
Rahkasammalen tuotanto ja käyttö kasvihuonekasvien kasvualustana

LOPPURAPORTTI

Juha Näkkilä, Niko Silvan, Kari
Jokinen, Liisa Särkkä ja Risto
Tahvonen



RAHKASAMMALEN TUOTANTO JA KÄYTTÖ KASVIHUONEKASVIEN KASVUALUSTANA

SPHAGNUM MOSS PRODUCTION AND USE AS GROWTH SUBSTRATE IN GREENHOUSE CROPS

1. Tutkimuksen tavoitteet

Vaikka Suomen kokonaisturvevarat ovat hyvin suuret, laadukkaasta kasvuturpeesta voi etenkin kysynnän voimistuessa tulla pulaa jo lähivuosina etenkin kasvuturpeen päämarkkina-alueilla Etelä- ja Keski-Suomessa. Jos kasvualustatuotannosta osa suuntautuu vientimarkkinoille, materiaalipula tulee entistään ajankohtaisemmaksi. Rahkasammalkasvualustojen tuotanto antaa mahdollisuuden päästä myös kasvualustoissa puunkorjuuseen verrattavaan, nopean kiertoajan tuotteeseen erittäin hitaasti uusiutuvan perinteisen kasvuturpeen sijaan.

Kasvualustaksi korjataan suon pinnasta elävää rahkasammalkasvustoa korkeintaan n. 30 cm syvyyteen asti, ei syvemmälle, uusiutumisen varmistamiseksi. Kasvualustoiksi parhaiten sopivat mätästävät lajit, kuten ruskorahkasammal, rusorahkasammal ja punarahkasammal, joita esiintyy tyypillisesti karuilla räme- ja nevatyypeillä (rahkaräme, rahkaneva, lyhytkorsiräme, lyhytkorsineva ja keidasräme).

Projektin tavoitteena oli kehittää rahkasammalbiomassaan pohjautuva kasvualusta kasvihuonetuotantoon. Sammalkasvualustan pitää olla käyttölaadultaan vaaleaan kasvuturpeeseen rinnastuva, riittävän edullinen ja uusiutuva. Rahkasammallajeja ja niiden sekoituksia tutkittiin kasvualustoina ja rahkasammalesta tehtiin eri tarkoituksiin erilaisia kasvualustoja. Rahkasammalen nostoalueilta mitattiin rahkasammalbiomassan uusiutumisenopeutta ja noston ympäristövaikutuksia. Hankkeessa kehitettiin rahkasammalen korjuu- ja käsittelytekniikkaa.

2. Tutkimusosapuolet ja yhteistyö

Tutkimushanke toteutettiin Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskuksen (MTT), Metsäntutkimuslaitoksen (Metla) ja Vapo Oy:n yhteishankkeena. Metla vastasi potentiaalisten korjuukelpoisten rahkasammalresurssien kartoittamisesta Suomessa, rahkasammalbiomassan korjuuteknologian kehittämisestä yhdessä Vapo Oy:n kanssa, sammalbiomassan toimittamisesta MTT:lle kasvihuonekasvatuskokeita varten sekä sammalbiomassan korjuualueiden uusiutumisen- ja ympäristövaikutusselvityksistä. Metlassa työt tehtiin Niko Silvanin ohjauksessa. MTT vastasi

rahkasammalbiomassan muokkaamisesta kasvualustamateriaaliksi ja viljelykokeista. MTT:ssä työt tehtiin Juha Näkkilän, Kari Jokisen, Liisa Särkän ja Risto Tahvosen ohjauksessa. Vapo Oy vastasi rahkasammalbiomassan pilottikorjuukokeista ja korjuuteknologian kehittamisestä. Hanketta ovat taloudellisesti tukeneet mm. Kauppapuutarhaliiton puutarhasäätiö ja Suoviljelysyhdistys. Kekkilä Oy ja Biolan Oy avustivat hanketta toimittamalla viljelykokeisiin tarvittavia kasvualustoja ja lannoitteita. Tutkimushankkeen ohjausryhmään kuuluivat Jyrki Jalkanen (Kauppapuutarhaliitto), Jukka Laine, Markku Yli-Halla (Helsingin Yliopisto), Olli Reinikainen (Vapo), Pirjo Salminen (Maa- ja metsätalousministeriö MMM) ja sen puheenjohtajana toimi Veli-Pekka Reskola (MMM). Ohjausryhmä kokoontui viisi kertaa hankkeen aikana.

3. Tutkimuksen tulokset

3.1 Tutkimusmenetelmät ja aineisto

3.1.1 Kasvualustakokeiden sammalbiomassan nosto ja sen muokkaus kasvualustaksi

Parkanon seudun soilta nostettiin erillisinä rahkasammalkasvustoina esiintyviä ruskorahkasammalta (*Sphagnum fuscum*), punarahkasammalta (*S. magellanicum*) ja haprarahkasammalta (*S. riparium*). Erillisten rahkasammallajien lisäksi nostettiin vähän varpuja sisältävää ns. Metla-sekasammalta, joka sisälsi ruskorahkasammalen lisäksi muita rahkasammallajeja.

Syksyllä nostettu rahkasammal sai kuivua paakkuina kasoissa, jotka kohotettiin maapohjasta ja suojattiin sateelta. Sammal kuljettiin Piikkiöön varastolaatikoihin pakattuna pakettiautolla ja peräkärryllä. Sammal levitettiin kasvihuonepöydille kuivumaan ja sammalpaakkuja käänneltiin pöydillä kuivumisen edistämiseksi. Sammal kuivattiin 20 - 40 % kosteuteen, jotta sammalta voitiin hienontaa, seuloa ja varastoida myöhempää käyttöä varten. Sammal hienonnettiin traktorikäyttöisellä Junkkari-hakettimella. Hakettimella hienonnetusta sammalesta jäi noin prosentin verran materiaalista 40 mm seulalle, noin 30 % sammalhiukkasista läpäisi 40 mm seulan, mutta ei 20 mm seulaa ja loput runsas 60 % hiukkasista läpäisi 8 mm seulan. Hienonnettua sammalta seulottiin käyttötarpeen mukaan neliöreikäisillä 44 mm, 20 mm tai 8 mm seuloilla. Sammalen hiukkaskorajat vastaavat turpeella käytettyjä hiukkaskorajoja. Alle 44 mm hiukkaskoon karkea sammallajite käytettiin kurkun 15 litran viljelylaatikoihin ja alle 20 mm hiukkaskoon keskikarkea sammallajite käytettiin kurkun taimikasvatuksessa 12 cm ruukkuihin ja lehtisalaatin taimikentöjen 55 mm ruukkuihin. Alle 8 mm hiukkaskoon hieno sammallajite arvioitiin sopivan

parhaiten lisäyskennoihin tai siemenkylvöksiin, mutta tässä hankkeessa hienoa sammallajitetta ei käytetty sellaisenaan, vaan osana karkeampia lajitteita.

3.1.2 Mittaukset kasvualustamateriaaleista

Kasvualustoista tehtiin fysikaalisia ja kemiallisia määrittäyksiä Piikkiössä ja Jokioisissa. Rahkasammalista mitattiin tiivistetty laboratoriotilavuuspaino (menetelmä EN 13040), vesipitoisuus (EN 13040), hehkutuskevennys (EN 13039), sähkönjohtokyky (EN 13038), kasvinravinteiden pitoisuudet (NH₄-N, NO₃-N ja Ca EN 13652 H₂O; muut ravinteet EN 13651 DTPA) ja kationinvaihtokapasiteetti (ammoniumasetaatti, pH 7). Sammalen pH (EN 13037) mitattiin ja sammatet kalkittiin Puutarhurin hieno kalkilla (valmistaja Nordkalk) koekalkitusten jälkeen. Tavoitteena oli saavuttaa sammalalustalla verrannealustan pH. Viljelykokeissa havaittiin, miten alustan kalkitus riitti koko viljelyn ajaksi.

Käytetyistä alustoista mitattiin helppokäyttöistä vettä upottamalla kasvualusta veteen, antamalla alustan valua haihdunnalta suojattuna 1 vrk ja antamalla sen kuivaa kasvihuoneessa tensiometri kasvualustaan upotettuna. Kuivaus lopetettiin, kun tensiometrin lukema ylitti -50 mbar.

Vaalean turvealustan fungistaattisuutta testattiin homesieniä (kanelihome *Plicaria fulva*) ja taudinaiheuttajia (*Alternaria brassicicola*, *Rhizoctonia solani*) vastaan sekoittamalla alustaan 10 %, 25%, 50 % tai 100 % sekasammalta ja saastuttamalla alusta kanelihomeella tai taudinaiheuttajilla. Taudinaiheuttajakokeessa testikasvina oli kukkakaali.

3.1.3 Kasvualustakokeet

Lehtisalaatin viljelykokeet

Hankkeen aikana ruukkulehtisalaatin viljelykokeita tehtiin kaksi. Salaattikokeet sijoituivat turkulaiselle kaupalliselle viljelmälle (Oksasen puutarha Oy). Grand Rapids Ritsa-salaattilajikkeen siemeniä kylvettiin kolme kappaletta 80 ml salaattiruokkuun. Taimet idätettiin pimeässä.

Viljelmällä sammalaimet saivat samanlaisen lannoituksen ja kastelun kuin turvetaimet.

Taimikasvatus salaattikennoissa kesti runsaat kaksi viikkoa ja sen ajan taimia kasteltiin päältäpäin kastelurampilla. Taimet siirrettiin kennoista viljelykouruihin, joissa kiersi kasteluliuos.

Kouruviljelyä kesti runsaat kaksi viikkoa. Kokeissa testattiin kesäolosuhteissa seuraavat alustat:

viljelmän oma vaalea rahkaturve, ruskorahkasammal ja sekasammal Metla. Salaattikokeiden sammat kalkittiin 3 g/l. Sammal peruslannoitettiin samalla tavalla kuin verranteena käytetty turvekasvualusta.

Kurkun taimikasvatuskoe

Hankkeen aikana tehtiin yksi kasvihuonekurkun taimikasvatuskoe. Kokeessa testattiin 12 cm ruukun sisältämän alle 20 mm hiukkaskoon sekasammalen kuiva-ainemäärän vaikutusta Annica-kasvihuonekurkun taimen kasvuun. Sammal kalkittiin 3 g/l, mutta sitä ei peruslannoitettu. Testatut sammalen tuorepainot ruukussa (kuiva-ainemäärät g/l) olivat 35 g (47 g/l), 40 g (54 g/l) ja 45 g (61 g/l). Verranteena oli kylvöreiällinen kivivillakuutio. Kaikkia alustoja kasteltiin koko ajan samalla ravinneliuoksella. Taimia kasteltiin tarpeen mukaan päältä letkulla ensimmäisen viikon ajan. Kun juuret olivat kasvanneet paakun/ruukun alaosaan, taimia alettiin kastella vuoksi-luode –pöydillä pumpaamalla tarvittaessa pöydälle kasteluliuosta. Taimikasvatus kesti noin kolme viikkoa.

Kurkun viljelykokeet

Hankkeen aikana kasvihuonekurkun viljelykokeita oli kuusi. Kussakin niistä korjattiin kurkkusatoa vähintään 10 viikkoa. Ensimmäisessä ja viljelykokeessa verrattiin ruskorahkasammalta, sekasammal Metlaa ja turveverrannetta. Ensimmäisessä ja toisessa kokeessa sammalia kalkittiin 2,25 g/l. Kolmannessa viljelykokeessa verrattiin kerran käytettyjen kasvualustojen (ruskorahkasammal, sekasammal Metla ja turveverranne) uudelleenkäyttöä. Neljännessä viljelykokeessa verrattiin sekasammal Metlan kuivaa ja märkää kastelutapaa turveverranteeseen. Kuiva kastelutapa noudatti turvelevyn ylikastelusuositusta (10 - 20 %) ja märkä kivivillan ylikastelusuositusta (30 - 40 %). Sammalen kertakasteluannos oli pienempi kuin turpeen kertakasteluannos. Sammalta kalkittiin 3 g/l. Tämän viljelykokeen ajan kerättiin turve- ja sammalalustoista kastelu- ja valumavesinäytteet talteen ja niistä mitattiin veden epäpuhtauksia. Sameutta mitattiin Hach 2100 AN IS –mittarilla ja absorptiota aallonpituusalueella 254 nm spektrofotometrillä. Viidennessä viljelykokeessa sekasammal Metlan alle 20 mm ja alle 44 mm hiukkaskoostumuksia eri tiiviyksillä verrattiin turveverranteeseen. Tiiviydet saatiin aikaan pakkaamalla sammalta viljelylaatikkoon 2,0, 2,2, 2,4 ja 2,6 kertaa laatikon tilavuus ja painamalla sammal laatikon sisään. Tässä kokeessa satoa ei mitattu. Viimeisessä kuudennessa viljelykokeessa verrattiin sekasammal Metlan alle 20 mm ja alle 44 mm hiukkaskoostumuksia turveverranteeseen. Kuivaa keskikarkeaa ja karkeaa sekasammalta tiivistettiin viljelylaatikkoon 50 g/l. Kastelu toteutettiin aiemmista kokeista poiketen 1,1 l/h tippukastelusuuttimilla ja tiput pidettiin kokeen loppuun saakka istutuspaakussa, jotta kasteluvesi olisi mahdollisimman pitkään kasvin ulottuvilla ja

se ehtisi paremmin levitä kasvualustaan. Aiemmissä kurkun viljelykokeissa oli käytetty 2,2 l/h tippusuuttimia ja tiput oli siirretty kasvin juurruttua istutuspaakusta kasvualustaan. Kurkun viljelykokeissa 1-4 ja 6 kaikilla koejäsenillä oli oma kasteluryhmänsä, joten liuoksen johtokykyä ja kastelujakso voitiin säätää koejäsenen tarpeiden mukaan. Viljelykokeessa 5 lannoitus ja kastelu säädettiin turvekoejäsenen mukaan.

3.1.4 Potentiaalisten rahkasammalen nostokohteiden inventointi

Potentiaalisten rahkasammalen nostokohteiden inventoinnissa määritettiin kohdealueiden rahkasammallajistoa ja muuta suokasvillisuutta sekä arvioitiin alueiden korjuukelpoisen rahkasammalkasvuston peittävyys. Rahkapinnan käyttökelpoisuuteen kasvualustamateriaalina vaikuttaa sammallajisto ja muiden suokasvien kuten varpujen ja sarojen runsaus. Korjuukelpoisuutta alentaa alueen puustoisuus ja vetisyys.

3.1.5 Rahkasammalkorjuun ympäristövaikutukset

Rahkasammalbiomassan korjuun ympäristövaikutusten selvittäminen aloitettiin Kihniön Keisarinnevalle (62°12'N, 23°18'E) vuonna 2006 tehdyssä kokeessa. Keisarinnevan kokeellinen pienen mittakaavan (n. 3000 m²) rahkasammalbiomassan korjuu toteutettiin varhain keväällä kahdella menetelmällä: kaivinkoneen kauhalla höyläämällä (syvä korjuu, n. 40 cm pinnasta) ja manuaalisesti erikoisvalmisteisella moottorisahalla leikkaamalla (kevyt korjuu, n. 20 cm pinnasta). Koekorjuualueelle pyrittiin jättämään 10 - 20% alasta vallitsevan suokasvillisuuden peittämäksi. Tämän haluttiin varmistavan korjuupinnan läheisyyteen suokasvilajipankin, josta nopea uudelleen leviäminen olisi mahdollista.

Rahkasammalten operatiivisen mittakaavan korjuuteknologian kehittämiseksi ja erityisesti laajemman korjuun ympäristövaikutusten selvittämiseksi Karvian Tunkiosalonnevalta (62°11'N, 22°48'E) varattiin vuonna 2008 tutkimustarkoituksia varten Metsähallitukselta n. 15 hehtaarin laajuinen metsäojitettu karu räme, jonka pintakasvilajikoostumus soveltui hyvin rahkasammalbiomassan korjuuseen. Rahkasammalbiomassaa korjattiin alueelta n. hehtaarin alalta vuosina 2008 - 2009, sekä kesällä että talvella. Myös Tunkiosalonnevalla rahkasammalbiomassan korjuu toteutettiin kahdelta syvyydeltä, korkeintaan n. 30 cm maan pinnasta sekä n. 50 - 60 cm

maan pinnasta. Korjuu toteutettiin täysin koneellisesti yksinomaan tätä koetta varten rakennetulla tela-alustaisella laitteella sekä tavallisella kaivinkoneella.

Kolmanneksi referenssialueeksi valittiin Kurikan Palloneva (62°47'N, 22°54'E, kuva 1), jossa koekorjuuta tehtiin tammi- ja helmikuussa 2011. Palloneva edustaa aitoa operatiivisen mittakaavan rahkasammalten korjuuta, jossa korjuuta tehtiin yhteensä n. kuuden hehtaarin alueella ja korjatun rahkasammalbiomassan määrä on ollut yhteensä n. 10 000 m³. Korjuun tekninen toteutus sujui hyvin. Routaa paikalla oli korjuun kannalta sopivasti, n. 25 cm, jonka ansiosta pintarahka lohkesi automaattisesti roudan syvyyden mukaisesti n. 25 cm syvyisissä laatoissa. Korjuun yhteydessä lumi kaavittiin pois ja siirrettiin jo korjatulle pinnalle, jolloin samalla siirrettiin rahkasammalkasvuston elinvoimaisin yläosa ikään kuin ”siemeneksi” korjatulle pinnalle.

Vesistövaikutusselvityksiä tehtiin Tunkiosalonnevan ja Pallonevan pilottikorjuualueilla. Keisarinnevallalla vesistövaikutusselvitystä ei tehty, johtuen koealueelta tulevien valumavesien ja ympäröiviltä alueilta tulevien valumavesien sekoittumisesta. Seuranta toteutettiin ylivalumakausina noin viikon välein, muuhun kesäaikaan n. kahden viikon välein ja talviaikaan n. kuukauden välein toteutettavilla vesinäytteenotannoilla. Valanta analysoitiin vesinäytteenoton yhteydessä Thompsonin ylisyöksymittapadolla.

Vesinäytteistä analysoituja vesigeokemiallisia pitoisuusmuuttujia olivat kiintoaines, liuennut orgaaninen hiili (DOC), typen fraktiot (N_{tot} , NH_4^+ ja NO_3^-) ja fosforin fraktiot (P_{tot} ja PO_4^{3-}). Vesistövaikutustarkastelu perustuu Pallonevan osalta kuitenkin vain pitoisuuksiin, sillä valunnan riittävän tarkan seurannan järjestäminen Pallonevalla todettiin erittäin vaikeaksi. Muutoin veden laadun seuranta toteutettiin samalla tavoin kuin Tunkiosalonnevallakin.

Kasvihuonekaasutaseiden mittaamiseen käytettiin ns. suljetun kammion menetelmää, jossa pieni alue suljetaan mittausjakson ajaksi kaasutiiviiksi maahan upotetun kauluksen, kauluksessa olevan vesiuran sekä mittauskammion avulla. Kammion ilmatilassa mittausjakson aikana tapahtuvien kasvihuonekaasujen konsentraatiomuutosten perusteella saatiin laskettua kaasujen tase ajan funktiona. Hiilitaseiden mittaukseen käytettiin valoa läpäisevää mittauskammiota, muiden kasvihuonekaasujen, metaanin ja typpioksiduulin, mittaukseen metallista, läpinäkymätöntä kammiota.

3.1.6 Rahkasammalen uusiutuminen

Rahkasammalten ja muun suokasvillisuuden uusiutuminen selvitettiin jokaiselle koealueelle perustetulla systemaattisella kasvinäytealaverkostolla. Kasvillisuuden peittävyys ja rahkasammalten capitulumit laskettiin jokaisena vuonna tarkastelujakson aikana heinä-elokuun vaihteessa.

3.2 Tutkimustulokset

3.2.1 Mittaukset kasvualustamateriaaleista

Kuivien rahkasammalten irtotilavuuspainot vaihtelivat 15 ja 24 g/l välillä, kun niiden tiivistetty laboratoriotilavuuspaino oli 25 ja 31 g/l (taulukko 1). Viljelykokeissa vaalean rahkaturpeen kuiva irtotilavuuspaino oli 66 – 82 g/l ja tiivistetty laboratoriopaino 65 - 84 g/l. Sammal tiivistyi laboratoriotilavuuspainon mittauksessa enemmän kuin turve. Sammalien happamuus vaihteli pH 4,3 ja 6,4 välillä. Sammalet sisälsivät vähemmän kasvinravinteita kuin turve ja sammalten kationinvaihtokapasiteetti oli turvetta pienempi. Sammalten johtokyky vaihteli välillä 13 ja 137 µS/cm. Haprarahkasammalen johtokyky oli selvästi muita rahkasammalia korkeampi ja se johtui muita korkeammista ammoniumtyppi-, kalium- ja fosforipitoisuuksista.

Taulukko 1. Rahkasammalnäytteiden tiivistetty laboratoriotilavuuspaino (TLTP) kuivana, happamuus ja johtokyky.

Näyte	TLTP kuivana g/l	Happamuus pH	Johtokyky µS/cm
S. riparium, haprarahkasammal	25.3	6.4	137.2
S. magellanicum, punarahkasammal	25.3	5.5	52.3
S. fuscum, ruskorahkasammal	26.0	5.4	13.2
Sekasammal Metla, nostovuosi 2012	30.7	4.3	33.6
Sekasammal Metla, nostovuosi 2013	27.3	5.0	13.0

Käytettyjen viidennen kurkun viljelykokeen kasvualustoista tehtyjen mittausten perusteella turvealustassa oli enemmän vettä kuin sekasammalalustassa. Sammalalusta sisälsi kuitenkin kasville helpokäyttöistä vettä vähintään saman verran kuin turvealusta. Turvealustassa oli sammalalustaa

enemmän kasville vaikeasti käyttökelpoista vettä. Kasvualustan vaikeasti käyttökelpoinen vesi voi pitää kasvin hengissä esimerkiksi kuljetuksen tai varastoinnin aikana.

Rahkasammalella havaittiin sienten kasvua ehkäiseviä ominaisuuksia fungistaattisia ominaisuuksia alustavissa kokeissa. Rahkasammal vähensi kanelihomeen ja *Alternaria*-taudin esiintymistä turvealustalla.

3.2.2 Kasvualustakokeet

Lehtisalaatin taimet eivät kasvaneet keskikarkeassa ruskorahkasammalessa ja sekasammalessa yhtä nopeasti kuin turpeessa. Taimikasvatuksen lopussa salaatin taimet olivat sammalalustassa 15 - 19 % keveämpiä kuin turpeessa ja ero oli merkitsevä. Kouruviljelyn lopussa salaattit olivat sammalalustalla vain 5-13 % keveämpiä kuin turvealustalla, mutta ero ei ollut merkitsevä.

Sammalen kalkitus 3g/l riitti pitämään pH:n turpeen tasolla viljelyn loppuun asti. Taimelle on pakattava 80 ml taimiruukkuun vähintään 4 g keskikarkean sammalen kuiva-ainetta. Taimi tarvitsee runsaassa luonnonvalossa taimikasvatuksen aikana useamman päivittäisen kastelun kuin turpeessa kasvava taimi, sillä sammalruukussa on pienempi vesivarasto kuin turveruukussa. Varsinaisen kouruviljelyn ajan sammalalustan kastelu voidaan toteuttaa kuten turvealustankin.

Kasvihuonekurkun taimet kasvoivat sekasammalessa nopeammin kuin kivivillassa. Sammaltaimeen kertyi 9-13 % enemmän tuorepainoa kuin kivivillaverranteeseen. Tuorepainoero verranteeseen oli tilastollisesti merkitsevä sammalen kuiva-ainemäärillä 47 ja 54 g/l. Tuorepainoero verranteeseen ei ollut merkitsevä sekasammalen kuiva-ainemäärillä 61 g/l.

Kokeissa 1-3 kasvihuonekurkku tuotti turvealustalla noin 10 % suuremman ensimmäisen luokan sadon kuin sammalalustoilla ja se johtui hedelmien suuremmasta lukumäärästä. Satoero oli merkitsevä. Ruskorahkasammalen ja sekasammalen sadon välillä ei ollut eroa. Sammalen alemman sadon katsottiin ainakin osittain johtuvan turvetta pienemmästä kasvualustatilavuudesta ja sammalkasvualustan pH:n laskusta lannoitus-suosituksen alarajalle. Neljännessä kokeessa havaittiin, että kastelukertoja lisäämällä kasvin vedenkäyttö ei lisääntynyt, vaan se kasvatti valumaa.

Kasteluvesi valui kasvin ulottuvilta liian nopeasti. Viimeisessä viljelykokeessa ensimmäisen luokan viikkosato neliometriä kohti oli turvealustassa keskimäärin 5,8 kg, karkeassa sekasammalessa 5,7 kg ja keskikarkeassa sekasammalessa 5,1 kg neliometriä kohti. Turvealusta tuotti keskimäärin 2 % suuremman ensimmäisen luokan sadon kuin karkea sekasammal, mutta ero ei ollut merkitsevä.

Keskikarkea sekasammal tuotti 11 % pienemmän sadon kuin turve ja ero oli merkitsevä.

Turvealustan valuedet värjäytyivät alustasta irronneesta humuksesta. Sammalalustoista sen sijaan kulkeutui viljelyn alussa valuman mukana runsaasti kalkkia, joka häiritsi valuvesien epäpuhtauksien mittausta. Sammalalustan valumavedet läpäisivät paremmin UV-säteilyä kuin turpeen valuedet.

Viljelykokeiden perusteella sekasammal oli yhtä hyvä kasvualusta kuin ruskorahkasammal. Rahkasammal oli tiivistämättömänä ilmavampaa kuin vaalea rahkaturve, joten sammalen vedenpidätyskykyä suurennettiin tiivistämällä sammalta. Tulosten perusteella sammalkasvualustassa on hyvä olla kuiva-ainetta noin 50 g/l, jotta alusta pystyy tarjoamaan kasville riittävän vesitilan. Tällöin tullaan toimeen pienillä, mutta useaan toistuvilla kasteluilla. Käytännössä irtosammalta tarvitaan hiukkaskokojakaumasta riippuen 2 tai jopa 2,5 kertainen määrä kasvualustatilavuuteen nähden. Koska lannoiteliuosten happo kuluttaa kasvualustan kalkkia viljelyn aikana, sekasammal on heti alussa kalkittava siten, että alustan pH pysyy tasolla 5,0 - 6,5 koko viljelyn ajan. Sekasammalelle kalkitukseksi riitti 3 g/l salaatin ja kurkun koetulosten perusteella. Sammalalustassa tultiin hyvin toimeen samoilla lannoitusresepteillä kuin turvekasvualustassa.

3.2.3 Potentiaalisten rahkasammalen nostosoiden inventointi

Tarkastelussa lähdettiin siitä, että rahkasammalbiomassan korjuu suunnataan jo häiriintyneille, ojitetuille soille, mikä käytännössä tarkoittaa kunnostusojituskelvottomia kitumaan soita. Tällaisia suoalueita löytyy Suomesta yhteensä n. 830 000 ha (taulukko 2), joista osa kuuluu kansallisen suostrategian luonnontilaisuusluokituksessa luokkiin 2–3. Luokat 2–3 tarkoittavat vähän tai kohtuullisesti vesitaloudeltaan ja pintakasvillisuudeltaan ojituksen seurauksena muuttuneita soita, joilta yhä löytyy merkittävässä määrin korjattavaa rahkasammalpintaa. Tässä tarkastelussa ”liian” luonnontilaiset suot rajattiin pois otannasta, johtuen siitä että em. kohteiden korjuu voisi aiheuttaa liikaa vastustusta etenkin ympäristöväessä. Tarkastetut potentiaaliset korjuukohteet sisältyivät suurimmaksi osaksi luonnontilaisuusluokituksessa luokkaan 3. Suuralueittaiset korjuukelpoiset pinta-alat on laskettu maasto-otannasta saaduilla kertoimilla sekä korjattu lisäksi sillä olettamalla, että noin puolet (*) Suomen kaikkien ojitettujen kitumaan soiden pinta-aloista kuuluu luonnontilaisuusluokkiin 2–3 (taulukko 2). Alustavien arvioidemme perusteella Suomesta löytyy teknis-taloudellisesti rahkasammalbiomassan korjuuseen soveltuvaa aluetta lähes 280 000 ha. Rahkasammalbiomassan korjuuseen soveltuvat alueet painottuvat voimakkaasti läntiseen Suomeen ja erityisesti Pohjanmaan alueelle (taulukko 2). Käytännön korjuukohteiksi soveltuva pinta-ala on edellä esitettyä potentiaalista korjuupinta-alaa jonkin verran pienempi, johtuen kulkuyhteyksistä, materiaalin kuljetusmatkoista sekä ehkä myös maanomistusoloista, vaikka maanomistusolojen ei

periaatteessa pitäisikään vaikuttaa tämän tyyppiseen biomassan korjuuseen, kuten ei ainespuun korjuuseen. Taulukon 2 korjattava osuus on saatu käyttämällä kerrointa

$$0,50(*) \times 0,67(**) = 0,355$$

Taulukko 2. Metsätaloudellisesti kannattamattomat ojitetut suot suuralueittain Suomessa sekä estimaatit rahkasammalbiomassan korjuuseen soveltuvan osan pinta-aloista.

Suuralue	Pinta-ala (ha)	Korjattava osuus (ha)
Etelä-Suomi	17 100	6 071
Länsi-Suomi	79 800	28 329
Itä-Suomi	47 800	16 969
Pohjanmaa-Kainuu	346 200	122 901
Etelä-Lappi	339 400	120 487
Yhteensä	830 300	278 151

3.2.5 Rahkasammalkorjuun ympäristövaikutukset

Tunkiosalonnevan koekorjuualueella ei kahden ensimmäisen rahkasammalbiomassan korjuun jälkeisen vuoden aikana havaittu valumaveden laadun seurannassa tilastollisesti merkitseviä eroja minkään vedenlaatutunnuksen pitoisuuksissa tai kuormituksissa.

Pallonevalla ensimmäisten kahden rahkasammalbiomassan korjuun jälkeisen vuoden aikana ei valumaveden laadun seurannassa havaittu tilastollisesti merkitseviä eroja minkään vedenlaatutunnuksen pitoisuuksissa. Pääosassa vedenlaatutunnuksista pitoisuudet olivat itse asiassa korjuualueen alapuolisella näytteenottopisteellä hieman alhaisempia kuin yläpuolisella. Tämä on hyvin lupaava tulos, sillä odotettavissa olevat vesistövaikutukset ilmenevät esim. suometsien kunnostusojituksista saatujen kokemusten perusteella yleensä noin vuoden viiveellä.

Sekä Keisarinnevalla että Tunkiosalonnevalla korjattujen alueiden hiilidynamiikka alkoi toipua jo ensimmäisenä korjuun jälkeisenä kasvukautena ja toipuminen lähestyi luonnontilaista verrokkia kolmantena korjuun jälkeisenä vuonna. Kasvillisuuden ja hiilidynamiikan toipuminen oli selvästi nopeampaa kevyemmin korjatuilla aloilla kuin syvemmältä korjatuilla aloilla. Kevyesti korjatut

alueet olivat jo kolmantena korjuun jälkeisenä vuonna keskimäärin luonnontilaisen kaltaisia hiilen nieluja. Syvemmältä korjatut alueetkin olivat jo pieniä hiilen nieluja, vaikka erot kevyesti korjattujen ja syvemmältä korjattujen alueiden välillä olivat vielä melko suuria. Metaaniemissiot lisääntyivät jonkin verran pintarahkan korjuun tuloksena, mutta typpioksiduuliemissioihin pintarahkan korjuulla ei ollut merkitsevää vaikutusta, vaikka lievästi laskeva trendi oli havaittavissa kolmantena vuonna korjuun jälkeen kummallakin kohteella. Kaiken kaikkiaan korjuusyvyydellä vaikuttaisi olevan erittäin suuri merkitys korjuualueiden toipumisnopeudelle: jos korjuu ulotetaan yli 30 cm syvyyteen, uudistuminen hidastuu merkittävästi.

3.2.6 Sammalbiomassan uusiutuminen

Keisarinnevan ja Tunkiosalonnevan kokeissa korjuualueiden kasvillisuus alkoi selvästi toipua jo ensimmäisen korjuun jälkeisen kasvukauden kuluessa; sekä korjuussa pintakerroksen alle jääneestä elävästä rahkasolukosta ja paikalle pudonneista rahkasammalten palasista, mutta myös sivuilta leviämällä. Kuusi vuotta korjuun jälkeen nostopintaa ei enää paikoin juuri pysty erottamaan korjaamattomasta pinnasta

Tunkiosalonnevan kokeessa kevyempi korjuu ulotettiin korkeintaan 30 cm asti suon pinnasta, syväkorjuu jopa 60 cm asti. Syväkorjuu oli tulostemme mukaan aivan liian syvälle menevää, ja voimakkaan käsittelyn johdosta uudistuminen siellä on ollut selvästi kevyemmin korjattuja alueita hitaampaa. Nopeimmin uudelleen levinneitä lajeja olivat etenkin silmäkerahkasammal (*S. balticum*), mutta sukkession edetessä uudiskasvussa esiintyy nyt myös ruskorahkasammalta (*S. fuscum*) ja punarahkasammalta (*S. magellanicum*). Uusien rahkasammalten capitulumien muodostuminen vaihteli alueen sisällä hyvin paljon vaihteluvälin ollessa n. 5000 - 24000 capitulumia m⁻², keskiarvon ollessa kolmantena vuonna korjuun jälkeen n. 16000 capitulumia m⁻². Ylivoimaisesti suurin osa (n. 80%) uudiskasvusta oli toistaiseksi silmäkerahkasammalten aikaansaamaa. Syvemmältä korjatulla alueella uudiskasvu oli lähes yksinomaan silmäkerahkasammalta ja uusien capitulumien muodostuminen huomattavasti vähäisempää kuin kevyemmin korjatuilla aloilla keskimäärin, vain n. 2000 kpl m⁻². Joillakin paikoilla rahkasammalten uudiskasvulla oli lähes 100 % peittävyys, n. 25000 capitulumia m⁻² jo kolmantena vuonna korjuun jälkeen ja seitsemäntenä korjuun jälkeisenä vuonna täyden peittävyyden saavuttanutta rahkasammalpintaa oli jo selvästi yli puolet alkuperäisestä korjuupinnasta. Luonnostaan ruskorahkasammalten vallitsema mätäspinta tulee kuitenkin täydellisestä peittävyydestä huolimatta aluksi korvautumaan silmäkerahkasammalten kaltaisilla välipintalajeilla. Syvemmältä korjatuille

alueille leviää myös huomattavasti enemmän saramaisia kasveja (etenkin tupasvilla, *Eriophorum vaginatum*) verrattuna kevyemmin korjattuihin alueisiin. Etenkin saramaisten kasvien runsaus vaikuttaa negatiivisesti tulevaisuudessa korjattavan rahkasammalkasvualustan laatuun.

Tulosten perusteella luontainen uudelleensoistuminen pintarahkan korjuussa jäljelle jääneen rahkasammalten lajipankin avulla on nopeaa, ainakin aluksi selvästi nopeampaa kuin rahkan siirrostuksella aikaansaatu uudiskasvu suonpohjilla. Saramaisten kasvien vähäisemmän kolonisaation vuoksi luontaiseen uudistumiseen perustuva kasvatus karuilla soilla tuottaa huomattavasti puhtaampaa ja laadukkaampaa kasvualustamateriaalia verrattuna siirrostukseen perustuvaan kasvatukseen turvetuotannosta vapautuneilla suonpohjilla tai suopelloilla, jota on tutkittu paljon mm. Kanadassa, Saksassa ja Hollannissa. Lisäksi luontaiseen uudistumiseen tukeutuva rahkasammalbiomassan tuotto kitumaan soilla on halvempaa ja luonnonmukaisempaa kuin suonpohjilla tapahtuva (ei siirrostuskustannuksia eikä mahdollista herbisidien käyttöä).

Kun ottaa huomioon rahkasammalbiomassan korjuun "hellävaraisuuden" perinteiseen kasvuturvetuotantoon verrattuna, voidaan tutkimustulostemme perusteella olettaa korjuun aikaansaavan korjatulle alueelle ainoastaan lyhytaikaisen, joka tapauksessa alle kymmenen vuoden mittaisen, taantuman hiilensidonnassa. Suokasvilajiston leviäminen tulee palauttamaan korjuualoille suurimmaksi osaksi alkuperäisen kaltaisen suokasvilajiston todennäköisesti jo alle 10 vuodessa, ellei korjuuta uloteta liian syvälle. Tulostemme perusteella pintarahkan uudelleenkorjuu voisi realistisesti olla mahdollista n. 30 vuoden, optimaalisimmissa tapauksissa mahdollisesti jopa 15 - 20 vuoden, kuluttua ensimmäisestä korjuusta. Rahkasammalten lyhyen kiertoaajan johdosta pintarahkan korjuu kasvatusalustoiksi on aidosti uusiutuvan luonnonvaran hyödyntämistä, jonka ympäristövaikutukset esim. perinteisen kasvuturpeen tuotantoon verrattuna ovat hyvin pienet. Rahkan korjuu ei uusiutuvuutensa ja lyhyen kiertoaikansa vuoksi ole turvetuotantoa vaan lähinnä kestävään metsätalouteen rinnastettavaa uusiutuvan biomassan hyödyntämistä.

3.3 Toteutusvaiheen arviointi

Sammalmateriaalien kasvinravinneanalyyskejä tehtiin vähän. Mittaukset sammalten kapillaarisista ominaisuuksista aloitettiin hankkeen alussa ja ne tehtiin tiivistämättömällä sammalella. Kasvualusta tiivistyi veden paineesta upotuskäsittelyn aikana koesylinterin yläosaan ja teki tilaa sylinteriin tunkeutuvalla vedelle. Sylinteri alaosaan muodostunut vesipatja vaikeutti tulosten tulkintaa, joten mittaukset lopetettiin. Sammalalustojen kapillaarisista veden nousua ei siis ehditty mitattu

viljelykokeissa hyväksi havaituilla tiiviyksillä. Sammalkasvualustan soveltumista jakokuurilannoituskasteluun ei ehditty testata. Viljelykokeiden tulokset ovat vielä julkaisematta kotimaisissa ammattilehdissä.

Yhteistyö MTT:n ja Metlan välillä osoittautui toimivaksi. Tasalaatuiset sammalerät saatiin ajallaan viljelykokeita varten.

Vapon irtautuminen hankkeen rahoituksesta vähensi tutkimusrahoitusta, mutta sammalen nostotekniikan kehittäminen jatkui Metlan kanssa.

3.4 Julkaisut

Silvan, N., Silvan, K., Näkkilä, J., Tahvonen, R. & Reinikainen, O. 2012. Renewability, use and properties of Sphagnum biomass for growing media purposes. In: Proceedings of the 14th International Peat Congress, session Sphagnum Farming, extended abstract number 55.

Reinikainen, O., Korpi, J., Tahvonen, R., Näkkilä, J. & Silvan, N. 2012. Harvesting of Sphagnum biomass and its use as a growing medium constituent. In: Proceedings of the 14th International Peat Congress, session Peat for Horticulture, extended abstract number 137.

Tahvonen, R., Näkkilä, J., Silvan, N., Reinikainen, O. & Väre, I. 2012. Rahkasammalista kasvualustaa. Puutarha & Kauppa 2012(3): 12-13.

Näkkilä, J., Jokinen, K., Särkkä, L., Tahvonen, R., Silvan K. & Silvan, N. 2013. Rahkasammalessa vihannestaimi kasvaa hyvin. Puutarha & Kauppa 2013(3): 20-21.

Käsikirjoitukset

Silvan, N., Laiho, R., Näkkilä, J. & Tahvonen, R. 20XX. Truly renewable growing medium from *Sphagnum* mosses. [Käsikirjoitus referoituun tieteelliseen julkaisusarjaan].

Näkkilä, J. & Silvan, N. 20XX. Uusiutuva ja toimiva kasvualusta rahkasammalesta. [Käsikirjoitus esim. Luonnonvarakeskuksen raporttisarjaan].

4. Tulosten arviointi

4.1 Tulosten käytännön sovelluskelpoisuus

Tulokset hyödyttävät maanomistajia ja koneyrittäjiä, jotka voivat nostaa uusiutuvaa rahkasammalta vesistöjä tarpeettomasti kuormittamatta kasvualustateollisuuden tarpeiksi.

Kasvualustateollisuus voi hyödyntää tuloksia kehittämällä rahkasammalesta omia kasvualustatuotteita tai ryhtyä käyttämään sitä yhtenä aineosana kasvualustatuotteissa.

Rahkasammaltuotteita voidaan markkinoida sellaisiin Euroopan maihin, joissa suhtaudutaan kielteisesti hitaasti uusiutuvan turpeen käyttöön kasvualustana.

Kasvihuoneviljelijät eivät yleensä valmista käyttämiään kasvualustoja, vaan ne ostetaan valmiina tuotteina kasvualustateollisuudelta. Hankkeen tuloksista viljelijä sai tietoa uusista kasvualustoista ja niiden viljelyominaisuuksista. Kotimainen uusiutuva kasvualusta voi olla kasvihuonetuotteen markkina-arvoa parantava tekijä ja viljelijä voi vähentää kasvihuonetuotannon tuottamaa kaatopaikkajätettä vaihtamalla uusiutumattoman kasvualustan uusiutuvaan.

Sammalkasvualustojen kehittäminen viljelijälle tai kuluttajalle myytäväksi tuotteeksi voi synnyttää patentoitavia keksintöjä ja uutta liiketoimintaa. Ympäristöviranomaiset voivat tutkimustietojen perusteella ottaa kantaa, millaisin menetelmin ja kuinka laajasti rahkasammalta saa nostaa.

4.2 Tulosten tieteellinen merkitys

Rahkasammalkasvualustalla saavutettiin sama kasvutulos kuin hitaammin uusiutuvalla turvekasvualustalla tai uusiutumattomalla kivivillalla. Rahkasammalten lyhyen kiertoaajan johdosta pintarahkan korjuu kasvatusalustoiksi on aidosti uusiutuvan luonnonvaran hyödyntämistä, jonka ympäristövaikutukset esim. perinteisen kasvuturpeen tuotantoon verrattuna ovat hyvin pienet. Rahkan korjuu ei uusiutuvuutensa ja lyhyen kiertoaikansa vuoksi ole turvetuotantoa vaan lähinnä kestävään metsätalouteen rinnastettavaa uusiutuvan biomassan hyödyntämistä.

Turun Yliopiston opiskelija Sini Stenbacka tekee opinnäytetyön kurkun viljelykokeen valuvesien epäpuhtauksista ja niiden mittaamisesta.

Sammal- ja turvealustan valuvesien epäpuhtauksien vertailumittaus pitäisi tehdä myös salaatin kiertovesiviljelyjärjestelmästä. Syvemmältä korjattujen alueiden hiilensidonnan taantuminen ja pintakasvilajiston muuttuminen saramaisten kasvien sekä välipintarahkasammalten vallitsemaksi

kasvillisuudeksi kenties pitkäksikin aikaa puoltaa korjuutekniikan kehittämistä edelleen siten, että korkeintaan 30 cm syvyyteen asti ulottuva korjuu olisi mahdollista kaikissa olosuhteissa. Korjuusyvyyden ja rahkasammalpinnan valikointimahdollisuuden sekä korjuun yhteydessä tapahtuvan puristuksen mahdollistaman rahkasammalmateriaalin esikuivatuksen mukanaan tuomien hyötyjen johdosta myös rahkasammalbiomassan sulan maan aikaista korjuuta tulisi ehdottomasti jatkossa kehittää.

5. Loppuraportin tiivistelmä

RAHKASAMMALEN TUOTANTO JA KÄYTTÖ KASVIHUONEKASVIEN KASVUALUSTANA SPHAGNUM MOSS PRODUCTION AND USE AS GROWTH SUBSTRATE IN GREENHOUSE CROPS

Vastuuorganisaatio

Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus MTT,

kasvintuotannon tutkimus

Yhteyshenkilö Juha Näkkilä

Toivonlinnantie 518

21500 PIIKKIÖ

Puhelin 0295326410 Sähköposti juha.nakkila@luke.fi

Kesto

2012-2014

Loppuraportti 27.3.2015

Rahoitus

Kokonaiskustannukset

605115 €

MMM:ltä saatu kokonaisrahoitus

140000 €

Tutkimuslaitoksen oma rahoitus MTT

337769 €

Metla

88846 €

Muista julkisista lähteistä saatu rahoitus

Muu rahoitus

38500 €

Avainsanat

kasvualusta, rahkasammal,

Tiivistelmä

TAVOITTEET

Rahkasammallajeja ja niiden sekoituksia tutkitaan kasvihuonekasvien kasvualustoina. Sammalesta tehdään eri tarkoituksiin erilaisia kasvualustoja, joiden toimivuutta testataan nykyaikaisessa viljelytekniikassa. Mitataan rahkasammalen uusiutumisenopeus ja noston ympäristövaikutuksia suuremmilla tuotantoaloilla erilaisilla korjuu- ja käsittelytekniikoilla. Selvitetään sammalen tuotannon taloudellinen potentiaali ja selvitetään potentiaaliset tuotantoalat.

TULOKSET

Rahkasammal on kevyempää kuin rahkasammalturve ja rahkasammalella on turvetta pienempi vedenpidätyskyky. Sammalen vedenpidätyskykyä lisättiin sitä tiivistämällä. Hyvään kasvutulokseen päästiin, kun sammalkasvualustassa oli kuiva-ainetta noin 50 g/l. Irtoammalta tarvitaan hiukkaskoosta riippuen 2,0 - 2,5 kertaa kasvualustatilavuuden verran. Sammalta pitää kastella pienin annoksin ja usein. Kalkkia sammalalustaan tarvitaan vähintään 3 g/l. Turvealustalle suunniteltu lannoitus sopi myös sammalalustalle. Sammalkasvualustoilla saavutettiin saman suuruinen salaatti- ja kurkkusato kuin kaupallisesta turvealustasta ja kurkun taimikasvatuksessa sammalalusta osoittautui kivivillan veroiseksi. Arvio rahkasammalbiomassan korjuuseen soveltuvaksi pinta-alaksi Suomessa on 278000 ha.

TULOSTEN ARVIOINTI

Tulokset hyödyttävät maanomistajia ja koneyrittäjiä, jotka voivat nostaa sammalraaka-ainetta kasvualustateollisuuden tarpeiksi. Kasvualustateollisuus voi hyödyntää tuloksia kehittämällä rahkasammalesta omia kasvualustatuotteita tai ryhtyä käyttämään sitä yhtenä aineosana kasvualustatuotteissa. Tulokset hyödyttävät myös kasvihuoneviljelijää. Sammalella voidaan korvata uusiutumattomia, kierrätyskelvottomia kasvualustoja ja vähentää kasvihuonetuotannon tuottamaa kaatopaikkajätettä. Sammalkasvualustojen tuotekehitys viljelijälle tai kuluttajalle myytäväksi tuotteeksi voi synnyttää patentoitavia keksintöjä ja uutta liiketoimintaa. Ympäristöviranomaiset voivat tutkimustietojen perusteella ottaa kantaa, millaisin menetelmin ja kuinka laajasti rahkasammalta saa nostaa. Rahkasammalten lyhyen kiertoajan johdosta pintarahkan korjuu kasvatusalustoiksi on aidosti uusiutuvan luonnonvaran hyödyntämistä, jonka ympäristövaikutukset esim. perinteisen kasvuturpeen tuotantoon verrattuna ovat hyvin pienet. Rahkan korjuu ei uusiutuvuutensa ja lyhyen kiertoaikansa vuoksi ole turvetuotantoa vaan lähinnä kestävään metsätalouteen rinnastettavaa uusiutuvan biomassan hyödyntämistä.

- Julkaisut Silvan, N., Silvan, K., Näkkilä, J., Tahvonen, R. & Reinikainen, O. 2012. Renewability, use and properties of Sphagnum biomass for growing media purposes. In: Proceedings of the 14th International Peat Congress, session Sphagnum Farming, extended abstract number 55.
- Reinikainen, O., Korpi, J., Tahvonen, R., Näkkilä, J. & Silvan, N. 2012. Harvesting of Sphagnum biomass and its use as a growing medium constituent. In: Proceedings of the 14th International Peat Congress, session Peat for Horticulture, extended abstract number 137.
- Tahvonen, R., Näkkilä, J., Silvan, N., Reinikainen, O. & Väre, I. 2012. Rahkasammalista kasvualustaa. Puutarha & Kauppa 2012(3): 12-13.
- Näkkilä, J., Jokinen, K., Särkkä, L., Tahvonen, R., Silvan K. & Silvan, N. 2013. Rahkasammalessa vihannestaimi kasvaa hyvin. Puutarha & Kauppa 2013(3): 20-21.