

**TURVEKASVUALUSTAN VAIKUTUKSET BASILIKAN
LAATUUN KOURUVILJELYSSÄ**



Ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö

Lepaa, puutarhatalous

kevät, 2020

Milja Lehto

Puutarhatalous
Lepaa

Tekijä	Milja Lehto	Vuosi 2020
Työn nimi	Turvekasvualustan vaikutukset basilikan laatuun kouruviljelyssä	
Työn ohjaaja	Teo Kanninen	

TIIVISTELMÄ

Opinnäytetyön toimeksiantaja on Varsinais-Suomessa sijaitseva kasvihuoneyritys Oksasen Puutarha Oy. Puutarhalla on ollut ongelmia basilikan laadun kanssa. Jo aiemmin tehdyn kehitystyön ansiosta laatua on saatu parannettua huomattavasti, mutta haasteena on edelleen mm. lehtien värityminen kellertäväksi. Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää, onko eri kasvualustoissa kasvavissa basilikantaimissa eroja ja onko kasvualustoilla vaikutusta taimien laatuun kouruviljelyolosuhteissa.

Käytännön koe toteutettiin kesä-heinäkuussa 2019 toimeksiantajan päätoimipisteessä Turun Paattisilla. Vertailtavana oli neljä turvepohjaista kasvualustaa, joista yksi oli puutarhalla käytössä oleva. Koeaineisto käsitti 10 toistoa per käsittely ja kokeen lopussa jokaisesta käsittelystä valittiin 10 koeyksikköä arvioitavaksi, yksi jokaisesta toistosta. Koeyksiköistä punnittiin taimien tuorepainot, mitattiin korkeudet sekä arvioitiin silmänvaraisesti yleiskunto, väritys ja juurten kunto. Edellä mainituista saadut tulokset analysoitiin tilastollisesti. Joka käsittelystä otettiin myös yksi puristeneste, josta mitattiin johtokyky sekä nitraatti-, kalium- ja kalsiumpitoisuudet.

Kokeessa kasvualustalla oli vaikutus taimien laatuun ja taimissa oli eroja toisiinsa nähden. Painoissa oli merkitsevä ero käsittelyssä 4 verrattuna muihin käsittelyihin. Korkeuden, yleiskunnon, värin ja juurten kunnon osalta ei saatu tilastollisesti merkitsevää eroa käsittelyiden välillä, mutta silmänvaraisesti arvioituna parhaat tulokset saatiin käsittelyistä 1 ja 2, heikoimmat käsittelystä 4. Johtokyvyissä ja ravinnepitoisuuksissa ei ollut suuria eroja. Kokeen perusteella basilikan viljelyyn soveltuivat parhaiten käsitteletyt 1–3. Puutarhalla on käytössä käsittely 3, joten vaihtoa laadun paranemiseen nojaten ei voi suositella. Jos kustannukset laskisivat vaihdon myötä, se voisi olla perusteltua basilikan kannattavuuden kasvulla.

Avainsanat *Ocimum basilicum*, kasvualustakoe, kouruviljely, turvekasvualusta
Sivut 29 sivua, joista liitteitä 4 sivua

Degree Programme in Horticulture
Lepaa

Author	Milja Lehto	Year 2020
Subject	The effects of peat substrate on basil quality in NFT technique	
Supervisor	Teo Kannianen	

ABSTRACT

The commissioner of this thesis is a greenhouse company Oksasen Puutarha Oy. There have been problems with the quality of basil. The quality was considerably improved in earlier development work, but there still are problems like basil leaves turning yellowish. The objective of this thesis was to find out if there are differences in basil seedlings which grow in different substrates and do the substrates have effects on the seedlings' quality under greenhouse conditions in NFT technique.

The experimental part of the thesis was conducted during June and July 2019 on the commissioner's headquarters in Turku, Paattinen. Four peat-based substrates were compared with each other in the experiment. One of them was already in use in the greenhouse. The experiment consisted of ten repetitions per treatment. At the end of the experiment ten samples in every treatment, one in every repetition, were evaluated. The collected data consisted of weighed fresh mass, measured heights and visually rated general condition, pigmentation and root condition of the seedlings. The results were analyzed statistically. Every treatment was also pressed silage effluent where electrical conductance and concentration of nitrate, potassium and calcium were measured.

The substrate had an effect on the seedlings' quality in the experiment. Treatment 4 differed significantly by fresh mass compared to other treatments. The treatments' heights, general conditions, pigmentations and root conditions did not differ significantly. Visually the best results were got from treatments 1 and 2 and the weakest from treatment 4. There were not big differences in electrical conductance and nutrition levels. According to the results, treatments 1–3 were the most suitable substrates for basil cultivation. The change of the substrate is not recommended because treatment 3 is in use in the greenhouse. If costs would reduce the change could be reasonable due to improved profitability.

Keywords *Ocimum basilicum*, substrate experiment, NFT technique, peat substrate
Pages 29 pages including appendices 4 pages

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	1
2	BASILIKA.....	2
2.1	Kasvitieteellinen kuvaus, lajit ja alkuperä	2
2.2	Lajiketyypit	2
2.3	Aromiaineet.....	4
2.4	Basilikan viljelytekniikka.....	5
3	TURVE KASVUALUSTANA.....	5
3.1	Turpeen määritelmä.....	5
3.2	Turpeen käyttö tulevaisuudessa	6
3.3	Kasvualustoihin liittyvä lainsäädäntö ja laatuvaatimukset	7
3.4	Turve kasvihuoneviljelyssä	8
3.4.1	Ravinteiden pidätyskyky ja rakenne.....	8
3.4.2	Kokonaishuokostilavuus sekä vesi- ja ilmatila.....	9
3.4.3	Happamuus ja ravinteisuus	10
4	AINEISTO JA MENETELMÄT	11
4.1	Aineisto.....	11
4.2	Kokeen toteutus ja kasvuolosuhteet.....	11
4.3	Kokeesta mitatut tekijät.....	12
4.3.1	Yleiskunto, väritys ja juurten kunto.....	12
4.3.2	Paino ja korkeus.....	13
4.3.3	Kasvualustan puristeneste	13
4.3.4	Kokeen aikaiset havainnot.....	14
5	TULOKSET	14
5.1	Yleiskunto	14
5.2	Väritys.....	14
5.3	Juurten kunto	15
5.4	Paino.....	16
5.5	Korkeus.....	16
5.6	Kasvualustan puristeneste	17
5.7	Kokeen aikaiset havainnot	18
6	TULOSTEN TARKASTELU	19
7	JOHTOPÄÄTÖKSET	21
	LÄHTEET	23

Liitteet

Liite 1	Pohjakartta kasvualustakokeessa
Liite 2	Tilastollisen merkitsevyyden raja-arvot
Liite 3	Kuvat arvioiduista koeyksiköistä sadonkorjuupäivänä

1 JOHDANTO

Basilika (*Ocimum basilicum*) on yksi maailman tärkeimmistä mausteyrteistä, jota hyödynnetään erityisesti Välimeren maiden keittiöissä. (Raukko, 2012, s. 11) Lehtiä ja nuoria latvuksia käytetään tuoreena tai kuivattuina mm. tomaattiruokien, salaattien, pizzojen sekä liharuokien maustamiseen. Tuore basilika on myös italialaisen peston tärkein raaka-aine. (Galambosi, 1993, s. 112; Järvikylä, n.d.) Tuoreen ja kuivatun basilikan lisäksi yrttiä hyödynnetään mm. pakasteena (Putievsky & Galambosi, 1999, s. 54), ja kasvin haihtuvaa öljyä mm. kosmetiikkateollisuudessa sekä lääkinnällisissä tarkoituksissa (Galambosi, 2016, s. 119).

Basilikan laajasta suosiosta huolimatta sen tuotannosta on vaikea löytää tilastoitua kansainvälistä tietoa. Vuonna 1999 tehdyn arvion mukaan suksunsa taloudellisesti tärkeintä lajia, tavallista basilikaa, viljellään maailmalla yli 5 000 hehtaarin alalla. Kuivattavaa lehtisatoa tuotetaan 2 200 hehtaarilla, basilikaöljyyn käytettävää satoa 1 700 hehtaarilla ja lopulla 1 000–1 500 hehtaarilla basilikaa kasvatetaan paikallisen kulutuksen tarpeisiin. (Putievsky ym., 1999, ss. 54–55, 57–58; Galambosi, 2017b, s. 83) Basilika on peräisin trooppisilta alueilta, mikä tekee siitä varsin kylmänaran kasvin. Merkittävimmät viljelyalueet ovat keskittyneet lämpimiin maihin, kuten Intiaan, Indonesiaan, Etelä-Afrikkaan ja Välimeren alueelle mm. Egyptiin, Italiaan, Marokkoon ja Turkkiin. Viljelyä on myös lauhkealla vyöhykkeellä esimerkiksi Unkarissa, Etelä-Saksassa ja Etelä-Ranskassa. (Galambosi, 2016, s. 119) Vuonna 2004 Euroopassa viljeltiin basilikaa 834 hehtaarin alalla. (Galambosi, 2017b, s. 83)

Suomessa hallanaran basilikan kaupallinen viljely tapahtuu lähinnä kasvihuoneissa. Edellytyksenä avomaaviljelylle on taimien esikasvatus sekä lisälämpöä tuottavat toimenpiteet kuten lämpölava, musta muovikate tai harsotunneli. Avomaatuotannosta voidaan korjata enintään kaksi satoa kasvukauden aikana (Galambosi, 2016, s. 119, 122). Kotimainen kasvihuone-tuotanto on alkanut 1980-luvun lopulla Jyrki Pirisen Kauppapuutarhalla Nurmijärvellä. Basilikan tuotteistaminen ja tunnetuksi tekeminen on vaatinut runsaasti työtä, mutta nykyään basilika kuuluu tillin ja persiljan ohella Suomen suosituimpien yrttien joukkoon. (Raukko, 2012, s. 11) Vuosina 2014–2018 se on ollut toiseksi suosituin mausteyrtti tillin jälkeen. Vuonna 2018 basilikaa viljeleviä kasvihuoneyrityksiä oli 33 kpl, viljelyala 1,4 hehtaaria ja tuotantomäärä lähes 6,5 miljoonaa ruukkua. (Luke, 2014–2018) Basilikavalikoima on myös monipuolistunut vuosien varrella. Tavallisen basilikan lisäksi suosiotaan ovat kasvattaneet mm. sitruuna-, thai-, kaneli- ja punainen basilika. (Jalkanen, 2006, s. 29)

Turve on ylivoimaisesti eniten käytetty kasvualustamateriaali Euroopassa, sillä käytössä olevista kasvualustoista lähes 90 % on turvepohjaisia. (Lato-kartano, 2016) Turpeen käyttö kasvualustana on myös kansainvälisesti yksi

laajimmalle levinnyt turpeen käyttömuoto. Turvetta tuotetaan maailmanlaajuisesti noin 90 milj. m³ vuosittain ja tästä noin 40 milj. m³ käytetään puutarhatuotannon tarpeisiin (Myllylä, 2005, s. 14). Syitä turpeen suosioon ovat mm. sen tasainen laatu, hyvät fysikaaliset, kemialliset ja viljelyhygieeniset ominaisuudet sekä kilpailukykyinen hinta. (Turveteollisuusliitto, 2019)

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää, onko kasvualustalla vaikutusta basilikan laatuun kouruviljelyolosuhteissa. Opinnäytetyön toimeksiantajan puutarhalla on ollut ongelmia yrttien laadun ja säilyvyyden kanssa. Basilikan osalta kehitystyötä on jo tehty ja laatuongelmia saatu vähennettyä huomattavasti, mutta ongelmana ovat edelleen aika ajoin mm. lehtien keltaisuus ja juuristo-ongelmat. Opinnäytetyön käytännön kokeessa tutkittiin, onko eri kasvualustoissa kasvavissa taimissa laatueroja toisiinsa nähden ja kannattaako nyt käytössä olevaa kasvualustaa mahdollisesti vaihtaa. Kokeessa oli mukana neljä turvepohjaista kasvualustaa, joista yksi oli puutarhalla käytössä oleva.

2 BASILIKA

2.1 Kasvitieteellinen kuvaus, lajit ja alkuperä

Basilika (*Ocimum basilicum*) kuuluu huulikukkaiskasvien (*Lamiaceae*) heimoon. Laji on monimuotoinen ja sen sisällä tavataan kymmeniä eri alalajeja. Basilikat ovat pystyvirtaisia, monihaaraisia ja runsaslehtisiä ruohovartisia kasveja. Korkeus vaihtelee 30–120 cm välillä. Lehtiasento on vastakkainen, lehdet kaljuja, meheviä, ruodillisia ja ehytlaitaisia tai harvahampaisia. Väri ja koko vaihtelevat eri lajikkeilla. Pienet kukat kasvavat haarojen latvakiehkuroissa, ja niiden väri vaihtelee valkoisesta punaisen eri sävyihin lajikkeen mukaan. Siemenet ovat tummanruskeita ja kooltaan 1–1,5 mm pituisia ja 0,7–1 mm paksuisia. (Galambosi, 2016, ss. 118–121)

Carl von Linné on aikanaan nimennyt viisi basilikalajia. Nykyinen taksonominen luokittelu erottaa 64 eri lajia. Lajien ja alalajien määrä on jopa 160. (Galambosi, 2016, s. 119) Kaupallisesti merkittävimmän tavallisen maustebasilikan (*Ocimum basilicum*) lisäksi muita tärkeitä basilikalajeja ovat mm. kamferibasilika (*O. americanum*), pensasbasilika (*O. gratissimum*), pyhä basilika (*O. tenuifolium*) ja vuoribasilika (*O. kilimandscharicum*). (Galambosi, 1992, s. 148; Galambosi, 2001 s. 20; Rätty, 2012, s. 98). Basilikalajit ovat lähtöisin Aasian ja Afrikan mantereilta (Galambosi, 1993, ss. 110–111)

2.2 Lajiketyypit

Eri maustebasilikalajikkeita- ja muunnoksia on olemassa useita kymmeniä (Raukko, 2012, s. 11). Helpon risteytymisen, ilmaston vaikutuksen ja jalos-

tustoiminnan ansiosta se on ominaisuuksiltaan erittäin vaihteleva laji. Basilikalajikkeiden ulkoisia ominaisuuksia, kuten lehtien väriä, kokoa ja muotoa, voidaan käyttää lajikkeiden ryhmittelyyn. Jotkut lajikkeet tai kannat puolestaan on nimetty kaupallisesti niille ominaisen aromin perusteella (Galambosi, 1992, s. 148).

Basilikalajikkeiden perusmuotona pidetään tavallista basilikaa, jonka lehdet ovat tumman vihreitä, sileäpintaisia ja noin 2–4 cm x 4–7 cm kokoisia (Galambosi, 1992, s. 148). Lajike on pystykasvuinen, 50–80 cm korkea ja sen kukat ovat valkoisia. Tämä tyyppi on lähtöisin Välimeren alueelta, ja sen tunnetuin viljely- ja käyttöalue on Genovan ympäristö Italiassa. Tyyppi luokitellaan genovalaiseksi. (Galambosi, 2001, s. 20) Tunnettuja lajikkeita ovat mm. 'Sweet Basil' ja 'Genovese' (Galambosi, 1993, s. 110). Uudempia ja erityisesti kasvihuonetuotantoon jalostettuja lajikkeita ovat mm. 'Elidia' ja 'Eleonora' (Johnny's Selected Seeds, n.d.).

Italialaisella suurilehtisellä muodolla (Italian Large Leaf Basil) on genovalaista tyyppiä suuremmat, kurttuisemmat ja teräväkärkisemmät lehdet. Niiden maussa ja tuoksussa voi olla häivähdys anista tai kanelia. Tämän tyyppin lajikkeita ovat esimerkiksi 'Italian Large Leaf' ja 'Nufar'. (Johnny's Selected Seeds, n.d.) Jättilehtiset muodot puolestaan luokitellaan salaattibasilikoihin. Salaattibasilikan lehdet ovat poimuisia (Johnny's Selected Seeds, n.d.) ja niiden koko on lähes puolet suurempi kuin tavallisella basilikalla, noin 8–12 cm x 10–14 cm (Galambosi, 1992, s. 148). Lajikkeet ovat pystykasvuisia ja niiden korkeus vaihtelee 50–80 cm välillä. Salaattibasilikoihin kuuluvat mm. lajikkeet 'Lettuce Leaf Basil', 'Foglia di Lattuga' (Galambosi, 1993, s. 110) sekä 'Mammoth'. (Galambosi, 2001, s. 20) Salaattibasilikoiden aromi ja maku ovat miedompia kuin genovalaisella tyyppillä (Johnny's Selected Seeds, n.d.).

Suurilehtisten muotojen vastakohtana on tärkeä lajiryhmä pikkubasilikat (*Ocimum basilicum* ssp. *minimum*). Pikkubasilikalajikkeiden lehtien koko voi olla vain 1 cm x 1–2 cm. Niiden kasvutapa on usein pallomainen ja matala, noin 30–40 cm. Pienilehtisiä basilikalajikkeita ovat mm. 'Green Globe', 'Bush Basil', 'Spicy Globe' ja 'Green Bouquet'. (Galambosi, 2001, s. 20; Galambosi, 2016, s. 120) Pienilehtisten lajikkeiden maku on suhteellisen voimakas (Johnny's Selected Seeds, n.d.). Kauniin ulkomuotonsa vuoksi ne sopivat myös koristekasvikäyttöön (Helle, 2019, s. 36).

Tavallisesta basilikasta on olemassa myös puna- ja kurttulehtisiä muotoja, joilla on ruoanlaittokäytön lisäksi koristearvoa (Galambosi, 2001, s. 20). Niitä voidaan käyttää ruoka-annosten somistamisen lisäksi koristekasveina kukkaryhmissä ja istutuksissa (Helle, 2019, s. 36). Punalehtisiä basilikalajikkeita ovat esimerkiksi 'Osmin' ja 'Rubin'. (Galambosi, 2001, s. 20) Kurttulehtisiin lajikkeisiin kuuluvat mm. USA:ssa jalostetut 'Dark Opal', 'Green Ruffles' ja 'Purple Ruffles' (Galambosi, 1992, s. 148; Galambosi, 2001, ss. 20–21). On myös erituoksuisia muotoja, jotka ovat saaneet nimensä niille ominaisen tuoksun ja maun mukaan. Näitä lajikkeita ovat kanelibasilika

'Cinnamon' sitruunabasilikat 'Citriodorum' ja 'Lemon' sekä anisbasilika 'Licorice Basil' (Galambosi, 2016, s. 120).

2.3 Aromiaineet

Basilikan tuoksu on peräisin lehtien sisältämistä haihtuvista öljyistä (Galambosi 1992, s. 149) ja yrtin käyttöä monipuolistavat sen sisältämät eri aromityypit (Galambosi, 1993, s. 111). Morfologisen vaihtelevuuden taapaa myös aromiaineiden vaihtelussa on suuria eroja basilikalajien ja lajikkeiden välillä (Galambosi, 2001, ss. 20–21). Öljystä on onnistuttu erottelemaan satoja komponentteja. Merkittävimpiä haihtuvan öljyn pääkomponentteja ovat linaloli, metyylikavikoli, 1,8-sineoli, geranioli, sitraali ja tymoli. Basilikat sisältävät tyypillisesti useaa eri pääkomponenttia. (Galambosi, 2016, ss. 118–119) Koska öljyjen vakiokoostumuksen määrittely on vaikeaa, lajikkeet tai lajikeryhmät jaotellaan erilaisiksi kemotyypeiksi aromiaineiden pääkomponenttien perusteella (Taulukko 1) (Galambosi, 2001, s. 21).

Taulukko 1. Basilikalajikkeiden erottelu kemotyyppihin sato- ja laatuominaisuuksien perusteella (Galambosi, 2001 s. 21)

Kemotyyppi	Pääkomponentin osuus	Esimerkkilajikkeita
linaloli	56–76 %	'Sweet Basil', 'Dark Opal'
metyylikavikoli-linaloli	43–52 %	'Green Ruffles', 'Mammoth'
1,8-sineoli-linaloli	24–31 %	'Bush Basil', 'Spicy Globe'
sitruuna	*	'Lemon Basil'

*sisältää sitruunanmakuista germakreeni D -komponenttia

Ocimum basilicum -lajille tyypillinen aromi koostuu useista pääkomponenteista, joiden väliseen suhteeseen vaikuttavat mm. kasvin alkuperä, viljelytapa ja kasvatusolosuhteet. Tavallisen basilikan kemialliset ominaisuudet eroavat merkittävästi muista basilikalajeista. Muut lajit ovat usein aromiltaan voimakkaamman tuoksuisia ja niitä viljellään kaupallisesti enimmäkseen öljyn tislaukselta varten. Muiden lajien öljyjen pääkomponentteja ovat mm. eugenoli, tymoli, metyylikinnamaatti ja kamfori, joita suositaan etenkin Kaukoidän maissa. (Galambosi, 2001, ss. 20–21)

2.4 Basilikan viljelytekniikka

Basilikan kotimainen viljely keskittyy kasvihuoneisiin, joissa tapahtuva ympärivuotinen viljely on pitkälle erikoistunutta korkean teknologian tuotantoa. (Galambosi, 2017a, s. 18) Yleisin viljelymenetelmä on kouruviljely (Murmman, 2004 s. 243; Kanninen & Järvinen, 2019), joka on yleistynyt Suomessa 1980-luvulta lähtien. Eniten kouruissa viljellään salaattia, mutta samalla menetelmällä voidaan kasvattaa myös basilikaa ja muita mausteyrtejä. (Engblom, 1990, s. 290) Viljelymenetelmää kutsutaan ravinnelkalo- eli NFT-tekniikaksi (Nutrient Film Technique). NFT-tekniikassa ravinnelkalo kiertyy ohuena kalvona kaltevaan asentoon asetetuissa kapeissa muovialtaissa eli kouruissa (Puustjärvi, 1991, s. 99) joiden pohjalle taimiruukut asetetaan. Juuret jatkavat kasvuaan kourun pohjalla. (Kanninen, 2003, s. 132) Juuriston yläosa on ilmassa ja alaosa ravinnelkaloissa, jolloin juuriston hapensaanti turvataan. Viljelymenetelmän suurimpia etuja on mm. säästeliäs vedenkäyttö. (Puustjärvi, 1991, s. 99) Viljelymenetelmän riskinä ovat erityisesti veden mukana siirtyvät *Pythium*- ja *Phytophthora*-sienet, jotka aiheuttavat taimille vakavia juuristotauteja. (Engblom, 1990, s. 290; Tahvonen, 2015, ss. 83–84)

Basilika voidaan lisätä kylvämällä tai versoja juurruttamalla. Tutuimmat lajikkeet säilyttävät ominaisuutensa hyvin siemenestä lisätynä, mutta harvinaisempia monistetaan pistokkaista (Raukko, 2012, s. 11). Basilikan itämisaika on 5–7 vuorokautta ja itämislämpötila 18–22 °C. Taimikasvatusaika on 3–5 viikkoa ja ihanteellinen kasvatuslämpötila 20–22 °C. (Galambosi, 2016, ss. 120–121) Kasvatusaika kylvöstä sadonkorjuuseen vaihtelee lajikkeittain. Esimerkiksi suurilehtisillä lajikkeilla on huomattavasti pidempi kasvatusaika kuin pikkubasilikoilla. (Johnny's Selected Seeds, n.d.) Basilika kasvaa parhaiten voimakkaasti lannoitetussa kasvualustassa. Tasainen kastelu on tärkeää (Johnny's Selected Seeds, n.d.), mutta myös liika märkyys voi aiheuttaa ongelmia (Raukko, 2012, s. 11). Yleisimmät tuhoa aiheuttavat hyönteiset basilikalla ovat kirvat ja ripsiäiset. (Galambosi, 2016, s. 121)

3 TURVE KASVUALUSTANA

3.1 Turpeen määritelmä

Turve on muodostumispaikalleen kerrostunutta eloperäistä maa-ainesta, joka on syntynyt osittain hajonneiden suokasvien jäännöksistä hapettomissa ja kosteissa olosuhteissa. Kasviaineksen hajoamisen saavat aikaan ensisijaisesti mikro-organismit, jotka käyttävät kasveihin sitoutunutta hiiltä energianlähteenään ja rakennusmateriaalinaan (Puustjärvi & Krause, 2004, s. 16). Turpeen koostumukseen ja rakenteeseen vaikuttavat merkittävästi maatumisaste sekä kasvilajisto, josta turve on muodostunut. (Geologian tutkimuskeskus, n.d.)

Tärkeimmät turvetta muodostavat kasviryhmät ovat rahkasammalet (*Sphagnum*), aitosammalet (*Bryales*) sekä saramaiset ja puumaiset kasvit. Turvelajit ryhmitellään niiden kasvinjäännösosastumukseen mukaan näihin ryhmiin. Jokainen kasvilajiryhmä antaa turpeelle tietynlaisia ominaisuuksia, minkä vuoksi turpeen muodostaneen kasvilajiston määrittäminen on tärkeää. (Puustjärvi ym., 2004, s. 13) Maatumisasteeltaan turpeet voidaan luokitella kolmeen ryhmään: vaaleisiin, tummiin ja mustiin turpeisiin. Maatumisasteen eli H-arvon määrittämisessä käytetään kymmenportaista, luonnontilaisen turpeen tutkimiseen kehitettyä von Postin (1922) asteikkoa, jossa luokka H1 on täysin maatumaton ja H10 täysin maatumut turve. Von Postin asteikossa vaalean turpeen vaihteluväli on H1–3, tumman H4–6 ja mustan H7–10. (Puustjärvi, 1991, ss. 104–105)

Turvetta muodostavien kasvien tärkeimpiä orgaanisia aineryhmiä ovat hiilihydraatit, valkuaisaineet, ligniini ja sphagnoli. Hiilihydraattien ja valkuaisaineiden vaikutus turpeen muodostajina on lyhytaikainen, sillä ne hajautuvat suhteellisen nopeasti hiilidioksidiksi, vedeksi ja nitraattitypeksi. Ligniini ja sphagnoli puolestaan hajoavat hitaasti, jolloin niiden vaikutus turpeen muodostajina on pitkäaikainen. (Puustjärvi, 1991, ss. 104–105)

3.2 Turpeen käyttö tulevaisuudessa

Suomi on yksi maailman suopeitteisimmistä valtioista: suot kattavat maamme pinta-alasta noin kolmasosan. Suoalueita on yhteensä noin 9,3 miljoonaa hehtaaria ja niistä turvetuotannossa on noin 1 %. (Tahvonen, 2015, s. 72) Turvetta nostetaan kasvualustakäyttöön noin miljoona kuutiota joka vuosi ja sen vuotuinen markkina-arvo on 9 miljoonaa euroa. Turpeen hyvistä ominaisuuksista ja suosiosta huolimatta käyttömäärien ei uskota enää kasvavan (Latokartano, 2016). Turpeen käyttöä varjostavat sen nostosta ja käytöstä aiheutuvat ympäristöhaitat. Soiden ottaminen turvetuotantoalueeksi aiheuttaa peruuttamatonta haittaa suoluonnolle ja kuormittaa vesistöjä (Peda.net, n.d.). Soiden suojele Euroopassa on yleistynyt ja esimerkiksi Iso-Britannian tavoitteena on luopua kokonaan kasvuturpeen käytöstä vuoteen 2030 mennessä. (Latokartano, 2016)

Tulevaisuudessa turpeen potentiaalinen korvaaja kasvualustamateriaalina on soiden pinnalla kasvava rahkasammal, josta voidaan valmistaa puutarhaviljelyyn nykyaikaisia kasvualustoja. Sammalesta on mahdollista valmistaa mm. taimikasvatuskuutioita ja viljelylevyjä erilaisiin käyttötarkoituksiin. Kasvualustakokeissa on saatu lupaavia tuloksia, sillä sammalen kasvualustaominaisuudet näyttäisivät olevan yhtä hyviä tai jopa parempia kuin muilla tunnetuilla kasvualustoilla. Sammalkasvualusta ei esimerkiksi homehdu, ja se voidaan kasvualustakäytön jälkeen hyödyntää kompostoinnissa tai maanparannusaineena. Sammalen nostosta ei aiheudu turpeen noston kaltaisia ympäristöhaittoja ilmastolle tai vesistölle. Tuotantoalueen arvioidaan uusiutuvan noin 25–30 vuodessa. Korjatun alueen pinta uusiutuu nopeasti, sillä jo kahden vuoden kuluttua se alkaa muistuttaa alkupestä suota. (Tahvonen, 2015, s. 81) Rahkasammalen nosto on toistaiseksi

liian kallista, eikä sitä vielä korjata kaupallisessa mittakaavassa (Latokartano, 2016). Suomessa on kuitenkin runsaasti sammalen tuotantoon soveltuvia soita ja tulevaisuudessa hyvät edellytykset merkittävään vientiin kotimaisen kulutustarpeen lisäksi. (Tahvonen, 2018)

3.3 Kasvualustoihin liittyvä lainsäädäntö ja laatuvaatimukset

Suomessa kasvualustat luokitellaan lannoitevalmisteiksi, joita säätelee lannoitevalmistelaki. ”Lain tavoitteena on kasvintuotannon sekä elintarvikkeiden ja ympäristön laadun turvaamiseksi edistää hyvälaatuisten, turvallisten ja kasvintuotantoon sopivien lannoitevalmisteiden tarjontaa, sellaisiksi soveltuvien sivutuotteiden hyötykäyttöä sekä riittävien tietojen antamista lannoitevalmisteista niiden ostajille ja käyttäjille” (Lannoitevalmistelaki 539/2006, 1 §). Turveteollisuusliitto, Kauppapuutarhaliitto ja Viherympäristöliitto ovat yhteistyössä laatineet vuonna 2010 lannoitevalmistelakiin perustuvan laatuohjeen kasvuturpeelle ja turvepohjaisille kasvualustoille. Laatuohje sisältää kasvualustojen laatuvaatimukset (mm. raskasmetallien, taudinaiheuttajien ja muiden mikro-organismien sekä epäpuhtauksien enimmäismäärät), näytteenoton ja määrittämissä menetelmät. (Turveteollisuusliitto, Kauppapuutarhaliitto & Viherympäristöliitto, 2010, ss. 3–7)

Laatuohjeessa kasvualustaturpeet jaetaan kolmeen ryhmään: kasvuturpeisiin, turveseoksiin ja erityiskasvualustatuotteisiin. Kasvuturpeiksi lasketaan kalkitetut ja lannoitetut turpeet, joissa orgaanisen aineksen määrä on vähintään 50 % kuiva-ainetta. Turveseokset ovat erilaisten turvelajien yhdistelmiä, ja niissä voi olla lannoitteiden ja kalkitusaineiden lisäksi kasvualustan ominaisuuksia ja rakennetta parantavia ainesosia sekä kompostia, joka täyttää kasvualustavaatimukset. Erityiskasvualustoiksi luokitellaan puristetut turvekasvualustatuotteet, joihin voidaan sekoittaa samoja lisäaineita kuin turveseoksiin. Tuotteista on annettava tuoteseloste, joissa tulee ilmoittaa tuotteen tyyppinimi, kaupp nimi, käytetyt raaka-aineet sekä valmistaja. Lisäksi tuoteselosteessa tulee ilmoittaa pH, johtokyky, irtotiheys, karkeusaste tai maksimiraekoko (mm) ja sen mittausmenetelmä. Lannoitetun turpeen tuoteselosteessa on lisäksi ilmoitettava vesiliukoisien typen (N), liukoisien fosforin (P) sekä liukoisien kaliumin (K) määrät. (Turveteollisuusliitto ym., 2010, ss. 3–7)

Kalkitsematon ja lannoittamaton luonnonturpe ei kuulu lannoitevalmistelain piiriin, mutta laatuohjeessa on myös sille asetettavat vaatimukset. Turpeen tulee koostua ensisijaisesti suokasvien jäännöksistä ja sen tulee soveltua kasvualustaksi sellaisenaan kalkituksen ja lannoituksen jälkeen. Orgaanisen aineksen osuuden on oltava vähintään 80 % kuiva-aineesta ja seulonnassa 40 mm:n seulaan jäävän puuaineksen määrä saa olla korkeintaan 5 %. Kasvualustana voidaan käyttää eri maatumisasteisia turpeita. (Turveteollisuusliitto ym., 2010, ss. 3–7)

3.4 Turve kasvihuoneviljelyssä

Suomen kasvihuoneviljelyssä käytetään eniten vaaleaa rahkasammalturvetta (Kanniainen, 2003, s. 125). Vaalea kasvuturve jaetaan kolmeen karkeusluokkaan seulotun hiukkaskoon mukaan. Karkeusluokat ovat karkea (A), keskikarkea (B) ja hieno (C). A-turve soveltuu pitkäaikaiseen viljelyyn sekä peti- ja allasviljelyyn. B-turvetta käytetään mm. taimistoilla, ruukku-kasvituotannossa ja koulinnassa. C-turve soveltuu pienten taimiruukkujen kasvualustaksi sekä kylvöalustaksi. (Tahvonen, 2015, s. 75; Kanniainen 2003, ss. 126–127). Lajittelematonta turvetta hyödynnetään petiviljelyssä (Kanniainen, 2003, ss. 126–127). VTT:n (2010, s. 30) raportissa Geologian tutkimuskeskuksen (2010) mukaan kasvihuoneviljelyn tekniikan kehittyessä myös tummien turvelaatujuen suosio on lähtenyt kasvuun. Uudet kasvuturpeet ovat usein sekoituksia eri maatumisasteisista turvelaaduista ja muista kasvualustamateriaaleista (Myllylä, 2005, s. 15). Turveseoksiin voidaan lisätä esimerkiksi hiekkaa, kookosta, perliittiä, sammalta, savea tai tupasvillaa (Kekkilä, 2018).

Turpeen suurimpia etuja kasvualustakäytössä ovat hyvä ravinteiden ja veden pidätyskyky (Puustjärvi, 1991, s. 115). Lisäksi kasvuturpeen huokosrakenne eroaa edukseen muista kasvualustamateriaaleista. Turve on myös viljelyhygieenisesti turvallinen materiaali, sillä uudessa turpeessa ei esiinny kasvitauteja, tuholaisia tai rikkakasveja. (Tahvonen, 2015, ss. 75–77) Lisäksi turpeesta on löydetty mikrobeja, jotka tuottavat aineenvaihduntatuotteina kasvitautien leviämistä ehkäiseviä yhdisteitä (Myllylä, 2005, s. 15). Turpeen etuna on myös se, että se voidaan viljelyn jälkeen oikein käsiteltynä käyttää maanparannusaineena (Kanniainen, 2003, s. 126).

3.4.1 Ravinteiden pidätyskyky ja rakenne

Ravinteiden pidätyskyky on sidoksissa kasvualustan pinta-aktiivisuuteen, joka voidaan ilmaista kasvualustan kationinvaihtokapasiteettina. Mitä korkeampi kationinvaihtokapasiteetti, sitä enemmän alustalla on kykyä varastoida ravinteita. Vaalean rahkaturpeen kationinvaihtokapasiteetti on korkea, noin 120–140 cmol/kg. (Kanniainen, 2003, s. 123, 125) Kasvuturpeen rahkasolujen ulkopinta on varautunut negatiivisesti, ja siksi se kykenee sitomaan pinnalleen positiivisesti varautuneita ioneja eli kationeja (Tahvonen, 2015, s. 76). Kasvilajikoostumuksen ja kationinvaihtokapasiteetin välillä on yhteys. Rahkasammalturpeilla on korkeampi kationinvaihtokapasiteetti, kuin saraturpeilla. Myös mustan turpeen kationinvaihtokapasiteetti on korkea. (Puustjärvi, 1991, s. 112)

Rahkasammalturpeen lujarakenteiset vesisolut auttavat säilyttämään turpeen rakenteen ja kuohkeuden pitkäaikaisessakin viljelyssä. Sammal ei sisällä juurikaan ligniiniä, jonka maatumisen seurauksena muodostuu rakennetta tiivistäviä humiinihappoja. Ligniinin sijasta se sisältää sphagnolia, joka sammalen hajotessa hapettuu lähinnä vedeksi ja hiilidioksidiksi.

(Puustjärvi, 1991, s. 107) Tämän ansiosta turpeen rakenne voi säilyä vakiona jopa useita vuosia. Ainoastaan sen tilavuus pienenee maatumisen seurauksena. Kasvuturpeen joukossa on kuitenkin usein jäänteitä myös muista kasvilajeista, kuten varvuista, puista, saroista ja tupasvilloista. Näistä erityisesti varpujen ja puiden jäänteet muodostavat maatuessaan turpeen rakennetta heikentävää ligniiniä. Ligniini vaikeuttaa erityisesti kuivuneen turpeen kastelua. (Tahvonen, 2015, s. 77) Myös tummat ja mustat turpeet sisältävät ligniiniä (Puustjärvi, 1991, s. 114).

3.4.2 Kokonaishuokostilavuus sekä vesi- ja ilmatila

Juuriston tehokkaan toiminnan edellytyksenä on kasvualustan korkea kokonaishuokostilavuus ja sen jakava optimaalinen vesi- ja ilmatila. Hyvälaatuisen vaalean rahkasammalturpeen kokonaishuokostilavuus on 95–96 %. (Kanniainen, 2003, s. 123, 126) Huokostilavuus pienenee turpeen maatumisasteen noustessa (Puustjärvi, 1991, s. 112). Heikosti maatuneissa rahkaturpeissa on edelleen jäljellä sammaleen ohutseinäinen ja ilmava rakenne. Suuren huokostilavuutensa vuoksi ne pystyvät sitomaan ja pidättämään nesteitä hyvin. (Iivonen, 2008, s. 7) Lisäksi suuri osa vedestä on kasveille helppokäyttöisessä muodossa (Puustjärvi, 1991, s. 115). Kasvun kannalta on olennaista, miten kokonaishuokostilavuus jakautuu veden ja ilman kesken. Jakautumiseen vaikuttaa olennaisesti huokosten koko. Pienet kapillaarihuokokset täyttyvät kasteltaessa vedellä ja suuremmat huokokset jäävät osittain ilman täyttämiksi. Mitä pienempiä huokokset ovat, sitä helpommin ne täyttyvät vedellä (Puustjärvi ym., 2004, ss. 31–33).

Turpeen haittapuolena on usein liian runsas pienten hiukkasten määrä. Suurempien hiukkasten väleihin jääviin suuriin huokosiin sijoittuessaan alle 1 mm:n kokoiset hiukkaset pienentävät keskimääräistä huokoskokoja. Ominaisuus rajoittaa maatuneempien turpeiden käyttöä kasvualustana, mutta ongelmaa esiintyy myös vaaleissa rahkaturpeissa. Sen vuoksi turpeen ilmatila jää herkästi liian pieneksi ja kaasujen vaihto hidastuu, jolloin ylikastelun riski suurenee. Ylikastelu häiritsee juurten kehitystä ja johtaa hitaaseen kasvuun. Kasvualustan rakenteen ihannemallissa täyteen kosteustilaan kastellun alustan ilmatila on 53–55 % (hiukkaskoko yli 300 µm) ja vesitila 41–43 % (hiukkaskoko 300–30 µm). Todellisuudessa vaalean rahkasammalturpeen ilmatila on vain 10–25 % ja vesitila keskimäärin 41 % karkeusasteen mukaan. (Puustjärvi, 1991, ss. 115–116, 121–122)

Heikkous tulee korjata viljelyteknisesti. Varovainen kastelu etenkin viljelyn ensimmäisten viikkojen aikana on tärkein toimenpide pienen hiukkaskoon aiheuttaman hapenpuutteen ehkäisemiseksi. Juuriston levittäytyessä turpeeseen turve murustuu ja sen ilmatila kasvaa, jonka jälkeen kastelu helpottuu. Turvekasvualustan ilmatilaa voidaan kohottaa myös lisäämällä siihen huokoista materiaalia. Perliitin ja kivivillan on todettu olevan tehokkaita turpeen kuohkeuttajia. (Puustjärvi, 1991, ss. 115–116, 121–123) Myös sammallisätyillä kasvualustoilla on saatu hyviä tuloksia (Kekkilä, 2019).

3.4.3 Happamuus ja ravinteisuus

Turve on luontaisesti hapanta sen pH:n ollessa 3–4. Happamuutta säädetään kalkitsemalla kasvualusta viljeltävälle kasville sopivaksi. Kalkituksen jälkeen pH:n tulisi asettua 5,5–6,5 välille. (Tahvonen, 2015, s. 77) Happamuus itsessään ei vaikuta kasvien kasvuun, mutta ravinteet ovat keskimäärin liukoisimmillaan näiden arvojen sisällä. Happamuustason ollessa liian korkea useat ravinteet muuttuvat vaikealiukoiseen muotoon ja niiden liukoinen määrä kasvualustassa olevassa vedessä vähenee. Kasvi ei tällöin kykene ottamaan ravinteita riittävästi juurillaan, ja seurauksena on ravinnepuutos. Korkea pH vaikeuttaa etenkin raudan, mangaanin ja boorin saantia. Liian matalassa pH:ssa joidenkin alkuaineiden liukoisuus puolestaan lisääntyy, mikä aiheuttaa kasville helposti myrkytysoireita. Merkittävimpänä uhkana pidetään yleisesti kasveille haitallista alumiinia, jonka liukoisuus kasvaa jyrkästi pH:n laskiessa viiden alapuolelle. Näin tapahtuu myös raudan ja mangaanin osalta. (Kanniainen, 2003, ss. 138–139)

Turpeen luontainen ravinnepitoisuus on alhainen ja tasainen (Myllylä, 2005, s. 15). Ravinnepitoisuus määräytyy kasvilajikoostumuksen ja ympäristöolosuhteisiin sidoksissa olevan maatumisprosessin kulun mukaan. Ravinnepitoisuuteen vaikuttavat epäsuorasti myös sateet, pohjavedet ja tulvat. Turpeen typpipitoisuus vaihtelee 0,5–3 % välillä. Typpipitoisuus lisääntyy turpeen maatumisasteen noustessa. (Laine, Minkkinen, Tuittila & Vasander, 2000, ss. 43–45) Myös kasvilajikoostumuksella on merkitys typpipitoisuuteen (Puustjärvi, 1991, s. 113). Huomattava osa tuestä on sitoutunut orgaanisiin yhdisteisiin ja se alkaa vapautua turpeen hajoamisen seurauksena. (Laine ym., 2000, s. 44) Vaalean rahkasammalturpeen typpipitoisuus on keskimäärin 0,7 %. Alhainen typpitaso ja matala pH rajoittavat mikro-organismien toimintaa ja siksi turve pysyy soissa lähes muuttumattomana jopa tuhansia vuosia. Kun kasvuturve kalkitaan ja lannoitetaan ennen käyttöönnottoa, olosuhteet tulevat mikro-organismeille erittäin suotuisiksi. Tämän seurauksena turve alkaa hajota nopeasti. (Puustjärvi, 1991, s. 113) Fosforin määrä turpeen kuiva-aineesta vaihtelee 0,02–0,3 % ja kaliumin 0,001–0,2 % välillä (Laine ym., 2000, ss. 43–45).

4 AINEISTO JA MENETELMÄT

4.1 Aineisto

Kokeessa käytetyt kasvualustat tilattiin Novarbo Oy:ltä. Kasvualustat mainitaan tässä tekstissä jatkossa käsittelyinä 1–4. Käsittelyt 1 ja 3 koostuivat vaaleasta rahkaturpeesta, johon oli lisätty sammalta. Niiden välinen ero oli ainoastaan lannoituksessa; käsittely 1 oli hieman voimakkaammin lannoitettu. Käsittelyssä 2 vaaleaan kasvaturpeeseen oli sekoitettu hiekkaa sekä kompostoituja ainesosia: ruukutuspuristetta, puunkuorirouhetta ja broilerinlanta. Peruslannoitteen lisäksi siihen oli lisätty hidaskaikuteista lannoitetta. Käsittely 4 koostui ainoastaan vaaleasta rahkaturpeesta. Sen tarkkoja lannoitusarvoja ei ollut saatavilla, mutta suuntaa antavien tietojen mukaan se oli lannoitukseltaan hyvin samankaltainen käsittelyn 3 kanssa. Käsittely 3 oli puutarhalla käytössä ollut alusta. Kokeessa mukana ollut yrtti oli basilika ja käytetty lajike oli puutarhalla normaalisti viljelyssä oleva. Lajiketta ei mainita toimeksiantajan pyynnöstä. Koeaineiston laajuus oli 10 toistoa per käsittely, ja yhdessä toistossa oli 48 koeyksikköä. Kolme taimea toiston molemmista reunoista jätettiin suoja-alueiksi, joiden tarkoituksena oli tasata koeyksiköiden kasvuolosuhteita. Kokeessa käytetty pohjakartta on tämän työn liitteenä (Liite 1).

4.2 Kokeen toteutus ja kasvuolosuhteet

Basilikan kasvatukseen oli puutarhalla käytössä kokonainen pöytäosasto omalla kastelujärjestelmällä. Kasvuolosuhteita pystyttiin optimoimaan kastelutiheyden ja lannoituksen avulla juuri basilikan tarpeisiin. Osastoa ei ollut eristetty viereisistä pöydistä varsinaisella väliseinällä, joten vaikka lämpötilaa, valotusta ja ilmankosteutta voitiin säätää, niihin vaikuttivat jonkin verran myös kasvihuoneen muiden pöytäosastojen asetusravot. Kokeen aikana kasvinsuojeluun käytettiin ainoastaan biologisia torjuntamenetelmiä.

Basilikaa kylvettiin yhteensä 40 kennoa, joka oli puutarhalla sen normaali yhden päivämäärän kylvöerä. Jokaista käsittelyä kylvettiin 10 kennoa. Käytetyn ruukun halkaisija oli 5 cm ja korkeus 8 cm, ja yhteen kennoon mahtui 54 ruukkua. Kylvö tehtiin rumpukylvökoneella, kylvötiheys oli 18 siementä/ruokku. Kennot kasteltiin liuoksella, jossa 150 litraan vettä oli sekoitettu 500 g GlioMix[®]-valmistetta ja 150 g Prestop[®]-valmistetta. GlioMix[®]-hyötymikrobivalmistetta käytetään taimikasvatuksessa itävyyden ja juurten kunnon parantamiseksi ja Prestop[®]-valmistetta juuristotautien ehkäisemiseksi (Verdera, 2019). Idätys tapahtui pimeässä idätyshuoneessa, jossa tavoiteltu ilmankosteus oli 100 % ja lämpötila noin 17 °C.

Kennot siirrettiin lasikatteisen blokkihuoneen taimipöydille 3 vrk:n kuluttua kylvöstä. Taimipöydillä kastelu tapahtui kastelurampin avulla 1–2 ker-

taa päivässä. Lisäkastelua annettiin tarvittaessa manuaalisesti kasteluletkulla. Kennot olivat taimipöydällä 9 vrk, jonka jälkeen ruukut siirrettiin kouruihin. Siirto voitiin tehdä, kun koeyksiköiden juuristo oli kehittynyt riittävästi kouruissa tapahtuvaa altakastelua varten. Käsittelyt sijoitettiin kouruihin peräkkäin 10 toiston sarjoissa, järjestyksessä 1, 2, 3 ja 4 pöydän etuosasta katsottuna. Kourut liikkuvat pöydällä ja mahdolliset olosuhteiden vaihtelut osuivat oletetusti kaikkiin toistoihin, joten järjestyksen sekoittamiselle ei ollut perusteita. Osaston asetettu päivälämpötila oli 20 °C, yön 19 °C ja tuuletuslämpötila 21 °C. Suhteellisen ilmankosteuden asetusarvo oli 78 %. Valotusaika oli 20 tuntia vuorokaudessa ja valojen asennusteho 100 W/m². Basilikan sadonkorjuu ja arviointi suoritettiin 33 vrk:n kuluttua kylvöstä.

4.3 Kokeesta mitatut tekijät

Kokeessa joka käsittelystä valittiin 10 koeyksikköä arviointiin siten, että jokaisesta toistosta otettiin arvioitavaksi yksi koeyksikkö. Koeyksiköt otettiin kourujen loppupäästä, sillä basilikalla ilmenevä lehtien keltaisuus oli usein ollut voimakkaampaa kyseisellä puolella pöytää. Käsittelyistä saadut mitaustulokset kerättiin Excel-tiedostoon ja käsiteltiin JMP Pro -tilastonkäsittelyohjelmalla. Käytetyt analyysimenetelmät olivat varianssianalyysi, Studentin t-testi, ristiintaulukointi ja χ^2 -testi. Tilastollisen merkitsevyyden raja-arvot ovat tämän työn liitteenä (Liite 2).

4.3.1 Yleiskunto, väritys ja juurten kunto

Koeyksiköiden yleiskunto, väritys ja juuret arvioitiin silmänvaraisesti käyttämällä koetta varten laadittua asteikkoa 1–5 (Taulukot 2–4). Yleiskunnon arvioinnissa ei otettu kantaa väritykseen. Myös tuholaisien aiheuttamat vioitukset jätettiin huomiotta, koska tämän kokeen kannalta niiden vaikutus ei ollut merkityksellinen.

Taulukko 2. Koeyksiköiden yleiskunnon arviointiasteikko kokeessa

Koeyksiköiden kunto	
5	Erinomainen Tasalaatuinen, elinvoimainen, sopivan kokoinen.
4	Hyvä Pieniä puutteita edelliseen, mutta helposti kauppakunnostettavissa.
3	Keskinkertainen Laadussa selviä puutteita. Kauppakunnostettavissa.
2	Heikko Liian pieni tai vahvasti epätasainen kasvu, nuutunut.
1	Huono Kuivahtanut, kitukasvuinen. Ei kauppakuntoinen.

Taulukko 3. Koeyksiköiden värityksen arviointiasteikko kokeessa

Koeyksiköiden väritys	
5	Erinomainen Tumma vihreä, tasainen väritys.
4	Hyvä Tumma vihreä, häivähdys keltaisuutta sallitaan muutamassa lehdessä.
3	Keskinkertainen Vaalean vihreä väritys ja/tai keltaisuutta/ruskeita lehtiä yli viidessä lehdessä, vielä kauppakunnostettavissa.
2	Heikko Hailakka väritys, keltaisia ja/tai ruskeita lehtiä esiintyy runsaasti.
1	Huono Yli puolet lehdistä keltaisia. Ei kauppakuntoinen.

Taulukko 4. Koeyksiköiden juurten kunnon arviointiasteikko kokeessa

Koeyksiköiden juurten kunto	
5	Erinomainen Tasainen juurtuneisuus läpi paakun, juuria runsaasti ja niiden väri vaalea.
4	Hyvä Melko tasainen ja runsas juurtuneisuus. Häivähdys tummaa väriä juurissa sallitaan.
3	Keskinkertainen Epätasainen mutta riittävä juurtuneisuus, juurten väri pääosin vaalea.
2	Heikko Heikko ja epätasainen läpijuurtuneisuus, juurten väri lähes kokonaan harmahtava tai rusehtava.
1	Huono Ei läpijuurtuneisuutta, juuristoa hyvin niukasti, paakku murenee.

4.3.2 Paino ja korkeus

Taimet leikattiin tyveltä poikki ja tuorepaino punnittiin pöytävaava'alla. Basiilika kylvettiin koneellisesti, joten joka ruukussa voitiin olettaa olevan sama määrä kylvettyjä siemeniä. Koeyksiköiden korkeus mitattiin tyvestä latvaan viivoittimella.

4.3.3 Kasvualustan puristeneste

Käsittelyistä mitattiin kokeen lopussa puristenesteiden johtokyky sekä nitraatti-, kalium- ja kalsiumpitoisuudet. Näytteet puristettiin 4–6 paakusta. Kokeessa otettiin yksi näyte käsittelyä kohti.

Käytetyt mittarit olivat

- DGT Volmatic LM 20 johtokykymittari
- Horiba LAQUAtwin NO3-11 nitraattimittari
- Horiba LAQUAtwin K-11 kaliummittari
- Horiba LAQUAtwin Ca-11 kalsiummittari.

4.3.4 Kokeen aikaiset havainnot

Kokeesta mitattujen tekijöiden lisäksi koetta seurattiin viikoittain ja havainnot kirjattiin ylös. Käsittelyiden välisiä eroja tarkkailtiin ja valokuvattiin kasvun eri vaiheissa. Myös tuholais- ja tautitilannetta tarkkailtiin, vaikka niiden vaikutukset jätettiin huomiotta kunnan arvioinnissa.

5 TULOKSET

5.1 Yleiskunto

Yleiskuntoa, väritystä ja juurten kuntoa analysoidessa käytetyt testimenetelmät olivat ristiintaulukointi ja χ^2 -testi. Yleiskunnon osalta ei ilmennyt tilastollisesti merkitsevää eroa käsittelyiden välillä. Silmänvaraisesti arvioituna eroja oli jonkin verran. Arvoasteikon 5 kriteerit täyttäviä koeyksiköitä oli käsittelyissä 1 ja 2 selvästi enemmän kuin käsittelyissä 3 ja 4 (Kuva 1). Tilasto-ohjelma ei saanut käsittelyille eroa luultavasti siksi, että käsittelyiden 3 ja 4 koeyksiköistä suurin osa sai arvon 4, mikä tasasi tilastollista eroa.

5	5	5	5
5	5	4	4
5	5	4	4
5	5	4	4
5	5	4	4
5	4	4	4
4	4	3	4
4	4	3	3
4	4	3	3
3	3	3	2
1	2	3	4

Käsittely

Kuva 1. Koeyksiköiden yleiskunto käsittelyittäin sadonkorjuuvaiheessa asteikolla 1–5.

5.2 Väritys

Kaikissa käsittelyissä kasvaneiden koeyksiköiden väritys oli joko erittäin hyvä tai hyvä. Silmänvaraisesti arvioituna kaikkien käsittelyiden väritys oli hyvin samankaltainen. Myös analyysitulokset vahvistivat, ettei käsittelyiden välillä ollut merkitsevää eroa (Kuva 2).

5	5	5	5
5	5	5	5
5	5	5	5
5	5	5	5
5	5	4	5
4	4	4	4
4	4	4	4
4	4	4	4
4	4	4	4
4	4	4	4
1	2	3	4

Käsittely

Kuva 2. Koeyksiköiden värytys käsittelyittäin sadonkorjuuvaiheessa asteikolla 1–5.

5.3 Juurten kunto

Juurten kunto oli kaikissa käsittelyissä pääsääntöisesti joko erittäin hyvä tai hyvä. Juuret olivat vaaleita, niitä oli runsaasti ja ne olivat suurimmassa osassa koeyksiköistä levittäytyneet tasaisesti paakkuun. Tilasto-ohjelman analyysissä ei ilmennyt merkitseviä eroja. Juurten kunnon arvioinnin jakauman perusteella eniten eroa oli käsittelyiden 1 ja 4 välillä (Kuva 3).

5	5	5	5
5	5	5	5
5	5	5	5
5	5	5	5
5	5	5	4
5	5	5	4
5	5	4	4
5	4	4	4
4	4	4	4
4	3	4	3
1	2	3	4

Käsittely

Kuva 3. Koeyksiköiden juurten kunto käsittelyittäin sadonkorjuuvaiheessa asteikolla 1–5.

5.4 Paino

Basilikan painoa vertailtaessa tehtiin yhden tekijän varianssianalyysi sekä parivertailu eli Studentin t-testi. Varianssianalyysin F-testin p-arvo oli 0,0018 ja tilasto-ohjelma luokitteli käsittelyn 4 eri ryhmiin kuin käsittelyt 1–3 (Taulukko 5), joten painossa oli erittäin merkitsevä ero käsittelyssä 4 verrattuna muihin käsittelyihin. Käsittelyiden 1–3 välillä ei havaittu merkitsevää eroa. Myös jokaista paria keskenään vertaava parivertailu osoittaa eron käsittelyssä 4 verrattuna muihin (Taulukko 6). Käsittelyiden 2 ja 4 välillä oli erittäin merkitsevä ero ($p=0,0003$). Käsittely 4 erosi myös kahdesta muusta käsittelystä merkitsevästi, sillä saadut p-arvot olivat välillä 0,001–0,01. Muiden parien välillä ei ollut merkitseviä eroja.

Taulukko 5. Käsittelyiden painojen ryhmäluokittelu

Käsittely	Ryhmä	Paino (g)
2	A	69,2
1	A	66,7
3	A	66,7
4	B	58,3

Taulukko 6. Käsittelyiden painon vertailu pareittain

Vertailuparit	p-arvo
Käsittelyt 2 ja 4	0,0003
Käsittelyt 1 ja 4	0,004
Käsittelyt 3 ja 4	0,004
Käsittelyt 2 ja 1	0,3660
Käsittelyt 2 ja 3	0,3660
Käsittelyt 3 ja 1	1,0000

5.5 Korkeus

Basilikan korkeus analysoitiin samoilla testimenetelmillä kuin paino. Varianssianalyysin F-testin p-arvoksi saatu luku 0,1342 kertoo, ettei käsittelyiden välillä ollut merkitsevää eroa mitatuissa korkeuksissa. Parivertailussa saatiin pieni ero käsittelyiden 2 ja 3 välille, sillä tilasto-ohjelma luokitteli ne eri ryhmiin (Taulukko 7). Kyseisten käsittelyiden välinen ero oli tilastollisesti melkein merkitsevä ($p=0,0253$) (Taulukko 8).

Taulukko 7. Käsittelyiden korkeuksien ryhmäluokittelu

Käsittely	Ryhmä	Korkeus (cm)
2	A	30,70
4	A B	30,15
1	A B	29,70
3	B	29,20

Taulukko 8. Käsittelyiden korkeuksien vertailu pareittain

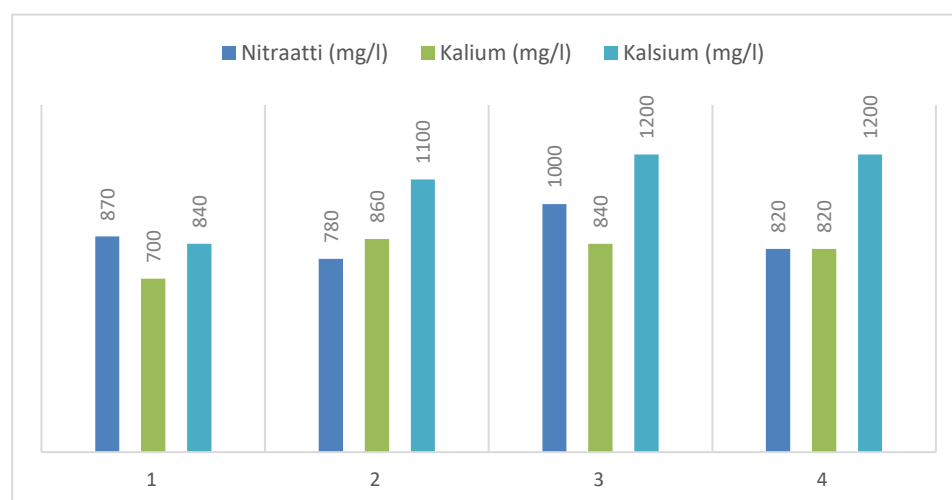
Vertailuparit	p-arvo
Käsittelyt 2 ja 3	0,0253
Käsittelyt 2 ja 1	0,1284
Käsittelyt 4 ja 3	0,1480
Käsittelyt 2 ja 4	0,3977
Käsittelyt 1 ja 3	0,4416
Käsittelyt 4 ja 1	0,4882

5.6 Kasvualustan puristeneste

Jokaisesta käsittelystä otettiin vain yksi puristeneste, joten tuloksia ei käsitelty tilasto-ohjelmalla. Mitatuissa johtokyvyissä (Taulukko 9) ja ravinnepitoisuuksissa (Kuva 4) ei ollut suuria eroja käsittelyiden välillä. Käsittely 1 erosi muista käsittelyistä hieman matalammilla pitoisuuksilla.

Taulukko 9. Puristenesteestä mitatut johtokyvyt

EC	Käsittely 1	Käsittely 2	Käsittely 3	Käsittely 4
mS/cm	3,8	4,5	4,7	4,6



Kuva 4. Puristenesteestä mitatut ravinnepitoisuudet käsittelyittäin.

5.7 Kokeen aikaiset havainnot

Kouruun siirtämisvaiheessa käsittelyn 2 koeyksiköiden sirkkalehtien koko oli suurempi kuin muiden koeyksiköiden (Kuva 5). Käsittelyn 1 koeyksiköissä varret olivat venyneet hieman enemmän kuin muilla koeyksiköillä. Käsittelyjen 2 ja 3 koeyksiköt näyttivät kouruihin siirrettäessä parhaimmilta. Muutama päivä kouruihin siirtämisen jälkeen käsittelyssä 2 kasvaneissa koeyksiköissä lehtikoko oli edelleen suurin ja ne olivat muutenkin kasvaneet muita nopeammin. Kolmen muun käsittelyn koeyksiköt näyttivät tässä vaiheessa melko samoilta keskenään. Käsittelyn 1 koeyksiköissä oli havaittavissa hieman vähemmän juuria kuin muiden käsittelyiden koeyksiköissä, ja tämä huomattiin myös loppuarvioinnissa (Kuva 6, Liite 3). Kasvun edetessä käsittelyiden välillä ei näkynyt muita selviä silmänvaraisesti havaittavia eroja, mutta loppuarvioinnissa havaittiin käsittelyn 2 koeyksiköiden olevan hieman muita painavampia ja korkeampia (Kuva 6).



Kuva 5. Käsittelyssä 2 (kaksi oikeanpuolista ruukkua) kasvavan basilikan sirkkalehtien koko oli kouruun siirtämisvaiheessa suurempi kuin muissa käsittelyissä. (Lehto, 2019)



Kuva 6. Koeyksiköt käsittelyittäin järjestyksessä 1–4 vasemmalta oikealle. Kuvasta näkee, että käsittelyssä 1 juuret eivät tule ulos ruukusta ja käsittelyn 2 koeyksikkö on kookkain. (Lehto, 2019)

Kokeen aikana osassa koeyksiköistä havaittiin tuholaisten, luultavasti rip-siäisten, aiheuttamia vioituksia. Määrä oli kuitenkin melko vähäinen, eikä tarvetta kemialliselle kasvinsuojelulle ollut. Kasvitauteja ei havaittu. Kokeen aikana kasvihuoneeseen asetetut lämpötila- ja ilmankosteusarvot eivät todennäköisesti toteutuneet päivittäin, sillä hellepäivät vaikuttivat toimenpiteistä huolimatta myös kasvihuoneessa vallitseviin olosuhteisiin.

6 TULOSTEN TARKASTELU

Koeyksiköiden yleiskunnon osalta ei saatu tilastollisesti merkitsevää eroa, mutta silmänvaraisesti arvioituna käsittelyissä 1 ja 2 kasvaneet koeyksiköt erottuivat edukseen. Kyseisten käsittelyiden koeyksiköt saivat paremmat arvot mm. siitä syystä, että käsittelyssä 3 kasvaneissa koeyksiköissä oli jonkin verran epätasaista kasvua, käsittelyssä 4 jokaisessa koeyksikössä. Tämä ilmeni siten, että yksi verso oli selkeästi muita pidempi. Epätasaisuus ei kuitenkaan tässä tapauksessa ollut niin häiritsevää, että se selvästi vähentäisi tuotteen houkuttelevuutta kaupassa. Epätasainen kasvu esiintyi käsittelyissä, joissa alustojen lannoitustaso oli matalin. Havainto näyttäisi vahvistavan sen, että basilika suosii voimakkaammin lannoitettua kasvualustaa (Galambosi, 2016, s. 121). Joissain kokeissa on saatu myös päinvas-taisia tuloksia: basilikan on todettu olevan herkkä kasteluveden korkeille lannoitepitoisuuksille kasvihuoneolosuhteissa (Sharafzadeh & Alizadeh, 2011, ss. 956–957).

Koeyksiköiden väriyty oli pääosin tavoitellun tasaisen tumman vihreä, eikä keltaisuutta ollut juurikaan havaittavissa. Keltaisuutta ei kokeen aikana näyttänyt esiintyvän myöskään muualla osaston basilikakasvustossa. Kausittain esiintyvän keltaisuuden syynä on todennäköisesti jokin muu syy kuin kasvualusta. Suomessa kaupallisen basilikanviljelyn pioneerinä toimineen Jyrki Pirisen mukaan basilikan värittäminen on talvella hankalampaa kuin kesäaikaan. Hänen mukaansa talvilviljelyyn tarvitaan eri basilikakan-nat kuin kesällä tapahtuvaan viljelyyn. (Raukko, 2012, s. 11) Tämä seikka tulisi ottaa huomioon viljelyssä, jos sitä ei vielä ole tehty. Basilika myös on herkkäjuurinen ja liiallista kosteutta vieroksuva yrtti (Raukko, 2012, s. 11), joten liika märkyys voi olla yksi syy ongelmaan. Puutarhalla joudutaan käyttämään ylimääräisiä kasteluita päivittäin. Pakkaamisen lopetettuaan työntekijät laittavat kastelun päälle ja tarkastavat, että liikkuneet kourut ovat edelleen kasteluputkien kohdalla eikä putkissa ole tukoksia. Keltaisuuden esiintyminen kourujen loppupäässä tuntui olevan yleisempää, kuin alkupäässä. Tämä viittaisi siihen, että kastelun alkaessa kourujen loppupään taimet saattavat olla vielä märempiä kuin alkupään. Tätä voisi tutkia mit-taamalla paakuista puristenesteen määrän hieman ennen kastelun alkua. Jos loppupään taimet todettaisiin liian märäksi, kastelun kestoa tai kastelu-väljen säätöä voisi harkita. Jos se on mahdollista siten, että myös kourujen alkupään taimille turvataan riittävä kastelu.

Juurten kunnossa ei ilmennyt merkitseviä eroja käsittelyiden välillä. Käsittelyssä 4 koeyksiköiden juuret näyttivät kuitenkin pakkautuneen tiiviimmin paakun alaosaan kuin muissa käsittelyissä. Lisäksi osassa koeyksiköitä paakun yläosaan jäi juuriston ja turpeen välille selkeä raja (Liite 3). Tästä huolimatta juurten kunto oli hyvä ja niitä oli erittäin runsaasti, ehkä jopa hieman enemmän kuin muissa käsittelyissä. Eroja siis oli, mutta juurten kunto ei tässä tapauksessa ollut paras mittari niiden havainnollistamiseen. Huomionarvoista saaduissa tuloksissa oli myös se, että käsittely 1 sai parhaat arviot juurten kunnossa huolimatta siitä, että sen koeyksiköissä juurten havaittiin tulevan vähemmän ulos ruukuista kuin muissa käsittelyissä.

Koeyksiköiden painoissa oli merkitsevä ero käsittelyssä 4 verrattuna muihin käsittelyihin, sillä siinä kasvaneet koeyksiköt olivat huomattavasti muita kevyempiä. Eroa voisi selittää se, että käsittely 4 oli alustoista ainoa, joka koostui ainoastaan vaaleasta rahkaturpeesta. Tulos ei yllättänyt, sillä kyseessä ollut kasvualusta oli tarkoitettu ensisijaisesti salaatin viljelyyn. Työn teoriaosuudessa käsiteltiin vaalean rahkasammalturpeen haittapuolena esiintyvää runsasta pienten hiukkasten määrää, joka pienentää huokoskokoa ja samalla vähentää turvekasvualustan ilmatilaa (Puustjärvi, 1991, ss. 115–116). Käsittelyssä 4 saattoi olla jonkin verran hapenpuutetta juuristossa, minkä vuoksi siinä kasvaneet koeyksiköt jäivät pienemmiksi. Se on saattanut aiheuttaa myös epätasaista kasvua. Tulosten perusteella basilikalle näyttäisi sopivan alusta, jossa on vaalean rahkaturpeen lisäksi jotain ilmatilaa lisäävää materiaalia, kuten sammalta. Samankaltaisia tuloksia saatiin ukrainalaisessa yliopistossa (Tavria State Agrotechnological University) toteutetussa basilikan kasvualustakokeessa vuonna 2016. Kasvihuoneoloissa toteutetussa kokeessa oli viisi käsittelyä: käsittely 1 koostui pelkästä turpeesta (kontrolli), käsittelyt 2–5 turpeesta ja perliittistä eri sekoitussuhteilla. Tuore- ja kuivapainojen havaittiin nousevan kontrolliin nähden niissä käsittelyissä, joissa turvekasvualustaan oli lisätty 20, 40 tai 60 % perliittiä. Korkein tulos saatiin 40 % perliittisäyksellä. Kun lisätyn perliitin määrä oli 80 % kasvualustasta, tuore- ja kuivapainot laskivat kontrolliin verrattuna. Kokeessa oli kaksi lajiketta, ja toisen kohdalla sekä 60 % että 80 % perliittisäykset myös vähensivät sadonkorjuuden määrän viidestä kolmeen. (Burdina & Priss, 2016, s. 111) Basilikalle sopivan kasvualustan valinnassa olennaista näyttäisi olevan optimaalisen sekoitussuhteen löytäminen. Eroja voi ilmetä myös eri lajikkeiden välillä.

Käsittelyn 4 koeyksiköissä havaittiin korkeutta mitatessa enemmän epätasaista kasvua kuin muissa käsittelyissä. Käsittelyssä 2 kasvaneet taimet puolestaan olivat selvästi hieman nopeampikasvuisia kuin muissa käsittelyissä kasvaneet, sillä sekä taimien korkeus että paino olivat suurimmat sadonkorjuupäivänä. Sadonkorjuupäivänä taimet olivat jo hieman ylikasvaneita, ja sopivampi korjuuaika olisi ollut luultavasti 1–2 vrk aiemmin. Nopea kasvu havaittiin jo taimivaiheessa, jossa huomattiin sirkkalehtien ja myöhemmin kasvulehtien suurempi koko verrattuna muihin. Yksi syy muita nopeampaan kasvuun saattoi olla kasvualustaan lisätty broilerinlanta, jonka on todettu parantavan basilikan kasvua lannoittamattomaan

alustaan verrattuna (Sharafzadeh ym., 2011, s. 958). Lyhyempi kasvuaika voi olla etu, jos sen avulla saadaan esimerkiksi yksi sadonkorjuu lisää vuodessa. Nopea kasvuvauhti ei välttämättä aina ole pelkästään positiivinen asia. Basilikan myyntimäärien ennustaminen on vaikeaa ja välillä puutarhalla joudutaan heittämään ylikasvaneita basilikan taimia pois. Liian suuret taimet eivät mahdu pakkauspusseihin sellaisenaan. Jos niitä kauppakun- nostetaan nipistämällä ylimpiä lehtihankoja pois, haavakohdat tummuvat ja vähentävät houkuttelevuutta kaupassa. Lisäksi se vie enemmän aikaa, kuin sopivan kokoisten taimien pussittaminen. Nämä seikat puolestaan laskevat basilikan kannattavuutta.

Puristenesteistä saatuja tuloksia arvioitiin kriittisesti, sillä kerätyn aineis- ton määrä oli pieni eikä tilastolliseen analyysiin ollut siitä syystä mahdolli- suutta. Mitatut ravinnepitoisuudet ja johtokyvyt olivat käsittelyissä 2–4 hy- vin lähellä toisiaan, käsittely 1 erosi muista jonkin verran. Suurempien ero- jen saamiseksi olisi käsittelyiden lannoitustasoissa pitänyt olla enemmän eroja, sillä kouruviljelyssä kiertävä ravinneliuos vähentää kasvualustassa olevan peruslannoituksen merkitystä (Kanniainen, 2020). Saadut mittaau- tulokset eivät olleet puutarhan tavoitearvojen sisällä, vaan huomattavasti korkeammat. Lähimpänä tavoiteltuja ravinnepitoisuuksia ja johtokykyä oli käsittelyn 1 puristeneste, josta mitattiin matalimmat arvot. Tulos oli yllät- tävä, sillä käsittelyn 1 lähtölannoitustaso oli korkeampi kuin käsittelyissä 3 ja 4. Myös käsittelyn 2 puristenesteen arvot olivat kaliumpitoisuutta lu- kuun ottamatta matalammat kuin käsittelyissä 3 ja 4. Syy ilmiöön ei selvin- nyt.

7 JOHTOPÄÄTÖKSET

Kokeen perusteella kasvualustalla oli vaikutus taimien laatuun ja eri kasvu- alustoissa kasvavissa taimissa oli eroja. Saatujen tulosten mukaan basilikan viljelyyn soveltuivat parhaiten käsittelyt 1–3, ja puutarhalla käytössä oleva kasvualusta kuului näihin. Basilikan viljelyyn huonoiten soveltuva kokeessa mukana olleista kasvualustoista oli käsittely 4. Vaikka tilastollisesti merkit- sevä ero saatiin vain tuorepainoissa, aistinvaraisesti arvioimalla parhaat koe-erät saatiin käsittelyistä 1 ja 2, sillä käsittelyissä 3–4 kasvaneissa tai- missa oli havaittavissa epätasaista kasvua. Epätasaisen kasvun haitta oli kuitenkin melko vähäinen ja tulokset niin lähellä toisiaan, ettei kasvualus- tan vaihtaminen tämän kokeen perusteella ole suositeltavaa.

Jos koe toteutettaisiin uudelleen, olisi joitain kokeen vaiheita hyvä tarken- taa. Arvioitavaksi kannattaisi ottaa esimerkiksi kaksi kertaa enemmän koeyksiköitä joka toistosta, jotta kerättävästä aineistosta saataisiin luotet- tavampi. Puristenesteen voisi mitata useammasta koeyksiköstä, jolloin ai- neistoa voisi analysoida tilastollisesti. Väriä voisi mitata klorofyllimitta- rin avulla, sillä silmänvaraiseen arviointiin vaikuttavat herkästi esimerkiksi vallitsevat valo-olosuhteet. Jos tulokset uusitun kokeen jälkeen viittaisivat

edelleen siihen, että käytössä oleva kasvualusta ei ole paras mahdollinen, voisi sen vaihtamista harkita.

Laadun parantumisesta saatavia hyötyjä olisivat hävikin pienentyminen, kauppakunnostuksen nopeutuminen, tyytyväisemmät asiakkaat ja näiden kaikkien summana basilikan kannattavuuden kasvu. Ennen mahdollisia toimenpiteitä huomioon tulisi kuitenkin ottaa myös vaihdosta aiheutuvat kustannukset. Täytyisi tehdä asianmukaiset laskelmat siitä, kuinka paljon kustannukset nousisivat tai laskisivat vaihdon myötä, ja mikä olisi arvio saatavasta hyödystä. Jos hyöty olisi pieni ja kustannukset nousisivat, vaihto ei olisi kannattavaa. Jos taas kustannukset laskisivat, vaihto voisi olla jo sillä perusteltu basilikan kannattavuuden kasvuun vedoten. Sillä olettamuksella, että kasvualustalla päästäisiin samoihin tai mahdollisesti parempiin tuloksiin kuin tällä hetkellä käytössä olevalla alustalla.

LÄHTEET

Burdina, I. & Priss, O. (2016). Effect of the substrate composition on yield and quality of basil. *Journal of Horticultural Research* 24/2016, ss. 109–118. Haettu 8.3.2020 osoitteesta <https://www.degruyter.com/downloadpdf/j/johr.2016.24.issue-2/johr-2016-0027/johr-2016-0027.pdf>

Engblom, S. (1990). Pikkuvihannesten kouruviljely. *Puutarha* 4, ss. 290–291.

Ekostore. (n.d.). Mittalaitteet. Haettu 23.9.2019 osoitteesta <http://ekostore.fi/fi/tuotteet/horiba-lagquatwin/mittalaitteet>

Galambosi, B. (1992). Basilikalajikkeiden monet erot. *Puutarha* 3, ss. 148–151.

Galambosi, B. (1993). *Luonnonmukainen yrttiviljely*. Helsinki: Painatuskeskus.

Galambosi, B. (2001). Basilika, *Ocimum basilicum*. *Puutarha&kauppa* 6, ss. 20–21.

Galambosi, B. (2016). *Yrttien viljely*. Helsinki: Opetushallitus.

Galambosi, B. (2017a). *Yrttien viljely: II, Yrttituotanto Suomessa*. Helsinki: Opetushallitus.

Galambosi, B. (2017b). *Yrttien viljely: III, Yrttien merkitys*. Helsinki: Opetushallitus.

Geologian tutkimuslaitos. (n.d.). Turve raaka-aineena. Haettu 1.10.2019 osoitteesta <http://www.gtk.fi/geologia/luonnonvarat/turve/>

Helle Oy. (2019). Siemenluettelo 2019. Haettu 4.11.2019 osoitteesta <https://www.helle.fi/files/siemenluettelo2019/index.html#p=36>

Iivonen, S. (2008). Ympäristöturpeet ja niiden käyttö. Helsingin yliopisto, Ruralia-instituutti, Raportteja 32. Haettu 7.10.2019 aiheeseen liittyvä diaesitys osoitteesta https://www.vapo.com/filebank/276-4219-ymparistoturpeet_ja_niiden_kaytto_diaesitys.pdf

Jalkanen, J. (2006). Yrttien suosion kasvu jatkuu vahvana. *Puutarha&kauppa* 6, s. 29.

Johnny's Selected Seeds. (n.d.). Herbs – Basil. Haettu osoitteesta 4.11.2019 osoitteesta <https://www.johnnyseeds.com/herbs/basil/>

Järvikylä. (n.d.) Basilika. Haettu 19.11.2019 osoitteesta <https://jarvikyla.fi/basilika/>

Kanniainen, T. & Järvinen, M. (2019). Basilikan viljelymenetelmät Suomessa. Sähköpostiviesti tekijälle 12.11.2019.

Kanniainen, T. (2020). Basilikan viljelymenetelmät Suomessa. Sähköpostiviesti tekijälle 10.3.2020.

Kekkilä. (2018). Kuinka valita oikea kasvualusta. Haettu 12.11.2019 osoitteesta <https://www.kekkilaprofessional.com/fi/viljelyvinkit-ja-neuvot/kuinka-valita-oikea-kasvualusta/>

Lannoitevalmistelaki 539/2006. Haettu 9.12.2019 osoitteesta <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2006/20060539>

Latokartano, M. (2016). Luonnonvarakeskus – artikkelit: Saako rahkasammal mahdollisuuden? Haettu 1.10.2019 osoitteesta <https://www.luke.fi/saako-rahkasammal-mahdollisuuden/>

Luke. (2014–2018). Puutarhatilastot: Vihannesviljely kasvihuoneessa / ruukkuvihannekset. Haettu 17.9.2019 osoitteesta <https://stat.luke.fi/puutarhatilastot>

Murmann, T. (2004). Teoksessa *Wise Use of Peatlands – Volume 1, Oral Presentations*, kappaleessa Finnish glasshouse production and the use of peat and other substrates. Toimittanut Päivänen, J. Jyväskylä: International Peat Society

Myllylä, I. (2005). ”Turpeen ominaisuudet puutarhatuotannossa ovat ainutlaatuiset”. *Puutarha&kauppa* 19, ss. 14–15.

Laine, J., Minkkinen, K., Laiho, R., Tuittila, E. & Vasander, H. (2000). *Suokasvit – turpeen tekijät*. Helsinki: Helsingin yliopiston metsäekologian laitos.

Peda.net (n.d.). Uusiutumattomat energianlähteet – Turve. Haettu 9.12.2019 osoitteesta https://peda.net/yhdistykset/bmol-ry/oppi-materiaalit/eyy/yhteinen_ymparisto/energia/ue7/turve

Putievsky, E. & Galambosi, B. (1999). Teoksessa *Basil – The Genus Ocimum*, osiossa *Production Systems of Sweet Basil*. Toimittanut Hiltunen, R. ja Holm, Y. Amsterdam: Harwood Academic Publishers.

Puustjärvi, V. (1991). *Kasvu ja kasvun hallinta kasvihuoneviljelyssä*. Helsinki: Kauppapuutarhaliitto.

Puustjärvi, V. & Krause, W. G. C. (2004). *Peat and its use in horticulture*. Helsinki: Turveteollisuusliitto.

Raukko, E. (2012). Vuoden yrtit, Basilika. *Puutarha&kauppa* 1, s. 11.

Räty, E. (2012). *Viljelykasvien nimistö*. 8. laajennettu painos. Helsinki: Puutarhaliitto.

Sharafzadeh, S. & Alizadeh, O. (2011). Nutrient Supply and Fertilization of Basil. *Advances in Environmental Biology* 5/2011, ss. 956–960. Haettu 14.3.2020 osoitteesta https://www.researchgate.net/publication/216384927_Nutrient_Supply_and_Fertilization_of_Basil

Tahvonen, R. (2015). Viljelyolosuhteiden hallinta nykyaikaisessa kasvihuonetuotannossa. Helsinki: Kauppapuutarhaliitto.

Tahvonen, R. (2018). Rahkasammal – tulevaisuuden kasvualusta. *Puutarha.net*. Haettu 12.11.2019 osoitteesta https://puutarha.net/artikkelit/14711/tahvonen_rahkasammal.htm

Verdera. (2019). Hyötymikrobivalmiste GlioMix® & biologinen kasvinsuojeluaine Prestop®. Haettu 16.9.2019 osoitteesta <http://verdera.fi/fi/tuotteet/ammattiviljely/>

Turveteollisuusliitto. (2019). Turpeen monet käyttötavat. Haettu 1.10.2019 osoitteesta <http://turveteollisuusliitto.fi/turpeen-monet-kayttotavat/>

Turveteollisuusliitto, Kauppapuutarhaliitto & Viherympäristöliitto. (2010). Kasvuturpeen ja turvepohjaisten kasvualustojen laatuohje. Haettu 9.12.2019 osoitteesta https://www.vyl.fi/site/assets/files/1499/kasvuturve_laatuohje_1_korjattu_versio_1_10_2010.pdf

VTT. (2010). VTT tiedotteita 2550. Turpeen tuotanto ja käyttö – Yhteenveto selvityksistä. Leinonen, A. (toim.) Haettu 28.10.2019 osoitteesta <https://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2010/t2550.pdf>

TILASTOLLISEN MERKITSEVYYDEN RAJA-ARVOT

Prob. tai Sig.	Tilastollinen merkitsevyys
<0,001	Erittäin merkitsevä
0,001–0,01	Merkitsevä
0,01–0,05	Melkein merkitsevä
0,05–0,10	Suuntaa antava

Merkitsevyystaso eli riskitaso (Significance) ilmoittaa, kuinka suuri riski on, että saatu ero tai riippuvuus johtuu sattumasta. Merkitsevyystasosta käytetään raportoinnissa lyhennettä p(probability), ohjelmatulosteissa lyhenne on usein Sig.

KUVAT ARVIOIDUISTA KOEYKSIKÖISTÄ SADONKORJUUPÄIVÄNÄ
(Erlainen valaistus kuvissa vaikuttaa väreihin.)



Käsittely 1



Käsittely 2

KUVAT ARVIOIDUISTA KOEYKSIKÖISTÄ SADONKORJUUPÄIVÄNÄ



Käsittely 3



Käsittely 4