



Luonnonvara- ja
biotalouden
tutkimus 67/2019

Sipulin viljelykokeiden tuloksia vuosilta 2016–2018

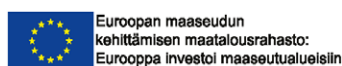
Sipulin taimien ja istukkaiden vertailu, biologiset torjuntavalmisteet ja
talouslaskelmat

Pirjo Kivijärvi (toim.)

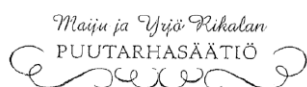
Sipulin viljelykokeiden tuloksia vuosilta 2016–2018

Sipulin taimien ja istukkaiden vertailu, biologiset torjuntavalmisteet ja
talouslaskelmat

Pirjo Kivijärvi (toim.)



Maa- ja metsätalousministeriö



Viittausohje:

Kivijärvi, Pirjo (toim.). 2019. Sipulin viljelykokeiden tuloksia vuosilta 2016–2018 : Sipulin taimien ja istukkaiden vertailu, biologiset torjuntavalmisteet ja talouslaskelmat. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 67/2019. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 71 s.

Viittausohje yksittäiseen artikkeliin:

Kivijärvi, P. ja Suojala-Ahlfors, T. 2019. Koevuosien säätietoja. Julkaisussa: Kivijärvi, Pirjo (toim.). 2019. Sipulin viljelykokeiden tuloksia vuosilta 2016–2018 : Sipulin taimien ja istukkaiden vertailu, biologiset torjuntavalmisteet ja talouslaskelmat. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 67/2019. Luonnonvarakeskus. Helsinki. s. 13–14.



ISBN 978-952-326-833-3 (Painettu)

ISBN 978-952-326-834-0 (Verkkajulkaisu)

ISSN 2342-7647 (Painettu)

ISSN 2342-7639 (Verkkajulkaisu)

URN <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-326-834-0>

Copyright: Luonnonvarakeskus (Luke)

Kirjoittajat: Pirjo Kivijärvi (toim.)

Julkaisija ja kustantaja: Luonnonvarakeskus (Luke), Helsinki 2019

Julkaisu vuosi: 2019

Kannen kuva: Pirjo Kivijärvi

Painopaikka ja julkaisumyynti: PunaMusta Oy, <http://luke.juvenesprint.fi>

Tiivistelmä

Pirjo Kivijärvi¹⁾, Asko Hannukkala²⁾, Emmi Kuivainen³⁾ ja Terhi Suojala-Ahlfors⁴⁾

¹⁾ Luonnonvarakeskus (Luke), Lönnrotinkatu 7, 50100 Mikkeli, pirjo.kivijarvi@luke.fi

²⁾ Luonnonvarakeskus (Luke), Tietotie 4, 31600 Jokioinen, asko.hannukkala@luke.fi

³⁾ Helsingin yliopisto, Latokartanonkaari 5, 00014 Helsingin yliopisto, emmi.kuivainen@helsinki.fi

⁴⁾ Luonnonvarakeskus (Luke), Itäinen Pitkätie 4 A, 20520 Turku, terhi.suojala-ahlfors@luke.fi

Lähes kaikki meillä myytävänä oleva sipuli kasvatetaan ulkomailla tuotetuista istukkaista. Suomeen tuotavan istukkaan laatu vaihtelee. Tutkimustemme mukaan myytävänä oleva istukas voi olla pahoin *Fusarium*-sienen saastuttamaa, mikä aiheuttaa ongelmaa erityisesti luomusipulin tuotannossa, jossa istukkaan kemiallinen peittäminen on kielletty. *Fusarium*-sienen kasvu otollisina kesinä satotappiot voivat olla mittavat jo pellolla ja tauti jatkaa sadon pilaamista varastossa aiheuttaen viljelijöille suuria taloudellisia menetyksiä.

Istukkaan huonon laadun vuoksi tutkimme vuosina 2016–2018 taimisipulin käytön mahdollisuuksia sipulintuotannossa sekä etsimme kasvuoloihimme ja pitkään varastointiin sopivia taimisipulilajikkeita. Tutkimme myös erilaisten maanpinnan katteiden vaikutusta taimisipulin sadontuottoon sekä sipulin tuotantoa taimista eri yksivuotisten viherlannoituskasvustojen jälkeen. Selvitimme kaikissa kokeissa taimista tuotetun sadon terveyttä kasvukaudella ja varastoinnin aikana. Taimisipuleita käytettäessä lisäysmateriaali on puhdasta, mutta maasta tapahtuva *Fusarium*-saastunta voi aiheuttaa tautia ja satotappioita. Tämän johdosta tutkimme biologisten torjuntavalmisteiden tehoa maalevintäisen *Fusarium*-tartunnan torjumiseksi. Selvitimme myös taimisipulin käytön kannattavuutta istukkaan käyttöön verrattuna. Taimisipulitutkimusten lisäksi vertasimme eri alkuperää olevien istukaserien satoisuutta ja terveyttä kenttäkokeissa.

Viljelykokeita tehtiin Luonnonvarakeskuksen (Luke) koekentillä Mikkeliissä ja Piikkiössä, Luke Jokioisten kasvihuoneessa sekä luomusipulitiloilla. Biologisia torjuntavalmisteita tutkittiin myös astiakokeissa kasvihuoneessa Helsingin yliopistossa Viikissä.

Taimisipulin lajikekokeissa satotaso jäi alhaiseksi. Parhaimmillaan kuivattu kauppakelpoinen sato oli 30 t/ha. Syitä alhaisiin satotasoihin oli mm. liian myöhäinen istutus ja rikkakasvien aiheuttama kilpailu. Taimisipuli vaatii istukassipulia pidemmän kasvuajan, joten istutus olisi hyvä tehdä mahdollisimman aikaisin. Keltasipulilajike 'Hylander' oli satoisuudeltaan paras, ja se oli testatuista lajikkeista myös ainoa naattihomeen kestävä lajike. 'Hylander' säilyi varastoinnin aikana aavistuksen terveempänä kuin muut lajikkeet, ja siinä oli vähiten *Fusarium*-sienten pilaamia sipuleita. Käyttämämme taimet olivat ryhmätaimia. Kokeidemme mukaan 3–4 yksilöä/taimipaakku on sopiva määrä tasakokoisen sipulin ja sadontuoton kannalta.

Kasvihuoneessa toteutetuissa astiakokeissa Prestop- ja Mycostop-valmisteilla oli jonkinlaista torjuntatehoa maalevintäistä *F. oxysporum* -sientä vastaan, mutta *F. proliferatum* -sientä vastaan valmisteilla ei havaittu olevan vaikutusta. Piikkiön kenttäkokeessa mustassa muovissa kasvaneet ja Prestop-käsittelyn saaneet sipulit tuottivat parhaimman kauppakelpoisen sadon, 3,5 kg/m², ja paperikatteen saaneet ja käsittelemättömät sipulit heikoimman sadon, 2,5 kg/m². Taimille ennen istutusta annettu Prestop- tai Mycostop-käsittely vähensi hieman tautisten sipuleiden osuutta pellolla ja varastoinnin aikana käsittelemättömiin sipuleihin verrattuna. Toisen Prestop- tai Mycostop-käsittelyn (3 viikkoa istutuksen jälkeen) saaneissa sipuleissa ei löytynyt yhtään tautista sipulia ennen sadonkorjuuta. Varastohävikit olivat yhtä suuria kaikissa katekäsittelyissä.

Mikkelin kenttäkokeessa tehtiin sipulin taimille viiden minuutin upotuskäsittely Prestop- tai Mycostop-liuokseen ennen istutusta. Kokemustemme mukaan emme suosittelle menetelmää, koska istutuksessa jotkut taimipaakut hajosivat, mikä aiheutti taimikuolemia, epätasaista kasvua ja alhaista satoa. Tautisuuserot käsiteltyjen ja käsittelemättömien sipuleiden välillä olivat vähäisiä kasvukauden aikana ja sadonkorjuussa. Sadon kuivatuksen jälkeen Mycostop-käsittelyn saaneissa sipuleissa oli vähiten tautisia sipuleita, mikä viittaa siihen, että käsittelyllä pystyttiin vähentämään maalevintäistä *Fusarium*-tartuntaa.

Istukasvertailukokeissa istukkaiden tautitarkastuksessa löytyi *Fusarium*-sieniä eniten luomutuotetussa Setton-istukkaassa, jossa sieniä oli noin 70 %:ssa tarkastetuista istukkaista. Kemiallisesti peitatus Setton-lajikkeen ja norjalaisen peittaamattoman Hytech-lajikkeen istukkaissa esiintyi *Fusarium*-sieniä vain muutamassa prosentissa tarkastetuista istukkaista.

Piikkiön ja Mikkelin koekentällä norjalaiset Motion- ja Hytech-keltasipulilajikkeet sekä hollantilainen Setton-lajike tuottivat korkeimman sadon, lukuun ottamatta luomutuotettua Setton-istukasta, joka antoi heikoimman sadon. Kasvukaudella tautisia sipuleita esiintyi vähän ja tautisuuserot olivat vähäisiä eri istukaserien välillä. Jokioisten kasvihuoneolosuhteissa kasvatetuissa sipuleissa tautisia sipuleita oli runsaasti, enimmillään 60 %. Piikkiössä tuotetun sadon varastohävikki oli kaikilla istukaserillä alhainen, 12–17 %. Mikkelin sadossa varastohävikki oli 21–41 %. Suurin varastohävikki oli Retanolajikkeella ja alhaisin Motion-lajikkeella. Erot Piikkiön ja Mikkelin satohävikissä selittynevät osittain erilaisilla kosteusolosuhteilla kasvukaudella.

Tilakokeissa istukkaat tuottivat noin kaksinkertaisen sadon taimista tuotettuun satoon verrattuna. Kasvu aika jäi liian lyhyeksi taimisipuleita käytettäessä, mikä oli yksi syy satoeroon. Taimista tuotettu sato oli keskimäärin terveempää kuin istukkaista tuotettu sato. Ensimmäisenä koevuonna varastoinnin lopussa maaliskuussa Setton-istukkaalla tuotetun sadon satohävikki oli yli 20 %, kun samoissa kasvuoloissa kasvaneiden Hylander-taimista tuotettujen sipuleiden satohävikki oli enimmillään 12 %. Sen sijaan Red Baron-lajikkeella taimista tuotettu sato säilyi varastossa huomattavasti paremmin kuin istukkaista tuotettu sato. Tähän voi olla syynä taimisipulilla käytetty paperikate, joka loi edulliset olosuhteet sienitautien lisääntymiselle. Taimisipulin satohävikki pitkässä varastoinnissa oli alhainen tilalla, jossa sipulia ei ole ollut viljelykierrossa. Pitkään sipulia viljelleen tilan varastoinnin aikainen satohävikki oli Hylander-taimisipulilla ja Motion-istukkaalla tuotetussa sadossa samaa suuruusluokkaa, kun taas Setton-istukkaalla tuotetun sadon säilyvyys oli huonoin.

Yksivuotisella viherlannoituksella voidaan tuottaa riittävästi typpeä maahan sipulin tarpeisiin. Suuretkaan erot eri viherlannoituskasvustojen kuiva-ainesadoissa ja massan mukana maahan muokatuissa typpimäärissä eivät johtaneet merkittäviin eroihin seuraavan vuoden sipulisadossa. Viherlannoituksen lisäksi ennen istutusta ARVO-lannoitteena annettu typpilisa (N 80 kg/ha) ei lisännyt merkittävästi satomäärää. Typen vapautuminen maasta kasvien käyttöön vaatii riittävää maan kosteutta. Maan riittävästä kosteudesta on huolehdittava sadetuksella, jos sadanta on vähäistä. Jotta maahan muokattun viherlannoituskasvuston ravinteet, erityisesti typpi, tulevat tarkkaan hyödynnetyksi, on maan muokkaus syytä tehdä syksyllä niin myöhään kuin mahdollista, jotta vältetään massan hajoaminen ja typen vapautumisen massasta jo syksyllä. Mikäli viherlannoituskasvusto lopetetaan jo varhain kasvukaudella, on lohkolle hyvä kylvää joku kerääjäkasvi.

Kumpanakin koevuonna taimista tuotetuissa sipuleissa esiintyi hyvin vähän sipuleita pilaavia tauteja. Eri viherlannoituskasveilla ei ollut merkittävää vaikutusta tautien määrään, enemmän vaikuttivat kasvukauden aikaiset sääolosuhteet. Sateisena kesänä 2017 pilaantuneissa sipuleissa oli hyvin runsaasti bakteerimätiä, kun taas lämpimänä kesänä 2018 valtaosan pilaantumisen aiheuttivat sienet.

Sipulin taimikasvatuksessa tuotantokustannus/taimi on noin 0,07 €. Sipulin tuontitaimien kustannus asettuu samaan hintaluokkaan. Usealla ulkomaisella taimituottajalla on jo hyvin saatavilla myös luo-

mutuotettuja taimia useista sipulilajikkeista. Taimien käyttö istukkaan sijaan lisää huomattavasti hehtaarikohtaista sipulin tuotantokustannusta. Lisäksi se aiheuttaa luomutuotannossa lisätyötä rikkakasvien torjunnassa, koska liekitys ei ole mahdollista niin kuin istukasta käytettäessä. Mallitilalaskelmien mukaan sipulin tuotanto istukkaista on kannattavampaa kuin taimien käyttö sekä tavanomaisessa että luomutuotannossa. Taimilla tuotetun sadon parempi laatu ja säilyvyys varastossa istukkaalla tuotettuun satoon verrattuna, erityisesti luomutuotannossa, voi puoltaa taimien käyttöä, mikäli sato-taso saadaan nostettua istukkaalla tuotetun sadon tasolle ja rikkakasvien torjunta hoidettua pääasiassa koneellisesti haraamalla.

Asiasanat: sipulit, *Allium cepa*, sipulilajikkeet, istukkaat, taimisipuli, viherlannoitus, biologinen torjunta, kasvitaudit, *Fusarium*, tuotantokustannus, kannattavuuslaskelmat

Abstract

Pirjo Kivijärvi¹⁾, Asko Hannukkala²⁾, Emmi Kuivainen³⁾ and Terhi Suojala-Ahlfors⁴⁾

¹⁾ Natural Resources Institute Finland (Luke), Lönnrotinkatu 7, FI-50100 Mikkeli, pirjo.kivijarvi@luke.fi

²⁾ Natural Resources Institute Finland (Luke), Tietotie 4, FI-31600 Jokioinen, asko.hannukkala@luke.fi

³⁾ University of Helsinki, Latokartanonkaari 5, FI-00014 University of Helsinki,
emmi.kuivainen@helsinki.fi

⁴⁾ Natural Resources Institute Finland (Luke), Itäinen Pitkätatu 4 A, FI-20520 Turku,
terhi.suojala-ahlfors@luke.fi

Nearly all onions sold in Finland are grown from onion sets produced in other countries. The sanitary quality of onion sets imported to Finland varies. According to our studies, onion sets can be severely infected by *Fusarium* fungi. This causes problems, particularly, in the production of organic onions where treatment of onion sets with chemical fungicides is not permitted. During summers when conditions are ideal for *Fusarium* fungus, yield losses can be significant, already in the field. During the storage the incidence and severity storage diseases gradually increase resulting in significant economic losses for the producer.

Due to the low sanitary quality of onion sets observed in a survey carried out 2016–18 the potential to replace onion sets with true seedlings as propagation material was studied. Main emphasize was to find cultivars suitable for Finnish growth conditions and long-term storage. Furthermore the impact of different ground cover membranes and green manures to the production capacity of onion seedlings was investigated.

The health of onions produced from seedlings was frequently assessed during the growth season and storage. Onion seedlings as propagation material are practically clean from fungal pathogens but they are vulnerable for *Fusarium* attacks and yield losses originating from contaminated soil. To protect onion seedlings from soil-borne infection the efficacy of biological fungicides against *Fusarium* basal rot was studied.

The economical profitability of production chain based on onions seedlings was compared to that of onion sets as propagation material. In addition to onion seedling studies the productivity and disease development of onion sets of different origin was studied in field trials.

These studies were conducted in experimental fields of the Natural Resources Institute Finland (Luke) in Mikkeli and Piikkiö, in Luke's greenhouse in Jokioinen and on organic onion farms. Biological fungicides were also tested in pot experiment in the University of Helsinki's greenhouse in Viikki.

In the variety trials of onion seedlings, yields remained low. The highest saleable yield totalled 30 tons per hectare. Reasons for low yields included delayed planting and competition caused by weeds. Onion seedlings require a longer growth period than onion sets, which is why they should be planted as early as possible. 'Hylander', a yellow onion variety, produced the highest crop yield. Of all the varieties tested, it was also the only one able to resist downy mildew (*Peronospora destructor*). During storage, 'Hylander' remained slightly healthier than other varieties and had the fewest onions infected by *Fusarium* fungi. The onion seeds were sown in pots and varying number of individual seeds per pot were germinated. The ideal number of seedlings per pot in order to produce evenly sized onions and high yield was three to four.

Pot experiments conducted in a greenhouse showed that Prestop and Mycostop fungicides had some effect against soil-borne *F. oxysporum* fungus, while they had no effect on *F. proliferatum*. In field experiments conducted in Piikkiö, onions grown in a black plastic mulch and treated with Prestop produced the highest saleable yields (3.5 kg per m²), whereas onions grown in a paper mulch without any treatment produced the lowest yields (2.5 kg per m²). A Prestop or Mycostop treatment before planting slightly reduced the proportion of infected onions in fields and during storage compared with untreated onions. No signs of diseases were seen in onions treated a second time with Prestop or Mycostop (three weeks after planting) before harvesting. Storage losses were equal in all soil cover treatments.

In field experiments conducted in Mikkeli, onion seedlings were soaked in a Prestop or Mycostop solution before planting. Soaking cannot be recommended because part of the seedling pots broke down due to soaking. This resulted in wilting of numerous seedlings, uneven crop stand and low yields. Differences in diseases were low between treated and untreated onions during the growth season and harvesting. After drying the yield, onions treated with Mycostop had the fewest infected individuals. This indicates that the treatment reduced the spreading of soil-borne *Fusarium* infections.

Among onion sets, the most *Fusarium* fungi were detected from organically produced Setton variety, from 70% of all examined sets. Among the chemically treated Setton variety and the untreated Hytech variety propagated in Norway, *Fusarium* fungi were only discovered from a few per cent of the examined sets.

In the field experiments in Piikkiö and Mikkeli, Motion and Hytech yellow onion varieties propagated in Norway and the Setton yellow onion variety exported from Holland produced the highest yields, apart from the organically produced Setton variety which resulted in a lower yield. During the growth season, only a few infected onions were detected and there were only minor differences in diseases between different onion set batches. Onions grown in greenhouse conditions in Jokioinen had a large number of infected individuals, up to 60% at most. Storage losses were low, 12–17%, among onions produced in Piikkiö. For onions grown in Mikkeli, storage losses were 21–41%. The Retano variety had the highest storage losses, while the Motion variety had the lowest. The differences between storage losses in Piikkiö and Mikkeli can partly be explained by different humidity conditions during the growth season.

In on-farm field trials, onion sets produced roughly two times higher yields compared with onion seedlings. The growth period was too short for onion seedlings, which partly explains these differences. However, yields produced from onion seedlings were healthier than those produced from onion sets. At the end of the storage period in March during the first test year, harvest losses were more than 20% among onions produced from Setton sets, whereas those among onions produced from Hylander seedlings grown in similar conditions were no higher than 12%. Instead, onions produced from Red Baron seedlings survived storage conditions worse than onions produced from sets. One reason for this may be the paper soil cover used with onion seedlings, as it provided favourable conditions for the spreading of fungal infections. Among onion seedlings, losses during long-term storage were low on a farm where onions were not previously used in crop rotation. On a farm where onions had been grown extensively, storage losses were roughly equal among onions produced from Hylander seedlings and Motion sets, while losses were higher among onions grown from Setton sets.

The use of annual green manure crops can produce sufficient amounts of nitrogen in the soil for onions. Any high differences in the dry matter yields or in nitrogen amounts of different green manure crops added to the soil through soil preparation did not cause any notable differences in the next

year's onion yield. In addition to the use of green manure, nitrogen added through the Arvo fertiliser before planting (N 80 kg per hectare) did not significantly increase yields. The mobilization of soil nitrogen requires a sufficient level of humidity in the soil. This needs to be ensured by means of irrigation if precipitation is low. In order to effectively use nutrients provided by green manure, nitrogen in particular, biomass should be turned into the soil as late as possible in the autumn so as to avoid biomass from breaking down and nitrogen from being released in the autumn. If the green manure biomass is tilled into the soil early during the growth season, it is useful to sow catch crop in to the field after green manure.

During both experiment years, very few infections that would contaminate onions were detected from onions grown from onion seedlings. Different green manure crops had no significant impact on the number of infections. Instead, weather conditions prevailing during the growth season had more impact. During the rainy summer of 2017, diseased onions showed many signs of bacterial contamination, whereas fungi caused the most contamination during the hot summer of 2018.

For onion seedlings, production costs per seedling are approximately EUR 0.07. Prices of imported onion seedlings are roughly similar. Many foreign seedling producers also have a broad range of organic seedlings for several onion varieties. The use of seedlings in place of onion sets significantly increases production costs per hectare. In addition, it causes additional work in organic production through weed control, as flame weeding is not possible unlike when using onion sets. According to model farm calculations, the production of onions from sets is more profitable than the use of seedlings, both in conventional and organic production. The higher quality and better storage life of onions produced from seedlings, particularly in organic production, may speak for the use of seedlings, provided that yields can be raised to match those of onions produced from onion sets and weeds can mainly be controlled mechanically.

Keywords: onions, *Allium cepa*, onion varieties, onion sets, onion seedlings, green manure, biological fungicides, plant diseases, *Fusarium*, production costs, profitability calculations

Sisällys

1. Johdanto	11
2. Koevuosien säätietoja	13
3. Taimisipulin lajikekokeet luomussa	15
3.1. Aineisto ja menetelmät.....	15
3.1.1. Kenttäkokeiden toteutus	15
3.1.2. Sadonkorjuu ja varastointi	16
3.1.3. Tautimääritykset	16
3.2. Tulokset.....	17
3.2.1. Lajikkeiden kasvu ja tuleentuminen.....	17
3.2.2. Satotulokset	19
3.2.3. Tautitulokset kasvukaudella, sadonkorjuussa ja varastoinnissa	20
3.2.4. Tulosten tarkastelu ja johtopäätökset	21
4. Biologiset torjuntavalmisteet taimisipulilla	23
4.1. Kasvihuonekokeet.....	23
4.1.1. Aineisto ja menetelmät.....	23
4.1.2. Tulokset.....	25
4.1.3. Tulosten tarkastelu ja johtopäätökset	27
4.2. Kenttäkoe Piikkiössä	28
4.2.1. Aineisto ja menetelmät.....	28
4.2.2. Tulokset.....	29
4.2.3. Tulosten tarkastelu ja johtopäätökset	33
4.3. Kenttäkoe Mikkelissä	34
4.3.1. Aineisto ja menetelmät.....	34
4.3.2. Tautimääritykset	35
4.3.3. Tulokset.....	36
4.3.4. Tulosten tarkastelu ja johtopäätökset	37
5. Taimisipulin ja istukkaiden vertailut kasvihuone-, kenttä- ja tilakokeissa	39
5.1. Kenttä- ja kasvihuonekokeet	39
5.1.1. Aineisto ja menetelmät.....	39
5.1.2. Tulokset.....	42
5.1.3. Tulosten tarkastelu ja johtopäätökset	47
5.2. Tilakokeet luomusipulitiloilla	48
5.2.1. Aineisto ja menetelmät.....	48
5.2.2. Satotulokset	48
5.2.3. Tautitulokset	51
5.2.4. Tulosten tarkastelu ja johtopäätökset	54

6. Viherlannoituksen jälkivaikutus sipulin kasvuun luomussa	56
6.1. Aineisto ja menetelmät.....	56
6.1.1. Viherlannoituskasvustot	56
6.1.2. Sipulikasvustot	56
6.2. Tulokset.....	57
6.2.1. Viherlannoituskasvustojen massan tuotto ja maan mineraalityppi.....	57
6.2.2. Sipulin satotulokset.....	58
6.2.3. Sipulisadon typen otto	60
6.2.4. Sipulin tautikartoituksen tulokset kasvukaudella, sadonkorjuussa ja varastoinnissa	61
6.3. Tulosten tarkastelu ja johtopäätökset	64
7. Taimisipulin ja istukassipulin tuotantokustannus- ja kannattavuuslaskelmat.....	65
7.1. Taustatiedot.....	65
7.2. Sipulin taimikasvatuksen tuotantokustannukset.....	67
7.3. Taimista tai istukkaista tuotetun sipulin kannattavuuslaskelmat.....	68
8. Johtopäätökset ja suositukset.....	71

1. Johdanto

Pirjo Kivijärvi, Asko Hannukkala, Emmi Kuivainen ja Terhi Suojala-Ahlfors

Avomaavihanneksista sipulia viljellään maassamme kolmanneksi eniten tarhaherneen ja porkkanan jälkeen. Vuonna 2018 sipulinviljelyala oli 1 254 ha (SVT: Luonnonvarakeskus, Puutarhatilastot). Sipulilla sipulinnäivetettä aiheuttavista useista *Fusarium*-sienilajeista on tullut viime vuosina sipulin pahin taudinaiheuttajaryhmä harmaahomeen (*Botrytis allii*) rinnalle. *Fusarium*-sienet aiheuttavat ajoittain niin tavanomaisilla kuin luomusipulitiloilla suuria satotappioita jo pellolla, ja pilaantuminen jatkuu varastoissa. Viime vuosina *Fusariumin* aiheuttamat sadonmenetykset ovat olleet merkittäviä. Erityisen hankala tilanne on luomusipulin tuotannossa, jossa istukkaiden kemiallinen peittäus on kiellettyä. Luomusipulitiloilla tehtyjen haastattelujen mukaan varastohävikki vaihteli 10–60 % välillä (Livonen ym. 2014). Myös kuluttajan kannalta varastotaudit ovat ongelmallisia, sillä kaupan hyllylle päätyy silmämääräisesti terveitä sipuleita, joiden pilaantuminen etenee nopeasti ja asiakkaan kokema laatu on heikko.

Suomalainen ruokasipuli viljellään pääasiassa Keski-Euroopassa tuotetuista istukassipuleista, sillä kotimaista lisäysmateriaalia ei ole saatavilla. Aiemmissa ja käynnissä olevissa Luonnonvarakeskuksen (Luke) vihanneshankkeissa on tutkittu Suomeen tuodun istukasmateriaalin *Fusarium*-saastunutta. Luken laboratoriossa tehdyissä tutkimuksissa havaittiin, että suurin osa istukkaiden *Fusarium*-tartunnasta oli niin sanottua piilotartuntaa, jota ei pysty silmämääräisellä arvioinnilla havaitsemaan (Hannukkala ym. 2014). Silmämääräisesti terveiksi luokitelluista istukkaista on löytynyt usein huomattavasti enemmän *Fusarium*-sieniä kuin vioittuneiksi luokitelluista. Pahimmillaan tutkitun näytteen istukkaista lähes 90 % on ollut *Fusarium*-tartunnan saaneita. Tyypillisesti peittaamattomista istukkaista 20–50 % oli eri *Fusarium*-lajien tartuttamia, mutta huonolaatuisimmissa erissä yli 90 % oli sipulille haitallisiksi todettujen *Fusarium*-lajien saastuttamia. Puhtaaksi väitetyistä ja kemiallisesti peitatuista istukkaistakin löytyi *Fusarium*-lajeja runsaasta 5–30 %:sta. Kemiallisilla peittäuskäsittelyillä voidaan parantaa istukkaiden terveydentilaa, mutta täydellistä tehoa nykyisillä peittäusaineilla ei saada. Luomutuotannossa hyväksytyillä biologisilla torjuntavalmisteilla ei ole riittävää tehoa *Fusarium*-sieniin, jos niitä esiintyy runsaasti lisäysmateriaalissa (Kuivainen & Livonen 2015).

Yksi vaihtoehto saastuneen istukkaan aiheuttamaan tautiongelman hallintaan voisi olla sipulin taimien käyttö istukkaiden sijaan. Taimisipulimenetelmää on kehitetty Suomessa jo aiemmissa tutkimushankkeissa (mm. Pessala 1990, Kallela ja Pessala 1999), joissa on todettu taimikasvatetun sipulin tuottavan suuren ja terveen sadon, joka myös säilyy hyvin. Menetelmä ei ole kuitenkaan tullut maassamme laajempaan käyttöön, koska aiemmin istukkaan käyttöön ei ole liittynyt viime vuosien kaltaista *Fusarium*-ongelmaa.

Useissa Pohjoismaissa sipulin tuotanto taimista on korvannut suoran kylvön ja istukassipulin käytön. Tanskassa suurimmat sipulintuottajat käyttävät pääasiassa taimisipulia, koska viljelykokeiden perusteella taimisipulin sato on suurempi ja varastokestävyys parempi kuin istukassipulilla. Taimisipulin käyttöä puoltaa myös se, että viljelykokemusten mukaan sipulinnaattihome (*Peronospora destructor*) ei leviä taimista tuotettuun kasvustoon yhtä helposti kuin istukkaista viljeltyyn kasvustoon. Sipulinnaattihome on yleisesti esiintyvä, paikoin erittäin haitallinen tauti, jonka leviämistä tavanomaisilla sipulitiloilla ehkäistään torjunta-aineruiskutuksin. Luomutuotannossa ei ole käytössä torjuntavalmisteita sipulin naattihometta vastaan.

Taimisipulin käyttö sipulintuotannossa perustuu taudinaiheuttajista puhtaan siemenmateriaalin hyödyntämiseen. Aiemmin toteuttamamme lajikekokeen taimikasvatuksessa käytetyistä siemenistä löytyi vain hyvin vähän tai ei ollenkaan *Fusarium oxysporum* -sientä.

Siirtyminen istukkaiden käytöstä taimiin ei ole ongelmattonta, koska se vaatii uutta koneistoa ja viljelytekniikkaa, luomutuotannossa erityisesti rikkakasvien torjuntaan. Maassamme ei ole sipulintaimien tuottajia, ja harvalla sipulitilalla on käytettävissä taimikasvatustiloja, joten joudutaan turvautumaan tuontitaimiin.

Tutkimuksiin ja viljelykokeisiin ryhdyttiin oletuksella, että taimisipulin avulla on mahdollisuus tuottaa terveempiä satoja ja sitä kautta pienentää syntyvää hävikkiä sekä parantaa tuotannon kannattavuutta, erityisesti luomusipulin tuotannossa. Tähän raporttiin on koottu istukas- ja taimisipulilla vuosina 2016–2018 tehtyjen viljelykokeiden tulokset ja kokemukset. Kokeet toteutettiin useissa hankkeissa: Ratkaisuja kotimaisen sipulin tautiongelmaan (RATKO), Taimisipulin käytön mahdollisuudet sipulin-tuotannossa ja Resurssitehokas vihannestuotanto (REVI). Rahoittajina näissä hankkeissa olivat MMM/Makera, Maiju ja Yrjö Rikalan puutarhasäätiö, ELY-keskukset ja Verdera Oy.

Viitteet

- Hannukkala, A., Kivijärvi, P., Mykrä, E. & Haapalainen, M. 2014. *Fusarium*-sienet vakava ongelma sipulintuotannossa. Puutarha & kauppa. 20/2014, 10–11.
- Iivonen, S., Koivisto, A., Mikkola, M., Väisänen, H.-M., Tuomisto, J., Kivijärvi, P. & Mattila, T. 2014. Luomukasvistuotannon kannattavuus ja tarjontaketjujen toimivuus Suomessa (Abstract: The profitable production and supply chain of Finnish organic vegetables. Raportteja 125. Helsingin yliopisto, Ruralia instituutti. Mikkeli. 62 s. Saatavissa: <http://www.helsinki.fi/ruralia/julkaisut/pdf/Raportteja125.pdf>
- Kallela, M. & Pessala, R. 1999. Kannattaako sipuli viljellä taimista? Koetoiminta ja käytäntö -lehden juttu 56: 8.
- Kuivainen, E. & Iivonen, S. 2015. Biologiset torjuntamenetelmät luomusipulin ja -perunan tautitorjunnassa. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 42/2015. 56 s. Saatavissa: <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-326-059-7>
- Pessala, R. 1990. Effects of plant raising methods and varieties on the yield of transplanted onion. Acta Horticulturae 267: 247-252.

2. Koevuosien säätietoja

Pirjo Kivijärvi ja Terhi Suojala-Ahlfors

Mikkelissä kasvukausi 2016 oli tavanomaista lämpimämpi. Tehoisan lämpötilan summan kokonaiskertymä kasvukaudella oli 1 412 °Cvrk, kun lämpösumman pitkäaikainen vertailuarvo vuosilta 1981–2010 on 1 256 °Cvrk. Vuoden 2017 kasvukausi oli viileä. Tehoisan lämpötilan summan kertymä oli Mikkelissä pitkäaikaista keskiarvoa huomattavasti alhaisempi, 1 114 °Cvrk. Vuoden 2018 kasvukausi oli erittäin lämmin. Tehoisan lämpötilan summan kertymä oli 1 632 °Cvrk (Taulukko 1).

Mikkelissä vuonna 2016 touko-syyskuun sadanta oli pitkäaikaista keskiarvoa alhaisempi kaikkina muina kuukausina paitsi heinäkuussa, jolloin sadanta oli kaksinkertainen pitkäaikaiseen heinäkuun sadantaan verrattuna. Vuonna 2017 touko- ja heinäkuu olivat vähäsateisempia, elokuussa satoi selkeästi pitkäaikaista keskiarvoa enemmän. Vuoden 2018 kasvukauden sadanta oli huomattavasti vähäisempää pitkäaikaiseen keskiarvoon verrattuna (Taulukko 1).

Piikkiössä vuoden 2016 kevät ja alkukesä olivat keskimääräistä lämpimämmät, mutta heinäkuusta alkaen lämpötila oli keskimääräistä tasoa. Tehoisan lämpötilan summan kertymä kasvukaudella oli 1 458 °Cvrk, eli hieman vertailukauden 1981–2010 keskiarvoa (1 411 °Cvrk) korkeampi. Sen sijaan vuonna 2017 keskilämpötilat olivat tavanomaista alhaisemmat syksyyn asti (Taulukko 1), ja tehoisaa lämpösummaa kertyi vain 1 264 °Cvrk.

Sadanta oli kesällä 2016 Piikkiössä pitkäaikaisen keskiarvon tasolla touko-kesäkuussa, mutta heinäkuussa sademäärä jäi vähäiseksi. Vuonna 2017 touko- ja heinäkuu olivat erityisen vähäsateisia. Molempina vuosina runsaimmat sateet ajoittuivat elokuulle (Taulukko 1).

Taulukko 1. Koevuosien 2016–2018 touko-syyskuun sadannat ja keskilämpötilat sekä näiden pitkäaikaiset keskiarvot vuosina 1981–2010 koepaikoilla Mikkeliissä ja Piikkiössä. Lähde: Ilmatieteen laitos.

Kuukausi	Vuosi	Kuukauden sadesumma (mm)		Kuukauden keskilämpötila (degC)	
		Mikkeli	Piikkiö	Mikkeli	Piikkiö
Touko	2016	8	36	12,8	12,4
	2017	15	17	7,8	8,9
	2018	24	-	13,7	-
	1981–2010	40	37	9,5	9,8
Kesä	2016	61	57	15	15
	2017	76	63	12,6	13,4
	2018	42	-	14,5	-
	1981–2010	67	55	14	14,3
Heinä	2016	163	43	16,9	17,3
	2017	61	23	14,9	15,7
	2018	45	-	19,5	-
	1981–2010	76	79	16,8	17,2
Elo	2016	79	91	14,9	15,7
	2017	115	96	14,6	15,5
	2018	65	-	17	-
	1981–2010	77	80	14,4	15,8
Syys	2016	38	21	10,6	12,2
	2017	56	41	9,5	11,6
	2018	76	-	11,3	-
	1981–2010	54	59	9,2	10,9

3. Taimisipulin lajikekokeet luomussa

Pirjo Kivijärvi, Asko Hannukkala ja Terhi Suojala-Ahlfors

Lajikekokeiden tavoitteena oli löytää kasvuoloihimme ja taimikasvatukseen soveltuvia varastosipulilajikkeita, saada tietoa eri lajikkeiden sadontuotosta ja sadon laadusta sekä selvittää eri lajikkeiden varastosäilyvyyttä.

3.1. Aineisto ja menetelmät

3.1.1. Kenttäkokeiden toteutus

Kesällä 2016 toteutettiin Luke Mikkelin koekentällä taimisipulin lajikekoe, jossa oli mukana kuusi varastosipulilajiketta: keltasipulit Hybing, Hybound, Hylander, Hytech ja punasipulit Red Baron ja Retano. Kokeen siemenet olivat Retano-lajiketta lukuun ottamatta luomutuotettuja. Taimet kasvatettiin luomumenetelmin, ja koe toteutettiin luomuna. Siemenet kylvettiin 11.4. käsin Plantek 256 -kennoihin, 4 siementä/potti. Kasvualaustana oli Novarbon valmistama kasvualustaseos. Taimille aloitettiin lyhyen päivän käsittely heti itämisen jälkeen peittämällä kennot mustalla muovilla. Käsittely oli 13 tuntia. Taimikasvatuslämpötila oli 18 astetta päivällä ja 10 astetta yöllä. Taimia lannoitettiin Aino 5-0-0-kastelulannoitteella (liuosväkevyys 0,4–0,6 %). Taimikasvatusaika oli viisi viikkoa (11.4.–16.5.). Ennen istutusta taimia karaistiin ulkona muutama päivä (Kuva 1).

Kesällä 2017 Luke Mikkelin koekentällä oli testauksessa neljä pitkään varastointiin soveltuvaa keltasipulilajiketta, Hybound, Hylander, Hytech ja Summit sekä punasipulilajike Red Baron. Luomutaimet ostettiin Ruotsista (Åhus Grönt, www.ahusgront.se) ja kuljetettiin Suomeen kylmäkuljetuksella. Taimet olivat 4 x 4 x 5 cm:n puristepaakkutaimia, joihin oli kylvetty 6–7 siementä/potti. Taimikasvatusaika oli neljä viikkoa (3.–29.5.). Taimille ei ollut annettu lyhyen päivän käsittelyä (Kuva 1).



Kuva 1. Vasemmalla Plantek 256-kennoissa kasvatettuja sipulin luomutaimia, oikealla Ruotsissa tuotettuja luomusipulin 4 x 4 x 5 cm puristepaakkutaimia.

Vuonna 2016 koealue oli runsasmultaista karkeaa hietaa ja vuonna 2017 runsasmultaista hietamooreenia. Koealueet lannoitettiin ennen istutusta Arvo-lannoitteella (NPK 4-1-2). Vuonna 2016 lannoituksessa levitettiin peltoon tyypeä 80, fosforia 20, kaliumia 40 kg/ha ja vuonna 2017 tyypeä 100, fosforia 25 ja kaliumia 50 kg/ha. Ensimmäisenä koevuonna taimet (potissa 3–4 tainta) istutettiin käsin 19. toukokuuta taimivälillä 15 cm ja rivivälillä 35 cm. Toisena vuonna taimet (potissa keskimäärin 4 tainta) istutettiin 5. kesäkuuta taimivälillä 20 cm ja rivivälillä 35 cm. Yhdessä koeruudussa oli neljä

riviä. Näillä istutustiheyksillä taimipottimäärä oli 152 000 kpl/ha vuonna 2016 ja seuraavana vuonna 114 000 kpl/ha, jolloin hehtaarille saatiin suurin piirtein sama yksilömäärä kuin istukkaita käytettäessä. Heti istutuksen jälkeen koealue kasteltiin ja huolehdittiin, että taimet eivät pääse kuivumaan. Kasvukaudella koekenttiä sadetettiin tarvittaessa. Rikkakasvit torjuttiin käsin haraamalla ja kitkemällä.

Vuonna 2017 jokaisessa koeruudussa osalle taimista annettiin biostimulanttivalmisteita: Codamin MicroRadicular 10 l/ha/ruiskutuskerta viikoilla 2 ja 4 istutuksesta, e-Codargon 10 l/ha/ruiskutuskerta ja e-Dalgin 5 l/ha/ruiskutuskerta viikoilla 3, 6, 8 ja 11 istutuksesta. Luomuhyväksytyt aineet ruiskutettiin maahan taimien tyvelle.

Tautihavaintojen teko kasvustosta aloitettiin, kun sipulinmuodostus alkoi. Tautiset sipulit kerättiin pellolta ja lähetettiin tautitarkastuksiin Luken kasvinsuojeluun. Tuleentumishavainnot aloitettiin, kun havaittiin ensimmäiset tuleentuneet yksilöt kasvustossa ja jatkettiin sadon korjukseen saakka.

Molemmissa kenttäkokeissa koeasetelma oli satunnaistettujen lohkojen koe neljällä toistolla. Vuonna 2016 yhden koeruudun koko oli 1,75 m x 3,6 m ja seuraavana vuonna 1,75 m x 5,0 m.

3.1.2. Sadonkorjuu ja varastointi

Molempina koevuosina koeruutujen sato korjattiin koko penkin leveydeltä metrin matkalta siten, että ruudun alkuun jätettiin suoja-alue. Sipulit nostettiin naatteineen. Sadonkorjuupäivät olivat 13.9.2016 ja 19.9.2017. Nostovaiheessa eroteltiin tautiset ja muuten vialliset sipulit terveistä. Terveet, tautiset ja muuten vialliset sipulit punnittiin naatteineen. Terveet pakattiin sipulisäkkeihin kuivatusta varten. Tautisista yksilöistä leikattiin naatit, ja ne toimitettiin Jokoisten kasvinsuojeluun tautimäärityksiin.

Kuivauksen jälkeen sipulit kaupakunnostettiin käsin poistamalla irtoavat kuoret, naatit ja juuret. Vuonna 2016 kaupakunnostuksen jälkeen terveiden sipuleiden lukumäärä laskettiin ja sipulit punnittiin ja pakattiin takaisin säkkeihin varastointikoetta varten, joka tehtiin Luke Piikkiössä. Tautisten sipuleiden lukumäärä laskettiin ja sipulit punnittiin ja toimitettiin tautimäärityksiin. Vuonna 2017 terveet sipulit lajiteltiin kokoluokkiin:

- < 40 mm
- 40–60 mm
- 60–70 mm
- > 70 mm.

Eri kokoluokkien sipuleiden lukumäärä laskettiin ja punnittiin. Punnituksen jälkeen kokoluokat yhdistettiin, ja sipulit pakattiin säkkeihin varastointikoetta varten. Sipulit lajiteltiin terveisiin ja tautisiin kolme kertaa varastoinnin aikana; marras-joulukuussa, tammi-helmikuussa ja maaliskuun lopulla. Eri lajitteluluokkien sipulit laskettiin ja punnittiin ja tautiset sipulit lähetettiin tautimäärityksiin Luken kasvinsuojeluun.

3.1.3. Tautimääritykset

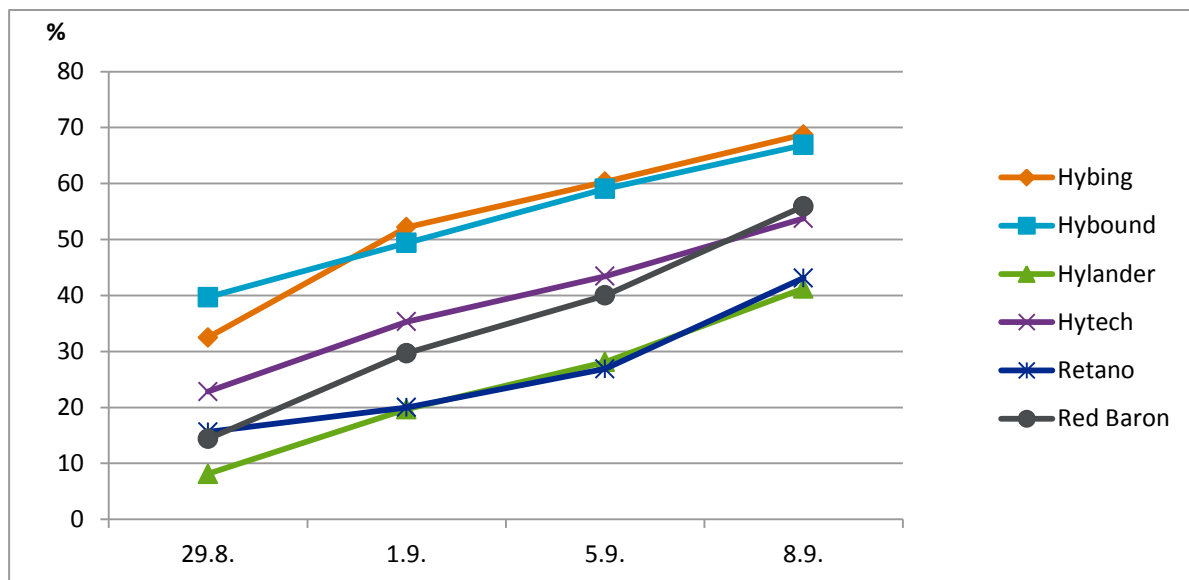
Taudinaiheuttajien tunnistamiseksi vaurioituneet sipulit halkaistiin ja niistä leikattiin pieni pala (noin 0,5 x 0,5 x 0,5 cm) vioittuneen ja terveen solukon rajapinnasta. Näytepalat pintasteriloitiin upottamalla ne etanoliin (70 %) 1 minuutin ajaksi. Sen jälkeen palat huuhdeltiin kaksi kertaa steriloidussa deionisoidussa vedessä. Paloja annettiin kuivahtaa noin 30 minuuttia steriiliin käsipyyhkeen päällä, jonka jälkeen ne siirrostettiin Petri-maljoille sienieristystä varten kehitetylle PCNB-agar-ravintoalustalle. Näytemaljoja inkuboitiin huoneenlämmössä (noin 20 °C) pimeässä tilassa 5–7 vrk, minkä jälkeen näytepaloista agarille kasvaneista sienipesäkkeistä siirrostettiin siirrostuspiikin avulla

rihmaston kärkialuetta PDA-alustalle (perunadekstroosiagar). PDA:lle siirrostettuja sieniä kasvatettiin noin 3–4 viikkoa 20 °C:een lämpötilassa suoralta valolta suojatussa kasvatustilassa. Sienet tunnistettiin viljelmän ulkonäön ja mikroskooppisten rakenteiden perusteella.

3.2. Tulokset

3.2.1. Lajikkeiden kasvu ja tuleentuminen

Vuonna 2016 taimet lähtivät peltoon istutuksen jälkeen hyvin kasvuun, mutta kesäkuussa kaikkien taimien kasvu pysähtyi noin kolmeksi viikoksi. Kasvun pysähtymisen syystä ei ole tietoa. Sama ilmiö oli myös tilakokeissa kasvaneilla taimilla. Kasvun pysähdyksen jälkeen kasvuun tuli vauhtia, eikä eri lajikkeiden kasvukehityksessä ja naatin koossa ollut suuria eroja. Kaikkien lajikkeiden naatisto säilyi hyvin terveenä tuleentumiseen saakka. Lajikkeet tuleentuivat hieman eri tahtiin. Tuleentuminen eteni nopeimmin aikaisilla Hybing- ja Hybound-lajikkeilla (Kuva 2). Kasvuaika istutuksesta sadonkorjuuseen oli 117 päivää.

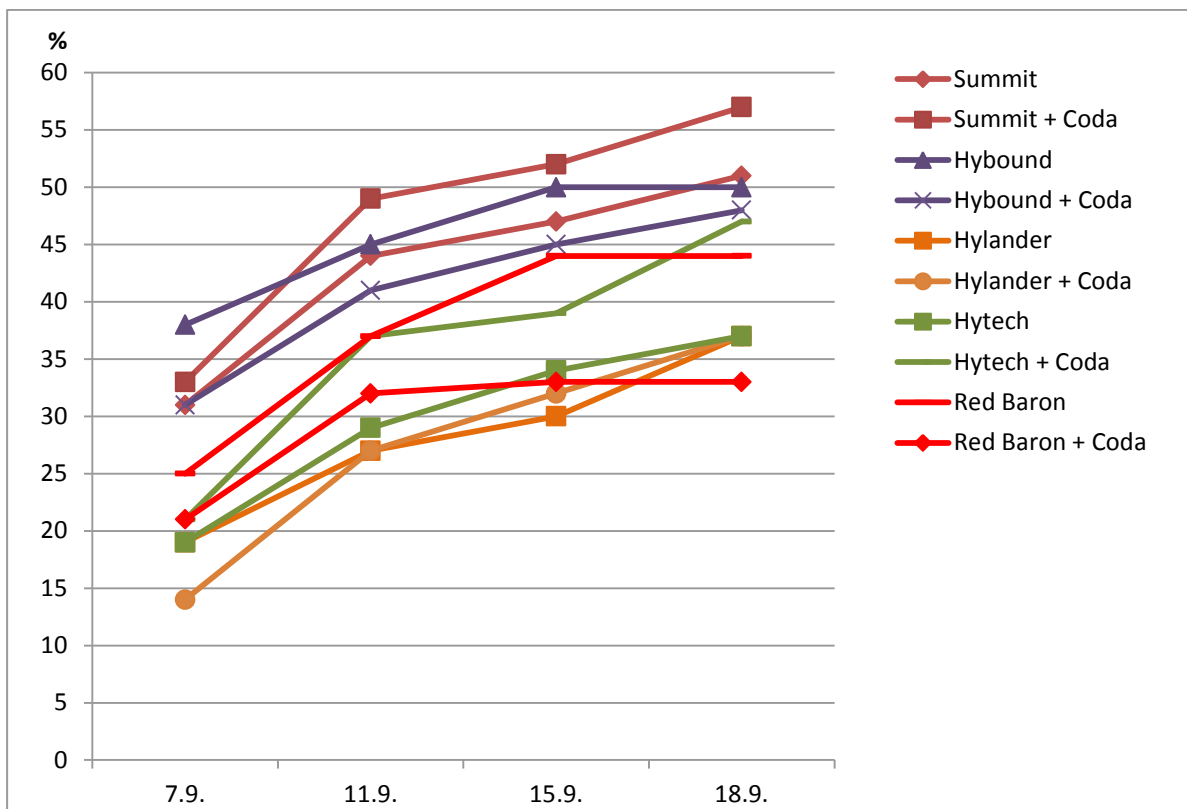


Kuva 2. Eri sipulilajikkeiden tuleentuneiden yksilöiden osuus eri havaintokerroilla kasvukaudella 2016 Mikkelisä.

Kasvukaudella 2017 taimet lähtivät istutuksen jälkeen hyvin kasvuun, eikä kasvussa tapahtunut edellisen vuoden tapaan pysähdystä. Voimakkain naatiston kasvu oli Hylander-lajikkeella ja heikoin Hytech-lajikkeella. Summit-lajikkeen yksilöiden keskimääräinen lukumäärä taimipotissa oli kuusi, kun muilla lajikkeilla se oli neljä. Rungas yksilömäärä taimipotissa johti siihen, että Summit-lajikkeen sipuleiden koko jäi pieneksi (Kuva 3). Kaikkien lajikkeiden tuleentuminen oli hidasta (Kuva 4) ja naattihome iski ennen sadonkorjuuta kaikkiin muihin lajikkeisiin paitsi Hylander-lajikkeeseen, joka on naattihomeen kestävä. Kasvuaika istutuksesta sadonkorjuuseen oli 106 päivää.



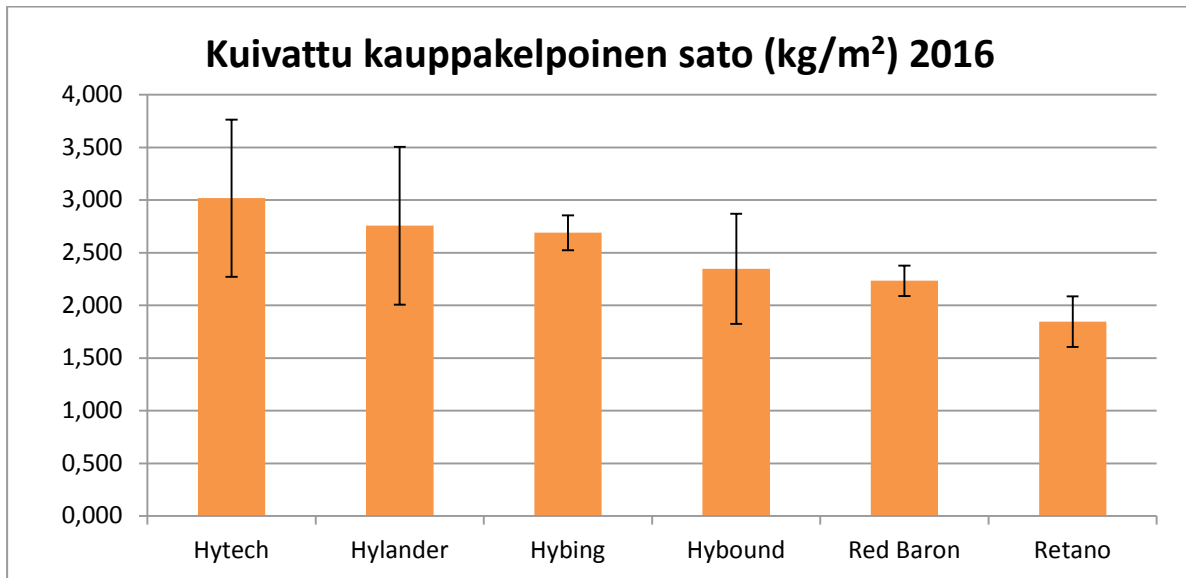
Kuva 3. Summit-lajikkeella yksilöiden määrä potissa oli suuri.



Kuva 4. Eri sipulilajikkeiden tuleentuneiden yksilöiden osuus eri havaintokerroilla kasvukaudella 2017 Mikkelissä.

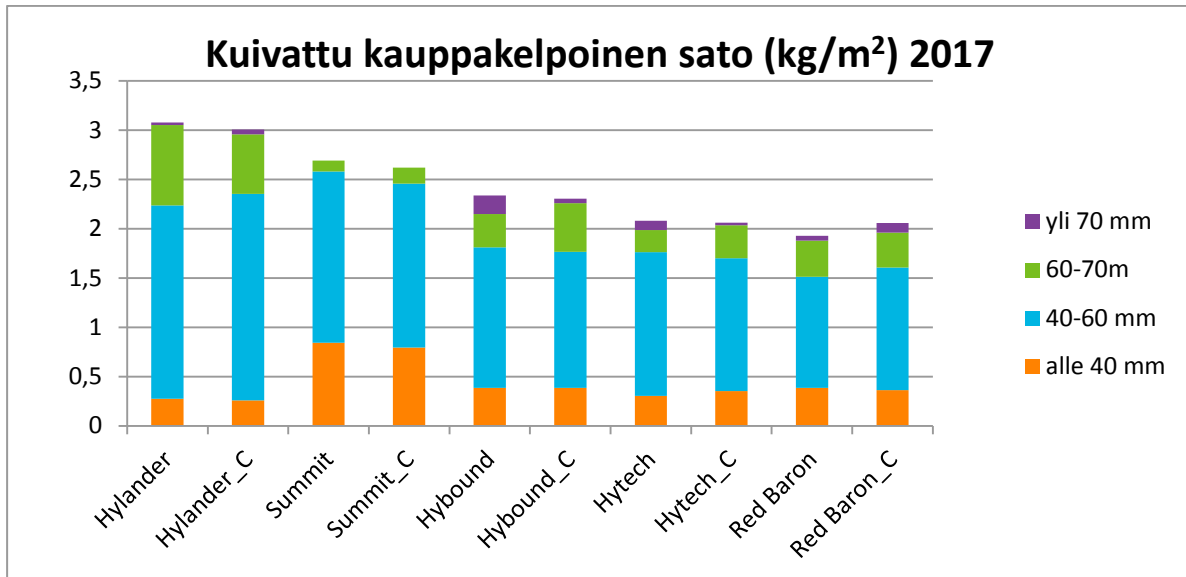
3.2.2. Satotulokset

Vuonna 2016 kauppakelpoinen sato oli vaihdellen lajikkeesta riippuen 1,8–3,0 kg/m² (Kuva 5). Lajikkeiden väliset satoerot eivät ole tilastollisesti merkitseviä. Neliösadon laskennassa on otettu huomioon raideväli, joten tulokset ovat suoraan muutettavissa hehtaarisadoiksi. Sipulin keskikoko vaihteli lajikkeittain 40–55 gramman välillä. Parhaimman sadon tuottivat Hytech, Hybing ja Hylander. Näiden sipulit olivat myös keskikooltaan suurimpia, 53–55 grammaa. Heikoimman sadon tuotti punasipuli Retano, ja sen sipulit olivat myös keskikooltaan pienimpiä.



Kuva 5. Taimisipulista kasvatettujen sipulilajikkeiden kuivatun kauppakelpoisen sadon määrä (kg/m²) vuonna 2016 Mikkelissä. Janat kuvaavat sadon keskihajontaa.

Vuonna 2017 parhaimman kauppakelpoisen sadon tuotti Hylander ja heikoimman Red Baron. Tilastollisesti merkitsevä ($p=0,033$) satoero oli Hylanderin ja Red Baronin välillä. Biostimulanttikäsittelyillä saatiin pieni sadonlisäys vain Red Baron-lajikkeella, mutta lajikkeiden satoerot eivät olleet tilastollisesti merkitseviä. Hylander-lajikkeen sadossa yli 40 mm läpimitaltaan olevien sipuleiden osuus oli 91 %, Summit-lajikkeen sadossa vain 70 %. Muilla lajikkeilla tuo osuus oli vaihdellen 80–85 %. Biostimulanttikäsittelyt lisäsivät Hytech- ja Red Baron-lajikkeilla läpimitaltaan yli 40 mm sipuleiden osuutta sadossa 2 prosenttiyksikköä käsittelemättömiin verrattuna. Muilla lajikkeilla käsittelyllä ei ollut vaikutusta (Kuva 6).



Kuva 6. Sipulilajikkeiden taimista tuotetun kuivattun kauppakelpoisen sadon määrä (kg/m²) biostimulanttikäsittelyssä (C) tai ilman ja sadon jakautuminen eri kokoluokkiin vuonna 2017 Mikkeliässä.

3.2.3. Tautitulokset kasvukaudella, sadonkorjuussa ja varastoinnissa

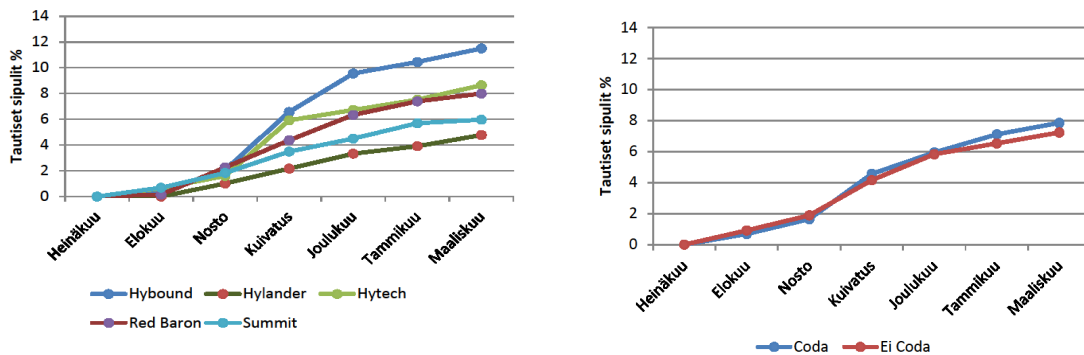
Vuonna 2016 jokaisen lajikkeen sato oli erittäin tervettä. Nostovaiheessa löytyi vain yksittäisiä tautisia sipuleita. Sadon kuivauksen jälkeen sipuleita säilytettiin noin 20 asteen huonelämpötilassa. Kolmen kuukauden säilytyksen jälkeen sadon kauppakelpoisuus oli kaikilla lajikkeilla yli 91 %. Tautisia sipuleita oli vain 0–4 % ja muuten viallisia 3–7 %. Vaikka tautisia sipuleita oli kaikkiaan hyvin vähän, niiden osuus Hytech-lajikkeessa oli selvästi suurempi kuin muissa tutkituissa lajikkeissa.

Tautisista sipuleista noin 70 % oli *Fusarium*-sienten (*F. oxysporum* 40 %, *F. proliferatum* 10 % ja muut lajit 20 %) ja 10 % harmaahomeen voittamia. Noin 20 %:ssa tautisista sipuleista ei löytynyt sienipatoogeneja.

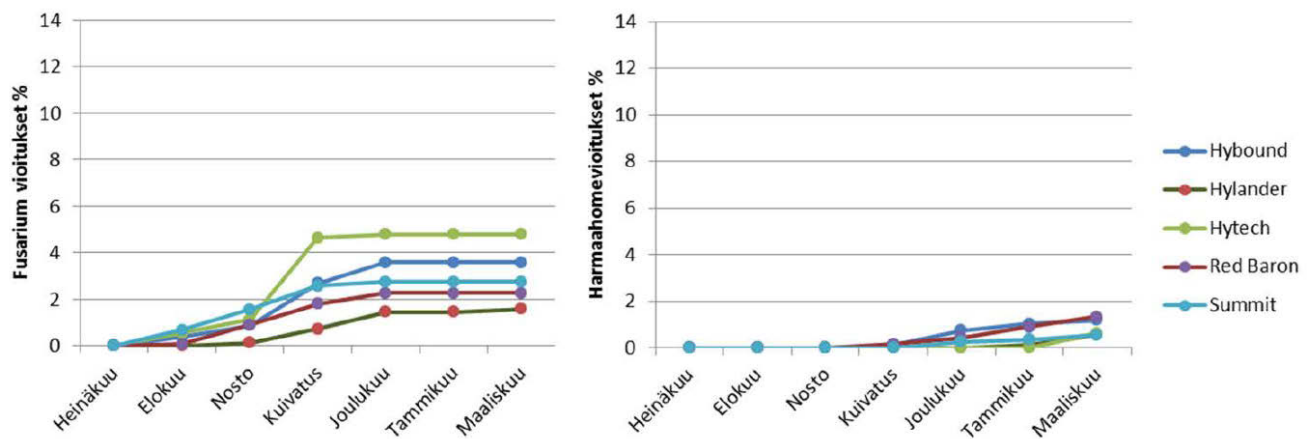
Myös kesällä 2017 kaikkien lajikkeen sato pysyi kasvukauden ajan terveenä ja nostovaiheessa tautisia sipuleita oli 1–2 %. Kuivatuksen ja varastoinnin aikana tautisten sipuleiden osuus lisääntyi hitaasti ja maaliskuuhun mennessä 4–12 % sipuleista oli sairastunut. Lajikkeiden väliset erot tautien lisääntymisessä varastoinnin aikana olivat melko pieniä. Maaliskuuhun mennessä vähiten sairaita sipuleita (alle 6 %) oli Summit- ja Hylander-lajikkeissa ja eniten (12 %) Hybound-lajikkeessa. Coda-käsittelyillä ei ollut vaikutusta tautien kehittymiseen kasvukaudella tai varastoinnin aikana (Kuva 7).

Fusarium-sienten voittamien sipuleiden osuus oli kaikissa lajikkeissa alle 5 %. *Fusarium*-violetukset lisääntyivät erityisesti kuivatuksen aikana, mutta varastossa tauti ei enää lisääntynyt. Vioittuneissa sipuleissa oli eniten *F. oxysporum*-lajia, mutta niistä löytyi myös *F. proliferatum*-lajia. Joulukuun varastotarkastuksesta alkaen sipuleissa alkoi esiintyä myös harmaahometta, mutta harmaahomeenkin pilaamien sipuleiden osuus oli kokonaisuudessaan vain alle 2 %. Lajikkeiden väliset erot eri taudinaiheuttajien esiintymisessä olivat pieniä. *Fusarium*-sienten voittamia sipuleita oli vähiten (1,5 %) Hylander-lajikkeessa ja eniten (5 %) Hytech-lajikkeessa (Kuva 8).

Yli puolet tautisiksi luokitelluista sipuleista oli sellaisia, joista ei saatu käytetyllä menetelmällä esiin *Fusarium*-tauteja eikä harmaahometta. Silmävaraisen arvion perusteella nämä olivat enimmäkseen bakteeritautien voittamia. Arvioitua bakteerivioitusta oli erityisen runsaasti Hybound-lajikkeessa.



Kuva 7. Tautisten sipuleiden määrän lisääntyminen sadossa kasvukaudella ja varastossa keskimäärin eri lajikkeilla ja Coda-käsitellyissä sipuleissa verrattuna käsittelemättömiin vuonna 2017 Mikkelissä.



Kuva 8. *Fusarium*-lajien ja harmaahomeen vioittamien sipuleiden määrän kehitys kasvukaudella ja varastossa eri lajikkeilla vuonna 2017 Mikkelissä.

3.2.4. Tulosten tarkastelu ja johtopäätökset

Molemmat koekesät olivat luomusipulin tuotannossa hyvin haasteellisia rikkakasvien ja sääolosuhteiden osalta. Erityisesti vuonna 2016 yksivuotisia rikkakasveja taimettui koko kesän, ja rikkakasvien aiheuttama kilpailu oli kova. Taimisipulikasvustoissa hennot taimet eivät kestä rikkakasvien torjuntaa liekittämällä, joten rikkakasvit on torjuttava mekaanisesti traktorikäyttöisillä harjoilla, käsin haraamalla tai kitkemällä. Maanpinnan katteiden käyttö ei ratkaise kokonaan rikkakasviongelmia, koska taimisipulin hitaan kasvunlähden vuoksi taimireikiin ehtii kasvaa rikkoja, jotka on kitkettävä käsin, mikä on erittäin hidasta ja työlästä.

Kasvukausi 2017 oli tavanomaista kylmempi, mikä aiheutti taimisipulilla hitaan kehittymisen ja tuleentumisen. Lajikkeiden tuleentuminen alkoi vasta syyskuun puolella ja eteni hitaasti. Sipuleiden hidas kehittyminen voi altistaa kasvun lopulla kasvitaudeille. Naattihome iskeytyi kasvustoon hieman ennen sadonkorjuuta, mutta sillä ei ollut vaikutusta satoon.

Lajikkeiden satotaso jäi molempina koevuosina suhteellisen alhaiseksi. Alhaisiin satotasoihin oli yhtenä syynä myöhäinen istutusajankohta molempina koevuosina, jolloin sipuleiden kehitys pääsi kunnolla vauhtiin vasta heinäkuussa. Myös rikkakasvien aiheuttama kilpailu alensi satoa.

Satoisuudeltaan paras keltasipulilajike oli Hylander. Myös Hytech- ja Hybound-lajikkeilla on satopotentiaalia hyviin satotasoihin. Summit-lajike tuotti kohtalaisesti satoa, mutta sipuleiden koko jäi pieneksi, koska yhdessä taimipaakussa oli liikaa yksilöitä, keskimäärin kuusi. Liian suuri yksilömäärä taimipaakussa aiheuttaa yksilöiden välistä kilpailua kasvutilasta, jolloin osa sipuleista jää pieneksi tai lähes kokonaan kehittymättä. Kokeidemme mukaan 3–4 yksilöä/taimipaakku on sopiva määrä sadonmuodostuksen ja sipulin koon kasvun kannalta.

Molempina koevuosina sato oli erittäin tervettä. Kasvukaudella tautisia esiintyi vain muutamia yksilöitä. Myös varastossa sato säilyi hyvin terveenä. Varastokaudella 2016–17 tautisten sipuleiden osuus oli alle 2 %, paitsi Hytech-lajikkeella hieman yli 4 %. Varastokaudella 2017–18 tautisten sipuleiden osuus oli hieman suurempi kuin edellisenä vuonna. Tähän saattoi yhtenä syynä olla kasvuston tuleentumisen viivästyminen syyskuun lopulle. Hytech-lajikkeessa oli eniten (5 %) *Fusarium*-sienten pilaamia sipuleita.

F. oxysporum oli oletetusti yleisin taimisipulin satoa pilaava laji, mutta pilaantuneista sipuleista löytyi myös *F. proliferatum* -lajia. Havainto vahvistaa käsitystä, että myös *F. proliferatum* säilyy Suomessa sipulipelloilla, eikä leviä pelkästään istukassipulin mukana Suomeen. *Fusarium*-riskin pienentämiseksi sipulikierrossa olevilla lohkoilla sipulivuosien välillä tulisi olla vähintään 4 välivuotta, jolloin lohkolta viljellään sellaisia kasveja, jotka eivät ylläpidä tai lisää *Fusariumia* pellossa. Tutkimustemme mukaan mm. herne ja härkäpapu ovat huonoja esikasveja sipulille *Fusarium*-riskin vuoksi.

Varastokaudella 2017–18 sadossa esiintyi melko runsaasti bakteerimätäisiksi arvioituja sipuleita, etenkin Hybound-lajikkeella. Olisikin tarpeen selvittää tarkemmin, mitkä bakteerilajit sipuleita pilaavat varastossa.

Testatuista koelajikkeista 'Hylander' oli ainoa naattihomeen kestävä lajike. 'Hylander' myös säilyi varastoinnin aikana aavistuksen terveempänä kuin muut lajikkeet ja siinä oli vähiten *Fusarium*-sienten pilaamia sipuleita. Naattihomeen kestävyydellä on iso merkitys luomusipulintuotannossa, koska naattihome voi tuhota naatiston jo hyvin varhain kasvukaudella, jolloin sipulin koko ja satotaso jää alhaiseksi. Sipulin istukkaiden lämpökäsittely (+40 astetta, 1 vrk) ennen istutusta vähentää naattihomeriskiä. Taimisipuleille käsittelyä ei voi tehdä, joten naattihomeen kestävien lajikkeiden käyttö on suositeltavaa.

4. Biologiset torjuntavalmisteet taimisipulilla

Emmi Kuivainen, Asko Hannukkala, Terhi Suojala-Ahlfors ja Pirjo Kivijärvi

Sipulin tautien hallinta on keskeistä sadon laadun ja tuotannon taloudellisen kannattavuuden takia. Etenkin luomutuotantoon, mutta myös muuhun sipulin viljelyyn, kaivataan toimivia torjuntakeinoja varsinkin *Fusarium*-sienten hallintaan. Biologiset torjuntavalmisteet ovat kiinnostava vaihtoehto, joten niiden toimivuutta testattiin maalevintäistä *Fusarium*-tartuntaa vastaan taimisipulilla kasvihuonekokeissa ja kenttäolosuhteissa.

4.1. Kasvihuonekokeet

4.1.1. Aineisto ja menetelmät

Kasvihuonekokeet toteutettiin astiakokeina Helsingin yliopiston Maataloustieteiden laitoksella Viikin kasvihuoneella vuosina 2016–2017. Astiakokeissa testattiin kahta biologiseksi kasvinsuojeluaineeksi luokiteltavaa valmistetta. Verdera Oy:n markkinoima Prestop-valmiste sisältää *Gliocladium catenulatum* J1446 -sienen itiöitä ja rihmastoja, ja Mycostop-valmiste suomalaisesta rahkaturpeesta eristettyä *Streptomyces griseoviridis* -sädebakteerikantaa. Molemmat valmisteet soveltuvat kasvinsuojeluaineeksi luonnonmukaiseen tuotantoon.

Astiakokeista tehtiin kaikkiaan kolme toistoa ja jokaisessa kokeessa koejärjestelyt olivat samanlaiset. Kokeet aloitettiin sipulin taimikasvatuksella. Käsittelemättömät sipulin siemenet (lajike Centro) kylvettiin Plantek 256 -kennoihin, kolme siementä/kennopotti. Kasvualustana käytettiin ¼ Kekkilän taimiseosta ja ¼ Weberin puhallushiekkaa (raekoko 0,5–1,2 mm). Jokaista käsittelyä kohden kylvettiin kaikkiaan 60 kennopottia. Kokeeseen valittiin kaikista hyväkuntoisimmat taimet, 12–18 pottia/käsittely, riippuen kokeen kerranteiden määrästä.

Taimet käsiteltiin joko Prestop -tai Mycostop-valmisteella ja osa pelkällä vedellä (Taulukko 2). Taimet käsiteltiin valmisteliuoksilla kaksi kertaa taimikasvatuksen aikana. Ensimmäinen käsittely tehtiin heti kylvön jälkeen lisäämällä Prestop-liuosta tai vettä siementen päälle. Mycostop-käsittely tehtiin siementen idettyä, 7 vrk:n kuluttua kylvöstä pipetoimalla liuosta taimien juurelle. Taimien kasvatusta jatkettiin kolmen viikon ajan. Toinen käsittely tehtiin samoilla käyttömäärillä vuorokausi ennen taimien siirtoa isompiin potteihin.

Taulukko 2. Sipulin taimien käsittelyissä käytettyjen liuosten pitoisuudet ja käyttömäärät.

Valmiste	Liuksen pitoisuus	Käyttömäärä
Prestop	0,25 % vesiseos	2 ml/kennopotti
Mycostop	0,0025 % vesiseos	2 ml/kennopotti
Vesi	-	2 ml/kennopotti

Ennen kasvialustan tartuttamista taimet istutettiin isompiin potteihin. Tartukkeena kokeessa käytettiin sipulille haitallisista *Fusarium oxysporum*- tai *Fusarium proliferatum* -sienikannoista valmistettua itiösuspensiota, jonka itiöitiheys oli ensimmäisessä kokeessa 1×10^6 /ml ja toisessa sekä kolmannessa kokeessa 5×10^6 /ml. Itiösuspensiota lisättiin testattavilla valmisteilla käsiteltyjen ja positiivisten kont-

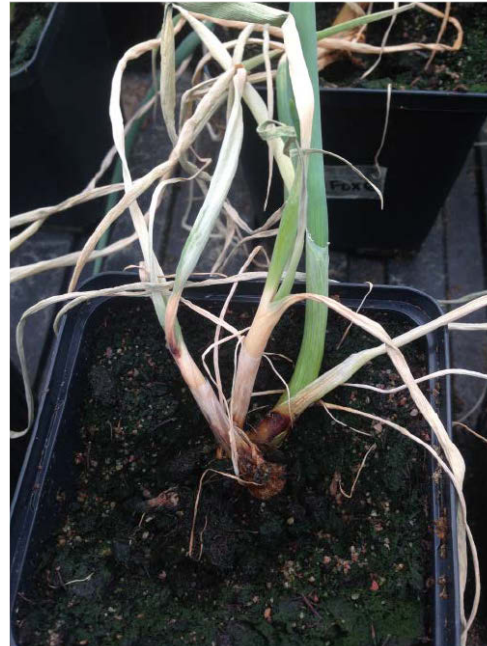
rollitaimien kasvualustaan 10 ml/potti. Negatiivisen kontrollin ja vesikontrollien kasvualustaan lisättiin vettä 10 ml/potti. Koe toteutettiin satunnaistettuna osaruutukokeena. Jokaista käsittelyä kohden oli 4-6 kerrannetta. Kerranteiden määrä vaihteli kokeiden välillä taimilaadun vuoksi. Kaikissa kokeissa taimikasvatus ei onnistunut toivotulla tavalla, joten taimia ei ollut riittävästi kuutta kerrannetta varten.

Astiakokeen taimi- ja kasvualustakäsittelyt sekä kontrollit olivat:

- Taimet käsitelty Mycostop- tai Prestop-valmisteella ja kasvualustaan lisätty *F. oxysporum* tai *F. proliferatum* -tartuketta
- Negatiivinen kontrolli: taimet käsitelty vedellä ja kasvualustaan lisätty vain vettä
- Positiivinen kontrolli: taimet käsitelty vedellä ja kasvualustaan lisätty *F. oxysporum*- tai *F. proliferatum* -tartuketta
- Vesikontrolli: taimet käsitelty Mycostop- tai Prestop-valmisteella ja kasvualustaan lisätty vain vettä

Taimien kasvua seurattiin viikoittain ja kerran viikossa jokaisesta potista laskettiin terveet, oireelliset ja kuolleet taimet (Kuva 9). Taimien kasvatusta jatkettiin vielä kaksi viikkoa sen jälkeen, kun positiivisiin kontrollitaimiin ilmaantui selkeitä tautioireita ja taimet alkoivat kuolla. Näin pystyttiin varmistamaan testattavien valmisteiden todellisesta tehosta eli pysyvätkö valmistekäsittelyn saaneet taimet kauemmin elossa kuin positiiviset kontrollitaimet. Vesikontrolleja verrattiin negatiivisiin kontrollitaimiin, jotta voitiin varmistua, ettei testattavilla valmisteilla ollut vaikutusta taimien kasvuun.

Astiakokeen päätyttyä taimet nostettiin ylös poteittain, niiden juuret pestiin ja kasvit punnittiin. Tautihavainnot tehtiin juurista silmämääräisesti arvioiden.



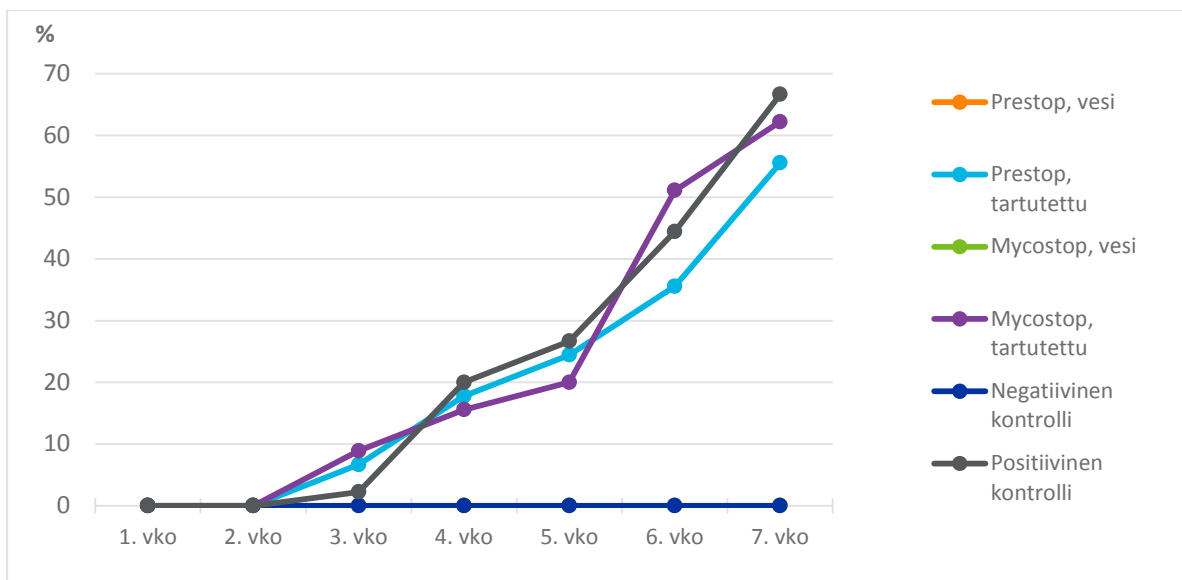
Kuva 9. *F. oxysporum* -ja *F. proliferatum* -tartutettujen taimien tautioireet kehittyivät eri tahtia astiakokeissa. Vasemmalla: *F. proliferatum* -tartutetuissa taimissa ei ollut havaittavissa tautioireita viiden viikon kuluttua tartutuksesta. Oikealla: *F. oxysporum*-tartutetuissa taimissa oli selkeitä oireita sipulin tyvellä ja naateissa, kun tartutuksesta oli kulunut kuusi viikkoa.

4.1.2. Tulokset

F. oxysporum -tartutetut taimet

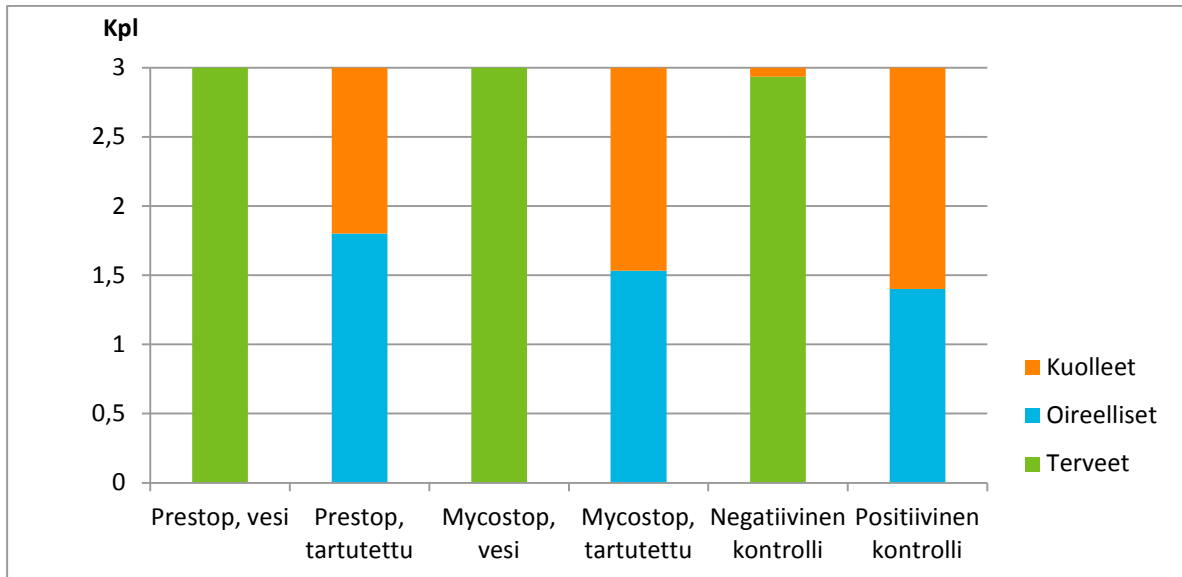
F. oxysporum -tartutettujen taimien tautioireet kehittyivät nopeasti kaikissa kolmessa astiakokeessa. Ensimmäiset havainnot oireellisista ja kuolleista taimista tehtiin kolme viikkoa taimien tartuttamisen jälkeen (Kuva 10). Kokeen edetessä oireellisten ja kuolleiden taimien määrä lisääntyi tasaisesti kaikissa käsittelyissä, joissa tartuketta oli lisätty kasvualustaan.

Positiiviseen kontrolliin verrattuna Prestop-käsitellyissä taimissa oireellisten ja kuolleiden taimien osuus oli pienempi kuin Mycostop-käsittelyssä. Molemmilla valmisteilla käsitellyt taimet pysyivät hieman terveempinä kuin positiivinen kontrolli. Vesikontrolleissa ei ollut eroja verrattuna negatiiviseen kontrolliin, joten testattavilla valmisteilla ei ollut haitallista vaikutusta taimien kasvuun.



Kuva 10. Kuolleiden ja oireellisten kasvien osuus (%) viikoittaisessa tautilaskennassa. Tartutettu = kasvualustaan lisätty *F. oxysporum* -tartuketta. Vesi = kasvualustaan lisätty vain vettä. Negatiivista kontrollia, Prestop vesi - ja Mycostop vesi -käsittelyjä kuvaavat viivat ovat x-akselilla päällekkäin, koska näissä käsittelyissä ei ollut kuolleita tai oireellisia taimia.

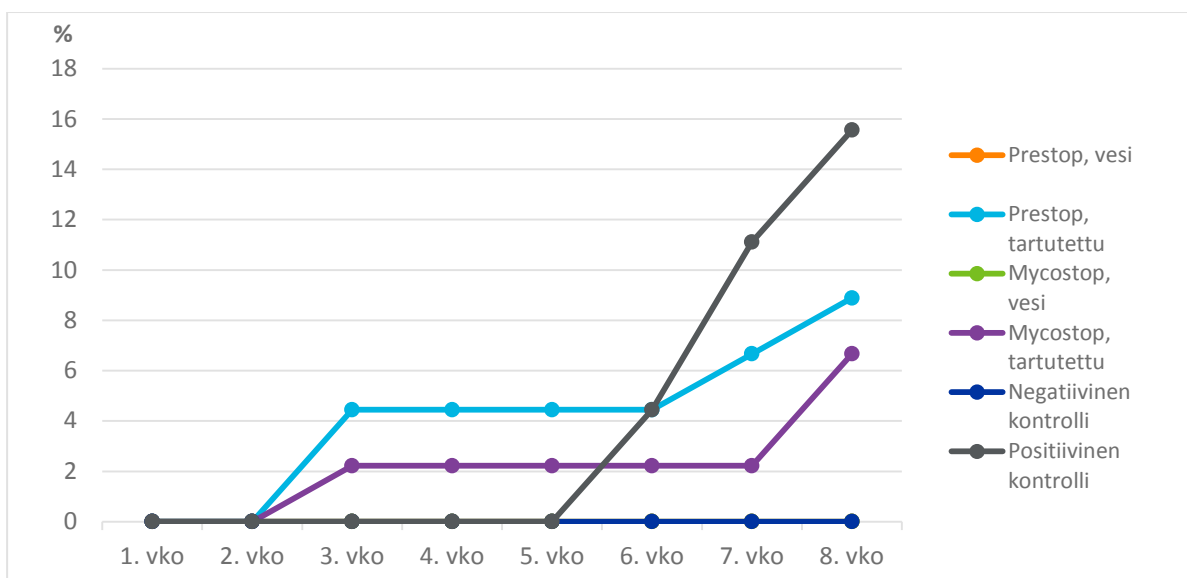
Astiakokeen päättyessä *F. oxysporum* -tartutetuissa taimissa ei ollut enää yhtään tervettä kasvia (Kuva 11). Positiivisessa kontrollissa yli puolet taimista oli kuollut, kun taas Mycostop- ja Prestop-käsitellyissä kuolleita kasveja oli vähemmän.



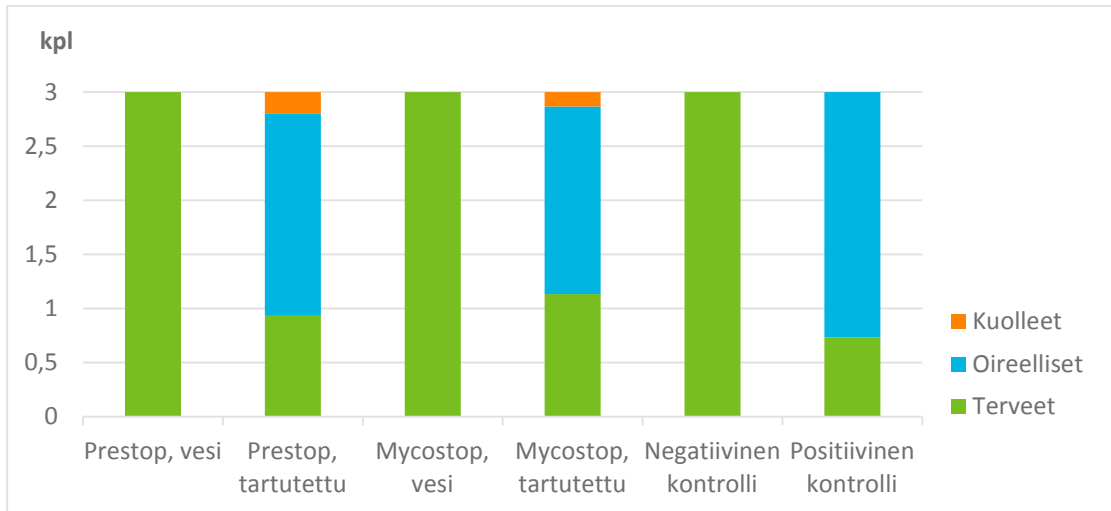
Kuva 11. Taimien tautioireet kokeen lopussa, kun tartukkeena kasvualueella oli *F. oxysporum*. Kpl = taimien lukumäärän keskiarvo/käsittely.

F. proliferatum -tartutetut taimet

F. proliferatum -tartutetuissa taimissa ensimmäiset tautioireet havaittiin kolmen viikon kuluttua taimien tartuttamisesta, mutta oireiden eteneminen oli hidasta (Kuva 12). Positiivisissa kontrollitaimissa oireet ilmenivät vasta viiden viikon kuluttua tartutuksesta. Tämän jälkeen oireellisten taimien osuus kasvoi jyrkästi. Prestop- ja Mycostop-käsittelyissä oireellisten ja kuolleiden taimien osuus kasvoi maltillisemmin ja jäi kokeen viimeisessä tautilaskennassa alhaisemmaksi kuin positiivisella kontrollilla.



Kuva 12. Kuolleiden ja oireellisten kasvien osuus (%) viikoittaisessa tautilaskennassa. Tartutettu = kasvualueeseen lisätty *F. proliferatum* -tartuketta. Vesi = kasvualueeseen lisätty vain vettä. Negatiivista kontrollia, Prestop vesi- ja Mycostop vesi -käsittelyjä kuvaavat viivat ovat x-akselilla päällekkäin, koska näissä käsittelyissä ei ollut kuolleita tai oireellisia taimia.



Kuva 13. Taimien tautioireet kokeen lopussa, kun tartukkeena oli *F. proliferatum*. Kpl = taimien lukumäärän keskiarvo/käsittely.

Kokeen päättyessä kaikissa käsittelyissä oli jäljellä vielä terveitä taimia (Kuva 13), Mycostop-käsittelyssä eniten ja positiivisessa kontrollissa vähiten. Kuolleita taimia positiivisessa kontrollissa ei ollut yhtään, sen sijaan testattavilla valmisteilla käsitellyistä taimista osa oli kuollut. Kummallakaan valmisteella ei siis vaikuttanut olevan torjuntatehoa *F. proliferatum* -sientä vastaan.

4.1.3. Tulosten tarkastelu ja johtopäätökset

Astiakokeen perustamisvaiheen taimikasvatuksessa oli ongelmia. Joissakin kennopoteissa iti vain osa siemenistä, ja potteja jouduttiin yhdistämään, jotta saataisiin kaikkiin isoihin potteihin tarvittavat kolme taimea. Siementen itämisessä oli myös käsittelyjen välillä eroja, joten kokeen kerranteiden lukumäärä valikoitui heikoimmin itäneiden käsittelyjen mukaan. Tämän vuoksi kaikissa kokeissa ei ollut alun perin suunniteltua kuutta kerrannetta. Siementen itämiseen ja taimien kasvuun vaikutti todennäköisesti osittain Plantek 256-kennoston pieni pottikoko, jossa kasvualusta pääsi säännöllisestä kastelusta huolimatta kuivahtamaan. Taimikasvatuksen aloitusajankohdalla saattoi myös olla osaltaan vaikutusta taimien kasvuun. Viikin kasvihuoneella ei ole kasvihuoneosastojen jäähdytysmahdollisuutta, jolloin osastojen lämpötila nousee kesäaikana liian korkeaksi sipulin kasvatukselle. Tämän vuoksi kokeiden toteutus ajoittui syys-huhtikuun väliselle ajalle. Aikataulullisista syistä ensimmäinen ja kolmas koe toteutettiin syksyllä/talvella ja toinen koe keväällä. Keväällä toteutetussa kokeessa taimet kasvoivat parhaiten todennäköisesti luonnonvalon ansiosta, jota on saatavilla keväällä talviaikaa enemmän.

Tautioireiden kehitymisessä oli suuri ero *F. oxysporum*- ja *F. proliferatum* -tartutettujen kasvien välillä. *F. oxysporum* -tartutettujen taimien tautioireet kehittyivät ja etenivät taimien kuolemaan asti selvästi nopeammin. Ensimmäisessä kokeessa *F. proliferatum* -tartutettujen positiivisten kontrollitaimien oireiden ilmenemistä saatiin odottaa useita viikkoja. Tämän vuoksi seuraavia kokeita varten tartukkeesta päätettiin tehdä vahvempaa eli nostaa tartukkeen itiötiheyttä (alkuperäinen itiötiheys $1 \times 10^6/\text{ml} \rightarrow 5 \times 10^6/\text{ml}$). Vahvemman tartukkeen avulla taudinkehitystä pystyttiin nopeuttamaan ja taimien kasvatusaikaa lyhentämään. Eroa tautioireiden kehitysnopeudessa *F. oxysporum* - ja *F. proliferatum* -sienten välillä voi myös selittää lajien erilainen leviämistapa. *F. oxysporum* todennäköisesti leviää paremmin maaperän kautta, kun taas *F. proliferatum* saattaa suosia enemmän lisäysmateriaalia leviämisreitteinä. Yhtenä vaihtoehtona *F. proliferatum* -tartutettujen taimien lieviin tautioireisiin voi olla myös se, että tartukkeena käytetty *F. proliferatum* -kanta ei välttämättä ollut niin haitallinen sipulille kuin ennen astiakokeiden perustamista oletettiin.

Astiakokeiden tulosten perusteella Prestop- ja Mycostop-valmisteilla oli jonkinlaista torjuntatehoa maalevintäistä *F. oxysporum* -sientä vastaan. Näillä valmisteilla käsitellyissä taimissa oli vähemmän kuolleita kasveja kuin positiivisessa kontrollissa. Terveitä kasveja kokeen päätyttyä ei kuitenkaan ollut missään käsitellyissä, joissa sieni-itiöitä oli lisätty kasvualustaan. Testattavilla valmisteilla ei todettu olevan haitallista vaikutusta taimien kasvuun, sillä kummankin valmisteen kaikki vesikontrollitaimet olivat terveitä kokeen päättyessä.

F. proliferatum -sientä vastaan Prestop- ja Mycostop-valmisteilla ei havaittu olevan vaikutusta. Valmisteilla käsitellyissä taimissa kuolleiden osuus oli jopa suurempi kuin positiivisessa kontrollissa. *F. proliferatum* -sienen osalta koetta hankaloitti hyvin hidas tautikehitys, jolla on todennäköisesti ollut vaikutusta myös lopputulokseen. Tämän vuoksi testattavien valmisteiden tehosta tätä sientä vastaan ei voida tehdä suuria johtopäätöksiä.

4.2. Kenttäkoe Piikkiössä

Piikkiössä järjestettiin vuonna 2017 kenttäkoe, jossa tutkittiin Prestop- ja Mycostop-valmisteiden sekä maanpinnan katteiden vaikutusta taimista tuotettuun sipulisatoon ja sen terveyteen. Kokeen taustalla oli edellisen vuoden alustava havainto, että maanpinnan katteet saattavat lisätä sipulin tautiongelmia nostamalla maan lämpötilaa (Salonen ym. 2017).

Kenttäkoe sijoitettiin paikalle, jossa edellisenä vuonna oli viljelty sipulia ja havaittu *Fusarium*-sienten aiheuttamaa vioitusta. Tarkoitus oli näin varmistaa, että koalueella esiintyy *Fusarium*-sieniä, jolloin biologisten torjuntavalmisteiden mahdollinen teho *Fusarium*-sientä vastaan tulisi todennäköisesti ilmi.

4.2.1. Aineisto ja menetelmät

Kenttäkokeessa verrattiin kolmea eri katemateriaalia (musta muovi, Bioska, Walkin valmistama paperikate) ilman katetta viljeltyihin koeruutuihin. Jokaista katetta levitettiin kolmeen penkkiin (pituus noin 12 metriä), jotka oli satunnaistettu kolmeen eri lohkokoon. Katteet levitettiin 24.5. Jokaiseen penkkiin satunnaistettiin 4 metriä pitkät koeruudut torjuntavalmisteita varten. Yhdestä paperikatepenkistä kate irtosi tuulen vaikutuksesta pian istutuksen jälkeen, minkä jälkeen muihin paperikate-ruutuihin lisättiin painoja varmistamaan katteen pysyminen paikallaan. Painoista huolimatta toises-takin paperilla katetusta penkistä kate irtosi osittain kahden viikon kuluttua istutuksesta.

Biologisista torjuntavalmisteista vertailtavana olivat Verdera Oy:n markkinoimat Mycostop- ja Prestop-valmisteet, joilla taimipaakut kasteltiin ennen istutusta, sekä käsittelemätön kontrolli. Muovikat-teessa ja ilman katetta kasvaneissa sipuliruuduissa Mycostop- ja Prestop-ruudut jaettiin vielä kahtia, ja puolelle ruudusta annettiin uusintakäsittely kastelemalla ryhmätaimet kolmen viikon kuluttua istu-tuksesta. Ennen istutusta Mycostop-valmiste levitettiin taimikennostoihin 0,1 % suspensiona ja Pres-top-valmiste 1 % suspensiona. Suspensioita annosteltiin 2,4 dl jokaiseen taimikennostoon, jossa oli 150 puristepaakkutainta (4 cm x 4 cm x 5 cm). Peltokäsittelyssä Mycostop-suspensiota (0,1 %) annos-teltiin 5 ml/taimiryhmä, Prestop-suspensiota (0,5 %) 8 ml/taimiryhmä.

Sipulilajike kokeessa oli Hylander. Taimet hankittiin Ruotsista Åhus Grön -yrityksestä. Taimet istutet-tiin penkkeihin (leveys 170 cm) kolmeen riviin käsin 6.6. Ryhmätaimien välinen etäisyys rivissä oli 20 cm ja riviväli 35 cm (Kuvat 14 ja 15).



Kuva 14. Taimisipulikokeen istutus käynnissä Piikkiössä 6. kesäkuuta 2017.

Koealueen maalaji oli runsasmultainen karkea hietta. Alue lannoitettiin Yaran Mangaaniravinteella (100 kg/ha) ja Kalsiumravinteella (100 kg/ha) sekä Tärkkelysperunan Y1-lannoitteella (600 kg/ha, N 72, P 24, K 102 kg/ha). Kesällä lisälannoitettiin kastelukalkkisalpietarilla kaksi kertaa (yhteensä N 22 kg/ha). Rivivälit harattiin käsin kolme kertaa ja istutusaukkojen rikkakasvit kitkettiin kaksi kertaa kasvukauden aikana. Samoin ilman katetta viljellyistä penkeistä rikkakasvit kitkettiin kaksi kertaa.

Heinä- ja elokuun alussa koeruuduista havainnoitiin tautioireiden esiintymistä. Oireelliset yksilöt lähetettiin tarkempaan analyysiin Luken kasvinsuojeluun.

Sato korjattiin 18.–19.9.2017. Korjattu ala oli 1,6 metrin pätkä sipulipenkissä (leveys 1,7 m) ja se sisälsi 24 taimiryhmää. Sipuleiden tuorepaino naatteineen punnittiin heti noston jälkeen, ja samalla eroteltiin tautien voittamat sipulit. Satoa kuivattiin lavakuivurissa noin kahden viikon ajan, minkä jälkeen naatit ja irtonaiset kuoret poistettiin ja tautioireiset sipulit eroteltiin. Lisäksi kauppakelpoiset sipulit lajiteltiin halkaisijan mukaan kokoluokkiin <40 mm, 40–60 mm, 60–70 mm ja >70 mm. Tautien voittamat sipulit toimitettiin Luken kasvinsuojeluun taudinaiheuttajien määrittämistä varten.

Terveet sipulit vietiin kylmävarastoon, ja niiden säilyminen arvioitiin kolme kertaa talven aikana (4.12., 29.1. ja 14.3.). Pilaantuneiden sipuleiden taudinaiheuttajat tunnistettiin Luken kasvinsuojelussa.

4.2.2. Tulokset

Kuivattu kokonaissato oli keskimäärin 3 kg/m² ja kauppakelpoinen sato 2,8 kg/m². Taimiryhmää kohti sipuleita oli keskimäärin 4,5 kappaletta ja sipulin keskipaino oli 78 grammaa. Eniten sipuleita (41 %) oli kokoluokassa 60–70 mm. Sipuleista oli 33 % kokoluokassa 40–60 mm. Isoja, halkaisijaltaan yli 70 mm sipuleita oli 21 % ja alle 40 mm sipuleita vain 4 % painosta. Painojakauma kuvastaa sitä, että taimisipulia käytettäessä sipulit eivät ole yhtä tasalaatuisia kuin istukkaista viljeltäessä, sillä taimiryhmässä kaikilla yksilöillä ei ole yhtä paljon kasvutilaa.

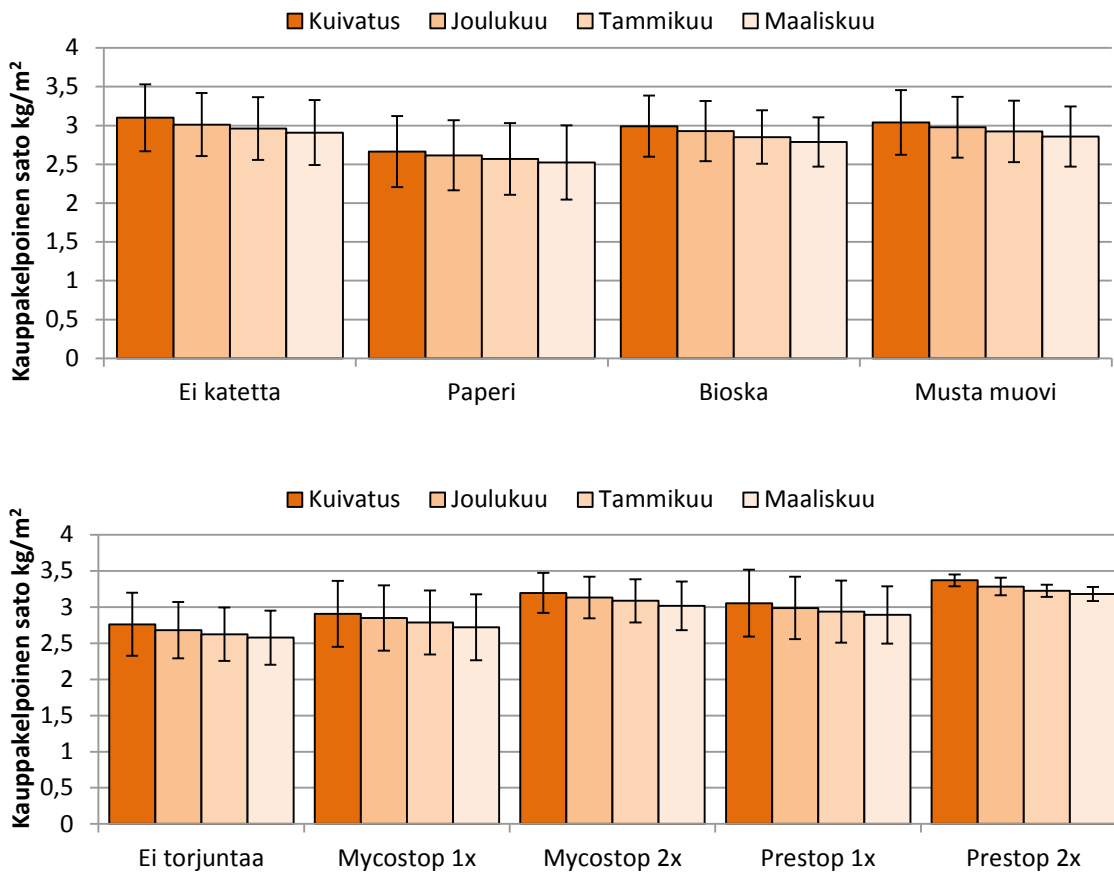


Kuva 15. Tärkkelyspohjainen Bioska-kate oli jo osin hajonnut sipulin sadonkorjuun aikaan syyskuussa. Katetta käytettäessä on rikkakasveja torjuttava istutusaukoista ja penkkien väleistä.

Kauppakelpoisen sadon määrä vaihteli melko paljon yksittäisten koejäsenten välillä. Kuivatuksen jälkeen kauppakelpoinen sato oli pienin paperikatteessa kasvatetuissa käsittelemättömissä sipuleissa ($2,5 \text{ kg/m}^2$) ja suurin muovikatteessa kasvatetuissa Prestop-käsitellyissä sipuleissa ($3,5 \text{ kg/m}^2$). Varastoinnin aikana satohävikit olivat kaikissa koejäsenissä keskenään hyvin samanlaisia (Kuva 16).

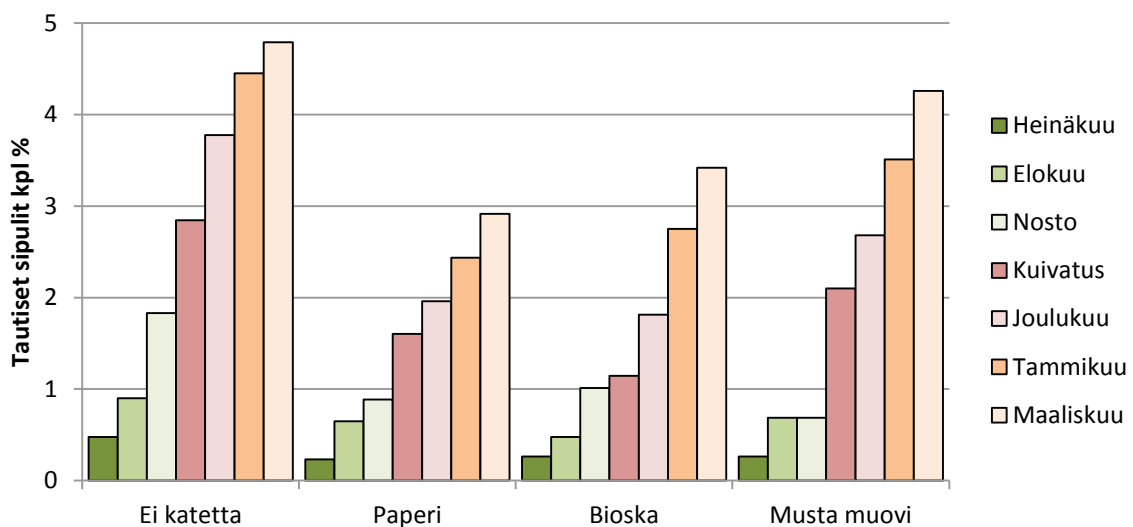
Paperikatteessa keskimääräinen kauppakelpoinen sato jäi pienemmäksi kuin ilman katetta viljeltyssä sipuleissa. Bioska- ja muovikatteessa sipulisato oli sama kuin ilman katetta viljeltyssä. Varastohävikit olivat yhtä suuria kaikissa katemateriaaleissa. Rikkakasvit pidettiin kurissa kaikissa katevaihtoehdoissa kitkemällä.

Kaikki torjuntakäsittelyt lisäsivät kauppakelpoista satoa käsittelemättömiin koejäseniin verrattuna. Lisäkäsittely Mycostop- tai Prestop-valmisteella paransi hieman satoa verrattuna pelkkään istutusvaiheen käsittelyyn. Satohävikit varastoinnin aikana olivat samansuuruisia käsittelemättömissä ja torjuntakäsitellyissä sipuleissa.



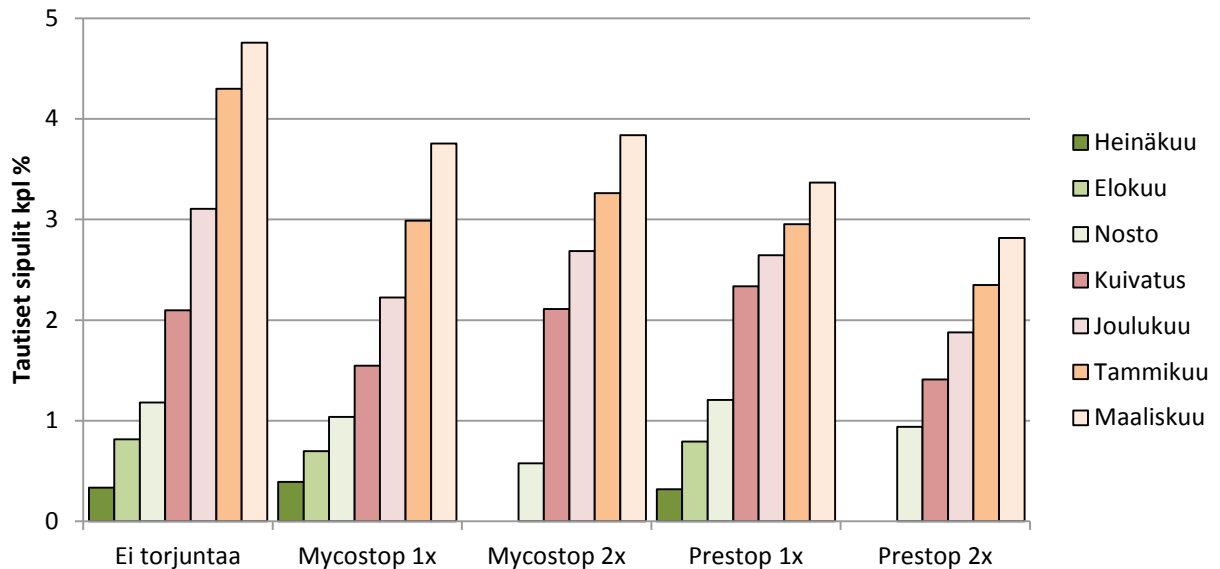
Kuva 16. Katteiden ja torjuntäkäsittelyiden vaikutus kaupakelpoiseen sipulisatoon Piikkiön katekokeessa vuonna 2017 kuivatuksen jälkeen ja varastoinnin aikana. Janat kuvaavat sadon keskihajontaa.

Tautipesäkkeitä lukuun ottamatta kokeen sipulisato oli melko tervettä. Sadonkorjuuksen mennessä keskimäärin noin 1 % sipuleista oli tautisia, kuivatuksen aikana tautisten osuus kaksinkertaistui noin 2 %:iin ja maaliskuuhun mennessä varastossa oli pilaantunut keskimäärin 4 % sipuleista. Tautisia sipuleita oli eniten ilman katetta kasvatetuissa sipuleissa, mutta erot eri katevaihtoehtojen välillä olivat hyvin pieniä (Kuva 17).



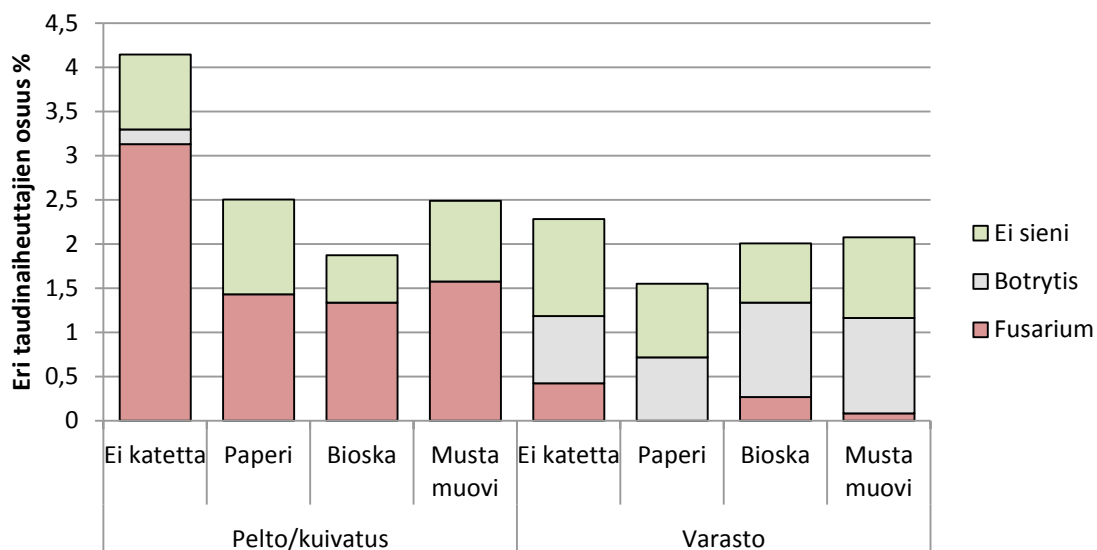
Kuva 17. Katteiden vaikutus tautisten sipuleiden esiintymiseen pellossa sekä sadossa kuivatuksen ja varastoinnin aikana. Pylväät kuvaavat tautisten sipuleiden osuuden kasvua eri tarkastuskerrasta toiseen.

Kaikki torjuntakäsittelyt vähensivät hieman tautisten sipuleiden osuutta sekä pellossa että sadonkorjuun jälkeen varastossa. Koejäsenissä, jotka saivat kaksi Mycostop- tai Prestop-käsittelyä, ei löytynyt yhtään tautista sipulia ennen sadonkorjuuta (Kuva 18).



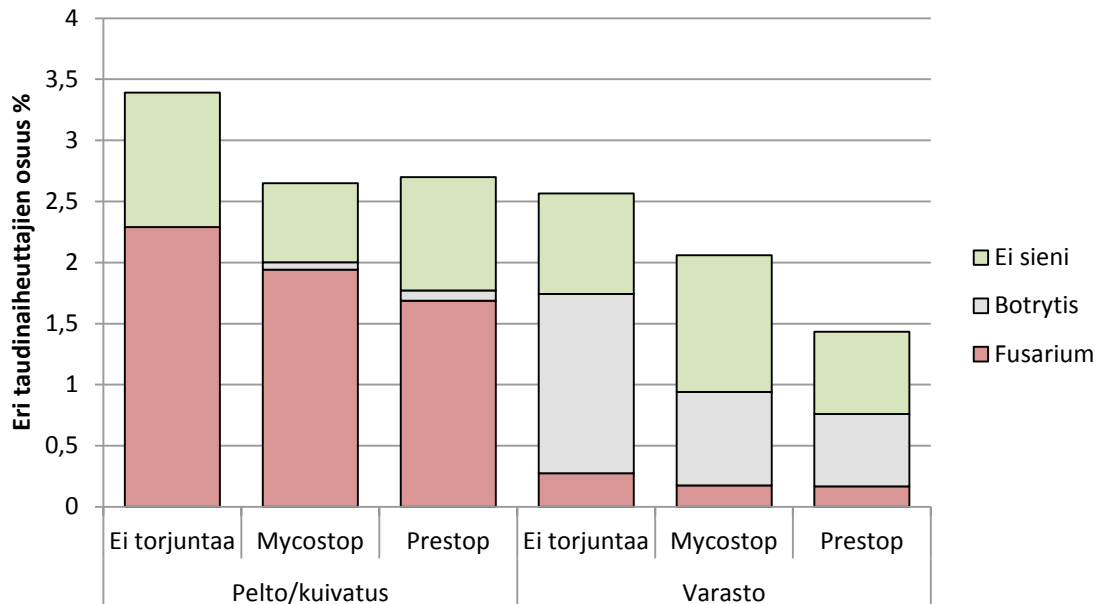
Kuva 18. Torjuntakäsittelyiden vaikutus tautisten sipuleiden esiintymiseen pellossa sekä sadossa kuivatuksen ja varastoinnin aikana. Pylväät kuvaavat tautisten sipuleiden osuuden kasvua eri tarkastuskerrasta toiseen.

Sairastuneissa sipuleissa esiintynyt taudinaiheuttajalajisto oli hyvin samanlainen kaikissa katevaihtoehdoissa ja torjuntakäsittelyissä. Pellolla ja sadossa nostovaiheessa ja kuivatuksen jälkeen tautisissa sipuleissa esiintyi lähes pelkästään *Fusarium*-sieniä. Varastossa joulukuulta maaliskuulle tautisissa sipuleissa oli miltei pelkästään harmaahometta. Noin kolmasosasta tautisia sipuleita ei sienikasvatuksissa löytynyt sieniä, vaan niissä esiintyi tunnistamattomia bakteerilajeja. Yleisin *Fusarium*-laji tautisissa sipuleissa oli *F. oxysporum*, mutta niissä oli jonkin verran myös *F. proliferatum* -lajeja. Tämä osoittaa, että myös *F. proliferatum* pystyy säilymään peltomaassa, eikä ole peräisin pelkästään istukassipuleista. Katemateriaaleilla ei ollut vaikutusta taudinaiheuttajalajistoon (Kuva 19).



Kuva 19. Katteiden vaikutus sipulin eri taudinaiheuttajien esiintymiseen ennen varastointia ja varastoinnin aikana.

Myöskään torjuntavalmisteet eivät suuresti vaikuttaneet taudinaiheuttajalajistoon ennen varastointia. Varastossa Mycostop- ja Prestop-käsitellyissä sipuleissa oli hieman vähemmän harmaahometta (*Botrytis*) kuin käsittelemättömissä sipuleissa (Kuva 20).



Kuva 20. Torjuntakäsittelyiden vaikutus sipulin eri taudinaiheuttajien esiintymiseen ennen varastointia ja varastoinnin aikana.

4.2.3. Tulosten tarkastelu ja johtopäätökset

Sipulit kasvoivat kokeessa hyvin, mutta satotaso jäi silti alhaisemmaksi kuin mitä istukassipulista on saatu samalla, hyvin sipulin viljelyyn soveltuvalla loholla muina vuosina. Osasyynä tähän oli melko alhainen taimimäärä neliometriä kohti, eli kasvutiheyttä lisäämällä satotasoa olisi saatu nostettua. Ryhmätaimille tyypilliseen tapaan sipulien keskikoko vaihteli enemmän kuin istukassipulilla, mutta 62 % sipuleista oli halkaisijaltaan yli 60 mm:n kokoisia.

Katteet eivät lisänneet sipulin satoa tässä kokeessa verrattuna paljaaseen maahan, joten muovi- tai Bioska-katteen aiheuttama maan lämpötilan nousu (ks. Salonen ym. 2017) ei hyödyttänyt sipulin sadon tuottoa. Paperikatteessa sato jäi alhaisemmaksi kuin kattamattomassa maassa, mikä ei vastaa aiempia tuloksia eikä tähän ole selkeää syytä löydettävissä. Yhdessä penkissä paperikate irtosi pian levityksen jälkeen ja muissakin paperikate repeili, joten kokeessa mukana ollut paperi ei vaikuttanut sovelialta sipulin viljelyyn. Rikkakasvit pidettiin kokeessa kurissa kitkemällä, joten katteiden rikkakasvien torjuntavaikutusta ei tutkittu.

Katteet eivät vaikuttaneet sipulin tautien esiintymiseen. Aiemmassa kokeessa vuonna 2016, jolloin kasvukausi oli lämmin, tautisia sipuleita esiintyi enemmän muovi- ja tärkkelyspohjaisia katteita käytettäessä kuin ilman katetta viljeltäessä (Salonen ym. 2017). Vuoden 2017 kasvukausi oli edellistä kasvukautta viileämpi, mikä voi vaikuttaa myös siihen, ettei katteiden mahdollinen vaikutus tauteihin tullut esiin. Koealueella tehdyt lämpötilamittaukset osoittivat, että vuonna 2017 katteet eivät vaikuttaneet 3 cm:n syvyydessä mitattuun lämpösummaan (Hagner ym. 2019).

Kokeessa havaittiin, että pahimmat *Fusarium*-tautipesäkkeet olivat hyvin paikallisia ja osuivat sattumanvaraisesti eri koeruutuihin. Koe oli sijoitettu tarkoituksella paikalle, jossa edellisenä vuonna oli viljelty sipulia ja havaittu runsaasti *Fusarium*-oireisia sipuleita tietyissä koeruuduissa. Maan muokka-

uksesta huolimatta tartunta ei ollut levinnyt laajalti sairaiden sipuleiden kasvupaikan ympärille, joten pahimpien pesäkkeiden ulkopuolella tautisia sipuleita esiintyi huomattavasti vähemmän.

Kun ankarimmin saastuneet koeruudut jätettiin tarkastelusta pois, todettiin, että Mycostop- ja Prestop-valmisteilla vähensivät hieman tautien esiintymistä. Tautien määrä oli kuitenkin keskimäärin pieni, enimmilläänkin alle 5 % sipuleista oli pilaantuneita. Kuitenkin valmisteiden käyttö lisäsi sipuleiden kauppakelpoista satoa, ja kaksi käsittelyä tuotti paremman satotuloksen kuin pelkkä taimikenttien kastelukäsittely valmisteilla ennen istutusta.

Kahtena peräkkäisenä vuonna tehtyjen kokeiden perusteella katteiden vaikutus sipulin kasvuun ja tautien esiintymiseen vaihtelee vuosien välillä. Katteet ovat hyvä vaihtoehto rikkakasvien torjuntaan sipulin taimia käytettäessä, joskin istutusaukoista kasvavat rikkakasvit on kitkettävä käsin. On mahdollista, että lämpiminä kesinä katteet lisäävät tautien määrää, koska etenkin *Fusarium*-sienet viihtyvät lämpimissä ja kosteissa oloissa. Mycostop- ja Prestop-valmisteet lisäsivät hieman satoa ja vähensivät jonkin verran tautien määrää, mutta valmisteiden käytön kustannusta suhteessa saatuun sadonlisään ei tässä kokeessa laskettu.

4.3. Kenttäkoe Mikkeliissä

Kokeen tarkoituksena oli tutkia, voidaanko Prestop- ja Mycostop- valmisteiden avulla estää maalevin-täinen *Fusarium*-tartunta pelto-olosuhteissa.

4.3.1. Aineisto ja menetelmät

Kesällä 2018 toteutettiin Luke Mikkelin koekentällä koe, jossa testattiin Verdera Oy:n markkinoimia Prestop- ja Mycostop-valmisteita (tuotteet esitely luvussa 4.1.1.).

Koe perustettiin tavanomaisesti viljellylle peltolohkolle, jossa oli edellisenä vuonna kasvatettu sipulia. Ennen kokeen aloittamista haluttiin varmistaa, että peltomaassa on *Fusarium*-sieniä. Tämän vuoksi sipulille haitallisesta *Fusarium oxysporum* -kannasta valmistettiin itiösuspensio, jota piikitettiin injektioneulan ja ruiskun avulla terveisiin keltasipuleihin. Sipuleita mädätettiin huoneenlämmössä neljän viikon ajan, jonka jälkeen ne murskattiin oksasilppurilla. Sipulimurska (noin 50 kg) levitettiin käsin tasaisesti koko koealueelle (63 m²). Koealue lannoitettiin hivenravinneseoksella 300 kg/ha ja Tärkkelysperunan Y1 -lannoitteella 600 kg/ha. Lannoitteet ja sipulimurska muokattiin lopuksi maahan kela-jyrsimellä. Lisälannoituksena (5.7.) annettiin Puutarhan NK2 300 kg/ha (N 30 kg/ha).

Kokeessa käytettiin taimimateriaalina Saksasta tuotuja luomukeltasipulin puristepaakkutaimia. Lajike oli Hylander. Yhdessä paakussa oli keskimäärin kolme taimia. Taimille tehtiin kaksi valmistekäsittelyä (Taulukko 3). Ensimmäinen käsittely tehtiin vuorokausi ennen istutusta (17.5.), jolloin taimet upotettiin Prestop- tai Mycostop-valmisteista tehtyyn vesiseokseen viiden minuutin ajaksi. Osa taimista käsiteltiin pelkällä vedellä, ja ne toimivat kokeessa verranteena. Toisella käsittelykerralla (18.6.) käsittelyliuosta ruiskutettiin 5,3 ml/taimi mittapullon avulla pellolla taimien tyvelle. Verrannetaimiin ruiskutettiin vettä.

Taulukko 3. Sipulin kenttäkokeessa käytettyjen liuosten pitoisuudet ja käyttömäärät.

Valmiste	Käsittelykerta	Liuoksen pitoisuus	Käsittelyaika/käyttömäärä
Prestop	1	0,5 % vesiseos	5 min. upotus
Mycostop	1	0,01 % vesiseos	5 min. upotus
Vesi	1	-	5 min. upotus
Prestop	2	0,57 % vesiseos	5,3 ml/taimi
Mycostop	2	0,1 % vesiseos	5,3 ml/taimi
Vesi	2	-	5,3 ml/taimi

Taimet istutettiin käsin 18. toukokuuta taimivälillä 20 cm ja rivivälillä 35 cm. Yhdessä koeruudussa oli neljä riviä. Koeasetelma oli satunnaistettujen lohkojen koe, jossa jokaista käsittelyä kohden oli neljä kerrannetta. Yhden koeruudun koko oli 1,75 m x 3,0 m. Koealue kasteltiin istutuksen jälkeen, ja aluetta sadetettiin tarvittaessa kasvukauden aikana. Rikkakasvit kitkettiin käsin kerran kuukaudessa.

Kasvuston tautihavainnointi aloitettiin kuukauden kuluttua istutuksesta, ja sitä jatkettiin kuukauden välein aina sadonkorjuuseen asti. Jokaisella kerralla laskettiin koeruuduittain terveet, oireelliset ja kuolleet taimet. Oireelliset sipulit kerättiin pellolta, ja niistä poimittiin satunnaisesti 15 sipulia tautimäärityksiin Helsingin yliopiston Maataloustieteiden laitokselle.

Sato korjattiin 31. elokuuta koeruuduittain koko penkin alalta kahden metrin matkalta. Ruudun molempiin päihin jätettiin suoja-alue. Sipulit nostettiin naatteineen ja eroteltiin noston yhteydessä terveisiin ja tautisiin. Terveet ja tautiset sipulit punnittiin naatteineen, ja niiden lukumäärä laskettiin. Tautisille sipuleille tehtiin noston yhteydessä silmämääräinen tautimääritys, jossa sipulit jaoteltiin ryhmiin 'Fusarium', 'harmaahome' ja 'muut'. Muut-ryhmään luokiteltiin liian pienet, mekaanisesti vioittuneet ja muuten epämuodostuneet sipulit. Tautisista sipuleista poimittiin satunnaisesti 15 sipulia tautitarkastusta varten. Terveiden sipuleiden naatit lyhennettiin ja sipulit pussitettiin kuivatusta varten. Sipuleita kuivatettiin kahden viikon ajan noin + 20 asteen lämpötilassa lavakuivurissa.

Kuivatuksen jälkeen sipulit kauppakunnostettiin ja eroteltiin uudelleen terveisiin ja tautisiin. Sekä terveet että tautiset sipulit punnittiin ja niiden lukumäärä laskettiin. Tautisille sipuleille tehtiin silmämääräinen tautimääritys ja sipulit jaoteltiin ryhmiin kuten sadonkorjuun jälkeen. Tautisista sipuleista poimittiin satunnaisesti 15 sipulia tautimäärityksiin.

4.3.2. Tautimääritykset

Kasvukauden aikana, sadonkorjuun ja kuivatuksen jälkeen tautimäärityksiin kerätyistä tautisista sipuleista leikattiin pienet näytepalat terveen ja vioittuneen solukon rajakohdasta. Palat pintasteriloitiin upottamalla ne 70 % alkoholiin minuutin ajaksi, jonka jälkeen ne huuhdeltiin steriilillä vedellä ja annettiin kuivua steriilien kuitutaitosten päällä. Tämän jälkeen pintasteriloidut näytepalat siirrettiin PCNB-maljoille. Nämä agarmaljat on erityisesti tarkoitettu *Fusarium*-sienten kasvattamiseen, sillä muut sienet kasvavat näillä maljoilla huonosti.

PCNB-maljoja inkuboitiin huoneenlämmössä viikon ajan, jonka jälkeen näytepaloista kasvaneesta sienirihmastosta siirrettiin pala PDA-maljalle. PDA-maljoja inkuboitiin huoneenlämmössä 2–3 viikkoa. PDA-maljan sienirihmastosta eristettiin sienen DNA, josta PCR-testauksen ja lajispesifisten alukkeiden avulla määritettiin, mikä *Fusarium*-laji oli kyseessä.

Niille näytteille, joiden lajiksi määritettiin *F. oxysporum*, tehtiin vielä uudestaan PCR-testi. PCR-testauksessa käytettiin spesifisiä SIX3-F3/R3-alkukeita, joiden avulla etsittiin SIX3-geeniä määritetyistä *F. oxysporum* -kannoista. Geeni löytyy vain *F. oxysporum* -lajilta eli sipulinäytteistä määritetyiltä *F. proliferatum* -kannoilta sitä ei testattu. Ne *F. oxysporum* -kannat, joilta SIX3-geeni löytyy, ovat erittäin aggressiivisia sipulille.

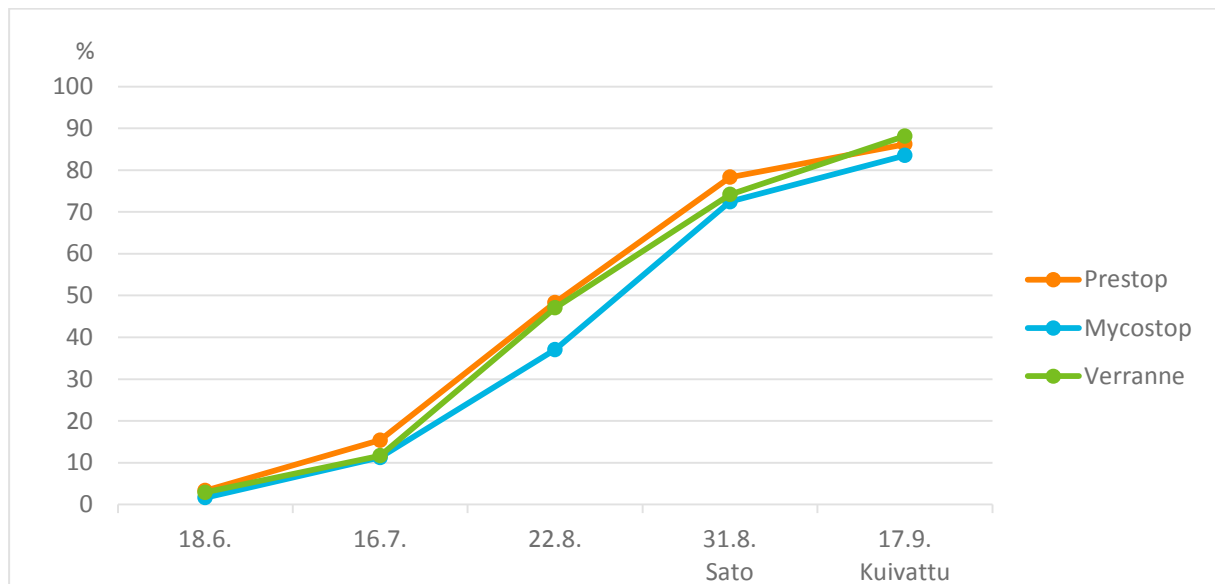
4.3.3. Tulokset

Fusarium-tartunnan kehittyminen

Kasvukaudella ensimmäinen tautilaskenta tehtiin 18.6., jolloin kasvustossa ei ollut yhtään tautioireista sipulia (Kuva 21). Kaikissa käsittelyissä oli kuitenkin muutama kuollut taimi. Tässä vaiheessa taimien kuoleminen todennäköisesti johtui enemmän kasvuolosuhteista ja huonosta kasvuun lähdestä kuin *Fusarium*-tartunnasta. Kasvukauden edetessä oireellisten ja kuolleiden taimien määrä kasvoi tasaisesti. Viimeisessä tautilaskennassa 20. elokuuta eniten oireellisia ja kuolleita taimia oli Prestop-käsittelyssä sekä verranteessa. Mycostop-käsitellyt taimet olivat terveimpiä.

Sadonkorjuussa tautisten sipuleiden määrä oli alhaisempi kuin viimeisessä tautilaskennassa. Tämä johtui siitä, että viimeisessä tautilaskennassa maasta nostettiin ylös kaikki kuolleet ja oireelliset sipulit. Sadonkorjuu tehtiin vain yhdeksän vuorokautta laskennan jälkeen, joten taudinkehitykselle ei jäänyt niin paljon aikaa kuin kasvukaudella.

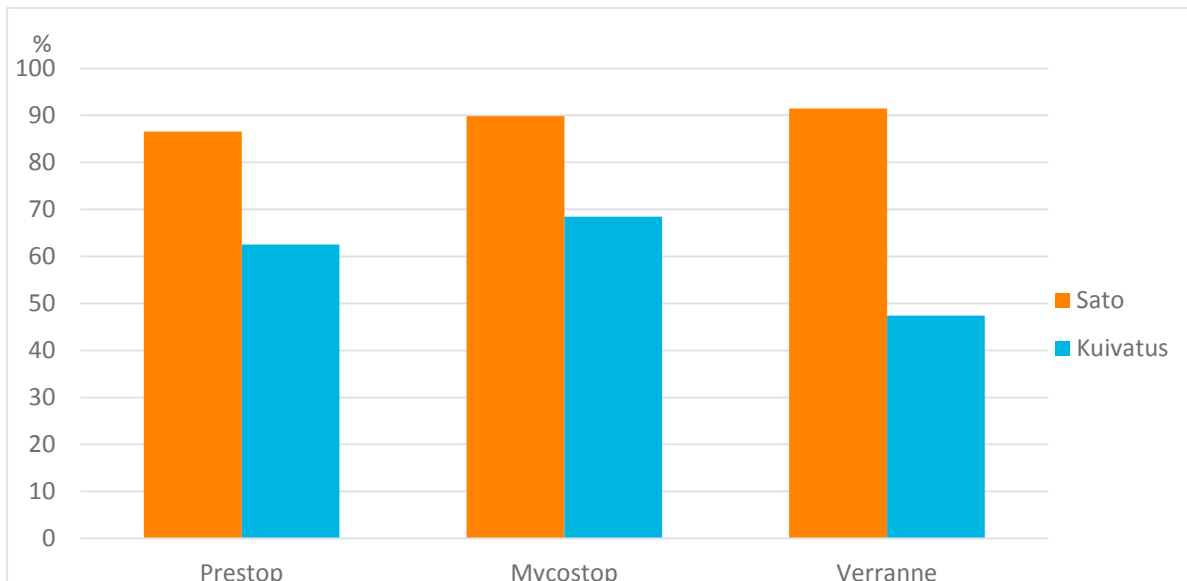
Kuivatussa sadossa löytyi tautisia sipuleita. Mycostop- ja Prestop-käsittelyissä sipulit olivat terveempiä kuin käsittelemättömässä verranteessa.



Kuva 21. Kuolleiden ja tautioireellisten taimien/sipuleiden osuus (%) kasvukaudella, sadonkorjuussa ja kuivatuksen jälkeen eri käsittelyissä Mikkelissä 2018. Tulokset on esitetty kumulatiivisesti.

Satotulokset

Satotasot jäivät hyvin alhaisiksi kaikissa käsittelyissä. Paras naatteineen punnittu kauppakelpoinen tuoresato saatiin Mycostop-käsittelystä, 0,64 kg/m², ja huonoin Prestop-käsittelystä, 0,469 kg/m². Käsittelemättömän verranteen tuore kauppakelpoinen sato, 0,541 kg/m², oli hieman parempi kuin Prestop-käsittelyssä. Erot sadonkorjuun yhteydessä punnitun sadon kauppakelpoisuudessa (%) olivat vähäiset käsittelyjen välillä (Kuva 22). Prestop-käsittelyssä terveiden sipuleiden osuus oli pieni.



Kuva 22. Terveiden sipuleiden osuus sadonkorjuussa ja kuivatussa sadossa eri käsittelyissä Mikkelin kokeessa 2018.

Kuivatuksen jälkeen sadosta löytyi tautioireisia sipuleita, ja erot terveiden ja tautisten sipuleiden osuudessa käsittelyjen välillä olivat suuremmat kuivatussa sadossa kuin sadonkorjuussa. Sadonkorjuussa *Fusarium*-tartunnan osuus tautisissa sipuleissa oli kaikissa käsittelyissä selvästi suurempi kuin harmaahomeen. Kuivatuksen jälkeen sekä Prestop- että Mycostop-käsittelyssä kauppakelpoisuus-% oli verrannetta parempi. Kuivatun sadon tautisissa sipuleissa oli harmaahometta enemmän kuin *Fusarium*-tartuntaa.

Tautisuustulokset

Jokaisella tautilaskentakerralla oli tarkoitus poimia satunnaisesti 15 sipulin näyte-erä oireellisista sipuleista laboratorioissa tehtävää tautimääritystä varten. Näytteitä ei kuitenkaan otettu kahdella ensimmäisellä laskentakerralla 18.6. ja 16.7. Ensimmäisellä kerralla taimet eivät olleet vielä kunnolla kasvaneet ja sipulit olivat hyvin pieniä. Toisella kerralla koealueella oli oireellisia sipuleita, mutta ne olivat ehtineet jo mädäntyä niin paljon, ettei niistä saanut kunnon näytteitä. Näytteeksi otettavassa sipulissa täytyy olla sekä vioittunutta että tervettä solukkoa, sillä näytepala leikataan niiden rajakohdasta.

Sipulinäytteet otettiin tautimäärityksiin viimeisellä havainnointikerralla, sadonkorjuussa ja kuivatuksen jälkeen. Näytteitä oli kaikkiaan 45 kpl ja niistä jokaisesta laitettiin PCNB-maljalle yksi näytepala. DNA-eristys ja PCR-testaus tehtiin 15 näytteelle. Loput näytteet jouduttiin hylkäämään, koska pinta-steriloinnista huolimatta kasvatusmaljoilla kasvoi bakteeripesäkkeitä.

Tutkituista näytteistä kolme oli kerätty kasvukaudella, neljä sadonkorjuussa ja kahdeksan kuivatuksen jälkeen. Kasvukauden aikaisista näytteistä löytyi sekä *F. oxysporum* -että *F. proliferatum* -lajeja. Sadonkorjuussa ja kuivatuksen jälkeen kerätyistä näytteistä löytyi vain *F. oxysporum* -lajeja. Kaikilta määritetyiltä *F. oxysporum* -lajeilta löytyi SIX3-geeni eli nämä lajit ovat erittäin aggressiivisia sipulille.

4.3.4. Tulosten tarkastelu ja johtopäätökset

Kasvukausi 2018 oli tavanomaista lämpimämpi ja kuivempi. Taimet kasteltiin istutuksen jälkeen hyvin ja koealuetta sadetettiin tarvittaessa, mutta sääolosuhteet saattoivat osaltaan vaikuttaa taimettumiseen. Taimien upotuskäsittely on toinen tekijä, joka todennäköisesti vaikutti taimien kasvuun lähtöön

ja heikkoon satotasoon. Uputuskäsittelyn aikana taimipaakut vettyivät ja hajosivat osittain. Taimimateriaalin rajallisen määrän vuoksi korvaavia taimia ei ollut saatavilla, ja osa taimista jouduttiin istuttamaan lähes paljasjuurisina.

Kenttäkokeessa Mycostop-käsittelyn havaittiin parantavan enemmän sadon laatua ja määrää kuin Prestop-valmisteen. Tämä ero voidaan mahdollisesti selittää kasvukauden lämpimillä olosuhteilla, koska Mycostop-valmisteen sisältämän *Streptomyces griseoviridis* -sädebakteerikannan on todettu viihtyvän paremmin korkeassa lämpötilassa kuin Prestop-valmisteen *Gliocladium catenulatum* -sienikannan. Saatujen tulosten perusteella Mycostop-valmisteen käytöllä pystyttiin vähentämään taimisipulin maalevintäistä *Fusarium*-tartuntaa muihin käsittelyihin verrattuna, mikä vahvisti edellisenä vuonna Piikkiön kokeesta saatuja tuloksia. Tässä kokeessa upotuskäsittelyn todettiin olevan menetelmänä huono. Vaihtoehtona taimien liottamiselle valmisteliuoksessa on taimikenttien kastelu ennen istutusta valmisteliuoksella ja mahdollinen toinen käsittely taimien juurelle maahan kasvun alkuvaiheessa kuten Piikkiön kokeessa tehtiin.

Viitteet

- Hagner, M., Hyvönen, T., Kemppainen, R., Lindqvist, B., Mikola, J., Suojala-Ahlfors, T. ja Tiilikkala, K. Efficiency of a novel biodegradable pyrolysis liquid-amended mulch in weed control. Käsikirjoitus.
- Salonen, J., Suojala-Ahlfors, T., Tiilikkala, K., Kemppainen, R. ja Eskola, A. 2017. Biohajoavia katteita vihannesten rikkakasvintorjuntaan. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 36/2017. 26 s.

5. Taimisipulin ja istukkaiden vertailut kasvihuone-, kenttä- ja tilakokeissa

Terhi Suojala-Ahlfors, Pirjo Kivijärvi ja Asko Hannukkala

Kokeiden tavoitteena oli verrata eri alkuperää olevien sipulin istukkaiden sadon tuottoa ja terveyttä. Lisäksi pyrittiin vertaamaan taimi- ja istukkasipulin satoisuutta erityisesti tilakokeissa.

5.1. Kenttä- ja kasvihuonekokeet

Luken Piikkiön ja Mikkelin toimipaikoilla tehtiin vuosina 2016 ja 2017 kokeet, joissa verrattiin norjalaisia ja hollantilaisia istukkaita. Piikkiön kokeessa oli vuonna 2016 mukana myös taimisipuli.

Kenttäkokeen istukaserillä ja lisäksi muutamilla muilla norjalaisilla lajikkeilla tehtiin Jokioisissa myös kasvihuonekoe, jossa seurattiin *Fusarium*-sienten esiintuloa lämpimässä ja kosteassa kasvihuoneolosuhteessa.

5.1.1. Aineisto ja menetelmät

Istukasvertailukokeisiin saatiin istukkaita Norjasta ja Hollannista (Taulukko 4). Norjassa (istukastoimittaja Log, <https://www.log.no/>) viljeltyjä istukkaita oli kahta keltasipuli- ja kahta punasipulilajiketta ja ne olivat peittaamattomia. Hollantilaisia, Setton-lajikkeen istukkaita oli kokeessa peittaamattomina ja peitattuina ja vuonna 2017 myös luomutuotettuina (istukastoimittaja Top Onions, <https://www.toponions.com/en/>). Lisäksi mukana oli Prestop-valmisteella istutuksen jälkeen käsitelty peittaamaton istukas. Prestop-käsittely tehtiin heti istutuksen jälkeen 0,5 % suspensiona, jota ruiskutettiin 26 ml rivimetrille (noin 690 l/ha). Piikkiön kokeessa oli vuonna 2016 myös taimisipuliruudut. Taimisipulit (lajike Hytech) olivat Suomessa kasvatettuja ryhmätaimia. Vuoden 2017 kokeissa oli mukana lisäksi koejäsen, jossa Prestop-käsittely uusittiin noin kolmen viikon kuluttua istutuksesta.

Maalaji Piikkiön kokeessa oli vuonna 2016 multava karkea hieta ja vuonna 2017 runsasmultainen hietamoreeni. Mikkelissä koealueen maalaji oli molempina koevuosina runsasmultainen karkea hieta. Koealueille levitettiin Yaran hivenravinneseosta 250 kg/ha (Piikkiön vuoden 2017 kokeessa mangaaniravinnetta 100 kg/ha). Peruslannoituksessa annettiin eri kokeissa N 60–79 kg/ha, P 15–29 kg/ha ja K 107–147 kg/ha käyttäen eri puutarha- ja perunalannoitteita. Kesäkuussa tehtiin lisälannoitus muissa kokeissa Puutarhan NK2-lannoitteella (N 27 kg/ha, K 84 kg/ha), mutta Piikkiön vuoden 2017 kokeessa käytettiin suomensalpietaria (N 20 kg/ha).

Taulukko 4. Istukasvertailukokeiden koejäsenet ja istutus- ja sadonkorjuupäivät vuosina 2016 ja 2017.

Lajike	Alkuperämaa	Peittäus/biologinen torjunta	2016	2017
Hytech	Norja	-	x	x
Motion	Norja	-	x	x
Red Baron	Norja	-	x	x
Retano	Norja	-	x	x
Setton	Hollanti	-	x	x
Setton	Hollanti	kemiallinen	x	x
Setton	Hollanti	Prestop 1 x	x	x
Setton	Hollanti	Prestop 2 x		x
Setton, luomu	Hollanti	-		x
taimisisipuli, lajike Hytech	Suomi	-	x (vain Piikkiö)	
Istutus (Piikkiö/ Mikkeli)			12.5./12.–13.5.	17.5./18.5.
Sadonkorjuu (Piikkiö/ Mikkeli)			24.8./24.8.	4.–5.9./11.9.

Kokeet toteutettiin lohkoittain satunnaistettuna kokeena, jossa oli neljä kerrannetta. Koeruudun koko oli 3 m x 1,5 m. Ruudussa oli neljä sipuliriviä, joiden etäisyys toisistaan oli 30 cm ja penkkien välinen etäisyys 60 cm. Istukkaat istutettiin riveihin käsin noin 7 cm etäisyydelle toisistaan, taimisisipulit 20 cm etäisyyksille toisistaan. Vuonna 2017 Piikkiön kokeen suojapenkeissä oli vertailussa vielä *Bacillus amyloliquefaciens* -bakteereja sisältävällä FZB24 -valmisteella käsitellyt luomuistukkaat. FZB24-valmiste ruiskutettiin sipulivakoon istukkaiden alle 0,5 % suspensiona, 15 ml/rivimetri (400 l/ha). Kaikki istukkaat lämpökäsiteltiin ennen istutusta naattihomeen torjumiseksi (40 °C, 24 h).

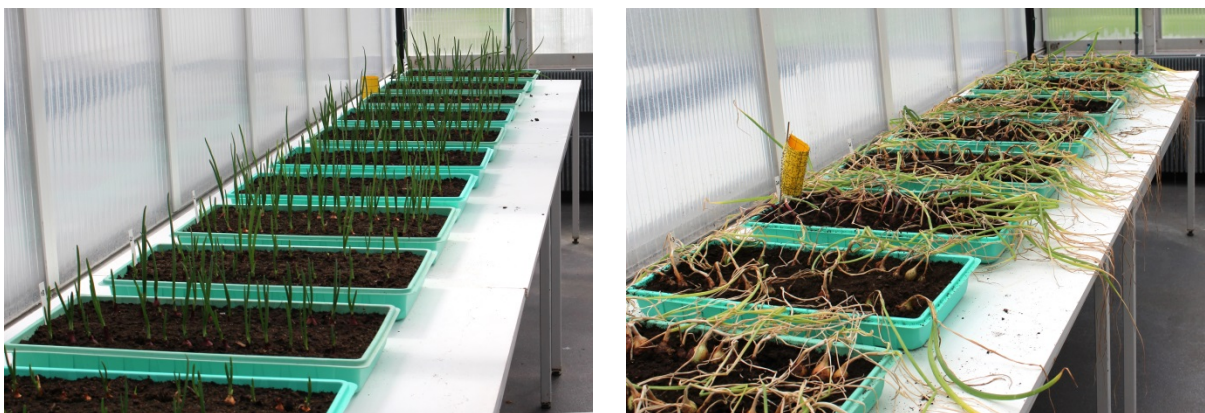
Kaikista istukaseristä otettiin keväällä ennen istutusta noin 200–500 g näyte-erä istukkaiden terveydentilan analysointiin. Istukkaat luokiteltiin silmävaraisesti terveiksi, selvästi tautien pilaamiksi ja nahistuneiksi/pitkälle itäneiksi (Kuva 23). Sekä oireettomista että vaurioituneista istukkaista otettiin noin 30 sipulin näyte-erä sienimäärityksiin. Sienimääritykset tehtiin kohdassa 3.1.3 kuvatun menetelmän mukaisesti. Lisäksi tautisten sipuleiden esiintymistä havainnoitiin kasvukaudella, sadonkorjuun aikaan, kuivauksen jälkeen ja kolme kertaa varastoinnin aikana. Jokaisella havainnointikerralla tautiset sipulit meni Luken kasvinsuojeluun tarkempiin tautimäärityksiin.



Kuva 23. Istukassipulit luokiteltiin normaaleiksi (vasemmalla), nahistuneiksi tai liikaa itäneiksi (oikealla ylhäällä) ja tautien pilaamiksi (oikealla alhaalla).

Sato korjattiin naatteineen, kun pääosa naateista oli taittunut maahan. Sato korjattiin Piikkiössä 1,5 metrin matkalta koko ruudun leveydeltä (satoruudun ala 2,625 m²). Mikkelissä sato korjattiin yhden metrin matkalta koko ruudun leveydeltä (satoruudun ala 1,5 m²). Sadon tuorepaino naatteineen punnittiin ennen kuivausta. Kuivauksen jälkeen naatit, juuret ja irtonaiset kuoret poistettiin ja punnittiin kokonais- ja kauppakelpoinen sato.

Jokioisissa istukassipuleiden kehitystä ja tautien etenemistä istukkaista satoisipuleihin tutkittiin kasvihuoneolosuhteissa, joissa lämpötila päivällä (12 tuntia) oli 22–24 °C ja yöllä (12 tuntia) 18–20 °C. Lisäksi päivittäisellä kastelulla huolehdittiin, että kasvualusta oli jatkuvasti tasaisen kostea. Jokaisesta istukaserästä istutettiin neljään muovilaatikkoon (30 x 60 cm) 30 istukasta. Laatikot asetettiin lohkoittain satunnaistetun mallin mukaisesti kasvihuonepöydille neljään lohkokoon. Kasvualustana laatikoissa oli peruslannoitettu kasvuturpeen ja hiekan seos (Kuva 24).



Kuva 24. Istukassipuleiden vertailukoe kasvihuoneessa testin alussa (vasemmalla) ja testin lopussa (oikealla).

Sipuleiden kasvua ja tautien ilmaantumista seurattiin viikottain. Tautiset sipulit poistettiin ja niissä esiintyneet sienet määritettiin kohdassa 3.1.3 kuvatulla menetelmällä. Vuonna 2016 koe aloitettiin 31.5. ja lopetettiin 4.10. Vuonna 2017 koe aloitettiin 16.5. ja lopetettiin 25.8. Kokeen loppuun asti terveinä säilyneiden sipuleiden sato punnittiin ja myös terveinä säilyneistä sipuleista tutkittiin mahdollisten Fusarium-sienten esiintyminen. Kasvihuonekokeiden satoa ei varastoitu.

5.1.2. Tulokset

Vuonna 2016 Piikkiön kokeessa istukassipulit tuottivat selvästi suuremman sadon kuin taimisipuli ($P < 0,001$). Taimisipulilla tuotettu kauppakelpoinen sato oli vain $3,2 \text{ kg/m}^2$, kun istukkailla sato oli $6,1\text{--}7,8 \text{ kg/m}^2$. Taimisipulissa esiintyi yllättäen jo kasvukaudella tauteja, mikä heikensi kasvustoa ja vähensi sadoksi päätyneiden sipuleiden määrää. Lisäksi yksittäisiä kasveja oli alun perinkin ryhmätaimissa vähemmän kuin mikä oli tavoite, joten taimiruuduissa sipuleita oli korjuu-aikaan vain noin 20 kpl/m^2 , kun istukasruuduissa sipuleiden määrä vaihteli $36\text{--}39 \text{ kpl/m}^2$ (Kuva 25). Sipuleiden keskikoko oli suuri ($170\text{--}200$ grammaa) sekä taimi- että istukasruuduissa väljähkön istutustiheyden takia.

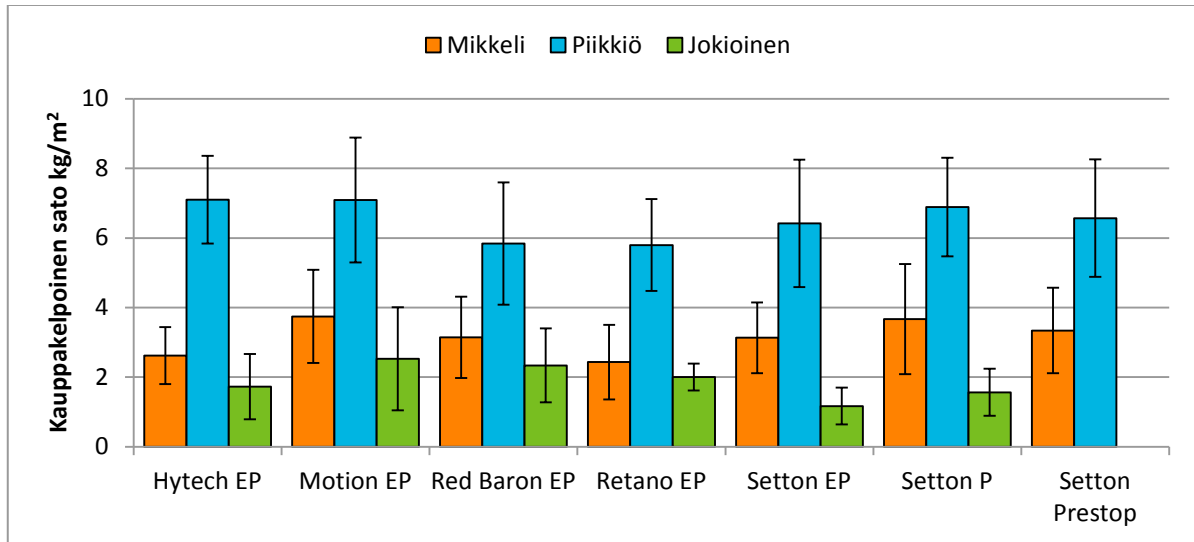
Vuonna 2016 parhaan sadon Piikkiön kokeessa tuottivat norjalaiset istukkaat keltasipulilajikkeista 'Hytech' ja 'Motion'. Punasipulilajikkeiden 'Red Baron' ja 'Retano' sato jäi heikommaksi. Hollantilaiset Setton-lajikkeen istukkaat tuottivat likimain saman sadon, olipa istukkaat peitattuja, peittaamattomia tai Prestop-valmisteella istutuksen jälkeen käsiteltyjä.

Vuonna 2016 Mikkelin kokeen satotaso jäi huomattavasti alhaisemmaksi kuin Piikkiön. Mikkelin kokeessa norjalainen Motion-lajike tuotti Piikkiön kokeen tavoin korkeimman sadon, mutta Hytech-lajikkeen satotaso jäi Mikkelissä Retano-lajikkeen tavoin alhaisimmaksi. Satoerot olivat tilastollisesti merkitseviä ($p < 0,001$). Setton-lajikkeen peitattu istukas tuotti hieman korkeamman sadon kuin peittaamaton istukas. Prestop-käsittely tuotti samansuuruisen sadon kuin peittaamaton istukas. Kuvassa 26 on kahden vuoden satotulokset Piikkiön, Mikkelin ja Jokioisten kokeista.



Kuva 25. Taimisipuli (kuvassa keskellä) lähti hitaammin kasvuun ja tuotti istukassipulia heikomman sadon Piikkiön kokeessa vuonna 2016. Kuva on otettu viiden viikon kuluttua istutuksesta.

Jokioisten kasvihuonekokeessa sadot jäivät hyvin pieniksi, koska pilaantuneita sipuleita oli paljon ja kasvatuslämpötila oli sipulin kannalta aivan liian korkea. Kasvihuonekokeessakin Motion tuotti parhaan sadon. Kasvihuoneoloissa punasipulit tuottivat hieman paremman sadon kuin useimmata keltasipulierät.



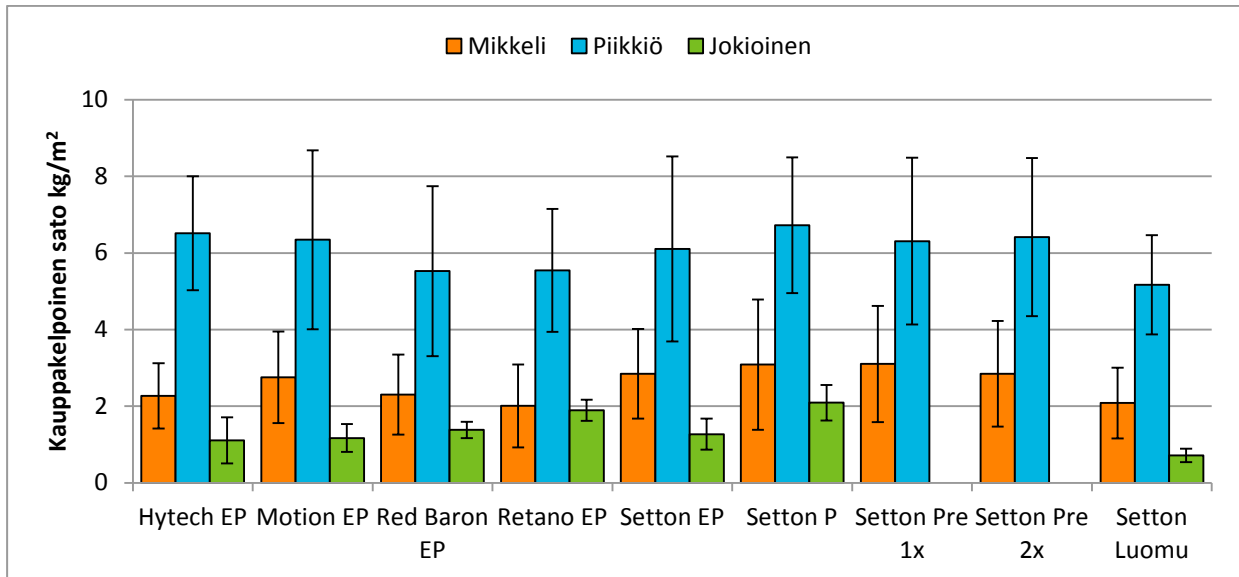
Kuva 26. Kauppakelpoinen kuivattu sipulisato Piikkiön, Mikkelin ja Jokioisten istukasvertailukokeissa vuosina 2016 ja 2017 keskimäärin. Jokioisten kokeessa ei ollut Prestop-käsittelyä. EP= ei peitattu, P=kemiallinen peittäys.

Vuonna 2017 norjalaiset istukkaat lähtivät huonosti kasvuun. Sama ilmiö havaittiin muutamilla vihanneistiloilla, jotka olivat myös hankkineet istukkaita Norjasta. Hitaasta kasvuunlähdestä huolimatta lähes kaikki istukkaat tuottivat korjuukelpoisen sipulin.

Piikkiön kokeessa eri lajikkeiden ja istukaslaatuojen välillä oli tilastollisesti merkitseviä eroja sadon määrässä ($p < 0,001$). Luomuistukkaat ja punasipulilajikkeet tuottivat muita heikommalla sadon. Hollantilaisen Setton-istukkaan sato oli samaa tasoa, olipa istukkaat peitattu, peittaamattomia tai käsitelty Prestop-valmisteella (Kuva 23.). Kauppakelpoisen sadon osuus kuivatusta kokonaissadosta oli lähelle 100 %.

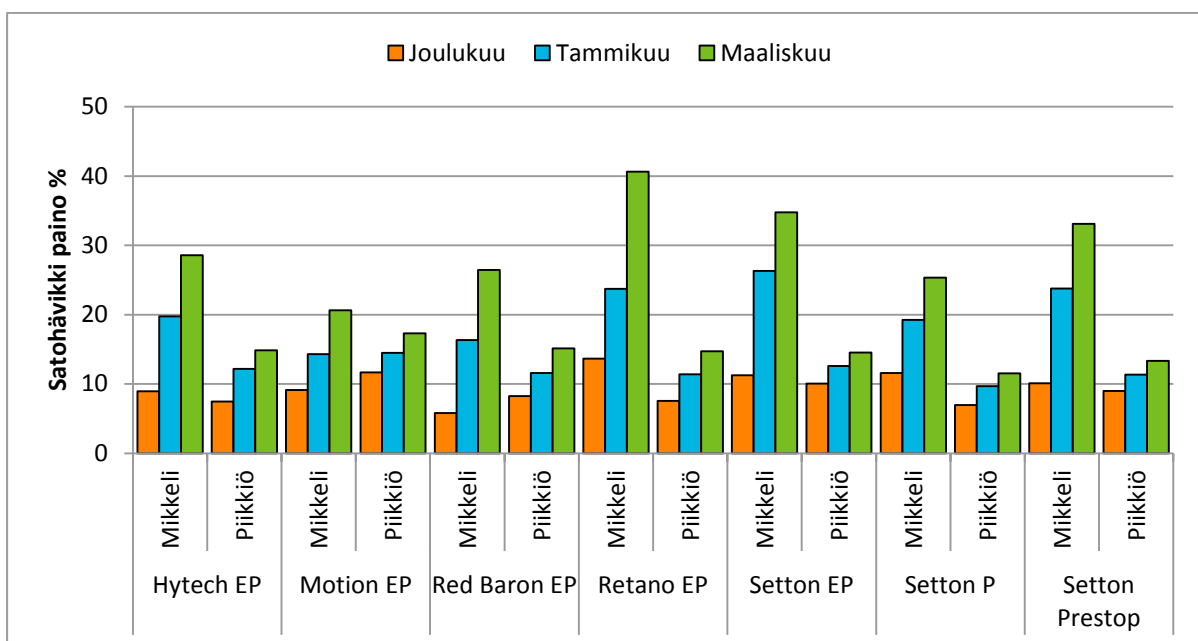
Luomuistukkaan käsittely FZB-valmisteella ei lisännyt sipulin satoa, kun verrattiin erikseen suojajenkeissä viljeltyjä käsiteltyjä ja käsittelemättömiä ruutuja.

Mikkelissä vuonna 2017 Piikkiön tavoin norjalaiset lajikkeet lähtivät huomattavasti hitaammin kasvuun kuin Setton-lajikkeen kasvustot, jonka luomuistukkaalla perustettu kasvusto lähti selvästi nopeimmin kasvuun. Kasvun edetessä luomuistukkaalla perustettu kasvusto jäi kuitenkin heikoimmaksi, mikä näkyi myös satomäärässä. Norjalainen Motion-lajike ja hollantilaiset Setton-lajikkeen istukkaat käsittelystä riippumatta tuottivat parhaan sadon. Muut norjalaiset lajikkeet jäivät luomutuotetun Setton-lajikkeen tavoin sadoltaan heikommaksi. Satomäärissä ei ollut tilastollisesti merkitseviä eroja. Kasvihuonekokeessa myös 2017 sadot olivat hyvin pieniä. Vuonna 2017 peitattu Setton istukas tuotti kasvihuoneessa parhaan sadon ja yleisesti ottaen punasipulit tuottivat hieman korkeamman sadon kuin useimmat keltasipulierät (Kuva 27).

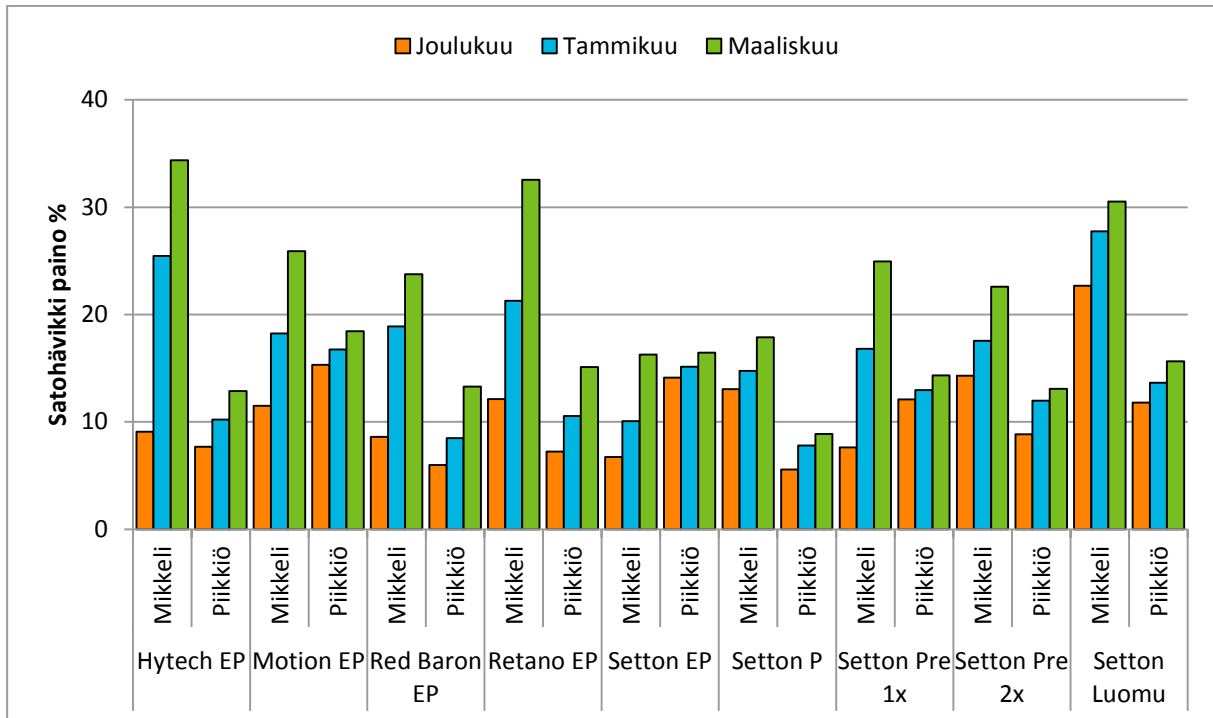


Kuva 27. Kauppakelpoinen kuivattu sipulisato Piikkiön, Mikkelin ja Jokioisten istukasvertailukokeissa vuonna 2017. Jokioisten kokeessa ei ollut Prestop-käsittelyjä. EP= ei peitattu, P= kemiallinen peittäus, Pre= Prestop-peittäus.

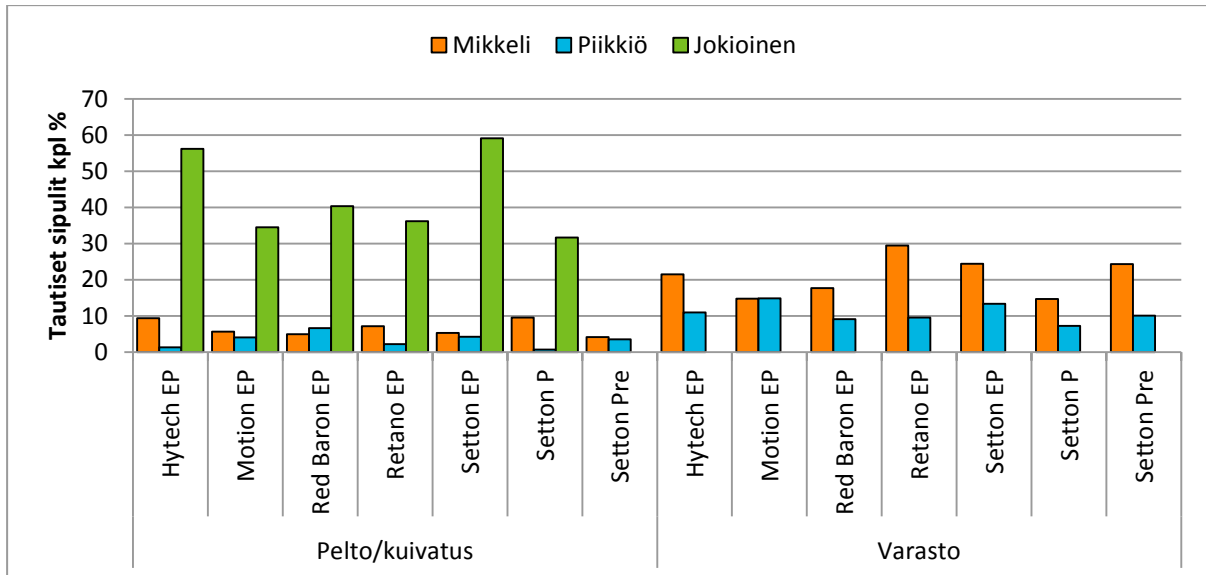
Sekä Mikkelin että Piikkiön kokeissa tautisia sipuleita oli kasvukaudella molempina vuosina melko vähän, alle 10 %. Pitkässä varastoinnissa Retano-lajikkeen ja peittaamattoman sekä Prestop-peitatus Setton-lajikkeen satohävikki nousi Mikkelin sadon osalta yli 30 %:iin. Eri istukaserien tautisuuserot Piikkiön peltokokeissa olivat melko pieniä (Kuvat 28 ja 29). Sitä vastoin Jokioisten kasvihuonekokeessa taudit levisivät lämpimissä oloissa ja kokeen aikana pahimmissa erissä tautisia sipuleita oli lähes 60 % (Kuvat 30 ja 31).



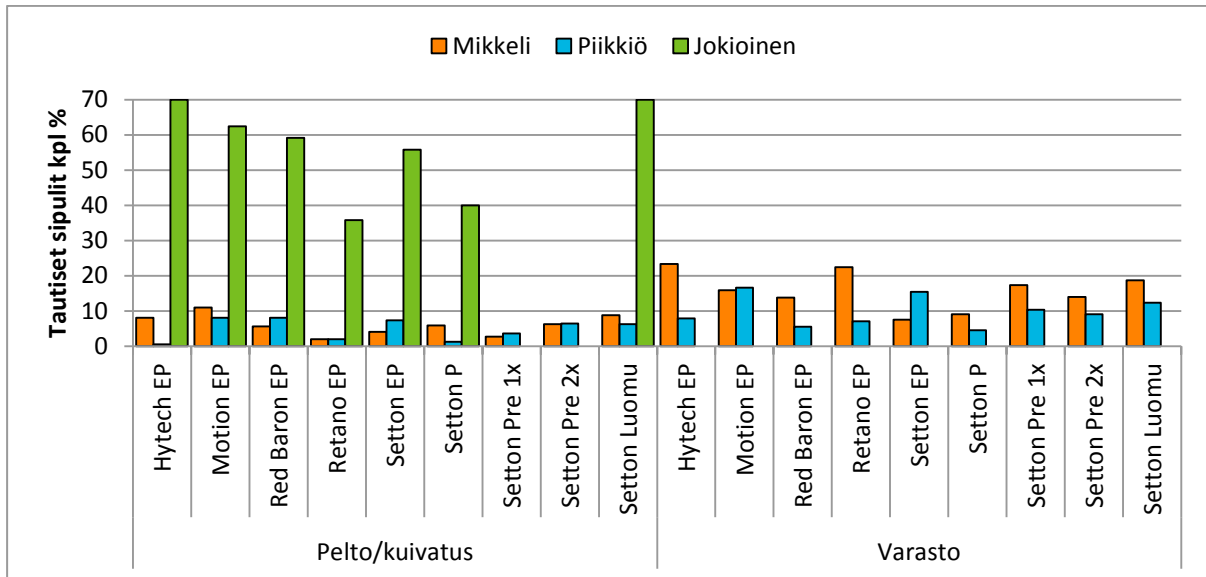
Kuva 28. Satohävikit painoprosentteina varastoinnin aikana Piikkiön ja Mikkelin istukasvertailukokeissa vuosina 2016–2017 keskimäärin. EP= ei peitattu, P=kemiallinen peittäus.



Kuva 29. Satohävikit painoprosentteina varastoinnin aikana Piikkiön ja Mikkelin istukasvertailukokeissa vuonna 2017. EP= ei peitattu, P= kemiallinen peittäus, Pre= Prestop-peittäus.

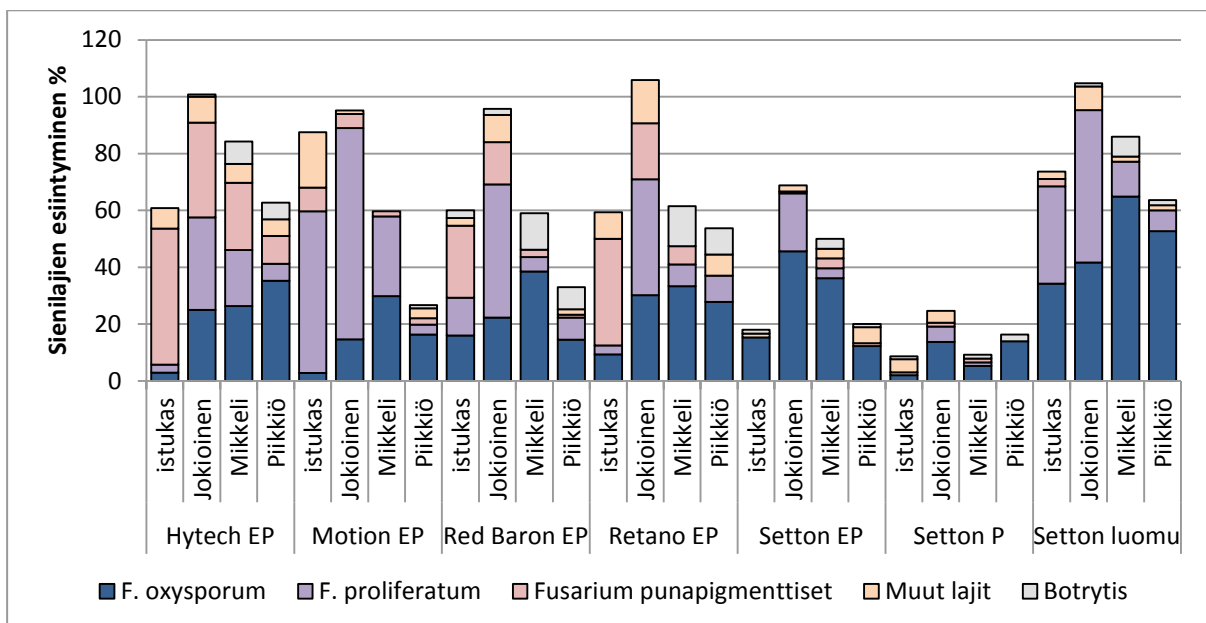


Kuva 30. Tautisten sipuleiden osuudet kappaleprosentteina eri istukaserissä Mikkelin, Piikkiön ja Jokioisten kokeissa vuosina 2016–2017. keskimäärin. Jokioisten koesipuleita ei varastoitu. Jokioisten kokeessa ei ollut Prestop-käsittelyä. EP= ei peitattu, P= kemiallinen peittäus, Pre= Prestop-peittäus.



Kuva 31. Tautisten sipuleiden osuudet kappaleprosentteina eri istukaserissä Mikkelin, Piikkiön ja Jokioisten kokeissa vuonna 2017. Jokioisten koesipuleita ei varastoitu. Jokioisten kokeessa ei ollut Prestop-käsittelyitä. EP= ei peitattu, P= kemiallinen peittäus, Pre= Prestop-peittäus.

Tautisissa sipuleissa esiintyi kasvukaudella ja sadonkorjuun jälkeen eniten *Fusarium*-sieniä (Kuva 32), mutta varastossa harmaahome oli yleisin sipuleita pilaava sieni. Yleisimmät *Fusarium*-lajit olivat *F. oxysporum* ja *F. proliferatum*. Lisäksi norjalaista alkuperää olleissa erissä esiintyi paljon punapigmenttisiä *Fusarium*-lajeja: *F. avenaceum*, *F. sambucinum* ja *F. tricinctum*. Istukassipuleissa todettu *Fusarium*-lajisto ei erityisen selvästi heijastellut pilaantuneisiin satosipuleihin siirtynyttä lajistoa. Osassa pilaantuneista sipuleista saatiin esiin hyvin vähän sieniä. Esimerkiksi peitatuissa Setton-erissä vain 10–20 %:ssa pilaantuneita sipuleita oli sienten vaurioittamia ja loput vioitukset johtuivat bakteereista tai muista tekijöistä.



Kuva 32. *Fusarium*-sienten ja harmaahomeen (*Botrytis*) esiintyminen istukassipuleissa ja sairastuneissa satosipuleissa keskimäärin vuosina 2016–2017 Jokioisten, Mikkelin ja Piikkiön kokeissa. Joissakin erissä samassa näytteessä saattoi esiintyä useampia sienilajeja, joten kokonaismäärä voi olla yli 100 %. EP= ei peitattu, P= kemiallinen peittäus.

5.1.3. Tulosten tarkastelu ja johtopäätökset

Tulokset osoittivat, että niin Norjassa kuin Hollannissa tuotetuissa istukkaissa esiintyy runsaasti etenkin *Fusarium*-sieniä. Sienilajisto oli kuitenkin osin erilainen eri maissa tuotetuissa istukkaissa. Istukkaiden saastunta ei kuitenkaan suoraan määrää tautien esiintuloa pellolla ja sadon varastoinnin aikana, vaan kasvukauden ja kasvupaikan olosuhteet vaikuttavat huomattavasti tautitilanteeseen. Lämpimissä ja kosteissa kasvihuoneoloissa tauteja tuli odotetusti eniten esille. Istukkaiden kemiallinen peittäus pitää tauteja kurissa melko hyvin, mutta biologisen Prestop-valmisteen teho ei näissä kokeissa ollut kovin selvä.

Vuonna 2017 käyttämiemme luomutuotettujen Setton-istukkaiden laatu oli huono; istukkaat olivat pieniä ja niissä oli runsaasti taudinaiheuttajaisieniä (Kuva33). Luomuistukkaista tuotettu sato jäi alhaisemmaksi kuin muista saman lajikkeen eri istukkaista saatu sato, ja sen säilyvyys oli myös hieman muita heikempi.

Sipulilajikkeet tuottivat osin erilaisen satotuloksen eri koepaikoilla. Mikkelin kokeissa Motion-lajike oli norjalaisista lajikkeista selvästi satoisin, ja sen satomäärä oli samaa luokkaa kuin hollantilaisella peitatulla Setton-istukkaalla. Piikkiön kokeissa kaikki keltasipulilajikkeet (Hytech, Motion, Setton) tuottivat likimain saman sadon, mutta punasipulit Retano ja Red Baron olivat sadoltaan heikoimpia, kuten myös luomuistukkaasta tuotettu Setton-lajike.



Kuva 33. Setton-lajikkeen luomuistukkaan laatu silmävaraisessa tarkastuksessa kilon istukasnäytteestä. Kuva Hilla Taavila.

5.2. Tilakokeet luomusipulitiloilla

Vuosina 2016–2017 testattiin pitkään varastointiin soveltuvia taimisipulilajikkeita neljällä luomutilalla tavoitteena kokeilla koneellista istutusta, rikkakasvien torjuntaa käytännössä sekä vertailla taimisipuleiden tuottamaa satoa istukkaista tuotettuun satoon. Taimet olivat samaa alkuperää kuin sipulin lajikekokeissa käytetyt taimet (katso luku 3.1.).

5.2.1. Aineisto ja menetelmät

Vuonna 2016 tilakokeita oli neljällä tilalla. Testatut taimisipulilajikkeet olivat 'Hybing', 'Hylander' ja punasipuli 'Red Baron' ja istukaslajikkeet 'Setton' ja 'Red Baron'. Sipulin taimet istutettiin koneellisesti kahdella tilalla, kahdella eri istutuskoneella, Ferrarin Multipla-istutuskoneella ja Lännen Tehtaiden rulettisyötteisellä istutuskoneella. Kahdella tilalla taimet istutettiin käsin. Vuonna 2017 taimisipuleita istutettiin kahdelle tilalle. Testatut keltasipulilajikkeet olivat 'Hytech' ja 'Hylander' ja istukkaalla 'Setton'. Sipulin taimien istutus ei onnistunut edellä mainituilla koneilla taimipaakun ison koon vuoksi (puristepaakku 4 cm x 4 cm x 5 cm), joten toisella koetilalla istutus tehtiin Ferrarin Rotostrapp-koneella, toisella tilalla taimet istutettiin käsin. Tilakokeissa testattiin myös biohajoavia katteita (paperikate Red Baron-taimisipuleilla v. 2016, biohajoava kalvo Hylander-taimisipuleilla yhdellä tilalla v. 2017) ja rikkakasvien torjuntaa traktorikäyttöisillä sormi- ja hanhenjalkaharoilla käsin haraamisen ja kitkennän lisäksi. Kukin tila lannoitti koekasvustot tilan omien lannoituskäytänteiden mukaan. Taimisipulit kasteltiin heti istutuksen jälkeen sekä tarvittaessa kasvukauden aikana.

Jokaisella tilalla tehtiin koelajikkeiden tautihavainnot kerran kuukaudessa sadonkorjuuseen saakka riviin merkatuista peräkkäisestä 100 sipuliyksilöstä ja taimisipulilla taimiryhmästä. Jokaisella havainnotokerralla tautiset yksilöt kerättiin pois ja lähetettiin Luken Kasvinsuojeluun tautimäärittelyyn. Sadonkorjuuvaiheessa loput sipulit nostettiin, tautiset laskettiin ja lähetettiin tautimäärittelyyn.

Sato korjattiin jokaisesta koelajikkeesta yhden penkkimetrin matkalta kolmelta näytealalta. Sato luokiteltiin terveisiin, tautisiin ja muihin (vioittuneet, epämuotoiset). Luokitellun sadon tuorepainot naatteineen punnittiin. Tautiset sipulit lähetettiin Jokioisten Kasvinsuojeluun tautimäärittelyyn. Terve sato kuivattiin lavakuivurissa. Kuivattu sato kauppakunnostettiin ja tautiset sipulit lähetettiin tautimäärittelyyn.

Kauppakunnostuksen jälkeen vuoden 2016 sato säilytettiin ilmastuvasti huoneenlämmössä tammikuuhun saakka, jolloin satonäytteistä laskettiin tautisten sipuleiden osuus ja tautiset sipulit meni tautimäärittelyyn. Vuoden 2017 kuivatut satonäytteet varastoitettiin Luke Piikkiön kylmävarastossa. Varastoinnin aikana tautisten sipuleiden osuus laskettiin joulu-, tammi- ja maaliskuussa.

Sipulipenkin leveys, sipulirivien määrä penkissä ja yksilöiden määrä penkkimetrillä vaihtelivat tilakohtaisesti, joten tilojen väliset satovertailut eivät ole mielekkäitä. Pinta-alaa kohti lasketuissa satotuloksissa, kg/m^2 , on huomioitu myös raidevälit, joten tulokset ovat suoraan muutettavissa hehtaarisadoiksi.

Sairaiden sipuleiden tautimäärittelyt tehtiin samalla tavalla kuin on kuvattu kohdassa 3.1.3.

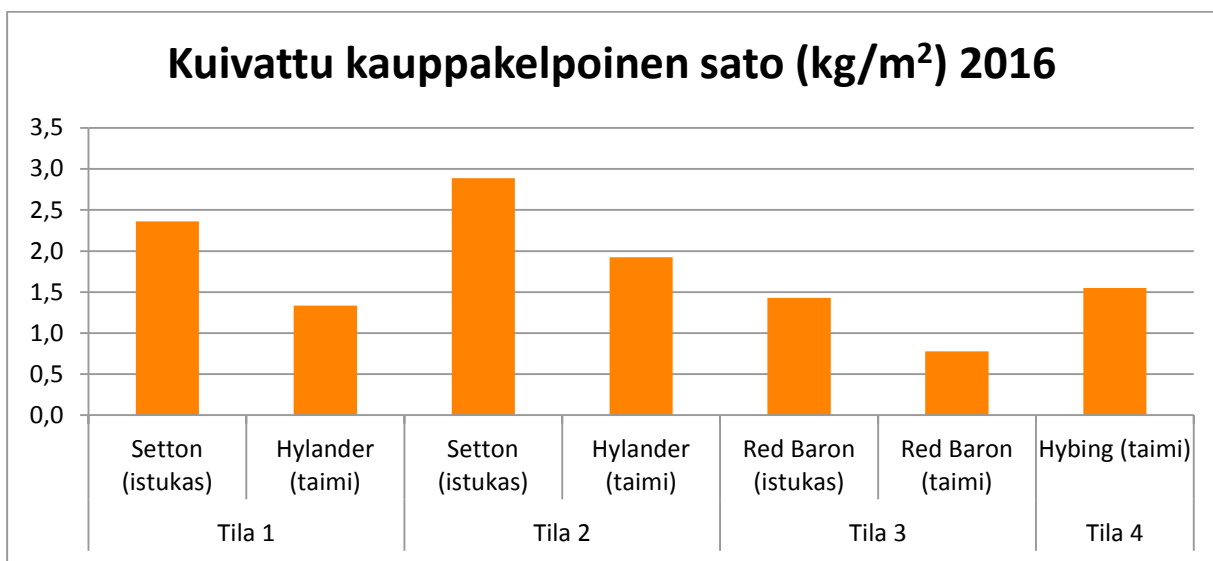
5.2.2. Satotulokset

Satotulokset ovat kolmen näytealan keskiarvoja. Taimisipuleiden istutus- ja sadonkorjuuaika vaihteli tilojen välillä. Kasvu-aika taimisipulilla oli 12–14 viikkoa.

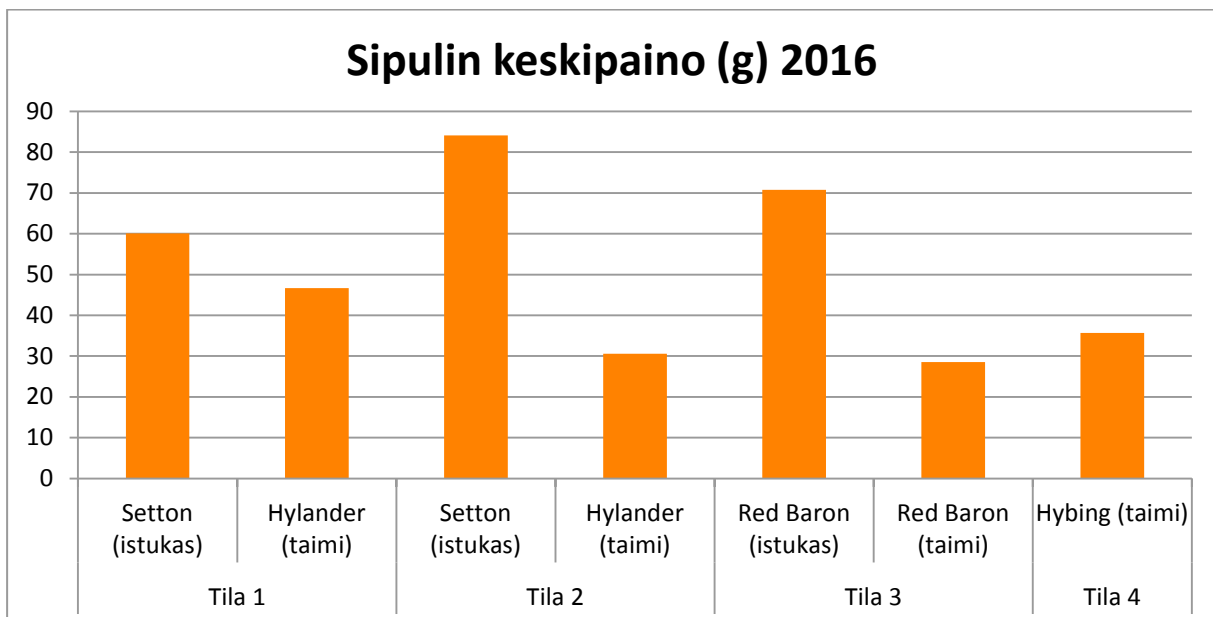
Molemmat koekesät olivat luomusipulin tuotannossa hyvin haasteellisia rikkakasvien ja sääolosuhteiden osalta. Erityisesti vuonna 2016 yksivuotisia rikkakasveja taimettui koko kesän ja rikkakasvit

aiheuttivat ongelmia vielä nostotoissa. Taimisipulikasvustoissa rikkakasvien torjuntaa ei voi tehdä liekittämällä, joten rikkakasvit torjuttiin mekaanisesti ja kitkemällä. Katetuissa penkeissä rikkakasveja jouduttiin kitkemään taimirei'istä käsin. Istukkailla perustetuissa kasvustoissa oli liekityksistä huolimatta rikkakasviongelma yhtä suuri kuin taimisipulilla.

Vuonna 2016 taimisipuleiden kasvu lähti hyvin käyntiin istutuksen jälkeen, mutta kasvu pysähtyi jostain syystä kaikissa koekasvustoissa noin kolmeksi viikoksi. Vasta juhannuksen jälkeen kasvu lähti jälleen vauhtiin. Kasvun pysähtyminen hidasti sipuleiden kasvua, ja sipuleiden satotaso ja koko jäivät hyvin vaatimattomiksi verrattuna istukkailla perustettuihin kasvustoihin (Kuvat 34 ja 35). Naattihome tuhosi Red Baron-lajikkeen naatiston jo varhain, minkä vuoksi satotaso jäi alhaiseksi. Hylander-lajike on naattihomeen kestävä, joten sillä ei esiintynyt naattihometta.



Kuva 34. Kauppakelpoinen kuivattu sipulisato tilakokeissa vuonna 2016.



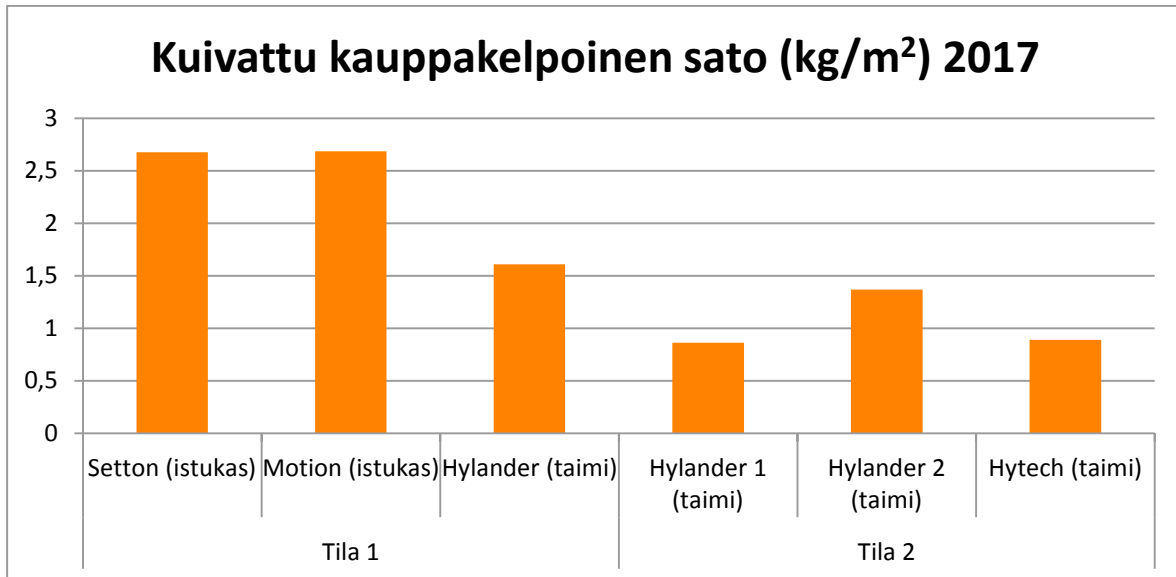
Kuva 35. Kuivatun sadon sipulin keskipaino eri lajikkeilla tilakokeissa vuonna 2016.

Kasvukaudella 2017 taimilla perustetuissa kasvustoissa ei esiintynyt edellisen vuoden kaltaista kasvun pysähtymistä. Toisella koetilalla (Tila 1) istutettiin taimisipuli biohajoavaan katteeseen. Sipulin hitaan kasvun ja heikon varjostuksen vuoksi rikkakasvit kasvoivat taimirei'istä, joten niiden kitkeminen käsin oli välttämätöntä. Rikkakasvien haraaminen katetun penkin vierestä oli myös hankalaa, koska täytyi varoa irrottamasta ja rikkomasta katetta (Kuva 36).

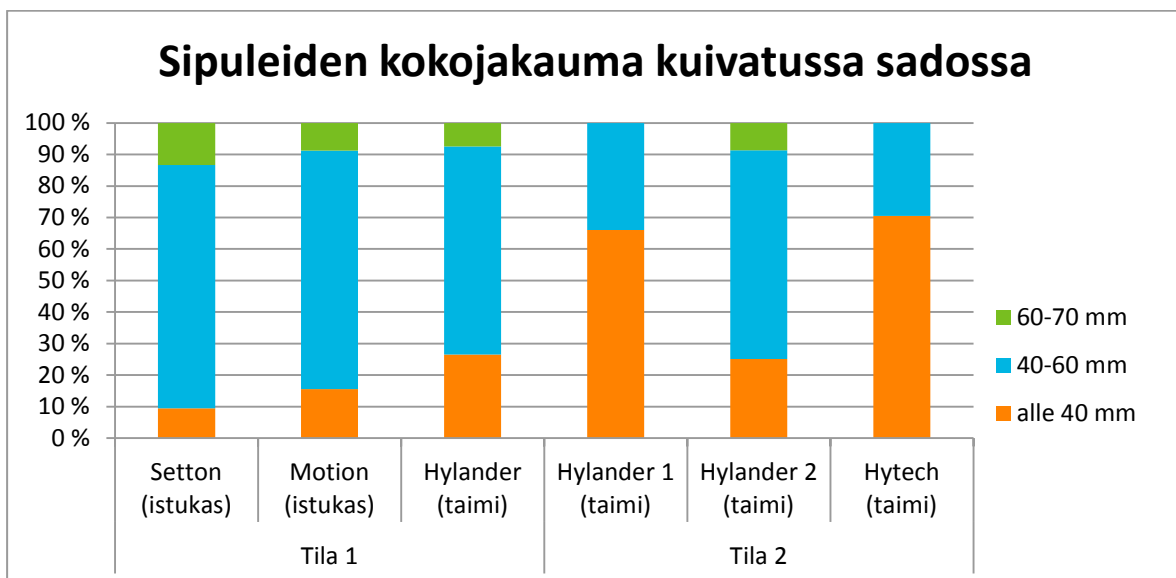
Taimisipuleilla tuotetun sadon määrä jäi huomattavasti alhaisemmaksi kuin istukkailla tuotettu sato. Pienten, läpimitaltaan alle 40 mm sipuleiden osuus kuivatussa sadossa oli suurempi taimista tuotetussa sadossa kuin istukkaalla tuotetussa sadossa (Kuvat 37 ja 38). Toisella koetilalla (Tila 2) lohkon kasvukunnon vaihtelu lohkon eri osissa näkyi selvästi Hylanderin satomäärien vaihteluna ja sipuleiden kokojakaumassa (Hylander 1 ja Hylander 2).



Kuva 36. Keskellä biohajoavassa katteessa taimilla perustettu Hylander-sipulikasvusto. Oikealla istukkailla perustettu Motion-kasvusto ja vasemmalla Setton vuoden 2017 tilakokeessa.



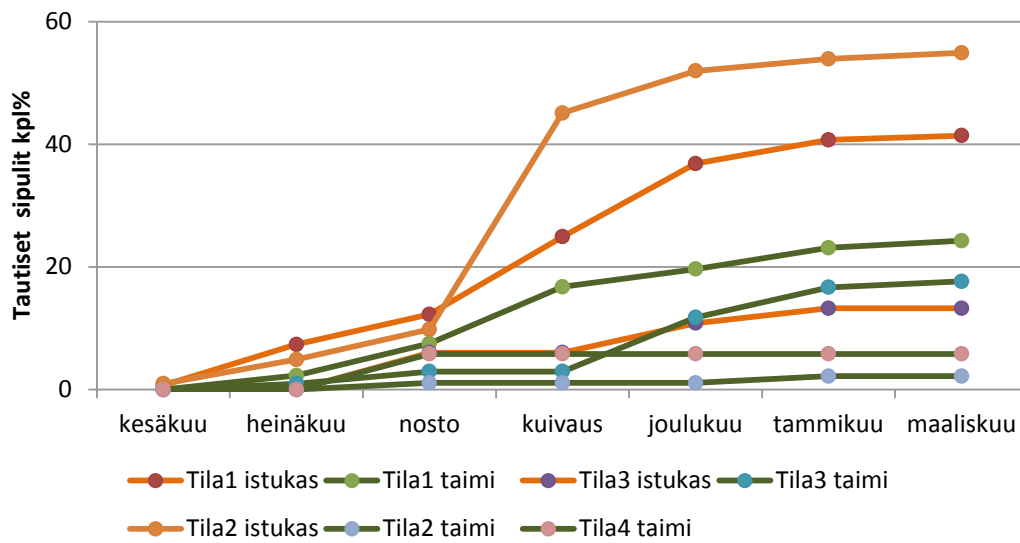
Kuva 37. Kauppakelpoinen kuivattu sipulisato tilakokeissa vuonna 2017.



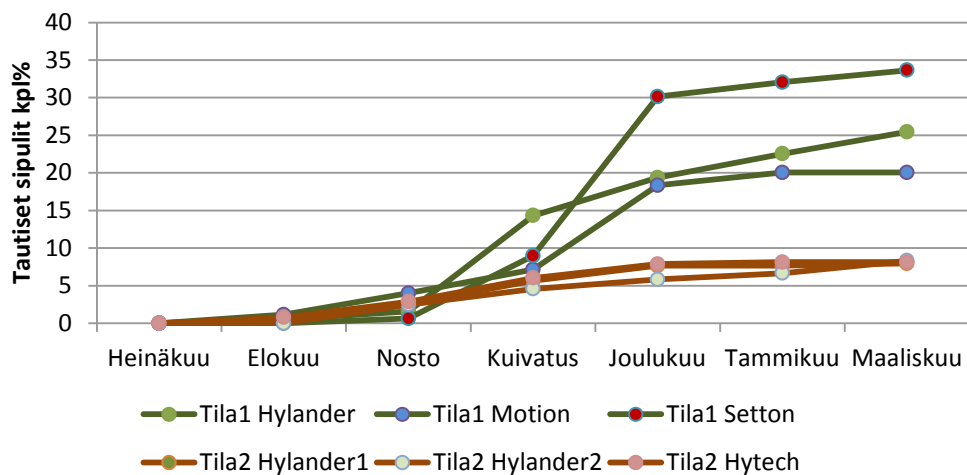
Kuva 38. Kuivatun sadon sipuleiden kokojakauma tilakokeissa vuonna 2017. Hylander 1 ja 2 kasvoivat samalla loholla, mutta kasvuolosuhteiltaan erilaisissa paikoissa.

5.2.3. Tautitulokset

Tautisten sipuleiden esiintymistä seurattiin kasvukaudella, sadonkorjuussa, kuivatuksessa ja varastoinnin aikana molempina koevuosina. Tautisten sipuleiden määrä oli molempina vuosina varsin pieni kasvukaudella, mutta taudit lisääntyivät kuivatuksen aikana ja heti kuivatuksen jälkeen. Varastossa joulukuulta maaliskuulle taudit eivät lisääntyneet merkittävästi. Taimisipuleilla tuotetut sipulit olivat keskimäärin terveempiä kuin istukkailla tuotetut sipulit, mutta molempina vuosina kokeissa oli myös istukkailla tuotettuja eriä, joissa tautien määrä jäi samalle tasolle kuin taimisipuleilla tuotetuissa erissä (Kuvat 39 ja 40).

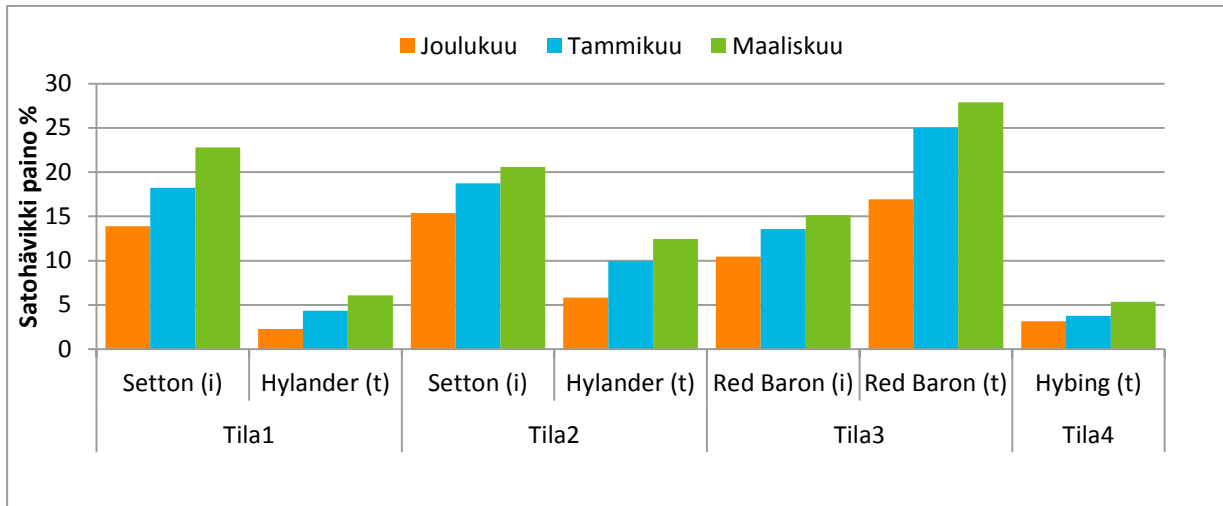


Kuva 39. Tilakokeiden tautisten sipuleiden osuus istukas- ja taimisipuleilla tuotetussa sadossa kasvukaudella, nostossa, sadon kuivauksen jälkeen ja varastoinnin aikana vuonna 2016. Tulokset on esitetty kumulatiivisesti.

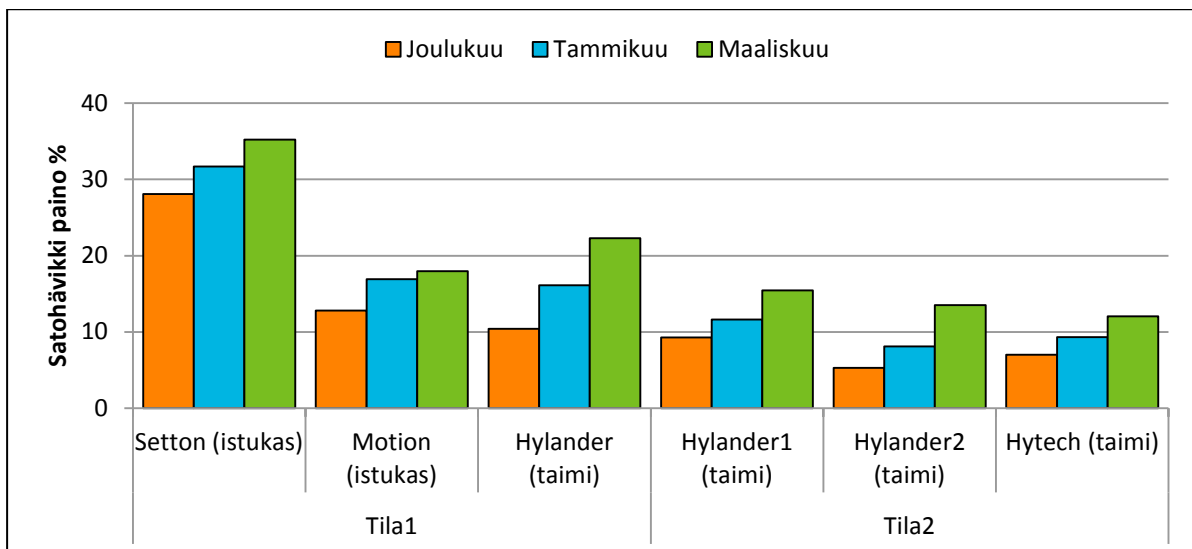


Kuva 40. Tilakokeiden tautisten sipuleiden osuus istukas- ja taimisipuleilla tuotetussa sadossa kasvukaudella, nostossa, sadon kuivatuksen jälkeen ja varastoinnin aikana vuonna 2017. Motion ja Setton ovat istukaslisätyjä, muut taimista lisätyjä. Tulokset on esitetty kumulatiivisesti.

Molempina vuosina Setton-lajikkeen istukkaalla tuotetut sadot säilyivät varastossa huonommin kuin taimisipuleilla tuotetut sadot. Sen sijaan Red Baron-lajikkeen taimisipuleilla tuotettu sato 2016 säilyi heikommin kylmävarastossa kuin istukkailla tuotettu sato, mutta pilaantumisen aiheutti joku muu kuin *Fusarium*- tai harmaahomesieni. Vuonna 2017 Motion-lajikkeen istukkaalla tuotettu sato säilyi varastossa yhtä hyvin kuin taimisipuleilla tuotetut satoerät (Kuvat 41 ja 42).

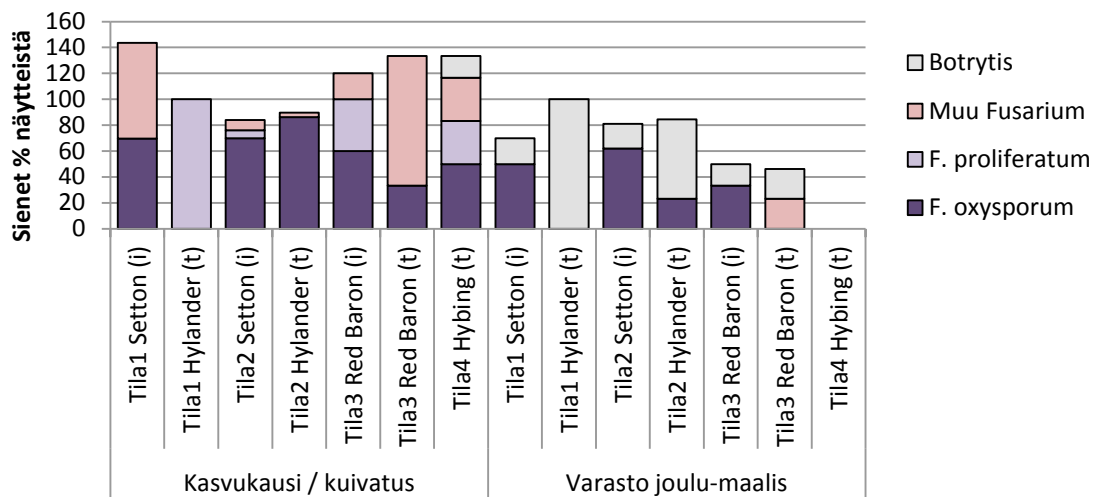


Kuva 41. Satohävikit painoprosentteina kuivatuksen jälkeen varastossa joulukuulta 2016 maaliskuulle 2017. (i)=istukas, (t)=taimispuli

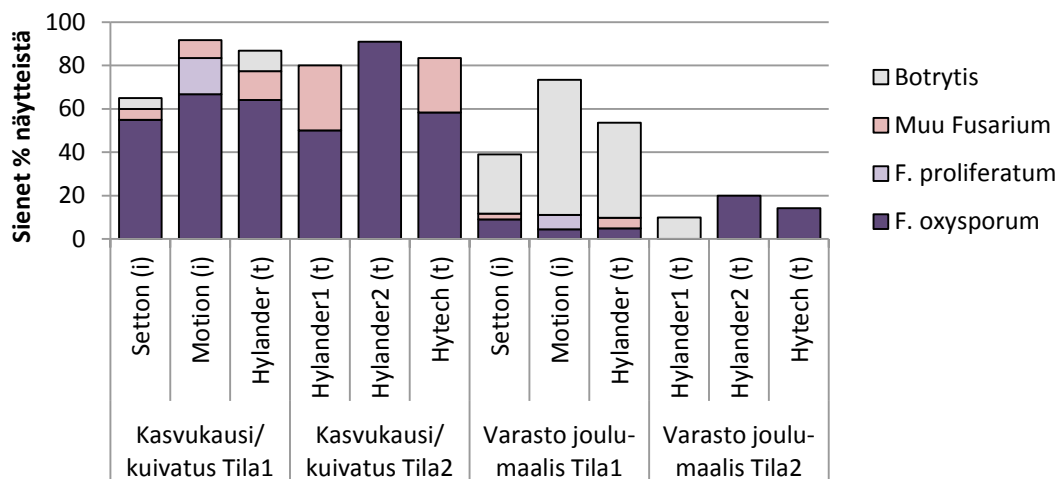


Kuva 42. Satohävikit painoprosentteina kuivatuksen jälkeen varastossa joulukuulta 2017 maaliskuulle 2018

Eri tilojen pilaantuneista satoisipuleista määritetty sienilajisto oli hieman erilainen, mutta kaikilla tiloilla *Fusarium oxysporum* oli yleisin löydetty laji sekä istukkaista että taimista tuotetussa sadossa. Kesällä 2016 tautisissa sipuleissa esiintyi erityisen runsaasti *Fusarium*-sieniä ja lajisto oli monipuolisempi kuin kesällä 2017. Varastossa *Fusarium*-sienten osuus väheni ja pääasiallinen sadon pilaaja oli harmaahome. Myös sellaisten pilaantuneiden sipuleiden osuus kasvoi varastoinnin aikana, joissa ei ollut *Fusarium*-lajeja tai harmaahometta (Kuvat 43 ja 44).



Kuva 43. Tautisissa sipuleissa esiintyneet sienet kasvukaudella, nostossa ja kuivatuksen jälkeen 2016 sekä varastossa joulukuulta 2016 maaliskuulle 2017. Kasvukaudella tautisissa sipuleissa oli sekainfektioita useita eri sienilajeja, joten sienien yhteismäärä oli enimmillään yli 140 %. (i)=istukas, (t)=taimi



Kuva 44. Tautisissa sipuleissa esiintyneet sienet kasvukaudella, nostossa ja kuivatuksen jälkeen 2017 sekä varastossa joulukuulta 2017 maaliskuulle 2018. (i)=istukas, (t)=taimi

5.2.4. Tulosten tarkastelu ja johtopäätökset

Tiloilla istukkaista tuotettu sato oli noin kaksinkertainen taimisipulin satotasoihin verrattuna. Tilojen välillä oli eroja taimien istutustiheydessä ja penkin leveydessä, mikä vaikuttaa tilakokeilta saatuihin hehtaarisatomääriin. Taimisipulista tuotettu sato säilyi pitkässä varastoinnissa paremmin kuin istukkaista tuotettu sato, poikkeuksena vuonna 2016 Red Baron-lajike, jonka taimisipuleilla tuotettu sato säilyi heikommin kylmävarastossa kuin istukkailla tuotettu sato. Syynä Red Baronin taimisipulista tuotetun sadon tautisuuteen saattoi olla penkissä käytetty paperikate, mikä voi aiheuttaa otolliset olot tautitartunnoille. Huomattavaa on, että taimisipuleista tuotettua satoa pilasi varastossa lähinnä harmaahome. Kesän 2017 viileä sää ilmeisesti esti *Fusariumin* leviämistä. Taimilla ja istukkailla tuotetussa sadossa esiintyi vähän tautisia sipuleita kasvukaudella ja sadonkorjuussa. Tautisia oli enemmän tiloilla, joilla sipulia oli viljelty jo pidempään.

Kasvuston perustamiskustannukset ovat taimia käytettäessä moninkertaiset istukkaaseen verrattuna, joten kasvukauden aikaisen kasvuston terveyden, sadon määrän, sipulin koon ja säilyvyyden varastossa olisi oltava parempia kuin istukkaalla tuotetussa sadossa, jotta taimisipulin käyttö olisi istukka-

seen verrattuna kannattavaa. Kokeissamme sipulin taimien istutusaika oli molempina koevuosina myöhäinen. Aikaisemmalla istutusajalla olisi todennäköisesti saavutettu korkeammat sadot. Taimisipulin käyttö vaatii myös viljelytekniikan kehittämistä. Esimerkiksi rikkakasvien torjuntaan on löydettävä tilakohtaisesti tehokkaat ratkaisut. Katteiden käyttö ei ratkaise rikkakasviongelmia, koska taimisipulin hitaan kasvunlähdon vuoksi taimireikiin ehtii kasvaa rikkakasveja, jotka on kitkettävä käsin. Tämä on erittäin hidasta ja työlästä. Myös katteen reunasta on hankala torjua rikkakasveja rikkomatta katetta. Haraus sormihara-hanhenjalkaterä-yhdistelmällä tai pelkillä hanhenjalkaterillä vaikuttaa varteenotettavalta yksivuotisten rikkakasvien torjuntakeinolta, mikäli haraus tehdään rikkakasvien ollessa pieniä.

Viitteet

Salonen J., Suojala-Ahlfors, T., Tiilikkala, K., Kemppainen, R. & Eskola, A. 2017. Biohajoavia katteita vihannesten rikkakasvintorjuntaan. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 36/2017. 26 s.

6. Viherlannoituksen jälkivaikutus sipulin kasvuun luomussa

Pirjo Kivijärvi ja Asko Hannukkala

Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää, miten eri yksivuotiset viherlannoituskasvit ja kasviseokset vaikuttavat esikasvina seuraavan vuoden sipulin kasvuun ja tautisuuteen.

6.1. Aineisto ja menetelmät

6.1.1. Viherlannoituskasvustot

Yksivuotisia viherlannoituskasveja ja kasviseoksia kylvettiin vuosina 2016 ja 2017 touko-kesäkuun vaihteessa Luken luonnonmukaisessa tuotannossa olevalle peltolohkolle Mikkeliin (KHT rm, pH 6,5). Vuonna 2016 kylvetyt seokset olivat rehuvirna ('Ebena')-ruisvirna ('Hungvillosa')-kaura (siemenmäärä 40-20-30 kg/ha), herne ('Arvika')-härkäpapu ('Fuego') (70-230) ja valkosinappi ('Iris')-herne ('Arvika') (10-100). Koealuetta ei lannoitettu. Vuonna 2017 kylvetyt kasvit ja seokset olivat: valkolupiini ('Feodora') (siemenmäärä 150 kg/ha), samettikukka (6), veriapila ('Contea') (15) ja rehuvirna ('Ebena')-ruisvirna ('Savane') (40-20). Koealue lannoitettiin ennen kylvöä Arvo-lannoitteella 40 kg N/ha.

Koeruudun leveys oli 1,5 metriä ja pituus 10 metriä. Kaikkia koejäseniä oli neljä toistoa, ja koe toteutettiin satunnaistettujen lohkojen kokeena. Kasvustoista otettiin näytteet 0,25 m²:n kehikolla maanpäällisen massan määrittystä varten syyskuun puolivälissä, ennen kuin kasvustot alkoivat ränsistyä. Näytteiden tuoremassat punnittiin, minkä jälkeen seosnäytteistä eroteltiin eri kasvilajit ja niiden tuoremassa punnittiin erikseen. Näytteet silputtiin ja kuivattiin uunissa (60 °C). Kuivatuista näytteistä määritettiin kuiva-ainepitoisuudet ja tehtiin ravinneanalyysit. Kasvustot murskattiin ja kynnettiin maahan 31.10.–1.11.2016 ja 25.10.2017.

Kasvustoista otettiin molempina koevuosina juurinäytteitä tautimäärityksiin. Näytteiden tyviosa juurineen toimitettiin Luke Kasvinsuojeluun Jokioisiin. Juuret pestiin, ja niiden tautisuus arvioitiin silmävaraisesti. Kasveissa lähellä maanrajaa esiintyneet ruskistumat tai kuoliolaikut luokiteltiin tyvivioitukseksi ja juurissa selvästi maan alla esiintyneet ruskistumat ja kuoliolaikut luokiteltiin juuristovioituksiksi. Oireileviksi luokitelluista kasveista leikattiin noin 0,5–1 cm:n palat *Fusarium*-määrityksiin. Kaikista kasvilajeista otettiin lisäksi oireettomia juuren paloja sienimäärityksiin.

6.1.2. Sipulikasvustot

Yksivuotisten viherlannoituskasvien jälkivaikutusta tutkittiin sipulilla vuosina 2017 ja 2018. Ennen istutusta otettiin ruuduittain maanäytteet, joista määritettiin typen vapautumiskapasiteetti Eurofins Viljavuuspalvelussa. Vuonna 2017 maanäytteiden oton jälkeen puolet koeruudusta lisälannoitettiin ARVO-lannoitteella (N 80, P 20 ja K 40 kg/ha), ja puolella koeruudusta oli pelkkä viherlannoitus. Runsaalla lisälannoituksella pyrittiin selvittämään, voiko reilulla typpilisällä saada taimisipulin satotasa nostettua. Hytech-lajikkeen ryhmätaimet istutettiin käsin 6.6. Yhteen ruutuun (pituus 10 m) istutettiin kolme sipuliriviä rivivälillä 35 cm. Rivissä taimiväli oli 20 cm.

Vuonna 2018 Hylander-lajikkeen ryhmätaimet istutettiin käsin 22.5. edellisen vuoden viherlannoitusruutuihin kuusi metriä pitkiin riveihin 35 cm:n rivivälillä ja 20 cm:n taimivälillä, kolme sipuliriviä/koeruutu. Sipulin taimet olivat luonnonmukaisin menetelmin tuotettuja puristepaakkutaimia (ryhmätaimi), jotka tilattiin kylmäkuljetuksella vuonna 2017 Ruotsista ja vuonna 2018 Saksasta. Yh-

dessä taimipaakussa oli keskimäärin neljä sipuliyksilöä. Rikkakasvit torjuttiin käsin haraamalla ja kitkemällä. Sipulikasvustoja sadetettiin tarvittaessa.

Sipulikasvustoissa tehtiin tautihavaintoja kasvukauden aikana ja sadonkorjuun yhteydessä. Tautiset sipulit lähetettiin Luken kasvinsuojeluun Jokioisiin tautimäärityksiin. Tuleentumishavainnot aloitettiin, kun ensimmäiset naatit olivat kaatuneet. Sato korjattiin ruuduittain 2.10.2017 (kasvu aika 118 päivää) 1,5 metrin matkalta koko ruudun leveydeltä (satonäyteala 2,1 m²) ja 14.8.2018 kahden metrin matkalta koko ruudun leveydeltä (satonäyteala 2,8 m²). Noston jälkeen sipulit punnittiin naatteineen. Tautiset sipulit eroteltiin ja lähetettiin tautimäärityksiin Jokioisten Kasvinsuojeluun. Sadon kuivauksen jälkeen sato lajiteltiin terveisiin, tautisiin ja muuten vioittuneisiin. Eri lajitteluluokkien sadot punnittiin ja sipuliyksilöiden lukumäärät laskettiin. Tautiset sipulit menivät tautimäärityksiin. Sadonkorjuun yhteydessä nostettiin 15 sipulia/ruutu, joista määritettiin erikseen sipuleiden ja naattien tuorepainot. Sipulit ja naatit kuivatettiin uunissa 60 asteessa kuiva-ainepitoisuuden määrittämiseksi. Kuivatut sipuli- ja naattinäytteet lähetettiin ravinneanalyysiin Luken Jokioisten laboratorioon.

6.2. Tulokset

6.2.1. Viherlannoituskasvustojen massan tuotto ja maan mineraalityppi

Vuonna 2016 viherlannoituskasvustot kasvoivat hyvin sinappia lukuun ottamatta. Sinapin taimia vioittivat kirpat ja myöhemmin kaalikoin toukat, minkä seurauksena sinappi-herne-ruuduilla kasvoi pelkästään hernettä. Herne-härkäpapuseos tuotti korkeimman kuiva-ainesadon, 7 762 kg/ha. Seoksen typpipitoisuus oli 2,2 %. Toiseksi parhaiten kuiva-ainemassaa tuotti sinappi-herneruuduilla kasvanut herne, 5 453 kg/ha, jonka typpipitoisuus oli 2,3 %. Vähiten kuiva-ainemassaa tuotti virnaseos, 4 095 kg/ha. Seoksen typpipitoisuus oli korkein, 3,5 %.

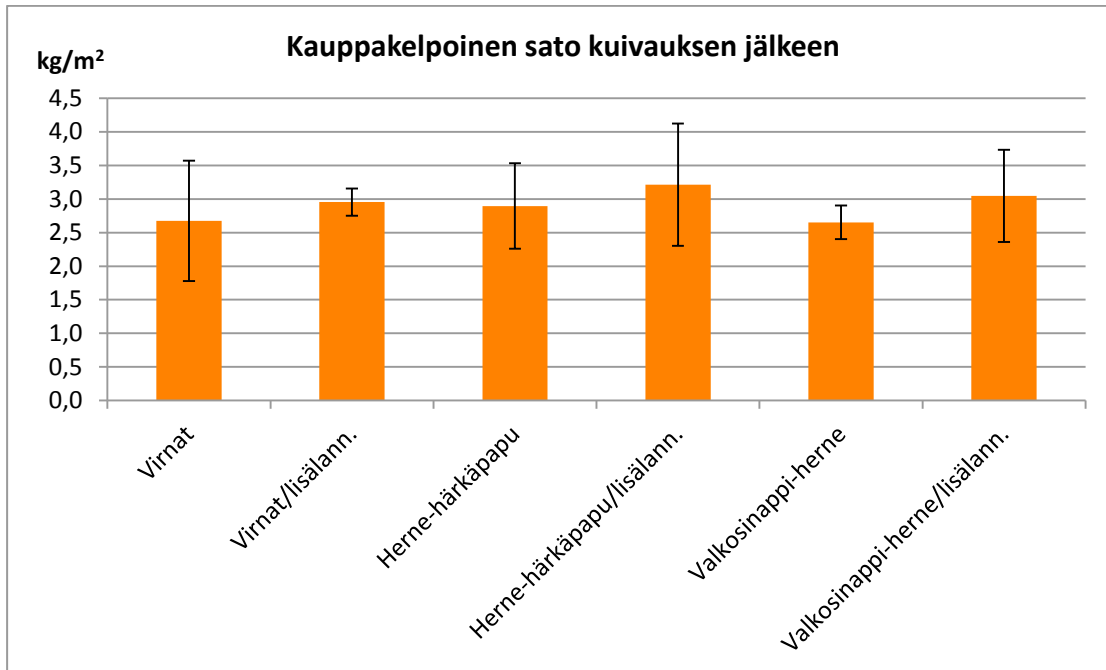
Vuoden 2017 toukokuun lopulla ennen sipulin istutusta oli maan kasvukuntoanalyysin mukaan herne-härkäpapu- ja sinappi-herne-ruutujen typen vapautumiskapasiteetti muokkauskerroksessa 52 kg/ha ja virna-ruutujen 54 kg/ha. Heinäkuussa 2017 lisälannoittamattomilta sipuliruuduilta analysoitu muokkauskerroksen maan liukoisen typen pitoisuus hehtaarilla oli virnaruuduilla 49 kg, sinappi-herneruuduilla 52 kg ja herne-härkäpapuruuduilla 57 kg. Lisälannoitetuilla alueilla liukoisen typen pitoisuus oli virnaruuduilla 10 kg/ha korkeampi ja herne-härkäpapuruuduilla 15 kg/ha korkeampi kuin lannoittamattomissa. Sinappi-herneruuduilla ei ollut liukoisen typen määrässä eroa lannoitetun ja lannoittamattoman alueen välillä. Lokakuussa sipulin sadonkorjuun jälkeen analysoitu liukoisen typen pitoisuus muokkauskerroksessa oli 33–41 kg/ha. Lannoittamattomien ja lisälannoitettujen ruutujen välillä ei ollut selkeää eroa.

Vuonna 2017 samettikukan kasvusto jäi hyvin matalaksi ja maanpäällisen kuiva-ainemassan tuotto vaatimattomaksi, 448 kg/ha. Massan typpipitoisuus oli 2,4 %. Myös muiden kasvustojen kasvua haittasivat koalueella olleet rikkakasvit. Parhaimman kuiva-ainesadon tuotti valkolupiini, 5 667 kg/ha, jonka typpipitoisuus oli 2,6 %. Seuraavaksi satoisin oli virnaseos, 4 968 kg/ha. Seoksen typpipitoisuus oli 3,1 %. Veriapila tuotti maanpäällistä kuiva-ainemassaa 4 327 kg/ha, jossa typpipitoisuus oli 2,0 %.

Lokakuussa 2017 muokkauskerroksen maan liukoisen typen pitoisuus eri viherlannoituskäsittelyissä oli 50–58 kg/ha. Eri käsittelyjen välillä ei ollut selkeää eroa. Keskimäärin alhaisin liukoisen typen määrä oli valkolupiiniruuduilla ja korkein virnaruuduilla. Seuraavan vuoden toukokuun alkupuolella ennen sipulin istutusta muokkauskerroksesta koeruuduittain analysoidut typen vapautumiskapasiteettitulokset vaihtelivat eri viherlannoituskäsittelyjen sisällä suuresti, kun taas eri viherlannoituskäsittelyjen väliset erot jäivät vähäisiksi. Keskimäärin alhaisin typen vapautumiskapasiteetti oli virnaruuduilla, 63 kg/ha. Veriapilaruuduilla tulos oli 65 kg/ha, samettikukkaruuduilla 69 kg/ha ja korkein valkolupiiniruuduilla, 76 kg/ha.

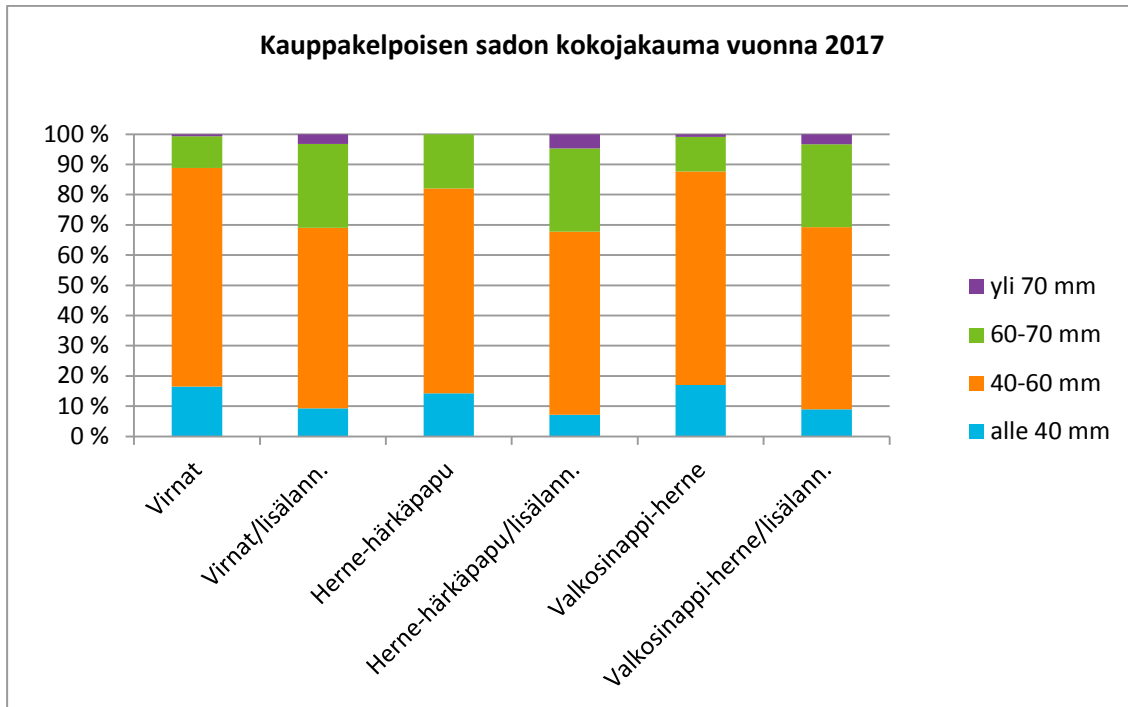
6.2.2. Sipulin satotulokset

Vuonna 2017 korkeimman kauppakelpoisen sipulisadon tuotti lisälannoitettu herne-härkäpapu-viherlannoitus, 3,2 kg/m², ja alhaisimman lisälannoittamaton sinappi-herne-viherlannoitus, 2,7 kg/m² (Kuva 45). Sipulisadoissa ei ollut tilastollisesti merkitseviä eroja eri käsittelyjen välillä. Neliösadoissa on huomioitu koko penkin leveys, joten neliösadot on suoraan muutettavissa hehtaarisadoiksi.



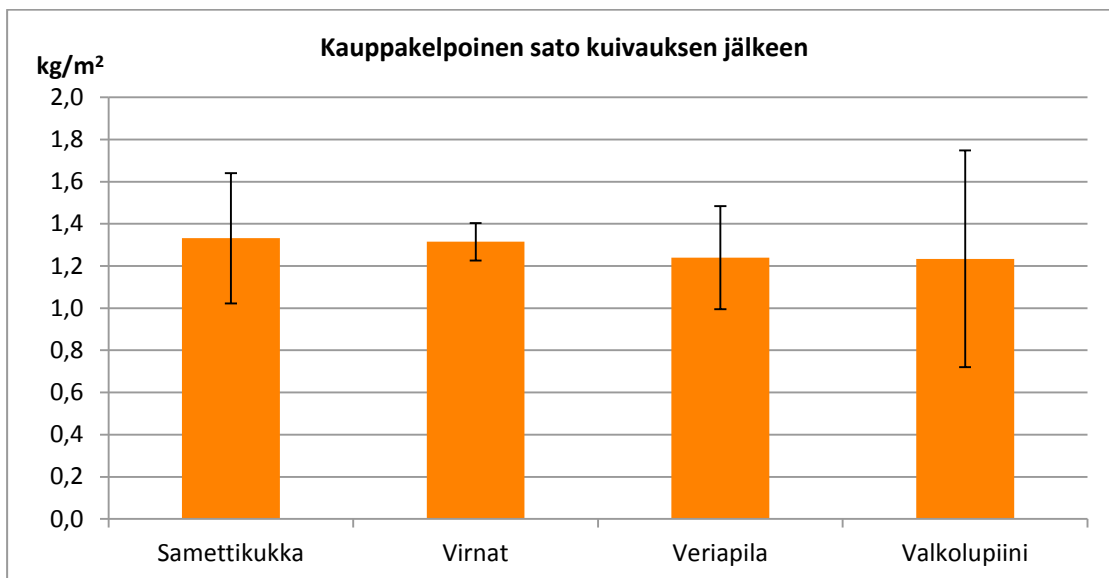
Kuva 45. Hytech-lajikkeen taimilla tuotetun sipulikasvuston kauppakelpoinen sato eri viherlannoitusten jälkeen ilman lisälannoitusta ja lisälannoituksella Mikkeliissä vuonna 2017. Lisälannoitus = N 80 kg/ha (ARVO-lannoite).

Suurin osa, 60–72 %, sadosta oli kokoluokassa 40–60 mm. Eniten pieniä, alle 40 mm:n sipuleita oli virna- ja valkosinappi-herne-viherlannoitusten jälkeen (Kuva 46).



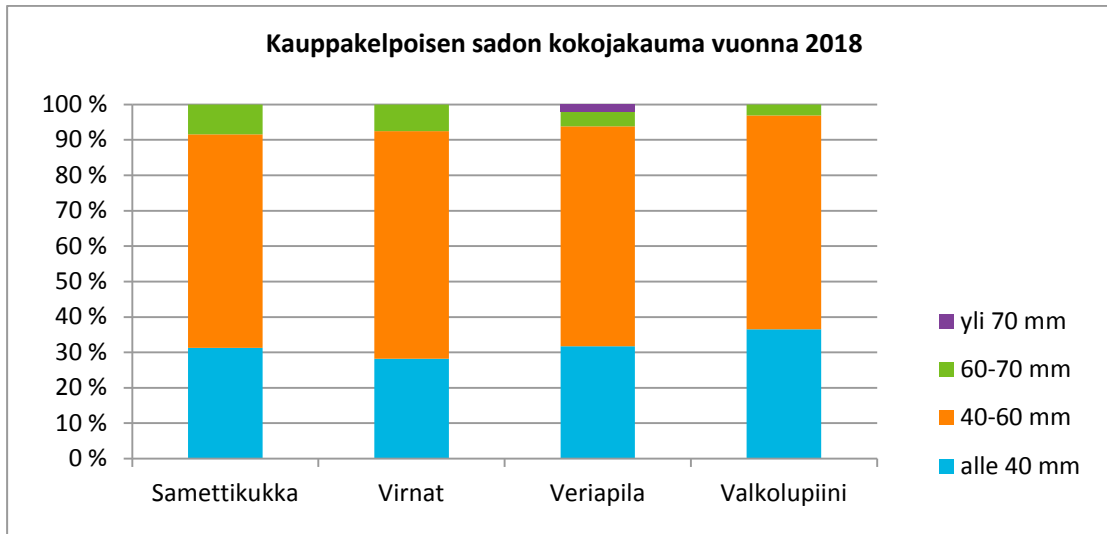
Kuva 46. Hytech-lajikkeen taimilla tuotetun kauppakelpoisen sadon jakautuminen kokoluokkiin eri viherlannoituskäsittelyissä Mikkelissä vuonna 2017.

Vuoden 2018 sipulisadot jäivät erittäin alhaisiksi kaikissa viherlannoituskäsittelyissä, eikä eri käsittelyjen välillä ollut tilastollisia eroja. Kauppakelpoiset neliösadot olivat 1,23–1,33 kg (Kuva 47)



Kuva 47. Hylander-lajikkeen taimilla tuotettu kauppakelpoinen sato eri viherlannoituskäsittelyissä Mikkelissä vuonna 2018.

Pieniä, alle 40 mm:n sipuleita oli huomattava osa kauppakelpoisesta sadosta kaikissa käsittelyissä. Yli 60 mm:n sipuleita oli hyvin vähän (Kuva 44).



Kuva 48. Hylander-lajikkeen taimilla tuotetun kauppakelpoisen sadon jakautuminen kokoluokkiin eri viherlannoituskäsittelyissä Mikkeliissä vuonna 2018.

6.2.3. Sipulisadon typen otto

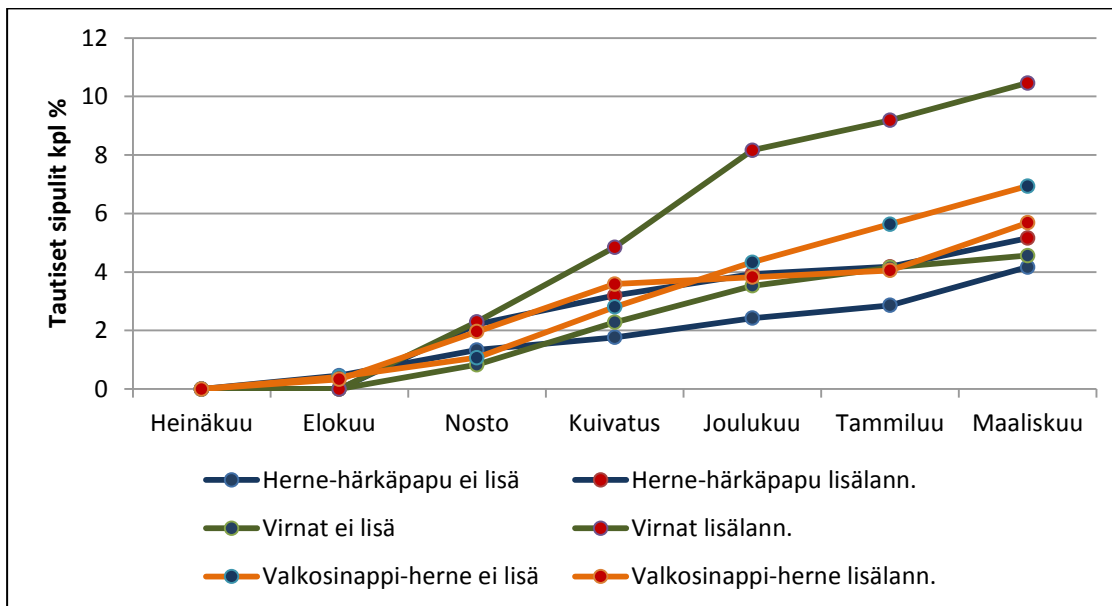
Sipuli on aika vaatimaton typen suhteen ja sen typen otto on hyvin maltillista. Kokeissamme sipulin satotaso jäi alhaiseksi erityisesti vuonna 2018, mikä näkyy myös sipulikasvuston alhaisena typen ottona. Taulukossa 5 on vuosien 2017 ja 2018 sipuleiden ja naattien kuiva-aine- ja typpipitoisuudet sekä sipulisadon ottama typpimäärä hehtaaria kohti.

Taulukko 5. Vuosien 2017 ja 2018 sipulisatojen sipuleiden ja naattien kuiva-aine- ja typpipitoisuudet sekä sipulikasvuston typen otto eri viherlannoituskäsittelyissä Luke Mikkelin kokeessa. Vuonna 2017 lisälannoitus = 80 kg N/ha (ARVO).

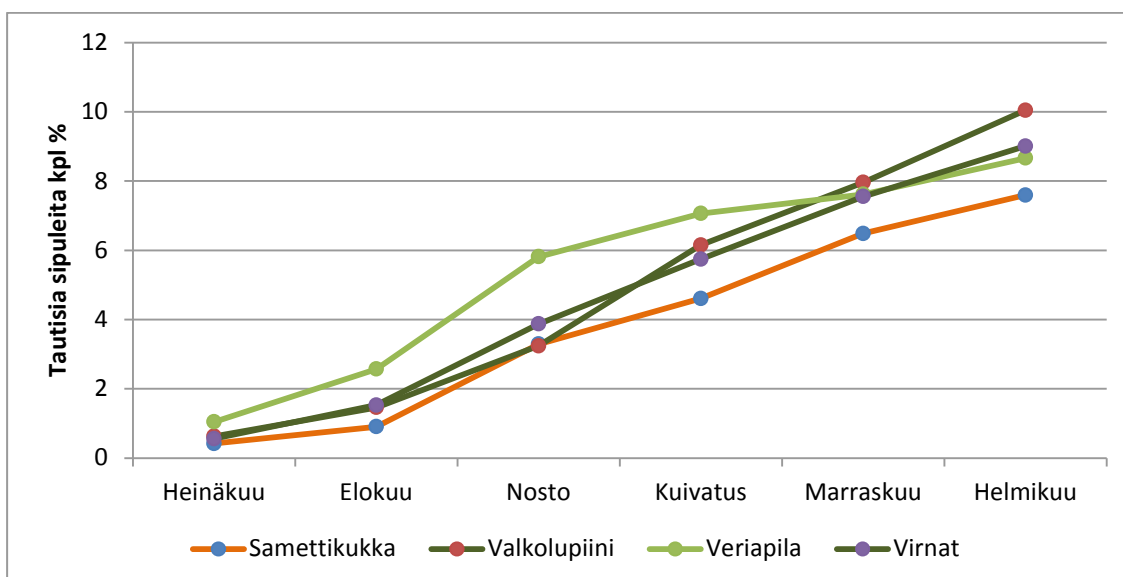
	Kuiva-aine (% tuorepainosta)		Typpi (% kuiva-aineesta)		Typen otto, kg/ha	
	sipulit	naatit	sipulit	naatit	sipulit	naatit
Viherrannoitus ennen sipulia, lisälann. = N 80 kg/ha						
2017						
Virnat	12,1	8,6	0,98	1,82	37	15
Virnat/lisälann.	12,0	8,3	1,06	1,93	46	18
Herne-härkäpapu	12,1	8,4	1,06	1,95	43	18
Herne-härkäpapu/lisälann.	11,9	8,2	1,01	1,89	46	19
Sinappi-herne	12,0	8,4	1,08	2,04	44	16
Sinappi-herne/lisälann.	12,0	8,2	1,05	1,93	45	19
2018						
Virnat	12,7	9,3	1,81	2,47	36	11
Valkolupiini	12,9	9,2	1,86	2,56	39	10
Samettikukka	12,5	9,2	1,84	2,50	36	9
Veriapila	12,6	9,2	1,91	2,55	35	8

6.2.4. Sipulin tautikartoituksen tulokset kasvukaudella, sadonkorjuussa ja varastoinnissa

Viherlannoituskasvien jälkivaikutuskokeissa vuosina 2017 ja 2018 tautien pilaamien sipuleiden osuus oli hyvin pieni. Kesän 2017 ja 2018 kokeista löytyi kasvukaudella vain muutamia yksittäisiä tautisia sipuleita. Kuivatussa sadossa tautisten sipuleiden osuus oli alle 5 %, eikä niiden osuus lisääntynyt merkittävästi varastoinnin aikana. Eri viherlannoituskasveilla tai lisälannoituksella ei ollut suurta vaikutusta tautisten sipuleiden määriin. Tautisia sipuleita oli eniten virnojen jälkeen lisälannoituksen saaneissa koejäsenissä vuonna 2017 (Kuvat 49 ja 50).

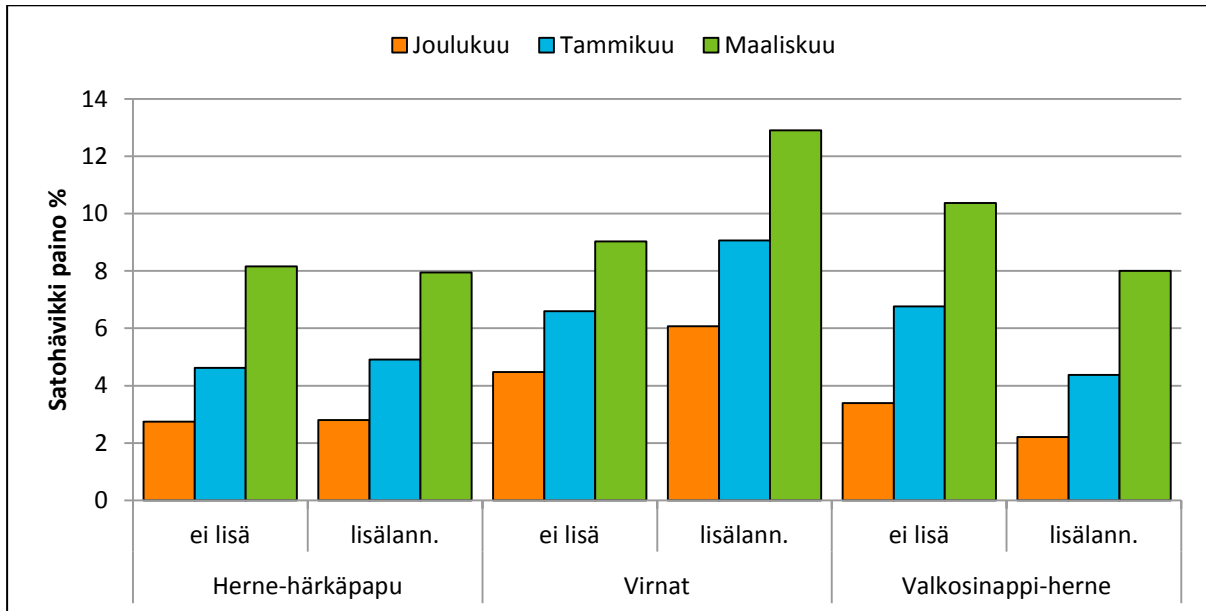


Kuva 49. Viherlannoituskasvien ja lisälannoituksen vaikutus tautisten sipuleiden määrän lisääntymiseen kasvukaudella 2017 ja varastoinnin aikana 2017–2018 Mikkelin kokeessa.



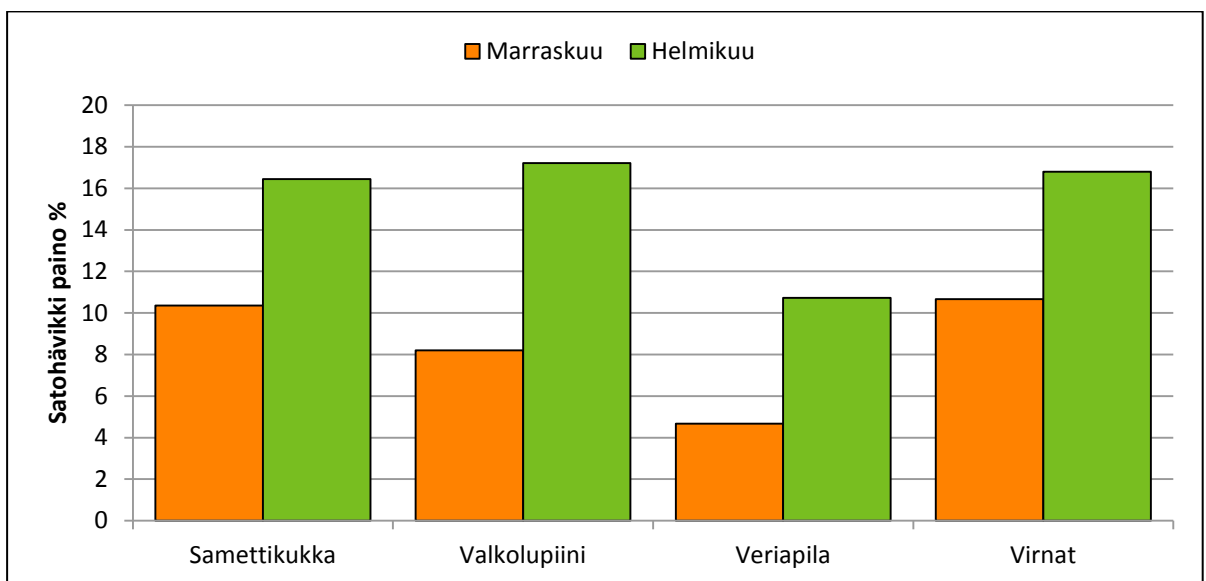
Kuva 50. Viherlannoituskasvien vaikutus tautisten sipuleiden määrän lisääntymiseen kasvukaudella 2018 ja varastoinnin aikana 2018–2019 Mikkelin kokeessa.

Vuoden 2017 kokeessa sipulit säilyivät hyvin varastossa. Maaliskuuhun mennessä varastohävikit olivat enimmillään 10 % suuruusluokkaa. Eri viherlannoituskasveilla tai lisälannoituksella ei ollut suurta vaikutusta satohävikkeihin. Virnojen jälkeen lisälannoituksen saaneissa koejäsenissä satohävikki oli hieman suurempi kuin muissa koejäsenissä. Tämä johtui harmaahomeen lisääntymisestä kuivatuksen jälkeen. Muissa koejäsenissä harmaahome ei lisääntynyt yhtä paljon (Kuva 51).



Kuva 51. Sipulisadon satohävikki painoprosentteina eri viherlannoitus- ja lisälannoituskäsittelyissä varastossa joululuusta maaliskuulle vuoden 2017 Mikkelin kokeessa.

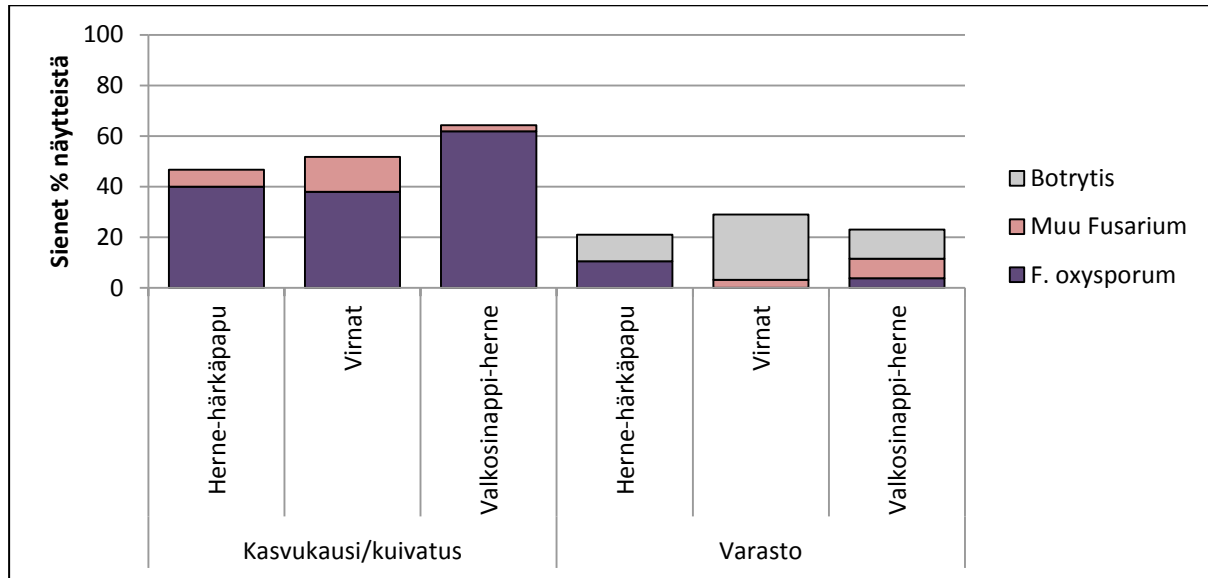
Vuoden 2018 kokeessa satohävikit olivat hieman suurempia kuin vuoden 2017 kokeessa. Sato varastoitettiin vain helmikuulle asti. Veriapilan jälkeen satohävikit olivat hieman pienempiä kuin muiden viherlannoituskasvien jälkeen (Kuva 52).



Kuva 52. Sipulisadon satohävikki painoprosentteina eri viherlannoitus- ja lisälannoituskäsittelyissä varastossa marraskuusta helmikuulle vuoden 2018 Mikkelin kokeessa.

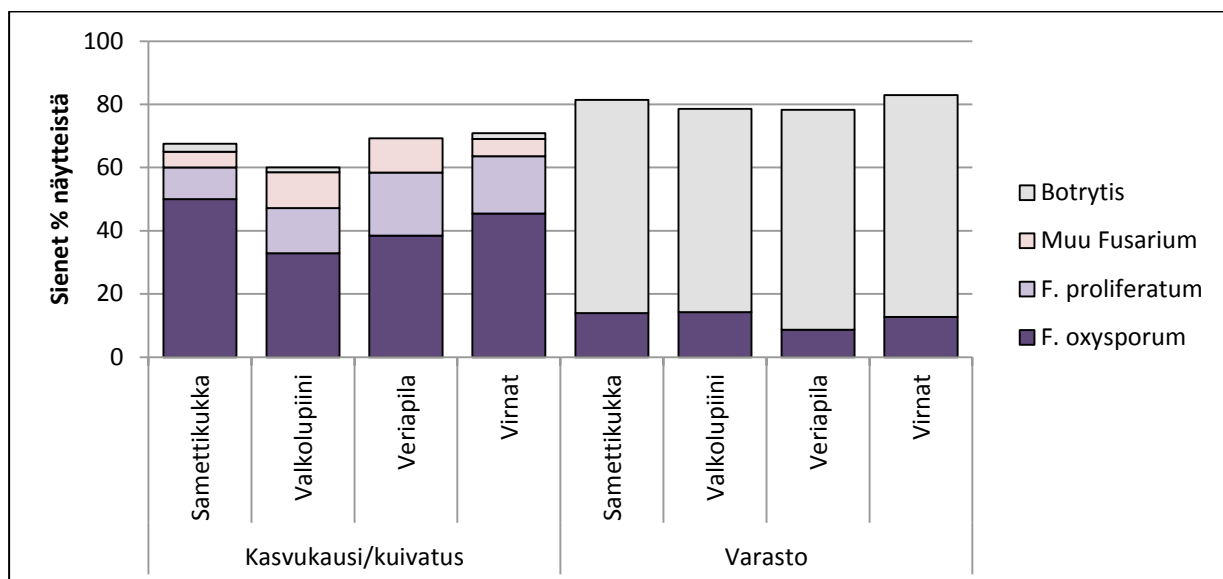
Vuoden 2017 kokeen tautisissa sipuleissa esiintyi kasvukaudella, noston ja kuivatuksen jälkeen vain *Fusarium*-sieniä. Yleisin laji oli *F. oxysporum*, ja *F. proliferatum*-lajia löytyi vain yhdestä näytteestä.

Varastoiduissa sipuleissa *Fusarium*-sieniä esiintyi vähän, ja harmaahome oli yleisin varastossa sipuleita pilannut sieni. Hyvin suuresta osasta tautisia sipuleita ei saatu eristettyä lainkaan sieniä. Sekä Piikkiössä että Jokioisissa tehtyjen silmävaraisten tautiarvioiden mukaan jopa 40–60 % tautisista sipuleista oli selvästi erilaisten bakteerien pehmentämiä. Viherlannoituskasveilla tai lisälannoituksella ei ollut vaikutusta tautisten sipuleiden taudinaiheuttajalajistoon (Kuva 53).



Kuva 53. Tautisissa sipuleissa esiintyneet sienet vuonna 2017 Mikkelin kokeessa kasvukaudella, kuivatussa sadossa sekä varastossa joulukuulta maaliskuulle.

Myös vuoden 2018 kokeen tautisissa sipuleissa esiintyi kasvukaudella, nostossa ja kuivatussa sadossa lähes pelkästään *Fusarium*-sieniä. Yleisin laji oli *F. oxysporum*, mutta myös *F. proliferatum*-lajeja löytyi 10–20 %:ssa näytteistä. Varastossa tautisista sipuleista löytyi enimmäkseen harmaahomeetta. Vuoden 2018 kokeen tautisissa sipuleissa esiintyi huomattavasti vähemmän bakteerien pilaamia sipuleita kuin vuoden 2017 sadossa. Eri viherlannoituskasveilla ei ollut vaikutusta tautisten sipuleiden sienilajistoon (Kuva 54).



Kuva 54. Tautisissa sipuleissa esiintyneet sienet vuonna 2018 Mikkelin kokeessa kasvukaudella, kuivatussa sadossa sekä varastossa marraskuulta helmikuulle.

6.3. Tulosten tarkastelu ja johtopäätökset

Sipulin tynen tarve on hyvin maltillinen, joten yksivuotisella viherlannoituksella voidaan tuottaa riittävästi tyypeä maahan sipulin tarpeisiin. Jotta maahan muokatun viherlannoituskasvuston ravinteet, erityisesti typpi, tulevat tarkkaan hyödynnetyksi, on viherlannoituskasvuston lopetusajankohdalla suuri merkitys. Maahan muokkaus on syytä tehdä syksyllä niin myöhään kuin mahdollista, jotta vältetään massan hajoaminen ja tynen vapautumisen massasta jo syksyllä. Känkäsen (2019) mukaan virnaviherlannoituskasvuston muokkaaminen maahan heinäkuun lopulla ilman alus- tai kerääjäkasvia näkyi erittäin suurena maan nitraattitypen määränä marraskuun mittauksissa kasvuoloiltaan normaalin vuoden jälkeen. Mikäli massa muokataan jo varhain kasvukaudella (heinä-elokuussa), täytyy lohkolle kylvää joku kerääjäkasvi, jotta massasta vapautuvat ravinteet saadaan sidottua kasvustoon ja säilytettyä näin seuraavan vuoden satokasville.

Kokeissamme viherlannoituskasvustojen maanpäällisen massan kuiva-ainesatomäärät vaihtelivat suuresti eri kasvien ja kasviseosten välillä. Suuretkaan erot eri viherlannoituskasvustojen kuiva-ainesadoissa ja massan mukana maahan muokatuissa typpimäärissä eivät johtaneet merkittäviin eroihin seuraavan vuoden sipulisadossa. Vuonna 2017 sadanta oli runsasta ja kosteutta oli koko kasvukauden ajan riittävästi maassa, mikä edesauttoi tynen vapautumista maasta sipulin käyttöön. Sen sijaan vuosi 2018 oli hyvin kuiva ja toteuttamamme sadetus oli liian vähäistä, joten satotasot jäivät alhaisiksi. *Fusariumista* vapaan lisäysmateriaalin varmistamiseksi käytimme taimisipulia istukkaan sijaan, minkä vaikutti myös osaltaan siihen, että satotasot jäivät alhaisiksi, erityisesti vuonna 2018. Suurempi sipulisato ottaisi maasta enemmän tyypeä, mutta silti viherlannoituksen tuottama tynen määrä todennäköisesti riittää isommallekin sipulisadolle edellyttäen, että maan kosteus- ja lämpöolot ovat otolliset tynen vapautumiselle.

Molempina koevuosina taimista tuotetuissa sipuleissa esiintyi hyvin vähän sipuleita pilaavia tauteja. Kasvukaudella koeruuduista löytyi vain yksittäisiä pilaantuneita sipuleita ja varastoinnin aikanakin tautisten sipuleiden osuus oli alle 10 %. Eri viherlannoituskasveilla ei ollut kumpanakaan vuonna merkittävää vaikutusta tautien määrään, enemmän vaikuttivat kasvukauden aikaiset sääolosuhteet. Sateisena kesänä 2017 pilaantuneissa sipuleissa oli hyvin runsaasti bakteerimätiä, kun taas lämpimänä kesänä 2018 valtaosan pilaantumisesta aiheuttivat sienet. Lämpimänä vuonna 2018 pilaantuneissa sipuleissa oli melko runsaasti *F. proliferatum*-lajia.

Viitteet

Känkänen, H. 2019. Viherlannoituksen tehoa lisäävät menetelmät. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 25/2019. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 31 s.

7. Taimisipulin ja istukassipulin tuotantokustannus- ja kannattavuuslaskelmat

Anu Koivisto

Laskelmien tavoitteena oli tuottaa tietoa sipulin taimien tuotantokustannuksista sekä verrata taimisipulin käytön ja istukkaiden käytön tuotantokustannuksia ja kannattavuutta sipulin tuotannossa.

7.1. Taustatiedot

Taimisipulin ja istukkaiden käytön tuotantokustannuksia sipulintuotannossa tarkasteltiin tilamallilaskelmien avulla. Tilamallilaskelmissa luodaan kuvitteelliset mallitilat koneineen, rakennuksiin ja tuotantoprosesseineen. Näiden mallitilojen avulla tarkastellaan sipulin viljelyn tuotantokustannuksia ja kannattavuutta. Mallitiloja laadittiin kahden kokoisia – pieniä, joilla sipuliala on 1,5 ha, ja suuria, joilla sipuliala on 5,0 ha (Taulukko 6). Lisäksi mallitiloilla on sipulin lisäksi muita viljelykasveja, kuten viherrannoitusnurmea, ekologista alaa, luonnonhoitopeltoja ja kauraa. Mallitiloja laadittiin kuvaamaan sekä tavanomaista tuotantoa että luomutuotantoa.

Tilamallilaskelmat ovat vain yksi tapa toimia ja tuottaa sipulia. Reaalimaailmassa jokaisella tilalla on omat tilakohtaiset kustannukset ja tuotot, jotka voivat erota näistä mallilaskelmista hyvinkin paljon.

Taulukko 6. Sipulin mallilaskelmien tilamallit.

Mallitilan nimi	Lisäysmateriaali	Sipulinviljely-ala, ha	Sato, kg/ha	Tilan kokonaispeltoala (ha)
Pieni tavanomainen sipulitila	istukas	1,5	40 000	10,0
	taimi	1,5	35 000	10,0
Pieni luomusipulitila	istukas	1,5	30 000	10,0
	taimi	1,5	25 000	10,0
Suuri tavanomainen sipulitila	istukas	5,0	40 000	20,0
	taimi	5,0	35 000	20,0
Suuri luomusipulitila	istukas	5,0	30 000	20,0
	taimi	5,0	25 000	20,0

Tilamallilaskelmat on tehty Excel-laskentataulukko-ohjelmalla. Laskelmat ovat vapaasti ladattavissa Luken Taloustohtori-verkkopalvelusta, www.luke.fi/taloustohtori/laskelmakirjasto. Sen jälkeen, kun laskelmat on ladattu omalle koneelle, niitä voi täydentää oman tilan tiedoilla. Sipulin laskelmat on tehty arvonlisäverottomilla hinnoilla vuoden 2018 hintatasolla.

Laskelmat koostuvat useammasta välilehdestä (Kuva 55). Välilehdellä ”Ohje” on kerrottu yleistä laskelman rakenteesta. Lisäksi ohje-sivulta löytyy käyttöohjeet laskelman käyttöön ja muokkaamiseen. Välilehdellä ”Tilan perustiedot” on kerrottu lyhyesti, millainen mallitila on kyseessä: viljelykasvien pinta-alat, sato sekä tuotantomenetelmän lyhyt kuvaus. Välilehdellä ”Tuotantokustannukset” on tuotantokustannuslaskelma, jossa kustannuserät on eritelty. Tuotantokustannuslaskelma poimii lukuja välilehdiltä ”Omaisuus” ja ”Työn käyttö”. Välilehti ”Omaisuus” sisältää listan tilan rakennuksista, koneista ja muista pidempiaikaisista tuotantovälineistä sekä määrittelee ja laskee omaisuudesta ai-

heutuvat kustannukset. Välilehdellä ”Työn käyttö” on listattu tilan työvaiheet ja niihin käytetty aika, sekä onko työvaiheen tekemiseen käytetty yrittäjäperheen vai palkatun työvoiman työtä, ja tarvitaanko työvaiheen tekemiseen myös traktorityötä.

Välilehti ”Myynnit ja tuet” sisältää taulukon kuukausittaisista myyntimääristä eri pakkauskoissa sekä laskelman tuista. Viimeisellä välilehdellä ”Kannattavuus ja simulointi” on laskettu tilan kannattavuus Luken kannattavuuskirjanpidon tulokäsitteitä käyttäen. Lisäksi tilan kannattavuutta ja siihen vaikuttavia tekijöitä on analysoitu lyhyesti sanallisesti. Lisäksi välilehdeltä löytyy myös simulointimahdollisuus, jossa voidaan tarkastella tärkeimpien kustannustekijöiden muutosten vaikutuksia kannattavuuteen.

Taimesta sipulia viljelevien mallitilojen laskelmissa on edellä mainittujen taulukoiden lisäksi erillinen taimikasvatuksen tuotantokustannuslaskelma sekä erillinen peltokasvatuksen kustannuslaskelma, jotta kummankin kasvatusvaiheen kustannuksia voidaan tarkastella erikseen. Lisäksi näistä laskelmista löytyy koko tuotantoprosessin kattava laskelma.

Mallilaskelmia kokonaisuudessaan ei esitetä tässä raportissa, ainoastaan tärkeimpiä tunnuslukuja. Luvut esitetään AB-tukialueella sijaitsevien mallitilojen avulla.

Microsoft Excel -näyttö: Suuri_tavanomainen_sipulitila [Yhteensopiva tila]

Laskelma kuvaava tieto	Arvo
Laskelma kuvaa vuotta	2018
Viimeisin muokkauspäivä	6.11.2018
Viljelytapa	TAVANOMAINEN
Laskelma nimi	Suuri tavanomainen sipulitila
Laskelman laati	Anu Koivisto, Luonnonvarakeskus (Luke), Latokartanonkaari 9, 00790 Helsinki
Yhteystiedot	anu.koivisto@luke.fi

Laskelma kuvaa suurta tavanomaista viljelytapaa käyttävää sipulitilaa, jolla sipuliala on 5,0 hehtaaria. Sipulin lisäksi tilalla viljellään kauraa, luonnonhoitopelttoa ja ekologista alaa. Tilan kokonaispinta-ala on 20 hehtaaria, josta 2 hehtaaria on vuokrattua.

Tilan satotaso on 40 000 kg/ha, josta hävikkiä varastoinnin aikana on 10 %. Näin ollen, myytävää satoa saadaan 36 000 kg/ha. Sato myydään 10 kg verkkosäkeissä ja 0,5 verkkopusseissa. Tila varastoi tuotteet itse omassa kylmävarastossa. Tuotteet kauppakunnostetaan tilalla ja toimitetaan omalla pakettiautoilla läheiseen tukkuun, joka toimittaa tuotteet kauppoihin.

Tilalla on käytössä kastelu. Tilalla on käytössä palkattua työvoimaa.

Formulaari: = Saa muuttaa arvoa
= Älä koske tähän soluun, sisältää kaavan

Excelin välilehdet: Ohje, Tilan perustiedot, Tuotantokustannukset, Omaisuus, Työnkäyttö, Myynnit ja tuet, Kannattavuus ja simulointi

Kuva 55. Laskelmien rakenne.

7.2. Sipulin taimikasvatuksen tuotantokustannukset

Viljeltäessä sipulia taimista taimet voi joka ostaa tai kasvattaa itse. Tällä hetkellä sipulin taimia on saatavana useammalta toimittajalta ulkomailta. Ulkomailta tilattujen sipulin taimien laatu saattaa vaihdella paljonkin. Laadun ja saatavuuden varmistaminen puoltaa omaa taimikasvatusta.

Taimikasvatuksen mallilaskelma on laadittu siten, että taimikasvatus tapahtuu pienessä lämmitettävässä muovihuoneessa, jossa ei ole valotusta. Taimikasvatusaika on noin viisi viikkoa. Taimet kasvatetaan pienissä Plantek 256-kennoissa, jotta koneellinen istutus onnistuisi. Taimet kasvatetaan ryhmätaimina, jossa kuhunkin pottiin kylvetään viisi siementä. Kennojen täyttö ja kylvä tapahtuu koneellisesti. Taimikasvatuksen aikana taimia lannoitetaan kastelulannoitteella. Taimille annetaan pimeäkäsittely 2,5 viikkoa ennen istutusta. Taimikasvatuksen työmäärät työvaiheittain on taulukossa 7. Luvut on esitetty tunteina sipulihehtaarille tarvittavaa taimimäärää kohti. Kokonaistyömenekki sipulihehtaaria kohden on 81 tuntia. Suurin työtä vaativaa työvaihe on kastelu.

Taulukko 7. Taimikasvatuksen työnkäyttö

TAIMIKASVATUKSEN TYÖVAIHEET	h/ha:n taimimäärä
Kylvö maaliskuun lopussa	16
Kastelu+lannoitus, kerran-kaksi päivässä	40
Pimeäkäsittely, 2,5 vk ennen istutusta	20
Tarkkailu	5
Taimikasvatus yhteensä	81

Taulukossa 8 on sipulin taimikasvatuksen tuotantokustannus. Tuotantokustannus on esitetty €/sipulihehtaari ja €/ryhmätaimi. Ryhmätaimessa tavoitteena on neljä tainta per ryhmä, jolloin kylvömäärä on 5 siementä per potti.

Taimikasvatuksessa suurin kustannuserä on rakennuksista, koneista ja kalustosta aiheutuvat kustannukset, ja siinä tarkemmin taimikasvatushuoneesta aiheutuvat kustannukset. Itse kasvatetun taimen hinta on noin 0,07 €/kpl. Melko lailla samaan hintaluokkaan asettuvat myös ostetut taimet kuljetuskustannuksineen.

Taulukko 8. Sipulin taimikasvatuksen tuotantokustannuslaskelma. Tuotantokustannukset ovat pienen tavanomaisen taimisipulin tilan laskelmasta, tosin ne eivät juuri eroa muiden mallitilojen osalta.

	Kustannus, €/sipuli ha	Kustannus, €/ryhmätai
Siemenet	1 520	0,010
Kasvualusta	2 450	0,016
Vermikuliitti kylvöksen peittoon	78	0,001
Musta-valko-muovi pimentämiseen	56	0,000
Kastelulannoite	65	0,000
Työvaatteet	7	0,000
Energiakustannukset	880	0,006
Työkustannus	1 272	0,008
Yleiskustannukset	118	0,001
Liikepääoman korko	107	0,001
Rakennuksesta, koneista ja kalustosta aiheutuvat kustannukset	3 792	0,025
Tuotantokustannus yhteensä	10 345	0,068
Tuotantokustannus yhteensä ennen yrittäjän palkkavaatimusta	9 073	0,060

7.3. Taimista tai istukkaista tuotetun sipulin kannattavuuslaskelmat

Taulukossa 9 on pienten sipulitilojen tuotot, tärkeimmät kustannukset ja kannattavuus, ja taulukossa 10 vastaavat luvut suurilta mallitiloilta. Taulukosta 9 huomataan, että sipulin viljely taimista nostaa selvästi tuotantokustannusta. Korkeampien tuotantokustannusten vastineeksi taimisipulista pitäisi saada suurempi myyntikelpoinen sato, joko korkeamman hehtaarisadon ja/tai pienempien varastotappioiden ansiosta. Tähänastisen kokemuksen perusteella taimisipulilla on kuitenkin ollut heikompi sato kuin istukkaista viljellyllä sipulilla. Varastotappioiden määrä taimisipulilla sen sijaan on ollut selvästi alhaisempi, etenkin luomussa, missä *Fusarium* ja harmaahome aiheuttaa luomutuotannossa huomattavia varastotappioita.

Laskelmissa taimisipulista ja istukkaista viljellyn sipulin sadosta saatu kilohinta on sama. Mikäli laatuhinnoittelu Suomessa toimisi, voisi taimisipulista saada kenties parempaa hintaa paremman säilyvyyden ansiosta. Tällä hetkellä sipulilla ei käytännössä ole laatuhinnoittelua, minkä vuoksi malleissakin myyntihinta on vain pakkauskoosta riippuvainen.

Pienillä mallitiloilla, joissa sipuli tuotetaan taimista, yrittäjävoitto on tappiollinen sekä tavanomaisessa että luomutuotannossa. Se tarkoittaa sitä, että tuotanto on mallitilan oletusarvoilla kannattamattomaa. Tulos ei poissulje sitä, että toisella tavalla tehtynä, esim. erilaista rakennus- ja konekanta käyttämällä, taimien käyttö voi hyvinkin olla kannattavaa. Pienillä mallitiloilla omaisuudesta aiheutuvat kustannukset ovat suurin kustannuserä. Mikäli tätä kustannuserää pystyttäisiin pienentämään esim. yhteiskoneita käyttämällä tai muuten käyttökapasiteettia nostamalla, sillä olisi merkittävä vaikutus kannattavuuteen (taulukko 9).

Pienillä mallitiloilla viljeltäessä sipulia istukkaista tuotanto on kannattavaa. Taimisipuliin verrattuna tarvikkekustannukset, työkustannukset ja omaisuudesta aiheutuvat kustannukset ovat selvästi alhaisemmat.

Taulukko 9. Pienten sipulitilojen sipulintuotannon kannattavuus eri tuotantotavoilla.

	Taimi		Istukas		
	Tavanomai- nen	Luomu	Tavanomai- nen	Luomu	
Kokonaissato	35 000	25 000	40 000	30 000	kg/ha
Varastohävikki	2	7	10	30	%
Sipulin hinta	0,66	1,07	0,66	1,07	€/kg
Myyntitulot	22 590	24 901	21 852	22 491	kg/ha
Tuet	795	1 395	795	1 395	€/ha
Liikevaihto	23 385	26 295	22 647	23 886	€/ha
Tarvikkeet	10 813	9 967	6 861	6 293	€/ha
Työkustannus	4 812	5 393	2 755	2 928	€/ha
Yleiskustannukset	591	591	591	591	€/ha
Liikepääoman korko	270	266	170	164	€/ha
Omaisuudesta aiheutuvat kustannukset	17 681	17 259	10 446	11 582	€/ha
Pellosta aiheutuvat kustannukset	108	108	108	108	€/ha
Tuotantokustannus	34 276	33 584	20 932	21 666	€/ha
Tuotantokustannus ennen yrittäjän palkkavaatimusta	29 464	28 191	18 177	18 738	€/ha
Yrittäjän voitto tai tappio	-10 891	-7 218	1 785	2 290	€/ha

Suurilla mallitiloilla omaisuudesta aiheutuvat kustannukset jakaantuvat suuremmalle pinta-alalle, jolloin niiden suhteellinen osuus tuotantokustannuksesta on pienempi pieniin mallitiloihin verrattuna (Taulukko 10).

Samoin kuin pienillä mallitiloilla, sipulin taimia käyttävillä suurilla mallitiloilla yrittäjän voitto on negatiivinen, eli tuotanto ei ole kannattavaa. Tosin yrittäjän voitto ei ole läheskään niin paljon negatiivinen kuin pienillä taimia käyttävillä mallitiloilla. Näillä mallitiloilla kannattava tuotanto on mahdollista saavuttaa pienellä sadonlisällä.

Suuret mallitilat ovat enemmän koneellistettuja kuin pienet. Se ei kuitenkaan vaikuta taimisipulin malleissa juurikaan työkustannusten määrää, sillä etenkin luomutuotannossa taimisipulin tuotannossa rikkakasvien kitkentä aiheuttaa suuren käsityömäärän tilakoosta riippumatta. Tämä sen vuoksi, että taimisipuli ei kestä liekitystä kuten istukassipuli.

Suurilla mallitiloilla istukkaista tapahtuva luomutuotanto on laskelmien perusteella kannattavin vaihtoehto. Mallilaskelmassa pääosin *Fusariumin* aiheuttaman varastotappion suuruudeksi on arvioitu 30 %. *Fusariumille* otollisina vuosina varastotappiot voivat olla selvästi tätäkin suuremmat, jolloin mallitilan tuotanto ei siinä tapauksessa olisi enää kannattavaa. Luomusipulin hinta on malleissa melko korkea. Alhaisempi hinta heikentää myös herkästi luomutuotannon kannattavuutta.

Taulukko 10. Suurten sipulitilojen sipulintuotannon kannattavuus eri tuotantomuodoissa.

	Taimi		Istukas		
	Tavanomai- nen	Luomu	Tavanomai- nen	Luomu	
Kokonaissato	35 000	25 000	40 000	30 000	kg/ha
Varastohävikki	2	7	10	30	%
Sipulin hinta	0,66	1,07	0,66	1,07	€/kg
Myyntitulot	22 590	24 901	20 052	22 491	kg/ha
Tuet	795	1 395	795	1 395	€/ha
Liikevaihto	23 385	26 295	20 847	23 886	€/ha
Tarvikkeet	12 658	11 785	7 517	7 259	€/ha
Työkustannus	4 310	5 236	2 567	2 708	€/ha
Yleiskustannukset	301	301	326	326	€/ha
Liikepääoman korko	288	289	174	172	€/ha
Omaisuudesta aiheutuvat kustannukset	10 684	10 526	10 300	9 949	€/ha
Pellosta aiheutuvat kustannukset	109	109	109	109	€/ha
Tuotantokustannus	28 350	28 246	20 993	20 523	€/ha
Tuotantokustannus ennen yrittäjän palkkavaatimusta	25 453	25 397	19 337	18 725	€/ha
Yrittäjän voitto tai tappio	-4 878	-1 863	-59	3 450	€/ha

8. Johtopäätökset ja suositukset

Vuosien 2016–2018 sipulikokeiden ja aiempien 2000-luvun hankkeiden keskeiset tulokset ja kokeista saadut kokemukset voidaan tiivistää seuraavasti:

- Sipulin istukkaissa esiintyy runsaasti *Fusarium*-sieniä, joiden määrää kemiallinen peittäys vähentää. Istukkaiden tautisaastunta ei kuitenkaan suoraan ennusta istukkaista tuotettavan sadon määrää ja tautisuutta, sillä tautien esiintuloon vaikuttaa merkittävästi kasvukauden ja viljelylohkon olosuhteet. *Fusarium*-sienet esiintyvät runsaina etenkin lämpiminä ja kosteina kasvukausina. Myös pitkäaikainen sipulinviljely tilalla lisää maalevintäisen *Fusarium*-saastunnan riskiä.
- *Fusarium*-sienten aiheuttama pilaantuminen tulee pääosin esiin kasvukauden, sadonkorjuun ja kuivauksen yhteydessä sekä varastoinnin alkuvaiheessa. Myöhemmin varastointikaudella tulee esille harmaahomeen aiheuttama pilaantuminen.
- Sienitautien lisäksi sipuleita pilaa ajoittain bakteeritaudit, joiden lajistoa ei ole toistaiseksi tutkittu. Vuoden 2017 viileä ja sateinen kasvukausi lisäsi bakteerien esiintymistä sipuleissa.
- Sipulin tuotanto taimista istukkaiden sijaan vähentää *Fusarium*-sienten ja naattihomeen esiintymisen riskiä, joten luomutuotannossa ja aloittavalle sipulinviljelijälle taimien käyttö on varteenotettava vaihtoehto. Testaamistamme taimisipulilajikkeista 'Hylander' oli naattihomeen kestävä sekä myös satoisin. Toistaiseksi kokeissa taimista tuotettu sato on kuitenkin yleensä jäänyt selvästi alhaisemmaksi kuin istukkaista tuotettu. Käytännön viljelyssä taimista tuotetun sipulin satotasoa voidaan nostaa istuttamalla sipulit mahdollisimman aikaisin, käyttämällä hyvä- ja tasalaatuisia taimia sekä lisäämällä taimimäärää/ha. Ryhmätaimille, jossa on 4–5 yksilöä/potti, suositellaan taimietäisyydeksi rivissä 12–15 cm. Käytettävä riviväli määräytyy kunkin tilan koneistuksen mukaan. Taimisipulia käytettäessä on huolehdittava riittävästä maan kosteudesta erityisesti alkukasvukaudella, joten kasteluun on syytä varautua. Käytännön viljelykokemusten mukaan hivenlannoitusruiskutukset ja tarvittaessa typpilistä ovat suositeltavia.
- Biologisilla torjuntavalmisteilla (Mycostop ja Prestop) voidaan jonkin verran vähentää maasta tulevaa *Fusarium*-saastuntaa ja mahdollisesti lisätä myös kauppakelpoisen sadon määrää. Asitiakokeen tulosten perusteella valmisteet eivät tehoa *F. proliferatum* -lajiin, mutta sen sijaan ne hillitsevät *F. oxysporum* -lajin tartuntaa, joten näiden valmisteiden käyttöä voidaan suositella luomutuotannossa, jos istutettavalla loholla on esiintynyt *Fusarium*-tartuntoja.
- Taimien liottaminen torjuntavalmisteista tehtyihin liuoksiin ei ole suositeltava menetelmä paakkujen hajoamisen vuoksi. Taimipottien kastelu ennen tai jälkeen istutuksen on suositeltavampi käsittelytapa. Kasvukauden olosuhteet saattavat vaikuttaa myös biologisten torjuntavalmisteiden tehoon. Valmisteiden sisältämät torjuntamikrobit toimivat eri tavalla esimerkiksi korkeissa lämpötiloissa.
- Tilamallilaskelmien perusteella sipulin tuotantoa taimista ei ole yhtä kannattavaa kuin tuotanto istukkaista, mutta satotason kohottaminen mallilaskelmissa käytetyistä määristä parantaisi tuotannon kannattavuutta, samoin kuin alhaisemmat varastotappiot.



luke.fi

Luonnonvarakeskus
Latokartanonkaari 9
00790 Helsinki
puh. 029 532 6000