

MARJA TUOMELA

Degradation of lignin and other ¹⁴C-labelled compounds in compost and soil with an emphasis on white-rot fungi

(Ligniinin ja muiden ¹⁴C-leimattujen yhdisteiden hajoaminen kompostissa ja maassa. Kiinnostuksen kohteena erityisesti valkolahosienet)

TIIVISTELMÄ

Puu, ruohokasvit ja näistä tehdyt tuotteet kuten mekaanisesta massasta valmistettu sanomalehtipaperi sisältävät ligniiniä, joka hajoaa yleensä hyvin hitaasti luonnossa. Valkolahosienet hajottavat ligniiniä tehokkaimmin, ja koska niiden tuottamat entsyymit hajottavat myös muita vaikeasti hajoavia yhdisteitä, voidaan valkolahosientien avulla mahdollisesti puhdistaa saastuneita maita. Tässä työssä haluttiin selvittää, säilyttävätkö valkolahosienet (*Abortiporus biennis*, *Bjerkandera adusta*, *Dichomitus squalens*, *Phanerochaete chrysosporium*, *Phanerochaete sordida*, *Phlebia radiata*, *Pleurotus ostreatus*, *Trametes hirsuta* ja *Trametes versicolor*) aktiivisuutensa ja kasvavatko ne maassa. Aktiivisuutta mitattiin seuraamalla sienten synteettisen ligniinin (¹⁴C-DHP) hajotuskykyä. *T. versicolor* (silkkivyökääpä) osoittautui tehokkaimmaksi ligniinin hajottajaksi ja sen pentakloorifenolin (PCP) hajotuskykyä tutkittiin erillisessä kokeessa. Entiset tai pitkään käytössä olleet saha-alueet ovat yhä saastuneet puun käsittelyaineista peräisin olevilla kloorifenoleilla.

Biohajoavien muovien kehitystyö sekä kompostoinnin yleistyminen jätteiden käsittelymenetelmänä ovat luoneet tarpeen materiaalien biohajoavuuden määrittämiseen. Euroopan standardisointijärjestön (CEN) kontrolloidussa kompostitestissä biohajoavuus määritetään materiaalin hajoamisen aikana muodostuvan hiilidioksidin perusteella. Hiilidioksidin tuotto mitataan sekä näytettä sisältävästä kompostista että kompostista ilman näytettä, ja tällöin oletetaan, että kompostin orgaaninen aines molemmissa komposteissa (tausta) tuottaa yhtä paljon hiilidioksidia. Testin puutteeksi saattaa osoittautua kompostissa tai maassa esiintyvä "priming effect". Tällä tarkoitetaan materiaalin lisäämisen jälkeen esiintyvää epänormaalin suurita tai pientä hiilidioksidin muodostusta, minkä seurauksena testin tuloksena saatava biohajoavuus on virheellinen. Ligniinin hajotessa muodostuu enemmän humusta kuin hiilidioksidia, koska ligniini on humuksen tärkein lähtöaine. Näin ollen ligniiniä sisältävät paperituotteet saattavat testin mukaan vaikuttaa biologisesti hajoamattomilta.

Valkolahosienet hajottivat 4-23% ligniinistä hiilidioksidiksi ja *T. versicolor* 29% PCP:sta. Kompostissa ligniini hajosi hiilidioksidiksi 58°C:ssa huomattavasti vähemmän (8%) kuin lämpötiloissa 35°C ja 50°C (23-24%). Kompostin todennäköisesti tärkeimpien ligniinin hajottajien, termofiilisten sienten, tyypillinen optimilämpötila on 45°C, eivätkä ne ole enää aktiivisia 58°C:ssa. Sekä maassa että kompostissa ligniini sitoutui kuitenkin suurimmaksi osaksi humukseen. Valkolahosienet hajottivat sekä humukseen sitoutunutta ligniiniä että PCP:ia, mutta kompostin sekapopulaatio ei tähän pystynyt, ja ligniiniä sitoutui humukseen yhä enemmän kompostoinnin aikana. *T. versicolor* hajotti PCP:ia tehokkaasti, eikä se tuottanut myrkyllisiä kloorianisoleja, joita jotkut valkolahosienet saattavat muodostaa kloorifenoleista.

Priming effect ilmiötä tutkittiin eri ikäisissä ja kypsyydeltään erilaisissa komposteissa. Kompostit erosivat toisistaan myös hajoamattoman jätteen määrän ja mikrobipopulaation suhteen. Negatiivinen priming effect havaittiin kaikissa epästabiileissa komposteissa (ikä enintään 6 kk), ja sen lisäksi yhdessä näistä komposteista positiivinen priming effect kokeen lopussa. Stabiileissa komposteissa (ikä vähintään 6 kk) ilmiötä ei sen sijaan havaittu. Epästabiileissa komposteissa biohajoavuudelle saadut tulokset eivät siis ole luotettavia.

Työn tulosten perusteella valkolahosienet, ja erityisesti *T. versicolor*, ovat lupaavia saastuneen maan puhdistukseen, joskin sienirihmaston mahdollisuudet säilyä aktiivisena maan alkuperäisen mikrobipopulaation kanssa täytyy vielä selvittää. Kompostin sekapopulaatio, joka ei sisällä valkolahosieniä, hajotti ligniiniä yllättävän tehokkaasti termofiilisille sienille sopivissa lämpötiloissa, vaikka ligniini sitoutuikin pääasiallisesti humukseen. Kompostin kypsyyden osoittautui tärkeäksi tekijäksi kontrolloidun kompostitestin onnistumisen kannalta. Priming effect ilmiön välttämiseksi on varmistettava, että testissä käytetty komposti on riittävän kypsä. Kompostien mikrobipopulaation koostumusta kompostoinnin eri vaiheissa tulisi tarkemmin selvittää, koska stabiilien ja epästabiilien kompostien ero aiheutui todennäköisesti populaatioiden rakenteesta vallitsevista eroista. Näin myös priming effect ilmiön syyt voitaisiin selittää paremmin.