

JUHA HEISKANEN

NÄYTELIERIÖN TÄYTTÖTAVAN VAIKUTUS KASVUTURPEEN VEDENPIDÄTYSKYKYYN

The effect of sample handling on the water retention of
growth peat substrate

Heiskanen, J. 1990: Näytelieriön täyttötavan vaikutus kasvuturpeen vedenpidätyskykyyn. (Summary: The effect of sample handling on the water retention of growth peat substrate.) — Suo 41:91-96. Helsinki. ISSN 0039-5471

The water retention of *Sphagnum* peat substrate as used in the production of containerized forest tree seedlings was determined at increasing matric potentials from saturation. Samples of commercially available peat substrate were taken and compressed to correspond to a wet bulk density of 0.2 g cm^{-3} — the value of the substrate used in practice in the nursery. The samples were saturated (-0.1 kPa) and the water content determined after applying successive matric potentials of -1 , -10 and -100 kPa by means of a pressure plate apparatus. The effect of loosening the substrate was investigated, as was also the effect of applying the higher potentials directly to saturated samples. The volumetric water retention varied between 88–93% at -0.1 kPa , 72–85% at -1 kPa , 29–30% at -10 kPa and 18–25% at -100 kPa . Loosening the substrate between applying successively higher potentials to the same samples and, in the case of the higher potentials, determining retention directly from saturated samples gave the lower retention values. It was concluded that the most natural and practical way to determine water retention is to use the same samples, successively applying higher potentials without loosening between applications. Such a procedure includes the effect of increasing compaction and changes in pore size distribution of the substrate upon drying.

Keywords: Compaction, matric potential, shrinkage, water content

J. Heiskanen, The Finnish Forest Research Institute, Suonenjoki Research Station, SF-77600 Suonenjoki, Finland

JOHDANTO

Turve ja turvepohjaiset seokset ovat yleisimmät kasvualustat kasvihuoneviljelyssä Suomessa (Puustjärvi 1989). Myös metsäpuiden paakkutaimien kasvualustat ovat valtaosaltaan turvetta. Pohjoismaissa yleisimmin käytetyn ns. vaalean rahkaturpeen fysikaalisia ominaisuuksia onkin pidetty

edullisina säädeltäessä kasvuoloja kasvihuoneissa (Puustjärvi 1973).

Turpeen vedenpidätyskyvyn määrittäminen perustuu yleensä häiriintymättömiin näytteisiin. Saman turve-erän vesipitoisuus määritetään yleensä erillisistä, ennen käyttämättömistä turvenäytteistä jokaisella tutkittavalla vesipotentialitasolla (esim. Boelter 1964, Päivänen 1973).

Kasvuturve on nostettu suolta, kuivattu, seulottu ja lopulta täytetty toimituspakkauksiin. Taimitarhoilla turve sekoitetaan ja tiivistetään taimiarkkeihin. Taimikasvatuksen aikana turve edelleen tiivistyy. Vuorottainen kuivuminen ja kastelu aikaansaavat alituista kutistumista ja turpoamista. Kasvuturpeen tilajakauma paakussa on siten aina enemmän tai vähemmän häiriintynyt luonnontilaiseen turpeeseen nähden.

Kasvuturpeen vedenpidätyskyvyn edustavaa määrittystä aina erillisistä näytteistä kullakin vesipotentiaalitasolla ei voida perustella näytteiden häiriintymättömyydellä. Kasvuturpeen käsittelyn (esim. näyteliön täyttötapa, näytekäsittelyn valinta ja käyttö eri potentiaalitasoilla) tulee pohjautua vedenpidätyskyvyn määrittämisen yhteydessä kasvuturpeelle ominaisiin vertailuoloihin.

Taimiarkkeja täytettäessä kasvuturve tiivistetään, joten myös vedenpidätyskykyä määritettäessä näytteet on syytä tiivistää vastaavasti. Tiivistäminen vaikuttaa kasvuturpeen huokoskokojakaumaan ja siten vedenpidätyskykyyn (esim. Puustjärvi 1969, DeKreij ja DeBess 1989). Vedenpidätyskykyä määritettäessä on käytössä kuitenkin useita erilaisia näytteiden tiivistämismenetelmiä (DeKreij ja DeBess 1989). Puutarhakasvien penkkiviljelyssä käytetyn kasvuturpeen vedenpidätyskyvyn määrittämisessä näyteliöt täytetään yleensä löyhästi tiivistämättä (Puustjärvi 1969, DeKreij ja DeBess 1989).

Vedenpidätyskykytutkimuksissa ei yleensä ole ilmoitettu näytteiden esikäsittelyä tai sitä, perustuuko määrittäminen aina samaan vaihtoehtoon näytteisiin eri potentiaalitasoilla (esim. Puustjärvi 1969, 1973). Näytteiden valinta ja käsittely voivat kuitenkin vaikuttaa merkittävästi vedenpidätyskykyyn.

Tämän tutkimuksen tarkoituksena on määrittää metsäpuiden paakkutaimien kasvatuksessa käytetyn ja eri tavoin näyteliöihin täytetyn kasvuturpeen vedenpidä-

tyskyky eri matriisipotentiaalitasoilla. Lisäksi mitataan kasvuturpeen tiivistymisastetta koneellisesti täytetyissä paakuissa. Edelleen arvioidaan yleisesti kasvuturvenäytteiden valinnan ja käsittelyn vaikutusta vedenpidätyskykyyn.

AINEISTO JA MENETELMÄT

Aineisto kerättiin yhdestä karkean rahkakasvuturpeen toimituserästä (VAPO D1K2). Tämän turvelajin hiukkaskoko on tuottajan mukaan alle 25 mm ja alle 1 mm hiukkasia on gravimetrisesti (m/m) korkeintaan 30–35%. Kasvuturve valmistetaan maatumisasteeltaan H1–H3 (von Post) vaaleasta rahkaturpeesta.

Turpeen tiivistämismenetelmä arvioitiin mittaamalla Suonenjoen taimitarhan paakun täyttökoneella (Lännen FL 2/1988) täytettyjen ja tiivistettyjen taimiarkkien ($n = 10$) kasvuturpeen tuoretiheys. Säkiä otetun tiivistetyn turpeen gravimetrinen (m/m) vesipitoisuus oli 56% (vaihteluväli 55,6–56,9) ja vastaava tuoretiheys $0,200 \text{ g cm}^{-3}$ ($0,188\text{--}0,206$). Kuivamassaan perustuva tiheys oli $0,088 \text{ g cm}^{-3}$ ($0,0829\text{--}0,0906$). Vedenpidätyskyvyn määrittämisessä käytettyihin lieriöihin säkiä löyhästi käsin täytetyn turpeen tuoretiheyden kohottamisen ($0,147 \text{ g cm}^{-3}$:sta $0,200 \text{ g cm}^{-3}$:aan) vaatima turpeen vertikaalipainuma laskettiin $n. 25\%$:ksi (vrt. Puustjärvi 1969). Vastaava näytteiden tiivistämistarve arvioitiin kokeellisesti lisäämällä näytekuitin alan suuruuselle ($6,3 \times 6,3 \text{ cm}$) metallilevyille painoja, kunnes koenäytteiden tavoiteltu painuma ja tiheys saavutettiin.

Vedenpidätyskyvyn määrittämisessä käytettiin näytteiden täyttämiseen näytekuitiin kolmea erilaista tapaa: a) samaa näytettä käytettiin jokaisella mitatulla matriisipotentiaalitasolla, b) samaa näytettä käytettiin kaikilla potentiaalitasoilla, mutta potentiaalitasojen mittausten välillä näyte sekoitettiin varovasti käsin ja c) uusi erillinen näyte mitattiin jokaisella vesipotentiaalitasolla.

Vedenpidätyskyvyn määrittämisessä näytteitä oli yhteensä 36 kpl, jotka jakaantuivat näytekuitioihin täyttämistavan mukaan 8–10 kappaleen ryhmiin. Ennen kunkin potentiaalitason määrittämisen aloittamista näytteet esikäsiteltiin ja kyllästettiin samalla tavoin. Näytteet täytettiin löyhästi käsin turvesäkistä metallikuitioihin (6,3 x 6,3 x 6,3 cm) yläreunan tasalle, minkä jälkeen turvetta tiivistettiin päältä päin 5 sekunnin ajan 10 g cm⁻² paineella.

Tiivistettyjä näytteitä kyllästettiin 2 vrk:n ajan niin, että vesipintaa liotusaltaassa nostettiin alussa hitaasti lähes kuution yläreunan tasalle ilman puristamiseksi pois näytteistä (DeKreij ja DeBess 1989). Kyllästämisen jälkeen näytteet nostettiin yksi kerrallaan varovasti pois altaasta ja punnittiin välittömästi kun veden valunta näytteestä oli lakannut. Näin saatiin määritettyä noin -0,1 kPa:n matriisipotentiaalilin vesipitoisuus, joka likimain vastaa kyllästysvesipitoisuutta. Seuraavaksi määritettiin näytteiden vesipitoisuus potentiaaleilla -1, -10 ja -100 kPa käyttäen painelevylaitteistoa (Soil Moisture Equipment Corp.) (ks. Päivänen 1973). Välittömästi painelevylaitteeseen asettamisen jälkeen näytteet kostutettiin vedellä päältä päin. Jokaisen vesipitoisuusmäärittämisen jälkeen mitattiin pituusmitalla näytteiden likimääräinen kutistuminen vertikaali- ja horisontaalisuunnassa.

Näytteiden kuivamassa punnittiin vesipitoisuusmäärittämisen jälkeen uunissa 105°C:ssa vakiomassaan kuivatuista näytteistä. Volumetrinen vesipitoisuus (% v/v) eri matriisipotentiaaleilla laskettiin seuraavasti:

$$(1) \theta_i = ((M_i - M_i^0) / M_i^0) D_b, \text{ missä}$$

$$\theta_i = \text{vesipitoisuus potentiaalilla } i \text{ (v/v),}$$

$$M_i = \text{näytteen tuoremassa potentiaalilla } i \text{ (g),}$$

$$M_i^0 = \text{näytteen kuivamassa (g),}$$

$$D_b = \text{tiheys kuivamassan ja kyllästystilavuuden suhteena (g cm}^{-3}\text{).}$$

Täytettävän vaikutusta vedenpidätyskykyyn testattiin kovarianssianalyysillä

(1V) (BMDP Statistical ... 1990). Testaus tehtiin erikseen kullakin vesipotentiaalilin tasolla käyttäen kyllästysvesipitoisuuden arvoja (-0,1 kPa:ssa) kovariaattina.

TULOKSET JA TARKASTELU

Kasvuturvenäytteet on syytä tiivistää näyteliiriöihin samalla tavoin kuin käytännössä taimitarhoilla. Löyhästi käsin näyteliiriöön täytetyn kasvuturpeen tiivistämistarve mitattiin 10 g cm⁻² (± 0,1) suuruiseksi (n. 5 s ajalla), jota vastaava turpeen painuminen oli 25% (vaihteluväli 24–27%). Vedenpidätyskykyä määritettäessä on käytetty suurempiakin näytteen tiivistämispaineita (esim. 10 kPa = n. 100 g/cm²), mutta ne muuttavat näytteen rakennetta ja kohottavat tiheyttä liiaksi (DeKreij ja DeBess 1989).

Matriisipotentiaalilla -0,1 kPa turvenäytteiden vesipitoisuus oli keskimäärin 88–93% (Taulukko 1). Käsitelyryhmien välillä esiintyi tilastollisesti merkitsevä ero, vaikka näytteitä käsiteltiin kyllästettäessä samalla tavoin. Tämä merkitsee sitä, että eroavuus johtuu turve-erän sisäisestä vaihtelusta tai mahdollisesti jostain systemaattisesta mittausvirheestä. Ryhmien välisen eroavuuden testaus seuraavilla potentiaalitasoilla mahdollistettiin asettamalla nämä vesipitoisuusarvot kovariaatiksi.

Turvenäytteiden vedenpidätyskyky vaihteli -1 kPa:ssa keskimäärin välillä 72–85%, -10 kPa:ssa välillä 29–30% ja -100 kPa:ssa välillä 18–25% (Taulukko 1). Karkean mittauksen mukaan näytteiden tilavuuskutistuminen vertikaalisuunnassa oli vastaavilla potentiaaleilla välillä 4–19, 11–24 ja 19–27%. Lisäksi horisontaalitasossa kutistuminen oli suurimmillaan -100 kPa:ssa noin 4%.

Kasvuturpeista karkea, tiivistämätön vaalea rahkaturve pidättää vettä -1 ja -10 kPa:ssa 48 ja 18%. Keskikarkea vaalea rahkaturve pidättää vastaavasti 70 ja 29% (Puustjärvi 1973). Näinollen voidaan tässä

Taulukko 1. Näyteliön täyttämistavan vaikutus karkean rahkakasvuturpeen vedenpidätyskykyyn (% v/v) matriisipotentiaaleilla -1 , -10 ja -100 kPa. Turpeen kovariaatilla korjatut keskiarvot ja keskiarvon keskivirheet on esitetty täyttöryhmittäin: A) samat näytteet kaikilla potentiaaleilla, B) samat näytteet, jotka sekoitettu käsin potentiaalitasojen välillä, uudet näytteet potentiaaleilla C) -10 kPa ja D) -100 kPa. Ryhmien välisten eroavuuksien merkitsevyydet on esitetty erikseen kullekin potentiaalitasolle. Kovariaattina on turveryhmien vedenpidätyskyky $-0,1$ kPa:ssa.

Table. 1. The effect of sample handling on the water retention (% v/v) of raw, coarse Sphagnum growth peat at matric potentials of -1 , -10 and -100 kPa. Values are covariate (water retention of saturated (at -0.1 kPa) samples) adjusted means and standard errors of the mean according to samples handling: A) the same samples successively at higher potentials, B) as A) but samples loosened by hands before application of the next potential, C) at -10 kPa determined directly from saturated samples, and D) at -100 kPa determined directly from saturated samples.

kPa	A	B	C	D	p
-0.1	93.4±0.50	91.8±0.64	87.6±1.49	88.7±0.52	
-1.0	84.6±2.53	72.1±2.24	–	–	0.003
-10	30.1±0.29	29.3±0.23	29.6±0.31	–	0.073
-100	24.7±0.46	17.6±0.34	–	19.3±0.44	<0.0005

työssä saatujen tulosten perusteella arvioida karkean, tiivistetyn rahkaturpeen vastaavan vedenpidätyskyvyltään likimain keskikarkean (maksimi hiukkaskoko 15 mm, <1 mm korkeintaan 40%), tiivistämättömän vaalean rahkaturpeen vedenpidätyskykyä -10 kPa:n ja sitä korkeammilla potentiaaleilla. Ruotsalaisen Hasselfors-rahkaturpeen vedenpidätyskyky on myös lähes vastaava kuin tässä tutkimuksessa mitatuilla turpeilla; potentiaaleilla -1 , -10 ja -100 kPa 73, 39 ja 22% (Olsson ja Wästerlund 1982). Häiriintymättömän luontaisen rakenteen säilyttäneen rahkaturpeen (tiheys alle $0,05$ g cm⁻³) vedenpidätyskyky samoilla potentiaaleilla vaihteli välillä 60–78, 25–35 ja 17–21% (Päivänen 1973).

Eri tavoin käsiteltyjen turvenäytteiden vedenpidätyskyvyssä potentiaaleilla -1 , -10 ja -100 kPa oli vähintäänkin suuntaantava ero (Taulukko 1). Erittäin merkitsevä ero vielä -100 kPa:n potentiaalilla osoittaa desorptiota vastaavan huokoskojakauden olleen erilainen 300:sta aina

3:een μ m eri tavoin näytekuutioihin täytetyissä näytteissä. Tämä viittaa käsittelyerojen vaikuttavan turpeen rakenteeseen suhteellisen pienissäkin huokoskokoluokissa.

Näytekuution täyttötapa vaikuttaa siten kasvuturpeen vedenpidätyskykyyn. Sama sekoittamaton näyte pidättää vettä enemmän eri potentiaalitasoilla kuin sekoitettu tai uusi näyte. Tämä johtunee uudelleen käytetyn näytteen voimakkaammasta tiivistymisestä kuivumisen aikana, mikä puolestaan vaikuttaa huokoskojakauden. Saman, potentiaalien välillä sekoitetun näytteen, sekä uuden näytteen vedenpidätyskyky oli lähes yhtä suuri -10 ja -100 kPa:n potentiaaleilla. Uusi näyte pidätti vettä kuitenkin hieman enemmän kuin sekoitusnäyte, mikä viittaa uusien näytteiden huokoskojen 3–30 μ m määrän olevan jonkin verran suurempi. Boelterin (1964) mukaan turvenäytteen kuivuminen sekä seuloaminen tai sekoittaminen ennen mittausta muuttavat huokoskojakautaa ja pääsääntöisesti pienentävät ve-

denpidätyskykyä (potentiaaleilla -3 – -1500 kPa).

Turpeen vedenpidätyskykyä määritettäessä edellisellä potentiaalitasolla tapahtuva näytteen kuivuminen sekä sitä seuraava näytteen punnituksen yhteydessä tapahtuva liikuttelu voivat muuttaa tuloksia aina seuraavalla potentiaalitasolla suhteessa häiriintymättömään turpeeseen (ks. Boelter 1964). Siten turpeen vesipitoisuus on syytä määrittää jokaisella potentiaalitasolla aina erillisistä, ennen käyttämättömistä turvenäytteistä (esim. Päivänen 1973).

Paakkutaimien kasvuturpeen vedenpidätyskyvyn määrittäminen on syytä tehdä näytteistä, joiden fysikaaliset ominaisuudet vastaavat mahdollisimman pitkälle kasvatuksen aikana vallitsevia ominaisuuksia. Kasvatuksessa kasvualusta tiivistyy, kutistuu ja turpoaa. Keskikarkean rahkaturpeen vesipitoisuus voi laskea paakkutaimien kasvatuksessa ajoittain 20%:iin (Lähde ja Savonen 1983, Rikala 1985). Tämä vastaa noin -100 kPa:n matriisipotentiaalia (Tau-

lukko 1). Kasvuturvetta ei kasvatuksen aikana kuitenkaan muokata. Näinollen myös turvenäyte voi alun kyllästyksen jälkeen kuivua ja kastua ennen vesipitoisuuden määrittystä kullakin potentiaalitasolla.

Edustavimman kasvuturpeen vedenpidätyskyvyn määrittäminen voidaan siten katsoa tapahtuvan samoista sekoittamattomista näytteistä jokaisella potentiaalitasolla. Tällöin myös näytteiden välisen vaihtelun vaikutus tuloksiin eri potentiaalitasoilla eliminoiduu. Koska vedenpidätyskyky riippuu merkittävästi näytteen valinnasta ja käsittelystä, on turpeen vedenpidätyskykyä tutkittaessa aina syytä ilmoittaa näytteiden käsittelymenetelmä tulosten sovellettavuuden ja vertailtavuuden vuoksi.

KIITOKSET

Käsikirjoituksen on lukenut toimituksen valitsemien tarkastajien lisäksi tutkija R. Rikala. Ph.D. M. Starr on tarkastanut tekstin englanninkielisen osuuden.

KIRJALLISUUS

- BMDP Statistical Software Manual 1990: Vol 2/1V: 1121–1133. — Univ. Calif. Press. Berkeley–Los Angeles–Oxford.
- Boelter, D.H. 1964: Laboratory techniques for measuring water storage properties of organic soils. — *Soil Sci. Soc. Proc.* 28:823–824.
- DeKreij, C. & DeBess, S.S. 1989: Comparison of physical analysis of peat substrates. — *Acta Hort.* 238:23–36.
- Lähde, E. & Savonen, E.-M. 1983: Kastelun vaikutus männyn paakkutaimien kehitykseen sekä turpeen vesi- ja ilmasuhteisiin paakussa. (Summary: Effects of watering on the development of containerized Scots pine seedlings and water and air conditions on peat growing media.) — *Folia For.* 571:1–40.
- Olsson, M.T. & Wästerlund, I. 1982: Odlingssubstrat av nedbruten bark blandad med kycklinggödsel. — *Rapp. skogsekol. skoglig markl.* 39:1–17. Swedish Univ. Agr. Sci. Uppsala.
- Puustjärvi, V. 1969: Fixing peat standards. — *Peat & Plant News* 2(1): 3–8.
- Puustjärvi, V. 1973: Kasvuturve ja sen käyttö. — Turveteollisuusliitto ry. Julkaisu 1. Helsinki. 173 s.
- Puustjärvi, V. 1989: Kasvuturve alkuvaiheistaan nykyhetkeen. (Summary: The role of peat in horticulture up to the present.) — *Suo* 40:99–102.
- Päivänen, J. 1973: Hydraulic conductivity and water retention in peat soils. (Seloste: Turpeen vedenläpäisevyys ja vedenpidätyskyky.) — *Acta For. Fenn.* 129:1–70.
- Rikala, R. 1985: Paakkutaimien kastelutarpeen määrittäminen haihdunnan perusteella. (Summary: Estimating the water requirements of containerized seedlings on the basis of evaporation.) — *Folia For.* 627:1–18.

SUMMARY:

THE EFFECT OF SAMPLE HANDLING ON THE WATER RETENTION OF GROWTH PEAT SUBSTRATE

Peat based growth substrates are almost exclusively used in Finnish tree nurseries for the production of containerized forest tree seedlings. An important characteristic of peat in this respect is its ability to retain water. There is a need to quantify water retention at increasing matric potentials. Being comprised of organic material, peat is easily deformed by compaction or loosening, resulting in changes in porosity, pore size distribution and, consequently, water retention. The purpose of the study described in this article was to determine the water retention of a commercially available growth peat substrate. Interest is focused on water retention over a range of matric potentials, starting from saturation, and on how to handle the samples for determination.

The peat substrate used was a raw (H1-H3, von Post), coarse *Sphagnum* peat (VAPO D1K2). Open-ended metal boxes (63 x 63 x 63 mm) were filled with the substrate taken directly from package and compressed for 5 seconds with a pressure of 10 g cm⁻². The treatment resulted in a 25% reduction in volume and a wet bulk density of 0.2 g cm⁻³, a value which corresponds to that in the pot trays used in the nursery at Suonenjoki. The samples were then saturated by leaving them to stand in free water for two days: The saturated samples were considered to correspond to a matric potential of -0.1 kPa. Matric potentials of -1, -10 and -100 kPa

were then successively applied until water flow had ceased (4-7 days) using a pressure plate apparatus (Soil Moisture Equipment Corp.). The water content of a subset of samples, saturated and of those left after each successive potential application, was determined by drying substrate at 105°C until constant mass. In a parallel experiment, the substrate was loosened between applications of increasing potential, and in another experiment, the water retention at the higher potentials determined directly from saturated samples.

The volumetric water retention varied between 88-93% at -0.1 kPa, 72-85% at -1 kPa, 29-30% at -10 kPa and 18-25% at -100 kPa (Table 1). Loosening the substrate between applying successively higher potentials to the same samples and, in the case of the higher potentials, determining retention directly from saturated samples gave the lower retention values. The higher water retention, unloosened between successively higher potential applications, were probably due to shrinkage and compaction during desorption, which increased the proportion of smaller pores at the expense of larger pores. In the case of the other treatments, this effect was less. It was concluded, that the most natural and practical way to determine water retention is to use the same samples successively applying higher potentials without loosening between applications.

Received 9.XI.1990

Approved 7.I.1991