä  $3 \times 10^2$ - $3,4 \times 10^9$  pmy/g<sub>dw</sub> ja öljypellavassa välillä  $9 \times 10^4$ - $2,4 \times 10^{10}$  pmy/g<sub>dw</sub>. Homeiden määrä kuituhampussa vaihteli välillä  $<1 \times 10^2$ - $5 \times 10^7$  pmy/g<sub>dw</sub> ja öljypellavassa välillä  $3 \times 10^3$ - $2,4 \times 10^7$  pmy/g<sub>dw</sub>. Kevätkorjatuissa kasvukauden 2000 näytteissä esiintyneiden bakteerien kokonaismäärä vaihteli välillä  $2,2 \times 10^3$ - $1 \times 10^8$  pmy/g ja homeiden määrä välillä  $1,5 \times 10^4$ - $1,6 \times 10^6$  pmy/g. Näytteistä tunnistettiin *Fusa-*

*rium*-, *Aspergillus*-, *Cladosporium*- ja *Penicillium*-sukuihin kuuluvia homeita. *Fusarium*-sukuun kuuluvista homeista monet lajit aiheuttavat kasvitauteja ja *Cladosporium* on yleisin ulkoilman homesieni.

Homepitoisuus kuivamassagrammaa kohti vaihteli sen mukaan, mistä osasta kasvia näyte oli otettu. Kasvukauden alkupuolella hampun tyvessä oli selkeästi suurempi homepitoisuus kuivamassagrammaa kohden kuin latvassa. Syksyllä otetuissa näytteissä kuivamassagrammaa kohti laskettu pitoisuus oli suurempi latvaosassa kuin tyvessä. Pellavanäytteiden homepitoisuuksissa ero tyven ja latvan välillä oli huomattava vasta kasvukauden lopulla. Sekä kuituhamppu- että öljypellavanäytteiden kokonaismikrobi- ja homepitoisuudet kuivamassagrammaa kohti nousivat selvästi syyskesällä ja syksyllä kasvien kypsyessä.

Ilman mikrobipitoisuus kesä-elokuussa hampupellossa vaihteli välillä  $1,6 \times 10^2$ - $1,6 \times 10^3$  pmy/m<sup>3</sup> ja peltotiellä välillä  $1,8 \times 10^2$ - $4,8 \times 10^3$  pmy/m<sup>3</sup>.

### Tulosten tarkastelu

Kasvien mikrobipitoisuus oli keskimäärin samaa suuruusluokkaa sekä kevätkorjatuissa vuoden 2000 kasvatuksissa että kesän 2001 kasvatuksissa. Kevät- ja syyskorjatun hampun ja pellavan mikrobiologisissa ominaisuuksissa on kuitenkin havaittu olevan eroa, syyskorjatut kasvit ovat kevätkorjattuja alttiimpia homehtumiselle (Kymäläinen 2000). Siksi vuosien 2000 ja 2001 näytteitä voidaan luotettavasti verrata vasta keväällä 2002, kun vuoden 2001 kasvatukset ovat kevätkorjuuvaiheessa.

Sekä kuituhampulla että öljypellavalla mikrobi- ja homepitoisuudet olivat kasvien kasvukauden edetessä suurempia latvaosissa. Pellavasta kerätään syksyllä siemenet öljynvalmistusta varten, mutta eristemateriaaliksi tarkoitetut varsiosat kuivuvat pellolla talven yli. Kuituhamppu ei muodosta Suomen olosuhteissa siemeniä, joten koko kasvit kerätään vasta keväällä. Suuri osa lehdistä kuitenkin putoaa talven aikana, ja eristemateriaaliksi käytetään siten myös hampusta lähes pelkästään varsiosa. Korjatujen kuitujen käsittely ja jakeistaminen voivat vaikuttaa mikrobi- ja homepitoisuuksiin.

Kasvukaudella 2001 mitatut ilman mikrobipitoisuudet vastaavat normaalin kesäulkoilman pitoisuuksia. Kansanterveyslaitoksen aerosolilaboratorion mukaan ulkoilman homeitiöpitoisuus kesäaikana on alle  $1,0 \times 10^4$  kpl/m<sup>3</sup>.

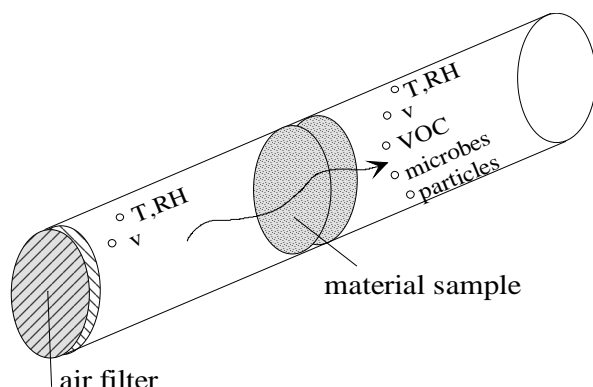
### Johtopäätökset ja jatkotutkimus

Uusia biomateriaaleista valmistettuja tuotteita on tulossa markkinoille. Tämän tutkimuksen tuloksia voidaan hyödyntää näiden uusien tuotteiden laadun ja ominaisuuksien arvioinnissa. Kuitukasvien soveltuvuutta eristemateriaalien raaka-aineeksi ei voida arvioida ilman mikrobiologisia analyysijä. Rakennusmateriaalissa voidaan katsoa esiintyvän sienikasvustoa, kun näytteen sieni-itiöpitoisuus on vähintään  $10^4$ - $10^5$  kpl/g (Sosiaali- ja terveysministeriön vuonna 1997 julkaiseman Sisäilmaohjeen mukaan). Eristeiden raaka-aineena käytettävissä kasveissa homepitoisuus (kuituhampussa  $<1 \times 10^2$ - $5 \times 10^7$  pmy/g<sub>dw</sub> ja öljypellavassa  $3 \times 10^3$ - $2,4 \times 10^7$  pmy/g<sub>dw</sub>) oli siis kasvukaudella 2001 eristeiden raja-arvoa suurempi. Koska eristeisiin lisätään erilaisia homeestoaineita, ei valmiin eristeen homehtuvuutta voi suoraan päätellä raaka-aineen pitoisuuksista. Näiden tulosten ja tutkimusten edetessä pilot-vaiheeseen saadaan tietoa eristemateriaalien mikrobiologisista ominaisuuksista, joilla on mahdollisia terveydellisistä vaikutuksia. Raaka-aineiden hygieenisen tason määrittäminen on oleellista siirryttäessä teknologiseen valmistusvaiheeseen.

Rakennusten lämmöneristeet vaikuttavat emissioiden kautta huoneilman laatuun. Osalla bioaerosoleista, hiukkasista ja kaasumaisista tuotteista saattaa olla vaikutusta ihmisten terveyteen. Lämmöneristemateriaalien tuottamien emissioiden määrä ja laatu riippuvat materiaalin koostumuksesta sekä vallitsevista kosteus- ja lämpötilaolosuhteista. Emissioiden pääsy huoneilmaan riippuu myös eristettä ympäröivien rakenteiden tiivyydestä sekä rakenteen yli vallitsevasta ilmanpaineen erosta. ”Emissions from Thermal Insulations”-projektissa bioeristeiden ominaisuuksia verrataan yleisesti käytössä oleviin mineraalipohjaisiin eristeisiin. Tutkittavat eristeraaka-aineet ovat uudet kasvimateriaaleista peräisin olevat pellava, kuituhamppu ja jo käytössä oleva selluvilla sekä epäorgaaninen lasivilla.

Materiaalin mikrobiologista laatua seurataan pellolla kasvavista kuitukasveista valmiiseen tuotteeseen saakka. Eristemateriaalien tuottamat mikrobit ja itiöt, haihtuvat orgaaniset yhdisteet ja aerosolihiukkaset mitataan pilot-mittakaavan testikammiossa eri lämpötila- ja kosteusolosuhteissa. Emissioiden määrää ja laatua mitataan myös rakennusvaiheessa ja valmiista rakenteista, joihin eristemateriaaleja on käytetty. Kokeissa vallitsevat olosuhteet valitaan siten, että ne vastaavat Etelä-Suomessa sijaitsevan puurunkoisen rakennuksen ulkoseinän kosteus- lämpötila- ja paineolosuhteita.

Testikammiossa puhalletaan puhdistettua ilmaa kunkin eristemateriaalin läpi kuvan 1 mukaisesti. Eristemateriaalin tuottamat emissiot mitataan materiaalin läpi kulkeneesta ilmasta.



**Kuva 1. Testikammion rakenteen pääperiaate.**

### **Yhteistyötahot**

Helsingin yliopiston Maa- ja kotitalousteknologian laitos tekee ”Emissions from Thermal Insulations”-projektia yhteistyössä seuraavien tahojen kanssa: Helsingin yliopiston Fysikaalisten tieteiden laitos, Teknillisen korkeakoulun Talonrakennustekniikan laboratorio sekä Työterveyslaitos, joille kiitos yhteistyöstä. Lisäksi kiitämme Suomen Akatemiaa rahoituksesta ja Orion Diagnosticaa materiaaliressursseista.

### **Kirjallisuus**

**Anon.** 1997. *Sisäilmaohje, Sosiaali- ja terveysministeriön oppaita 1997:1*, 72 p.

**Fischhaber G.** 2001. Chancen und Grenzen von nachwachsenden Rohstoffen im Automobilbau. Proceedings of *Innovationsforum Wertschöpfungsketten in der Naturstoffverarbeitung* 10.-11.12.2001 Gardelegen, p. 38-42.

**Kalso, S. & Koukila-Kähkölä, P.** 1996. Sienisuvut. *Terveellinen sisäilma*. Sisäilmatietokeskus, Gummerus Kirjapaino, Jyväskylä 1996. p. 153-165.

**Kalso, S., Vahanan, R., Puhakka, E. & Viitanen, H.** 1996. Kosteusvauriot. *Terveellinen sisäilma*. Sisäilmatietokeskus. p. 67-94.

**Kauriinvaha, E., Viljanen, M., Pasila, A., Kymäläinen, H.-R. & Pehkonen, A.** 2001. Kasvikuitu pellolta rakennuksen lämmöneristeeksi. *TKK-TRT-117, Talonrakennustekniikan laboratorion julkaisuja*, Teknillinen korkeakoulu & Helsingin yliopisto. 100 p.

**Kortesmaa, A.** 2001. Niinikuidusta valmistetut kuituvalokset – kuivaaminen. *Pro gradu-tutkielma*, Helsingin yliopiston Maa- ja kotitalousteknologian laitos. 95 p.

**Kymäläinen, H.-R.** 2000. Rakennusmateriaaleihin käytettävän pellavan ja kuituhampun laatu. Helsingin yliopisto, Maa- ja kotitalousteknologian laitos, *Maatalousteknologian julkaisuja* 30. 52 p.

**Kymäläinen, H.-R. ja Pasila, A.** 2000. Equilibrium moisture content of flax/linseed and fibre hemp straw fractions. *Agricultural and Food Science in Finland* 9: 259-268.

**Kymäläinen, H.-R., Hautala, M., Kuisma, R. ja Pasila, A.** 2001. Capillarity of flax/linseed (*Linum usitatissimum* L.) and fibre hemp (*Cannabis sativa* L.) straw fractions. *Industrial Crops and Products* 14: 41-50.

**Pasila, A.** 2001. Biomateriaalien adsorptio. Helsingin yliopisto, *Maa- ja kotitalousteknologian laitoksen julkaisuja* 11. 129 p.

**Pasila, A. ja Kymäläinen, H.-R.** 2000. Frost Processed Reed Canary Grass in Oil Spill Absorption. *Mol. Cryst. and Liq. Cryst.* 353: 1-10.

**Pasila, A., Pehkonen, A., Suokannas, A., Hakkarainen, E. ja Pehkonen, T.** 1999. Lyhyen pellavakuidun korjuun, varastoinnin ja prosessoinnin teknologian kehittäminen. Helsingin yliopisto, Maa- ja kotitalousteknologian laitos, *Maatalousteknologian julkaisuja* 26. 85 p.

**Sankari, H. S. & Mela, T. J. N.** 1998. Plant Development and Stem Yield of Non-Domestic Fibre Hemp (*Cannabis sativa* L.) Cultivars in Long-Day Growth Conditions in Finland. *Journal of Agronomy & Crop Science* 181: 153-159.

**Tavisto, M., Korttesmaa, A., Lahtinen, S., Lindstén, L., Pasila, A., Reunanen, N. ja Pehkonen, A.** 2001. Pellavan tie pakkaukseen. Helsingin yliopisto, *Maa- ja kotitalousteknologian laitoksen julkaisuja* 6. 65 p.