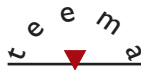


Taina Pennanen ja Michael Müller

Kuusentaimien juuristosienet ja niiden merkitys taimien alkukehitykselle



Kuinka symbionttiset juuristosienet eli mykorritsat vaikuttavat isäntäpuuhunsa?

Suomessa uudistetaan vuosittain noin 150 000 ha metsää, josta puolet istuttamalla. Kuusi (*Picea abies*) on yleisin istutuspuulajimme, ja sitä tuotetaan taimitarhoilta yli 110 miljoonaa tainta vuodessa. Arviolta ainakin 15–20 % taimista saattaa kuitenkin menehtyä istutuksen jälkeen mikä merkitsee huomattavaa tappiota taimituotannon ja istutustyön kustannuksina. Taimitarhalla lähteville istutuskuusille on tyypillistä pieni juuri/verso-suhde eli taimen pituuteen verrattuna pieni juuristo, ja suhde on yleensä sitä pienempi mitä enemmän taimia on kasvatuksen aikana lannoitettu. Voimakkaasti lannoitetut taimet keskittävät istutuksen jälkeen kasvunsa juuristoon. Hyvin kehittyneen juuriston onkin todettu olevan kookasta versoa selvästi tärkeämpi ominaisuus istutuksen jälkeisen pituuskasvun kannalta. Toinen tärkeä juuristotekijä on sienijuurten muodostus. Symbionttiset juuristosienet eli mykorritsat ovat välttämättömiä puiden ravinteiden- ja vedenotossa, ja kaikkien metsäpuulajiemme juuristo on mykorritsoitunut. Nämä juuristosienet myös suojaavat puita patogeenisilta mikrobeilta ja monilta ympäristön stressitekijöiltä kuten kuivuudelta. Juuristosienet lisäävät myös hienijuurten määrää ja kasvattavat juuri/verso-suhdetta. Voimakas lannoitus vaikuttaa paitsi taimien juuri/verso-suhteeseen, se myös vähentää juuriston hyödyllisiä sieniä, mikä niin ikään vähentää taimien veden ja muiden ravinteiden saan-

tia. Uusien tutkimustuloksien mukaan tämä hidastaa taimien alkukehitystä ennen kuin juuristo saa symbionttisia sieniä istutuspaikalla.

Onko taimitarhataimilla luontaisesti juuristosieniä?

Metsäpuiden taimet voivat saada juuristosieniä jo taimitarhalla luontaisesti kasvualustastaan, jonne sieniä leviää mm. itiöinä ilmasta ja kasteluveden mukana. Olemme tutkineet taimitarhataimien luontaista mykorritsoitumista viidellä eri kaupallisella taimitarhalla. Taimien juuristojen mykorritsoitumisen havaittiin vaihtelevan suuresti eri taimitarhojen välillä. Rungas lannoitteiden ja torjunta-aineiden käyttö sekä lannoituksen aikainen aloitusajankoh- ta vähensivät sienijuurien määrää ja pienensivät taimien juuriston kokoa. Suuret lannoitemäärät eivät edistäneet taimien verson kasvua kohtuullisiin lannoitusmääriin verrattuna. Hyvin kehittyneen juuriston aikaansaamiseksi taimien lannoittaminen kannattaisi aloittaa melko myöhään ja varovaisesti sekä pitää totuttua alempana koko kasvukauden ajan. Yksivuotiaiden kuusien juuristot kehittyivät hyvin ja niiden juuristosienikolonisaatio oli riittävä, kun taimen kastelulannoituksen mukana saama kokonaistypin määrä oli 20–30 milligrammaa typpeä/taimi ja fosforimäärä noin 10–20 milligrammaa tainta kohti. Kastelulannoitus kannattaa aloittaa vasta juhannuksen tienoilla. Kaksivuotiaille kuusille suo-

sittellemme kastelulannoituksen aloittamista vasta toisena kesänä. Näille taimille kasteluveden mukana annettavan typen kokonaismäärä on 30–45 mg/taimi ja fosforin 10–20 mg/taimi. Nämä lannoitetasot eivät tutkimuksessa heikentäneet versojen kasvua tai ne antoivat joissakin tapauksissa jopa paremman kasvutuloksen kuin suuremmat lannoitemäärät.

Taimien luontainen mykorritsoituminen lisääntyi myös, jos kasvuturpeen joukkoon lisättiin esimerkiksi puukuitua tai kuorirouhetta tai jos mineraalilannoitteiden lisäksi käytettiin orgaanisia lannoitteita. Taimet, joilla oli verson pituuteen nähden suuri juuristo ja paljon juuristosieniä, kasvoivat huomattavasti nopeammin istutuksen jälkeen kuin verson perusteella suurikokoiset mutta pienijuuriset ja mykorritsattomat taimet. Taimia seurattiin kaikkiaan kolme vuotta istutuksen jälkeen.

Juuristosienien siirrostaminen taimitarhataimiin

Luontaisen mykorritsoitumisen kautta ei yleensä saada tehokkaimpia juuristosieniä taimiin. Keski-Euroopassa ja Pohjois-Amerikassa siirrostetaan joillakin taimitarhoilla havupuiden taimia tehokkailla metsämaassa viihtyvillä juuristosienillä havupuiden kasvun nopeuttamiseksi ja taimien terveyden kohentamiseksi. Esimerkiksi Ranskassa on saatu hyviä kokemuksia lohisieni-siirroksen (*Laccaria bicolor*) käytöstä metsänistutuksissa. Istutetut Douglaskuusen taimet ovat kasvaneet taimitarhalla lisätyn juuristosienen avulla huomattavasti tavallisia taimia nopeammin ja näin selvinneet paremmin kilpailussa muun kasvillisuuden kanssa. Yleensä parhaat tulokset siirrostuksella saavutetaan vieraita puulajeja istutettaessa, kuten edellä olevassa ranskalaisiesimerkissäkin.

Metsäntutkimuslaitoksella on käynnissä tutkimushanke, jonka tarkoituksena oli selvittää onko mahdollista parantaa kuusentaimien alkukehitystä juuristosienisiirroksen avulla. Työ aloitettiin eristämällä mahdollisimman monia sienilajeja erilaisilta kasvupaikoilta. Tavoitteena oli löytää sienilajeja, joita

- i) voi kasvattaa keinoalustalla
- ii) jotka kestävät hyvin taimitarhojen kosteita ja ravinteikkaita olosuhteita ja

iii) selviytyvät hyvin istutuksen jälkeen maastossa sekä

iv) nopeuttavat isäntätaimen alkukehitystä.

Kaikkien näiden vaatimusten lisäksi taimitarhoilla taimikasvatuksessa hyödynnettävän sienen v) tulisi olla tarpeeksi nopeakasvuinen, jotta se soveltuisi riittävän kustannustehokkaaseen teollisen mittakaavan tuotantoon. Vaatimukset laajamittaiseen tuotantoon soveltuvalle juuristosienelle ovat siis erittäin moninaiset.

Saimme eristettyä luonnossa elinvoimaisten kuusentaimien juuristoista kaikkiaan 55 sienipuhdasviljelmää. Nämä sienikannat siirrostettiin Metsäntutkimuslaitoksen koetaimiharalla kuusentaimiin. Monet sienilajit osoittautuivat taimien kasvuille hyödyllisiksi jo taimitarhalla verrattuna siirrostamattomiin verrokkitaimiin. Taimet, joiden juuristo oli kohtuullisen runsaasti kolonisoitunut kyseisillä sienillä, istutettiin hakuualueille ja taimien kehitystä seurattiin 3–4 vuotta istutuksen jälkeen. Tutkimuksissa löysimme neljä sienikantaa, jotka merkittävästi nopeuttivat kuusentaimien pituuskasvua heti ensimmäisenä kasvukautena istutuksen jälkeen. Näillä sienikannoilla siirrostetut taimet kasvoivat 20–40 % nopeammin kuin verrokkitaimet. Sieni-juurelliset taimet kasvoivat siirrostamattomia taimia hieman nopeammin myös seuraavina vuosina, joten kaksi ja kolme vuotta istutuksen jälkeen kaikkiaan seitsemällä eri sienikannalla siirrostetut taimet olivat 10–20 % pidempiä kuin siirrostamattomat verrokkitaimet. Nopeamman kasvunsa ansiosta näillä sienillä siirrostetut taimet olivat jo toisen ja kolmannen kasvukauden jälkeen myös hieman pidempiä kuin ns. tavalliset taimitarhataimet, jotka olivat runsaamman lannoituksen vuoksi istutushetkellä koetaimia selvästi suurempikokoisia. Toisen kasvukauden jälkeen pituuserot eivät tosin ole enää tilastollisesti merkitseviä tukkimiehentäin aiheuttamien suurien tuhojen vuoksi.

Kaiken kaikkiaan tutkimustuloksemme painottavat sitä, että taimitarhataimien laadun tarkkailussa olisi kiinnitettävä huomiota siihen, että taimilla on verson pituuteen nähden hyvin kehittynyt juuristo, johon kuuluu oleellisena osana taimelle istutuksen jälkeen välttämättömät symbionttiset juuristosienet. Taimien kasvatustavoilla voidaan vaikuttaa juuristojen laatuun ja juuristosienien määrään, tai

juuristosieniä voidaan lisätä kasvatuksen aikana. Hyvin kehittyneet runsaasti haaroittuneet juuret ja symbionttisten juuristosientien riittävä määrä juuristossa näyttävät olevan tärkeämpiä tekijöitä kuusen istutustaimien myöhemmälle menestykselle kuin verson pituus.

Tällä hetkellä tutkimushankkeessa kehitetään tuotantomenetelmiä kasvua edistävien sienikantojen kasvattamiseksi teollisessa mittakaavassa. Juuristosienikasvustoa voisi käyttää taimitarhoilla parantamaan yksi- ja kaksivuotiaiden kuusentaimien laatua sekä istutuksen jälkeistä kehitystä.

Kirjallisuutta

Castellano, M.A. & Molina, R. 1989. Mycorrhizae. Julkaisussa: Landis, T.D., Tinus, R.W., McDonald, S.E. & Barnett, J.P. (toim.). The container tree nursery manual. Volume 5. Agricultural Handbook 674. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Washington, DC. s. 101–167.

Flykt, E., Timonen, S. & Pennanen, T. 2008. Variation of ectomycorrhizal colonization of spruce seedlings in Finnish forest nurseries. *Silva Fennica* 42(4): 571–585.

Rikala, R. & Huurinainen, S. 1990. Lannoituksen vaikutus kaksivuotisten männyn paakkutaimien kasvuun taimitarhalla ja istutuksen jälkeen. *Folia Forestalia* 745.

Selosse, M.-A., Bouchard, D., Martin, F. & Le Tacon, F. 2000. Effect of *Laccaria bicolor* strains inoculated on Douglas-fir (*Pseudotsuga menziesii*) several years after nursery inoculation. *Canadian Journal of Forest Research* 30: 360–371.

Smith, S.E. & Read, D.J. 1997. Mycorrhizal symbiosis. Academic Press, Cambridge, U.K.

Vaario, L.-M., Tervonen, A., Haukioja, K., Haukioja, M., Pennanen, T. & Timonen, S. 2009. The effect of nursery substrates and fertilization on the growth and ectomycorrhizal status of containerized and outplanted seedlings of *Picea abies*. *Canadian Journal of Forest Research* 39: 1–12.

■ FT Taina Pennanen, MMT Michael Müller, Metsäntutkimuslaitos, Vantaan toimipaikka
Sähköposti taina.pennanen@metla.fi