

Vaihtoehtoisten kasvuturvetta osin tai kokonaan korvaavien kasvualustojen soveltuvuus metsätaimituotantoon

Kirjallisuuteen ja kokemuksiin perustuva katsaus

Juha Heiskanen ja Hanna Ruhanen
Luonnonvarakeskus (Luke), Suonenjoki

*Uudet kasvualustat-hankkeen työpaja kasvualusta-
ja metsätaimituottajille*
12.3.2024, Luke, Suonenjoki



Kuva: www.luke.fi/fi/projektit/meکانen

Kasvualustojen käyttö

Maaailmanlaajuisesti kasvualustoja käytetään noin 67 miljoonaa m³/v

- 40 miljoonaa m³ on turveta
- 11 miljoonaa m³ on kookoskuitua
- 1 miljoonaa m³ on kivivillaa
- Muita raaka-aineita ovat puun kuoriaines, kivivilla, perliitti ja vermikuliitti

Kasvialusta	2017, Mm ³ /v	2050, Mm ³ /v
Turve	40	80
Kookos	11	46
Puukuitu	3	30
Puun kuori	2	10
Komposti	1	5
Perliitti	1.5	10
Kivivilla	0.9	4
Kiv.maa + tuffi	8	33
Uudet alustat		65
Yhteensä	67	283

Kasvialustaliiketoiminta

- Liikevaihto on EU:ssa arviolta 1,3 miljardia €, josta Suomen osuus on noin 5%

(www.kasvialusta.org/kasvialustat)

- Arvioidaan että teollisesti valmistettujen kasvialustojen globaali kysyntä **nelinkertaistuu** sekä avomaa- että kasvihuoneviljelyssä nykyisestä vuoteen 2050 mennessä

(Taulukko: Blok ym. 2021)

Kasvuturpeen tuotanto vähenee

(Leinonen 2010; Puutarhasanomat 5/2021)

- Suomen maa-alasta on turvemaata 27% = 9 milj. ha
- Turvemaista 0,8% on ollut turvetuotannossa ja noin 0,2% kasvuturpeen nostossa
- Suomessa tuotetaan kasvuturvetta noin 2 milj. m³/v ja käytetään noin 1 milj. m³/v (kasvihuoneissa noin 0,2 milj. m³)
- Metsätaimetarhat käyttää vaaleaa rahkaturvetta <20 000 m³/v
- Suomen tavoite hiilineutraalius v. 2035 ja sen jälkeen hiilinegatiivisuus, mikä edellyttäneen kivihiilen ja turpeen käytöstä luopumista
- Kun suosta ei enää hyödynnetä alempana olevaa polttoon sopivaa turvetta, tulee kasvuturpeen hintaan kustannuspainetta
- Turpeen tuotantoala jo laskenut:
2013/71 600 ha => 2018/62 000 ha => 2020/”romahti”
- Arvio: Energiaturpeen kysyntä laskee 70%
(2019/20 => 2030) (*energiauutiset.fi*)



Kuva: Yle.fi

3

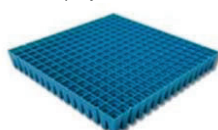
Metsätaimituotanto Suomessa

Metsätaimet kasvatetaan vaaleassa rahkaturpeessa ja kovamuovisissa kennostoissa (paakuissa)

- Pääpuulajien taimet ovat vain paakkutaimia (paljasjuurisia 0%)
- Metsätaimien paakkukasvualustat ovat lähes 100 % vaaleaa **rahkaturvetta**
- Viime vuosina metsäpuiden taimia on tuotettu Suomessa 142–177 milj. kpl/v
- Kuusen osuus on ollut yli 65 % (alenemassa)

Kokolk.	Paakkutyyppi	Paakun til., cm ³	Taimitiheys, kpl/m ²
Mini	PL256	15–40	1 200–2 000
Pieni	bcc121s, PL121F, BL144	40–80	700–1 200
Keski	bcc81s, PL81F , BL81	80–125	500–700
Iso	bcc64s, PL64F, BK64	125–200	300–500
Jätti	PL36F, PL25, BL36	yli 200	alle 300

Taulukko: projects.luke.fi/kehityshyppy/metsanhoitotieto/istutus-2/taimihuolto/ taimilajit-ja-niiden-koko



PL256



PL121F



PL81F



Airblock 196, 30 cm³ (pikkolo-mä)



PL64F



PL36F



PL25



mä 1v



ku 1v & 2v



ko 1v

Kuvat: R.Rikala ja bccab.com

4

Vaalea rahkaturve ja sen korvaaminen

- Käytännössä ja tutkimuksin parhaaksi todettu kasvualusta metsätaimille: hyvä saatavuus, edullinen, tasalaatuinen, kevyt, teknisesti käyttökelpoinen (mm. konetäyttö, varastointikestävyys), hyvä veden ja ravinteiden pidätyskyky, ei immobilisoi typpeä, pH 4-6, antipatogeeninen.

- Turpeelle etsitään korvaavia kasvualustoja, koska turvetuotantoa on vähennetty ympäristösyistä. Turvekasvualusta ei kuitenkaan ole sinällään merkittävä ympäristöhaitta.

"Peat environmental footprint scores are similar to those of non-peat components"

"Growing media's contribution to the overall environmental footprint of a plant is minimal"

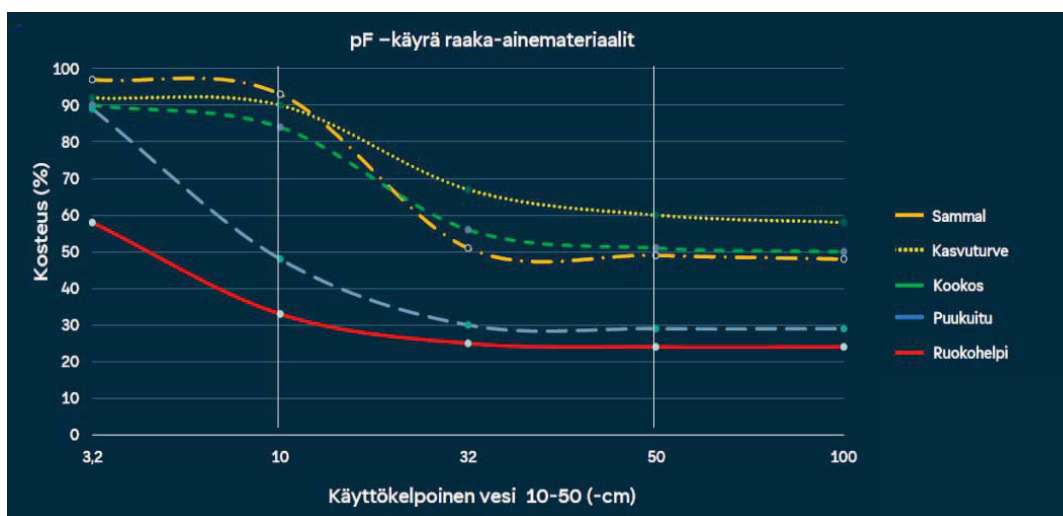
www.hortidaily.com/article/9376167/peat-environmental-footprint-scores-are-similar-to-those-of-non-peat-components

- Metsätaimituotanto käyttää mm. päältäkastelua sekä pieniä kasvatuskennoja, joissa kasvatus voi kestää jopa pari vuotta. Taimituotannon hinnoitteluvoima on toisaalta heikko. Siten kasvualustan tulee täyttää biologisten kasvatusvaatimusten ohella myös teknis-taloudelliset kriteerit.

- Vaihtoehtojen kustannuksia, saatavuutta, vaikutuksia tuotantoketjuun, LCA-ominaisuuksia (elinkaarianalyysi) ja käyttöturvallisuuteen liittyviä tekijöitä ei ole kattavasti tutkittu. Myös kasvualustojen biologinen toimivuus ja kasvatuksen hallittavuus vaativat edelleen selvityksiä samoin kuin käyttäytyminen metsänviljelyketjussa ja istutuksen jälkeen. Aiempien parin istutuskokeen perusteella eri kasvualustojen välillä on ollut kasvueroja vain ensimmäisenä kasvukautena (Heiskanen & Rikala 2003, Veijalainen ym. 2007).

Veden- ja ilmanpidätyskyky

- Kasvualustaseoksissa tulee olla riittävästi sekä vettäpidättäviä että ilmavuutta tuovia komponentteja
- Vaihtoehtoiset orgaaniset materiaalit (ilman kompostointia) ovat yleensä ilmavia ja heikosti vettäpidättäviä
- Vettäpidättäviä alustoja ovat turpeen ohella sammal, kompostit ja kookoskuitu



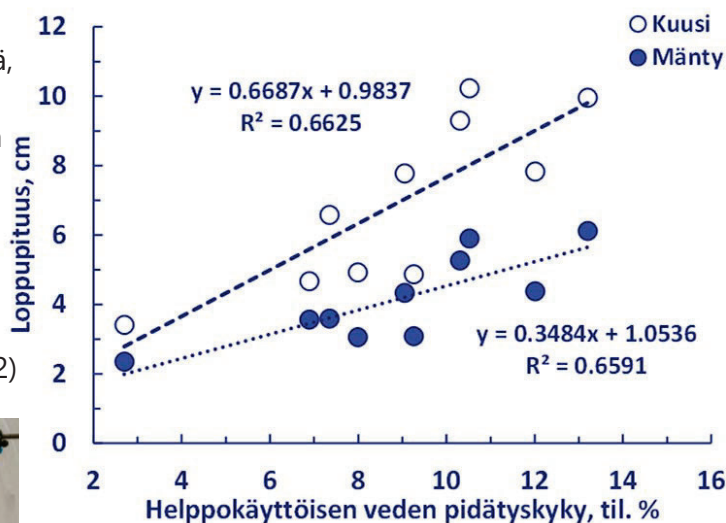
(Silokangas 2024)

Kastelu ja ravinteet

- Kastelun ja lannoituksen seuranta on erityisen tärkeää, jos kasvualustan vedenpidätyskyky on heikko
- Kastelun tasoa voi seurata taimiarkkeja punnitsemalla tai mittaamalla paakkuja kosteusmittareilla
- Kasvualustoissa on yleensä mukana peruslannoite (noin 1 kg/m³) ja kalkki (noin 2 kg/m³)
- Varsinainen lannoitus annetaan kasteluvedessä
- Lannoituksen tasoa voi seurata puristenesteen johtokyvyn perustella (tavoite 1-1,5 mS/cm, Rikala 2012)



Kuva: www.roinilantaimisto.fi



Eri kasvualustojen (turveosuus 0-100 til.%) ja 1 v. taimien loppupituuden vuorosuhde kasvatuskokeessa keinovaloissa (vastaa kuivaa kasvukautta). Helppokäyttöinen vesi = alustan vedenpidätyskyky välillä -1...-10 kPa eli -10...-100 cm vettä (Heiskanen ym. 2024).

Rahkasammal

• Eräissä kokeissa rahkasammalalustassa (suobiomassa) kuusentaimien itävyys oli korkea, mutta hivenen heikempi kuin metsätaimiturpeessa (Heiskanen 2015). Sammal oli karkeampaa, keveämpää ja vähemmän vettäpidättävää kuin turve. Puristenesteen pH ja JK olivat sammaleessa hivenen korkeampia kuin turpeessa, mutta kasvu jäi heikommaksi ja neulasväri hivenen vaaleammaksi kuin turpeessa, mikä osoitti tarvetta kastelun ja lannoituksen tarkempaan säätämiseen.

• Laajemmassa tutkimuksessa todettiin taimien (ku, mä, ko) kasvavan pelkässä rahkasammaleessa suhteellisen hyvin, mutta kasvu jäi rahkaturpeeseen verrattuna heikommaksi heikentyneen typen saatavuuden (immobilisaatio) ja alemman vedenpidätyskyvyn vuoksi (Heiskanen ym. 2024).

• Rahkasammal on ekologinen, nopeasti uusiutuva, kierrätettävä ja laadukas kasvualusta. Tutkimukset, osoittavat (myös ei metsäpuiden taimilla tehty), että suolta korjattu tai viljelty rahkasammal voi tarjota hyvin saatavilla olevan kasvualustan sellaisenaan tai turpeettoman kasvualustan ainesosan. Rahkasammal lieneekin potentiaalisin kasvuturpeen korvaaja metsäpuiden taimituotannossa. Lisääntyvän tuotannon myötä aleneva hinta ja tuotekehittely parantavat rahkasammaleen käyttökelpoisuutta metsäpuiden taimikasvatuksessa. Kehittämiskohteita ovat hiukkaskokoon, rakenteen, lisäaineiden sekä perus- (hidasliukoinen tyyppi) ja kasvatuslannoituksen säätö.



Kuva: Yle / Petri Aaltonen

Kompostit

- Kompostointilaitosten komposteja on käytetty lähinnä viherrakentamisessa ja nykyään enenevästi biokaasulaitosten raaka-aineena.
- Metsätaimitarhan viherkompostin lisäämisen turvealustaan on todettu vähentävän kuusen taimen kasvua sekä taimitarhalla että ensimmäisenä vuonna istutuksen jälkeen uudistusalalla. Syynä tähän lienee ollut kompostin tiiviys, joka heikensi alustan ilmavuutta liiaksi (Veijalainen ym. 2007), mahdollisesti myös korkea C/N suhde on voinut vaikuttaa.
- Toisessa tutkimuksessa lisättiin viherrakennuksessa käytettyä kompostia (Vapo komposti) 0–30 til.% kasvuturpeeseen. Komposti nosti typen ja sulfaattien määrää sekä pH -tasoa. Kasvatuksen aikana puristenesteen pH laski (≤ 4) ja johtokyky nousi (≈ 2 mS/cm). Myös tiheys ja vedenpidätyskyky nousi, mikä vaati kastelun säätämistä. Kompostin lisäys heikensi hieman siementen itävyyttä sekä nosti alkuvaiheen taimikuolleisuutta yli 20% kompostia sisältävillä turveseoksilla. Elinvoimaisten taimien kasvu oli turvekompostiseoksissa kuitenkin lähes hyvä kuin puhtaassa turpeessa (Heiskanen 2013).
- Kompostien paino ja heterogeenisuus rajoittanevat niiden käytettävyyttä kasvualustoissa taimitarhoilla.



www.kekkila.fi

Mädätejäännökset

- Suomessa oli v. 2023 reaktorilaitoksia 85 kpl, joista 22 kpl oli maatalouden biokaasulaitoksia jotka käsittelevät pääosin lantaa ja jonkin verran myös peltobiomassoja (biokierto.fi/tilastot).
- Biokaasu- ja kompostilaitokset toimivat kierrätyslannoitteiden, maanparannusaineiden ja kasvualustojen valmistajina tai tuottavat niiden ainesosia. Maatilalaitoksella syötteen (lanta ja osin nurmi) orgaanisesta aineesta hajoaa biokaasutuksessa tyypillisesti 40–70%.
- Maatilamädätteen sähkönjohtokyky (suolojen määrä) ja pH ovat korkeita metsäpuiden taimia ajatellen (Heiskanen 2021). Mädäte sisältää paljon liukoisia ravinteita, lähinnä typpeä (NH_4), P, K ja Na. Mädätteen kuivajae ei sellaisenaan sovi kasvualustaksi. Kuitenkin turve- tai sammalalustaan sekoitettuna osuuksilla alle 33–50 til.% mädätejäännös kykenee tuottamaan hyväksyttäviä taimia, mutta seososuuden yläraja riippui mädätteen laadusta, kasvatettavasta puulajista sekä kastelu- ja lannoitustason säätelystä. Mädäte osoittautui riittävän hygieeniseksi metsätaimille eikä mädätejäännös ei vaadi hygienisointia kuumentamalla.
- Mädätejäännökset voivat olla käyttökelpoisia seosaineita ja niiden saatavuus on melko hyvä. Mädätteen heterogeenisuus ja varastoitavuus rajoittanee niiden käyttökelpoisuutta. Tuore mädätejäännös (kuivajae) maatuu ja tiivistyy melko pian varastoitaessa. Ilmakuivaus varastoitavuuden parantamiseksi on hidasta ja lisää kustannuksia. Kasvitaluriskit ja työntekijöiden työhygieniä vaatinevat vielä lisäselvityksiä.



Kuva: Luke/V. Pyykkönen

Biohiili

- Eri biohiilien lisäys turvepohjaiseen kasvualustaan yleensä nostaa pH:ta ja tiheyttä sekä alentaa kationinvaihtokapasiteettia ja ilmavuutta, mikä alle 25-50 til.% osuuksilla ei heikennä taimien (*P. ponderosa*) kasvua merkittävästi kun kastelu- ja lannoitustasoa säädetään (Dumroese ym. 2018).
- Myöskään pajubiohiilen osuuksilla 5-20 til.% turvealustassa ei havaittu merkittävää vaikutusta taimien (ku, mä, ko) kasvuun (Köster ym. 2021).
- Lannoitustasolla ja biohiiliosuudella on kuitenkin usein merkittävä yhdysvaikutus (Dumroese ym. 2018, Köster ym. 2021).
- Biohiili voi sisältää merkittävästi ravinteita (NPK) riippuen raaka-aineesta ja käytetyn pyrolyysin kestosta ja lämpötilasta. Biohiilen typpipitoisuus voi olla turvetta korkeampi, mutta korkea C/N suhde (>30) voi rajoittaa sen saatavuutta taimille.
- Turvealustaan lisätyn biohiilen rakenteella (jauhe, pelletti) voi olla merkittävä vaikutus kasvualustan kastelutarpeeseen.
- Biohiilen heterogeenisuus ja hinta rajoittavat toistaiseksi sen käytettävyyttä paakkukasvualustoissa taimitarhoilla.



Figure 7. Short-term nutrient problems can be overcome by manipulating the fertigation regime. Left to right: Seedlings grown with 0-, 25-, 50-, or 75-percent granular biochar and receiving 80, 100, 117, and 114 mg N, respectively, in order to achieve the same overall growth as the control (i.e., 80 mg N). (Photo by R. Kasten Dumroese 2010)

Kuvat: K.Dumroese

Puukuidut

- Tutkimuksessa tutkittiin kasvualustaseoksia, joissa oli ilmavaa, pumpulimaista hierrepuukuitua (10-64 til.%) (Heiskanen 2014). Nämä tiivistyvät kastumisen ja ajan myötä muita tutkittuja kasvualustoja enemmän. Puukuitu maatu kostuessaan ja sitoi tyypeä, jonka saatavuus taimille heikentyi.
- Laajemmassa tutkimuksessa taimet (ku, mä, ko), jotka kasvatettiin alle 1/3 tuoretta puukuitua (mäntyä <20 mm) sisältävissä kasvualustoissa, menestyivät kohtuullisen hyvin (Heiskanen ym. 2024). Yli 1/4 neljänneksen puukuitua sisältävien kasvualustojen typpipitoisuus oli muita alhaisempi sekä alustassa että kuusentaimien neulasissa, mikä viittaa typen immobilisoitumiseen. Tähän lienee vaikuttanut myös karkean rakenteen aiheuttaman alhaisempi veden- ja ravinteidenpidätyskyky. Puristenesteen pH voi nousta kasvatuksessa yli 6.
- Puumateriaaleja pidetään kestävästi uusiutuvina luonnonvaroina, jotka voivat tarjota kasvualustavaihtoehtoja turpeelle. Kilpailu puuvaroista, mm. energia- ja puutuotekäyttö, voi kuitenkin rajoittaa puukuitujen käyttöä kasvualustoissa. Käyttöä voi rajoittaa siten hinta ja saatavuus. Puukuidun ongelmia kasvualustana voitaneen vähentää vanhentamalla puukuituja sekä säätämällä niiden hiukkas-kokoa ja peruslannoitetta (hidasliukoinen tyyppi, pH säätö).



Kuva: www.kekkila.fi/artikkeli/puukuitu

Ruokohelpi ja järviruoko

- Murskatun ja maaduttamattoman ruokohelpikuidun ja sen seoksien (hienon puukuidun ja hiedan kanssa) hiukkaskokojakauma oli lähellä turvetta mutta materiaali on läpäisevämpi ja vedenpidätyskyky alempi (Heiskanen 2014). Rh-kasvualustat kostuvat hitaasti (>1 vrk), joten käytännössä ne tarvitsevat kostutusainelisäyksen. Lisäksi typen alhainen saatavuus (immobilisaatio) ja korkea pH vaativat säätöä peruslannoituksella. Maatuneemman ja hienojakoisemman ruokohelpikuidun kostuvuus, vedenpidätyskyky, typen saatavuus ja paakkujen konetäytön sujuvuus ovat paremmalla tasolla.
- Toisessa tutkimuksessa maadutetun järviruokokompostin todettiin tuottavan hyväksyttäviä taimia, mutta kooltaan pienempiä, johtuen alhaisesta vedenpidätyskyvystä kasvatuksen alkuvaiheessa ja sen jälkeen mururakenteen liettymisestä johtuvasta tiivistymisestä (Heiskanen ym. 2024). Nämä ongelmat voitaneen ratkaista tasoittamalla hiukkaskokoa. Lisäksi mahdolliseen rikkakasvien siementen ja patogeenien esiintymiseen voi olla tarpeen varautua mm. käyttämällä kompostoinnin jälkeen varastokasoissa suojakatteita.
- Ruokokuitujen käytettävyyttä kasvu-
alustana rajoittaa toistaiseksi niiden
prosessoinnin ongelmat ja
sopivan tuotteen saatavuus.



Kasvualustakomponentit vasemmalta: hieta, turve, ruokohelpi ja puuhierrekuitu. Kuva: Luke/H. Ruhanen

Ruokohelpi ja järviruoko: Uusi käsittelyprosessi?

Biopallo Systems Oy:

Nopea mikrobiologiaan perustuva aerobinen hajotusprosessi suljetussa reaktorissa



Kuva: Biopallo Systems

KMM Oy:

Ruokohelpi + järviruoko 95 %, siltti n. 5 %, hiukkaskoko 0,02–2,0 mm



Kuva: Luke/Juha Heiskanen

Päätelmiä ravinneanalyyseistä

- Päätelmät pohjautuvat pääasiassa pariin tutkimuskokonaisuuteen Suonenjoen taimitarhalla. Kahden muun riippumattoman tutkimuksen tulokset tukevat osaltaan päätelmiä.
- Mädätejäännöstä sisältäviä alustoja lukuun ottamatta vetailukasvualustat oli peruslannoitettu. Totaaliravinteiden pitoisuudet olivat vertailukasvualustoissa yleensä suuremmat tai yhtä suuret kuin turpeessa. Turpeeseen verrattuna vertailukasvualustojen liukoisten ravinteiden määrät olivat mädätejäännöksessä pääsääntöisesti suurempia, mutta muissa alustoissa melko samankaltaiset.
- Puristenesteiden ravinnepitoisuudet olivat kauttaaltaan (turve mukaan lukien) hieman alle suositusten (Rikala 2012); JK oli yleensä alle 1 mS/cm (kennostot kasteltu tavoitekosteuteen ennen näytteenottoa). Tuore puukuitu kasvualustassa alensi selvimmin typen määrää ja nosti pH:ta vrt. muihin kasvualustoihin.
- Taimien kasvu ja kunto sekä neulasten ravinnepitoisuudet olivat kuitenkin enimmäkseen optimaalisilla tasoilla puristenesteiden laimeudesta huolimatta, eikä haitallisen alhaisia pitoisuuksia ollut. Neulaseanalyysissä havaittiin kaliumia olevan mädätejäännös-alustoissa kasvaneissa taimissa hieman yli haitallisen rajan ja puukuitu-sammal-alustassa yli optimaalisen rajan.
- Vaikka suuria ongelmia ravinteiden saatavuudessa ei ollut, pystytään lannoitevalinnoilla parantamaan kasvutuloksia (erit. hidasliukoinen tyyppi sammal-, ruoko- ja puukuituseoksissa). Liian korkea tai alhainen typpipitoisuus voi vaikuttaa taimien kasvurytmiin ja talveentumiseen.

Päätelmiä vaihtoehtoisista kasvualustoista

- Tekemämme eri kokeiden ja tutkimusten kasvualustatunnusten ja kasvutulosten vertailuanalyysin mukaan mikään yksittäinen kasvualustan ominaisuusmuuttuja ei yksistään selitä taimien kasvua tarhalla, vaan kasvutulos riippuu monien muuttujien kombinaatiosta: a) kasvualustan fysikaaliset, kemialliset ja biologiset ominaisuudet, b) ympäristöolot (sää, patogeenit, tuholaiset) sekä c) kasvatustoimet (kastelu, lannoitus, puulaji, paakkutyypit). Parhaiten nämä tekijät ovat olleet hallittavissa käytettäessä rahkaturvetta.
- Kasvualustan tyyppi yleensä lisää kasvua, mutta suuri mädäte- tai kompostiosuus saattaa tuoda mukanaan ravinteita liikaa sekä liikiäviyyttä. Typen sitoutuminen (immobilisaatio) puolestaan esim. puu- tai ruokokuituseoksien maatuessa korostaa tarvetta hidasliukoisen typen käyttöön peruslannoituksessa sekä kastelun ja lannoituksen tarkkaa säätöä kasvatuksen aikana.
- Kasvu riippuu paljon myös kasvuoloista: Onko kuiva/märkä kasvukausi, millä tasolla on kastelun ja lannoituksen seuranta ja säätö. Esim. kuivana kasvukautena kasvun ja alustan vedenpidätyskyvyn välillä on positiivinen vuorosuhde, viileänä sadekesänä taas voi alustan ilmavuus parantaa kasvua. Joissain kokeissa oli havaittavissa, että turpeessa taimien kasvu oli nopeampaa kuin vaihtoehtoalustoilla, joissa kasvu jatkui pidempään. Kun kasvukausi oli pidempi, kasvutuloksien erot kasvualustojen välillä tasoittuivat, mutta pitkittynyt kasvu saattaa kuitenkin heikentää talveentumista ja pakkaskestävyyttä.
- Kasvualusta voi toimia biologisesti, mutta tuottaa liikaa kustannuksia (esim. kallis materiaali, materiaalin huono varastointikestävyys, vaatii kasvatuksessa liikaa seuranta ja säätöä, suuri veden ja ravinteiden tarve, hitaampi kasvu pidentää kasvatusaikaa).

Päätelmiä vaihtoehtoisista kasvualustoista

- **Rahkasammalkasvualusta** on ehkä potentiaalisin kasvuturpeen korvaaja siltään tai seoksina. Sammalta on hyvin saatavilla Suomessa vaikka toistaiseksi hinta on turvetta korkeampi. Se on ominaisuuksiltaan lähellä turvetta, mutta on sinällään hieman liian kevyt ja ved.pid.kyvyltään heikohko. Ikäännyttämien, hiukkaskokojakauman ja peruslannoituksen säätö parantanevat käytettävyyttä. Vaatii kastelun ja lannoituksen tarkempaa seuranta vrt. turve (luultavasti myös taimihuoltoketjussa).
- **Kompostia** voidaan käyttää kasvualustaseoksissa jonkin verran (<20 til.%) ilman, että taimipoltetta esiintyy merkittävästi. Tiiviys ja paino voivat heikentää käsiteltävyyttä ja lisätä kastelun seurannan tarvetta.
- Karjalannan **mädätejäännös** ei siltään sovi kasvualustaksi (tiivistä, liikaa N+P), mutta on käyttökelpoinen seosaine. Esim. rahkasammaleen ja mädätejäännöksen (osuus <1/3 til.) seoksilla on potentiaalia korvata kasvuturpe. Typen vaikutus kasvurytmiin sekä kasvitautiriskit ja työntekijöiden työhygieniä vaatinevat lisäselvityksiä.
- **Biohiililijauhe** (≤25 til.%) ja pyrolysoitu havupuupelletti (≤50 til.%) sekä pajubiohiili (≤20 til.%) on todettu käyttökelpoisiksi seosaineiksi kasvualustaseoksiin laadun homogeenisuudesta riippuen. Vaatii kastelun ja lannoituksen säätöä.

Päätelmiä vaihtoehtoisista kasvualustoista

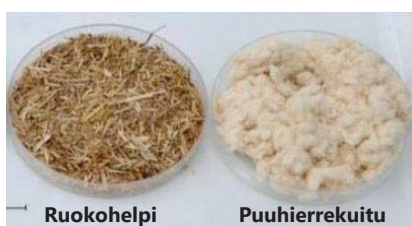
- **Puukuidut** ovat potentiaalisia kasvualustoja ja seosaineita, mutta voivat sisältää tuoreena kasvua heikentäviä uuteaineita (mm. fenoleja). Lisäksi kasvualustan hiukkaskoko, (typpi)lannoitus (= > immobilisaation kompensointi) ja pH vaativat säätämistä sekä kasvatuksen aikana kastelun ja lannoituksen seuranta (vaikutusta myös kasvurytmiin)
- Ruokohelpi- ja järvi**ruokokuidut** ja -kompostit ovat potentiaalisia seosaineita ja kasvualustoja. Niiden prosessointi (fys. ja kem. ominaisuudet) vaatii kehittämistä. Varastoinnissa on huomioitava ettei varastokasoihin välity patogeeneja (taimipolte) tai rikkakasvien siemeniä. Kastelun (ehkä kostuvuudenkin) ja lannoituksen säätö tarpeen.
- Myös **tuontikuidut** (mm. kookos- ja riisinkuorikuitu) ja kivivillat ovat tekn. ja biol. käyttökelpoisia seosaineita ja kasvualustoja, mutta ympäristövaikutukset (LCA) heikentävät hyväksyttävyyttä.



www.youtube.com/watch?v=j5Uwgnu2U2U



m.facebook.com/JJTR-Rice-Hull-Trading-103318834771071



Luke/H. Ruhanen



maxgrowshop.fi

Viiteet

- Blok, C., Eveleens, B. & van Winkel, A. 2021. Growing media for food and quality of life in the period 2020-2050. *Acta Hort.* 1305, 341-356. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2021.1305.46>
- Dumroese, R.K.; Pinto, J.R.; Heiskanen, J.; Tervahauta, A.; McBurney, K.G.; Page Dumroese, D.S.; Englund, K. 2018. Biochar Can Be a Suitable Replacement for Sphagnum Peat in Nursery Production of *Pinus ponderosa* Seedlings. *Forests* 9: 232. <https://doi.org/10.3390/f9050232>
- Heiskanen, J. 2013. Effects of compost additive in sphagnum peat growing medium on Norway spruce container seedlings. *New Forests* 44: 101-118. <https://dx.doi.org/10.1007/s11056-011-9304-6>
- Heiskanen, J. 2014. Puun ja ruokohelpin kuitumassan soveltuvuus metsäpuiden taimien kasvualustoiksi. Kiteen Mato ja Multa Oy:n ja Metsäntutkimuslaitoksen yhteisrahoitteisen tutkimuksen loppuraportti. 18 s. <https://jukuri.luke.fi/handle/10024/518927>
- Heiskanen, J. 2015. Rahkasammaleesta tulevaisuuden kasvualusta? *Taimiuutiset* 1/2015: 14-15. <https://urn.fi/URN:NBN:fi-fe2016051212316>
- Heiskanen, J. 2021. Kuivatun karjanlannan mädätejäännöksen soveltuvuus kasvualustaksi esikoe. Pohjois-Savon liiton ja Luonnonvarakeskuksen rahoittaman tutkimushankkeen loppuraportti. Luke. 12 s. <http://urn.fi/URN:NBN:fi-fe2021041510503>
- Heiskanen, J. 2021. Mitä kasvuturpeen tilalle metsätaimitarhoilla? Luke/Blogiartikkeli 22.6.2021. <https://www.luke.fi/blogi/mita-kasvuturpeen-tilalle-metsataimitarhoilla/> <https://jukuri.luke.fi/handle/10024/547659>
- Heiskanen, J. & Rikala, R. 2003. Effect of peat-based container media on establishment of Scots pine, Norway spruce and silver birch seedlings. *Tree Planters' Notes* 50: 28-33.
- Heiskanen, J., Ruhanen, H., Himanen, K., Kivimäenpää, M. & Silvan, N. 2024. Growth of Nordic container forest tree seedlings in some peatless and peat-reduced growing media. Submitted manuscript.
- Leinonen, A. 2010. (toim.). Turpeen tuotanto ja käyttö. Yhteenveto selvityksistä. VTT Tiedotteita – Research Notes 2550. 104 s. <https://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2010/T2550.pdf>
- Rikala, R. 2012. Metsäpuiden paakkutaimien kasvatusopas. Metsäntutkimuslaitos, Vantaa. 247 s. URN:ISBN:978-951-40-2359-0
- Silokangas, K. 2024. Kekkilän tuotekehityksen kuulumisia. Esitelmä. Metsätaimitarhapäivät 16.1.2024, Kuopio.
- Veijalainen, A.-M., Heiskanen, J., Juntunen, M.-L. & Lilja, A. 2007. Growing of *Picea abies* container seedlings in peat and composted forest-nursery waste mixtures for forest regeneration. *Scandinavian Journal of Forest Research* 22: 390-397.