

**RYP SIN JA RAPSIN KYLVÖTIHEYKSIEN VAIKUTUKSET
SATOKOMPONENTTEIHIN**



Ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö

Mustiala, maaseutuelikeinot

Kevät, 2021

Katri Hakala

TIIVISTELMÄ

Opinnäytetyö perustuu Boreal Kasvinjalostus Oy:n yhteistyössä RypsiRapsi2025-hankkeen kanssa perustamiin kenttäkokeisiin. Kenttäkokeet sijaitsivat Jokioisilla ja Isossakyrössä. Kenttäkokeissa tutkitaan rypsin (*Brassica rapa* subsp. *oleifera*) ja rapsin (*Brassica napus* subsp. *oleifera*) eri kylvötiheyksien vaikutusta satoon. Satoa tutkitaan satokomponenttien avulla. Opinnäytetyön tavoitteena on selvittää, millainen kylvötiheys olisi optimaalisin sadon onnistumisen kannalta.

Satokomponentteja ovat taimien lukumäärä neliöllä, haarojen lukumäärä yksilössä, litujen lukumäärä yksilössä, siementen lukumäärä lidussa ja tuhannen siemenen paino. Kenttäkokeessa oli mukana kolmea eri lajiketta, yksi rypsilajike Synthia ja kaksi rapsilajiketta Cleopatra ja Performer. Kenttäkokeessa kaikki lajikkeet kylvettiin kahteen eri kylvötiheyteen, tiheään ja harvaan.

Kokeen tulokset perustuvat kasvustohavaintoihin, satokomponentteihin ja sadon määrä- ja laatutietoihin. Kokeen tuloksissa kylvötiheyden vaikutukset kasvuston rakenteeseen ovat selkeitä. Kasvusto pystyy kompensoimaan harvaa kasvutiheyttä suuremmilla kasviyksilöillä. Tässä kokeessa sadon määrään ja laatuun kylvötiheyden vaikutukset ovat pienemmät. Tulokset ovat yhdeltä kasvukaudelta ja tarkempien tuloksien saamiseksi kenttäkoetta olisi hyvä jatkaa tulevaisuudessa.

Avainsanat Rypsi, rapsi, kylvötiheys, satokomponentit

Sivut 42

Mustiala

Author Katri Hakala

Year 2021

Subject The effects of sowing densities of rape and oilseed rape on crop components

Supervisors Heikki Pietilä

ABSTRACT

The thesis is based on the field trials established by Boreal Plant Breeding Ltd in cooperation with Rypsi Rapsi2025 project, which were conducted in Jokioinen and Isokyrö. The purpose of the field trials has been to investigate the effect of different sowing densities for rape (*Brassica rapa* subsp. *oleifera*) and oilseed rape (*Brassica napus* subsp. *oleifera*) on crop. The crop is examined using crop components. The aim of the thesis is to find out the optimal sowing density for the best crop success.

Crop components include the number of seedlings within a square meter, number of branches in an individual, number of pods in an individual, the number of seeds in a pod and the weight of thousand seeds. The field trials involve three different varieties, one rape variety Synthia and two varieties of oilseed rape Cleopatra and Performer. All varieties were sown at two different sowing densities, dense and sparse.

The results are based on growth observations, crop components and crop quantity and quality data. The collected data indicates the effects of sowing density on the crop structure are clear. Improved growth is able to compensate the sparse growth density with larger individuals. The effects of sowing density on the quantity and quality of the crop are smaller in these field trials. The outcome of these trials is based on the data collected over one growing season. More trials would have to be made to get higher accuracy in results.

Keywords Rape, oilseed rape, sowing density, crop components

Pages 42

Sisällys

1	JOHDANTO.....	1
2	RYPSI JA RAPSI	2
2.1	Viljely Suomessa.....	4
2.2	Sadon käyttö Suomessa ja sadon laatuvaatimukset.....	4
2.3	Viljelyn kannattavuus.....	5
3	SATOKOMPONENTIT	5
4	KYLVÖTIEHEYSKOE BOREAL KASVINJALOSTUS OY:SSÄ	7
4.1	Toteutus	8
4.2	Lajikkeet	9
4.2.1	Synthia.....	9
4.2.2	Cleopatra	10
4.2.3	Performer	11
4.3	Kasvukausi.....	11
4.3.1	Lämpösumma.....	11
4.3.2	Sateet	13
4.4	Kenttäkokeet.....	15
4.4.1	Viljavuus	15
4.4.2	Esikasvit ja viljelyhistoria.....	16
4.4.3	Muokkaus ja kylvö.....	16
4.4.4	Lannoitus.....	16
4.4.5	Kasvinsuojelu.....	17
4.4.6	Sadonkorjuu	18
4.4.7	Satokomponenttien kerääminen	18
5	KOKEEN TULOKSET	19
5.1	Taimien lukumäärä neliöllä.....	19
5.2	Kasvustohavainnot.....	22
5.2.1	Kukinta.....	22
5.2.2	Tuleentuminen ja lako.....	24
5.3	Haarojen lukumäärä yksilössä	25
5.4	Litujen lukumäärä yksilössä	27
5.5	Siementen lukumäärä lidussa	28
5.6	Tuhannen siemenen paino	29
5.7	Sadon määrä	30

5.8	Sadon laatu	32
6	JOHTOPÄÄTÖKSET KOKEESTA	34
6.1	Muuttuvien tekijöiden vaikutus.....	36
	Lähteet.....	38

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön tilaaja on Boreal Kasvinjalostus Oy. Boreal kehittää ja jalostaa kotimaisiin olosuhteisiin viljelyvarmoja peltoviljelykasveja. Borealilla on kenttäkokeita laajasti eri puolella Suomea, mutta pääasiassa jalostustoiminta on keskittynyt Jokioisille. Esimerkiksi Jokioisilla tehdään risteytykset, biotekniset työt, osa kenttäkokeista ja laboratorio- ja kasvihuonetyöt. Boreal pyrkii myös laajentamaan vientimarkkinoita kansainvälisesti. Nykyään tärkeimpiä viennin kohdealueita ovat Ruotsi ja Baltian maat. (Boreal, n.d.-c)

Rapsi on rypsiä satoisampi ja kasvuajaltaan pidempi. (Farmit, n.d.) Rypsilä ja rapsilla on hyvä esikasviarvo, jonka vaikutukset voivat näkyä jopa kahdesta kolmeen vuoteen. Rypsi ja rapsi esikasvina lisäävät seuraavan viljelykasvin satotasoa, erityisesti satotason lisä näkyy viljeltäessä rypsin jälkeen syysvehnää. (Farmit, 2016) Rypsi ja rapsi ovat hyviä viljelykierron monipuolistajia erityisesti viljatililla, koska monipuolinen viljelykierto vähentää viljojen tautipainetta ja parantaa maan kasvukuntoa. Viljelykasveina rypsi ja rapsi ovat helppoja lisätä esimerkiksi viljatilalla viljelykiertoon, sillä niiden viljelyyn ei tarvita erikoiskalustoa. Rypsin tai rapsin lisääminen viljelykiertoon tasaa työhuippuja, esimerkiksi sadonkorjuun aikana. (Hankkija, n.d.-b) Myös syväälle juurtuva paalujuuri vähentää lahotessaan viljelymaan muokkaustarvetta. (VYR, n.d.-c)

Kylvötiheydellä eli kasvutiheydellä on suora vaikutus kasvuston rakenteeseen. Erilaisille kasvukausille sadonmuodostuksen kannalta optimaalisinta kasvuston rakennetta on kuitenkin vaikea määrittää. Rypsilä ja rapsilla on erittäin hyvä kompensaatiokyky eli ne pystyvät kompensoimaan harvaa kasvutiheyttä suuremmilla kasviyksilöillä. Rypsi ja rapsi pystyvät myös kompensoimaan siementen ja litujen lukumäärän. Litujen lukumäärän ollessa alhainen siementen lukumäärä lidussa ja yksittäisen siemenen koko voi kasvaa.

Kompensaation onnistumiseen vaikuttaa kasvuolosuhteet. Harvalla kylvötiheydellä runsas haaroittuminen voi aiheuttaa eriaikaisuutta kukintaan ja tuleentumiseen, minkä seurauksena esimerkiksi lehtivihreäpitoisuus voi jäädä liian korkeaksi tai sadonkorjuu myöhästyä. Tiheä kasvusto on taas alttiimpi lakoontumiselle ja pahkahomeelle. Harva kasvusto on hyvä keino

välttää pahkahometta kasvustossa ja tiheä kasvusto on taas hyvä kilpailemaan rikkakasvien kanssa kasvutilasta. (VYR, n.d.-e)

2 RYPSI JA RAPSI

Rypsin ja rapsin kehitys lähtee liikkeelle itämisestä, sirkkalehtien avautumisesta ja sirkkajuuren kasvusta. Ennen varren kasvua ja kukka-aiheiden muodostumista rypsi ja rapsi kasvattavat lehtiruusukkeen. Rypsillä kasvullinen vaihe kestää noin kolmasosan kasvuajasta, loput kasvuajasta kuluvat suvulliseen vaiheeseen, esimerkiksi kukintaan, litujen muodostumiseen ja täyttymiseen sekä tuleentumiseen. Lehtiruusukkeen muodostumisen jälkeen alkaa varren kasvu ja kukkanuppujen muodostuminen, mitä seuraa kukinta ja litujen muodostuminen. Lehtiala on suurimmillaan kukinnan aikana, mutta vähenee nopeasti litujen muodostumisen aikana, sillä yhteyttämistuotteet kulkeutuvat lehdistä kasvaviin lituihin. Tämän vaiheen aikana lopullinen siementen lukumäärä määräytyy. Lehdet kellastuvat, joten varsi ja lidut muodostavat kasvin yhteyttävän pinta-alan. Yhteyttämistuotteet kuljetetaan liduista ja varsista siemeniin niiden kehittymisen aikana proteiini- ja öljynteessin raaka-aineiksi. (Seppänen & Yli-Halla, 2008, s. 76–77)

Rypsin ja rapsin viljely on mahdollista lähes kaikilla maalajeilla, viljelyä poudanaroilla ja helposti kuorettuvilla peltomailla kannattaa kuitenkin välttää. (Farmit, 2007) Rapsi menestyy parhaiten kivennäismailla, joiden pH on hyvä. Rapsi tarvitsee myös runsaasti kalsiumia ja magnesiumia, joita hyvin kalkittu peltomaa sisältää. Myös riittävästä rikkilannoituksesta on huolehdittava rapsin viljelyssä. (Farmit, n.d.) Maan rakenteen tulee olla kunnossa, sillä esimerkiksi tiivistyneessä maassa juuren kasvu häiriintyy ja paalujuuri ei pääse riittävän syvälle. (Vyr, n.d.-b) Myös kasvinsuojelulla ja oikeanlaisella lannoituksella on suuri merkitys satoon. Esimerkiksi rypsi ja rapsi vaativat enemmän booria ja rikkiä kuin viljat. Rikkakasvien siemenet vaikeuttavat sadonkorjuuta ja alentavat sadon laatua. Tuholaisten torjunta on myös tärkeää sadon onnistumiseen. Erityisesti kylminä keväinä kirpat voivat saada kasvustossa merkittäviä tuhoja aikaan. (Farmit, 2007, s. 113) Samalla viljelylohkolla rypsiä ja rapsia voidaan viljellä vain joka viides vuosi möhöjuuririskin takia. (Farmit 2016)

Rypsin ja rapsin pahimmat kasvitaudit ovat möhöjuuri ja pahkahome. Möhöjuuri ja pahkahome ovat sieniperäisiä kasvitauteja. Möhöjuuri aiheuttaa kasvin juuriin äkämiä, jotka vahingoittavat juuristoa. Juuriston vahingoittuminen estää veden ja ravinteiden pääsyn kasviin, mikä johtaa kasvin kuihtumiseen. Tauti aiheuttaa merkittäviä satotappioita ja voi pahimmillaan tuhota sadon kokonaan. Sieni säilyy tartuntakykyisinä lepoitiöinä maassa jopa 10–20 vuotta, joten hyvä viljelykierto on tärkeä osa taudin torjunnassa. (Farmit n.d.-b)

Kasvutiheydellä on suuri merkitys erityisesti pahkahomeen esiintymiseen. Pahkahomeella oireet kasvissa alkavat 3–4 viikkoa kukinnan jälkeen. Pahkahome aiheuttaa kasvin varsiin, lehtihankoihin ja versojen haarakohtiin vetisiä laikkuja. Sairaaseen kasvin varret kellastuvat ja ovat herkkiä katkeamaan. Varren sisälle kehittyy myös mustia rihmastopahkoja. Pahkahome aiheuttaa kasvin kuihtumisen, mikä johtaa siementen kehityksen pysähtymiseen lidussa, jolloin siementen öljypitoisuus jää matalaksi. Pahkahome voi aiheuttaa merkittäviä satotappioita. Pahkat säilyvät tartuntakykyisenä maassa 3–4 vuotta. Tauti leviää nopeasti kosteassa ja lakoutuneessa kasvustossa, missä sienirihmasto leviää toisiaan koskettavien kasvien välityksellä. (Farmit, n.d.-a)

Harva kasvutiheys on hyvä keino torjua pahkahomeen leviämistä kasvustossa, koska kasvusto on ilmavaa eikä ole siten niin herkkä kosteudelle. Harva kasvusto ei myöskään lakoonnu yhtä herkästi kuin tiheä kasvusto, mikä on tärkeää pahkahomeen leviämisen estämisen kannalta.

Rypsi ja rapsi kylvetään noin 2–3 cm kylvösyvyyteen. Rapsin kylvön voi aloittaa, kun maan lämpötila on 3 astetta. Tavanomaisilla rapsilajikkeilla kylvötiheystavoite on 200 kpl/m² ja kylvösiemenmääräksi suositellaan 6–12 kg/ha. Hyvissä kasvuoloissa voidaan käyttää alhaisempia kylvömääriä. (Farmit, n.d.) Rypsin ja rapsin itämisen ja taimettumisen nopeuteen vaikuttaa maan lämpötila. Lämpimässä maassa öljykasvien taimettuminen on selvästi nopeampaa. Esimerkiksi kevätropsi kannattaa kuitenkin kylvää ensimmäisten viljelykasvien joukossa, kun maassa on usein silloin riittävästi kosteutta. (Vyr, n.d.-b)

Rapsin puinti voidaan aloittaa aikaisintaan silloin, kun siementen kosteus on 20–25 %. Rypsin ja rapsin siementen kuivaus on aloitettava heti sadonkorjuun jälkeen, sillä puintikostea siemen kuumenee nopeasti. Kuivatun siemenen kosteus tulisi olla 7–9 %. (Farmit, n.d.)

2.1 Viljely Suomessa

Rypsin viljely Suomessa onnistuu hyvin viljelyvyöhykkeillä I-III. (Farmit, n.d.) Rapsi soveltuu viljelyyn eteläisessä Suomessa. Viime vuosina markkinoille on tullut aikaisempia lajikkeita, joten rapsin viljely onnistuu entistä laajemmalla alueella. (Farmit, n.d.) Rypsin ja rapsin yhteenlaskettu viljelypinta-ala on vaihdellut 2000-luvulla paljon. Keskimääräinen rypsin ja rapsin viljelyala on noin 73 000 hehtaaria vuodessa. (VYR n.d.-f) Korkeimmillaan viljelyala on ollut 158 000 hehtaaria vuonna 2010. (VYR, 2017) Alhaisimmillaan viljelyala on ollut 43 000 hehtaaria vuonna 2014. Rapsin viljelyala on kasvanut viimeisen 10 vuoden aikana hitaasti ja keväällä 2016 sitä viljeltiin ensimmäisen kerran enemmän kuin rypsiä. Rapsin viljelyä on kasvattanut esimerkiksi aikaisempien ja satoisampien lajikkeiden tulo markkinoille. (VYR, n.d.-d) Viime vuosien aikana rypsin ja rapsin viljely Suomessa on kuitenkin vähentynyt, sillä laajassa käytössä olleiden peittäusaineiden käyttö EU:ssa on kielletty, minkä seurauksena tuholaispaine on lisääntynyt. Tuholaispaineen lisääntyminen on tuonut viljelyyn epävarmuutta ja vähentänyt rypsin ja rapsin viljelyhalukkuutta. (MTK, 2020)

2.2 Sadon käyttö Suomessa ja sadon laatuvaatimukset

Rypsistä ja rapsista saatava öljy soveltuu elintarvikekäyttöön, eläinten rehuksi sekä biopolttoaineiden raaka-aineeksi. Öljynpuristuksen sivutuotteena saatava rypsi- ja rapsipuriste ovat kotieläinten ruokinnassa tärkeä valkuaisen lähde ja ovat Suomessa tärkeimmät kotimaisen rehuvalkuaisen lähde. (Aronen, 2017, dia 7) Valkuaisrehu soveltuu hyvin märehitijöiden sekä yksimahaisten sikojen ja siipikarjan ruokintaan. Rypsirouheen valkuaispitoisuus on noin 34 % ja rapsipuristeen noin 33 %. Rypsi on hyvä kalsiumin, magnesiumin ja fosforin lähde. (Franssila ym, 2001, s.12) Kotimainen rypsi- ja rapsisato jalostetaan Suomessa. Kirkkonummella sijaitsee Suomen suurin öljynpuristamo Avena Nordic Grain Oy. Tehtaan puristuskapasiteetti on noin 130 000 tonnia vuodessa. Raaka-aineet ostetaan tehtaalle sopimusviljelijöiltä ja viljaliikkeiltä. Pienempiä öljynpuristamoita sijaitsee eri puolilla Suomea. (VYR, n.d.-d)

Rypsi- ja rapsisadon laatukriteerejä ovat öljy-, kosteus-, rikka-, valkuais- ja lehtivihreäpitoisuus, joista tärkein on öljypitoisuus. Yleisten laatutavoitteiden mukaan rypsi- ja rapsisadon kosteustavoite on 9,0 %, öljypitoisuustavoite yli 40 %, rikkapitoisuustavoite on alle 3 % ja lehtivihreäpitoisuustavoite on alle 30 mg/kg. (VYR, n.d.-a)

2.3 Viljelyn kannattavuus

Rypsin ja rapsin mukaan ottaminen viljelykiertoon on taloudellisesti kannattavaa hyvän esikasviarvon ansiosta. Typpeä jää maahan seuraavan viljelykasvin käytettäväksi, maan muokkaus- ja kasvitautien torjuntatarve vähenee. Viljelyn kannattavuuteen vaikuttaa erityisesti sadon määrä ja laatu. Kannattavaan viljelyyn tarvitaan noin 1700–1850 kg satoa hehtaarilta tämän hetken hinta- ja kustannussuhteilla. (VYR, n.d.-c) Sadon laadulla on suuri merkitys viljelyn kannattavuuteen, sillä sadosta saatava hinta määräytyy laatuhinnoittelun perusteella. Esimerkiksi liian korkea lehtivihreäpitoisuus alentaa sadosta saatavaa hintaa, kun taas korkea öljypitoisuus nostaa sadon hintaa. (Viljelijän Avena Berner, n.d.) Rypsin ja rapsin viljely on ollut useana vuonna sato- ja hintatasoilla kannattavampaa kuin esimerkiksi viljojen viljely. Yleisesti rypsin ja rapsin viljelyn kannattavuus on ollut parempi monipuolisessa viljelykierrossa. Myös useamman viljelykasvin viljely hajauttaa riskejä, esimerkiksi myyntiin, satoon ja sen laatuun liittyen. (Farmit, 2018) Viljelyhaluttomuutta aiheuttavat melko suuret riskit sadon epäonnistumiseen ja suuri työmäärä. (Termonen, 2020) Esimerkiksi myös laajasti käytössä olleiden peittäusaineiden käyttökielto EU:ssa on vähentänyt viljelyhalukkuutta. (MTK, 2020) Myös monet muut tekijät vaikuttavat merkittävästi sadon onnistumiseen, kuten kasvukauden sääolosuhteet ja muut viljelytoimet.

3 SATOKOMPONENTIT

Hehtaarisato muodostuu eri satokomponenteista. Jokainen satokomponentti pyritään saamaan eri tuotantopanoksilla ja viljelytekniikoilla viljelykasville mahdollisimman optimaaliseksi. Viljelyn onnistumista voidaan seurata ja laskea satokomponenttien avulla.

Kasvukauden aikana satokomponenttien seuraaminen on tärkeää, sillä niiden avulla pystytään tekemään oikeita viljelytoimenpiteitä sadon onnistumisen kannalta. (Farmit, 2007, s. 44) Rypsin ja rapsin satokomponentteja ovat taimien lukumäärä neliöllä, haarojen lukumäärä yksilössä, litujen lukumäärä yksilössä, siementen lukumäärä lidussa ja tuhannen siemenen paino. (Farmit. n.d.)

Taimettumiseen merkittävästi vaikuttaa kylvöajankohta ja sen suhde maan lämpötila- ja kosteusolosuhteisiin. Siemenen sisältämä öljy ja proteiini antavat itämiselle tarvittavan energian. Itämisen onnistumiseksi maassa täytyy olla itämiselle sopiva lämpötila, riittävästi vettä ja happea. (Canola council n.d.) Liian aikainen kylvöajankohta vaikeuttaa taimettumista, sillä maa on usein vielä liian kylmä, märkä, vaikeasti muokattava ja helposti tiivistyvä. Myös liian myöhäinen kylvöajankohta vaikeuttaa taimettumista, koska silloin usein muokkauskerros ehtii kuivua liikaa, erityisesti ilman kevätsateita. Itäminen on silloin epätasaista ja kasvusto jää harvaksi. Paras taimettuminen saadaan aikaan kylvettäessä lämpimään ja sopivan kosteaan maahan. (Esala, Rahkonen, 1988, s-22–23) Nopea ja hyvä taimettuminen on tärkeää, jotta rikkakasvit eivät kerkeä valtaamaan kasvutilaa. (Alikärri, 2000)

Nopea lehtien kehitys tukee juuriston kasvua. Lehdet muodostavat merkittävän osan kasvin yhteyttävästä pinta-alasta. Hyvä lehtien kehittyminen aikaisessa kasvin kehitysvaiheessa vaikuttaa satoon, kuten litujen muodostumiseen ja siementen kehittymiseen. Sivuhaarat syntyvät silmuista, jotka kehittyvät päävarren erityisesti ylempien lehtien lehtihangoissa. Sivuhaarat kehittävät yhdestä neljään lehteä ja kukkanuppua. Kasvi muodostaa kukkia eniten sivuhaaroihin, joissa on eniten kukkanuppua. Ensimmäiset kukat muodostuvat päävarteen. Sivuhaaroissa kukinta alkaa muutaman päivän myöhemmin ensimmäisen kukan muodostumisesta. Kukinnan alussa lehdet ovat tärkeä energianlähde varsien ja silmujen kasvulle. Kukinnan edetessä lehtipinta-ala vähenee ja tärkeys energianlähteenä pienenee. Lehtipinta-alan määrä vaikuttaa litujen muodostumiseen ja siementen kehittymiseen. Myös esimerkiksi kasvin varsi ja lidut ovat suuri osa kasvin yhteyttävästä pinta-alasta ja ovat näin myös tärkeä energianlähde kasvin kehittymisen kannalta. (Canola council, n.d.)

Liian tiheä kasvusto saa aikaan kasviyksilöiden välisen kilpailun, jolloin yksilöt haaroittuvat vähemmän ja lidut keskittyvät kasvuston yläosaan. Harvassa kasvustossa kasviyksilöt kehittävät enemmän haaroja ja lituja, jolloin sato on usein parempi.

(Esala, Rahkonen, 1988, s.22–23)

Kukinta on sadon muodostuksen kannalta tärkeä vaihe, koska se määrittää esimerkiksi lopullisen litujen määrän. Kasviyksilön haaroittuminen ja kukinta päättyvät samanaikaisesti. Kukinnan loputtua eli terälehtien tiputtua pienet lidut tulevat näkyville kukan keskelle. Kaikki pienet lidut eivät kuitenkaan jatka kehittymistä, vaan putoavat pois kasvusta.

Kasvuolosuhteet vaikuttavat merkittävästi siihen kuinka suuri osa liduista jatkaa kehittymistä siemeniä muodostavaksi liduksi. Kukinnan loputtua varresta tulee litujen kehittymiselle tärkein energianlähde. Kukinta päättyy eri kasvin osissa ja haaroissa eri aikaan, joten lidutkin kehittyvät eriaikaisesti. Siementen muodostumisen kannalta varsi ja litujen seinät ovat tärkeitä energianlähteitä. Siementen lukumäärään lidussa vaikuttavat kasvissa oleva energian saatavuus siementen kehityksen aikana. Tässä kasvun vaiheessa siementen kasvuun tarvittavan energian puute johtaa pienempiin lituihin, joissa on vähemmän ja kevyempiä siemeniä. Jos haaroittuminen ja litujen muodostuminen on ollut kasvissa vähäisempää, kasvi käyttää loput energiat jäljellä oleviin lituihin, jolloin siementen määrä lidussa ja niiden koko voi kasvaa. (Canola council, n.d.) Kookkaammissa liduissa on usein enemmän siemeniä. Matala litujen määrä yksilössä voi siis korvaantua suuremmalla siementen määrällä lidussa. (Alikärri, 2000)

4 KYLVÖTIHEYSKOE BOREAL KASVINJALOSTUS OY:SSÄ

Samankaltaisia rypsin ja rapsin kylvötiheyskokeita on toteutettu Boreal kasvinjalostus Oy:ssä aiemminkin ja kokeita on tarkoitus jatkaa myös tulevaisuudessa. Aiemmat kokeet eivät kuitenkaan ole aivan vertailukelpoisia tähän kylvötiheyskokeeseen. Aiemmissa kokeissa ei ole tutkittu täysin samoja asioita, eivätkä kokeet ole olleet rakenteeltaan samanlaisia. Aiemmin toteutetuista kokeista ei ole vertailukelpoisia tuloksia. Myös koevuoden 2020 takia aiemmat kokeet ja niiden tulokset eivät ole vertailukelpoisia.

4.1 Toteutus

Boreal Kasvinjalostus Oy on toteuttanut rypsin ja rapsin kylvötiheyskokeen yhteistyössä RypsiRapsi2025-hankkeen kanssa. Kenttäkokeet perustettiin Borealin toimesta Jokioisilla ja Isossakyrössä. Opinnäytetyöni perustuu erityisesti Jokioisilla suoritettuna kenttäkokeen tuloksiin ja kasvukauteen. Isossakyrössä suoritettuna kenttäkokeen satokomponentit ovat myös osa opinnäytetyötäni. Isossakyrössä toteutettu kenttäkoe toimii osittain myös vertailukohteena Jokioisilla toteutettuun kenttäkokeeseen.

Suojaruudut mukaan luettuna kenttäkokeessa oli 32 koeruutua, joista 24 koeruudusta kerättiin kylvötiheyskokeeseen tuloksia. Kylvötiheyskokeessa mukana olevien koeruutujen lisäksi kokeen reunoissa olivat suojaruudut, joita oli yhteensä 8 koeruutua. Kenttäkokeen koko oli 30,6 m x 12,4 m. Yhden koeruudun koko oli 6 m². Kokeessa oli mukana kolme eri lajiketta. Kaikki kokeessa mukana olevat lajikkeet olivat kylvetty tiheään ja harvaan kylvötiheyteen. Molempia kylvötiheyksiä oli neljä koeruutua eli kerrannetta. Jokaista lajiketta oli koekentässä kahdeksan koeruutua, joista neljä oli kylvetty tiheään kylvötiheyteen ja neljä harvaan kylvötiheyteen. Kuvassa 1 koeruutukentän kartta, mistä nähdään koeruutujen sijoittuminen koekentässä. Kerranteiden avulla kokeesta saadaan luotettavampia tuloksia, koska kerranteiden avulla voidaan huomioida peltolohkon sisäisen vaihtelun vaikutusta tuloksiin. Jokioisilla ja Isossakyrössä sijaitsevat kenttäkokeet ovat rakenteeltaan samanlaiset.

Kuva 1 Koeruutukentän kartta, missä näkyvät lajikkeet, kylvötiheydet ja kerranteet.

Kerr. 1	Kerr. 2	Kerr. 3	Kerr. 4
RA suoja	RA suoja	RA suoja	RA suoja
Synthia 150 kpl/m ²	Cleopatra 75 kpl/m ²	Performer 75 kpl/m ²	Performer 150 kpl/m ²
Cleopatra 150 kpl/m ²	Performer 75 kpl/m ²	Synthia 250 kpl/m ²	Synthia 150 kpl/m ²
Performer 150 kpl/m ²	Synthia 250 kpl/m ²	Cleopatra 150 kpl/m ²	Cleopatra 75 kpl/m ²
Cleopatra 75 kpl/m ²	Performer 150 kpl/m ²	Synthia 150 kpl/m ²	Synthia 250 kpl/m ²
Synthia 250 kpl/m ²	Cleopatra 150 kpl/m ²	Performer 150 kpl/m ²	Cleopatra 150 kpl/m ²
Performer 75 kpl/m ²	Synthia 150 kpl/m ²	Cleopatra 75 kpl/m ²	Performer 75 kpl/m ²
RA suoja	RA suoja	RA suoja	RA suoja

4.2 Lajikkeet

4.2.1 Synthia

Synthia on ensimmäinen Plus-rypsi eli uuden sukupolven rypsilajike, missä yhdistyy lajikkeen satoisuus, aikaisuus ja varrenlujuus. Synthia-lajike on noin 10 % satoisampi kuin aikaisemmin viljelyssä olleet rypsilajikkeet. Synthia-lajikkeen etuja ovat myös korkea öljypitoisuus, alhainen lehtivihreäpitoisuus, hyvä siemenkoko ja valkuaispitoisuus. Synthiaa kannattaa viljellä viljelyvyöhykkeillä I, II, III ja IV. Synthiaa voidaan viljellä kaikilla maalajeilla, mutta ei kuitenkaan suositella viljeltäväksi poudanaroilla viljelymailla. Synthialla on rypsilajikkeista lujin varsi, mikä estää kasvuston lakoontumista. Synthia-lajikkeen sato soveltuu kasviöljyteollisuuden käyttöön. Alkuperältään Synthia-lajike on Boreal Kasvinjalostus Oy:n jalostama ja se on tullut kasvilajikeluetteloon vuonna 2016. (Boreal, n.d.-b)

Luonnonvarakeskuksen vuosien 2012–2019 virallisten lajikekokeiden mukaan Synthian keskiarvoinen kasvu-aika on 106,2 päivää, mikä on melko sama kuin muilla

kevätrypsilajikkeilla. Kokonaissato on Synthialla hyvä ja se on keskiarvoisesti 1 937 kg/ha, erityisesti savimailla lajikkeen satoisuus on ollut parempi. Korkea öljypitoisuus ja lajikkeen satoisuus ovat yhdessä saaneet öljysadon korkeaksi. Synthian öljysadon keskiarvo lajikekokeissa on 827 kg/ha, kun yleisesti rypsin lajikkeiden öljysato on keskiarvoisesti noin 780 kg/ha. Lehtivihreäpitoisuus ja lakoprosentti ovat olleet lajikekokeissa alhaiset. Tuhannen siemenen paino ja valkuaispitoisuus ovat olleet lajikekokeissa melko samoja kuin muilla lajikkeilla. (Luke, 2019.-b)

4.2.2 Cleopatra

Cleopatra on aikainen ja vahvavartinen kevätrypsilajike. Cleopatra on satoisa lajike verrattuna muihin samassa kasvuajaluokassa oleviin lajikkeisiin. Lajikkeen sato on myös hyvä, sillä siementen öljypitoisuus on melko korkea. Siementen lehtivihreäpitoisuus pysyy Cleopatralla myös melko alhaisena aikaisen tuleentumisen ansiosta. Cleopatran sato soveltuu kasviöljyteollisuuden käyttöön. Cleopatraa suositellaan viljeltäväksi viljelyvyöhykkeille I ja II. Cleopatra on erittäin aikainen lajike ja se tuleeentuu keskimäärin useita päiviä aikaisemmin kuin myöhäisemmät rapsilajikkeet. Cleopatra-lajikkeen laonkestävyys on hyvä. Cleopatra-lajikkeella on vahva ja melko lyhyt varsi, joten sen viljelyä poudanaroilla viljelymailla kannattaa välttää. Cleopatran on jalostanut itävaltalainen Saatbau Linz. Cleopatra on tullut kasvilajikeluetteloon vuonna 2016. (Boreal, n.d.-a)

Luonnonvarakeskuksen virallisista lajikekokeista selviää, että Cleopatran keskimääräinen kasvu-aika on noin 117,5 päivää ja keskimääräinen sato on 2 309 kg/ha. Cleopatran lakoprosentti on 9,4 %, mikä on huomattavasti alhaisempi kuin muilla lajikkeilla. Tuhannen siemenen paino, valkuaispitoisuus, öljypitoisuus ja lehtivihreäpitoisuus ovat melko samaa luokkaa muiden lajikkeiden tuloksien kanssa. (Luke, 2019.-a)

4.2.3 Performer

Performer on hybridikevätrapsi. Performer on lajikekokeiden satoisimpia lajikkeita. (Farmit 2020) Lisäksi Performer-lajikkeen etuja ovat erittäin korkea öljypitoisuus, nopea taimettuminen, aikainen kukinta, myöhäinen kasvuaika, pitkä ja erittäin luja varsi. Siementen öljypitoisuus voi olla jopa 45,9 % ja lajikkeen laonkestävyys noin 20 %. Performer-lajikkeen sadon käyttötarkoitus on kasviöljyteollisuus. Performer-lajiketta suositellaan viljeltäväksi I ja II viljelyvyöhykkeillä. Lajikkeen suositeltu kylvötiheys on 80–100 kpl/m². (Hankkija, n.d.-a) Luonnonvarakeskuksen virallisten lajikekokeiden mukaan Performer-lajikkeen keskimääräinen kasvukausi on noin 121,7 päivää ja sato on 2 601 kg/ha. Lakoprosentti, valkuaispitoisuus, tuhannen siemenen paino ja lehtivihreäpitoisuus ovat melko samaa luokkaa muiden lajikkeiden kanssa. Öljypitoisuus on lajikekokeiden mukaan Performer-lajikkeella korkein. (Luke, 2019.-a)

4.3 Kasvukausi

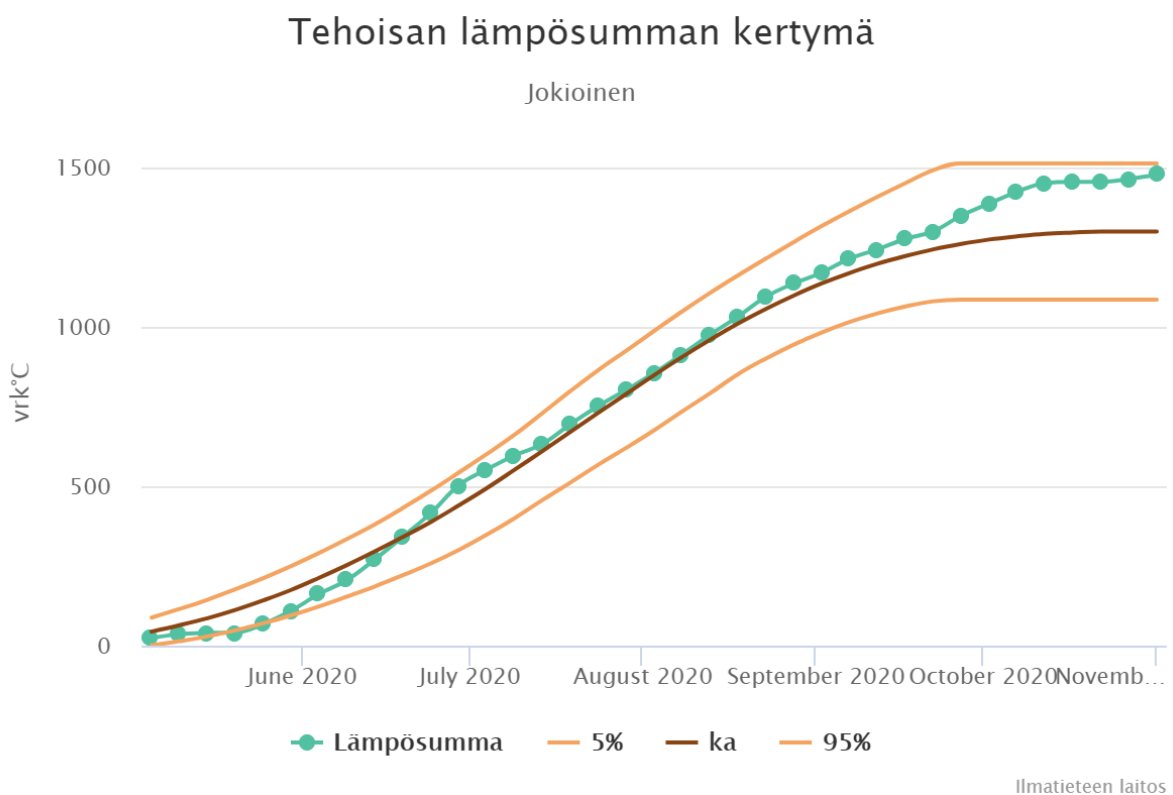
Terminen kasvukausi alkaa, kun lumi on sulanut aukeilta paikoilta ja vuorokauden keskilämpötila on pysyvästi yli +5 astetta. (Ilmatieteenlaitos, n.d.) Terminen kasvukausi on alkanut Jokioisilla 2.5.2020 ja päättynyt 7.11.2020. Isossakyrössä termien kasvukausi on alkanut 2.5.2020 ja päättynyt 18.11.2020. (Ilmatieteenlaitos, 2020)

4.3.1 Lämpösumma

Kertynyt tehoisa lämpösumma lasketaan kasveille kylvöstä tuleentumiseen. Tarkkaa tuleentumisen ajankohtaa ei saatu kenttäkokeissa määritettyä, joten tehoisa lämpösumma on laskettu kylvöpäivästä sadonkorjuupäivään. Tehoisan lämpösumman tulokset ovat siis hieman korkeammat kuin oikeasti jokaiselle kasville kertynyt tehoisa lämpösumma. Jokioisilla rypsilille kertynyt tehoisa lämpösumma on laskettu 2.6.2020–2.10.2020 väliseltä ajanjaksolta, jolloin rypsilille kertynyt tehoisa lämpösumma on 1264 astetta. Jokioisilla rapsille

kertynyt tehoisa lämpösumma on laskettu 2.6.2020–28.10.2020 väliseltä ajanjaksolta ja lämpösummaa on kertynyt 1338 astetta. (Farmit, n.d.-c) Kuvasta 2 nähdään tehoisan lämpösumman kertyminen Jokioisilla kasvukauden 2020 aikana.

Kuva 2 Tehoisan lämpösumman kertyminen kasvukaudella 2020 Jokioisilla. Kaaviossa sinisellä on kasvukauden 2020 tehoisan lämpösumman kertyminen ja punaisella on vuosien 1981-2010 keskiarvo tehoisan lämpösumman kertymisestä. Oranssilla on merkitty 5 % ja 95 % raja-arvot. (Ilmatieteenlaitos, 2020)



Kuvan 2 mukaan kasvukaudella 2020 tehoisa lämpösumma on kertynyt korkeammaksi kuin keskiarvo 30 vuoden ajalta. Kesän aikana lämpösummaa on kertynyt normaalin aikataulun mukaisesti. Lämmin lokakuu näkyy kuvassa 2 selkeästi, jolloin lämpösumma on jatkanut kasvuaan.

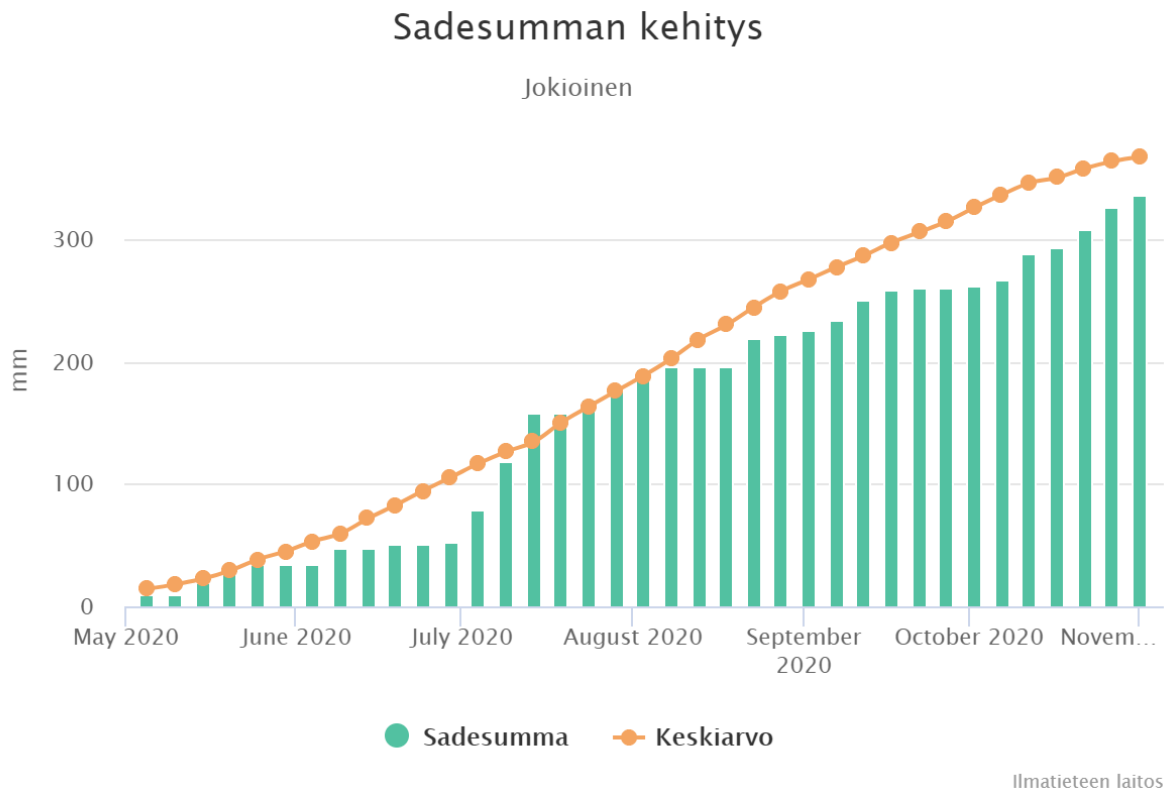
Isossakyrössä rypsi- ja rapsikoeruuduilla on samat kylvö- ja sadonkorjuupäivämäärät, joten tehoisa lämpösumma on laskettu molemmille kasveille 26.5.2020–11.11.2020 väliseltä

ajanjaksolta. Isossakyrössä rypsilille ja rapsille on kertynyt tehoisaa lämpösummaa 1324 astetta. (Farmit, n.d.-c)

4.3.2 Sateet

Jokioisilla kesäkuussa sademäärä oli vähäinen ja se oli yhteensä 27,5 mm. Merkittävimmät sateet olivat 6.6.2020, jolloin satoi 7,8 mm ja 30.6.2020, jolloin satoi 13 mm. Loput sateista jakoutuivat muutamalle päivälle ja sademäärät olivat vähäiset. Heinäkuussa satoi 138,9 mm. Sateet jakoutuivat melko tasaisesti heinäkuun alkupuolelle muutamaa sateisempaa päivää lukuun ottamatta. Elokuussa sateet olivat vähäisiä ja yhteensä satoi 30,6 mm. Kuitenkin 22.8.2020 oli sateisempi päivä, jolloin satoi 18 mm. Elokuun loput sateet jakoutuivat muutamalle päivälle. Syyskuussa satoi yhteensä 30,5 mm. Sateet jakoutuivat melko tasaisesti syyskuun alkupuolelle. Lokakuussa satoi yhteensä 70,4 mm. Lokakuussa oli muutama hieman sateisempi päivä, muuten sateet jakoutuivat melko tasaisesti. (Farmit, n.d.-d) Kuvassa 3 on esitetty sadesumman kehittyminen Jokioisilla kasvukaudella 2020.

Kuva 3 Sadesumman kehitys Jokioisilla. Kuvaajassa on sinisellä sadesumman kehitys ja oranssilla vuosien 1981–2010 keskiarvo sadesumman kehityksestä. (Ilmatieteenlaitos, 2020)



Vuonna 2020 Jokioisilla sadesumma toukokuun alusta lokakuun loppuun on 337,3 mm, kun 30 vuoden keskiarvo on 368,3 mm. Kasvukauden sateet ovat vähäisemmät verrattaessa 30 vuoden keskiarvoon sadesummasta. (Ilmatieteenlaitos, 2020)

Isonkyrön säähavainnot on tehty Ylistaron Pelman säähavaintokeskuksessa. Isossakyrössä heti kylvön jälkeen toukokuussa ei tullut enää sateita. Kesäkuussa sateet olivat vähäisiä ja yhteensä kesäkuussa satoi 19,6 mm. Kesäkuun sateet jakoutuivat muutaman päivän kesken. Heinäkuussa satoi 94,1 mm. Heinäkuussa oli muutama sateisempi päivä, muuten sateet jakoutuivat melko tasaisesti. Elokuussa satoi yhteensä 31 mm, syyskuussa 91,2 mm ja lokakuussa 91,4 mm. Marraskuussa ennen puintia satoi 17,9 mm. Kasvukauden sadesumma on Isossakyrössä 345,2 mm. (Farmit, n.d.-d)

Kasvukauden sateet olivat melko vähäisiä, mikä vaikutti paljon kasvuston kehittymiseen. Sateet ovat tärkeitä rypsin ja rapsin varren kasvun ja kukinnan alun aikana. (Seppänen & Yli-Halla, 2008) Heinäkuun alkupuolella olleet sateet vaikuttivat selkeästi kukinnan alkamiseen.

4.4 Kenttäkokeet

Jokioisilla sijaitseva kenttäkoe 402 oli peltolohkolla A14, joka on Luonnonvarakeskuksen omistuksessa. Isossakyrössä sijaitseva kenttäkoe 401 oli Boreal Kasvinjalostus Oy:n yhteistyökumppanin peltolohkolla.

4.4.1 Viljavuus

Peltolohkon keskeisimpiä viljavuustietoja ovat lohkon happamuus eli pH, fosfori, kalium, kalsium ja magnesium. Jokioisilla sijaitsevan peltolohkon maalaji on multava hietasavi eli m HtS ja Isossakyrössä sijaitsevan peltolohkon maalaji on runsasmultainen hiuesavi eli rm HeS. Molemmat maalajit kuuluvat savimaihin, joiden avulla viljavuusluokat on määritetty taulukkoon 1. (Eurofins, 2017)

Taulukko 1 Kenttäkokeen peltolohkojen viljavuustiedot Jokioisilla ja Isossakyrössä.

	Jokioinen, m HtS		Isokyrö, rm HeS	
	Viljavuustiedot	Viljavuusluokka	Viljavuustiedot	Viljavuusluokka
pH	6,5	Hyvä	6,3	Hyvä
Fosfori	15,6 mg/l	Hyvä	17 mg/l	Hyvä
Kalium	350 mg/l	Hyvä	200 mg/l	Tyydyttävä
Kalsium	3272 mg/l	Hyvä	1900 mg/l	Välttävä
Magnesium	544 mg/l	Hyvä		

4.4.2 Esikasvit ja viljelyhistoria

Jokioisten kenttäkokeen neljän edellisen vuoden viljelyhistoriasta selviää esikasvit. Vuonna 2016 peltolohkolla on viljelty monitahoista ohraa, vuonna 2017 kevätvehnää, vuonna 2018 kauraa ja vuonna 2019 monitahoista ohraa. Isossakyrössä on kenttäkoetta edeltävänä vuonna viljelty ruista.

4.4.3 Muokkaus ja kylvö

Perusmuokkaus on tehty Jokioisilla sijaitsevalle peltolohkolle lautasmuokkaimella 28.5.2020. Jokioisilla perusmuokkaus jouduttiin tekemään poikkeuksellisen myöhään peltolohkon kuivumisongelmien takia. Perusmuokkaus tehtiin kevyesti pintaan ja muokkauksen syvyys oli noin 2 cm. Kylvömuokkaus tehtiin peltolohkolle kaksi kertaa S-piikkiäkeellä noin 2 cm syvyyteen. Ensimmäinen kylvömuokkaus Jokiosilla tehtiin 1.6.2020 ja toinen kylvömuokkaus tehtiin heti seuraavana päivänä 2.6.2020 ennen peltolohkon kylvämistä. Isossakyrössä kylvömuokkaus tehtiin 25.5.2020. Kenttäkoeket kylvettiin Jokioisilla 2.6.2020 ja Isossakyrössä 26.5.2020 Zürn-koeruutukylvökoneella.

4.4.4 Lannoitus

Lannoitukset toteutettiin pneumaattisena lannoituksena koekentän pintaan muokkausten välissä. Jokioisilla lannoitteena käytettiin Yara Mila Y3 lannoitetta. Peltolohkolle typpitavoite oli 120 kg/ha, joten lannoitetta laitettiin peltolohkolle 500 kg/ha. Koekenttä-lohko lannoitettiin 1.6.2020. Isossakyrössä lannoitteena käytettiin Yara Mila Y24 lannoitetta. Typpitavoite peltolohkolle oli 120 kg/ha, joten lannoitetta laitettiin 500 kg/ha.

4.4.5 Kasvinsuojelu

Kenttäkokeelle Jokioisilla tehtiin ensimmäinen kasvinsuojeluruiskutus ennen perusmuokkausta, jolloin koekentälle ruiskutettiin Roundup flex -kasvinsuojeluainetta. Kasvinsuojelu toteutettiin tankkiseosruiskutuksena, missä kasvinsuojeluainetta käytettiin 2,5 l/ha ja vettä 150 l/ha.

Jokioisilla kenttäkokeelle tehtiin kolme kertaa tuholaisille tarkoitettu kasvinsuojeluruiskutus. Tuholaisruiskutuksissa käytettiin Sumi Alpha- ja Mospilan -kasvinsuojeluainetta. Sumi Alpha tehoaa useimpiin hyönteisiin ja on hellävarainen kasveille. Rypsilä ja rapsilla Sumi Alphaa käytetään esimerkiksi kirppojen ja rapsikuoriaisen torjuntaan. (Berner, n.d.-c) Mospilan -kasvinsuojeluainetta käytetään rapsikuoriaisten torjuntaan. Ensimmäinen kasvinsuojeluruiskutus tuholaisille tehtiin 15.6.2020 Sumi Alpha -kasvinsuojeluaineella tankkiseosruiskutuksena, missä Sumi Alpha -kasvinsuojeluainetta käytettiin 0,25 l/ha ja vettä 200 l/ha. Toinen tuholaisille tarkoitettu kasvinsuojeluruiskutus tehtiin 26.6.2020 Mospilan -kasvinsuojeluaineella tankkiseosruiskutuksena, missä Mospilan -kasvinsuojeluainetta käytettiin 150 g/ha ja vettä 200 l/ha. Kolmas tuholaisille tarkoitettu kasvinsuojelueruiskutus tehtiin 16.7.2020 Sumi Alpha -kasvinsuojeluaineella tankkiseosruiskutuksena, missä kasvinsuojeluainetta käytettiin 0,4 l/ha ja vettä 200 l/ha.

Kenttäkokeelle tehtiin yksi kasvinsuojelu rikkakasveille 2.7.2020. Kasvinsuojelussa käytettiin Galera -kasvinsuojeluainetta ja Dassoil -kiinnikettä. Kasvinsuojeluaine Galera vaikuttaa lehtien kautta ja kasvinsuojeluruiskutus tehdään 2-4 lehtiasteella. Galera tehoaa erittäin hyvin useimpiin leveälehtisiin rikkoihin, kuten ohdakkeeseen, valvattiin, peltomataraan ja saunakukkaan. (Berner, n.d.-b) Dassoil -kiinnike kiinnittyy hyvin rikkakasvien lehdille, pienentää pisarakokoa ja levittyy tasaisesti. Dassoil -kiinnikettä käytetään parantamaan kasvinsuojeluaineen tehoa. (Berner, n.d.-a) Jokioisilla kasvinsuojeluainetta Galeraa käytettiin 0,3 l/ha ja Dassoil -kiinnikettä 0,2 l/ha ja Isossakyrössä Galeraa 0,3 l/ha ja Dassoil -kiinnikettä 0,15 l/ha.

4.4.6 Sadonkorjuu

Rypsikoeruudut Jokioisilla puitiin 2.10.2020. Rypsi koeruutuja oli yhteensä kahdeksan. Loput 16 koeruutua eli rapsi koeruudut puitiin 28.10.2020. Isossakyrössä rypsin ja rapsin kaikki koeruudut puitiin 11.11.2020. Sadonkorjuussa käytettiin Wintersteiger-koeruutupuimuria. Sadonkorjuussa koeruuduista otettiin koko sato talteen.

4.4.7 Satokomponenttien kerääminen

Jokaisesta koeruudusta kerättiin satunnaisotannalla 10 kasviyksilöä, joista laskettiin satokomponentit. Yksilöt kerättiin koeruudun keskeltä, jotta koeruudun reunavaikutus ei näy yksilössä. Reunavaikutus koeruudussa voi esiintyä, esimerkiksi reunassa olevana suurempana kasvutilana, mikä johtaa parempiin kasviyksilöihin ja minkä seurauksena kokeen tulokset voisivat mahdollisesti hieman vääristyä. Koeruudusta kerättiin yksilöitä laadultaan monipuolisesti eli otettiin koeruudusta tasavertaisesti hieman vahvempia ja heikompia yksilöitä, esimerkiksi ei vain parhaimpia ja vahvimpia yksilöitä. Yksilöitä pyrittiin keräämään mahdollisimman monipuolisesti, jotta kokeen tulos olisi mahdollisimman totuudenmukainen koeruudun kasvustoon nähden. Näyteyksilöt kerättiin koeruuduista ennen kasvuston tuleentumista. Kasvit kerättiin koeruudusta juurineen. Kasvinippuja käsiteltiin varovasti, jotta kasviyksilöt säilyivät ehjinä. Niput säilytettiin ilmastavasti, jotta ne eivät hajoaisi tai homehtuisi. Ilmava säilytys oli myös tärkeää kuivumisen kannalta. Niput vietiin kuivumaan kuivuriin. Kasviyksilöitä kerätessä kylvötiheyden vaikutukset näkyivät jo selkeästi kasvuston rakenteessa, esimerkiksi harvalla kylvötiheydellä kylvetyistä koeruuduista kerätyt kasviyksilöt olivat suurempia, vahvempia ja haaroittuneempia. Koeruutujen kasvustojen erot näkyvät selkeästi kuvassa 4.

Kuva 4 Rypsin Synthian näyteyksilöiden erot harvaan ja tiheään kylvettyjen koeruutujen välillä. Kuvassa oikealla tiheään kylvettyjen ruutujen näyteyksilöt ja vasemmalla harvaan kylvettyjen ruutujen yksilöt. (Hakala, 2020)



5 KOKEEN TULOKSET

5.1 Taimien lukumäärä neliöllä

Koeruutujen kasvustot olivat tiheyksien mittaamisen aikaan hyvin epätasaiset (kuva 5). Taimitiheyksien epätasaisuus riippui osittain koeruudun sijainnista ja kasvuolosuhteista, esimerkiksi kuivuudesta. Myös koeruutujen sisäiset taimettumisen erot olivat huomattavia. Taimitiheydet on laskettu melko myöhään, jotta uusien taimien taimettuminen olisi

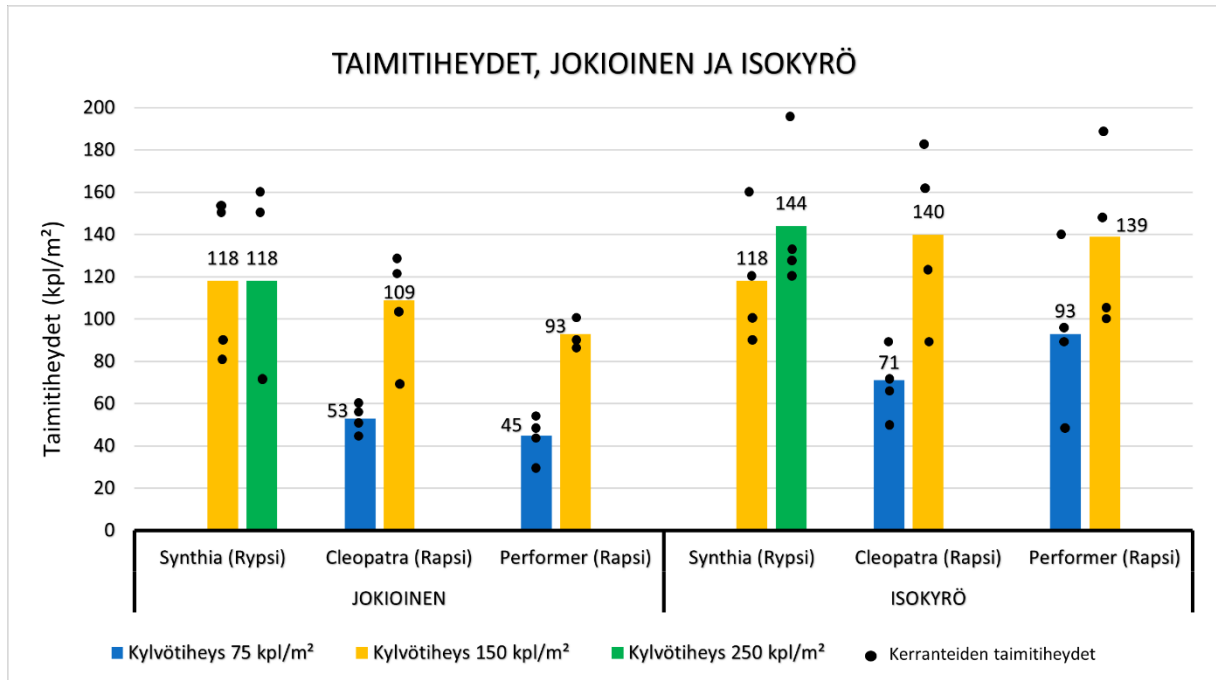
mahdollisimman vähäistä. Kuitenkin myöhäisempää taimettumista on mahdollisesti tapahtunut taimitiheyksien laskemisen jälkeen. Taimitiheydet Jokioisilla laskettiin 6.7.2020.

Kuva 5 Koeruutujen epätasainen taimettuminen. Taimitiheydet laskettiin sinisillä tikulla merkityistä alueista. (Hakala, 2020)



Taimitiheydet on laskettu 50 cm X 50 cm pinta-alalta. Pinta-ala koeruudusta on valittu satunnaisotannalla niin, että tuloksesta saataisiin mahdollisimman realistinen. Pinta-alan taimien lukumäärä on kerrottu neljällä, jotta saadaan taimien lukumäärä neliömetrillä. Tuloksiin on laskettu jokaiselle lajikkeelle ja kylvötiheydelle taimitiheyksien keskiarvot. Kuvassa 6 on kuitenkin merkitty esille jokaisen koeruudun eli kerranteen taimitiheydet, koska vaihtelut kerranteiden välillä ovat melko suuria.

Kuva 6 Taimitiheydet Jokioisilla ja Isonkyrössä. Mustat pisteet ovat jokaisen kerranteen eli koeruudun taimitiheydet. Pylväsdiagrammin tulokset ovat kerranteiden keskiarvoja.



Tuloksista (kuva 6) selviää, että Jokioisissa on taimettuminen ollut tasaisempaa, esimerkiksi rapsin lajikkeiden taimitiheyksien erot kerranteiden välillä ovat melko pieniä verrattuna Isonkyrön kenttäkokeeseen. Isonkyrön kenttäkokeessa taimettuminen on kuitenkin ollut hieman parempaa, sillä taimitiheyksien keskiarvot ovat korkeammat. Tämän kenttäkokeen tuloksien mukaan Synthia-lajikkeen taimettuminen on onnistunut paremmin harvalla kylvötiheydellä, koska taimettuminen on ollut harvaan tiheyteen kylvettäessä suhteessa parempaa kuin tiheään kylvettyjen. Synthialla eri kylvötiheyksien koeruutujen taimitiheyserot ovat vähäiset. Synthialla taimitiheydet poikkeavat paljon tavoitettiheyksistä, erityisesti harvalla kylvötiheydellä. Rapsin molemmilla lajikkeilla harvan ja tiheän kylvötiheyden taimitiheyserot ovat selkeästi suuremmat ja lähempänä tavoitettiheyksiä. Isonkyrössä rapsin lajikkeiden taimettuminen on ollut parempaa. Tuloksissa on kuitenkin poikkeus Performer-lajikkeen kohdalla. Tuloksien mukaan harvaan kylvötiheyteen kylvettyjen ruutujen taimitiheyden keskiarvo on suurempi kuin kylvötiheys. Tämän kohdalla on mahdollista, että taimitiheydet on laskettu ruudun kohdista, joihin siementä on mennyt

hieman enemmän kuin muualle ruutuun. Erityisesti yhden kerranteen taimitiheys 140kpl/m^2 nostaa keskiarvoa suuremmaksi.

Koekentän ja koeruutujen taimitiheyden vaihteluihin on monia mahdollisia syitä. Esimerkiksi peltolohkon maan rakenteen vaihtelut, mikä vaikuttaa siementen itämiseen ja sitä myötä taimettumiseen. Myös tuloksien suureen vaihteluun voi vaikuttaa kylvössä tapahtuva epätasaisuus, esimerkiksi joihinkin kohtiin ruutua voi joutua siementä hieman enemmän kuin toisiin. Tulosten tarkkuuteen vaikuttaa rajallinen mittausmahdollisuus. Mittaukset koeruutuihin suoritettiin vain kerran ja vain yhdestä kohdasta ruutua, jolloin mukaan mittaustuloksiin mahtuu enemmän sattumia ja poikkeuksellisia tuloksia. Myös mittauskertojen puute tuo hieman epäluotettavuutta tuloksiin, sillä mittauksen jälkeinen taimettuminen ei näy tuloksissa. Tuloksista saataisiin tarkempia ja todenmukaisempia lisäämällä mittauskertoja ja tekemällä mittaukset useammasta kohdasta ruutua, jolloin tuloksien keskiarvo olisi lähellä koeruutujen todellista taimitiheyttä.

5.2 Kasvustohavainnot

Koeruutujen kasvuston kehittyminen myöhästyi normaaliin kasvukauteen verrattuna, esimerkiksi taimettuminen tapahtui kasvuston kehityksen kannalta erittäin myöhään. Itäminen oli kasvukauden olosuhteiden takia hidasta ja epätasaista. Kasvukauden aikana rypsin ja rapsin kylvötiheyskokeessa ei havaittu merkittävästi rikkakasveja, tuholaisia tai kasvitauteja. Kasvukauden alussa taimettuneissa kasveissa esiintyi rapsikuoriaisia, kuoriaiset saatiin kuitenkin kuriin kasvinsuojelulla. Rapsikuoriaisten mahdollisesti aiheuttamia tuhoja ja niiden suuruutta ei tiedetä tarkkaan, tuhot eivät kuitenkaan ole merkittäviä.

5.2.1 Kukinta

Kukinta alkoi myöhään ja koeruutujen kasvuston kehitys oli jo normaaliin kasvukauteen verrattuna muutamalla viikolla myöhässä. Kaikkien rypsi- eli Synthia-koeruutujen kukinta

alkoi viikolla 29. Viikolla 30 alkoi myös kaikkien rapsilajikkeiden kukinta. Rypsikoeruudut erottuivat viikolla 30 selkeästi koekentästä (kuva 7), sillä niiden kukinta oli jo pidemmällä eli selkeämpää ja tasaisempaa. Tiheän ja harvan kylvötiheyden koeruuduissa kukinnan kannalta ei ollut merkittäviä eroja.

Kuva 7 Koeruutujen välisiä eroja kukinnan aikana 20.7.2020. (Hakala, 2020)



Perjantaina 14.8.2020 tehdyissä havainnoissa selvisi, että Synthia-lajikkeen koeruuduissa kukinta oli mennyt ohi, lukuun ottamatta muutamia yksilöitä, joissa kukinta oli edelleen käynnissä. 14.8.2020 rapsilajikkeiden kukinta oli vielä käynnissä. Rapsilajikkeiden kukinta päättyi noin kaksi viikkoa myöhemmin kuin Synthia-kevättrypsin. Rapsin molemmissa lajikkeissa ja kaikissa niiden koeruuduissa kukinta oli melko samanaikainen. Epätasaisen itämisen ja taimettumisen takia kukinnassa esiintyi myös hieman koeruutujen sisäistä epätasaisuutta. Muutamat kasviyksilöt aloittivat ruuduissa kukinnan aikaisemmin kuin muut ruudun kasviyksilöt. Myös kukinnan loputtua koeruuduissa esiintyi yksittäisiä vielä kukkivia kasviyksilöitä.

5.2.2 Tuleentuminen ja lako

Tiheän ja harvan kylvötiheyden välillä ei myöskään tuleentumisen ajankohdalla ollut merkittäviä eroja. Tuleentumisen ajankohdan erot olivat lähinnä lajikekohtaisia. Saman lajikkeen arvioidut tuleentumisen ajankohdan erot olivat suurimmillaan muutaman vuorokauden. Rypsi Synthian arvioitiin tuleentuneen 27.9-29.9.2020. Kuvassa 8 koeruutujen kasvustojen kehittymisen eroja, missä rypsikoeruudet erottuvat selkeästi rapsikoeruduista aikaisuudellaan. Rapsin lajikkeista Cleopatran koeruudet tuleentuivat muutaman vuorokauden aikaisemmin kuin Performer-lajikkeen koeruudet. Kylvötiheydellä ei ollut rapsin lajikkeiden tuleentumisen ajankohtaan merkittävää vaikutusta. Rapsin koeruudet tuleentuivat viikolla 43. Koeruutujen sisäisessä tuleentumisessa oli myös hieman eriaikaisuutta eli lähes kaikissa koeruduissa oli eriaikaisia yksilöitä. Eriaikaisia kasviyksilöitä oli kuitenkin koeruduissa melko vähän, joten tuleentumisen ajankohdan määrittämiseen ei niillä ollut merkittävää vaikutusta. Poikkeuksellisen kasvukauden seurauksena koeruutujen kasvustot tuleentuivat myöhään ja selkeitä eroja kylvötiheyden vaikutuksesta tuleentumisen ajankohtaan oli vaikea havaita. Koeruutujen kasvusto ei ollut mennyt lakoon eli lakoprosentti koeruduissa oli hyvin pieni. Usein tiheän kasvuston oletetaan olevan herkempi lakoontumiselle, mutta kyseisenä kasvukautena koeruduista ei saatu selkeitä tuloksia kylvötiheyden vaikutuksesta lakoontumiseen.

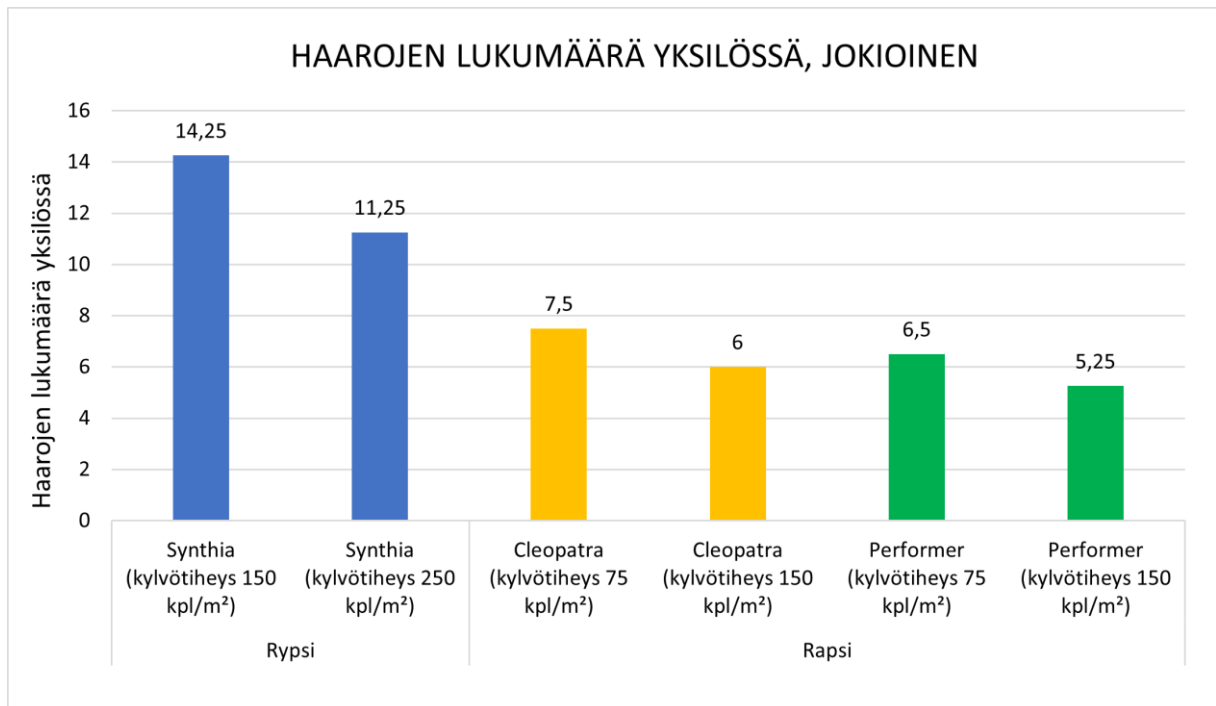
Kuva 8 Koeruutujen välisiä kasvustoeroja 28.9.2020 koekentässä. Vaaleimmat ruudut ovat rypsiä. (Hakala, 2020)



5.3 Haarojen lukumäärä yksilössä

Jokaisesta näyteyksilöstä laskettiin haarojen lukumäärä yksilössä. Näyteyksilöistä saatavien tuloksien perusteella on laskettu keskiarvo jokaiselle kerranteelle eli koeruudulle. Haarojen lukumäärien erot eri koeruuduissa ovat melko vähäisiä. Kuvaan 9 on laskettu koeruutujen keskiarvot jokaiselle lajikkeelle ja kylvötiheydelle.

Kuva 9 Haarojen lukumäärä yksilössä Jokioisilla.



Haarojen lukumäärä yksilössä on suurempi harvaan kylvetyissä ruuduissa. Harvemmalla kylvötiheydellä kylvettäessä yksilöillä on enemmän kasvutilaa. Synthialla rypsin haarojen lukumäärän ero harvan ja tiheän kylvötiheyden välillä on selkeämpi kuin rapsin lajikkeiden. Kaikilla lajikkeilla kuitenkin harvempaan tiheyteen kylvetyillä kasviyksilöillä on enemmän haaroja. Suuremman haarojen lukumäärän erottaa hyvin tiheän ja harvan kylvötiheyden kasvinippuja verrattaessa toisiinsa, kuten kuvassa 10.

Kuva 10 Rapsin Cleopatra-lajikkeen näyteyksilöiden niput. Oikealla tiheään kylvetyn ruudun yksilöitä ja vasemmalla harvaan kylvetyn ruudun yksilöitä. (Hakala, 2020)

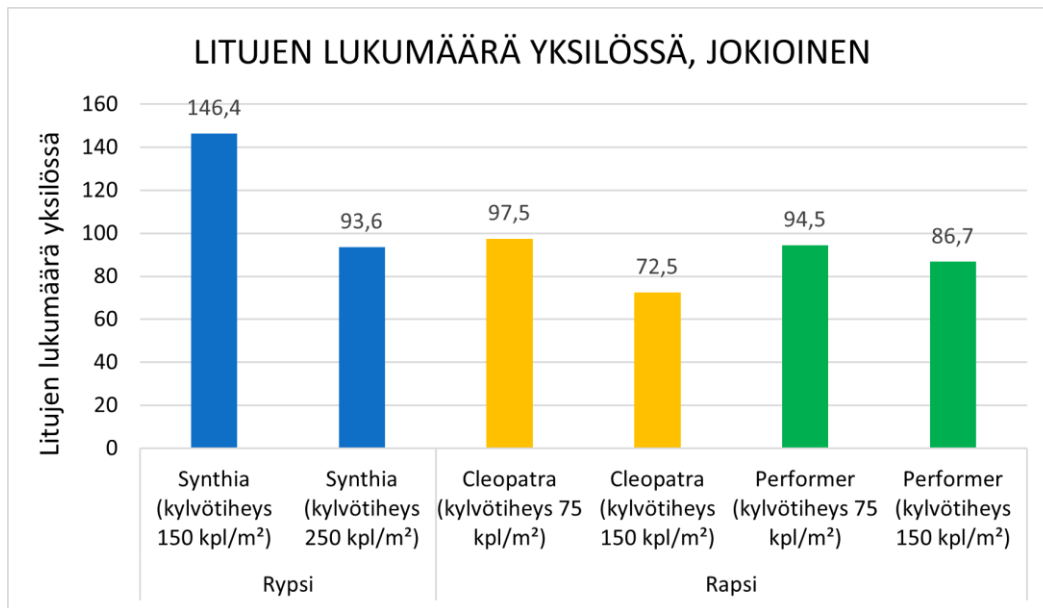


Kuvasta 10 erottaa hyvin eron harvan ja tiheän kylvötiheyden välillä. Harvaan kylvetyissä koeruuduissa on ollut enemmän kasvutilaa ja kasviyksilöt ovat haaroittuneet enemmän. Yksilöistä on tullut myös vahvempia ja pidempiä.

5.4 Litujen lukumäärä yksilössä

Koeruuduista kerätyistä näyteyksilöstä laskettiin litujen lukumäärät. Tuloksissa (kuva 11) ovat koeruutujen keskiarvot litujen lukumäärästä jokaiselle lajikkeelle ja kylvötiheydelle.

Kuva 11 Litujen lukumäärä yksilössä.



Tuloksien (kuva 11) mukaan lituja on enemmän harvempaan kylvötiheyteen kylvetyissä koeruuduissa. Samalla kylvötiheydellä kylvettyjen kerranteiden ja koeruuduista kerättyjen kasviyksilöiden välillä ei ollut merkittäviä eroja.

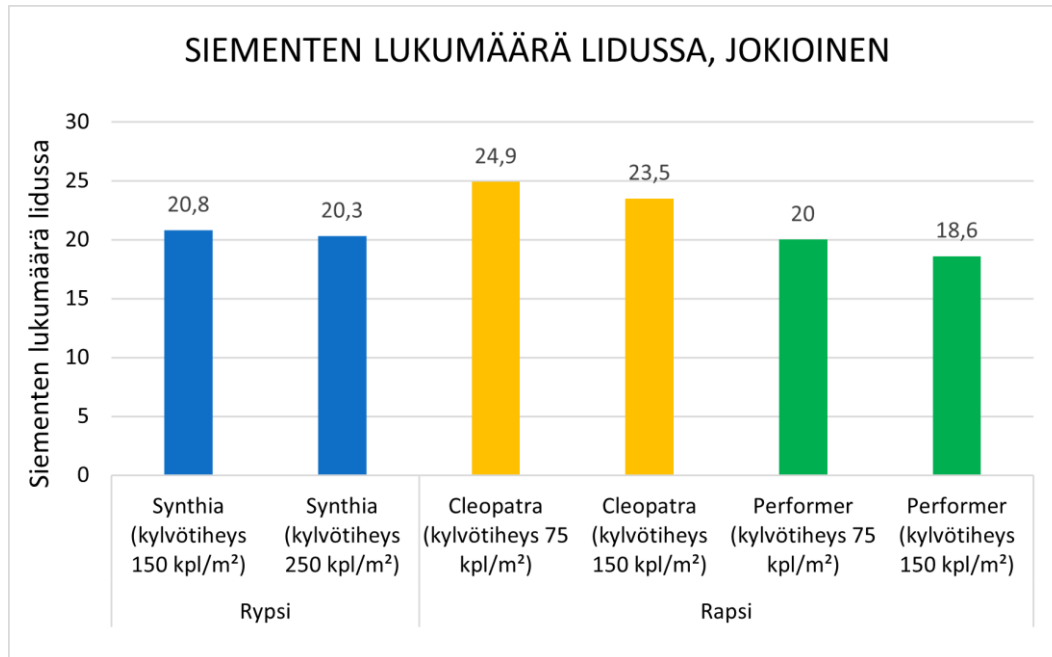
Tuloksien luotettavuuteen voi vaikuttaa litujen mahdollinen enneaikainen variseminen. Näyteyksilöiden keräämisen ajankohtana näyteyksilöstä litujen variseminen oli kuitenkin vähäistä. Näyteyksilöiden kuivaamisen jälkeen litujen variseminen lisääntyi hieman. Litujen variseminen oli kuitenkin vähäistä ja se oli tasaista näyteyksilöiden välillä, joten tuloksia voidaan pitää melko tarkkoina ja totuudenmukaisina. Tuloksia voidaan pitää myös melko tarkkoina, sillä litujen määrät laskettiin jokaisesta koeruudusta kymmenestä satunnaisotannalla kerätystä näyteyksilöstä.

5.5 Siementen lukumäärä lidussa

Jokaisesta näyteyksilöstä on laskettu viidestä lidusta siementen lukumäärä. Lidut on valittu yksilöistä satunnaisotannalla. Lidut on kuitenkin valittu niin, että tulokset ovat mahdollisimman totuudenmukaiset, esimerkiksi valitsemalla sekä isoja, keskikokoisia että

pieniä lituja. Pääsääntöisesti lidut kasviyksilöissä olivat melko samanlaisia. Kuvaan 12 on laskettu siementen lukumäärä lidussa keskiarvona jokaiselle lajikkeelle ja kylvötiheydelle.

Kuva 12 Siementen lukumäärä lidussa.

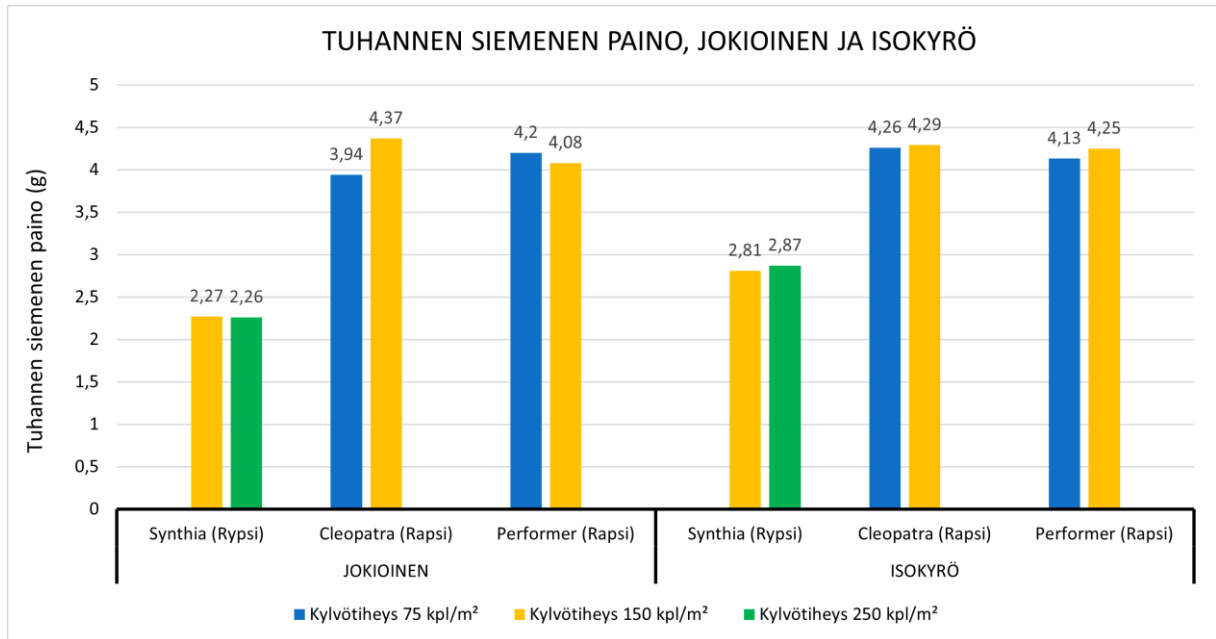


Tuloksista (kuva 12) selviää, että harvaan kylvötiheyteen kylvetyissä koeruduissa keskimääräisesti siementen lukumäärä lidussa on hieman suurempi. Rapsilajikkeilla siementen lukumäärän erot lidussa ovat suuremmat kuin rypsin Synthialla. Tuloksia voidaan pitää melko paikkansa pitävinä, koska siementen lukumäärä laskettiin viidestä lidusta jokaisesta kymmenestä näyteyksilöstä. Yhden koeruudun kasviyksilöiden liduissa siementen lukumäärät ovat melko tasaisia ja vaihtelu on korkeintaan vain muutaman siemenen ero. Myös kerranteiden välillä siementen lukumäärät lidussa on melko samat jokaisen lajikkeen ja kylvötiheyden kesken.

5.6 Tuhannen siemenen paino

Koerutuojen tuhannen siemenen painojen tiedot on saatu Borealilta. Tuloksiin (kuva 13) on laskettu tuhannen siemenen painoista keskiarvot jokaiselle lajikkeelle ja kylvötiheydelle.

Kuva 13 Tuhannen siemenen paino.



Tuhannen siemenen painot ovat melko samanlaiset molemmissa kenttäkokeissa.

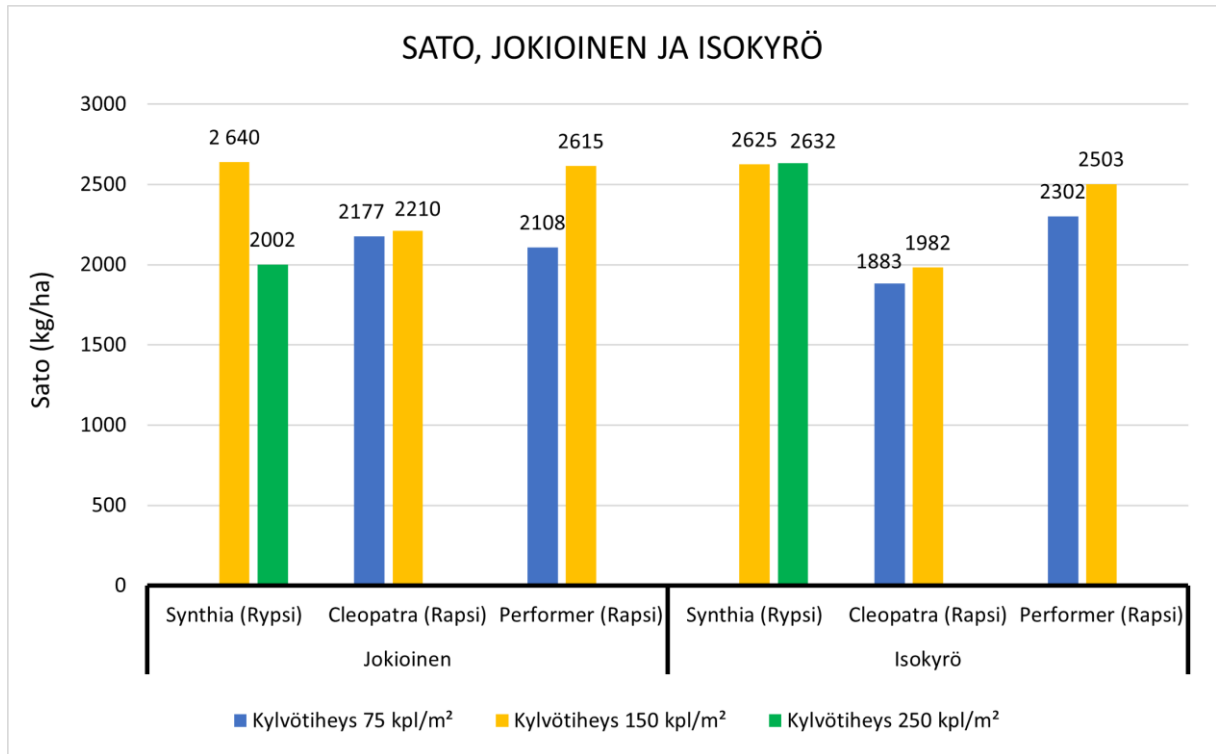
Kylvötiheyksillä ei ole tuloksien kannalta merkittävää vaikutusta tuhannen siemenen painoihin. Siementen määrällä lidussa ei tuloksien mukaan ole suurta vaikutusta tuloksiin.

Usein pienempi määrä siemeniä lidussa korvautuu suuremmilla siemenillä. Jokioisilla sijaitsevilla kenttäkokeissa tuloksien mukaan vain Cleopatra-lajikkeella tuhannen siemenen paino on korkeampi harvaan kylvötiheyteen kylvetyissä koeruuduissa, joissa myös siementen määrä lidussa on pienempi kuin tiheään kylvetyissä ruuduissa. Synthia- ja Performer-lajikkeilla tuhannen siemenen painon erot ovat pieniä sekä Jokioisilla että Isossakyrössä sijaitsevilla kenttäkokeissa.

5.7 Sadon määrä

Koeruutujen sadon määrä tiedot on saatu Borealilta. Koeruutujen sato kerättiin koeruudun eli 6 m² pinta-alalta. Kuvaan 14 on laskettu koeruutujen sadoista hehtaarisadot jokaiselle lajikkeelle ja kylvötiheydelle.

Kuva 14 Hehtaarisadot Jokioisilla ja Isossakyrössä.

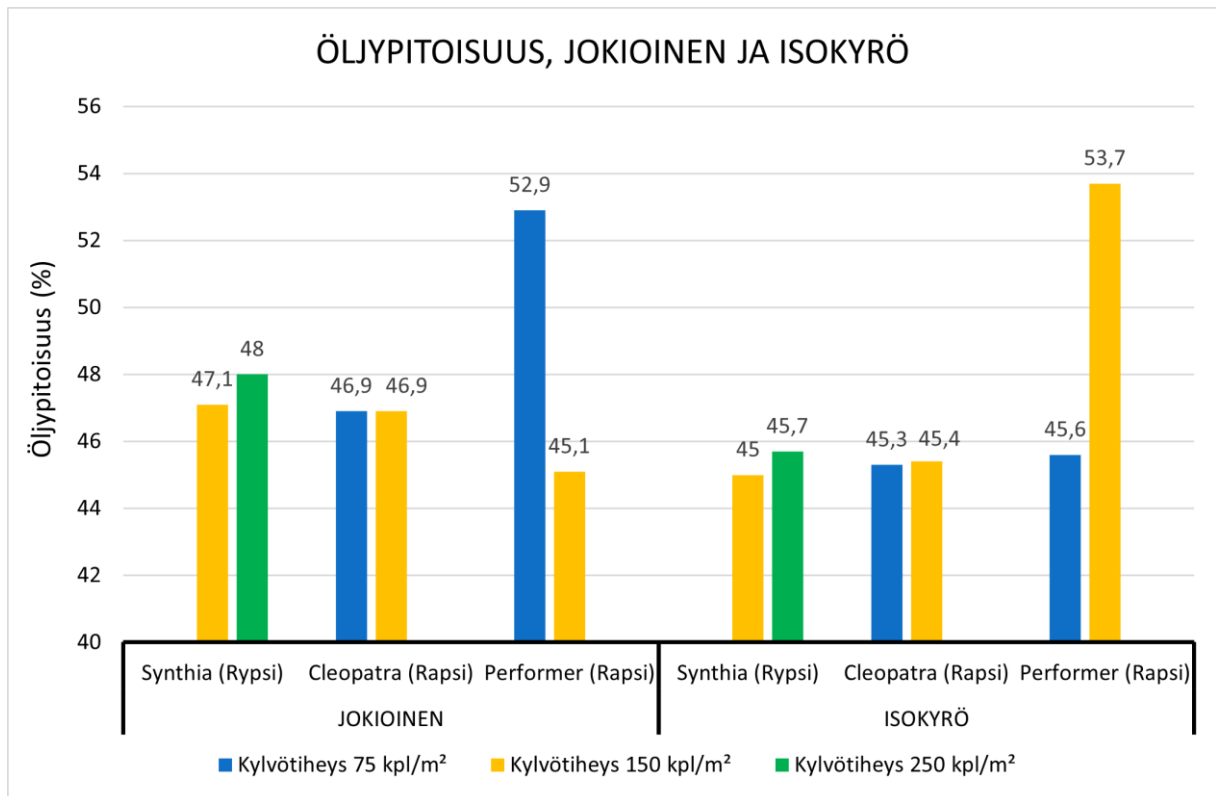


Määrällisesti sato on rypsin Synthia-lajikkeilla kenttäkokeissa onnistunut paremmin harvemmalla kylvötiheydellä. Jokioisilla sijainneessa kenttäkokeessa ero on melko suuri harvan ja tiheän kylvötiheyden välillä. Synthia-lajikkeen kohdalla on harvalla kylvötiheydellä päästy lähes samaan tai jopa parempaan satoon kuin tiheällä kylvötiheydellä. Jokioisilla sato on ollut paljon suurempi harvalla kylvötiheydellä. Isossakyrössä sato on ollut taas lähes sama molemmilla kylvötiheyksillä. Cleopatra-lajikkeella sato on ollut hieman suurempi tiheällä kylvötiheydellä kylvettäessä, ero on kuitenkin todella pieni. Cleopatra-lajikkeen viljely on onnistunut sadon määrän perusteella paremmin Jokioisilla. Selkeämpi ero kylvötiheydellä on ollut Performer-lajikkeen sadon määrään. Sato on suurempi tiheällä kylvötiheydellä. Jokioisilla sijainneessa kenttäkokeessa sadon määrän ero on suurempi kuin Isossakyrössä sijainneessa kenttäkokeella. Molemmissa kenttäkokeissa tiheämmällä kylvötiheydellä on kuitenkin saatu selkeästi suurempi sato.

5.8 Sadon laatu

Koeruutujen sadoista tehtiin Borealilla NIR-analysit, joista saatiin selville öljy- ja valkuaispitoisuudet. Tuloksissa (kuva 15) on koeruutujen öljypitoisuuksien keskiarvot jokaiselle lajikkeelle ja kylvötiheydelle.

Kuva 15 Öljypitoisuudet Jokioisilla ja Isossakyrössä.

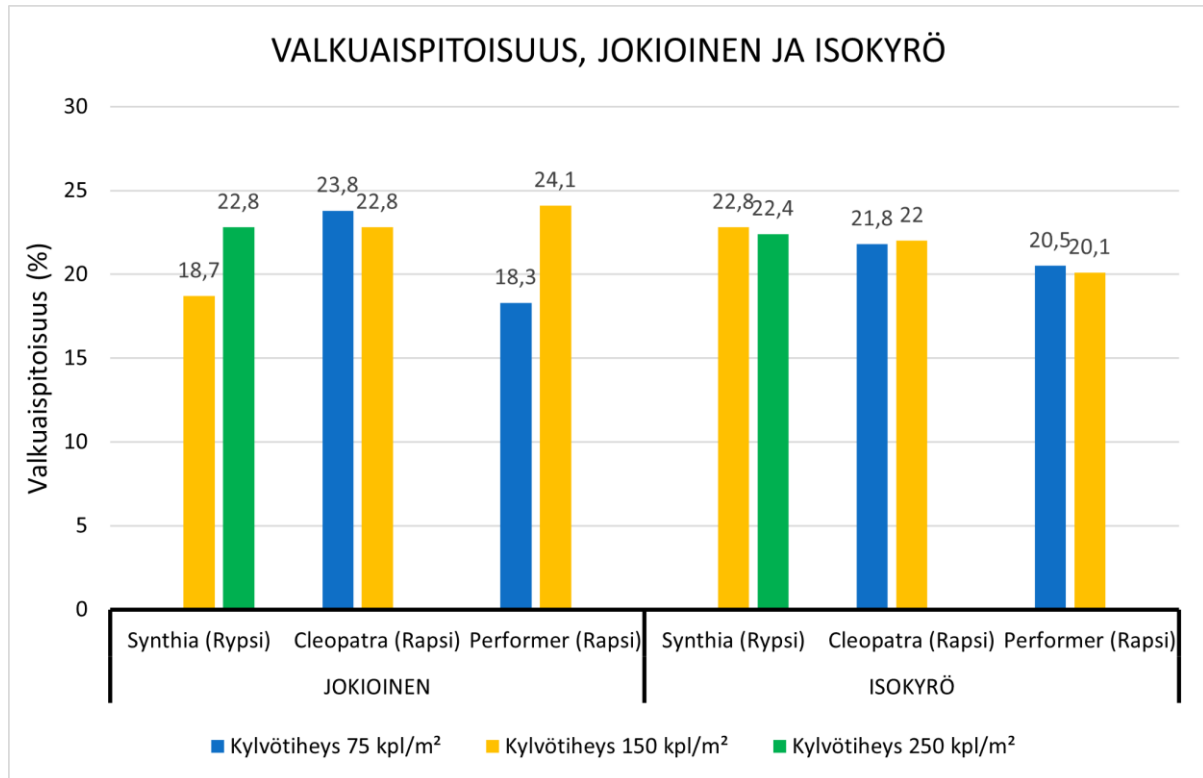


Yleisesti kenttäkokeissa kaikilla lajikkeilla ja kylvötiheyksillä öljypitoisuudet ovat korkeita, sillä keskimääräisesti rypsin ja rapsin siementen öljypitoisuudet ovat 40–45 % (Farmit, 2017). Öljypitoisuuksien erot (kuva 15) ovat olleet suurempia Performer-lajikkeella. Ero ei kuitenkaan johdu kylvötiheydestä, koska Jokioisilla suurempi öljypitoisuus on harvemmalla kylvötiheydellä kylvetyissä ruuduissa ja Isossakyrössä tiheimmällä kylvötiheydellä kylvetyissä ruuduissa. Poikkeuksellisen korkeaan tai jopa virheelliseen öljypitoisuuteen saattaa mahdollisesti vaikuttaa siementen korkea lehtivihreäpitoisuus. Siementen korkea lehtivihreäpitoisuus haittaa öljypitoisuuksien mittaamista, koska korkea lehtivihreäpitoisuus ilmenee NIR-mittauksen spektrissä osittain samalla aallonpituusalueella kuin öljypitoisuus,

joten osa lehtivihreäpitoisuudesta saatetaan huomioida virheellisesti öljynä. Siemenen korkea lehtivihreäpitoisuus on mahdollinen syy poikkeukselliseen tulokseen, sillä kasvukausi 2020 oli erittäin myöhäinen. Myöhäisen kasvukauden seurauksena siemenet eivät välttämättä ehtineet tuleentumaan täydellisesti, jolloin siementen lehtivihreäpitoisuus on voinut jäädä korkeaksi. Sadosta ei kuitenkaan ole analysoitu siementen lehtivihreäpitoisuutta, joten syytä poikkeuksellisen korkeille öljypitoisuuksille ei voida todeta varmaksi. Muilla kasvuajaltaan aikaisemmilla lajikkeilla öljypitoisuuksien erot ovat paljon pienempiä. Cleopatra-lajikkeella öljypitoisuudet ovat molemmilla kylvötiheyksillä melko samat. Synthia-lajikkeella öljypitoisuudet ovat vähän korkeammat tiheässä kylvötiheydessä. Synthia-lajikkeella Jokioisilla sijaitsevassa kenttäkokeessa öljypitoisuudet ovat korkeampia kuin Isossakyrössä.

Kuvassa 16 on eri kylvötiheyksien ja lajikkeiden valkuaispitoisuuksien keskiarvot.

Kuva 16 Valkuaispitoisuudet Jokioisilla ja Isossakyrössä.



Valkuaispitoisuuksissa (kuva 16) erot ovat melko tasaisia Jokioisilla ja Isossakyrössä olevilla kenttäkokeilla. Kylvötiheydellä ei ole merkittävää vaikutusta siementen valkuaispitoisuuksiin.

6 JOHTOPÄÄTÖKSET KOKEESTA

Kokeen havainnot ja tulokset jakautuvat kasvukauden aikana tehtyihin kasvustohavaintoihin, kasviyksilöistä laskettuihin satokomponentteihin, sadon määrä- ja laatutietoihin. Tärkeimpiä havaintoja tuloksien kannalta ovat kasvukauden aikana tehdyt havainnot, kuten kasvuston kehittymisen seuranta. Satokomponenttien laskeminen jo kasvukauden aikana sekä näytekylöistä lasketut satokomponentit toivat tutkimukseen selkeitä, johdonmukaisia ja tärkeitä tuloksia. Myös sadon määrä ja laatuanalyysistä saadut sadon laadulliset tulokset vahvistavat muita havaintoja ja tuloksia. Sadon laadulliset tulokset mukaan lukien saatiin kattava ja monipuolinen tutkimus.

Kenttäkokeiden perusteella kylvötiheydellä on merkitystä satoon ja sen laatuun. Kasvuston rakenteessa on selkeitä eroavaisuuksia eri kylvötiheyksillä. Jo satokomponenttinäytteitä kerätettäessä harvan ja tiheän kylvötiheyksien kasvustojen erot näkyivät selkeästi. Harvalla kylvötiheydellä kylvettäessä kasviyksilöt olivat suurempia, vahvempia ja haaroittuneempia. Myös kasviyksilöistä laskettujen satokomponenttien mukaan tulokset olivat samankaltaisia kasvuston ja kasviyksilöiden suhteen. Kasvin haaroittumisen myötä kasviyksilöihin muodostuu enemmän lituja. Kenttäkokeen mukaan myös liduissa oli keskimääräisesti enemmän siemeniä harvemmalla kylvötiheydellä. Kyseisessä kenttäkokeessa siementen kokoon kylvötiheydellä ei ollut merkittävää vaikutusta vastoin aikaisempien vastaavien kokeiden tuloksiin verrattaessa. Tuhannen siemenen painon tuloksien erot olivat eri kylvötiheyksillä pienet ja tuloksien suunta vaihteli riippuen lajikkeesta ja kenttäkokeesta. Tuloksista ei selviä selkeästi kummassa tiheydessä paino on suurempi.

Kenttäkokeiden tuloksissa taimitiheyksissä oli eniten vaihtelua ja epätasaisuutta.

Taimitiheyksien tuloksiin on mahdollisesti vaikuttanut, että osa taimitiheyksistä on laskettu koeruutujen kohdista, mihin siementä on mennyt hieman enemmän kuin muualle ruutuun. Erityisesti taimitiheyksien tuloksien tarkentamiseksi mittauskertoja ja mittaamista eri kohdista ruutua olisi hyvä lisätä.

Kukinnan ja tuleentumisen ajankohdan erot olivat kyseisenä kasvukautena lajikekohtaisia. Kukinta oli myöhäinen keskivertoiseen kasvukauteen verrattuna. Synthia-rypsi aloitti kukinnan aikaisemmin kuin rapsin lajikkeet. Rapsin lajikkeilla kukinta oli melko samanaikainen. Rapsin Synthia tuleentui selkeästi aikaisemmin kuin rapsin molemmat lajikkeet. Rapsin lajikkeista Cleopatra tuleentui muutaman vuorokauden aikaisemmin kuin Performer. Poikkeuksellisen kasvukauden seurauksena kylvötiheyden vaikutukset tuleentumisen ajankohtaan eivät näkyneet selkeästi koeruujuen kasvustoissa, sillä erot olivat maksimissaan vain muutaman vuorokauden. Kylvötiheydellä ei ollut kyseisenä kasvukautena merkittävää vaikutusta tuleentumisen ajankohtaan minkään lajikkeen kohdalla.

Sadon määrissä oli vaihtelua lajikkeiden välillä. Rypsilä sadon määrän mukaan harvempi kylvötiheys oli parempi, kun taas molemmilla rapsin lajikkeilla tiheämmällä kylvötiheydellä on saatu suurempi sato. Sadon laatuun kylvötiheyden vaikutuksen erot olivat vähäisempiä. Öljy- ja valkuaispitoisuuksiin ei saatu kokeen avulla selkeitä tuloksia kylvötiheyden merkityksestä. Erot pitoisuuksissa olivat melko pienet muutamia poikkeuksia lukuun ottamatta. Tuloksista ei selviä selkeää suuntaa, vaan tuloksissa on vaihtelua ja poikkeuksia riippumatta kylvötiheydestä.

Eryteisesti kasvuaikana tehtyjen havaintojen ja satokomponenttien avulla tehtyjen tuloksien perusteella on kannattavampaa ja taloudellisempaa kylvää harvaan kylvötiheyteen, koska harvalla kylvötiheydellä on päästy lähes samaan satoon kuin tiheällä kylvötiheydellä. Sadon määrään ja laatuun kylvötiheydellä ei ole kovin suurta merkitystä. Harvalla kylvötiheydellä ei ole kuitenkaan merkittävästi negatiivisia vaikutuksia sadon laatuun ja määrään. Harva kylvötiheys vähentää myös kasvuston lakoontumisen ja pahkahomeen riskiä.

Suurin osa tuloksista ovat samansuuntaisia kuin aikaisemmista vastaavista kylvötiheyskokeista saadut tulokset. Eryteisesti kasvuston rakenteen eroavaisuudet ja satokomponenteista saadut tulokset ovat samankaltaisia aiempien tutkimuksien ja kokeiden kanssa. Kyseisten kenttäkokeiden tuloksien ja aikaisempien vastaavien kokeiden mukaan harvaan kylvettäessä kasviyksilöt kompensoivat harvaa kasvutiheyttä suuremmilla

kasviyksilöillä. Vaikka kyseisellä kasvukaudella ei havaittu merkittävästi tuholaisia, rikkakasveja tai kasvitauteja, aikaisemmat kylvötiheyskokeet ovat osoittaneet kylvötiheydellä olevan merkitystä niiden esiintymiseen, esimerkiksi tiheä kasvusto on hyvä kilpailemaan rikkakasvien kanssa ja on usein herkempi kasvitaudeille.

6.1 Muuttuvien tekijöiden vaikutus

Kasvukausi oli erittäin poikkeuksellinen ja keskimääräiseen kasvukauteen nähden myöhäinen. Kasvuston kehitys oli lähes koko kasvukauden myöhässä keskimääräiseen kasvukauteen verrattaessa. Erityisesti Jokioisilla kenttäkokeen kylvöajankohta myöhästyi normaalista roudattoman talven ja kylmän kevään seurauksena. Kasvuston taimettuminen oli myös hidasta ja epätasaista. Sadonkorjuu oli erittäin myöhäinen verrattaessa kasvuajaltaan aikaisiin kasvukausiin. Isossakyrössä ja Jokioisilla sijaitsevien kenttäkokeiden tulokset ovat kuitenkin suurimmilta osin samansuuntaisia ja tulokset kuvaavat hyvin kyseisen kasvukauden olosuhteiden kannalta optimaalista kylvötiheyttä.

Poikkeuksellisen kasvukauden seurauksena tuloksien käyttäminen ja vertaaminen normaalimpaan kasvukauteen ei välttämättä tuo viljelyn onnistumisen kannalta kaikkein parhaimpia tuloksia. Normaalimpana keskivertokasvukautena osa tuloksista saattaisi olla erilaiset ja esimerkiksi lajikkeen ja kylvötiheyden vaikutukset kasvu aikaan saattaisivat näkyä selkeämmin. Erityisesti kylvötiheyksien vaikutukset tuleentumisen ajankohtaan saattaisivat olla selkeämmät.

Kylvötiheyskokeesta olisi voitu saada mahdollisesti selkeämpiä tuloksia, jos kylvötiheyserot olisivat toteutuneet hieman paremmin, esimerkiksi taimitiheyksissä. Erojen ollessa suurempia olisi mahdollisesti saatu tarkempia tuloksia kylvötiheyden vaikutuksesta kasvu aikaan, kuten esimerkiksi kukintaan ja tuleentumisen ajankohtiin. Kylvötiheyksien erot olivat kuitenkin riittävät kokeen onnistumisen kannalta, sillä kokeesta saatiin toivottuja tuloksia, esimerkiksi kasvuston rakenteeseen ja satokomponentteihin kylvötiheyden vaikutukset ovat selkeitä.

Huolimatta poikkeuksellisesta kasvukaudesta suurin osa tuloksista on varmasti vertailukelpoisia ja hyvä huomioida optimaalista kylvötiheyttä harkittaessa. Jatkettaessa kokeen toteuttamista tulevaisuudessa mittauskertoja sekä mittaamista useammasta kohdasta ruutua kannattaisi lisätä luotettavien tuloksien saamiseksi. Kokeen tulokset ovat vain yhden poikkeuksellisen kasvukauden kenttäkokeiden tuloksia, joten tarkempien tuloksien saamiseksi kenttäkoetta ja satokomponenttien laskemista täytyisi jatkaa tulevaisuudessa.

Lähteet

Alikärri, O. (Maaliskuu, 2000) Rypsin kasvatavan tunteminen avain hyvään satoon, *Maatilan Pellervo*. Haettu 11.2.2021 osoitteesta https://www.pellervo.fi/maatila/3_y00/rypsikas.htm

Aronen. I. (6.11.2017) dia 7. Palkokasveilla kohti parempaa valkuaisomavaraisuutta "Edellytykset Suomen valkuaisomavaraisuudelle" Raision Agro Oy. Haettu 14.1.2021 osoitteesta https://www.satafood.net/site/assets/files/1447/kokemaki_01_11_2017_esitys.pdf

Berner (n.d.-a) kasvinsuojelu, kasvunsäätet ja kiinnikkeet. Haettu 20.11.2020 osoitteesta <http://kasvinsuojelu.berner.fi/tuotteet/kasvunsaateet-ja-kiinnitteet/dassoil>

Berner (n.d.-b) rikkakasvien torjunta. Haettu 20.11.2020 osoitteesta <http://kasvinsuojelu.berner.fi/tuotteet/rikkakasvien-torjunta/galera>

Berner (n.d.-c) tuholaisten torjunta. Haettu 20.11.2020 osoitteesta <http://kasvinsuojelu.berner.fi/tuotteet/tuholaisten-torjunta/sumi-alpha-5-fw>

Boreal (n.d.-a) Cleopatra. Haettu 13.1.2021 osoitteesta <https://boreal.fi/lajikkeet/cleopatra/>

Boreal (n.d.-b) Synthia. Haettu 13.1.2021 osoitteesta <https://boreal.fi/lajikkeet/synthia/>

Boreal (n.d.-c) Tietoa meistä. Haettu 6.2.2021 osoitteesta <https://boreal.fi/tietoa-meista/>

Canola council (n.d.) Canola growth stages. Haettu 8.3.2021 osoitteesta <https://www.canolacouncil.org/canola-encyclopedia/growth-stages/>

Esala, M & Rahkonen, A. (1988) s.22-23. Kevätviljojen ja -öljykasvien kylvöaika. Maatalouden tutkimuskeskus.

Eurofins (2017) Viljavuustutkimuksen tulkinta. Haettu 4.3.2021 osoitteesta

<https://cdnmedia.eurofins.com/european-east/media/1818630/viljavuustutkimuksentulkinta2017teroprint.pdf>

Farmit (2007) s. 44, Kasvuopas. Haettu 16.1.2021 osoitteesta

https://www.farmit.net/sites/default/files/other/pages/Kasvuopas_2007_s.42-83.pdf

Farmit (2007) S.113, Kasvuopas. Haettu 16.1.2021 osoitteesta

https://www.farmit.net/sites/default/files/other/pages/Kasvuopas_2007_s.84-123.pdf

Farmit (2020) Kylvämään öljykasveja. Haettu 13.1.2021 osoitteesta

<https://www.farmit.net/oljykasvit/2020/02/28/kylvamaan-oljykasveja>

Farmit (n.d.-b) Möhöjuuri. Haettu 5.3.2021 osoitteesta

<https://www.farmit.net/kasvinviljely/kasvinsuojelu/kasvitaudit/tunnistuskuvat/mohojuuri>

Farmit (n.d.-a) Pahkahome. Haettu 3.3.2021 osoitteesta

<https://www.farmit.net/kasvinviljely/kasvinsuojelu/kasvitaudit/tunnistuskuvat/pahkahome>

Farmit (n.d.) Rapsi. Haettu 15.10.2020 osoitteesta

<https://www.farmit.net/kasvinviljely/oeljykasvit/rapsi>

Farmit (2017) Riittävästi malttia öljykasvien kuivauksessa. Haettu 1.3.2021 osoitteesta

<https://www.farmit.net/kasvinviljely/2017/09/22/riittavasti-malttia-oljykasvien-kuivauksessa>

Farmit (n.d.-c) Tehoisa lämpösumma. Haettu 12.1.2021 osoitteesta

<https://www.farmit.net/weather-service/heatsumfit>

Farmit (n.d.-d) Tilastot. Haettu 12.1.2021 osoitteesta [https://www.farmit.net/weather-](https://www.farmit.net/weather-service/tilastot)

[service/tilastot](https://www.farmit.net/weather-service/tilastot)

Farmit (2018) Top 5 – Miksi öljykasveja mukaan viljelykiertoon? Haettu 11.2.2021 osoitteesta <https://www.farmit.net/kasvinviljely-oljykasvit/2018/03/07/top-5-miksi-oljykasveja-mukaan-viljelykiertoon>

Farmit (2016) Viljelykierto osa 5 – Rypsi ja rapsi mukaan viljelykiertoon. Haettu 16.1.2021 osoitteesta <https://www.farmit.net/kasvinviljely-oljykasvit/2016/03/24/viljelykierto-osa-5-rypsi-ja-rapsi-mukaan-viljelykiertoon>

Franssila, E., Lundström, G., Rytä, E. & Tulisalo, U (2001) *Öljykasvinviljelijän opas*.

Hankkija (2020) Tärkeimmät vilja-, nurmi- ja öljykasvit 2020. Haettu 13.1.2021 osoitteesta [https://www.hankkija.fi/Liitetiedostot/Docs/pankki/tarkeimmat-vilja- -nurmi--ja-oljykasvit-2020.pdf](https://www.hankkija.fi/Liitetiedostot/Docs/pankki/tarkeimmat-vilja--nurmi--ja-oljykasvit-2020.pdf)

Hankkija (n.d.-a) Performer. Haettu 13.1.2021 osoitteesta https://www.hankkija.fi/Maatalous_ ja_metsa/Siemenet/oljykasvien-siemenet/performer-hybridikevatrapsi/

Hankkija (n.d.-b) Öljykasvien viljelyn valoisat puolet. Haettu 12.1.2021 osoitteesta https://www.hankkija.fi/Maatalous_ ja_metsa/Siemenet/oljykasvien-siemenet/oljykasvien-viljelyn-valoisat-puolet/

Ilmatieteenlaitos (2020) Kasvukausi 2020. Haettu 12.1.2021 osoitteesta <https://www.ilmatieteenlaitos.fi/kasvukausi-2020>

Ilmatieteenlaitos (n.d.) terminen kasvukausi. Haettu 15.12.2020 osoitteesta <https://www.ilmatieteenlaitos.fi/terminen-kasvukausi>

Luke (2019.-a) Lajikekokeet 2012-2019 kevätropsi. Haettu 13.1.2021 osoitteesta
http://px.luke.fi/PXWeb/pxweb/fi/maatalous/maatalous_lajikekokeet_julkaisuviisi_2019_sato_kevatropsi/330100sato_krapsi.px/table/tableViewLayout1/

Luke (2019.-b) Lajikekokeet 2012-2019 kevätropsi. Haettu 13.1.2021 osoitteesta
http://px.luke.fi/PXWeb/pxweb/fi/maatalous/maatalous_lajikekokeet_julkaisuviisi_2019_sato_kevatropsi/310100sato_krypsi.px/table/tableViewLayout1/

MTK (2020) Nostetta öljykasvien viljelyyn. Haettu 12.1.2021 osoitteesta
https://www.mtk.fi/-/rypsirapsi_hanke

Seppänen, M & Yli-Halla, M. (2008). *Peltokasvien tuotanto*. Opetushallitus

Termonen, T (25.8.2020). Rypsi- ja rapsipellot ovat katoamassa maisemasta – Öljykasvien pinta-ala vähentynyt huomattavasti. *Yle Uutiset*. Haettu 14.1.2021 osoitteesta
<https://yle.fi/uutiset/3-11510212>

Viljelijän Avena Berner (n.d.) Avena Nordic Grain Oy:n yleiset rypsin ja rapsin ostoehdot. Haettu 11.2.2021 osoitteesta <https://www.avenakauppa.fi/sivu/yleiset-rypsin-ja-rapsin-ostoehdot>

VYR (n.d.-f) Lisää viljelyalaa rypsillem ja rapsille. Haettu 11.2.2021 osoitteesta
https://www.vyr.fi/document/1/82/0e5def0/oppaat_df65dba_Oljykasviesite_suomi.pdf

VYR (2017) Rypsin ja rapsin viljelyopas. Haettu 12.1.2021 osoitteesta
<https://www.vyr.fi/rypsin-ja-rapsin-viljelyopas/rypsin-ja-rapsin-viljelyopas/>

VYR (n.d.-e) Rypsin ja rapsin viljelyopas, kylvösiemenmäärä. Haettu 9.2.2021 osoitteesta
<https://www.vyr.fi/rypsin-ja-rapsin-viljelyopas/miten-viljelen-kevatrypsia-ja-rapsia/kylvösiemenmaara/>

VYR (n.d.-a) Rypsin ja rapsin viljelyopas, laatukriteerit. Haettu 12.1.2021 osoitteesta

<https://www.vyr.fi/rypsin-ja-rapsin-viljelyopas/laatukriteerit/>

VYR (n.d.-b) Rypsin ja rapsin viljelyopas, muokkaus- ja kylvötekniikka. Haettu 10.12.2021 osoitteesta <https://www.vyr.fi/rypsin-ja-rapsin-viljelyopas/miten-viljelen-kevatripsia-ja-rapsia/muokkaus-ja-kylvotekniikka/>

VYR (n.d.-c) Rypsin ja rapsin viljelyopas, tuotannon kannattavuus. Haettu 14.1.2021 osoitteesta <https://www.vyr.fi/rypsin-ja-rapsin-viljelyopas/tuotannon-kannattavuus/>

VYR (n.d.-d) Rypsin ja rapsin viljelyopas, öljykasvien tuotanto. Haettu 12.1.2021 osoitteesta <https://www.vyr.fi/rypsin-ja-rapsin-viljelyopas/oljykasvien-tuotanto/>