
Lämpötilan ja sekaviljelyn vaikutukset kevätrypsin kasvuun ja satoon



Ammattikorkeakoulun opinnäytetyö

Puutarhatalouden koulutusohjelma

Lepaa, kevät 2015

Emilia Tontti

Tekijä	Emilia Tontti	Vuosi 2015
Työn nimi	Lämpötilan ja sekaviljelyn vaikutukset kevätrypsin kasvuun ja satoon	

TIIVISTELMÄ

Tässä opinnäytetyössä selvitettiin, miten kasvukauden aikainen keskilämpötilan nostaminen noin 1,5-2 °C vaikuttaa kevätrypsin (*Brassica rapa* ssp. *oleifera*) satoon. Lisäksi tutkittiin sekaviljelyn soveltuvuutta luonnonmukaisen rypsin viljelyyn. Tutkimus pohjautui aiempaan tietoon *Brassica*-lajien herkkyydestä korkealle lämpötilalle etenkin kukinnan aikaan ja kytkeytyy myös ilmastonmuutoksen mahdollisten vaikutusten ennakoimiseen Suomen viljelyolosuhteissa.

Opinnäytetyön aineisto kerättiin osana MTT:n toteuttamaa kolmivuotista koetta, joka aloitettiin keväällä 2013. Tutkimus toteutettiin luomuviljelyllä peltolohkolla MTT Mikkelin Karilan toimipisteessä. Osaruutukokeena toteutetussa kokeessa oli pääruuduilla neljä käsittelyä, jotka jaettiin vallitsevan lämpötilan ja kohotetun lämpötilan osaruutuihin. Käsittelyinä oli kontrollina toimineen kevätrypsikasvuston lisäksi kolme rypsin sekaviljelykasvustoa: sekaviljelykumppaneina olivat valkoapila sekä rehuvirna typensidontaominaisuuksiensa johdosta sekä haisusamettikukka allelopaattisten ominaisuuksiensa vuoksi. Tässä opinnäytetyössä keskitytään ensimmäisen kasvukauden mittaustuloksiin ja niihin vaikuttaneisiin tekijöihin.

Lämpötilan nostaminen tai sekaviljelykäsittely ei vaikuttanut tilastollisesti merkitsevästi kevätrypsin sadon määrään vuonna 2013. Rehuvirna-rypsikasvustoissa kevätrypsin tuore- ja kuivapainot olivat korkeammat kohotetussa lämpötilassa kuin koekentän vallitsevassa lämpötilassa kasvaneissa kasveissa. Voimakkaasti kasvanut rehuvirna seoskumppanina vaikutti melko merkitsevän harventavasti rypsikasvuston tiheyteen. Rehuvirna ei kuitenkaan laskenut kevätrypsin satoa verrattuna muiden käsittelyiden satomääriin. Rehuvirnaa voidaan siten pitää hyvänä sekaviljelykumppanina rypsillem sen biologisen typensidontaominaisuuksiensa sekä valkuaispitoisen rehusatonsa vuoksi. Myös valkoapila sopi hyvin kevätrypsin aluskasviksi, koska se ei vähentänyt rypsin satoa. Haisusamettikukan istutus viivästyti kokeessa sen heikon kasvuun lähdon takia, joten sen kokonaisvaikutusta rypsin kumppanina ei pystytty täysin arvioimaan tänä koevuonna.

Avainsanat *Brassica rapa* ssp. *oleifera* 'Cordelia', kevätrypsi, sekaviljely, ilmaston lämpeneminen, luonnonmukainen viljely

Sivut 29 s. + liitteet 12 s.

Lepaa

Degree Programme in Horticulture

Author

Emilia Tontti

Year 2015

Subject of Bachelor's thesis

The Impact of Temperature and Intercropping on Growth and Yield of Spring Turnip Rape

ABSTRACT

The aim of this study was to assess the impact of elevating growing season temperature on yield of spring turnip rape (*Brassica rapa* ssp. *oleifera*) in Finland. The other objective was to examine the suitability of intercropping for organic rapeseed production. The study was based on previously known sensitivity of Brassica species to high temperature stress during reproductive growth (induction of seed yield losses). The study connects also to predicting impacts of proceeding climate change on cropping in Finland.

This thesis is based on the results from first year (2013) of a triennial study carried out in an organic field plot situated in Karila Research Station in Mikkeli, central Finland. In the experiment, four main plot treatments were randomized and two subplot treatments applied in a split-block set-up. The four treatments included spring turnip rape solely (control) and intercropped with the common vetch (*Vicia sativa* L.), white clover (*Trifolium repens* L.) or the Mexican marigold (*Tagetes minuta* L.). There were four replicate main plots for each treatment and the main plots were split into two subplots each: ambient temperature plots and elevated temperature plots (temperature raised by heaters by approximately 1,5–2 degrees above ambient).

Temperature or intercropping treatment did not impact yield of spring turnip rape statistically significantly. However, elevated temperature had a positive impact on common vetch-rapeseed intercrop growth. Common vetch as an intercrop reduced the density of rapeseed, but it did not influence its yield negatively compared to the yields in the other treatments. This study shows that the common vetch is a suitable plant for intercropping rapeseed. The white clover was also a suitable cover crop plant for turnip rape, because it did not have a negative impact on its yield. The planting of Mexican marigolds to the field was late because of the slow growth of the marigold seedlings. Therefore it was not possible to value the total impact of the marigold in this experimental year.

Keywords *Brassica rapa* ssp. *oleifera* 'Cordelia', temperature, *Vicia sativa* L., *Tagetes minuta* L., *Trifolium repens* L., intercropping

Pages 29 pages + 12 appendices

TERMISTÖÄ

Allelopatia on kasvien tuottamien biokemiallisten yhdisteiden negatiivista tai positiivista vaikutusta ympäristössään. Se on osa kasvien puolustusmekanismia kilpailevia kasveja ja tuholaisia vastaan. (Laitinen 1994, 7.)

Generatiivinen vaihe on kausi, jolloin kasvi kukkii ja tuottaa siemeniä.

Kasvu aika tarkoittaa kylvön ja keltatuleentumisen välistä ajanjaksoa.

Kontrolli tarkoittaa käsittelyä, joka vastaa ns. normaalitilaa tutkitun tekijän vaikuttavuuden suhteen. Tässä tutkimuksessa kontrolleina ovat rypsikasvusto ilman sekaviljelykasvia sekä vallitsevassa lämpötilassa kasvavat rypsikasvustot.

Käsittely tarkoittaa tutkimuksessa tarkasteltavia muuttuvia tekijöitä, kuten tässä tutkimuksessa muuttuvia sekaviljelykasveja ja lämpötiloja.

Sato (kg/ha) kertoo rypsin vertailukelpoisen sadon määrän, jolloin siementen kosteusprosentti on 9 %.

Tehoisa lämpösumma on kasvukauden vuorokausien keskilämpötilojen yhteenlaskettu summa, josta on vähennetty 5 °C:een kynnsarvo.

Tilastollinen merkitsevyys kertoo tutkittavien muuttujien välisen eron merkitsevyyden p-arvona. P-arvojen tasot ovat: erittäin merkitsevä ($p < 0,001$), merkitsevä ($0,001 \leq p < 0,01$), melkein merkitsevä ($0,01 \leq p < 0,05$) ja ei merkitsevä ($0,05 \leq p < 0,10$).

Sekaviljely tarkoittaa yhtäaikaista useamman kasvin viljelyä samalla kasvupaikalla. Sekaviljelyn muotoja ovat muun muassa tässä tutkimuksessa käytetyt seosviljely ja kaistasekaviljely.

Split-plot ja split-block design tarkoittavat osaruutukoemenetelmiä, joissa pääruutujen käsittelyt on jaettu osaruutuihin. Split-block designissa pääruutujen sijainnit on satunnaistettu, mutta osaruutujen sijainnit määrätty. (The Split-plot design and its relatives. n.d.a.)

Vegetatiivinen vaihe tarkoittaa kasvin kasvullista kautta, jolloin kasviin ei ole erilaistumassa suvullisia lisääntymisyksiköitä kuten kukkia tai lituja.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	1
2	KEVÄTRYPSIN KASVUVAATIMUKSET.....	3
2.1	Viljelylohkon sijainti ja maalaji	3
2.1.1	Maan pH-vaatimus ja lannoitus.....	4
2.2	Kylvö ja taimettuminen – maan kosteus ja ilman lämpötila	4
2.3	Lajike-erot	5
2.4	Haitallisimmat rikkakasvit ja niiden torjunta	6
2.5	Haitallisimmat tuholaiset ja niiden torjunta	6
2.6	Korkean lämpötilan aiheuttama lämpöstressi ja samanaikainen kuivuus	8
2.7	Halla	8
3	SEKAVILJELY VILJELYMENETELMÄNÄ.....	9
3.1	Sekaviljelyn muodot.....	10
3.2	Ekologiset vuorovaikutukset sekaviljelyssä.....	10
4	AINEISTO JA MENETELMÄT	12
4.1	Käsittelyt pää- ja osaruuduilla.....	12
4.2	Kokeen perustaminen ja hoito.....	12
4.3	Lannoitteet ja lannoitemäärät	13
4.4	Kasvilajit ja -lajikkeet	13
4.5	Kasvukauden sää kokeen aikana	13
4.6	Kokeessa käytetyt sekaviljelymenetelmät.....	14
4.7	Lämpölamppujen sijoittelu ja asetukset	14
4.8	Satomittaukset	14
4.9	Tilastollinen käsittely	15
5	TULOKSET	16
5.1	Rypsin ja sekaviljelykumppanin kasvuston korkeus.....	16
5.2	Rypsin sivuversojen määrä.....	17
5.3	Rypsikasvuston tiheys	17
5.4	Juurten, varsien ja litujen tuorepaino	18
5.5	Juurien, varsien, litujen ja siementen kuivapainot	20
5.6	Litujen määrä pää- ja sivuversoissa	21
5.7	Rypsikasvustojen satomäärät	22
6	POHDINTA JA JOHTOPÄÄTÖKSET	23
	LÄHTEET	26

Liite 1/1	Viljavuuspalvelu Oy, Viljavuustutkimus. 16.5.2013
Liite 1/2	Viljavuuspalvelu Oy, Viljavuustutkimus. 16.5.2013
Liite 2	Kuivapainot juurista
Liite 3	Kuivapainot varsista
Liite 4	Kuivapainot liduista
Liite 5	Sekaviljelykumppanikasvien juurten kuivapaino

Lämpötilan ja sekaviljelyn vaikutukset kevätrypsin kasvuun ja satoon

Liite 6	Sekaviljelykumppanikasvien versojen kuivapaino
Liite 7	Tuorepainot juurista
Liite 8	Tuorepainot liduista
Liite 9	Sekaviljelykumppanikasvien juurten tuorepaino
Liite 10	Pääverson korkeus
Liite 11	Litujen määrä sivuversoissa
Liite 12	Koekentän pohjakartta

1 JOHDANTO

Rypsin (*Brassica rapa ssp. oleifera*) viljelyn tämän päivän ja tulevaisuuden haasteille on kannattavaa etsiä ratkaisuja, sillä tärkeän kotimaisen öljynlähteen lisäksi rypsin valkuaisainearvo on merkittävä (Peltonen-Sainio 2013). Rypsin pinta-alat ovat vaihdelleet viime vuosina paljon - vuonna 2010 viljelyala oli huippulukemissaan, noin 142 000 hehtaaria, mutta neljässä vuodessa ala on laskenut lähes 80 % 29 800 hehtaariin (Tike 2014). Syitä rypsin viljelyn laskeneelle viljelyinnokkuudelle ovat muun muassa voimakkaan kirppapaineen vuoksi haastavat viljelyolosuhteet vuosina 2010–2012 ja vuonna 2014 EU:ssa voimaan tulleet neonikotinoidivalmisteiden käyttörajoitukset (Kunnas, Patjas & Yrjölä 2013, 41).

Kotimaisen rypsin tuotanto on mahdollista myös ilman pölyttäjille ja ympäristölle haitallisia torjunta-aineita. Tukemalla kasvin alkukehitystä ja tuholaisten luontaisten vihollisten kannan kasvua pystytään hallitsemaan niin kirppa- kuin rapsikuoriaispainettakin (Lassila & Sevon 2013.) Öljykasvien kasvintuhoojapaine on kuitenkin suuri ja se voi lisääntyä edelleen ilmastonmuutoksen myötä. Sen vuoksi on tärkeää tutkia erinäisiä viljelytekniisiä ratkaisuja rypsin kestäväen kasvinsuojelun kehittämiseksi.

Tulevaisuudessa toinen mahdollinen haaste rypsin viljelylle tulee olemaan ilmastonmuutos, jonka vaikutuksien on ennustettu olevan voimakkaimmat pohjoisissa maanosissa. (Peltonen-Sainio & Hakala 2008, 5.) Ilmatieteen laitoksen ACCLIM-hankkeen selvityksessä todettiin vuosikymmenen 2011–2020 olevan Suomessa 95 % todennäköisyydellä vertailujaksoa 1971–2000 lämpimämpi ja tämän vuosisadan loppuun mennessä vuoden keskilämpötilan kohoavan meillä jopa 2–6 °C (Jylhä, Ruosteenoja, Räisänen, Venäläinen, Tuomenvirta, Ruokolainen, Saku & Seitola 2009).

Kasvukauden pitenemisen ja lämpösommakertymän kasvun tuomien hyötyjen lisäksi ilmiö tuo myös haasteita rypsin viljelylle (Peltonen-Sainio & Hakala 2008, 5). Näitä tulevat olemaan uudet taudit ja tuholaiset, runsaat sateet, leudot talvet, lisääntynyt mikrobitoiminta, orgaanisen aineksen vähentyminen sekä ravinteiden lisääntyvä huuhtoutuminen vesiin (Mäki-Kuutti 2009). Mikäli rypsin lajikejalostus kehittyy ja oikea viljelytekniikka toteutuu, Suomi ja muut Pohjois-Euroopan maat voivat korvata Välimeren maiden ilmastonmuutoksen johdosta laskevaa öljykasvien satotuottoisuutta (Peltonen-Sainio ym. 2009a, 133). Suomen ja koko Euroopan valkuaisomavaraisuus on yhä hyvin alhainen ja tärkein valkuaislähte onkin maahan tuonnin varassa oleva soija (Kunnas, Patjas & Yrjölä 2013, 41). Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskuksen Omavara -hankkeen mukaan viime vuosien tuotantoepävarmuudesta huolimatta rypsi ja rapsi (*Brassica napus ssp. oleifera*) ovat kannattavimpia lyhyellä aikavälillä lisättäviä valkuaiskasveja (Peltonen-Sainio 2013).

Lämpötilan ja sekaviljelyn vaikutukset kevätrypsin kasvuun ja satoon

Vuonna 2013 eniten rypsisatoa tuotettiin Varsinais-Suomen lisäksi Etelä-Pohjanmaalla (Peltokasvitilastot 2014. TIKE, 12-13). Aikaisemmin rypsin viljely on painottunut Etelä- ja Kaakkois-Suomeen (Rypsin ja rapsin viljelyalat 2008). Jo lähitulevaisuudessa, 10–20 vuoden aikana, rypsin viljely saattaa siirtyä pohjoisemmaksi, mikäli Ilmatieteen laitoksen ennustamat ilmastomuutoksen skenaariot toteutuvat. Toisaalta pidemmän kasvuajan vaativan, mutta voimakkaita lämpötilavaihteluita paremmin kestävä rypsin odotetaan valtaavan yhä enemmän viljelyalaa Etelä-Suomessa, kuten se on tehnyt jo muualla Euroopassa Ruotsin ja Viron lisäksi. (Peltonen-Sainio, Hakala, Jauhiainen & Ruosteenoja 2009, 130.) Kotimaisen öljykasvituotannon varmentamiseksi on oleellista ennakoida tulevaisuuden haasteita Suomen viljelyoloissa ja kehittää näihin soveltuvia viljelyteknisiä ratkaisuja varmentamaan satoa.

Tutkimuksen, jonka osa tämän opinnäytetyön aineisto on, tavoitteena on selvittää, minkälaisia haittoja ja/tai positiivisia vaikutuksia erityisesti kasvukauden aikainen lämpötilan kohoaminen aiheuttaa kevätrypsin kasvuun ja sadontuotolle Suomen viljelyoloissa. Samaan aikaan tutkimuksessa pyritään selvittämään sekaviljelyn mahdollisuuksia turvaamaan luomurypsin sadontuottoa korkeita lämpötiloja tai tuholaispainetta vastaan. Sekaviljely menetelmänä voisi tarjota monia hyötyjä parantaen rypsin typensaantia ja tarjoten luontaista tuholaisorjuntaa yksipuolisen tehoviljelyn korvaamiseksi (Himanen 2014).

2 KEVÄTRYPSIN KASVUVAATIMUKSET

Rypsi on Suomen yleisimmin viljelty öljykasvi, joka suhteellisen haastavana viljelykasvina vaatii viljelijältään omistautunutta perehtymistä sen kasvuvaatimuksiin. Suomen tämän hetkisisä kasvuolosuhteissa kevätrypsillä voidaan saavuttaa 2000 kg/ha satotaso 1100 lämpötilasummakäyrälle asti. Tällaisen satotason saavuttamiseksi viljelijän on huolehdittava mahdollisimman huolellisesta maan muokkauksesta, viljelylohkon ominaisuudet huomioonottavasta lannoituksesta ja kylvösiemenmäärästä sekä oikein ajoitetusta kasvinsuojelusta. Sadonmuodostukseen vaikuttaa viljelijän välittömien toimien lisäksi viljelylohkon sijainti, maan rakenne sekä alueen viljelyhistoria. Kaikkien näiden vaikuttimien lisäksi sadon määrää muokkaa myös vuosittain vaihtelevat sääolot sekä tuholais- ja tautitilanne. (Öljykasvinviljelijän opas 2012.) Ilmastonmuutoksen on ennustettu tuovan tullessaan voimakkaampaa vaihtelua kasvukauden säähän, mikä tarkoittaa kohonneen lämpötilan lisäksi mahdollisia pitkittyneitä kuivia aikajaksoja sekä toisaalta rankkasateita, jotka tiivistävät maaperää erityisesti Etelä-Suomen savimailla ja huuhtovat ravinteita pohjavesiin (Ilmasto-opas 2014). Kevätrypsi on etenkin taimettumisen alkuvaiheessa herkkä säävaihteluille. Esimerkiksi erityisen lämmin sää rypsin alkukasvukaudella lisää kasvuston haihduntaa, mikä alentaa taimien kirppävioituksen sietokykyä. Kevätrypsillä esiintyy useita merkittävästi viljelyn onnistumiseen vaikuttavia kasvin-syöjiä, joiden tarkkailu ja hallinta ovat merkittävässä osassa onnistunutta rypsin viljelyä. (Maanviljelyn satomahdollisuudet kasvanevat Suomessa ilmaston muuttuessa 2014.)

2.1 Viljelylohkon sijainti ja maalaji

Kevätrypsiiä viljellään Suomessa III:lle viljelyvyöhykkeelle eli Etelä-Savoon, Etelä-Karjalaan ja Etelä-Pohjanmaalle asti. Viime vuosina viljely on kuitenkin ulottunut jopa Pohjanmaan rannikkoalueella Oulun korkeudelle saakka. Rapsin pidemmästä kasvuajasta johtuen sen viljely rajoittuu I:lle viljelyvyöhykkeelle. Rypsin ja rapsin viljelyn rajoittuminen eteläisimmille kasvuyöhykkeille johtuu pääosin niiden selvästi viljoja pidemmästä kasvuajasta sekä suuremmasta tehoisan lämpösumman vaatimuksesta. Rypsin tehoisan lämpösumman vaatimus on 105 vuorokautta ja 1050 C°. Rapsilla sama vaatimus on 115 vuorokautta ja 1150 C°. Mikäli lämpösumma ei ole tarpeeksi korkea kasvukauden aikana, kasvusto ei ehdi tuleentua, mikä johtaa sadon laadun heikkenemiseen suurien lehtivihreäpitoisuuksien vuoksi. (Öljykasvinviljelijän opas 2012.)

Öljykasvit soveltuvat useimmille maalajeille, mutta parhaiten ne menestyvät hieta- ja hietamultamailla sekä hieta- ja aitosavimailla, joiden multavuus ja rakenne ovat kunnossa. Kevätrypsille sopivat myös multa- ja turvemaat. Yleisesti ottaen öljykasvien viljelylohkon valinnassa kannattaa suosia mahdollisimman aurinkoisia ja nopeasti lämpiäviä lohkoja. (Öljykasvinviljelijän opas 2012.)

Lämpötilan ja sekaviljelyn vaikutukset kevätrypsin kasvuun ja satoon

Mikäli maalaji ja maanrakenne eivät ole rypsin viljelylle suotuisia, kevään sulamisvedet eivät varastoidu riittävästi maahan ja kukintavaiheessa kasvusto saattaa olla täysin sadannan varassa. Suotuisissa oloissa kukinta saattaa kestää jopa neljä viikkoa, mikä näkyy myöhemmin positiivisena tuloksena satotasossa. Erityisesti huonosta maan rakenteesta ja maalajista johtuva vesivaje heijastuu siis nopeasti syntyvään satotasoon, ja erityisesti kuivana kesänä myös annettu lannoitus jää osin hyödyntämättä kuivuuden vuoksi. (Öljykasvinviljelijän opas 2012.)

2.1.1 Maan pH-vaatimus ja lannoitus

Rypsin viljelyyn sopivan maan pH-luvun on oltava kivennäismailla vähintään 6, mieluiten 6,5. Eloperäisillä mailla pH-vaatimus voi olla kuitenkin 5,5–6. Nostamalla maan pH-pitoisuutta kalkituksella, ravinteiden saatavuus ja etenkin fosforin ja muiden pääravinteiden käyttökelpoisuus parantuu. Liian happamassa maassa etenkin fosfori on sitoutunut kasveille vaikealiukoiseen muotoon. Toisaalta liian emäksisessä maassa hivenravinteet, kuten boori ja mangaani, ovat vaikealiukoisessa muodossa. (Öljykasvinviljelijän opas 2012.)

Rypsin luonnonmukaisessa tuotannossa on erityisen tärkeää löytää oikea paikka kasvinviljelytilan viljelykierrossa niin lannoituksen kuin kasvinsuojelunkin vuoksi. Rypsin sadon määrän kannalta tärkeitä ravinteita ovat typpi, fosfori, kalium, magnesium sekä rikki. Esimerkiksi monivuotisen apilaheinän jälkeen pellossa on eniten tarjolla typpeä ja rikkiä. (Partanen 2007.) Lisäksi öljykasvien viljelyssä on huolehdittava niiden riittävästä boorin saannista. Lannoitus on mahdollista tehdä joko kerralla ennen kylvöä tai jaettuna kasvukaudella. Suurin osa typpi-, fosfori-, kalium-, magnesium- sekä rikkilannoituksesta kannattaa antaa rypsikasvuston käyttöön jo keväällä, koska se tarvitsee paljon ravinteita nopeaan taimettumiseensa. Mahdolliseen täydennyslannoitukseen valitaan lannoite, joka sisältää typpeä ja rikkiä maan rikkitylän mukaisesti. (Öljykasvinviljelijän opas 2012.) Luomutuotannossa typentarvetta on mahdollista varmistaa muun muassa esikasvin ja sekaviljelykasvin typensidonnalla sekä lisälannoituksena taimettuneelle kasvustolle luujauholla, vedellä laimennetulla virtsalla tai lietelannalla. Fosforin luonnonmukaiseen lisälannoitukseen sopivat luujauho ja apatiitti. Mikäli maan rikkiarvot ovat erityisen matalat, niitä voidaan nostaa levittämällä karjanlantaa lisälannoituksena. (Partanen 2007.) Lannoitusohjelmaa suunnitellessa lähtökohtana ovatkin pellon viljavuusluvut sekä ympäristötukien määräämät typpi- ja fosforilannoituksen enimmäismäärät. Lannoitusohjelmaa kannattaa tarkentaa ympäristöehtojen rajoissa myös esikasvin, maan multavuuden sekä kylvöajan perusteella. (Öljykasvinviljelijän opas 2012.)

2.2 Kylvö ja taimettuminen – maan kosteus ja ilman lämpötila

Itääkseen rypsi tarvitsee riittävän kostean maan. Maan muokkaaminen kannattaakin tehdä maahan varastoitunutta kosteutta säästävästi. Mitä savisempaa maa on, sitä tärkeämpää on tehdä ensimmäinen rypsimaan muokkaus jo

syksyllä. Syysmuokkauksessa tulee saada pellon pintaan vesi- eli painannevarastoiksi kyntöviillos, jonka uriin pääsee kertymään talven aikana jäätä ja lunta. Kevätmuokkauksessa pyritään kevätkosteuden säästämisen lisäksi vähentää siemenrikkakasvien määrää ja valmistella maa sopivaksi kylvöalustaksi rypsilille. Ensimmäinen kevätkuokkaus syysmuokatulla pellolla voi olla kosteutta säästävä pintaäestys, jolla tasoitetaan pellon pintaa talven jäljiltä. Siemenrikkakasvien taimetuttua maa muokataan joustopiikkiäkeellä tai pyöriväteräisellä äkeellä. Kylvömuokkaus, jolla pyritään saamaan hienojakoinen kylvöalusta 2–4 cm syvyyteen, ajoitetaan seuraavien rikkakasvien taimien ilmestyttyä. Nopean kasvuun lähdön varmistamiseksi ja kylvön jälkeisten sateiden toteutumiseksi, kylvöajankohta kannattaa sijoittaa kesäkuun puolelle. Jos maassa on riittävästi kosteutta, siemenet kannattaa kylvää 0–2,5 cm syvyyteen, muutoin hieman syvempään. Siemeniä kannattaa kylvää hehtaarille melko runsaasti eli 8–12 kg, jotta rypsilikasvun tiheydellä ei ole kuitenkaan suurta merkitystä sadon tuottamiseen, koska kasvi kompensoi satomenetyksiä harvemmassa kasvustossa muodostamalla enemmän sivuversoja. (Partanen 2007.) Sirkkataimivaiheessa maassa ei tarvitse kuitenkaan olla kovinkaan runsaasti vettä, koska pienet kasvit haihduttavat vain vähän. Suurimmillaan rypsin vedentarve on vasta pituuskasvun ja kukinnan aikana, jolloin Suomessa yleisesti sataa vähiten. (Öljykasvinviljelijän opas 2012.) Rypsin taimettumisaika on MTT:n ”Rypsin itämisen ja kasvuun lähdön edistäminen” – esityksen mukaan 5 °C lämpötilassa 17 vuorokautta ja 15 °C 10 vuorokautta. Aikainen kylvö vähentää kasvuston tiheyttä ja korkeutta. Rypsiä idätettäessä 5–20 °C lämpötiloissa saavutetaan yhtä suuri itävyys kaikissa lämpötiloissa. 5 °C matalammissa lämpötiloissa itävyys kuitenkin alenee selvästi. Karaistunut rypsilikasvusto kestää sirkkalehtiasteella hyvin 3 °C hallaa, mutta 5 °C hallassa ainakin osa taimista paleltuu. (Pahkala, Känkänen, Peltonen-Sainio, Huusela-Veistola 2006.)

2.3 Lajike-erot

Kevätrypsilajikkeet eroavat MTT:n virallisten lajikekoetulosten perusteella varsin vähän toisistaan. Kasvu-aika eli jakso kylvöstä keltatuleentumiseen on koetulosten mukaan lähes kaikilla rypsilajikkeilla 100–102 päivää, ja sato vaatii tuleentukseen hieman yli 1000 asteen lämpösummakertymää. Tässä kokeessa käytetty rypsilajike *'Cordelia'* on kevätrypseistä myöhäisimpiä, sillä kasvu-aika on 102 päivää ja lämpösumman 1050. Koetulosten mukaan *Cordelia*-lajikkeen kukinta alkaa 41. kasvupäivänä, joka myös on kesärypsilajikkeistona myöhäisimpiä kukinnan alkamisaikoja. Lajikkeen keskimääräinen satoisuus tavanomaisesti viljeltynä MTT:n virallisten lajikekoekokeiden mukaan on Mikkelin korkeudella III vyöhykkeellä 2066 kg/ha. (Laine, Högnäsbacka, Kujala, Niskanen, Jauhiainen, Nikander 2014, 166–168.)

2.4 Haitallisimmat rikkakasvit ja niiden torjunta

Rikkakasveista rypsilille haitallisimpia ovat jauhosavikka, peltomatara, pillikkeet sekä pihatähtimö. Ne alentavat sadon määrää ja laatua aiheuttamalla kasvuston lakoontumista ja epätasaista tuleentumista sekä vaikeuttamalla puintia. Koska jauhosavikan ja mataran siemenet ovat lähes saman painoisia rypsin siementen kanssa, on niitä lähes mahdotonta poistaa rypsin siementen joukosta lajittelemalla. Sadon tilityshintaan tehdään laatuvehennyksiä, jos rypsisadossa on yli 3 % rikkakasvinsiemeniä. (Öllykasvinviljelijän opas 2012.)

Tulevien öljykasvilohkojen rikkakasvien torjuntaa kannattaa tehdä jo esikasvin viljelystä lähtien. Rypsin siementen taimettumisen nopeuttamiseksi siemenet kylvetään lämpimään maahan, jolloin ne pystyvät kilpailemaan kasvutilasta paremmin nopeasti taimettuvien rikkakasvien kanssa. Luomurypsin viljelyssä kasvukauden aikana rikkakasveja on vaikeampi torjua mekaanisesti. Öljykasvien viljelyssä viljelylohkon valinta, viljelykierto ja ennalta ehkäisevät toimet ovatkin tärkeimpiä toimenpiteitä rikkakasvien torjunnan kannalta. (Öllykasvinviljelijän opas 2012.) Rikkakasvien kasvuvoi-
maa voidaan rajoittaa myös sekaviljelyn avulla valitsemalla sekaviljelykumppaneiksi nopeasti taimettuvia tai maata peittäviä kasvilajeja – muun muassa tässäkin kokeessa käytetty nopeasti taimettuva rehuvirna ja matalakasvuinen maanpeittokasvi valkoapila voivat edesauttaa myös rikkakasvien hallintaa (Bond & Grundy 2001, 386.)

2.5 Haitallisimmat tuholaiset ja niiden torjunta

Rypsin viljelyn onnistumisen kannalta merkittävimpiä tarkkailtavia tuholaisia ovat taimettumisvaiheessa kirpat ja sinappikuoriaiset sekä kukintavaiheessa rapsikuoriainen. Myös rypsin lehtiä ja lituja nakertavat kaalikoin toukat sekä siemeniä syövät rapsikärsäkkään toukat voivat ajoittain aiheuttaa tuhoja rypsilviljelmillä. Tuholaisten torjunnassa on tärkeää jatkuva tarkkailu ja nopea toimiminen havaittujen muutosten perusteella. Tuholaisten tuhovoimaa voi hallita jo ennakkoon mahdollistamalla tuholaisien luontaisille vihollisille mahdollisimman hyvät oltavat vuodesta toiseen, esimerkiksi muokkaamalla maata keväisin vain kevyesti. (Öllykasvinviljelijän opas 2012.)

Tuholaisia karkottavia tai niiden suuntautumista isäntäkasville häiritsevien haihtuvien orgaanisten yhdisteiden tuottavien sekaviljelykasvien kuten laventelin käyttökelpoisuutta tuholaisatorjunnassa on tutkittu viime vuosina muun muassa rapsikuoriaistuoja vastaan (Mauchline, Cook, Powell, Osborne 2013, 313–318). Mikäli löydetään riittävän tehokkaita kumppanikasveja torjumaan tuholaisia, tulevaisuudessa sekaviljelyä voisi hyödyntää etenkin luomurypsin viljelyssä tuholaispaineen hallinnassa. (Öllykasvinviljelijän opas 2012.)

Taimettumisvaiheessa suuri kirppapaine voi tehdä merkittävää vahinkoa rypsikasvustolle. Kirppamäärät vaihtelevat voimakkaasti vuosittain ja alueellisesti: Ajoittain ne voivat aiheuttaa täydellistäkin tuhoa rypsilviljelmällä, jolloin rypsi täytyy mahdollisesti kylvää kokonaan uudelleen. Kirpat syövät

reikiä rypsin lehtiin ja pienentävät näin yhteyttävää pinta-alaa. Ongelmallisimpia kirpat ovat taimettumisen alkuvaiheessa, erityisesti kasvuolosuhteiden ollessa muutenkin huonot. Sirkkalehtivaiheessa torjuntakynnys on yksi kirppa sirkkataimea kohden. Taimettumisen jälkeen rypsin kasvu nopeutuu niin voimakkaasti, etteivät suuretkaan kirppamäärät pysty tyrehtyttämään niiden kasvua. (Piirainen 2007.)

Toinen rypsikasveja vioittava tuholainen on sinappikuoriainen, jota tavaataan etenkin Pohjanmaalla ja Savossa. Kuoriainen on sinisenmusta, 3 mm pitkä kupera kovakuoriainen, joka talvehtii samoissa paikoissa kirppojen kanssa. Sekä aikuiset yksilöt että toukat vioittavat syönnillään kasvustoa. Suurina joukkoina esiintyessään ne voivat aiheuttaa suurta tuhoa rypsipeleilloilla – erityisesti rypsialan pienentyessä tai suotuisan talvehtimisolosuhteiden johdosta voi syntyä massaesiintymiä. (Piirainen 2007.)

Luonnonmukaisessa rypsinviljelyssä kirppojen torjuntaan voidaan käyttää Bioruiskute S -käsittelyä. Toinen sallittu torjunta-aine kirppoja vastaan on muun muassa Pyrethrum-päivänkakkarakasta valmistettu luonnonpyretriini, mutta se on poistumassa markkinoilta vuonna 2015 kiristyneiden ympäristövaikutuksien arviointien sekä pyretriinin vesiliöihin kohdistuvien haitallisten vaikutuksien vuoksi (Rahtola, 2014). Vahinkojen minimoimiseksi viljelytekniiset ratkaisut kuten rypsin kylväminen lämpimään maahan, maan hyvä vesitalous sekä ravinnepitoisuus ovat parhaita suojelukeinoja (Öljykasvinviljelijän opas 2012).

Rypsille eniten ongelmia tuottava tuholainen on kuitenkin nuppu- ja kukintavaiheessa esiintyvä sinisenmusta parin millimetrin mittainen rapsikuoriainen. Rapsikuoriainen alkaa aiheuttaa ongelmia heti ensimmäisten lehtiruusukkeiden suojissa olevien kukkanuppujen ilmestyessä. Aikaisessa nuppuvaiheessa alkava syönte vähentää merkittävästi pääverson satoa, joka muodostaa usein yli puolet koko kasvin sadosta. Kuoriaisten tarkkailu on syytä aloittaa touko–kesäkuun vaihteessa, jolloin ensimmäiset kukkanuput ilmestyvät. Torjunnan kynnsarvo on rapsikuoriaisilla nuppuvaiheessa yksi kuoriainen kasvia kohden ja lähempänä kukinnan alkua 2–3 kuoriaista kasvia kohden. Luonnonmukaiseen torjuntaan sopivat luontaisten vihollisten lisäksi luomuhyväksytyt torjunta-aineet, esimerkiksi Bioruiskute S. Kasvinsuojeluaineet tulee ruiskuttaa mieluiten illalla, jolloin pölyttäjien lentoaika on päättynyt. Kuoriaisten luontaisia vihollisia ovat muun muassa rapsikuoriaispistiäiset, jotka loisivat rapsikuoriaisten toukkia. Pistiäiset talvehtivat maan pintakerroksessa. Ne lähtevät keväällä liikkeelle lämpösumman ollessa noin +300-astetta. Pistiäisiä voi suosia muokkaamalla peltoa mahdollisimman hellävaraisesti ja tarjoamalla pistiäisille talvehtimipaikkoja esimerkiksi apilanurmella. (Piirainen 2007.) Kukinnan alettua kuoriaiset syövät kukkien siitepölyä, jolloin vahingot eivät ole enää merkittäviä. Kukinnan aikaan rapsikuoriaisten munat kuitenkin kuoriutuvat ja toukat syövät kasvien latvoja aiheuttaen niiden kuivumisen. (Öljykasvinviljelijän opas 2012.)

2.6 Korkean lämpötilan aiheuttama lämpöstressi ja samanaikainen kuivuus

Korkean lämpötilan aiheuttamaan lämpöstressiin vaikuttaa rypsin lajike sekä sen sopeutuvuus vaihteleviin ilmasto-oloihin. Kanadalaisessa tutkimuksessa (Morrison & Stewart 2002, 802.) havaittiin rypsin olevan rapsia ja sareptansinappia herkempi lämpöstressille. Kuitenkin yli 29,5 °C lämpötila kukinnan aikana vähensi merkittävästi sadon määrää kaikilla *Brassica*-lajeilla. Myös kukkien lukumäärä kasvia kohden väheni, mikäli vegetatiivisen kasvun aikana päivittäinen lämpötila nousi 30 °C:een. Kukinnan aikainen lämpöstressi pääsääntöisesti aiheutti kukista kehittyneiden siementen painon laskua, mutta joissakin tapauksissa myös ilmiselvää siementen lukumäärän vähenemistä liduissa. (Morrison & Stewart 2002, 799-802.)

Kukintojen ja litujen lukumäärän on todettu vähenevän erityisesti pääversoissa. Kukinnan aikaisen lämpöstressin on todettu myös pienentävän siementen kokoa. Arimmillaan kasvit ovat lämpöstressille kukinnan alkuvaiheessa ja kaikissa kasvuvaiheissa samanaikainen kuivuus lisää lämpöstressiä entisestään. (Angadi, Cutforth, Miller, McConkey, Entz, Brandt & Volkmar 2000.) Suomessa arveltiin lämpöstressin aiheuttaneen sadonvähennyksiä myös rapsille etenkin vuonna 2010, jolloin heinäkuussa rapsin kukinta-aikana nousi yli 30 °C helteet ja samalla oli hyvin kuivaa. Tuolloin rapsissa havaittiin lituihin itäneitä siemeniä. (Vilja-alan yhteistyöryhmä 2012.)

2.7 Halla

Pääsääntöisesti rypsi ei ole kovin arka hallalle. Nopeaan ja tasaiseen taimetumiseen rypsi vaatii vähintään yli 5 °C, mutta mielellään 10–15 °C lämpötilan. Taimivaiheessa rypsi kuitenkin sietää muutaman asteen hallaa, varsinkin jos viileämpiä päiviä on ollut jo ennen hallan tuloa. Arimmillaan hallalle rypsi on heinä-elokuun kukintavaiheessa, jolloin se voi aiheuttaa merkittäviäkin sadonmenetyksiä paleluttamalla kukkanuppuja. Muutaman asteen halla voi aiheuttaa suurehkoja sadonmenetyksiä myös lituvaiheen aikana esiintyessään. Tällöin siementen laatu heikkenee lehtivihreän hajoamisen pysähtyessä hallan johdosta. Syksyn pakkaset vaikuttavat alentavasti myös rypsin siementen itävyyteen. (Öljykasvinviljelijän opas 2012.) Vaikka ilmaston on ennustettu vähitellen lämpenevän, koleatkin säät kuuluvat yhä Suomen kesään, sillä Suomen ilmastolle on tyypillistä voimakkaat vaihtelut. Kylmät ilmamassat ovat aiheuttaneet hallaöitä Etelä-Suomessa jopa heinäkuussa, joten myös rypsin kukinnan aikaan hallat ovat Suomessa mahdollisia. (Tiedotearkisto 2009.)

3 SEKAVILJELY VILJELYMENETELMÄNÄ

Sekaviljelyä, eli useamman kasvilajin yhtäaikaista viljelyä samalla kasvu-paikalla, harjoitetaan maapallolla runsaasti (Vandermeer 1989). Etenkin kehitysmaissa viljelytapa on yleinen menetelmä rajoitetun viljelyalan tehokkaan hyödyntämisen ja satovarmuuden kasvattamisen vuoksi. Menetelmä tähtää myös kasvutekijöiden käytön tehostamiseen sekä kasvinsuojeluongelmien vähentämiseen. Onkin havaittu, että kasvuympäristön monipuolistuminen viljelyssä voi hyvin suunniteltuna vähentää tuholaisten ja tautien vaikutuksen suuruutta viljeltävän kasvin tuottoisuuteen häiritsemällä niiden leviämistä, harhauttamalla niitä allelopaattisilla ominaisuuksilla sekä satokasvin vastustuskykyä parantavilla vaikutuksilla. (Ratnadass, Fernandes, Avelino 2012, 278,289.) Sekaviljelyä on kuitenkin teollisuusmaissa pidetty haasteellisena muun muassa viljelytoimien monimutkaistamisen ja sadonkorjuun aiheuttamien hankaluuksien vuoksi (Machado 2009). Yksipuolisen viljelyn haittojen noustessa viljelijöiden tietoisuuteen on kiinnostus sekaviljelyyn kuitenkin uudelleen kasvamassa (Himanen 2014).

Yksipuolisen viljelyn, viljelykiertojen lyhenemisen sekä viherlannoitusten hylkääminen on aiheuttanut eloperäisen aineksen vähenemistä, maan rakenteen heikkenemistä sekä eroosion lisääntymistä, mikä on johtanut peltojen tuottavuuden heikkenemiseen sekä ympäristöhaittojen lisääntymiseen. Sekaviljelykasvien käytön lisääminen onkin yksi vaihtoehto maan tuottavuuden nostamisessa – monipuolisempi viljely parantaa maan rakennetta, multavuutta, pieneliöstön elinoloja, murujen kestävyyttä sekä vedenpidätyskykyä. (Känkänen ym. 2000.) Edellä mainitut vaikutukset parantavat edelleen viljelykasvien ravinteidenottokykyä sekä lieventävät myös rikkakasvien, tuhoeläimien ja tautien painetta. Tuholaispaineen vähentämisessä biologisen kasvinsuojelun ongelmana ovat torjunta-ainekäsittelyjen pitkäaikaiset vaikutukset: kasvustoissa on vain vähän tai ei ollenkaan tuholaisten luonnollisia vihollisia eikä niiden teho riitä hallitsemaan yksinään voimakasta tuholaispainetta. Sekaviljelyssä tuetaan monimuotoistamisen kautta näitä luontaisten vihollisten kantoja (Machado 2009.)

Suomessa valmiiden siemenseosten tarjonta siemenpakkaamoilla on vasta kasvussa, mutta räätälöityjä seoksia valmistetaan kuitenkin tilauksesta lajikkeiden saatavuuden rajoissa. Siemenseosten pysyvään monipuolistamiseen tarvitaan kuitenkin myös kotimaista tutkimustyötä, jossa tutkitaan nykyistä lajikkeistoa eri viljelymenetelmillä, lannoitustasoilla ja viljelyvyöhykkeillä. (Himanen 2014.) Sekaviljelyn suunnittelu vaatii agronomista, kasvifysiologista ja ekologista ymmärrystä (Brooker, Bennet, Cong, Daniell, George, Hallett, Hawes, Iannetta, Jones, Karley, Li, McKenzie, Pakeman, Paterson, Schöb, Shen, Squire, Watson, Zhang, & White 2014).

3.1 Sekaviljelyn muodot

Neljä yleisintä sekaviljelyn (intercropping) toteuttamistapaa ovat seosviljely (mixed intercropping), rivisekaviljely (row intercropping), kaistasekaviljely (strip intercropping) sekä vuorosekaviljely (relay intercropping). Seosviljelyssä ei ole lainkaan erottelua sekakasvikumppaneiden välillä toisin kuin muissa sekaviljelymuodoissa. Rivisekaviljelyssä ainakin yksi sekaviljelykasvi on viljelty riveissä. Kaistasekaviljelyssä sekakasvikumppanit ovat selkeästi erillään toisistaan, niin että ne voidaan korjata ja hoitaa erikseen, mutta kuitenkin tarpeeksi lähekkäin vuorovaikutuksen mahdollistamiseksi. Vuorosekaviljelyssä viljellään kahta tai useampaa satokasvia kerroksittain, jotta ne voidaan puida eri aikoina. (Brooker ym. 2014). Käytetyn sekaviljelytavan valintaan vaikuttavat kasvilajien itämisenopeus sekä kilpailuerot. Yleisin syy sekaviljelylle on suuremman ja varmemman sadon saaminen viljellyltä pelloilta käyttämällä peltoala mahdollisimman hyvin hyödyksi kasvien erilaisten juurien, lehvästön, korkeuden ja ravinnevaatimuksien avulla. (Lithourgidis, Dordas, Damalas, Vlachostergios 2011, 399) Sekaviljelymuodosta riippuen sekaviljelylajit voivat vaikuttaa toisen lajin viljelytoimiin tai sadonkorjuun onnistumiseen. Koneistetussa sadonkorjuussa satokasvien siementen lajittelu voi olla tarpeen, ja toisaalta eri lajit voivat kypsyä sadonkorjuuvaiheeseen eri aikoina. Rehuntuotantoon ja päälekkäisviljelyyn, jossa toinen laji kasvaa aluskasvina ja toinen päällyskasvina, sekaviljely yleensä sopii hyvin. (Känkänen ym. 2000.)

3.2 Ekologiset vuorovaikutukset sekaviljelyssä

Viljeltäessä kahta tai useampaa kasvia yhdessä, ne vaikuttavat aina toisiinsa kilpailemalla kasvuresursseista ja toisaalta hyödyntämällä toistensa suotuisia ominaisuuksia. Kasvuston kasviyksilöt kilpailevat valosta, vedestä ja ravinteista. Kasvutavaltaan ja ravinnevaatimuksiltaan erilaiset kasvilajit kuitenkin täydentävät toisiaan. Sekaviljelykumppaneilla voi siis olla positiivisten lisäksi negatiivisia vaikutuksia toisiinsa, joten sekaviljelykasvien ja -muodon valinnassa tulee pyrkiä tukemaan positiivisten vaikutuksien määrää ja lieventää negatiivisia vaikutuksia. (Brooker ym. 2014)

Lajien kilpailusuhteita voidaan säätää optimaaliseksi muun muassa seoskasvien kylvötiheydellä ja – ajalla. Lajien kasvurytmi voi myös olla erilainen, esimerkiksi kehitysvaiheet ja sen myötä ravinteidenoton ajoittuminen vaihtelevat, ja sen vuoksi ne sopeutuvat olosuhteisiin eritavoin. Huomattavasti nopeakasvuisempi laji voi kuitenkin vähentää hidaskasvuisemman kasvin valon ja ravinteiden saantia liikaakin. Yksipuoliseen viljelyyn verrattuna seoskasvustot voivat hyödyntää tehokkaammin esimerkiksi auringonsäteilyä erimuotoisien sekä eritavoin sijoittuneiden ja asettuneiden lehtiensä avulla. (Känkänen ym. 2000.)

Sekaviljely parantaa maan viljavuutta suojaamalla maanpintaa yhtenäisemmällä kasvustolla ja monipuolisemmilla maata muokkaavilla juuristoilla yksipuoliseen viljelyyn verrattuna. Esimerkiksi palkokasveille tyypillinen biologinen typensidontaominaisuus tasoittaa myös koko maaperän typpipitoisuutta ja voi kasvattaa näin myös satomääriä. (Lithourgidis ym. 2011, 399-400)

Myös kasvintuhoajien hallinnan kannalta sekaviljelystä on hyötyä. Sekaviljelykasvi, joka päästää ilmaan tuholaisia karkottavia tai niiden luontaisia vihollisia houkuttelevia haihtuvia orgaanista yhdisteitä, voi toimia puskurina tuholaispaineen heikentämisessä. Erityisesti luonnonmukaisessa viljelyssä, jossa sallittuja kasvinsuojeluaineita on vähän, allelopaattisilta ominaisuuksiltaan kasvinsuojeluun sopivat kasvit ovat vähintäänkin varteenotettava lisä tuholaisten hallintaan. (Lithourgidis ym. 2011, 401) Esimerkiksi haisusamettikukka erittää monivaikuttisia bioaktiivisia, tauteja ja tuholaisia karkottavia yhdisteitä juuristaan, lehdistään ja kukistaan. Juurieriteillä on sukkulamatoja torjuvia vaikutuksia. Kukintojen ja lehtien on havaittu erittävän monia terpenoideja, jotka karkoittavat hyönteisiä ja torjuvat mm. tomaatin ja perunan sienitauteja. Haisusamettikukka erittää myös luonnonpyretriiniä, joka on luonnollinen ja tehokas torjunta-aine monia rypsin tuholaisia vastaan. (Vasudevan, Kashyap, Sharma 1997.)

Kukkivilla mesikasveilla pyritään sekaviljelyssä tyypillisesti kasvattamaan luontaisten vihollisten kantoja, jolloin tuholaispaine pysyy luontaisesti hallinnassa. Tutkittuja luontaisten vihollisten houkutuskasveja ovat muun muassa virnakasvit, jotka tarjoavat hyönteisille ravinnoksi mettä, suoja- ja talvehtimispaikkoja ja siten kantaa ylläpitäviä elinoloja. (Wäckers 2004.)

4 AINEISTO JA MENETELMÄT

Opinnäytetyön aineisto kerättiin MTT:n vanhemman tutkija Sari Himasen tutkijatohtoriprojektiin (TROSTA, ”Specialist herbivores under climatic warming: Bottom-up and topdown regulation and trophic chain stability”) kuuluneessa kokeessa, jossa tutkittiin kohotetun lämpötilan ja sekaviljelyn vaikutusta kevättrypsin kasvuun, satoon, ja kasvinsyöjien ja niiden luontaisen vihollisten dynamiikkaan. Koe toteutettiin osaruutukokeena, ensimmäistä vuotta kesällä 2013. Pääruutuja oli yhteensä 16, jotka jaettiin neljään eri käsittelyyn (kustakin neljä kerrannetta) rinnakkaiskasvista riippuen sekä pääruudun sisällä kohotetun ja vallitsevan lämpötilan osaruutuihin. Koska käsittelyjen eroja mitattiin määrällisten arvojen, kuten painon ja korkeuden, avulla, koetta voidaan pitää kvantitatiivisena tutkimuksena. Lämpötilaa kohotettiin osaruuduilla Frico CIR210 – säteilylämmittimillä keskimäärin 1,5-2 °C koalueen vallitsevaa lämpötilaa korkeammaksi. Koe toteutettiin 21,5 x 32,5 m kokoisella alueella Etelä-Savossa MTT Mikkelin Karilan koeseaman luonnonmukaisesti viljellyllä pellolla (27° 13' 40.6' E & 61° 40' 33.5' N).

4.1 Käsittelyt pää- ja osaruuduilla

Pääruutujen käsittelyitä oli neljä, joista kaikista oli neljä toistoa. Käsittelyt olivat pelkkä kevätrypsi, kevätrypsi rinnakkaiskasvinaan valkoapila, kevätrypsi rinnakkaiskasvinaan rehuvirna sekä kevätrypsi reunakasvinaan haisusamettikukka. Pääruudut olivat suojarivit mukaan lukien leveydeltään 2,5 m ja pituudeltaan 9 m (sisältäen kullakin sivulla 0,5 m suojarypsikasvustoa). Käsittelyjen sisällä koeruutu oli jaettu vallitsevan ja kohotetun lämpötilan osaruutuihin.

4.2 Kokeen perustaminen ja hoito

Koekenttänä käytettävän pellon esikasvina oli apilanurmi. Alueen viereisellä lohkolla toteutettiin koe parsakaalin (*Brassica oleracea var. italica*) biologisesta torjunnasta. Suojaväli koekenttien välillä oli 10 m. Ennen kokeen aloittamista, peltoa muokattiin kevätkynnöllä ja äestyksellä sekä lannoitteiden levittämisen jälkeen jyräämällä pelto. Rypsi, valkoapila ja rehuvirna kylvettiin kylvökoneella 3.6.2013 mitatuille koaloille. Rypsin siemeniä kylvettiin 6 kg/ha, valkoapilan siemeniä 3 kg/ha ja rehuvirnan siemeniä 15 kg/ha. Kylvön jälkeen koekenttä sadetettiin itämisen nopeuttamiseksi. Kausihuoneessa esikasvatetut haisusamettikukat istutettiin suojariveiksi kevättrypsin havaintoruutujen sivuille. Koeruutujen väliriveihin kylvettiin timotei-nurmi (n. 20 kg/ha). Rypsin taimettumisen jälkeen rikkakasvit kitkettiin käsin koeruuduilta, mutta myöhemmässä vaiheessa rikkakasvitorjuntaa ei tarvittu rypsin nopean kasvuvauhdin vuoksi. Pellon haasteellisimpia rikkakasveja olivat jauhosavikka, rikkanenätti sekä ukontatar. Kokeella tehtiin voimakkaasta kaalikoi-invaasiosta johtuen kaksi kertaa torjunta-ainekäsittely Bioruiskute S:llä rypsin vegetatiivisessa vaiheessa, ennen lämpötilakokeen käynnistämistä.

4.3 Lannoitteet ja lannoitemäärät

Toukokuussa 2013 Karilan koekentän maalle tehty viljavuustutkimus osoitti, että koeviljelyksemme runsasmultaisuuden johdosta maan pH-luku 5,9 oli rypsin viljelylle sopiva. Ravinteiden osalta tutkimus osoitti maan ravinteikkuuden olevan välttävä, huononlainen tai tyydyttävä. Kuitenkin rikin ja magnesiumin arvot olivat jo ennen peruslannoitusta hyvät. (Liite 1 ja 2) Viljavuustutkimuksen pohjalta koekentän pellolle suunniteltiin kevätrypsille sopiva peruslannoitus.

Lannoitteet mitattiin, sekoitettiin ja levitettiin käsin valmiiksi mitatuille ruuduille 29.5.2013. Lannoituksen jälkeen mittakepit poistettiin ja lannoitteet jyrättiin peltoon. Kaikille käsittelyille annettiin samat lannoitteet ja lannoitemäärät. Lannoitteina käytettiin luomuhyväksytyjä seoksia: Novarbo Arvo Luomulannoitetta (N 4 %, P 1 %, K 2 %) 2000 kg/ha, Yaran Hivenravinneseosta (Ca 11 %, Mg 5 %, S 17 %, B 0.3 %, Cu 1 %, Fe 0.3 %, Mn 2 %, Mo 0.05 %, Zn 0.8 %) 400 kg/ha, Yaran Kalsium-magnesiumravinnetta (Ca 12 %, Mg 7,5 %) 400 kg/ha sekä Patenttikalia (K 25 %) 110 kg/ha.

4.4 Kasvilajit ja -lajikkeet

Kokeeseen valittiin kevätrypsin lajikkeeksi luomusiemen *Brassica rapa* subsp. *oleifera* 'Cordelia'. Kumppanikasveiksi kevätrypsille tilattiin valkoapilan bakteeriympättyjä ja suoja-pilleroityjä siemeniä *Trifolium repens* 'SW Hebe' (Ruotsi, itävyys 91 %) sekä rehuvirnan siemeniä *Vicia sativa* 'Ebena', jotka ympättiin ennen kylvöä Elomestari Oy:n tyyppiympillä. Kevätrypsin, valkoapilan ja rehuvirnan siemenet toimitti Naturcom Oy. Kolmanneksi rypsin rinnakkaiskasviksi valitun haisusamettikukan siemenet tilattiin Exotic Gardenilta ja niitä esikasvatettiin kasvihuoneessa ennen istutuksia.

4.5 Kasvukauden sää kokeen aikana

Kasvukauden keskimääräinen pituus Etelä-Savossa vaihtelee koillisosien noin 150 päivän ja lounaisosan lähes 175 päivän välillä. Kasvukausi alkaa yleisesti huhtikuun lopulla ja päättyy lokakuun puolessa välissä.

Vuosi 2013 oli harvinaisen lämmin ja Savossa tavanomaista sateisempi. Pitkäaikaiseen keskiarvoon (1981–2010) verrattuna keskilämpötila oli koko maassa tavanomaista korkeampi. Suurimmassa osassa maata poikkeama oli 1–2 astetta. Vuonna 2013 terminen kevät alkoi Mikkelissä 22.2., terminen kesä 17.5. sekä terminen syksy 22.9. Vuoden 2013 aikana Mikkelin alueella satoi 575–650 mm. (Ilmatieteen laitos 2014.) Kasvukauden aikana saatava sademäärä Etelä-Savossa ylittää kosteimpina kasvukausina yli 500 mm ja kuivimpina on jääty alle 200 mm. Tyypillinen sademäärä on noin 350 mm, joten vuoden 2013 sademäärät olivat runsaat. Kasvukauden aikana kertyvä tehoisa lämpösumma oli Mikkelissä koillisen noin 1200 vuorokausiasteen (°C vrk) Saimaan alueen noin 1350 vuorokausiasteen välillä. (Ilmasto-opas 2013.)

Lämpötilan ja sekaviljelyn vaikutukset kevätrypsin kasvuun ja satoon

4.6 Kokeessa käytetyt sekaviljelymenetelmät

Tässä tutkimuksessa rypsi-rehuvirna ja rypsi-valkoapila sekaviljeltiin seosviljelynä sekä rypsi-haisusamettikukka kaistaviljelynä.

Rehuvirna ja valkoapila valittiin sekaviljelykasveiksi muun muassa typensidontaominaisuuksiensa vuoksi. Rehuvirnan oletettiin lisäävän kasvin-syöjien luontaisia vihollisia rypsikasvustossa ja valkoapilan peittävän maata ja parantaen siten myös maaperää ja rypsin vesitaloutta. Rehuvirnan siemenet ja valkoapilan kevyemmät siemenet kylvettiin koeruutuihin koneellisesti rypsin kylvön jälkeen, toisella ajokerralla. Pääsääntöisesti seosviljelyssä siemenet kylvetään kuitenkin samanaikaisesti siemenseoksena ja myös sadonkorjuu tapahtuu yleensä samaan aikaan. Kaistaviljelty rypsi-haisusamettikukka viljeltiin vierekkäin kaistoina, jolloin kaistat pystyttiin kylvämään/istuttamaan ja puimaan helpommin eri aikoina sekä hoitamaan erikseen. Haisusamettikukka valittiin kokeen sekaviljelykasviksi sen haihduttavien tuholaisia torjuvien orgaanisten yhdisteiden vuoksi. Haisusamettikukat esikasvatettiin kausihuoneessa noin 0,5 m korkuisiksi ennen istutusta koeruutuihin. Taimet istutettiin noin 0,5 m välein. Taimien ennakoitua heikompi ja hitaampi kasvuunlähtö johti siihen, että haisusamettikukan istuttamisvaiheessa pahin kirppapaine oli jo väistynyt, mutta rapsikuoriaisia ei ollut vielä havaittu rypsikasvustosta.

4.7 Lämpölamppujen sijoittelu ja asetukset

Kohotetun lämpötilan osaruutuihin asennettiin 20.6.2013 ja 24.6.2013 Frico CIR210 – säteilylämmittimet, jotka lämmittivät kasvustoa keskimäärin 1,5–2 °C koealueen vallitsevaa lämpötilaa korkeammaksi. Vallitsevan lämpötilan ruutuihin rakennettiin säteilylämmittimien varjostusvaikutusta vastaavat telineet. Lämmityskäsittely aloitettiin 9.7.2013. Säteily- ja varjostustelineet asennettiin havaintoruudun yläpuolelle 40 cm rypsikasvuston yläpuolelle. Telineitä nostettiin rypsin kasvaessa korkeutta. Säteilylämmittimet lämmittivät kasvustoa kello 06–23.00. Vallitsevan lämpötilan noustessa yli 35 °C, säteilylämmittimet lopettivat kasvuston lämmittämisen. Keskimääräinen lämpötilakohotus kasvuston korkeudella oli 1,93 °C heinäkuussa ja 1,06 °C elokuussa sekä 1,08 °C syyskuussa, mitattuna 10 minuutin välein lämmityskäsittelyjen päällä ollessa.

4.8 Satomittaukset

Sato korjattiin käsin kunkin osaruudun sisällä olevan, lämmityskäsittelyn alaiselta 1 m² havaintoruudun alueelta 23.9.–24.9.2013. Sadonkorjuun jälkeen sato kuivattiin säkkikuivurilla. Sato puitiin koneen läpi ja siemenet kuivatettiin uunissa 48 tunnin ajan 40 °C:ssa seuraavana päivänä sadonkorjuusta.

Neliösatomittausten lisäksi kultakin osaruudulta poimittiin satunnaisesti kolme rypsiä, joista tehtiin tarkemmat havainnoinnit ja biomassamääritykset eri kasvinosista. Biomassamääritykset tehtiin punnitsemalla erikseen juurten, varsien, litujen sekä siementen tuore- ja kuivapainot. Kasvinosat

Lämpötilan ja sekaviljelyn vaikutukset kevätrypsin kasvuun ja satoon

kuivatettiin tuorepainomittauksen jälkeen 24 tunnin ajan 60 °C:ssa. Lisäksi kasveista laskettiin sivuversojen lukumäärät sekä litujen lukumäärät pääversoista ja sivuversoista. Rypsikasvuston tiheyttä mitattiin laskemalla kustakin koeruudusta 2 x 0,25 m² alalta rypsikasvien määrät, joista laskettiin keskimääräinen tiheys neliöllä.

4.9 Tilastollinen käsittely

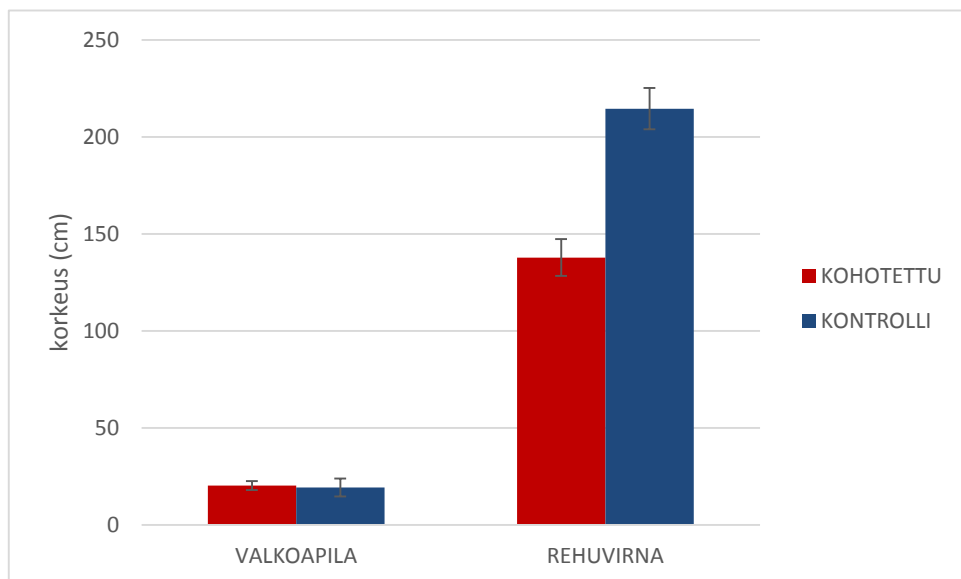
Aineiston tilastolliseen käsittelyyn käytettiin Exelin Pivot -taulukkoja sekä SPSS Statistics Desktop 22,0 -tilasto-ohjelmaa. Mittauksista saatu aineisto käsiteltiin Excel-ohjelmalla vertailukelpoiseen muotoon tilastoanalyysjää varten. Kokeen datalle tehtiin osaruutukokeelle sopiva UNIVARIATE – varianssianalyysi.

5 TULOKSET

5.1 Rypsin ja sekaviljelykumppanin kasvuston korkeus

Rypsikasvustojen pääversojen keskimääräiset korkeuserot eri käsittelyjen välillä vaihtelivat yhdestä kymmeneen senttiin. Keskimääräisesti korkein, 139 cm, rypsikasvusto oli koeruuduissa, joissa kasvoi vain rypsiä. Tulosten matalin rypsikasvusto, 129 cm, oli käsittelyssä, joiden reunuskasvina oli haisusamettikukka. Kohotetulla lämpötilalla ei ollut selkeää vaikutusta rypsikasvuston korkeuteen, mutta sekaviljelykasvustojen rypsikasvit kasvoivat 2–4 % korkeammiksi kohotetussa lämpötilassa. Kuitenkin koeruuduissa, joissa kasvoi vain rypsiä, vallitsevan lämpötilan rypsikasvustot olivat keskimäärin 7 % korkeampia kuin vastaavassa käsittelyssä kohotetussa lämpötilassa olleet rypsikasvustot. Hajonta oli pääversojen korkeuksien välillä suurta, mutta virna-käsittelyssä kasvusto oli pituuskasvultaan tasaisinta. Tilastollisesti merkitsevää eroa rypsikasvustojen keskimääräisissä korkeuksissa eri sekaviljelykasveilla tai lämpötilaerolla ei ilmennyt. (Liite 10)

Voimakaskasvuisen rehuvirnan korkeus rypsikasvustossa oli kohotetussa lämpötilassa keskimäärin 215 cm ja vallitsevassa lämpötilassa 138 cm. Apilakasvuston korkeus oli sekä kohotetussa että vallitsevassa lämpötilassa keskimäärin 20 cm. Apilakasvuston korkeuteen lämpötilan kohotuksella ei siis ollut vaikutusta, mutta rehuvirnakasvustot hyötyivät pituuskasvussaan korkeammasta lämpötilasta. (Kuva 1)

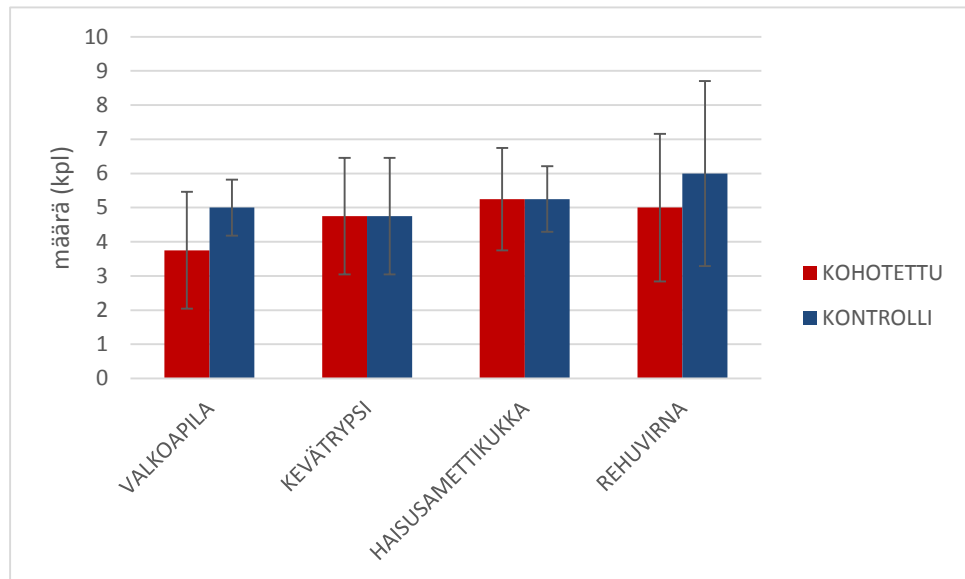


Kuva 1. Lämpötilan vaikutus rypsin sekaviljelykumppanikasvien valkoapilan ja rehuvirnan korkeuteen MTT Mikkelin koekentällä Karilassa vuonna 2013. Siniset palkit kuvaavat vallitsevassa ja punaiset palkit kohotetussa lämpötilakäsittelyssä kasvaneiden kasvien korkeutta.

Lämpötilan ja sekaviljelyn vaikutukset kevätrypsin kasvuun ja satoon

5.2 Rypsin sivuversojen määrä

Rypsin sivuversojen määrä vaihteli neljästä kuuteen kappaleeseen. Keskimääräisesti vähiten sivuversoja kasvoi kohotetussa lämpötilassa kasvaneissa apila-rypsikasvustoissa. Eniten sivuversoja kasvoi vallitsevassa lämpötilassa kasvaneissa rehuvirna-rypsikasvustoissa. Kohotettu lämpötila vähensi 17–25 % sivuversojen määrää apila- ja virnakäsittelyissä, mutta haisusametतिकukka- ja rypsikäsittelyissä lämpötilalla ei ollut lainkaan vaikutusta. Tilastollisesti merkitsevää eroa sivuversojen määrässä eri rinnakkaiskasvikäsittelyjen ja lämpötilojen välillä ei kuitenkaan ollut. (Kuva 2)

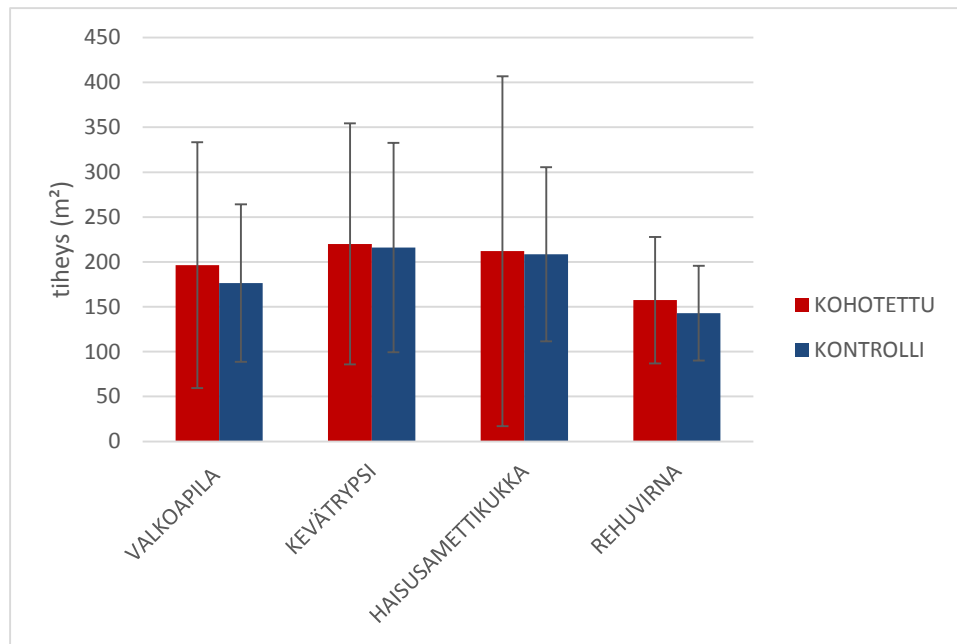


Kuva 2. Lämpötilan ja sekaviljelykasvin vaikutus kevätrypsin sivuversojen määrään MTT Mikkelin koekentällä Karilassa vuonna 2013. Siniset palkit kuvaavat vallitsevassa ja punaiset palkit kohotetussa lämpötilakäsittelyssä kasvaneiden kasvustojen tiheyttä. ($0.05 \leq p < 0,10$)

5.3 Rypsikasvuston tiheys

Sekaviljelykasvina rehuvirna harvensi melko merkitsevästi rypsikasvustoa. Koeruuduissa, joissa seoskasvina oli rehuvirnaa, rypsin kasvutiheys harveni jopa 34 % verrattuna muiden käsittelyiden rypsikasvustoihin. Kun seoskasvina oli valkoapila, rypsikasvuston tiheys harveni 18 % verrattuna muiden käsittelyiden rypsikasvustoihin. Kohotettu lämpötila vaikutti rypsin kasvutiheyteen positiivisesti erityisesti seoskasvia käytettäessä. Koeruuduissa, joissa seoskasvina oli valkoapila tai rehuvirna, kohotettu lämpötila lisäsi rypsin kasvutiheyttä noin 10 % verrattuna vallitsevassa lämpötilassa kasvaneeseen rypsikasvustoon. Ilman seoskasvia viljeltävissä rypsikasvustoissa kohotetun lämpötilan vaikutus kasvutiheyteen oli vähäinen. Lämpötilan merkitys rypsin kasvutiheyteen ei ollut kuitenkaan tilastollisesti merkitsevää. (Kuva 3)

Lämpötilan ja sekaviljelyn vaikutukset kevätrypsin kasvuun ja satoon



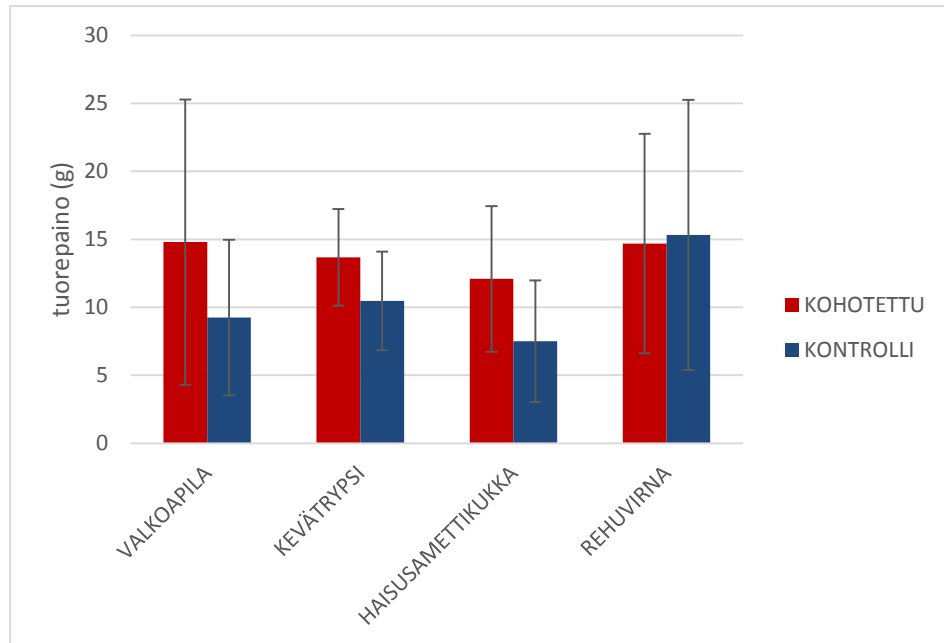
Kuva 3. Lämpötilan ja sekaviljelykasvin vaikutus kevätrypsin kasvutiheyteen MTT Mikkelin koekentällä Karilassa vuonna 2013. Siniset palkit kuvaavat vallitsevassa ja punaiset palkit kohotetussa lämpötilakäsittelyssä kasvaneiden kasvustojen tiheyttä. ($0.01 \leq p < 0,05$)

5.4 Juurten, varsien ja litujen tuorepaino

Sekaviljelykumppanikasvi tai kohotettu lämpötila ei vaikuttanut tilastollisesti merkitsevästi rypsin juurten, varsien tai litujen tuorepainoihin. Juurten paino oli kuitenkin tasaisesti hieman korkeampi kohotetussa lämpötilassa kasvaneissa kasvustoissa. Haisusamettikukka-rypsikasvuston juurten paino oli keskimääräisesti matalin, kohotetussa lämpötilassa 10 % muita kasvustoja matalampi ja vallitsevassa lämpötilassa 20 % alempi. (Liite 7)

Myös varsien tuorepaino oli pääsääntöisesti hieman korkeampi kohotetussa lämpötilassa kasvaneilla rypsikasvustoilla. Poikkeuksen tekee kuitenkin rehuvirna-rypsikasvusto, jossa kohotetussa ja vallitsevassa lämpötilassa kasvaneiden kasvustojen varret olivat lähes yhtä painavia. Kohotetussa lämpötilassa kasvaneiden rypsikasvustojen varsien tuorepainot vaihtelivat vain hieman, kun taas vallitsevassa lämpötilassa erot olivat huomattavampia rehuvirna-rypsikasvuston varsien painaessa keskimäärin jopa 50 % enemmän kuin muiden kasvustojen varret. (Kuva 4)

Lämpötilan ja sekaviljelyn vaikutukset kevättrypsin kasvuun ja satoon

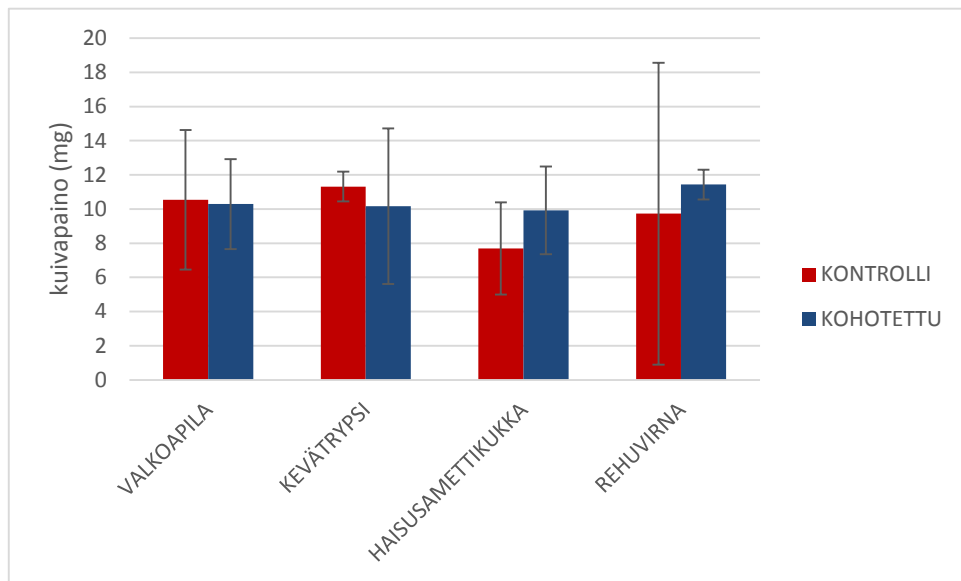


Kuva 4. Lämpötilan ja sekaviljelykasvin vaikutus kevättrypsin varsien tuorepainoon MTT Mikkelin koekentällä Karilassa vuonna 2013. Siniset palkit kuvaavat vallitsevassa ja punaiset palkit kohotetussa lämpötiläkäsittelyssä kasvaneiden rypsikasvustojen varsien tuorepainoja. ($0.05 \leq p < 0,10$)

Litujen tuorepainot olivat lähes yhtä painavia kohotetuissa ja vallitsevissa lämpötiläkäsittelyissä. Poikkeuksen tekivät kuitenkin kohotetussa lämpötilassa kasvaneet rehuvirna-rypsikasvustot, joiden lidut painoivat keskimäärin jopa 20 % enemmän kuin muut kohotetussa lämpötilassa kehittyneet rypsikasvustojen lidut. Myös vallitsevassa lämpötilassa haisusamettikukka-rypsikasvustossa kehittyneiden litujen tuorepaino tekevät poikkeuksen keskimäärin 34 % kevyemmällä liduillaan. (Liite 8)

5.5 Juurien, varsien, litujen ja siementen kuivapainot

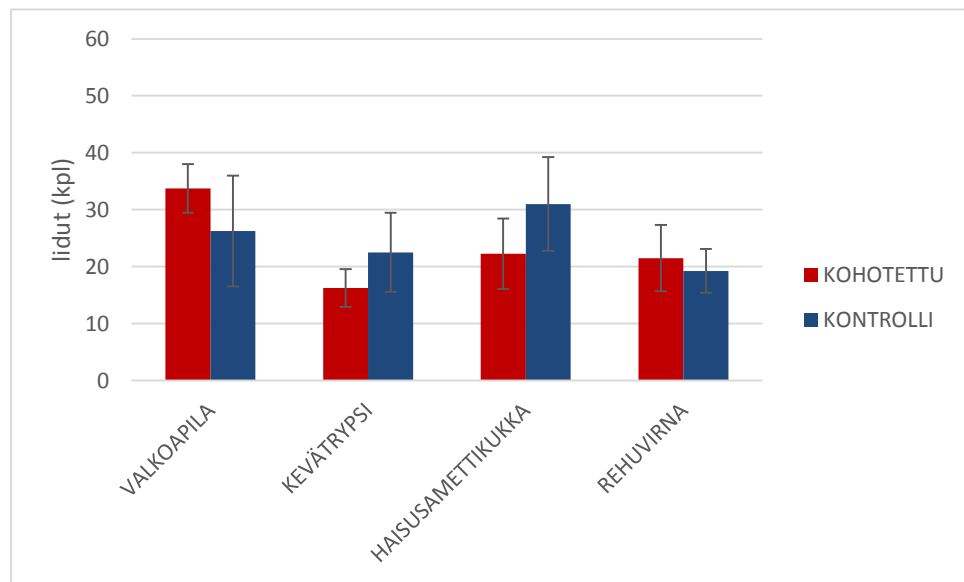
Juurien, varsien, litujen tai siementen kuivapainoissa ei ilmennyt tilastollisesti merkitseviä eroja eri lämpötilakäsittelyissä tai sekaviljelykasvustoissa. Toistuvasti alhaisin kasvinosien kuivapaino oli vallitsevassa lämpötilassa kasvaneiden haisusamettikukka-rypsikasvustojen kasveilla. Keskimääräisesti korkeimmat kuivapainot löytyivät virna-rypsikasvuston kasvinosista, mutta erot muiden kasvustojen kuivapainoihin olivat melko pieniä. (Liitteet 2, 3 ja 4, Kuva 5)



Kuva 5. Lämpötilan ja sekaviljelykasvin vaikutus kevättrypsin siementen kuivapainoon MTT Mikkelin koekentällä Karilassa vuonna 2013. Siniset palkit kuvaavat vallitsevassa ja punaiset palkit kohotetussa lämpötilakäsittelyssä kasvaneiden rypsi- ja haisusamettikukka-rypsikasvustojen siementen kuivapainoa. ($0.05 \leq p < 0,10$)

5.6 Litujen määrä pää- ja sivuversoissa

Tilastollisesti merkitseviä eroja käsittelyjen välillä litujen määrissä ei paljastunut. Litujen määrä pääversoissa vaihteli 16–34 kappaleen välillä. Keskimääräisesti suurin litujen määrä oli kohotetussa lämpötiläkäsittelyssä kasvaneissa valkoapila-rypsikasvustoissa, joissa lituja muodostui 34–52 % enemmän kuin muissa kohotetussa lämpötilassa kasvaneissa kasvustoissa. Toiseksi suurin litujen määrä oli vallitsevassa lämpötilassa rinnakkaiskasvinaan rohtosamettikukkaa kasvaneissa rypsikasvustoissa, joissa lituja kehittyi 15–38 % enemmän kuin muissa vallitsevassa lämpötilassa kasvaneissa rypsikasvustoissa. Pääversoissa pienin litujen määrä oli vain rypsiä kasvaneissa rypsikasvustossa. Lämpötilaeroilla ei ollut selkeää vaikutusta pääversojen litujen määrään kasvustoissa. (Kuva 6)

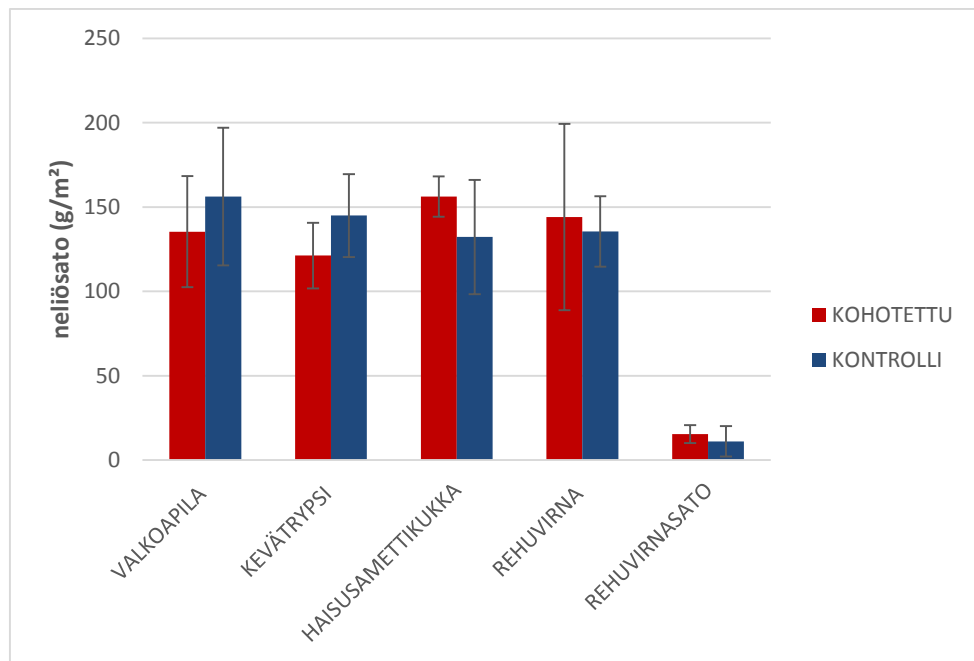


Kuva 6. Lämpötilan ja sekaviljelykasvin vaikutus kevätrypsin litujen määrään pääversoissa MTT Mikkelin koekentällä Karilassa vuonna 2013. Siniset palkit kuvaavat vallitsevassa ja punaiset palkit kohotetussa lämpötiläkäsittelyssä kasvaneiden kasvustojen litujen määrää. ($0.05 \leq p < 0,10$)

Tilastollisesti merkitsevää eroa sivuversojen litujen määrissä eri sekaviljelykasvustoilla tai lämpötiloilla ei ilmennyt. Litujen määrä sivuversoissa vaihteli 50–70 kappaleen välillä. Eniten lituja oli rehuvirna-rypsikasvustojen sivuversoissa, joissa lituja oli 17–30 % enemmän per rypsi kuin muiden käsittelyjen kasvustoissa. Muiden käsittelyjen välillä erot eivät olleet suuria. Kohotettu lämpötila lisäsi sivuversojen litujen määrää 8–16 % verrattuna vallitsevassa lämpötilassa kasvaneisiin käsittelyihin. Hajonnan määrä oli erityisen suurta rehuvirna- ja valkoapilakäsittelyissä, joissa lämpötilaa oli kohotettu. Kun pääversoissa ja sivuversoissa kasvaneet litut laskettiin yhteen, eniten lituja oli rehuvirna- ja valkoapilakäsittelyjen kasvustoissa, joissa oli keskimäärin 18 litua enemmän per rypsi kuin pelkkää rypsiä kasvaneiden kasvustojen rypseissä. (Liite 11)

5.7 Rypsikasvustojen satomäärät

Satomäärissä ei ollut tilastollisesti merkitseviä eroja eri lämpötiloissa tai rinnakkaiskasvien kanssa kasvaneiden rypsikasvustojen välillä. Lajitelluista rypsisadoista matalin satomäärä saatiin kohotetussa lämpötilassa kasvaneista pelkistä rypsikasvustoista, jonka satomäärä oli keskimäärin 8 % muita pienempi. Korkeimmat lajitellut satomäärät olivat vallitsevassa lämpötilassa kasvaneella apila-rypsikasvustolla sekä kohotetussa lämpötilakäsittelyssä kasvaneella rohtosamettikukka-rypsikasvustolla, joilla satomäärät olivat muita kasvustoja keskimäärin 20 % muita suuremmat. (Kuva 7)



Kuva 7. Lämpötilan ja sekaviljelykasvin vaikutus kevättrypsin satomääriin MTT Mikkelin koe-kentällä Karilassa vuonna 2013. Siniset palkit kuvaavat vallitsevassa ja punaiset palkit kohotetussa lämpötilakäsittelyssä kasvaneiden kasvustojen tuottamia satomääriä neliön alalta. ($0.05 \leq p < 0,10$)

6 POHDINTA JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Tämän, vuonna 2013 toteutetun, kokeen perusteella lämpötilan kohottaminen rypsin kukinnan aikana ja sen jälkeen ei vaikuttanut merkittävästi kevätrypsin satoon. Rypsin sekaviljely valkoapilan, rehuvirnan tai haisusamettikukan kanssa ei myöskään vaikuttanut kevätrypsin satoon. Rehuvirna kasvoi voimakkaasti seoskumppanina ja vaikutti melko merkittävästi harventavasti rypsikasvuston tiheyteen. Harventava vaikutus ei kuitenkaan laskenut kevätrypsin satoa verrattuna muiden käsittelyiden satomääriin. Tämän kokeen perusteella rehuvirna on siten hyvä sekaviljelykumppanina rypsillem sen biologisen typensidontaominaisuuksiensa sekä valkuaispitoisen rehusatonsa vuoksi. Myös valkoapila sopi hyvin kevätrypsin aluskasviksi, koska silläkään ei ollut alentavaa vaikutusta rypsin satomäärään, mutta sillä oli erityisesti rypsin tuleennuttua maanpintaa suojaava peittävä vaikutus. Haisusamettikukan istutus viivästyti kokeessa sen heikon kasvuun lähdön takia, joten sen kokonaisvaikutuksen arviointi rypsin kumppanina jäi tänä koevuonna rajalliseksi.

Kohotetulla lämpötiläkäsittelyllä ei ollut tässä kokeessa merkittävä vaikutusta rypsikasvustojen satomäärään, mikä saattoi johtua jo valmiiksi lämpimästä kasvukaudesta ja sopivasta sadannan määrästä. Kasvustot eivät joutuneet kärsimään samanaikaisesta kuivuudesta lämpötilan nousun lisäksi, joten kasvustot eivät kärsineet voimakkaasti lämpöstressistä. Mikäli kasvukausi olisi ollut kokonaisuudessaan kylmempi, lämpötiläkäsittely olisi sen sijaan voinut vaikuttaa positiivisesti sadon määrään.

Rehuvirna-rypsikasvustojen satomäärissä ei näkynyt seoskasvin melko merkittävästi harventavaa vaikutusta. Päinvastoin rehuvirnaa voidaan pitää tämän kokeen perusteella hyvänä seosviljelykasvina rypsillem, myös valkuaisainepitoisen rehun vuoksi, joka saadaan kasvustosta rehuntuotannoksi viljeltäessä rypsisadon lisäksi. Näin peltopinta-ala tulee paremmin hyödynnettyksi ja monipuolinen viljely parantaa mahdollisesti maan kasvukuntoa. Syy aavistuksen korkeampiin satomääriin rehuvirna-rypsikasvustoissa voi johtua rehuvirnan typensidontaominaisuuksista. MTT Jokioisten tilaamassa Elina Koskisen opinnäytetyössä todettiin rypsin hyötyvän maan runsaasta typpipitoisuudesta. Opinnäytetyössä todettiin 'Juliet'-rypsilajikkeeseen satotaso-
sojen olevan korkeimmat 90 kg/ha typpitasolla ja huomattavasti matalammat 60 kg/ha ja 0 kg/ha satotasoilla. (Koskinen 2012, 19.)

Voimakaskasvuinen rehuvirna vaikutti rypsikasvuston tiheyteen voimakkaammin kuin hitaasti kasvuun lähtevä valkoapila. Valkoapilalla ei ollut tässä kokeessa sekaviljelykasvina merkittävä vaikutusta rypsin satoon. Yksi syy tähän saattoi olla valkoapilan ja rypsin kylväminen samaan aikaan, minkä vuoksi hitaammin kasvuun lähtevä valkoapilakasvusto jäi matalaksi. Se toimi kuitenkin sopivana vähän kilpailevana aluskasvina, peittäen maata syksyllä ja aukkopaikoissa sekä tarjoten mahdollisesti suojapaikkoja luontaisille vihollisille. Typensidontaominaisuuksien hyötyjä verrattuna muihin kasvustoihin saattoi lieventää myös jo esikasvina koko pellolla kasvanut apilanurmi.

Vuoden 2013 kokeessa haisusamettikukan tuholaisien torjuntaominaisuuksia ei päästy hyödyntämään täysimääräisesti koko kasvukauden tuholaispaineen rajoittajana, sillä kasvit kasvoivat esikasvatuksessa odotettua hitaammin ja ne päästiin istuttamaan kaistoihin rypsikasvustojen sekaan vasta rypsi-pituuskasvun ollessa jo hyvässä vauhdissa ja pahimman kirppapaineen mentyä ohi. Tämän vuoksi haisusamettikukista ei tuloksienkaan mukaan ollut lainkaan hyötyä rypsikasvustoille, päinvastoin. Suhteellisen pienissä koelohkoissa myöhemmin rypsikasvuston sekaan kaistoiksi istutetut haisusamettikukat myös lisäsivät rypsin lakoontumisriskiä. Mielenkiintoista olisi tutkia, miten selkeästi leveämmät haisusamettikukkakaistat rypsikasvustojen sivuilla vaikuttaisivat tuholaisien kasvustojen löytämiseen. Kun haisusamettikukat olisi mahdollista istuttaa rypsiin sekaan jo taimettumisvaiheessa, tulisivat niiden allelopaattiset ominaisuudet kokonaisuudessaan arvioituksi paremmin.

Kasvusto kasvoi Cordelia-lajikkeelle epätyypillisen korkeaksi. MTT:n vuosina 2004–2011 toteuttamassa virallisissa kevätrypsin lajikekokeissa Cordelia-lajikkeen todettiin kasvavan keskimäärin 103 cm korkeaksi (Kangas, Laine, Niskanen, Salo, Vuorinen, Jauhiainen, Nikander 2011, 166.) Tässä kokeessa Cordelia-lajike kasvoi kuitenkin 129–139 cm korkuiseksi. Rypsin korkeuteen vaikuttavat muun muassa sääolot vegetatiivisen kasvun aikana ja lannoitteiden saatavuus. Alkuksena 2013 oli varsin lämmin, mikä saattoi kiihdyttää rypsin pituuskasvua. Myös sadanta oli kasvukauden aikana Mikkelissä normaalia suurempi, mikä on osaltaan voinut vaikuttaa rypsikasvustojen pituuskasvuun.

Alhaisimmillaan kokeemme satomäärät olivat kohotetussa lämpötilassa kasvatetulla pelkällä rypsikasvustolla 1213 kg/ha satomäärällä. Korkeimmillaan satomäärä oli vallitsevassa lämpötilassa kasvaneissa apila-rypsikasvustoissa, jolloin satomäärä ylti 1563 kg/ha. Koska luonnonmukaisessa viljelyssä rypsin keskisato on vaihdellut 300–1500 kg/ha, kokeemme satotasot olivat verrattain hyvät (Partanen 2007). Kuitenkin verrattuna tavanomaisesti viljeltyjen MTT:n virallisten lajikekokeiden tuloksiin, tämän kokeen satomäärät olivat kaikilla käsittelyillä Cordelia-lajikkeelle matalat. Virallisissa lajikekokeissa Cordelia-lajike tuotti satoa III kasvuvyöhykkeellä 2033 kg/ha. Satomäärät vaihtelivat kuitenkin myös tavanomaisessa viljelyssä voimakkaasti myös neljä vuotta kestäneiden virallisten lajikekokeiden kasvukausien välillä, joissa matalimmillaan sato oli 1341 kg/h. (Kangas ym. 2011, 166.) Tässä kokeessa käytettyjen luonnonmukaisten lannoitteiden ravinteiden vapautuminen on hitaampaa kuin virallisissa lajikekokeissa käytettyjen kemiallisten lannoitteiden, mikä vaikuttaa sadon tuottoon. Kokeessamme rypsin kasvuaika oli 113 päivää, joka on vielä huomattavasti pidempi kuin Cordelia-lajikkeen virallisissa lajiketutkimuksissa todettu keskimääräinen vaadittu kasvuaika. (Kangas ym. 2011, 166.) Myöskään tuholaisvioletuksia ei havaittu merkittäviä määriä. Tautitilannetta ei kokeen aikana havainnointi juuristosta, mutta kasvustossa oireita tautisuudesta ei havaittu. Maalaji ja maan peruslannoituksen jälkeinen maan ravinnepitoisuus olivat viljavuustutkimuksen mukaan rypsilille suotuisat. Vedenpuutteesta kasvusto ei kärsinyt, sillä Mikkelin alueella satoi kesällä 2013 jopa normaalia enemmän. Aikaisempina vuosina pellolla välikasvina ollut apilakasvusto

Lämpötilan ja sekaviljelyn vaikutukset kevätrypsin kasvuun ja satoon

oli hyvä valinta tulevalle rypsin viljelylle sen typensidontaominaisuuksiensa vuoksi.

Nämä tulokset viittaavat siihen, että rypsin viljelyn jatkuminen olisi mahdollista tämän vuosisadan loppuun asti Suomessa ainakin III – kasvuvyöhykkeellä. Viljelyn jatkumiseen vaikuttaa kuitenkin monet tekijät, joten näiden tuloksien perusteella voidaan vain lämpötilan ja satovaikutusten osalta todeta viljelyn olevan mahdollista myös tulevaisuudessa tällä kasvuvyöhykkeellä. Kylmempänä kasvukautena lämpötilan kohottaminen voi sen sijaan jopa kasvattaa satotasoa, jos myös sateiden määrä on sopiva.

Loppupäätelmänä voidaankin todeta, että koe tulee toistaa vaikutuksien selkeyttämiseksi useina vuosina kasvukausien lämpötilavaihteluiden vuoksi. Olisi myös hyödyllistä toistaa koe muuttamalla lämpötilan kohottamista 4 tai 6 °C:ksi ja toistaa koe I tai II – kasvuvyöhykkeellä, koska rypsin odotetaan valtaavan viljelyalaa juuri Etelä-Suomessa. Koe osoitti rehuvirnan ja valkoapilan sopivan hyvin rypsin sekaviljelykumppaneiksi, koska ne eivät heikentäneet rypsin satoa. Useamman vuoden tulosten perusteella voitaneen arvioida paremmin myös niiden vaikutusta luontaisten vihollisten houkutuskasveina. Haisusamettikukan allelopaattisista vaikutuksista rypsin tuholaisiin ei saatu tuloksia koko kasvukauden ajalta, taimien odotettua hitaamman kasvuun lähdön takia, joten sen käytön arviointi kasvinsuojelussa vaatii myös useamman vuoden tulokset tuekseen.

LÄHTEET

Angadi, S.V., Cutforth, H.W., Miller, P.R., McConkey, B.G., Entz, M.H., Brandt, S.A., & Volkmar, K.M. 2000. Response of three *Brassica* species to high temperature stress during reproductive growth. *Canadian Journal of Plant Science*. 80(4), 99–152.

Bond, W., & Grundy, A. 2001. Non-chemical weed management in organic farming systems. *Weed Research*, vol: 41, 386.

Brooker, R., Bennet, A., Cong, W., Daniell, T., George, T., Hallett, P., Hawes, C., Iannetta, Jones, H., Karley, A., Li, L., McKenzie, B., Pakeman, R., Paterson, E., Schöb, C., Shen, J., Squire, G., Watson, C., Zhang, C. & J., White, P. 2014. Improving intercropping: a synthesis of research in agronomy, plant physiology and ecology. *New Phytologist*, 1-8.

Himanen, S. 2014. Sekaviljely tehostaa peltoalan käyttöä kestävästi. *Maaseudun tiede*, 71, 3, 7. Viitattu: 28.12.2014
http://issuu.com/mttelo/docs/maaseudun_tiede_3-2014/7

Ilmasto-opas. Ilmatieteenlaitos. 2013. Viitattu 8.12.2014
<https://ilmasto-opas.fi/fi/ilmastonmuutos/suomen-muuttuva-ilmasto>

Ilmasto-opas. 2014. Maanviljelyn satomahdollisuudet kasvanevat Suomessa ilmaston muuttuessa. MTT & SYKE. Viitattu: 9.2.2015
<https://ilmasto-opas.fi/fi/ilmastonmuutos/vaikutukset/-/artikkel/328b539b-a12c-4e64-9755-1ae822ec98e1/maanviljelyn-satomahdollisuudet-kasvanevat-suomessa-ilmaston-muuttuessa.html>

Ilmatieteen laitos. 2014. Terminen kasvukausi 2013. Viitattu: 8.12.2014
<http://ilmatieteenlaitos.fi/kasvukausi-2013>

Jylhä K., Ruosteenoja K., Räisänen J., Venäläinen A., Tuomenvirta H., Ruokolainen L., Saku S., Seitola T. Ilmatieteen laitos. 2009. Arvioita Suomen muuttuvasta ilmastosta sopeutumistutkimuksia varten. ACCLIM-hankkeen raportti. Viitattu 19.12.2014
https://www.kotka.fi/instancedata/prime_product_julkaisu/kotka/embeds/kotkawwwstructure/18845_Arviointi_Suomen_muuttuvasta_ilmastosta_sopeutumistutkimuksia_varten.pdf

Kangas A., Laine A., Niskanen M., Salo Y., Vuorinen M., Jauhiainen L., Nikander H. 2011. Virallisten lajikekokeiden tulokset. MTT Jokioinen.
<http://www.mtt.fi/mttraportti/pdf/mttraportti128.pdf>

Koskinen E. 2012. Camelinan sadontuottokyky suhteessa rypsiin ja rapsiin eri typpilannoitustasoilla sekä tuholaisten esiintymisen vertailu camelina-, rypsi- ja rapsikasvustoissa. MTT Jokioinen. Maaseutuelinkeinojen koulutusohjelma. Opinnäytetyö, 19.

Lämpötilan ja sekaviljelyn vaikutukset kevätrypsin kasvuun ja satoon

https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/43675/Koskinen_Elina.pdf?sequence=1

Kuisma, M. 2011. Rypsi luomuviljelyssä. MTT Kasvituotannon tutkimus. http://luomu.fi/materiaalit/02_Diat/Kuisma/Rypsi_luomuviljelyssa.pdf

Kunnas, K., Patjas, M., Yrjölä, T. 2013. Onko öljykasvien viljelyllä Suomessa tulevaisuutta? Viljelymarkkinat, vol: 6, 41.

Känkänen, H. 2013. Sekaviljely maan kasvukunnon ja kasvutekijöiden käytön parantajana; Seosviljelyllä satoa ja viljelyvarmuutta. MTT Kasvintuotannon tutkimuksen Internet-aineisto. http://www.ilmase.fi/site/wp-content/uploads/2013/10/Kankanen_25112013.pdf.

Känkänen, H., Huusola-Veistola, E., Vasarainen, A., Avikainen, H.. 2000. Kokemuksia päällekkäisviljelystä. Maatalouden tutkimuskeskuksen julkaisuja, sarja, A 86.

Käytössä oleva maatalousmaa vuonna 2014 – ennakkotiedot, 27.5.2014, Tike, SVT.

Laine A., Högnäsbacka M., Kujala M., Niskanen M., Jauhiainen L., Nikander H. MTT Jokioinen. 2014. Virallisten lajikekokeiden tulokset 2006–2013, s. 166–168.

Laitinen, P.1994. Allelopatia – kasvien ja muiden eliöiden biokemiallinen vuorovaikutus. Kirjallisuustutkimus. Maatalouden tutkimuskeskus, Tiedote 14/94. Viitattu: 13.12.2014
http://www.mtt.fi/asarja/pdf/tiedote14_94.pdf

Lassila, J., Sevon, A. 2013. Luomuliitto vaatii neonikotinoidien kieltämistä. Luomuliitto ry tiedote. Viitattu: 28.1.2015
<http://www.luomuliitto.fi/luomuliitto-vaatii-neonikotinoidien-kieltamista/>

Lithourgidis, A., Dordas, C., Damalas, C., Vlachostergios, D. 2011. Annual intercrops: an alternative pathway for sustainable agriculture. Australian Journal of Crop Science 5(4), 396-406.

Machado, S. 2009. Does intercropping have a role in modern agriculture? Journal of Soil and Water Conservation, vol: 64, 55A-56A.

Mauchline, A., Cook, S., Powell, W., Osborne, J. 2013. Effects of non-host plant odour on *Meligethes aeneus* during immigration to oilseed rape. Entomologia Experimentalis et Applicata, vol: 146, 313–318.

Morrison, M.J. Stewart, D.W. 2002. Heat stress during flowering in summer Brassica. Agriculture and Agri-Food Canada, Eastern Cereal and Oilseed Res. Ctr., Central Exp. Farm, K.W. Neatby Bldg, Ottawa, 797-802.

Mäki-Kuutti, A. 2009. Ilmastonmuutos pukkaa rapsin rypsin edelle. Koelypsy – MTT:n asiakaslehti Viitattu 13.6.2014

Lämpötilan ja sekaviljelyn vaikutukset kevätrypsin kasvuun ja satoon

<https://portal.mtt.fi/portal/page/portal/Koelypsy/32007/3AF1CB969CD01074E040A8C0033C75CA>

Pahkala, K., Känkänen, H., Peltonen-Sainio, P., Huusela-Veistola, E. 2006. Rypsin itämisen ja kasvuun lähdön edistäminen. MTT, Maataloustieteen Päivät.

Partanen, E. 2007. Rypsi luomuviljelyssä. Luomutilan valkuaiskasviopas, 8-11. Luomuliitto ry.

Peltokasvitilastot 2014. TIKE. Verkkojulkaisu, 12–13. Viitattu: 10.2.2015
http://www.maataloustilastot.fi/sites/default/files/peltokasvitilastot_2013_julkaisu_1.pdf

Peltonen-Sainio, P. 2013. Kotimaisen valkuaisomavaraisuuden parantaminen globaalimuutosten paineessa. Omavara – hanke 2010–2013. Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus, Jokioinen.

Peltonen-Sainio, P. & Hakala, K. 2008. Climate change: good, bad or both for the northern European crop production? MTT Agrifood Research Finland, Plant Production, Jokioinen. Nordic Association of Agricultural Scientists, vol 417, 5.

Peltonen-Sainio P., Hakala K., Jauhiainen L., Ruosteenoja K. 2009. Comparing regional risks in producing turnip rape and oilseed rape-Impacts of climate change and breeding. Acta Agriculturae Scandinavica 59: 129–138.

Piirainen, A. 2007. Rypsin tuholaiset. Luomutilan valkuaiskasviopas, 14–15. Luomuliitto ry.

Rahtola, M. 2014. Miksi luonnon pyretriini on poistumassa ja löytyykö sille korvaajaa? Viitattu: 26.1.2015
<http://www.luomuliitto.fi/miksi-luonnon-pyretriini-on-poistumassa-ja-loytyyko-sille-korvaajaa/>

Ratnadass, A., Fernandes, P., Avelino, J. 2012. Plant species diversity for sustainable management of crop pests and diseases in agroecosystems: a review, vol: 32, 278,289.

Rypsin ja rapsin viljelyalat, MTT, 2008 Viitattu: 10.6.2014
<https://portal.mtt.fi/portal/page/portal/www/Hankeet/Rypsi%20ja%20rapsi/Viljelyalat>

The split-plot design and its relatives Viitattu: 19.12.2014
http://www.plantsciences.ucdavis.edu/agr205/Lectures/2011_Lectures/L12a_SplitPlot.pdf

Tiedotarkisto: 2009. Ilmatieteenlaitos. Halla harvinaista heinäkuussa. Viitattu: 4.1.2015
<http://ilmatieteenlaitos.fi/tiedote/1246878428>

Lämpötilan ja sekaviljelyn vaikutukset kevätrypsin kasvuun ja satoon

Tiken ennakkotietoja lopullisesta satotilastosta: Viljantuotanto palautui notkahduksesta, Tike, Tilastopalvelut, 2012. Viitattu: 10.6.2014
http://www.maataloustilastot.fi/viljantuotanto-palautui-notkahduksesta_fi

Vandermeer J. 1989. The ecology of intercropping. Cambridge University Press, Cambridge, UK.

Vasudevan, P., Kashyap, S., Sharma, S. 1997. Tagetes; a multipurpose plant. Bioresource Technology 62, 29–32.

Vilja-alan yhteistyöryhmä. 2012 Hallan ja lämpöstressin ja kuivuuden vaikutus kasvustojen kehittymiseen. Viitattu: 21.11.2014
http://www.vyr.fi/multimagazine/web/rypsin_rapsin_opas/fi/5_6_lam-postressi_ja_kuivuus.php

Wäckers, F.L. 2004. Assessing the suitability of flowering herbs as parasitoid food sources: flower attractiveness and nectar accessibility. Biological Control 29: 307–314.

Öljykasvinviljelijän Opas. 2012. MTK ja Öljynpuristamoyhdistys. Viitattu: 3.1.2015
<http://www.agronet.fi/rypsi2000/printtiversio.pdf>

Viljavuuspalvelu Oy, Viljavuustutkimus. 16.5.2013.

**VILJAVUUSPALVELU OY**

s-posti: viljavuuspalvelu@eurofins.fi

PL 500

50101 MIKKELI (015) 320 400

VILJAVUUSTUTKIMUS

Päivämäärä Asiakasno Tutkimusno

16.05.2013 169702 130101952

1/2

MTT MIKKELI	Tila	Näytteenottopvm 03.05.2013
HIMANEN SARI LÖNNROTINKATU 3	Kunta MIKKELI	Saapunut 02.05.2013
50100 MIKKELI	Neuvontajärjestö	
	Näytteenottaja	Merkki

Näytteen numero	1	2																	
Nimi	Rypsi	Parsakaali																	
Pintamaan maalaji a)		Hht	Hht																
Multavuus a)		rm	rm																
Johtoluku	10xmS/cm	0,7	0,7																
Happamuus	pH	<input type="checkbox"/> 5,9	<input type="checkbox"/> 6,0																
Kalsium (Ca) a)	mg/l	<input checked="" type="radio"/> 740	<input checked="" type="radio"/> 780																
Fosfori (P) a)	mg/l	<input type="radio"/> 4,9	<input type="radio"/> 6,2																
Kalium (K) a)	mg/l	<input type="checkbox"/> 160	<input type="checkbox"/> 150																
Magnesium (Mg) a)	mg/l	<input type="radio"/> 96	<input type="radio"/> 83																
Rikki (S) a)	mg/l	<input checked="" type="checkbox"/> 20,0	<input type="checkbox"/> 13,7																
Boori (B) a)	mg/l	<input type="radio"/> 0,5	<input type="radio"/> 0,4																
Kupari (Cu) a)	mg/l	<input type="checkbox"/> 4,1	<input type="radio"/> 2,5																
Mangaani (Mn) a)		<input type="radio"/> 15	<input type="radio"/> 15																
Sinkki (Zn) a)	mg/l	<input type="radio"/> 1,63	<input type="radio"/> 1,88																
Nitraattityppi (NO3-N)	mg/l	< 10	< 10																
N-tulosten tulkinta	kg/ha	< 20	< 20																
Natrium (Na) a)	mg/l	<input checked="" type="radio"/> < 20	<input checked="" type="radio"/> < 20																
Kalsium (Ca), varastorav.	mg/l	1470	1370																
Kalium (K), varastorav.	mg/l	<input type="checkbox"/> 1480	<input type="checkbox"/> 1280																
Magnesium (Mg), varastorav.	mg/l	<input checked="" type="checkbox"/> 4060	<input checked="" type="checkbox"/> 3570																
Fosfori (P), varastorav.	mg/l	<input type="radio"/> 355	<input type="radio"/> 360																

a) -Merkityt määritykset on tehty FINAS:in ISO/IEC 17025 mukaisesti akkreditoimalla menetelmällä. Tulos koskee vain meille tullutta näytettä.

Viljavuusluokkaleimat							
Huono	<input checked="" type="radio"/>	Välttävä	<input type="radio"/>	Hyvä	<input checked="" type="checkbox"/>	Arvel. korkea	<input checked="" type="checkbox"/>
Huononlainen	<input checked="" type="radio"/>	Tyydyttävä	<input type="checkbox"/>	Korkea	<input checked="" type="checkbox"/>		

Viljavuuspalvelu Oy, Viljavuustutkimus. 16.5.2013

**VILJAVUUSPALVELU OY**

S-posti: viljavuuspalvelu@eurofins.fi

PL 500

50101 MIKKELI (015) 320 400

VILJAVUUSTUTKIMUS

Päivämäärä

Asiakasno

Tutkimusno

16.05.2013

169702

130101952

2/2

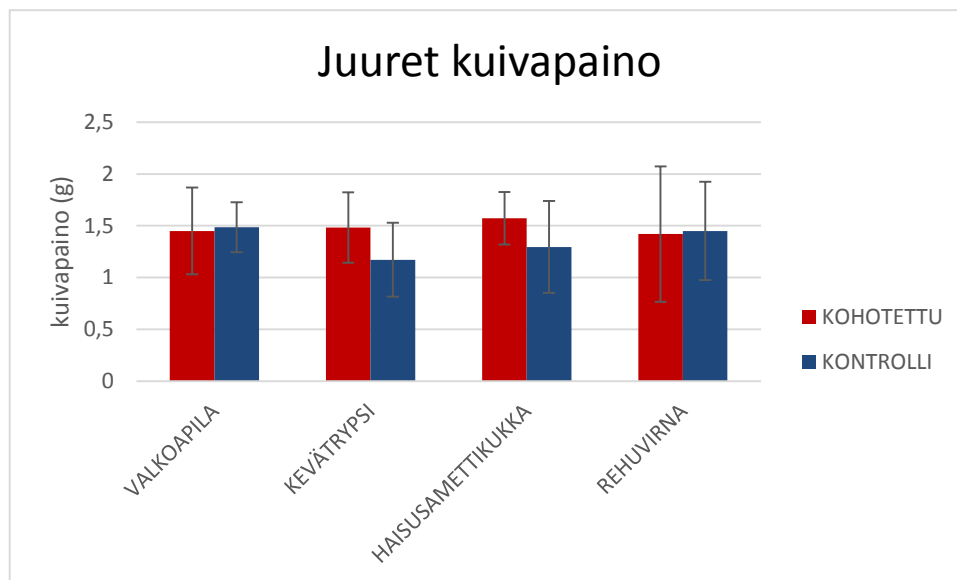
MTT MIKKELI	Tila	Näytteenottopvm 03.05.2013
HIMANEN SARI LÖNNROTINKATU 3	Kunta MIKKELI	Saapunut 02.05.2013
50100 MIKKELI	Neuvontajärjestö	Sivuja yht. 2
	Näytteenottaja	Merkki

Menetelmät ja epätarkkuudet

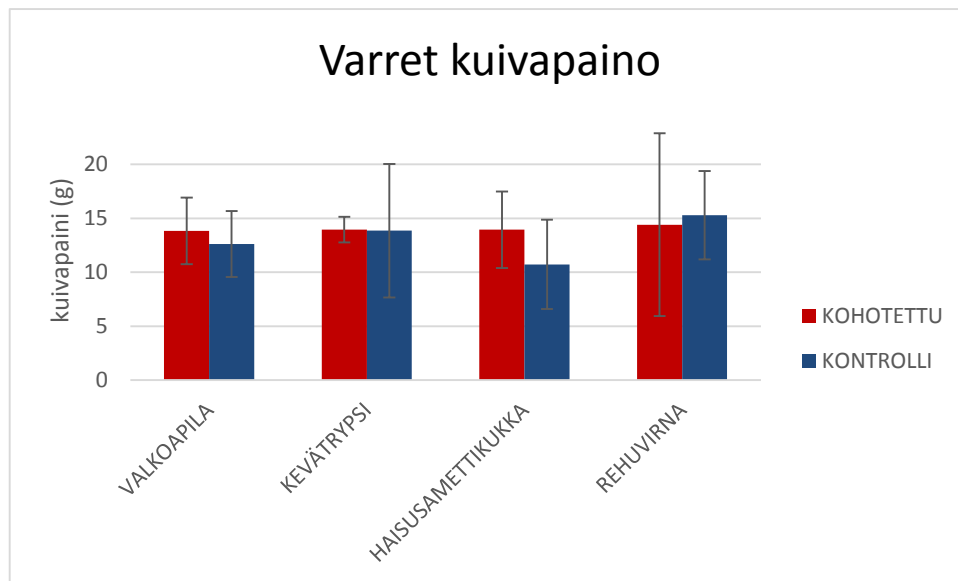
Määrittys	Menetelmäkuvaus	Luotettavuus 95 % varmuudella
Pintamaan maalaji a)	MMPIMAAL.DOC. Aistinvarainen määrittys.	
Multavuus a)	MMPIMAAL.DOC. Aistinvarainen määrittys.	
Johtoluku 10xM/cm	Jl mitataan maa-vesi -suspensiosta. (1:2,5)	
Happamuus pH	pH mitataan maa-vesi -suspensiosta. (1:2,5); VUORINEN, J. & MÄKITIE O. 1955. The method of soil testing in use in Finland. Agrogeol. Publ. 63:1-44. Methods of soil and plant analysis, 1986 Jokioinen.	
Kalsium (Ca) mg/l a)	MMVT.DOC. Uutto happamaan ammoniumasetaatti-liuokseen, mittaus ICP:llä.	15 %
Fosfori (P) mg/l a)	MMVT.DOC. Uutto happamaan ammoniumasetaatti-liuokseen, ammoniummolybdaatti -kompleksin spektrofotometrinen mittaus.	20 %
Kalium (K) mg/l a)	MMVT.DOC. Uutto happamaan ammoniumasetaatti-liuokseen, mittaus ICP:llä.	15 %
Magnesium (Mg) mg/l a)	MMVT.DOC. Uutto happamaan ammoniumasetaatti-liuokseen, mittaus ICP:llä.	15 %
Rikki (S) mg/l a)	MMVT.DOC. Uutto happamaan ammoniumasetaatti-liuokseen, mittaus ICP:llä. Viljavuusluokkien laskennassa käytetään toteamisrajaa.	9 < 15 %; < 9 50 %
Boori (B) mg/l a)	MMVT.DOC. Uutto kuumaan veteen, mittaus ICP:llä.	20 %
Kupari (Cu) mg/l a)	MMVT.DOC. Uutto happamaan ammoniumasetaatti-EDTA-liuokseen, mittaus ICP:llä.	25 %
Mangaani (Mn) a)	MMVT.DOC. Uutto happamaan ammoniumasetaatti-EDTA-liuokseen, mittaus ICP:llä.	25 %
Sinkki (Zn) mg/l a)	MMVT.DOC. Uutto happamaan ammoniumasetaatti-EDTA-liuokseen, mittaus ICP:llä.	25 %
Nitraattityppi (NO3-N) mg/l	MMNO3N.DOC. Elektrodimittaus maa-vesi -suspensiosta.	
N-tulosten tulkinta kg/ha	MMNO3N.DOC. Elektrodimittaus maa-vesi -suspensiosta.	
Natrium (Na) mg/l a)	MMVT.DOC. Uutto happamaan ammoniumasetaatti-liuokseen, mittaus ICP:llä.	35 %

a) -Merkityt määrittäykset on tehty FINAS:in ISO/IEC 17025 mukaisesti akkreditoimalla menetelmällä. Tulos koskee vain meille tullutta näytettä.

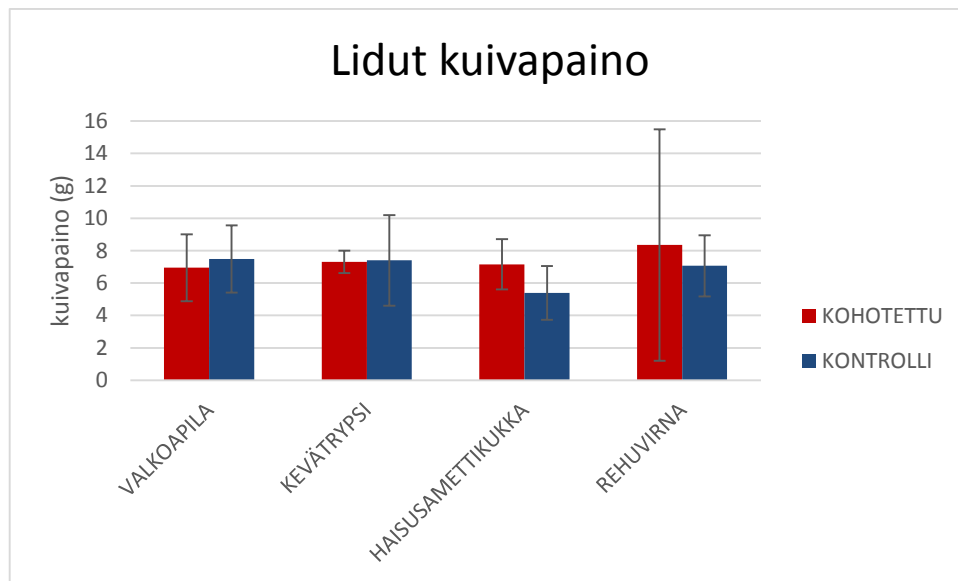
Kuivapainot juurista



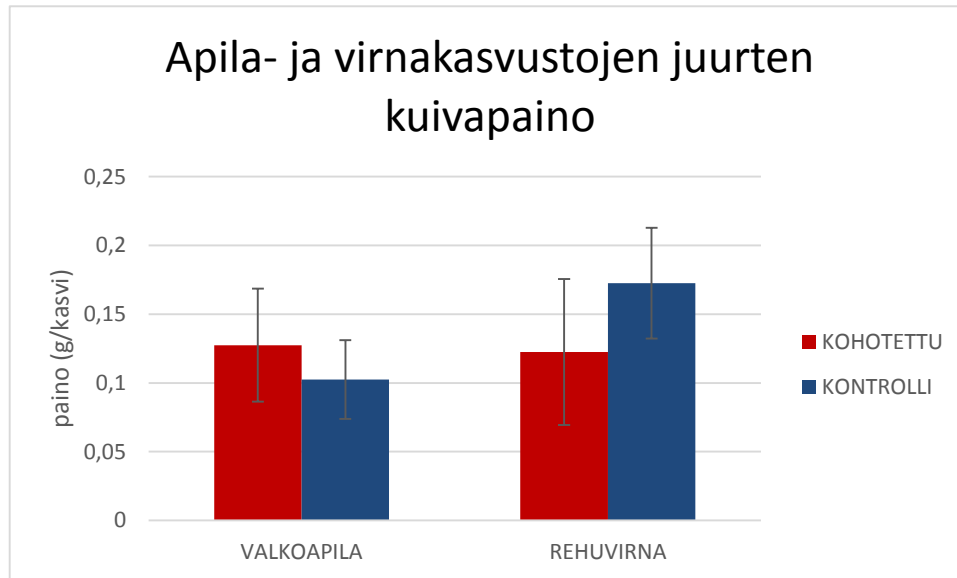
Kuivapainot varsista



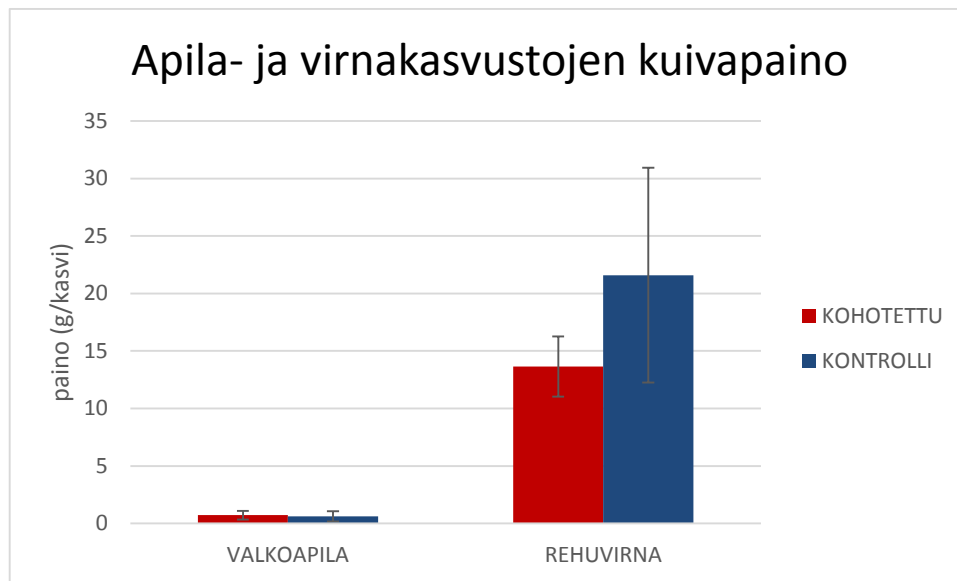
Kuivapainot liduista



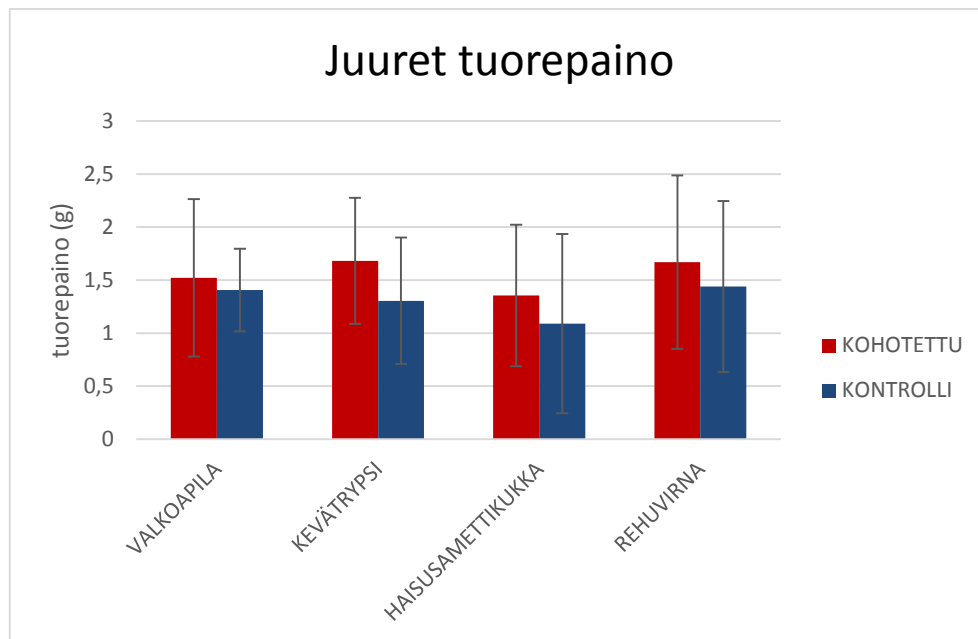
Seoskasvien juurten kuivapainot



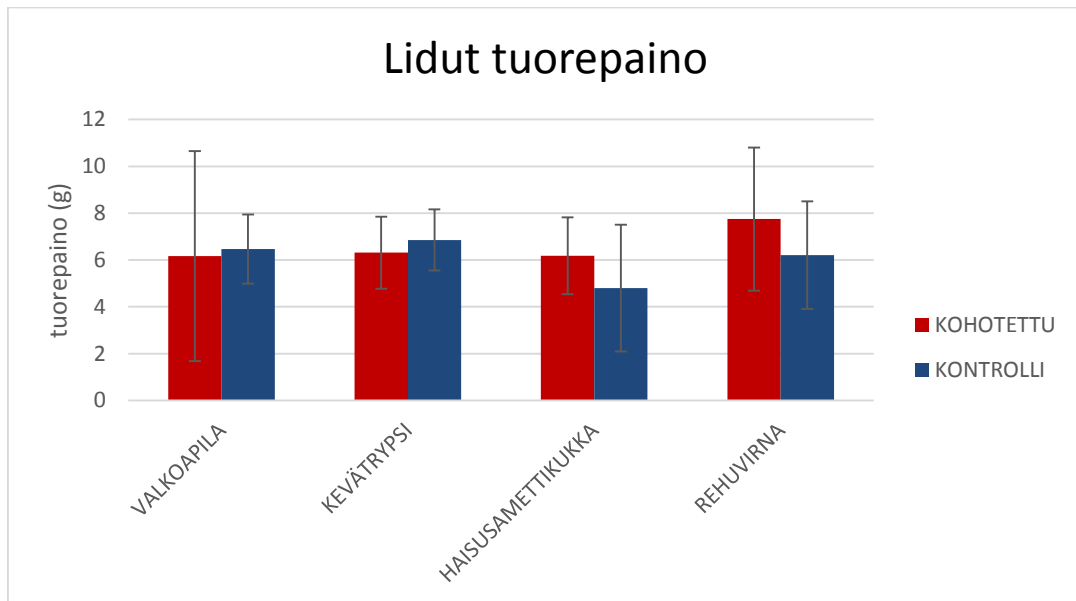
Seoskasvien versojen kuivapainot



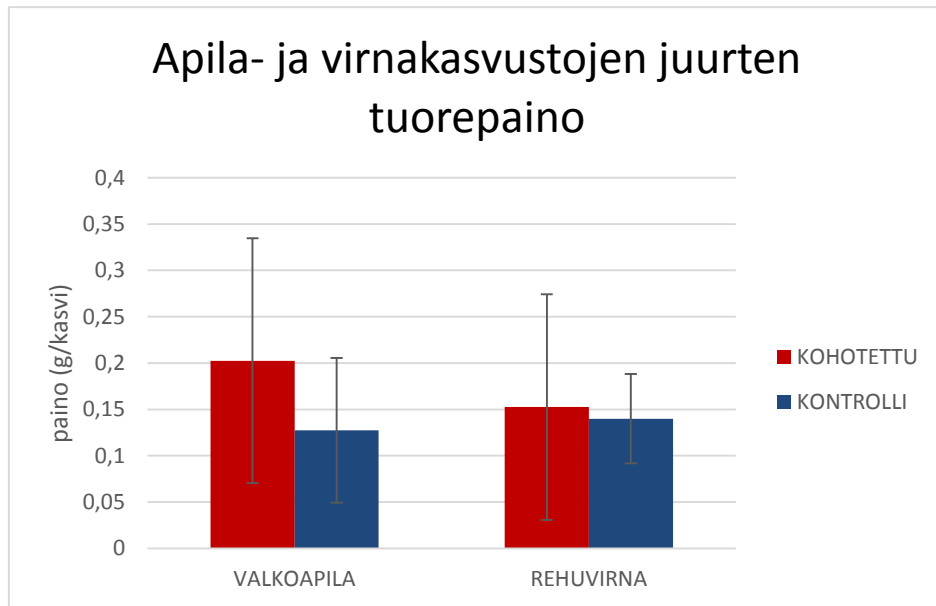
Tuorepainot juurista



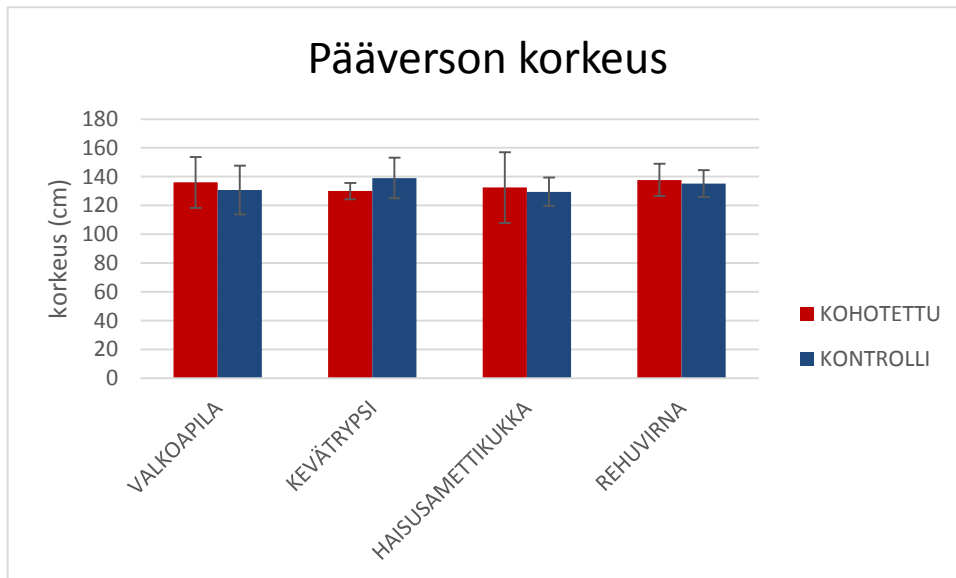
Tuorepainot liduista



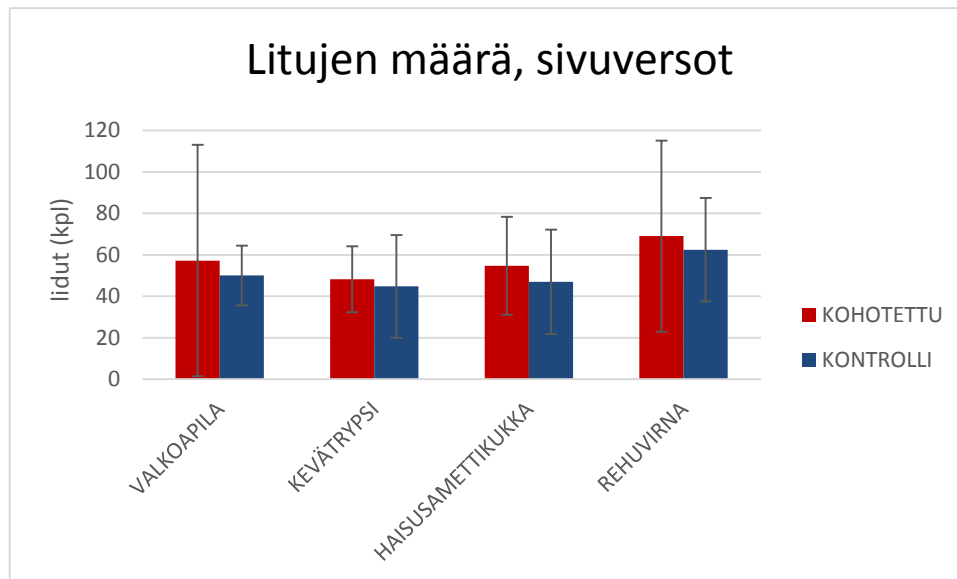
Seoskasvien juurten tuorepainot



Pääverson korkeus



Litujen määrä sivuversoissa



Koekentän pohjakartta: Pääruuduissa on kolme eri sekaviljelykasvikäsittelyä sekä kontrollina toiminut pelkkä rypsikasvusto neljänä toistona. Pääruudut on jaettu koekentän valitsevan lämpötilan ja kohotetun lämpötilan osaruutuihin.

