

**SYYSRAPSIN RIVIVÄLIN JA TAIMITIHEYDEN VAIKUTUS KASVUUN JA
TALVEHTIMISEEN**



Ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö
Maaseutuelinkeinojen koulutusohjelma, Mustiala
Syksy, 2021
Sanni Oksanen

Tekijä	Sanni Oksanen	Vuosi 2021
Työn nimi	Syysrapsin rivivälin ja taimitiheyden vaikutus kasvuun ja talvehtimiseen	
Ohjaajat	Heikki Pietilä	

TIIVISTELMÄ

Työn tavoitteena oli selvittää syysrapsin kasvun ja talvehtimisen kannalta paras kylvötiheys ja riviväli. Työssä pyrittiin selvittämään eri rivivälien ja kylvötiheyksien vaikutusta syysrapsin kasvuun syksyllä ja miten se näkyy talvehtimisessä. Tämän opinnäytetyön toimeksiantajana toimi Boreal Kasvinjalostus Oy. Opinnäytetyön kokeellinen osuus toteutettiin toimeksiantajan peltolohkolla Jokioisilla kasvukaudella 2020–2021.

Opinnäytetyötä varten toteutetussa kylvöteknisessä kokeessa haluttiin selvittää, onko nykyisin syysrapsin viljelijöiden keskuudessa leviämään lähtenyt kylvötapa muita kylvötapoja edullisempi syysrapsin kannalta. Syysrapsin viljelijöiden keskuudessa on puhuttu harvemman rivivälin puolesta, kuitenkin asiaa laajemmalti virallisesti tutkimatta.

Kokeessa tavoiteltua parasta kylvötiheyttä ja riviväliä syysrapsin kasvun kannalta syksyllä on vaikea mennä sanomaan yhden kokeen perusteella. Tehtyjen havaintojen perusteella syksyn kasvun kannalta parhaan rivivälin ja kylvötiheyden määrittäminen kahden eri kylvötiheyden ja rivivälin välillä osoittautui haasteelliseksi tehtäväksi. Talvehtimisen kannalta paras kylvötiheys ja riviväli oli mahdollista määrittellä, ja löytää myös kaksi muuta vahvaa vaihtoehtoa käytettäväksi kylvötavaksi. Parhaiten syysrapsikokeessa syksyn kasvun ja talvehtimisen kannalta pärjäsivät ne koeruodut, jotka oli kylvetty käyttämällä 75 kappaleen neliötiheyttä ja 25 senttimetrin riviväliä.

Avainsanat syysrapsi, riviväli, kylvötiheys, talvehtiminen

Sivut 54 sivua

Mustiala

Author Sanni Oksanen

Year 2021

Subject The effects of winter rape spacing and plant density to growth and wintering

Supervisors Heikki Pietilä

ABSTRACT

The aim of the study was to determine the best sowing density and row spacing for the growth and overwintering of winter rape. The aim of the study was to find out the effect of different row spacing and sowing densities on the growth of winter rape in autumn and how it's reflected in wintering. This thesis was commissioned by Boreal Kasvinjalostus Oy. The experimental part of the thesis was carried out in the client's field block in Jokioinen during the growing season 2020–2021.

The aim of the sowing technique experiment carried out for the thesis was to find out whether the sowing method that is currently common among rapeseed growers is better than other sowing methods for winter rape. There has been talk of wider line spacing among rapeseed growers, but without actual research.

The best sowing density and row spacing desired in the experiment for the growth of winter rape in the autumn is difficult to determine based on one experiment. Based on the observations made, determining the best row spacing and sowing density between the two different sowing densities and row spacing proved to be a challenging task for autumn growth. From the point of view of wintering, it was possible to determine the best sowing density and row spacing, and to find two other strong alternatives for the sowing method to be used. In the winter rape experiment, the test squares that had been sown using a density of 75 pieces and a spacing of 25 cm did best in terms of autumn growth and wintering.

Keywords winter rape, spacing, density of plants, wintering

Pages 54 pages

Sisälllys

1	Johdanto	1
2	Syysrapsi	2
2.1	Historia	2
2.2	Tuotanto.....	3
2.3	Ominaisuudet.....	3
2.4	Sadon muodostuminen.....	5
2.5	Laatukriteerit.....	5
2.6	Jalostus ja lajikkeet.....	6
3	Viljely Suomessa	8
3.1	Muokkaus.....	9
3.2	Kylvö.....	9
3.3	Lannoitus.....	10
3.4	Talvehtiminen	11
3.5	Kasvinsuojelu.....	12
3.6	Sadonkorjuu	14
3.7	Sadon jalostus	15
4	Riviväli- ja kylvötiheyskoe Boreal Kasvinjalostus Oy:ssä	15
4.1	Kokeen toteuttaminen	15
4.1.1	Viljavuus	17
4.1.2	Esikasvit ja viljelyhistoria.....	18
4.1.3	Muokkaus ja kylvö.....	19
4.1.4	Lannoitus	19
4.1.5	Kasvinsuojelu.....	20
4.2	Kasvukauden sääolosuhteet	22
4.2.1	Tehoisa lämpötilasumma	22
4.2.2	Sadesumma	23
4.2.3	Termisen kasvukauden pituus.....	23
4.3	Talvehtimisolosuhteet	24
4.3.1	Lumitilanne.....	24
4.3.2	Lämpötilat ja lämpövaihtelu	25
5	Kokeen tulokset.....	28
5.1	Taimettuminen.....	28
5.2	Taimitiheys	28

5.3	Kasvuston korkeus ja kasvipeitteisyys	31
5.4	Juuriston kehitys	34
5.5	Talvehtimisen edellytykset	42
5.6	Syksyn muut kasvustohavainnot.....	44
5.7	Kevään kasvustohavainnot	49
6	Yhteenveto kokeen tuloksista	51
7	Johtopäätökset	52
7.1	Tärkeimmät havainnot.....	53
	Lähteet.....	55

1 Johdanto

Opinnäytetyön tilaajana toimii Boreal Kasvinjalostus Oy. Boreal Kasvinjalostus Oy on kotimainen kasvinjalostusyhtiö, jonka tavoitteena on jalostaa ja kehittää Suomen viljelyolosuhteisiin viljelyvarmoja ja kestäviä peltokasvilajikkeita. Boreal Kasvinjalostus Oy:n jalostusohjelma on pääasiassa keskittynyt Jokioisille, mutta kenttäkokeita on laajasti ympäri Suomen. Jokiosilla tehdään muun muassa risteytykset, biotekniset työt, laboratoriotyöt, kasvihuonetyöt ja osa kenttäkokeista. Yksi Borealin tavoitteista on laajentaa vientimarkkinoita. Tällä hetkellä tärkeimmät vientikohteet ovat Ruotsi ja Baltian maat. (Boreal Kasvinjalostus Oy, n.d.)

Öljykasvien ja niistä jatkojalostettujen tuotteiden kysyntä kasvaa tasaisesti ympäri maailman. Kysyntä on kasvanut maailmanmarkkinoilla jopa 17 prosenttia viimeisen viiden vuoden aikana. Suomessakin olisi mahdollista kasvattaa öljykasvien viljelyalaa jopa kaksinkertaiseksi nykyiseen viljelyalaan nähden. Tämä olisi hyvän viljelykierron avulla mahdollista, eikä teollisuuden kapasiteettikaan tulisi vielä vastaan tuotannon kaksinkertaistuessa. Maailmanmarkkinoilla käydään kasviöljyjen lisäksi rehuraaka-ainekauppaa, jossa rapsi on tärkeä valkuaisrehuraaka-aine. Rapsia käytetään myös yhä enenevässä määrin biopolttoaineen raaka-aineena, mikä lisää myös rapsiöljyn kysyntää. (Vilja-alan yhteistyöryhmä VYR, n.d.) (Vilja-alan yhteistyöryhmä VYR, n.d.)

Tämän opinnäytetyön tarkoitus on selvittää syysrapsin kylvötiheyden ja rivivälin vaikutusta kasvuun ja talvehtimiseen. Kenttäkokeella pyritään selvittämään erityisesti rivivälin ja kylvötiheyden vaikutuksia kasvustoon syksyllä. Syksyllä tehtyjen havaintojen perusteella tarkastellaan myös eri kylvömenetelmin toteutettujen ruutujen talvehtimismahdollisuuksia. Talven jälkeen keväällä tarkastellaan talvehtineita kasviyksilöitä ja vertaillaan eri menetelmien vaikutusta talvehtimiseen. Tavoitteena on selvittää optimaalisin riviväli ja kylvötiheys syysrapsille syksyn kasvun ja talvehtimisen kannalta. Tarkoituksena olisi eri kylvömenetelmin toteutetuista koeruuduista löytää ne, jotka ovat selvinneet talvehtimisestä pienimmillä tappioilla.

2 Syysrapsi

Syysrapsi (*Brassica napus oleifera*) on proteiinipitoinen erikoiskasvi, joka on toistaiseksi alihyödynnetty jatkojalostuksessa. Suurin haaste on kasvien talvehtiminen, koska kaikki talvet eivät ole suotuisia syysrapsin viljelylle. Kuitenkin talvehtimisen onnistuttua on syysrapsi hyvän esikasviarvonsa ja satonsa puolesta hyvä viljelykasvi. Lisäksi Suomessa on käyttöä öljykasveille sekä elintarviketeollisuudessa että rehuteollisuudessa. Syysrapsi on myös mainio keino Suomen kasviöljyomavaraisuuden ja valkuaisomavaraisuuden parantamiseen. (Luonnonvarakeskus LUKE, n.d.) (Ohralahti, 2020) (Vilja-alan yhteistyöryhmä VYR, n.d.) (Lantbrukarnas Riksförbund LRF, 2020)

2.1 Historia

Rapsi (*Brassica napus oleifera*) on lantun alalaji, jonka katsotaan kehittyneen Suomessakin kasvavan peltokaalin ja nauriin risteytyksen tuloksena. Rypsin (*Brassica rapa oleifera*) ja rapsin katsotaan olevan peräisin Välimeren alueelta, vaikka niiden jalostus peltokasveiksi on tapahtunut Pohjois-Euroopassa. Öljykasvien jalostusta on Suomessa tehty ainakin 1970-luvulta saakka, jolloin lääkintöhallitus antoi uuden linjauksen öljykasvien jalostusohjelmaan. Uudessa linjauksessaan vuonna 1975 lääkintöhallitus linjasi kasviöljyjen erukahappopitoisuuden ylärajaksi yhden prosentin rasvahappojen kokonaismäärästä. Linjauksen myötä Suomessa siirryttiin syysöljykasvien jalostuksesta kevätöljykasvien jalostukseen. Vaihdos tapahtui, koska syysöljykasvien erukahappopitoisuus oli korkeampi kuin kevätöljykasvien. Myös syysrapsin viljely loppui 1970-luvulla kokonaan Suomessa jalostustyön puuttumisen vuoksi. Jalostustyötä ja viljelyä jatkettiin kuitenkin muualla maailmassa menestyksekkäästi. Syysrapsista oli muualla maailmassa jalostettu niin kutsuttuja 00-lajikkeita, joiden viljelyä harjoitettiin laajalti Keski- ja Etelä-Euroopassa. Uusissa, edelleen jalostetuissa lajikkeissa oli haitallisten erukahappojen ja glukosinolaattipitoisuuksien määrä alhainen, mutta viljelyvarmuus oli aiempaa parempi. (Tiede, 2011) (Maatalouden tutkimuskeskus MTTK, 1989)

Kiinnostus syysrapsia kohtaan on myös Suomessa kasvanut 2010-luvusta alkaen, kun sen viljelystä on saatu enemmän kokemuksia. Syysrapsin viljelypinta-ala on kasvanut tasaisesti, mutta se on vielä alhainen kevätöljykasveihin verrattuna. Keskimäärin syysrapsin viljelypinta-

ala vuosittain on ollut 1 292,55 hehtaaria vuosina 2015–2020. Vuonna 2020 syysrapsin viljelypinta-ala oli 972,27 hehtaaria, joka on hieman enemmän kuin syysrypsin viljelypinta-ala samana vuonna: 817,73 hehtaaria. Vuonna 2019 syysrapsin viljelypinta-ala oli 1 604,84 hehtaaria, joka on jo huomattavasti enemmän kuin syysrypsin viljelypinta-ala, joka oli 1 133,56 hehtaaria. Vuonna 2018 syysrapsin viljelypinta-ala oli 1 032,81 hehtaaria, joka oli selvästi enemmän kuin syysrypsin viljelypinta-ala, 733,92 hehtaaria. Vuonna 2021 syysrapsin viljelypinta-ala oli 1 846,69 hehtaaria. (Vilja-alan yhteistyöryhmä VYR, 2021)

2.2 Tuotanto

Maailmassa viljeltävistä öljykasveista rapsia tuotetaan heti soijan jälkeen toiseksi eniten. Euroopan Unionin lisäksi suurimmat rapsintuottajat ovat Kanada ja Kiina. Viime vuosina maailman rapsisato on ollut noin 70 miljoonaa tonnia. Euroopan Unionin alueella satokaudesta riippuen tuotetaan tästä rapsisadosta noin 20 miljoonaa tonnia, joka on pääosin syysrapsia. Rapsisatoa käytetään pääasiassa rapsiöljyn puristamiseen ja uuttamiseen. Rapsiöljyä käytetään pääasiassa elintarviketeollisuudessa ja elintarvikkeena, mutta osa rapsiöljystä päättyy myös biodieselin valmistukseen raaka-aineeksi. Rapsiöljyn puristuksessa rapsinin siemenestä saadaan sivutuotteena rapsipuristetta ja uuton sivutuotteena saadaan rapsirouhetta. Rapsipuriste ja rapsirouhe käytetään tärkeänä valkuaisäydennysrehuna etenkin nautakarjan ruokinnassa. Lisäksi Ruotsissa syysrapsisadon hyödyntämistä soijaproteiinin ja palmuöljyn tilalla on harkittu omavaraisuuden ja ympäristön hyödyn kannalta parempana vaihtoehtona. (Vilja-alan yhteistyöryhmä VYR, n.d.) (Lantbrukarnas Riksförbund LRF, 2020)

2.3 Ominaisuudet

Syysrapsi kuuluu ristikukkaisiin kasveihin ja on lantun alalaji. Syysrapsissa on korkea öljy- ja valkuaispitoisuus, jonka vuoksi sitä viljellään. Syysrapsin öljypitoisuus on noin 40 prosenttia ja sen öljynpuristuksen sivutuotteena syntyneiden rouhekakkujen valkuaispitoisuus on noin 30–40 prosenttia. Lisäksi syysrapsilla on hyvä esikasviarvo paalujuuren muokkaavan vaikutuksen ansiosta, jolla se ylläpitää ja parantaa maan rakennetta tehokkaasti. Toinen syysrapsin biologinen hyöty on tautipaineen väheneminen verrattuna yksipuoliseen viljelykiertoon. Syysrapsi kykenee katkaisemaan viljojen tautien elinkierron ja vähentämään

tautipainetta seuraavalla viljakasvilla, vaikka talvehtiminen epäonnistuisikin. Lisäksi biologinen aktiivisuus voi pysyä maaperässä yllä pidempäänkin, kuin vain seuraavan viljelykasvin ajan, koska syysrapsin vankka varsisto ja juuristo ei välttämättä hajoa kokonaan vuodessa. Syysrapsi pystyy myös tehokkaasti hyödyntämään pitkää kasvuaikaa juuriston kasvattamiseen, jonka avulla kasvi pystyy keväällä hyödyntämään tehokkaasti vesivarantoja. Tämän vuoksi sadonmuodostuskyky sivuversojen runsaalla muodostumisella on huomattava. Syysrapsin talvehtiessä onnistuneesti sen satopotentiaali on suuri, jonka vuoksi se pystyy tuottamaan runsaasti sivuversoja keväällä. (Maa- ja metsätalousministeriö, 2020) (Luonnonvarakeskus LUKE, n.d.) (Seppänen & Yli-Halla, Öljykasvit, 2008)

Syysrapsi on mehiläisille houkutteleva kasvi ja mehiläisen on todettukin olevan tehokkain pölyttäjä syysrapsikasvustolle. Tehokas mehiläispölytys tuo lisäsatoa rypsilä jopa 15–30 prosenttia, joten vaikutus on todennäköisesti samaa luokkaa syysrapsilla. Mehiläispölytys myös nopeuttaa kukintaa ja tasaa tuleentumista. Lisäksi mehiläispölytys lisää kasvien elinvoimaisuutta ja siementen itävyyttä. Laitettaessa mehiläispesä rapsipellon laidalle, suositeltu määrä on 2–3 pesää hehtaaria kohti. Mehiläisten lisäksi syysrapsilla on muitakin luontaisia pölyttäjiä, kuten kimalaiset ja kaksisiipiset. (Suomen Mehiläishoitajain Liitto SML, n.d.)

Syysrapsilla on viljakasveihin verrattuna suuri kompensaatiokyky. Syysrapsin kompensaatiokyvyllä tarkoitetaan sen kykyä mukautua erilaisiin kasvuolosuhteisiin esimerkiksi alhaisissa kasvutiheyksissä yksittäisen kasvin haaroittumisella ja kokoa muuttamalla. Näin ollen harvassa kasvustossa syysrapsi tuottaa tehokkaasti sivuversoja ja haaroittuminen on voimakasta. Vastaavasti tiheässä kasvustossa syysrapsi kykenee lisäämään haaroihin litujen määrää ja lidussa olevien siementen määrää. Tiheässä kasvustossa syysrapsi kasvaa tavallisesti myös harvassa kasvustossa kasvanutta syysrapsia pidemmäksi. Litujen määrän ollessa vähäinen syysrapsi kykenee lisäämään lidussa olevien siementen lukumäärää ja kasvattamaan siementen kokoa. Litukohtainen siemenmäärä voi vaihdella 15–40 kappaleen välillä. Kokovaihtelut siemenissä johtuvat sijainnista kasvissa ja kasvuolosuhteista siementen täyttymisen aikaan. Tuhannen siemenen paino rapsilla on 2,5–7,0 grammaa. (Vilja-alan yhteistyöryhmä VYR, n.d.) (Vilja-alan yhteistyöryhmä VYR, n.d.)

Syysrapsi tarvitsee syksyllä fosforia, kaliumia, rikkiä ja booria. Syysrapsi tarvitsee syksyllä myös typpeä, jota olisi hyvä antaa sääntöjen mukainen maksimimäärä, 50 kilogrammaa typpeä hehtaarille. Syysrapsi hyötyy mahdollisimman aikaisin annetusta kevätlannoituksesta eniten. Syysrapseista hybridilajikkeet hyötyvät kevätlannoituksesta vielä populaatiolajikkeita enemmän. Syysrapsin kevätlannoitus kannattaa tehdä jaetuilla lannoitemäärillä. Kevätlannoituksen ensimmäisessä osassa kannattaa antaa tpeestä ja rikistä kaksi kolmasosaa aikaisin keväällä, loput varrenkasvun alussa. Kevätlannoituksessa olisi hyvä antaa 30–50 kilogrammaa rikkiä syysrapsille, riippuen maan rikkiluvusta. Syysrapsin hivenravinnepuutoksia voidaan korjata lehtilannoitteilla kasvukauden aikana. Mikäli pellon pH-arvo on hyvä, on syytä tarkkailla rapsin mangaanin puutosoireita. Juuri ennen kukintaa tehty boorilannoitus parantaa kukintaa, siitepölyn määrää ja satoa. (Yara, n.d.) (Vilja-alan yhteistyöryhmä VYR, n.d.) (Laine & Niskanen, 2021)

2.4 Sadon muodostuminen

Syysrapsin sadonmuodostus alkaa lehtiruusukkeen muodostumisesta. Lehtiruusukkeen muodostumisen jälkeen rapsi alkaa kasvattaa kukka-aiheita ja vartta. Öljykasvien kasvullinen vaihe kestää yleensä kolmasosan kasvuajasta ja loput kaksi kolmasosaa kasvuajasta kuluu suvulliseen vaiheeseen. Suvullisen kasvun vaiheeseen kuuluu kukinta, litujen muodostuminen ja täyttyminen sekä tuleentuminen. Öljykasvien lehtiala on suurimmillaan kukinnan aikana, mutta lehtiala vähenee nopeasti litujen muodostumisen aikana. Lehtiala vähenee litujen muodostumisen aikana nopeasti, koska kasvi kuljettaa yhteyttämistuotteita tehokkaasti lehdistä kasvaviin lituihin. Tässä vaiheessa osa siemenaiheista ja liduista abortoituu ja lopullinen litukohtainen siemenmäärä määräytyy. Kun kasvin lehdet kellastuvat, muodostavat varsi ja lidut kasvin yhteyttävän pinta-alan. Pääversojen tuleentuminen tapahtuu ennen sivuversojen tuleentumista. Kuitenkin liduissa siementen tuleentuminen voi olla keskenään eriaikaista. (Seppänen & Yli-Halla, Öljykasvit, 2008)

2.5 Laatuksiteerit

Rapsin kauppakelpoisuusvaatimuksena on yleisesti, että rapsi on tuleentunutta ja tervettä, sekä väriltään, ulkonäöltään ja hajultaan normaalia. Rapsin kylvösiemenen tulee olla virallisesti tarkastettua sertifioitua Ruokaviraston kasvilajikeluettelossa olevaa rapsilajiketta.

Kauppakelpoisuusvaatimuksena on myös, ettei tavarassa ole lainkaan peittausaineita, tuholaisia, ulosteita, eikä muita haitallisia vieraita aineita. Rapsin joukossa ei saa myöskään olla lainkaan kuminan- tai sinapinsiementä. Tämän lisäksi kauppakelpoisuusvaatimuksena on, että rapsia ei ole puitu keväällä. Kauppakelpoisuusvaatimuksena on myös lannoitteiden asiallinen käyttö. Tämä tarkoittaa, että rapsin viljelyssä käytettävän lannoitteen tulee täyttää kullekin lannoitevalmisteelle asetetut voimassa olevat lainsäädäntövaatimukset ja lannoitteen käytössä tulee noudattaa Euroopan Unionin maatalouspolitiikan mukaisia hyviä viljelykäytäntöjä. Rapsin lannoitteena ei ole sallittu satokaudesta 2018 alkaen yhdyskuntapuhdistamolietettä tai yhdyskuntapuhdistamojätteitä sisältäviä lannoitevalmisteita. Lisäksi viljelijän on tarvittaessa pystyttävä osoittamaan kasvinsuojeluaineiden ja lannoitteiden ohjeiden ja lainsäädännön mukainen käyttö. (Viljelijän Avena Berner, n.d.)

Rapsin laatukriteereistä tärkein on korkea öljypitoisuus, teollisuuden kannalta myös matala lehtivihreäpitoisuus. Tämän lisäksi muita laatukriteereitä ovat kosteus-, rikka- ja valkuaispitoisuus. Öljypitoisuuden on oltava vähintään 33 prosenttia, kun kosteus on 9 prosenttia. Perushintalaatuisen rapsin öljypitoisuus on 40 prosenttia. Rapsin vastaanottoraja ja perushintalaatu kosteudessa on 9 prosenttia. Tämän lisäksi lehtivihreän perushintalaatu on 0–30 mg/kg. Vapaita rasvahappoja saa rapsissa olla enintään 2 prosenttia ja erukahappopitoisuus saa olla enintään 1 prosentti rasvahapoista. Lisäksi vaatimuksena on, että proteiinittoman ja rasvattoman aineksen pitoisuus on enintään 45 prosenttia 9 prosentin kosteudessa. Perushintalaatu proteiinittoman ja rasvattoman aineksen osalta on 38–40 prosenttia. Proteiinittoman ja rasvattoman aineksen määrä muodostuu laskentakaavalla, jossa 100 prosentista vähennetään valkuaispitoisuus ja öljypitoisuus 9 prosentin kosteudessa. Rapsin laatukriteerinä on myös matala glukosinolaattipitoisuus, joka saa olla enintään 18 $\mu\text{mol/g}$ 9 prosentin kosteudessa. (Viljelijän Avena Berner, n.d.)

2.6 Jalostus ja lajikkeet

Syysrapsin viljelyarvoon ja jalostuksen kehitykseen vaikuttavat talvenkestävyys, satoisuus, varren lujuus, korkea öljypitoisuus ja matala lehtivihreäpitoisuus. Syysrapsien viljelyarvoista tärkein on hyvä talvenkestävyys. Lisäksi varren hyvä laonkestävyys on tärkeää viljelyn kannalta, mutta myös varren pituus, koska pitkä varsi voi vaikeuttaa syysrapsin puintia.

Laonkestävyytensä ansiosta matalakasvuisemmat puolikäpiöivät lajikkeet soveltuvat hyvin syysrapsin viljelyyn. (Ohralahti, 2020)

Syysrapsin hybridilajikkeet tuotetaan huolella valittujen äiti- ja isälinjojen kautta. Lajikkeen korkea satopotentiaali ja elinvoima perustuvat heteroosi-ilmiöön, mikä saadaan yhdistelemällä mahdollisimman erilaisia ja tarkasti valikoituja vanhemmaislinjoja uudeksi lajikkeeksi. Hybridilajikkeen äitilinja on koirassteriili, joka tarkoittaa sen kykenemättömyyttä tuottaa elinkykyistä siitepölyä. Koirassteriilin äitilinjän viereen kylvetään siitepölyä normaalisti tuottava isälinja, jolloin saadaan aikaan hybridisiemen. Hybridilajikkeen isälinjassa on siitepölytuotannon palauttava geeni, jonka avulla äitilinjasta korjatusta siemensadosta kasvaa normaalisti siitepölyä ja satoa tuottava kasvusto. Viljelijän tuottaman hybridilajikkeen siemensato ei kelpaa enää kylvösiemeneksi, koska hybridilajikkeiden jalostusmenetelmästä ja ominaisuuksista johtuen satotaso laskee olennaisesti seuraavassa sukupolvessa. Hybridilajikkeen siementuotantokustannukset ovat tavallista vapaasti pölyttävää lajiketta korkeammat, mutta hybridilajikkeen kylvömäärä on tavalliseen lajikkeeseen verrattaessa alhaisempi, mikä osaltaan laskee kylvösiemenkustannuksia. (Rypsi-Rapsi, n.d.)

Syysrapsin jalostuskeinoja hybridilajikejalostuksen lisäksi ovat perinteinen risteytysjalostus, mutaatiojalostus sekä geeninsiirtoon ja genomiikkaan perustuva jalostus. Jalostus on kehittynyt ja syysrapsilajikkeiden jalostuksen tavoitteina on lisätä sadontuottoa, talvenkestävyyttä, taudinkestävyyttä, laatuominaisuuksia tai käsiteltävyyttä. Käsiteltävyydellä voidaan tarkoittaa laonkestävyyttä tai varren lujuuutta. Laonkestävyyttä halutaan yleisesti parantaa puinnin helpottamiseksi. Näiden menetelmien lisäksi BASF on kehittänyt Clearfield-menetelmän, jossa tavoitteena on minimoida toimenpiteet pellolla ja laajentaa syysrapsin viljelyyn soveltuvaa alaa. (Teeri, 2008)

Clearfield-menetelmä mahdollistaa tehokkaan rikkakasvien torjunta-aineiden käytön lajikkeilla. Menetelmästä johtuen voidaan yhdellä ruiskutuskerralla saada torjuttua pellosta ongelmarikat, jääntivilja, hukkakaura ja juolavehnä. Lisäksi menetelmä mahdollistaa öljykasvien viljelyn myös lohkoilla, joissa esiintyy öljykasvien viljelyä haittaavia rikkakasveja. Menetelmä mahdollistaa puhtaan sadon ja vähentää merkittävästi rikkakasvipankkia

lohkolla. Menetelmän hintaa ja tehoa pidetään ylivoimaisena perinteisiin menetelmiin verrattuna. Lisäksi puhtaan sadon ansiosta myös puinti helpottuu. (BASF, n.d.)

Syysrapsilajikkeita on tällä hetkellä Suomessa viljelyssä kuusi kappaletta. Niistä eniten viljelty lajike on puolikääpiö hybridilajike Pioneer Maximus, eli PR44D06. Tämän lisäksi viljelyssä on myös puolikääpiö Clearfield hybridilajike DK Imistar CL, aikainen hybridilajike Armstrong, aikainen puolikääpiö hybridilajike Thure, satoisa hybridilajike PR46W24, sekä viljelyltään vähenemässä oleva hybridilajike Vectra. Näiden lisäksi kasvukaudelle 2021–2022 tulivat uutuuslajikkeiksi hybridilajike LG Architect, hybridilajike SY Florian ja keskikorkea P1 ja P3 möhöjuurikantoja kestävä hybridilajike SY Alibaba. (Rypsi-Rapsi, n.d.) (Syngenta, 2020) (Ohralahti, 2020)

Riviväli- ja kylvötiheyskokeessakin käytetty syysrapsilajike Thure on melko myöhäinen puolikääpiö hybridilajike. Lajike on ollut Suomen virallisissa lajikekokeissa yksi satoisimmista syysrapsilajikkeista ja sen satopotentiaali on korkea. Lajike on pituudeltaan useita puolikääpiölajikkeita pidempi, mutta syksyllä Thuren kasvupiste pysyy lähellä maan pintaa, mikä parantaa lajikkeen talvehtivuutta. Lajike on kokeissa osoittautunut talvenkestävämmäksi kuin monet muut syysrapsilajikkeet. Thure on NPZ Lembken jalostama lajike, jonka lajikeoikeudet Suomessa omistaa Boreal Kasvinjalostus Oy. Lajike on ollut vuodesta 2011 alkaen mukana Boreal Kasvinjalostus Oy:n kokeissa, käytännön viljelyksillä vuodesta 2012 alkaen ja virallisissa lajikekokeissa vuodesta 2014 saakka. Vuonna 2016 lajike lisättiin lajikeluetteloon. Vuonna 2019 syysrapsin kokonaisviljelyalasta oli 7 prosenttia Thure-lajiketta. (Boreal Kasvinjalostus Oy, n.d.) (Ohralahti, 2020)

3 Viljely Suomessa

Syysrapsi viljelykasvina Suomessa on koko viljelyhistoriaan verrattaessa aika uusi viljelykasvi. Syysrapsi on otettu uudelleen viljelyyn vasta 2000-luvulla, jonka vuoksi sen viljelyala on koko ajan kasvanut Suomessa. Syysrapsia voi viljellä hyvin eri maalajeilla, kunhan pitää maan rakenteen kunnossa. Parhaiten syysrapsi soveltuu kivennäismaille, joka ei ole kokonaan savimaata. Tästä huolimatta syysrapsi menestyy savimaillakin, kunhan pellon vesitalous on kunnossa. Kuitenkaan syysrapsia ei suositella viljeltävän multa- ja turvemaille. Lisäksi rikkakasvitorjuntaa ajatellen vähämultainen lohko on runsasmultaista lohkoa parempi.

Syysrapsi ei ole vaativa maan pH:n kannalta, mutta kalkituksen ja hivenravinteiden on oltava riittävällä tasolla. (Vilja-alan yhteistyöryhmä VYR, n.d.) (Laine & Niskanen, 2021)

Syysrapsia ei tule viljellä samalla lohkolla useammin kuin viiden vuoden välein sen suuren möhöjuuririskin vuoksi, joka on syytä ottaa huomioon suunniteltaessa viljelykiertoa tilalle. Syysrapsin ottamista tilan viljelykiertoon kannattaa pohtia sen hyvän esikasviarvon vuoksi. Syysrapsille hyviä esikasveja ovat numi, kesanto, aikaiset ohralajikkeet ja herne. Ennen syysrapsin kylvöä kannattaa muistaa, ettei syysrapsin esikasville saa käyttää maavaikutteisia rikkakasvien torjunta-aineita, sillä ne estävät syysrapsin itämisen. (Rypsi-Rapsi, n.d.) (Käytännön Maamies KM, 2015)

3.1 Muokkaus

Syysrapsille edullisin muokkaustapa on kyntö. Kyntämällä maa ja kääntämällä edellisen kasvin kasvijäte maahan, saadaan pienennettyä etanariskiä huomattavasti. Etanariskin pienentäminen onnistuu myös kultivoimalla maa, mikäli kultivoinnin jälkeen kasvijäte on peittynyt kattavasti maan pinnan alle. Tällöin kultivointi on tehtävä vähintään 20 senttimetrin syvyyteen. Mikäli muokkausta ei tehdä riittävän syvään ja kasvijätettä jää pintaan näkyviin, kasvaa etanariski huomattavasti. Pellon kyntäminen olisi kannattavaa varsinkin nurmen jälkeen, koska etanariski on paljon suurempi silloin kuin viljakasvin jälkeen. Syvään tehdyn kynnön tai kultivoinnin jälkeen maa tulisi tasata parhaaksi mahdolliseksi nähdyllä työkoneella. Muokkausta tehdessä olisi hyvä huomioida pieni siemenen koko. Maan tulisi olla pienen siemenen vuoksi hienoksi muokattua, mutta myös helpottaakseen kasvin ravinteiden ottoa ja veden saantia heti kasvun alkuvaiheessa. Suuret, hienontumattomat kokkareet sekä suuret maahuokokset vaikeuttavat syysrapsin itämistä ja kasvuun lähtöä. (Viljelijän Avena Berner, 2016) (Rypsi-Rapsi, n.d.)

3.2 Kylvö

Syysrapsin kylvölle optimaalisin ajankohta on heinäkuun 25. päivä – elokuun 10. päivä. Syysrapsin voi kylvää kuitenkin vielä elokuun puolivälin aikoihin, mutta elokuun 20. päivän jälkeen tehtävää kylvöä ei suositella. Tämä siitä syystä, että syysrapsi ehtii vahvistua ja kasvaa riittävästi ennen talvehtimisen alkamista. Kylvön ja talvehtimisen alkamisen välissä

tulisi kertyä tehoisaa lämpötilasummaa 450–500 astetta, jolloin kasvustolla on ollut hyvät edellytykset kasvaa talvehtimisen mahdollistavaan kokoon asti. Talvehtimisen alkaessa taimessa tulisi olla kahdeksan täysikasvuista lehteä ja kahdeksan senttimetriä pitkä juuri, jonka juurenniskan vahvuuden tulisi olla kahdeksan millimetriä. (Rypsi-Rapsi, n.d.)

Syysrapsin kylvössä tavoiteltu taimitiheys on hybridilajikkeilla 50 kappaletta neliömetrille eli siemenkoosta riippuen kylvömäärä on noin 3 kilogrammaa hehtaarille. Populaatiolajikkeilla, eli vapaasti pölyttävillä, tavoitettiheys on noin 100–150 kappaletta neliömetrillä. Hyvissä itämisolosuhteissa siemenmäärää voidaan alentaa vaarantamatta sadon määrää. Tällaisessa tapauksessa tulee kuitenkin huomioida, että kosteutta ja lämpöä on riittävästi. Suurempaa siemenmäärää käytetään, kun halutaan varmistaa riittävä itävyys ja taimitiheys epävarmemmissa olosuhteissa. Suuremmasta kylvösiemenmäärästä on sitä suurempi hyöty, mitä pohjoisemmaksi viljelyssä mennään. (Seppänen & Yli-Halla, Öljykasvit, 2008) (Rypsi-Rapsi, n.d.)

Syysrapsin kylvössä kannattaa suosia suurempaa riviväliä. Joka kolmannella vantaalla kylvettäessä syysrapsin riviväliksi muodostuu 37,5 senttimetriä, josta on monia hyötyjä. Harvemmallalla rivivälillä kylvettäessä kasvien välinen kilpailu vähenee, joka edesauttaa kasvupisteen pysymistä lähellä maan pintaa. Alhaalla sijaitseva kasvupiste parantaa syysrapsin talvehtimismahdollisuuksia, verrattuna korkealla sijaitsevaan kasvupisteeseen. Suuremman rivivälin ansiosta syysrapsit vahvistavat varttaan, jonka vuoksi niiden talvenkestävyys paranee. Lisäksi kasvusto jää kapeammalla rivivälillä kylvettyä kasvustoa matalammaksi, jolloin se pysyy paremmin pystyssä ja sen puinti helpottuu. Kasvusto myös haaroittuu tehokkaammin suuremmalla rivivälillä kylvettynä ja peittääkin rivivälit viimeistään kukintavaiheessa. Lisäksi kasvusto on ilmava ja se pysyy paremmin vapaana homeista. (Vilja-alan yhteistyöryhmä VYR, n.d.)

3.3 Lannoitus

Syysrapsin syyslannoituksessa tulee huomioida pitkä kasvukausi. Sopiva ravinteiden antaminen syksyllä myös edesauttaa syysrapsin talvehtimistä. Syysrapsin kylvölannoituksessa kannattaa antaa tyypeä sääntöjen mukainen maksimimäärä, 50 kilogrammaa hehtaarille, koska syysöljykasvit tarvitsevat tyypeä syksyllä. Syyslannoituksessa

olisi hyvä antaa myös fosforia, kaliumia, booria ja rikkiä viljavuusanalyysin tulosten mukaisesti. Esimerkiksi Yaran suositus syysrapsin syyslannoitukseen on Yara Mila Y6, jonka NPK-suhde 17-5-10. Se vastaa hyvin syysrapsin ravinnetarpeita käytettäessä sääntöjen mukaista maksimityypimäärää. (Vilja-alan yhteistyöryhmä VYR, n.d.) (Yara, n.d.)

Syysrapsin kevätlannoitus kannattaa jakaa kahteen osaan. Aikaisin keväällä lannoitus olisi suotavaa tehdä esimerkiksi joko Yara Bela lannoitteilla, typellä ja rikillä tai Yara Mila moniravinteisella lannoitteella. Yara Milan moniravinteista lannoitetta voi antaa kasvustolle, mikäli fosforilannoituksen määrää on mahdollista tukiehtojen mukaan lisätä. Fosforia on mahdollisuuksien mukaan syytä antaa kasvustolle keväällä, koska öljyn tuottaminen vaatii paljon fosforista saatavaa energiaa. Erityisesti hybridilajikkeet hyötyvät korkeasta fosforilannoitusmäärästä. Jaetussa lannoituksessa kannattaisi 2/3 tyypestä, noin 100 kilogrammaa hehtaarille, antaa varhain keväällä pellon pinnan kantaessa traktorin, ja loppu 1/3 tyypestä, noin 50 kilogrammaa hehtaarille, varrenkasvun alussa. Rikkiä olisi hyvä antaa 30–50 kilogrammaa hehtaarille, maan rikkiluvusta riippuen. Syysrapsin kevätlannoituksen tyyden ja rikin suhdeluvun tulisi olla 5:1. Yaralla esimerkiksi sopivia tuotteita tähän tarkoitukseen ovat Yara Bela Suomensalpietari sekä Yara Bela Sulfan. Lisälannoitukseen kasvukaudella voidaan käyttää myös nopeavaikutteista Yara Liva Nitabor -lannoitetta, jossa on nitraattityyppiä, kalsiumia ja reilusti booria. (Vilja-alan yhteistyöryhmä VYR, n.d.) (Yara, n.d.)

Syysrapsin hivenravinnepuutoksia kannattaa tarkkailla koko kasvukauden ajan. Kasvustossa voi myös olla piileviä hivenravinnepuutoksia, jotka voi selvittää Yara Megalab -kasvianalyysillä. Mikäli pellon pH on luokassa hyvä tai sen yli, kannattaa tarkkailla kasvuston mangaanipuutosoireita. Juuri ennen kukintaa tehty boorilannoitus parantaa syysrapsin kukintaa, siitepölyn määrää ja satoa. Syysrapsin yhteyttämisen tehostamiseksi kasvustolle voidaan myös antaa magnesiumlannoitetta. (Baltic Sea Action Group, n.d.) (Vilja-alan yhteistyöryhmä VYR, n.d.) (Yara, n.d.)

3.4 Talvehtiminen

Syysrapsin viljelyssä talvehtimisen onnistuminen vaikuttaa pitkälti viljelyn onnistumiseen. Syysrapsin maanpäällinen osa usein kuolee talven aikana, jonka vuoksi syksyllä tavoitellaan

suuria taimia ja harvaa, matalaa kasvustoa. Tavoitteena olisi, että syysrapsissa olisi kahdeksan täysikasvuista lehteä ja kahdeksan senttiä pitkä juuri, jonka juurenniska olisi kahdeksan millimetriä halkaisijaltaan. Talvehtimisen onnistumisen kannalta olisi tärkeää, että kasvin juuri ja kasvupiste pysyisivät kunnossa keväiseen kasvuun saakka. Syysrapsi kestää -20 asteen pakkasia ilman lumipeitettä. Talvehtimisen lisäksi syysrapsin onnistumiseen vaikuttaa suuresti kevään sääolosuhteista selviäminen. Kylmien öiden ja lämpimien päivien suuresta lämpötilavaihtelusta selviäminen ratkaisee viljelyn onnistumisen. Talvehtimisen onnistuessa syysrapsin satopotentiaali on suuri. Syysrapsi versoo keväällä runsaasti, joten sivuversoilla on merkittävä vaikutus syysrapsin sadonmuodostukseen ja satotasoon. (Rypsi-Rapsi, n.d.)

3.5 Kasvinsuojelu

Suurimpia kasvintuhoojia syysrapsin kasvitaudeista ovat möhöjuuri, taimipolte, pahkahome ja harmaahome. Näistä kuitenkin möhöjuuri on vaarallisin taudinaiheuttaja ja siksi se onkin otettava huomioon viljelysuunnitelmissa. Möhöjuuri aiheuttaa juurten nopean turpoamisen, jonka seurauksena kasvin ravinteiden ja veden saanti estyy. Möhöjuurta vastaan ei ole olemassa kemiallista torjuntamenetelmää, mutta riittävän pitkällä öljykasvien viljelyväkällä samalla lohkolla saadaan minimoitua möhöjuuren riski tarttua maaperästä kasvustoon. Paras keino möhöjuuren estämiseen on pellon riittävä kalkitseminen, koska kasvualustan pH:n ollessa yli 7,2, ei möhöjuuri tartu niin helposti. Taimipolte on syysrapsin uhka taimivaiheessa. Avainasemassa taimipoltteen ehkäisemiseksi on terve kylvösiemen. Taimipolte estää rapsia taimettumasta ja vioittaa sekä tappaa nuoria taimia. Taimipoltetta voidaan torjua kasvinvuorotuksella ja siemenen peittaamisella. Siemenen peittäminen tehoaa *Alternaria*-sieniin, muttei maalevintäisiin *Rhizoctonia*-sieniin. Pahkahome on yksi vakavimmista ongelmista syysrapsilla ja sen torjuntakynnys ylittyy, mikäli ennen syysrapsin kukintaa sataa yli 30 millimetriä vettä ja lohkolla on aiemmin tavattu pahkahometta. Pahkahome vioittaa kasvin varsia, katkaisten nestevirtauksen, jonka seurauksena kasvi kuihtuu. Tämän seurauksena siementen kehitys liduissa pysähtyy ja sadon määrä jää öljypitoisuuden ohella alhaiseksi. Pahkahomeen tehokkain torjuntakeino on möhöjuuren lailla kasvinvuorotus. Harmaahome iskeytyy yleensä syysrapsin lituihin pilatessaan siemeniä yhdessä pahkahomeen kanssa. Harmaahomeen torjunta ei yleensä yksinään ole kannattavaa, vaan pahkahomeen torjunta vähentää myös harmaahometta. (Kasvinsuojeluseura ry, 2000)

Syysrapsin suurimpia kasvintuhoojia tuhoeläimistä ovat etanat, kirpat ja rapsikuoriainen. Tuhoeläimistä etanat hyökkäävät syysrapsin kimppuun ensimmäisenä, jo syksyllä. Etanat syövät pienistä syysrapsin taimista lehdet, jonka vuoksi ne saavat aikaan suurtakin tuhoa hetkessä. Etanoita voi torjua muokkaamalla kylvöalustan tasaiseksi ja kemiallisesti rautafosfaattivalmistetta levittämällä. Muokkaustavoista kyntö on paras etanoiden torjunnan kannalta, koska siinä kasvijäte tulee kunnolla käännettyä maahan. Kylvöalusta on myös syytä tasoittaa huolella, koska kokkareinen pelto houkuttelee etanoita pellolle taimien kimppuun. Rautafosfaattivalmistetta käytettäessä tulisi valmiste levittää esimerkiksi pintalevittimellä pellon pintaan heti kylvön jälkeen, jo ennen kuin syysrapsin taimet tulevat pintaan. Etanamäärän ollessa alhainen voi rautafosfaattivalmisteen levittäminen pelkästään pellon reunoille riittää, sillä etanat siirtyvät pellolle yleensä pellon suojakaistojen ja valtaojien puolelta. Syysrapsille harvemmin on haittaa kirpoista syksyllä, mutta tarkkailua on silti tehtävä, koska kirpat syövät sirkkataimien lehdet hyvinkin nopeasti. Kirppoja voidaan torjua peittaamalla siemen, sekä kemiallisilla kasvinsuojeluaineilla. Keväällä syysrapsin tuhoeläimistä on todennäköisimmin ensimmäisenä paikalla rapsikuoriainen. Rapsikuoriainen aiheuttaa suurimman tuhon kasvuston ollessa ruusuke- tai nuppuvaiheessa. Rapsikuoriainen syö rapsin taimista pääverson nuput, mikä aiheuttaa huomattavan sadon aleneman. Mitä aiemmin rapsikuoriainen tekee tuhojaan kasvustossa, sitä suuremmat tuhot yleensä ovat. Kun rapsin kukat ovat puhjenneet, ei rapsikuoriaisista ole enää suurtakaan haittaa, koska ne syövät vain siitepölyä. Kukkimisvaiheessa rapsikuoriainen aiheuttaa vain latvojen kuivumista, muttei siitä ole juurikaan kasvustolle haittaa. Rapsikuoriaista on torjuttava, mikäli aikaisessa nuppuvaiheessa yhden yksilön torjuntakynnys ylittyy. Kukinnan alun lähestyessä rapsikuoriaisen torjuntakynnys on 2–3 kuoriaista kasvissa ja torjunta on syytä aloittaa heti, mikäli torjuntakynnys ylittyy. Rapsikuoriaisia torjutaan kemiallisilla kasvinsuojeluaineilla. (Kasvinsuojeluseura ry, 2000) (Seppänen & Yli-Halla, Öljykasvit, 2008) (Viljelijän Avena Berner, 2016)

Syysrapsin suurimpia kasvintuhoojia rikkakasveista ovat saunakukka ja matara. Suuri rikkakasvikasvusto lisää syysrapsin ja rikkakasvien välistä kilpailua sekä pituuskasvua, mikä heikentää talvehtimista. Rikkakasvit on syytä hävittää kasvustosta viimeistään keväällä, sillä rikkakasvien siemenet ovat öljykasvien pahimpia laatuongelmia ja kauppakelpoisuuden vaarantajia. Lisäksi rikkakasvien haitallisuutta lisää niiden hyvä kilpailukyky vedestä, ravinteista ja kasvutilasta. Syksyllä rikkakasveista on syytä torjua matara ja pillike, sekä

juolavehnä ja jääntivilja. Keväällä rikkakasveista tulee torjua saunakukkaa, savikkaa, valvattia, ohdaketta ja mataraa. Torjunta olisi hyvä tehdä ennen nuppujen muodostumista kasvustoon, kukkavarren kasvun alussa. Sadonkorjuun jälkeen juolavehneä voidaan hävittää lohkolta käyttämällä glyfosaattivalmistetta. (Viljelijän Avena Berner, 2017) (Kasvinsuojeluseura ry, 2000) (Seppänen & Yli-Halla, Öljykasvit, 2008) (Ohralahti, 2020) (Maa- ja metsätalousministeriö, 2020)

3.6 Sadonkorjuu

Syysrapsin puinnin aloittamisessa kannattaa pitää malttia, sillä syysrapsi valmistuu ylhäältä alaspäin ja puintiaika on käsillä vasta, kun alimmatkin lidut ovat hopeanharmaita. Syysrapsin sato kasvaa ja öljypitoisuus nousee vielä todella myöhään. Puinnin ajoittaminen liian aikaiseen ajankohtaan aiheuttaa laatutappioita ja osa siemenistä kulkeutuu kostean varsimassan mukana puimurin kohlimilta ulos. Tavoitteellinen puintikosteus syysrapsilla on lähellä kymmentä prosenttia, mutta puinti voidaan aloittaa siementen kosteuden ollessa 20–25 prosenttia. Syysrapsin puinti pitää kuitenkin ajoittaa oikein, koska syysrapsi varisee herkästi, mikä osaltaan myös laskee sadon määrää. (Maa- ja metsätalousministeriö, 2020) (Seppänen & Yli-Halla, Öljykasvit, 2008)

Tuleentuneen syysrapsin siemenet ovat väriltään mustia, sisältä keltaisia ja lidut harmaita. Tuleentuneen siemenen lehtivihreäpitoisuus laskee ja yleensä kauppakelpoisuusvaatimuksen mukainen lehtivihreäpitoisuus saavutetaan, kun siemenen kosteus on 20 ja 25 prosentin välillä. Lehtivihreäpitoisuutta voi silmämääräisesti arvioida murskaamalla siemeniä kovaa alustaa vasten. Litujen siemenistä 10 prosentin ollessa vielä väriltään vihreitä, kannattaa puintiaikaa vielä odottaa. Syysrapsi tulee epätasaisesti, jonka vuoksi litujen sisältöä kannattaa tarkastella eri kohdista kasveja. Mikäli sisus on vihreä, on myös lehtivihreäpitoisuus liian korkea, eikä puintia voida vielä aloittaa. (Maa- ja metsätalousministeriö, 2020) (Seppänen & Yli-Halla, Öljykasvit, 2008)

Puinnissa kannattaa erityisesti huomioida syysrapsin suuri varisemisherkyys. Tästä syystä puintikelan kierrosnopeus kannattaa säätää alhaiseksi ja kaatokelan korkeuden säätö kannattaa säätää niin, ettei kaatokela halkaise kypsiä lituja ennen leikkuuta. Välttämättömänä on pidetty pystyterän hankintaa ja se on todettu kannattavaksi

investoinniksi etenkin syysöljykasvien viljelyn kannalta. Lisäksi silppurin ja vastaterien kuntoa kannattaa tarkkailla. Terät kannattaa kääntää tai vaihtaa kokonaan uusiin joka toinen vuosi. (Maa- ja metsätalousministeriö, 2020)

Syysrapsin kuivatus on syytä aloittaa vähintään kuuden tunnin kuluttua puimisesta. Jos kuivatuksen aloitus viivästyy, arvokkaat rasvahapot hajoavat vapaiksi rasvahapoiksi ja aiheuttavat siten öljyn laadun heikkenemistä. Kuivatuslämpötila tulee säätää siemenen kosteuden mukaan, mitä kosteampi siemen, sitä alhaisempi kuivatuslämpötila. Siemenet kuivataan 7,5–9 prosentin loppukosteuteen vaurioittamatta kuitenkaan siemenen itävyyttä. Mikäli siemen menettää itävyytensä kuivatuksen aikana, öljyn prosessointilaatu heikkenee varastoinnin aikana. Siemen olisi myös hyvä lajitella ennen myyntiä. Lajittelemalla siemenestä rikat pois, paranee siemenen laatu, joka vaikuttaa myytävän tavaran hinnoitteluun. (Seppänen & Yli-Halla, Öljykasvit, 2008)

3.7 Sadon jalostus

Suomessa tuotettu rypsi- ja rapsisato jalostetaan Suomessa. Sekä rypsin että rapsin yhteenlaskettu sato on vaihdellut viime vuosina 70 000 ja 90 000 tonnin välillä. Suomen ainoa suuren kokoluokan öljynpuristamo sijaitsee tällä hetkellä Kirkkonummella ja sen omistaa Avena Nordic Grain Oy. Puristuskapasiteettia tehtaalla on reilusti enemmän kuin käyttötarvetta: jopa 130 000 tonnia vuodessa. Tämän öljynpuristamon lisäksi Suomessa toimii useita pienempiä öljynpuristamoita. (Vilja-alan yhteistyöryhmä VYR, n.d.)

4 Riviväli- ja kylvötiheyskoe Boreal Kasvinjalostus Oy:ssä

4.1 Kokeen toteuttaminen

Syysrapsin riviväli- ja kylvötiheyskoe toteutettiin Jokioisilla kasvinjalostuslaitoksen peltolohkoilla kasvukaudella 2020–2021. Kokeen tarkoituksena oli selvittää kasvun ja talvehtimisen kannalta paras kylvötiheys ja riviväli syysrapsille. Koe toteutettiin kolmella eri rivivälillä ja kahdella eri kylvötiheydellä. Käytetyt rivivälit olivat 12,5 senttimetriä, 25 senttimetriä, sekä 42 senttimetriä. Kylvötiheysistä harvempi oli 50 siementä neliömetrille ja tiheämpi kylvötiheys oli 75 siementä neliömetrille. Kylvötiheydeltään ja riviväliltään

identtiset koeruudut sijoiteltiin koekentälle siten, ettei mikään tietyllä rivivälillä ja kylvötiheydellä kylvetty koeruutu saisi etulyöntiasemaa muihin rivivälin ja kylvötiheyden koeruutuihin nähden. Käytännössä tällä haluttiin estää kokeen jonkin osan täydellinen säilyminen tai tuhoutuminen. Suurimmat tuhoutumisriskit kokeelle nimittäin olivat etanat ja hirvieläimet sekä jänikset.

Syysrapsin riviväli- ja kylvötiheyskoetta havainnoitiin kasvukauden aikana taimitiheyslaskennoilla, lehtimäärälaskennoilla, korkeusmittauksella, kasvupeitteisyysmittauksella, dronekuvauksella, juuritutkimuksella, rikkakasvilaskennoilla ja tuhoeläinhavainnoilla. Näiden lisäksi koeruutuja valokuvattiin useasti ja kasvustosta kirjattiin silmämääräisesti tehtyjä havaintoja. Kaikki riviväli- ja kylvötiheyskokeen havainnot opinnäytetyön tekijä havainnoi itse ja ne on kirjattu havainnointihetkellä johtopäätöksiin päätyvien virheiden minimoimiseksi.

Seuraavassa kuvassa on esitetty ruutukartta, josta ilmenee kenttäkokeen järjestely ja sijoittelu peltolohkolla. Riviväliltään ja kylvötiheydeltään keskenään identtiset ruudut on kuvattu taulukossa samoin värein. Lyhenne SRA tarkoittaa syysrapsia ja SRA Suoja tarkoittaa kokeen suojaruutuja. Ruutunumero 301 (vihreä) on kylvetty käyttäen 12,5 senttimetrin riviväliä ja siemenmäärä ruudussa on 50 kappaletta neliometrille. Ruutunumero 302 (keltainen) on kylvetty käyttäen 25 senttimetrin riviväliä ja siemenmäärä ruudussa on 50 kappaletta neliometrille. Ruutunumero 303 (sininen) on kylvetty käyttäen 42 senttimetrin riviväliä ja siemenmäärä ruudussa on 50 kappaletta neliometrille. Ruutunumero 304 (punainen) on kylvetty käyttäen 12,5 senttimetrin riviväliä ja siemenmäärä ruudussa on 75 kappaletta neliometrille. Ruutunumero 305 (violetti) on kylvetty käyttäen 25 senttimetrin riviväliä ja siemenmäärä ruudussa on 75 kappaletta neliometrille. Ruutunumero 306 (oranssi) on kylvetty käyttäen 42 senttimetrin riviväliä ja siemenmäärä ruudussa on 75 kappaletta neliometrille.

Taulukko 1. Riviväli- ja kylvötiheyskokeen ruutukartta.

Kerranne 1	Kerranne 2	Kerranne 3	Kerranne 4
SRA SUOJA	SRA SUOJA	SRA SUOJA	SRA SUOJA
304 Thure 75kpl + 12,5 cm	302 Thure 50kpl + 25 cm	301 Thure 50kpl + 12,5 cm	306 Thure 75kpl + 42 cm
302 Thure 50kpl + 25 cm	304 Thure 75kpl + 12,5 cm	303 Thure 50kpl + 42 cm	305 Thure 75kpl + 25 cm
303 Thure 50kpl + 42 cm	306 Thure 75kpl + 42 cm	305 Thure 75kpl + 25 cm	301 Thure 50kpl + 12,5 cm
301 Thure 50kpl + 12,5 cm	305 Thure 75kpl + 25 cm	306 Thure 75kpl + 42 cm	303 Thure 50kpl + 42 cm
306 Thure 75kpl + 42 cm	301 Thure 50kpl + 12,5 cm	304 Thure 75kpl + 12,5 cm	302 Thure 50kpl + 25 cm
305 Thure 75kpl + 25 cm	303 Thure 50kpl + 42 cm	302 Thure 50kpl + 25 cm	304 Thure 75kpl + 12,5 cm
SRA SUOJA	SRA SUOJA	SRA SUOJA	SRA SUOJA

4.1.1 Viljavuus

Peltolohkon viljavuustutkimuksessa on tutkittu 14.11.2019 lohkon maalaji, pH, johtoluku, kalsium, fosfori, kalium, magnesium, rikki, boori, kupari, mangaani ja sinkki. Peltolohko, jossa koekenttä sijaitti, on tehty maanparannustoimenpiteitä viimeksi 17.2.2017, jolloin pellolle levitettiin 4 tonnia hehtaarille kipsiä. Koekentän alueen viljavuustulosten mukaan pellon maalaji on runsasmultainen hiuesavi, jonka johtoluku on 1,2 ja pH 5,9. Pellon ravinnearvot ja niiden viljavuusluokka on kuvattu alla olevaan taulukkoon. Viljavuusluokat on määritelty Eurofinsin Viljavuustutkimuksen savimaiden tulkintaohjeen mukaan. (Eurofins Viljavuuspalvelu Oy, 2019)

Peltolohkon viljavuusluokka ei ollut syysrapsille paras mahdollinen. Syysrapsin peltolohkon pH:n tulisi olla hyvällä tasolla, joka tarkoittaa savimailla noin 6,7. Mikäli syysrapsia viljellään useammin kuin viiden vuoden välein samalla lohkolla, kuten tässä tapauksessa, tulisi pH:n olla viljavuusluokassa arveluttavan korkea. Peltolohkon pH viljavuusluokan ollessa tasolla hyvä, on öljykasvien kannalta oleellinen rikki liukoisempaa ja paremmin kasvuston juurten tavoitettavissa. (Farmit, n.d.)

Taulukko 2. Koekentän viljavuustiedot.

	rmHeS	
		Viljavuusluokka
pH	5,9	Tyydyttävä
Kalsium (Ca)	2500 mg/l	Tyydyttävä
Fosfori (P)	5,1 mg/l	Välttävä
Kalium (K)	230 mg/l	Tyydyttävä
Magnesium (Mg)	450 mg/l	Hyvä
Rikki (S)	22 mg/l	Hyvä
Boori (B)	1 mg/l	Tyydyttävä
Kupari (Cu)	7,8 mg/l	Hyvä
Mangaani (Mn)	31 mg/l	Tyydyttävä
Sinkki (Zn)	2,3 mg/l	Tyydyttävä

4.1.2 Esikasvit ja viljelyhistoria

Peltolohkon esikasveista ja viljelyhistoriasta lähivuosina on kohtalaisen hyvin tietoa. Boreal Kasvinjalostus Oy:n tietojen mukaan pelto on salaojitettu vuonna 1950 ja vuonna 1973 koko peltolohkolle on tehty uusintasalaojitus. Vuosina 2002–2006 pellon vesitalouteen on tehty perusparannuksia tekemällä korjausojitus laskuaukkoihin, imuojiin ja kokoojaojiin.

Tulevaisuudessa pellolle on tarkoitus tehdä parannuksia salaojitukseen, luultavasti aikavälillä 2023–2025.

Viljelytiedot peltolohkolle on olemassa vuoteen 2016 saakka. Vuonna 2016 kasvulohkolla on ollut aitouskenttä, jossa on ollut viljelyksessä kaikkia kevätkylvöisiä kasveja. Tämän jälkeen pellolle on tehty glyfosaattiruiskutus, jonka jälkeen pelto on kynnetty. Kynnös on tasattu vuoden 2017 keväällä joustopiikkiäkeellä, jonka jälkeen kasvulohkolle on kylvetty kevätrypsiä. Kevätrypsin jälkeen pellolle on tehty glyfosaattiruiskutus, jonka jälkeen pelto on kultivoitu. Keväällä 2018 pelto on kylvömuokattu joustopiikkiäkeellä ja kasvulohkolle on kylvetty kevätiljalisäyksiä. Tämän jälkeen pellolle on tehty glyfosaattiruiskutus, jonka jälkeen pelto on kynnetty. Keväällä 2019 pelto on kylvömuokattu joustopiikkiäkeellä, mutta nurmikoheet jäivät kylvämättä myöhäiseksi menneen pellon pinnan kuivumisen vuoksi. Tämän vuoksi vuonna 2019 pellolla oli kesanto. Keväällä 2020 pelto muokattiin lautasmuokkaimella ja kylvömuokattiin joustopiikkiäkeellä, jonka jälkeen kasvulohkolle kylvettiin raiheinää.

4.1.3 Muokkaus ja kylvö

Ennen kylvöä koekentän alue muokattiin kahdesti. Ensimmäinen muokkaus tehtiin 9.8.2020 Väderstad Carrier 400GR -lautasmuokkaimella 2–3 senttimetrin syvyyteen. Tämän jälkeen tehtiin toinen muokkaus. Toinen muokkaus tehtiin 10.8.2020 Multiva Optima T800 -joustopiikkiäkeellä noin 2 senttimetrin syvyyteen. Toinen muokkaus tehtiin, jotta kokkareet saatiin hienommaksi ja kylvöalusta syysrapsille tarpeeksi hienoksi. Syysrapsi kylvettiin 19.8.2020 John Deere 3045R vetoisella Zürn D82PN -kylvökoneella, joka on varusteltu Biodrill -laatikolla ja GPS-ohjatulla automaattilaukaisimella. Kylvössä käytettiin GPS-ohjattua automaattilaukaisinta kylvövirheiden minimoimiseksi ja kylvötarkkuuden varmistamiseksi. Koe kylvettiin 6 neliömetrin ruutuihin, jotka satunnaistettiin niin, etteivät vierekkäiset ruudut ole riviväliltään ja kylvötiheydeltään identtisiä.

Kokeen kylvöissä käytetyn Zürn D82PN -kylvökoneen työleveys on 125 senttimetriä eli 10 kylvövannasta, joka oli myös yhden ruudun leveys. Käytännössä rivivälit saatiin mahdollistettua kylvämällä jokaisella vantaalla 12,5 senttimetrin rivivälillä olevat koeruudut. Koeruudut, jotka kylvettiin käyttäen 25 senttimetrin riviväliä, toteutettiin niin, että kylvökoneesta poistettiin joka toinen kylvövannas ja poistettuihin vantaasiin menevät vannasputket yhdistettiin yhteen kylvävään vantaaseen. Tällöin myös rivikohtainen siemenmäärä suhteessa neliötiheyteen pysyi oikeana. Koeruudut, jotka kylvettiin käyttäen 42 senttimetrin riviväliä, toteutettiin kylvämällä ruudut kolmella vantaalla. Riviväli 42 senttimetriä saatiin, kun koko koneen työleveys eli 125 senttimetriä jaettiin kolmelle vantaalle. Tällöin laskennallisesti rivivälin olisi kuulunut olla 41,6 senttimetriä, mutta 42 senttimetriä koettiin helpommaksi kylvökoneen kylvövantaiden säädön kannalta. Kylvökoneen vantaat säädettiin erikseen tätä koetta varten erikoisleveyteen, jotta koe saatiin kylvettyä oikein. Kylvökoneen vannasputket yhdistettiin niin, että jokaiselle kylvövantaalle meni kolmesta vannasputkesta kylvösiemeniä, jolloin saatiin pidettyä rivikohtainen siemenmäärä oikeana suhteessa neliötiheyteen.

4.1.4 Lannoitus

Koekentän alue lannoitettiin 10.8.2020 Yara Mila Y6 lannoitteella. Lannoitetta laitettiin 294 kilogrammaa hehtaaria kohden, eli 50 kilogrammaa tyypeä hehtaarille. Lannoitetta

käytettiin ympäristötuen ehtojen sallima maksimimäärä, jota yleisesti suositellaan syysrapsin syyslannoitusmääräksi.

4.1.5 Kasvinsuojelu

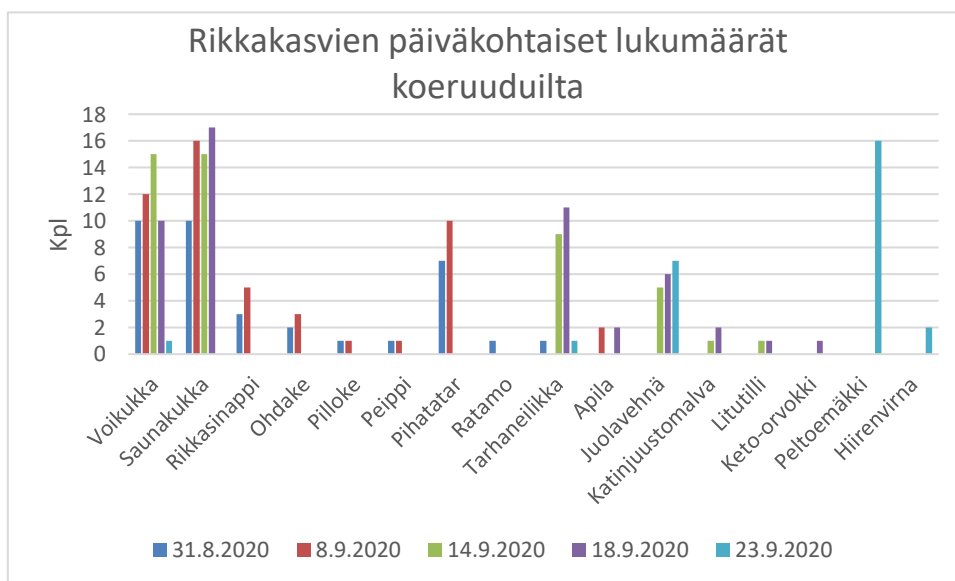
Ensimmäisinä tuholaisina koekentällä havaittiin etanat. Koekentän kahdelle reunalle oli asetettu laudat maahan, jonka alta etanahavaintoja muun muassa tehtiin. Ensimmäinen etanahavainto tehtiin 31.8.2020, jolloin kasvustosta ja lautojen alta löydettiin yhteensä 5 etanaa. Toinen etanahavainto tehtiin 8.9.2020, jolloin havaittiin 13 etanaa. Näiden etanahavaintojen perusteella päätettiin tehdä etanatorjunta. Ensimmäinen kasvinsuojelutoimenpide tehtiin 8.9.2020 etanoita vastaan Sluux-valmisteella. Torjunnassa rakeita levitettiin 4,5 kilogrammaa hehtaarille ja torjunta painottui koealueen käytäville ja reunoille. Heti etanatorjunnan jälkeen samana päivänä tehtiin havainto kahdesta rapsipistiäisen toukasta koealueella. Rapsipistiäisen toukkien torjunta toteutettiin 15.9.2020 Cyperkill-valmisteella. Valmistetta käytettiin 0,05 litraa hehtaarille sekoitettuna 200 litraan vettä hehtaaria kohden. Rapsipistiäisen toukkien torjunta onnistui kohtuullisen hyvin, sillä toukat eivät ehtineet vahingoittaa kuin kokeen suojaruutuja. Etanatorjunta todettiin riittämättömäksi, koska 14.9.2020 tehtiin havainto 5 etanasta. Tämän jälkeen seuraava etanahavainto tehtiin 18.9.2020, jolloin tehtiin havainto 7 etanasta. Uusi etanatorjunta tehtiin havaintojen vuoksi 19.9.2020, jolloin ruutuihin levitettiin Sluux-raetta. Sluux-rakeen levitysmäärä oli toisella levityskerralla 5 kilogrammaa hehtaaria kohden. Etanatorjunta onnistui kohtuullisen hyvin toisella torjuntakerralla, sillä etanoita havaittiin seuraavan ja ainoan kerran 12.10.2020 vain yksi kappale. Koekentällä havaittiin etanoiden ja rapsipistiäisen toukkien lisäksi muutamia rapsikuoriaisia kelta-ansoissa, mutta niiden esiintyminen ei aiheuttanut toimenpiteitä. Rapsikuoriaiset keskittyivät syysrapsin seassa kukkineeseen jääntikevätrypsiin, jonka vuoksi ne jättivät syysrapsin täysin rauhaan.

Koekentällä ehkä eniten harmia aiheuttaneet tuhoeläimet olivat hirvieläimet ja jänikset. Niitä havainnointiin koekentällä syysrapsin taimettumisesta saakka. Hirvieläimiä ja jäniksiä yritettiin saada pysymään poissa koekentältä aitaamalla koekenttä 25.9.2020 keltaisella nauhalla. Aitaamisen lisäksi koekentän ympärille ruiskutettiin hirvieläinten ja jänisten karkoitusainetta. Keltaisen karkoitusnauhan ja kemiallisen karkoitusaineen teho ei kuitenkaan ollut riittävä, jonka vuoksi koekentän ympärille jouduttiin rakentamaan sähköaita

3.11.2020. Edes sähköaita ei onnistunut pysäyttämään hirvieläimiä ja jäniksiä, jonka vuoksi suuri osa koko koekentästä oli tallottu, syöty ja kuovittu ylös maasta. Hirvieläimet aiheuttivat suurta tuhoa kasvustossa, eikä niitä saatu pidettyä aitojen ulkopuolella kovista yrityksistä huolimatta. Kokeen tulokset olisivat mahdollisesti olleet erilaisia, mikäli eläintuhot eivät olisi olleet niin suuria.

Rikkakasveja esiintyi koekentällä määrällisesti hyvin vähän, jonka vuoksi ei koekentällä toteutettu kemiallista rikkakasvitorjuntaa. Rikkakasvihavainnointia tehtiin kasvilajikohtaisesti kylvöstä alkaen aina syyskuun loppupuolelle saakka. Määrällisesti eniten rikkakasvilajeista esiintyi voikukkaa ja saunakukkaa. Muiden rikkakasvien esiintyminen oli vähäistä ja kappalemäärät pieniä. Rikkakasveille toteutettiin 18.9.2020 mekaaninen torjunta, jonka avulla haluttiin selvittää, mitkä rikkakasvit saadaan häviämään kasvustosta. Mekaaninen torjunta toteutettiin siten, että rikkakasvit nypittiin käsin pois koeruuduista ämpäriin, jolla ne kannettiin pois koekentältä. Poistetut rikkakasvit vietiin kokonaan pois pelloilta, jotta ne eivät päätyisi uudelleen laskentaan vääristämään tuloksia. Mekaanisesta torjunnasta todettiin olevan hyötyä, koska rikkakasvilajien määrä väheni ja löydettyjen rikkakasvien kappalemäärät olivat 1–2 yksilöä juolavehnää ja peltoemäkkiä lukuun ottamatta.

Kuva 1. Rikkakasvien määrät ja havainnointiajankohdat koeruuduilla.



Kasvitaudeista ainoa havainto on tehty 30.11.2020 juuritutkimuksen yhteydessä. Tällöin yhdestä rapsista löytyi möhöjuuri, joka oli kasvattanut kasvin juuren hyvin suureksi ja

muhkuraiseksi. Möhöjuurihavaintoja ei tehty kasvustosta syksyn juuritutkimuksissa enempää, mutta pellon hieman alhainen pH on ja liian lyhyt viljelykierto suhteessa edelliseen öljykasvin viljelyajankohtaan on vaikuttanut siihen, että möhöjuurta esiintyi maaperässä ja kasvustossa.

4.2 Kasvukauden sääolosuhteet

4.2.1 Tehoisa lämpötilasumma

Tehoisa lämpötilasumma on yksi kasvukauden mittareista. Tehoisa lämpötilasumma saadaan laskemalla vuorokauden keskilämpötilasta +5 °C:n ylittävät osat yhteen. Laskenta suoritetaan koko termisen kasvukauden ajalta. Viisi astetta on valittu raja-arvoksi, koska kasvit alkavat kasvaa yli +5 °C:n lämpötilassa. Kasveilla on erilaisia lämpösummavaatimuksia kasvun ja tuleentumisen kannalta. Tehoisan lämpötilasumman yksikkö on astepäivä, eli °Cvrk. Aivan maan etelärannikolla tehoisaa lämpötilasummaa kertyy normaaliolosuhteissa 1 350 astepäivää. Muissa maan eteläosissa tehoisaa lämpötilasummaa kertyy normaaliolosuhteissa 1 200–1 300 astepäivää. Vuonna 1987 Suomessa oli todellinen katovuosi, jolloin tehoisa lämpötilasumma jäi vain noin 950 astepäivään. Tehoisalla lämpötilasummalla saadaan hyvin kuvattua kasvukauden kehitystä ja sen vuoksi myös eri vuosien keskenään vertailu on helppoa. (Hyytiäinen & Hiltunen, 1999)

Vuonna 2020 tehoisan lämpötilasumman kertyminen Jokioisilla alkoi 18.4.2020. Pysyvästi vuorokauden keskilämpötila laski alle +5 °C:n 8.11.2020. Tehoisaa lämpötilasummaa kertyi koko termisen kasvukauden aikana 1 499,6 astepäivää, joista 1 479 astepäivää oli kertynyt 1.11.2020 mennessä. Tehoisaa lämpötilasummaa kertyi hieman normaalia enemmän koko kasvukauden aikana. Syysrapsin kylvöpäivän 19.8.2020 jälkeen kertyi tehoisaa lämpötilasummaa 464 astepäivää, joka ylittää syysrapsin talvehtimisen onnistumisen kannalta vaadittavan minimiarvon, 450 astepäivää. (Boreal Kasvinjalostus Oy, n.d.) (Ilmatieteen laitos, n.d.)

4.2.2 Sadesumma

Vuoden yhteenlaskettu sademäärä Suomessa on suhteellisen suuri. Sen ongelmana on kuitenkin kasvintuotannon kannalta sen ajoittuminen. Suurin osa vuoden sademäärästä ajoittuu tyypillisesti talvikuukausien ja syksyn aikaan, jonka vuoksi etenkin keväällä esiintyy kuivuusjaksoja. (Seppänen;Yli-Halla;Stoddard;& Mäkelä, 2008)

Vuoden 2020 termisen kasvukauden aikana sadesummaa kertyi Jokioisilla 350,6 millimetriä. Koekentän kylvön jälkeen Jokiosilla satoi yhteensä 258 millimetriä vuoden loppuun mennessä. Kasvukauden 2020 kokonaishaidunnan summa 1.11.2020 mennessä oli 401,9 millimetriä. Koekentän kylvön jälkeen elokuussa satoi 24,1 millimetriä. Syyskuussa koekentän sadannan määrä oli yhteensä 29,5 millimetriä, joka oli sopiva määrä syysrapsien vedenottotarvetta ajatellen. Lokakuussa koekentän sademäärä kasvoi edelliseen kuukauteen verrattuna huomattavasti ja sademäärä olikin 71,9 millimetriä. Marraskuussa koekentän sademäärä oli 84,5 millimetriä, josta 13,1 millimetriä satoi termisen kasvukauden aikana. Joulukuun sademäärä oli puolestaan 48 millimetriä. (Boreal Kasvinjalostus Oy, n.d.) (Ilmatieteen laitos, n.d.)

4.2.3 Termisen kasvukauden pituus

Termisen kasvukauden vaatimuksena on, että vuorokauden keskilämpötila on yli +5 °C vähintään viiden peräkkäisen vuorokauden ajan. Vastaavasti termisen kasvukauden katsotaan päättyneen, kun vuorokauden keskilämpötila on viiden peräkkäisen vuorokauden ajan alle +5 °C. Terminen kasvukausi on viljelysten kannalta Suomessa haasteellisen lyhyt. Se alkaa normaalisti Etelä-Suomessa huhti-toukokuun vaihteessa ja päättyy lokakuun puolivälissä. Etelä- ja länsirannikolla termisen kasvukauden pituus on keskimäärin 175–180 vuorokautta. Mitä pohjoisemmaksi mennään, sitä lyhyemmäksi terminen kasvukausi jää. Esimerkiksi Rovaniemen korkeudella terminen kasvukausi kestää keskimäärin noin 130 vuorokautta. (Hyytiäinen & Hiltunen, 1999)

Vuoden 2020 terminen kasvukausi katsottiin alkaneen Jokioisilla 2.5.2020. Termisen kasvukauden pituus oli tuolloin 187 vuorokautta, joka on hieman keskiarvoista pidempi.

Termisen kasvukauden katsottiin vastaavasti päättyneen 7.11.2020. (Boreal Kasvinjalostus Oy, n.d.) (Ilmatieteen laitos, n.d.)

4.3 Talvehtimisolosuhteet

Termisen talven vaatimuksena on, että vuorokauden keskilämpötila on pysyvästi alle 0 °C. Nykyisin katsotaan, että terminen talvi alkaa seuraavasta päivästä, kun syyskuun alusta laskettujen vuorokauden keskilämpötilojen summa on saavuttanut suurimman arvonsa. Lämpötilan voidaan tällöin katsoa olevan pysyvämmiin nollan alapuolella. Yksittäiset keskilämpötilaltaan nollan asteen ylittävät vuorokaudet eivät kuitenkaan katkaise termistä talvea. Terminen talvi on yleensä kylmimmillään tammi-helmikuun vaihteessa. (Ilmatieteen laitos, n.d.) (Hyytiäinen & Hiltunen, 1999)

4.3.1 Lumitilanne

Vuonna 2020 terminen talvi alkoi Jokioisilla 25.12.2020 ja päättyi 23.3.2021. Talven 2020 ensilumi satoi koekentälle 1.12.2020, jolloin koekentällä on ollut 2,0 senttimetriä lunta. Lumi on sulanut lähes heti, koska seuraavana päivänä ei ole merkintää lumensyvydestä. Seuraavan kerran lunta on ollut maassa 26.12.2020, jolloin lumen syvyydeksi on mitattu 2,0 senttimetriä. Pysyvä lumi on satanut maahan 28.12.2020 ja lunta on ollut aina 23.3.2021 saakka. Joulukuun lumensyvyyden keskiarvo oli 0,48 senttimetriä, kun otetaan huomioon myös lumettomat päivät. Jos mukaan ei lasketa lumettomia päiviä, oli joulukuun lumensyvyyden keskiarvo 2,5 senttimetriä. Joulukuussa enimmillään lunta oli 30.12.2020, jolloin lumensyvydeksi mitattiin 4,0 senttimetriä. Tammikuussa lumensyvyys vaihteli 2,0 ja 31,0 senttimetrin välillä. Suurin lumensyvyys mitattiin 28.1.2021 ja tammikuun lumensyvyyden keskiarvo oli 13,45 senttimetriä. Helmikuussa lumensyvyys vaihteli 10,0 ja 31,0 senttimetrin välillä. Suurin lumensyvyys mitattiin 20.2.2021 ja helmikuun lumensyvyyden keskiarvo oli 26,0 senttimetriä. Maaliskuussa enimmillään lunta oli 13.3.2021, jolloin lumensyvydeksi mitattiin 9,0 senttimetriä. Maaliskuun lumensyvyyden keskiarvo oli 4,74 senttimetriä, kun otetaan huomioon myös lumettomat päivät. Jos mukaan ei lasketa lumettomia päiviä, oli maaliskuun lumensyvyyden keskiarvo 6,39 senttimetriä. Yhteensä lumipeitepäiviä oli talven 2020–2021 aikana 88 kappaletta. (Boreal Kasvinjalostus Oy, n.d.) (Ilmatieteenlaitos, 2021)

Vuosien 1991 ja 2020 välillä ensimmäinen ehjä lumipeite on satanut Jokioisille 5. lokakuuta ja 6. joulukuuta välisenä aikana. Tyypillisesti ensimmäinen ehjä lumipeite on satanut 6. marraskuuta, joten 1.12.2020 Jokioisille satanut lumipeite on normaalilla vaihteluvälillä. Tyypillisesti lumipeitepäivien lukumäärä vuosina 1991–2020 on ollut 115–130 vuorokautta, joka on huomattavasti enemmän kuin termisen talven 2020–2021 aikana. (Ilmatieteenlaitos, 2020)

4.3.2 Lämpötilat ja lämpövaihtelu

Koekentälle vietiin kaksi lämpötila-anturia 31.8.2020, joista toinen sijoitettiin koekentän eteläkulmaan ja toinen koekentän pohjoiskulmaan. Pellolle vietyjen lämpötila-antureiden mukaan mitattu korkein lämpötila on ollut 25.9.2020 ja se oli +29,5°C. Jokioisten Observatoriolla sijaitsevan sääaseman mukaan korkein lämpötila on mitattu 26.9.2020 ja se oli +21,4°C. Pellolle asetetun lämpötila-anturin mittaamat lämpötilat ovat mahdollisesti vääristyneet, koska ne ovat olleet esimerkiksi suorassa auringon valossa. Tämän lisäksi pellolle vietyt lämpötila-anturit mittaavat mikroilmastoa. Tämän lisäksi lämpötila-anturit olivat liian matalalla viralliseen lämpötilan mittaukseen nähden, koska ne olivat noin 15–20 senttimetrin korkeudessa maan pinnasta. Lämpötila-antureita luettiin syksyllä noin kuukauden välein, jotta koekentän lämpötilan vaihtelun seuranta olisi helpompaa. Lämpötila-antureiden välisiä eroja selittää niiden sijoittelu koekentän eri kulmiin ja toisen napin otollisempi sijainti suoralle auringonvalolle ja -lämmölle.

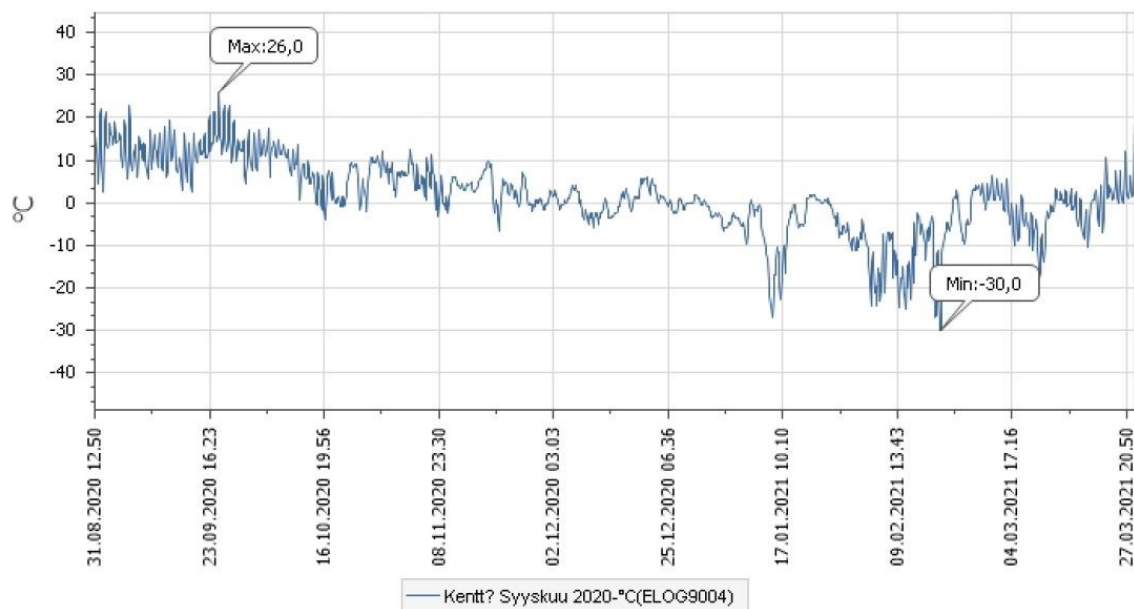
Pellolle vietyjen lämpötila-antureiden ensimmäinen seurantajakso oli 31.8.2020-25.9.2020, jolloin lämpötila vaihteli tasaisesti +28,5°C ja -2,5°C välillä. Jaksolla ei ollut havaittavissa selkeitä eroja yö- ja päivälämpötiloissa, normaalia muutaman asteen vaihtelua lukuun ottamatta. Toisella seurantajaksolla 26.9.2020-28.10.2020 lämpötila vaihteli edelleen tasaisesti +29,5°C ja -4°C välillä. Jaksolla oli kuitenkin havaittavissa suuria eroja yö- ja päivälämpötiloissa. Kolmannella seurantajaksolla 29.10.2020-30.11.2020 lämpötila vaihteli aiempaa tasaisemmin +17°C ja -6,5°C välillä. Tämän jälkeen seuraava lämpötilojen seuranta toteutettiin 29.3.2021, jolloin tarkastelussa oli 1.12.2020 ja 29.3.2021 välinen ajankohta. Viimeinen lämpötilanseurantajakso kertoo lämpötilan olleen suurimman osan seurantajaksosta pakkasen puolella. Alimmillaan seurantajaksolla mitattiin jopa -30°C pakkasia, mutta myös +13,5°C lämpötiloja. Lämpötila-antureiden tulokset poikkeavat

toisinaan jopa huomattavasti Jokioisten observatorion tuloksista, mutta niiden mittaustuloksista voidaankin tarkastella kasvulohkon mikroilmastoa.

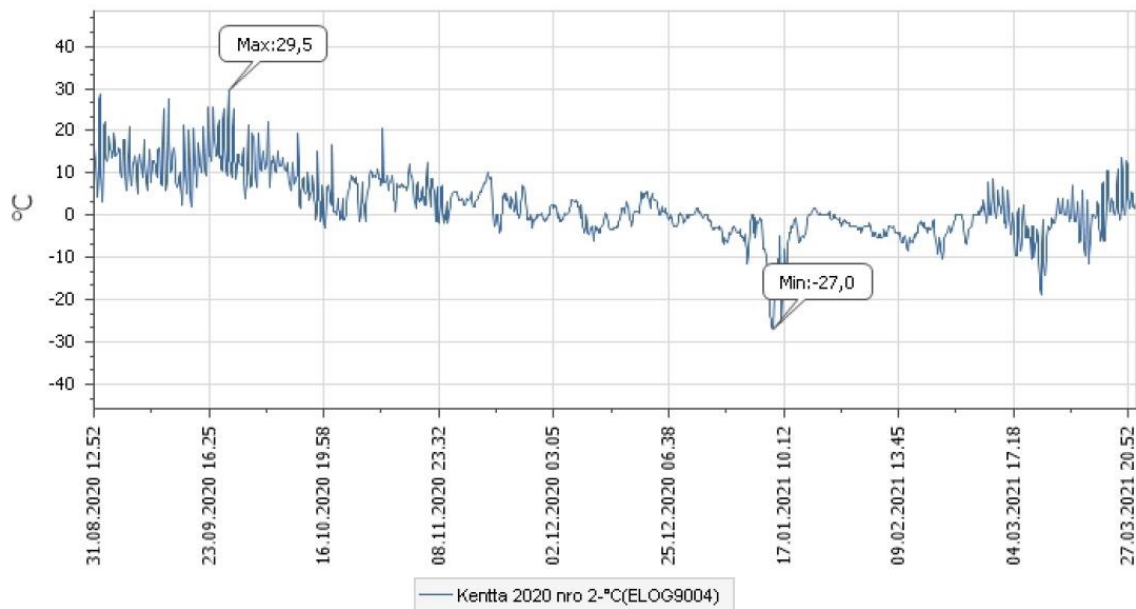
Jokioisten observatoriolla mitattujen lämpötilojen mukaan elokuussa päivien keskilämpötila on vaihdellut $+20,2^{\circ}\text{C}$ ja $+11,1^{\circ}\text{C}$ välillä. Elokuun 2020 vuorokauden keskilämpötila Jokioisilla oli $+15,6^{\circ}\text{C}$. Vuosien 1991–2020 tilastoissa vuorokauden keskilämpötila on ollut elokuussa keskimäärin $+15,5^{\circ}\text{C}$, joka on hyvin lähellä vuoden 2020 Jokioisten observatoriolla mitattua keskilämpötilaa. Vuosien 1960–2020 aikavälillä elokuun keskilämpötila on poikennut keskilämpötilasta lämpötilapoikkeamalla $-3,8^{\circ}\text{C}$ – $+2,3^{\circ}\text{C}$. Syyskuussa päivien keskilämpötila on vaihdellut $+16,6^{\circ}\text{C}$ ja $+8,3^{\circ}\text{C}$ välillä. Syyskuun 2020 vuorokauden keskilämpötila oli $+12,3^{\circ}\text{C}$. Vuosien 1991–2020 tilastoissa vuorokauden keskilämpötila on ollut syyskuussa keskimäärin $+10,5^{\circ}\text{C}$, joka poikkeaa hieman vuoden 2020 Jokioisten observatoriolla mitatusta keskilämpötilasta. Vuosien 1960–2020 aikavälillä syyskuun keskilämpötila on poikennut keskilämpötilasta lämpötilapoikkeamalla $-4,9^{\circ}\text{C}$ – $+2,5^{\circ}\text{C}$. Lokakuussa päivien keskilämpötila on vaihdellut $+13,1^{\circ}\text{C}$ ja $-0,1^{\circ}\text{C}$ välillä. Lokakuun 2020 vuorokauden keskilämpötila oli $+7,4^{\circ}\text{C}$. Vuosien 1991–2020 tilastoissa vuorokauden keskilämpötila on ollut lokakuussa keskimäärin $+4,8^{\circ}\text{C}$, joka poikkeaa hieman vuoden 2020 Jokioisten observatoriolla mitatuista lämpötiloista. Vuosien 1960–2020 aikavälillä lokakuun keskilämpötila on poikennut keskilämpötilasta lämpötilapoikkeamalla $-5,5^{\circ}\text{C}$ – $+3,3^{\circ}\text{C}$. Marraskuussa päivien keskilämpötila on vaihdellut $+10,1^{\circ}\text{C}$ ja $-1,0^{\circ}\text{C}$ välillä. Marraskuun 2020 vuorokauden keskilämpötila oli $+3,9^{\circ}\text{C}$. Vuosien 1991–2020 tilastoissa vuorokauden keskilämpötila on ollut marraskuussa $+0,5^{\circ}\text{C}$, joka poikkeaa hieman Jokioisten observatoriolla mitatuista lämpötiloista. Vuosien 1960–2020 aikavälillä marraskuun keskilämpötila on poikennut keskilämpötilasta lämpötilapoikkeamalla $-5,9^{\circ}\text{C}$ – $+3,2^{\circ}\text{C}$. Joulukuussa päivien keskilämpötila on vaihdellut $+5,6^{\circ}\text{C}$ ja $-3,8^{\circ}\text{C}$ välillä. Joulukuun 2020 vuorokauden keskilämpötila oli $+0,3^{\circ}\text{C}$. Vuosien 1991–2020 tilastoissa vuorokauden keskilämpötila on ollut joulukuussa $-2,9^{\circ}\text{C}$, joka poikkeaa hieman Jokioisten observatoriolla mitatuista lämpötiloista. Vuosien 1960–2020 aikavälillä joulukuun keskilämpötila on poikennut keskilämpötilasta lämpötilapoikkeamalla $-11,1^{\circ}\text{C}$ – $+5,4^{\circ}\text{C}$. Tammikuussa päivien keskilämpötila on vaihdellut $+2,4^{\circ}\text{C}$ ja $-20,1^{\circ}\text{C}$ välillä. Tammikuun 2021 vuorokauden keskilämpötila oli $-5,0^{\circ}\text{C}$. Vuosien 1991–2020 tilastoissa vuorokauden keskilämpötila oli tammikuussa $-5,3^{\circ}\text{C}$, joka on hyvin lähellä Jokioisten observatoriolla tehtyä mittausta. Vuosien 1960–2020 aikavälillä tammikuun keskilämpötila on poikennut keskilämpötilasta

lämpötilapoikkeamalla $-14,6^{\circ}\text{C}$ – $+6,3^{\circ}\text{C}$. Tyypillisesti terminen talvi on etelässä kylmimmillään tammi-helmikuun vaihteessa, jolloin vuorokauden keskilämpötila on yleensä noin $-5,0^{\circ}\text{C}$. Helmikuussa 2021 päivien keskilämpötila on vaihdellut $+4,3^{\circ}\text{C}$ ja $-17,9^{\circ}\text{C}$ välillä. Helmikuun 2021 vuorokauden keskilämpötila oli $-8,0^{\circ}\text{C}$. Vuosien 1991–2020 tilastoissa vuorokauden keskilämpötila oli helmikuussa $-5,8^{\circ}\text{C}$, joka on hieman vähemmän kuin Jokioisten observatoriolla mitattu lämpötila. Vuosien 1960–2020 aikavälillä helmikuun keskilämpötila on poikennut keskilämpötilasta lämpötilapoikkeamalla $-11,4^{\circ}\text{C}$ – $+6,4^{\circ}\text{C}$. Maaliskuussa päivien keskilämpötila on vaihdellut $+4,9^{\circ}\text{C}$ ja $-13,5^{\circ}\text{C}$ välillä. Maaliskuun 2021 vuorokauden keskilämpötila oli $-1,3^{\circ}\text{C}$. Vuosien 1991–2020 tilastoissa vuorokauden keskilämpötila oli maaliskuussa $-2,1^{\circ}\text{C}$, joka poikkeaa hieman Jokioisten observatoriolla mitatuista lämpötiloista. Vuosien 1960–2020 aikavälillä maaliskuun keskilämpötila on poikennut keskilämpötilasta lämpötilapoikkeamalla $-7,4^{\circ}\text{C}$ – $+4,3^{\circ}\text{C}$. (Boreal Kasvinjalostus Oy, n.d.) (Hyytiäinen & Hiltunen, 1999) (Ilmatieteen laitos, n.d.)

Kuva 2. Keltainen lämpötila-anturi oli sijoitettu koekentän eteläkulmaan. Lämpötila-anturin mittaama termisen kasvukauden korkein lämpötila mitattiin 25.9.2020 ja se oli $+26,0^{\circ}\text{C}$. Termisen kasvukauden alhaisin lämpötila mitattiin tällä lämpötila-anturilla 17.10.2020 ja se oli -4°C . Kuvassa näkyvä alhaisin lämpötila on mitattu termisen talven aikana 18.2.2021 ja se oli -30°C .



Kuva 3. Vihreä lämpötila-anturi oli sijoitettuna koekentän pohjoiskulmaan, jonka vuoksi se on saanut mahdollisesti enemmän auringonvaloa, ja lämpötilat ovat päässeet hieman vääristymään. Lämpötila-anturin mittaama termisen kasvukauden korkein lämpötila mitattiin 25.9.2020 ja se oli +29,5°C. Termisen kasvukauden alhaisin lämpötila mitattiin tällä lämpötila-anturilla 17.10.2020 ja se oli -3°C. Kuvassa näkyvä alhaisin lämpötila on mitattu termisen talven aikana 15.1.2021 ja se oli -27,0°C.



5 Kokeen tulokset

5.1 Taimettuminen

Taimettumisen merkkejä kasvustossa havaittiin 24.8.2020, mutta selkeät rivit puuttuivat ja taimettuminenkin oli silloin vielä kovin epätasaista. Selkeitä rivejä alkoi erottua 27.8.2020, jonka vuoksi taimettuminen onkin määritelty siihen päivään. Taimettuminen tapahtui noin viikko kylvön jälkeen, eikä ruutujen välisiä eroja juurikaan ollut.

5.2 Taimitiheys

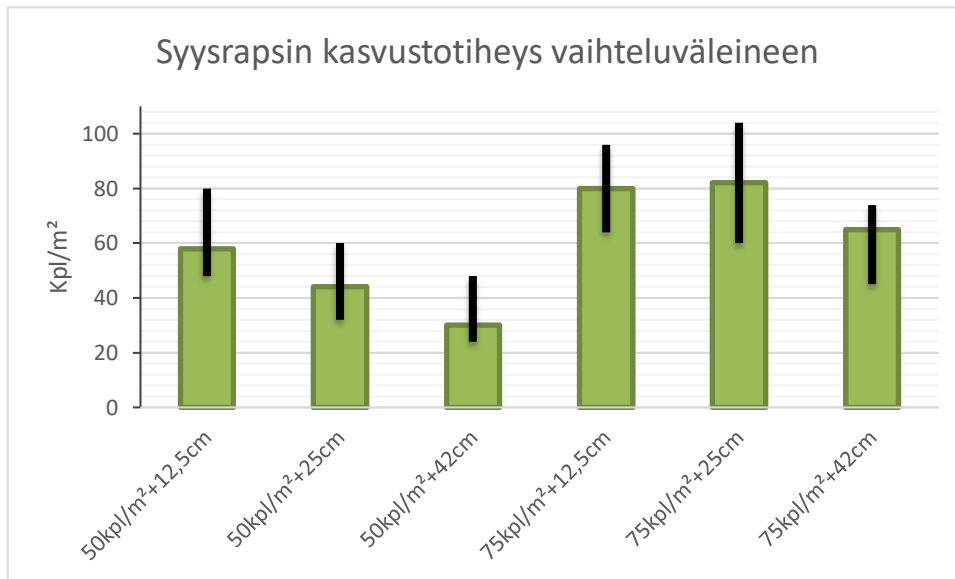
Koeruuduista seurattiin aktiivisesti muun muassa taimitiheyttä. Ruuduista ei voinut mitata taimitiheyttä perinteisin menetelmin tekemällä yhden neliömetrin kokoista neliötä

sattumanvaraisesti koeruutuun, koska eri riviväleillä kylvetyt koeruudut eivät olisi olleet välttämättä keskenään vertailukelpoisia. Tästä syystä taimitiheys laskettiin sattumanvaraisesta kohdasta yhden metrin mittaiselta matkalta, joka merkittiin ruutuun sinisin paalutikuin. Taimitiheyden laskemistapaan vaikutti myös parin ensimmäisen havaintokerran jälkeen havaittu jääntirypsi. Jääntirypsiä havainnoitiin suurimmaksi osaksi riviväleistä, mutta myös riveiltä. Taimitiheyttä laskettiin joka kerta samasta kohdasta, vaikka hirvieläimet kävivät pitkin syksyä aiheuttamassa tuhoa kasvustolle. Syysrapsin taimitiheys neliömetrillä laskettiin kertomalla metrin matkalta laskettujen taimien lukumäärä koeruudun pituudella, eli 4,8 metrillä. Tästä saatu tulos kerrottiin vielä koeruudussa olevien rivien lukumäärällä. Täten laskemalla saatiin tietää koko ruudun laskennallinen taimitiheysmäärä, joka jaettiin ruudun pinta-alalla, eli 6 neliömetrillä. Tästä vastaukseksi saatiin syysrapsin neliökohtainen taimitiheys.

Ensimmäinen taimitiheyslaskenta tehtiin 18.9.2020. Taimitiheyksiä laskettiin eri koeruuduilta koeruutukohtaisesti viikoittain. Taimitiheydet laskivat kesken kasvukauden joissakin koeruuduissa merkittävästi, minkä vuoksi taimitiheyden kehityksen seuranta ei sujunut aivan suunnitelmien mukaan. Taimitiheysten laskenta syysrapsin kasvun ollessa vasta alkuvaiheissa oli haasteellista, koska peltoon jäänyt ja itämään lähtenyt kohtalaisen vahva jääntirypsikasvusto sekoitti laskuja.

Kuva 4. Syysrapsin kasvustotiheydet kuvattuna kaavioon. Kaavioon on koottu koko termisen kasvukauden 2020 keskiarvot, sekä taimitiheysten vaihteluvälien suurimmat ja pienimmät taimitiheydet. Taimitiheyden keskiarvoissa (vihreät pylväät) on otettu huomioon eri kerranteet ja eri laskenta-ajankohdat. Suurimpiin ja pienimpiin taimitiheyksiin (mustien

palkkien ääripäät) on merkitty kylvötiheydeltään ja riviväliltään identtisten koeruutujen suurimmat ja pienimmät todelliset taimitiheydet.



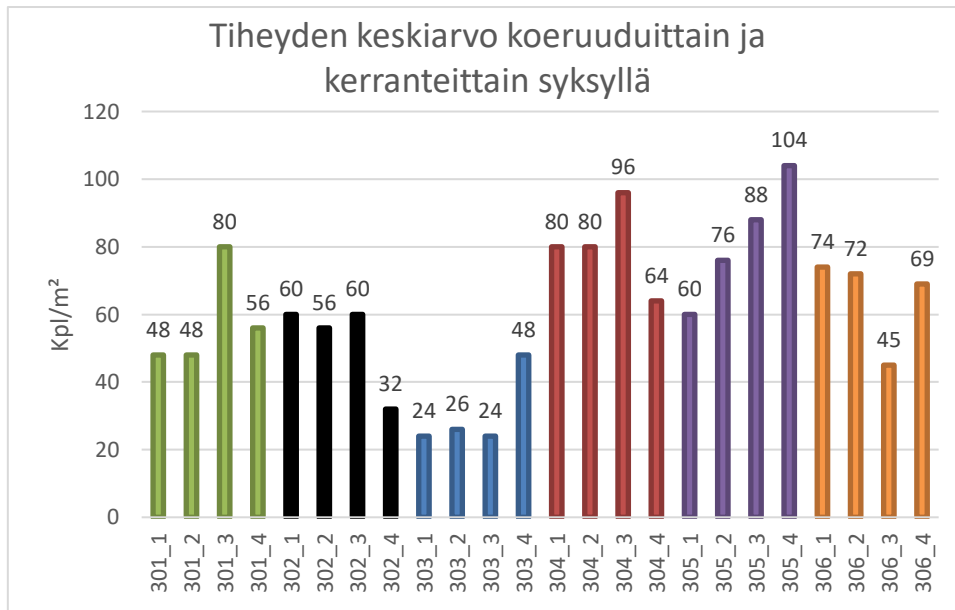
Laskennan ollessa tehtynä kaikista koeruuduista yhden metrin matkalta yhdeltä riviltä, täytyy neliötiheyttä laskettaessa ottaa huomioon, että kullakin rivivälillä kylvettäessä tulee kylvöriivejä eri määrä neliön alueelle. Täten kasvustotiheydet metrin matkalta laskettuna eivät ole suoraan verrannollisia neliömetriltä laskettuun tiheyteen. Vaikka neliötiheys on laskettu, on se siitä huolimatta ainakin osittain totuudenmukainen.

Taimitiheyksien poikkeama tavoitteellisesta taimitiheydestä selittynee kasvustossa olleella jääntirypsillä. Jääntirypsin olemassaolon mahdollisuudesta ei ensimmäisillä havaintokerroilla ollut edes tietoa, jonka vuoksi muutamat väärät yksilöt saattoivat päätyä laskuihin mukaan. Jääntirypsiä esiintyi kaikkein eniten koekentän eteläreunalla, jonka vuoksi varsinkin eteläreunan koeruutujen laskuissa vaikuttavat parin ensimmäisen havaintokerran ajoilta jääntirypsin kappalemäärät riveillä.

Kuva 5. Kaaviossa on kuvattu syysrapsin taimitiheyden keskiarvot termiseltä kasvukaudelta koeruuduittain. Vihreät palkit kuvaavat 50 kappaleen neliötiheydellä ja 12,5 senttimetrin rivivälillä kylvettyjä koeruutuja. Mustat palkit kuvaavat 50 kappaleen neliötiheydellä ja 25 senttimetrin rivivälillä kylvettyjä koeruutuja. Siniset palkit kuvaavat 50 kappaleen neliötiheydellä ja 42 senttimetrin rivivälillä kylvettyjä koeruutuja. Punaiset palkit kuvaavat 75 kappaleen neliötiheydellä ja 12,5 senttimetrin rivivälillä kylvettyjä koeruutuja. Violetit palkit

kuvaavat 75 kappaleen neliötiheydellä ja 25 senttimetrin rivivälillä kylvettyjä koeruutuja.

Oranssit palkit kuvaavat 75 kappaleen neliötiheydellä ja 42 senttimetrin rivivälillä kylvettyjä koeruutuja.



5.3 Kasvuston korkeus ja kasvipeitteisyys

Kasvuston pituuskasvua seurattiin koko syksyn ajan ja ensimmäinen pituusmittaus tehtiin noin kolme viikkoa taimettumisen jälkeen, 18.9.2020. Ruutukohtaiset vaihtelut olivat ensimmäisellä mittauskerralla pieniä, sillä kaikki syysrapsit olivat korkeudeltaan 4–7 senttimetriä. Ensimmäisellä mittauskerralla syysrapsikasvustojen pituudesta ei vielä ollut nähtävissä pienempiä ja suurempia kylvötiheyksiä. Ensimmäisellä mittauskerralla suurimman osan ruutujen keskiarvokasvien pituudeksi mitattiin 5 senttimetriä. Tästä poikkesivat vain ruudut 304 ja 306. Ruudun 304, eli 75 kappaleen neliötiheydellä ja 12,5 senttimetrin rivivälillä kylvetyn kasvuston korkeudeksi mitattiin noin 4 senttimetriä. Ruudun 306, eli 75 kappaleen neliötiheydellä ja 42 senttimetrin rivivälillä kylvetyn kasvuston korkeudeksi mitattiin 6 senttimetriä.

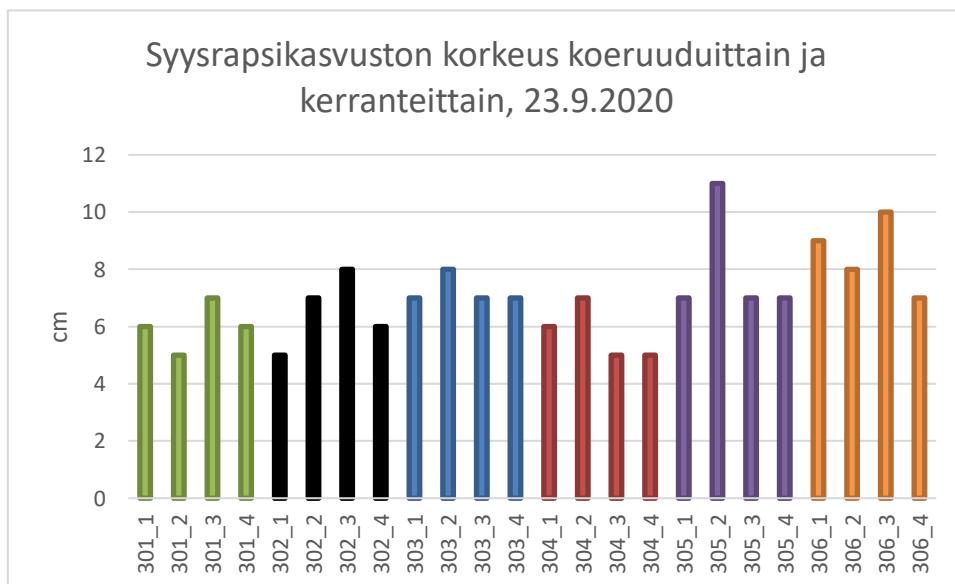
Toisella kasvuston pituuskasvun mittauskerralla 23.9.2020 ruutujen väliset erot olivat kasvaneet. Kaikkien koeruutujen kasvustot olivat kasvaneet pituutta verrattuna ensimmäiseen mittauskertaan, mutta suurinta pituuskasvu on ollut ruudussa, joka oli kylvetty käyttäen 75 kappaleen neliötiheyttä ja 25 senttimetrin riviväliä. Kaikkien

koeruutujen kasvustojen korkeudet vaihtelivat 5 ja 8 senttimetrin välillä.

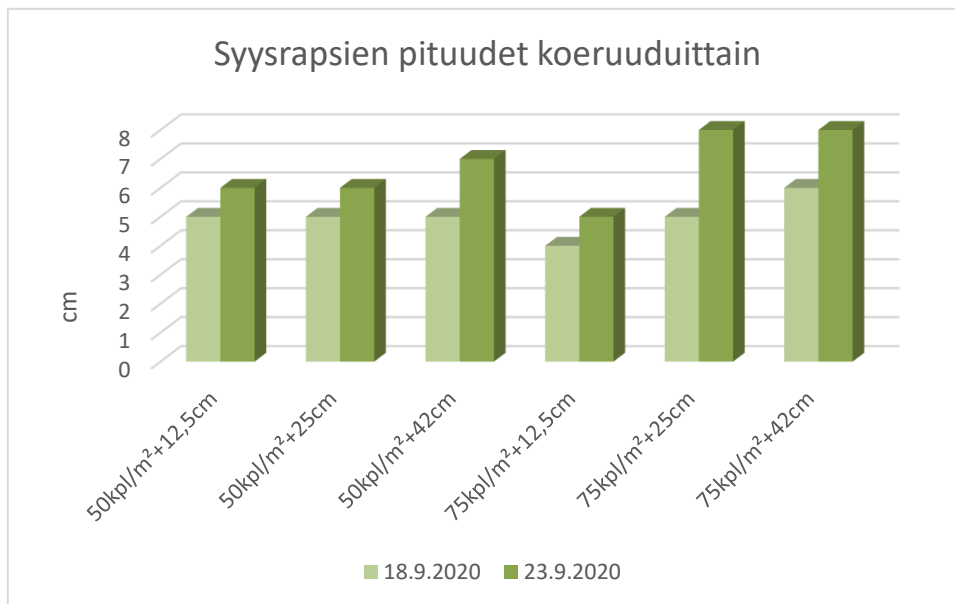
Syysrapsikasvustojen korkeudet olivat kerranteittain verrattain tasaisia, mutta jotkin yksittäiset ruudut olivat kasvaneet korkeutta enemmän kuin muut samalla kylvötiheydellä ja rivivälillä kylvetyt koeruudut.

Harvemmillä kylvötiheydellä kylvettyjen koeruutujen kasvuston korkeus oli syysrapsin talvehtimista ajatellen sopivan maltillinen kaikissa kerranteissa. Tiheämmällä kylvötiheydellä kylvettyjen koeruutujen 42 senttimetrin rivivälillä kylvettyjen koeruutujen korkeus nousi kasvien keskinäisen kilpailun vuoksi liikaa talvehtimisestä selviämistä ajatellen. Myös yksi 25 senttimetrin rivivälillä kylvetyistä tiheämmän kylvötiheyden koeruuduista oli kasvanut arveluttavan korkeaksi talvehtimisestä selviämistä ajatellen.

Kuva 6. Syysrapsikasvustojen korkeudet koeruuduittain 23.9.2020. Riviväliltään ja kylvötiheydeltään identtiset koeruudut on merkitty kuvassa keskenään samoilla väreillä.

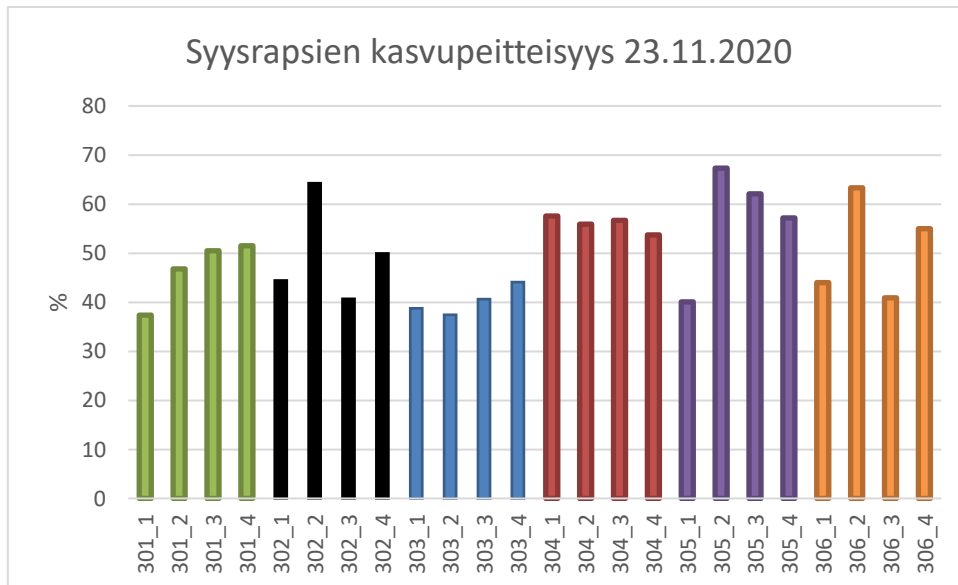


Kuva 7. Kuvassa on kahdelta mittauskerralta syysrapsien pituuksien keskiarvot koeruuduilta.



Koeruuduista mitattiin myös kasvipeitteisyyttä. Kasvipeitteisyyttä oli tarkoitus mitata useita kertoja syksyn aikana, mutta näin ei tehty, koska mittaus suoritettiin puhelimeen ladattavalla sovelluksella, jonka lataaminen ei omaan puhelimeeni onnistunut. Kasvipeitteisyyden mittaamisessa käytetty puhelinsovellus oli Canopeo. Kasvipeitteisyyttä ja kasvuston kehittymistä seurattiin myös dronekuvien avulla, joita otettiin noin viikon välein syksyn ajan. Kasvipeitteisyyden mittaamiseen käytettiin 23.11.2020 puhelinsovellus Canopeoa, jolla saatiin kasvipeitteisyysprosentteja 37,36 % ja 67,32 % väliltä. Sovelluksella mittaamisen ajankohtaa haluttiin venyttää pidemmälle syksyyn, jotta mahdollisimman moni syysrapsi olisi kasvanut talvehtimisen mahdollistaviin mittoihin. Sovelluksen kasvipeitteisyysmittaus perustuu valokuvaan, josta sovellus laskee kasvipeitteisyyden ja mustan maan osuudet erikseen. Tämän tehtyään sovellus muuntaa kasvipeitteisyyden prosenteiksi, jotka kirjataan ylös esimerkiksi Excel -taulukoon. Kasvipeitteisyysmittaukset tehtiin koeruuduista alueelta, josta myös taimitiheyslaskennat tehtiin. Kasvipeitteisyysprosentteja vertailtiin dronekuvista saatuun dataan, koska sovelluksella kuvattaessa keskitytään koeruudussa vain yhteen kohtaan, eikä se kerro koko koeruudun kasvipeitteisyytilannetta.

Kuva 8. Syysrapsien ruutukohtaiset kasvipeitteisyysprosentit mitattuna Canopeo -sovelluksella 23.11.2020. Riviväliltään ja kylvötiheydeltään identtiset koeruudut on merkitty kuvassa keskenään samoilla väreillä.



Canopeo-puhelinsovelluksella tehtyjen mittausten perusteella 50 kappaleen neliötiheydellä ja 25 senttimetrin rivivälillä kylvetyn ruudun toisessa kerranteessa syysrapsin kasvusto on parhaimmassa tilanteessa kasvuston kasvipeitteisyyttä ajatellen. Koeruuduista tehdyistä kasvipeitteisyysmittauksista selviää 75 kappaleen neliötiheydellä kylvettyjen koeruutujen kasvipeitteisyyden olevan keskimäärin paremmalla tasolla verrattuna 50 kappaleen neliötiheydellä kylvettyjen koeruutujen kasvipeitteisyyteen. Syysrapsin riviväli- ja kylvötiheyskokeen kannalta kasvipeitteisyyttä ei pidä kuitenkaan liikaa korostaa, koska koe toteutettiin hybridisyysrapsilla, jonka haaroittumisen kuuluisi olla keväällä voimakasta.

5.4 Juuriston kehitys

Syysrapsin juuriston kehitystä seurattiin tekemällä syysrapsin juurten halkileikkauksia kolmesti ennen talvehtimistä. Juuriston kehityksen seuraaminen toteutettiin siten, että eri kylvömenetelmillä toteutetuista ruuduista jokaisesta kaivettiin istutuslapiolla koko syysrapsi ylös. Koeruuduista pyrittiin valitsemaan ulkoisten ominaisuuksiensa puolesta parhaiten koko kylvömenetelmää kuvaava yksilö, joka olisi mahdollisimman hyvin säästynyt hirvieläimiltä ja jäniksiltä. Kasvit merkittiin ruutunumeroilla varustetuilla lapuilla jo pellolla, jotta kasvin juuriston kehitystä olisi helpompi seurata ja verrata seuraavilla tutkimuskerroilla. Juuriston

kehityksen tutkimisen ajatuksena oli seurata, mitä vaikutusta eri rivivälillä ja kylvötiheydellä kylvämisellä on syysrapsin juuriston kehitykseen ja kasvuun. Yhteensä syysrapseja kaivettiin maasta ylös kuusi kappaletta jokaista tutkimuskertaa kohden, eli kaikilla tutkimuskerroilla yhteensä 18 kappaletta.

Juuriston kehityksen tutkiminen aloitettiin pesemällä kasvista maa-aines pois, jonka jälkeen kasvi kuvattiin ja tutkittiin tarkasti eri vaiheissa. Kasvista laskettiin lehdet, jonka jälkeen ne irrotettiin kasvin halkaisemisen helpottamiseksi. Lehtien irrottamisen jälkeen kasvin paalujuuri halkaistiin kirurginveitsellä mahdollisimman tarkasti puolesta välistä. Halkaisun jälkeen syysrapsista etsittiin kasvupiste, mitattiin juurenniskan paksuus ja leikattu kasvin osa valokuvattiin. Kaikille maasta kaivetuille syysrapseille tehtiin samat toimenpiteet, jonka jälkeen ne vielä kuvattiin kaikki yhdessä ja niitä vertailtiin toisiinsa. Ensimmäinen kasvien juuritutkimus tehtiin ennen termisen kasvukauden päättymistä 20.10.2020. Toinen juuritutkimus tehtiin vajaa kaksi viikkoa ensimmäisen juuritutkimuksen jälkeen, hieman ennen termisen kasvukauden päättymistä, 2.11.2020. Viimeinen juuritutkimus tehtiin, kun kasvukausi oli jo päättynyt ja kasvit olivat jo valmistautuneet talvehtimaan, 30.11.2020.

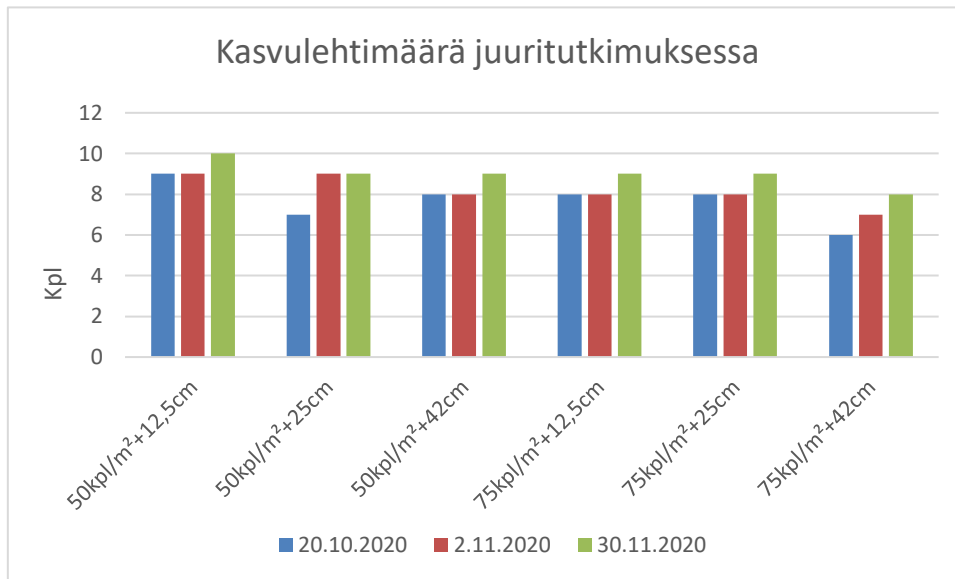
Kuva 9. Ensimmäisellä tutkimuskerralla tutkitut kasviyksilöt. Kasvit on merkitty kuvassa näkyvin ruutunumerolapuvin jo pellolla kasvin lehteen.



Ensimmäisellä juuritutkimuskerralla 20.10.2020 havaittiin syysrapseissa olevan keskimäärin talvehtimiseen vaadittavat 8 täysikasvuista kasvulehteä. Lisäksi lehdet olivat kookkaita ja kasvit näyttivät lehtien ulkonäön perusteella voivan hyvin. Toisella juuritutkimuskerralla oli jo enemmän haasteita löytää koeruuduista vaurioitumattomia keskivertoisia yksilöitä. Ennen toista juuritutkimuskertaa olivat hirvieläimet ja jänikset ehtineet aiheuttaa tuhoa maanpäällisille kasvinosille. Kuitenkin toisellakin juuritutkimuskerralla lähes kaikki yksilöt olivat vaurioitumattomia ja niiden lehtimäärä vaihteli 7 ja 9 täysikasvuisen kasvulehden välillä. Keskimäärin kuitenkin kaikkien koeruutujen yksilöissä oli 8 täysikasvuista kasvulehteä. Viimeisellä juuritutkimuskerralla oli täysikasvuisten kasvulehtien laskemisessa enemmän haasteita. Syysrapseista oli syöty paikoitellen jopa kaikki kasvulehdet ja muut maanpäälliset osat pois. Lehtimäärän laskemisessa ei auttanut muu, kuin arvioida jäljelle jääneiden lehtien ja kasvulehtien varsien perusteella lehtimäärää. Kuitenkin pelkät kasvulehtien varret ja jäljellä olleet kasvulehdet sai laskettua ilmeisen hyvin, koska talvehtimisen edellytyksenä pidettävä 8 täysikasvuista kasvulehteä täyttyi jokaisen kasviyksilön osalta. Kaikkein haastavinta riittävän kasvulehtien lukumäärän kasvattaminen oli 75 kappaleen neliötiheydellä ja 42 senttimetrin rivivälillä kylvetyn koeruudun yksilöille. Todennäköisesti ruudun suuri rivikohtainen siemenmäärä hidasti kasvien kehitystä.

Talvehtimisen edellytyksenä pidetty 8 täysikasvuista kasvulehteä täyttyi syksyn aikana molemmilla kylvötiheyksillä ja kaikilla riviväleillä. Tehtyjen havaintojen perusteella voidaan sanoa, ettei syysrapsin rivivälillä ja kylvötiheydellä ole juurikaan merkitystä kasvulehtien määrään. Havaintojen perusteella voidaan kuitenkin todeta, että hitainta täysikasvuisten kasvulehtien kasvattaminen oli ruudun 306 yksilöille, jossa riviväli oli 42 senttimetriä ja kylvötiheytenä 75 siementä neliömetrille.

Kuva 10. Juuritutkimuksessa mukana olleiden yksilöiden täysikasvuisten kasvulehtien lehtimäärä ruutunumeroittain.



Juurenniskan paksuus vaihteli ensimmäisellä tutkimuskerralla 7 millimetrin ja 10 millimetrin välillä. Sivujuurten ja juurikarvojen tarkastelussa huomioitiin, että kaikkien harvemmalla kylvötiheydellä kylvettyjen koeruutujen sekä 75 kappaleen neliötiheydellä ja 12,5 senttimetrin rivivälillä kylvetyn koeruudun paalujuuren sivujuuret ja juurikarvat olivat lähes vaakasuorassa paalujuureen verrattuna. Ruuduissa, jotka oli kylvetty 75 kappaleen neliötiheydellä ja 25 senttimetrin sekä 42 senttimetrin rivivälillä, sivujuuret ja juurikarvat olivat viistosti alaspäin paalujuureen verrattuna. Sivujuurten ja juurikarvojen vahvuus vaihteli jopa samassa kasvissa hyvin paljon.

Toisella tutkimuskerralla syysrapsiyksilöiden juurenniska oli hieman suurentunut edelliseen tutkimuskertaan verrattaessa. Tällöin juurenniskan paksuus vaihteli 7 millimetristä 12 millimetriin. Sivujuurten ja juurikarvojen tarkastelussa oli huomattavaa, että sivujuuret ja juurikarvat olivat 75 kappaleen neliötiheydellä ja 25 senttimetrin sekä 42 senttimetrin rivivälillä kylvettyjen ruutujen yksilöitä lukuun ottamatta lähes vaakasuorassa kasvin paalujuureen nähden. Ruuduissa, jotka oli kylvetty 75 kappaleen neliötiheydellä ja 25 senttimetrin sekä 42 senttimetrin rivivälillä, sivujuuret ja juurikarvat olivat paalujuureen verrattuna viistosti alaspäin. Toisen tutkimuskerran kasviyksilöiden sivujuurissa ja juurikarvoissa oli vähemmän vaihtelua, kuin ensimmäisen tutkimuskerran kasviyksilöissä. Kylvötiheydeltään 50 kappaleen ja riviväliltään 25 senttimetrin sekä kylvötiheydeltään 75

kappaleen ja riviväliltään 42 senttimetrin koeruutujen kasviyksilöiden sivujuuret ja juurikarvat olivat selkeästi muiden ruutujen kasviyksilöiden juurikarvoja vahvemmat.

Viimeisellä tutkimuskerralla syysrapsiyskilöiden juurenniska oli lähes kaikissa ruuduissa kasvanut edellisestä tutkimuskerrasta. Poikkeuksen tähän teki 50 kappaleen neliötiheydellä ja 25 senttimetrin rivivälillä kylvetyn koeruudun kasviyksilö, jonka juurenniska oli pienempi, kuin aiempien kasviyksilöiden juurenniska. Kuitenkin tämän ruudun kasviyksilön talvehtimisodotukset olivat korkeat, koska senkin juurenniska oli mittauksessa talvehtimisen edellytyksenä pidetty 8 millimetriä. Poikkeuksellisen suureen juurenniskaan 75 kappaleen neliötiheydellä ja 12,5 senttimetrin rivivälillä kylvetystä ruudusta löytyy selitys kasvitaudista. Kylvötiheydeltään 75 kappaleen ja riviväliltään 12,5 senttimetrin koeruudun viimeisen tutkimuskerran kasviyksilöllä oli havaittavissa möhöjuurta, jonka vuoksi kasvin juurenniska oli kasvanut huomattavan suureksi. Niin sanotuilla normaaleilla yksilöillä juurenniskan paksuus vaihteli viimeisellä tutkimuskerralla 8 ja 13 millimetrin välillä. Sivujuurten ja juurikarvojen tarkastelussa huomioitiin, että 50 kappaleen neliötiheydellä ja 12,5 senttimetrin rivivälillä kylvetyn koeruudun, 75 kappaleen neliötiheydellä ja 25 senttimetrin sekä 42 senttimetrin rivivälillä kylvettyjen koeruutujen yksilöillä oli vahvat sivujuuret ja juurikarvat, jotka olivat suuntautuneet viistosti alaspäin paalujuureen verrattuna. Sen sijaan 50 kappaleen neliötiheydellä ja 25 senttimetrin rivivälillä kylvetyn koeruudun yksilöllä oli hyvin heikot sivujuuret ja juurikarvat, joita oli määrällisestikin vähän. Kylvötiheydeltään 50 kappaleen ja riviväliltään 42 senttimetrin koeruudun yksilöllä havaittiin tutkimuksissa vain yksi juurikarva, joka sekin oli hyvin heikko ja pieni.

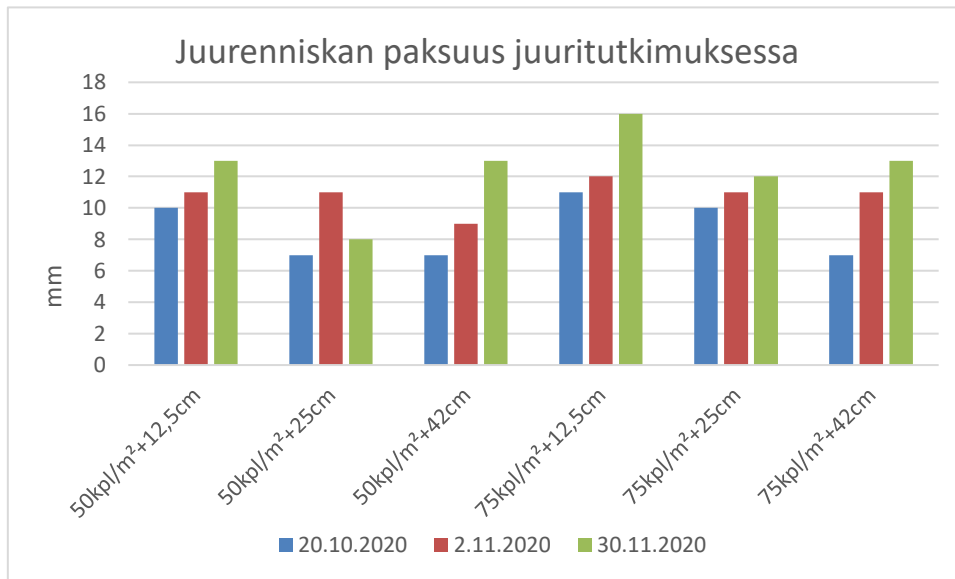
Ensimmäisellä tutkimuskerralla pienemmällä kylvötiheydellä kylvettyjen koeruutujen sivujuurien ja juurikarvojen määrä ja vahvuus olivat tiheämmällä kylvötiheydellä kylvettyjen ruutujen kasviyksilöiden sivujuuria ja juurikarvoja paremmat. Toisella tutkimuskerralla tiheämmällä kylvötiheydellä kylvetyt koeruudut olivat kirineet harvemmallalla kylvötiheydellä kylvettyjen koeruutujen kasviyksilöitä, eikä kylvötiheyksien välisiä eroja ollut enää sivujuurien tai juurikarvojen mukaan havaittavissa. Kolmannella tutkimuskerralla tiheämmällä kylvötiheydellä kylvettyjen koeruutujen kasviyksilöt olivat kasvattaneet huomattavasti enemmän ja vahvempia sivujuuria ja juurikarvoja kuin harvemmallalla kylvötiheydellä kylvettyjen koeruutujen kasviyksilöt.

Talvehtimisen edellytyksenä pidetty 8 millimetriä halkaisijaltaan oleva juurenniskan paksuus on täyttynyt viimeisellä juuritutkimuskerralla kaikkien koeruutujen kasviyksilöillä. Tämän lisäksi juurenniskan paksuus on kasvanut yhtä poikkeusta lukuun ottamatta kaikissa koeruuduissa tasaisesti syksyn aikana. Lisäksi samalla rivivälillä, mutta eri kylvötiheyksillä kylvettyjen koeruutujen kasviyksilöiden juurenniskan kehitys on ollut keskenään tasaista.

Kuvat 11 ja 12. Juuritutkimuksessa löytynyt möhöjuuriyksilö kokonaisena ja halkaistuna.



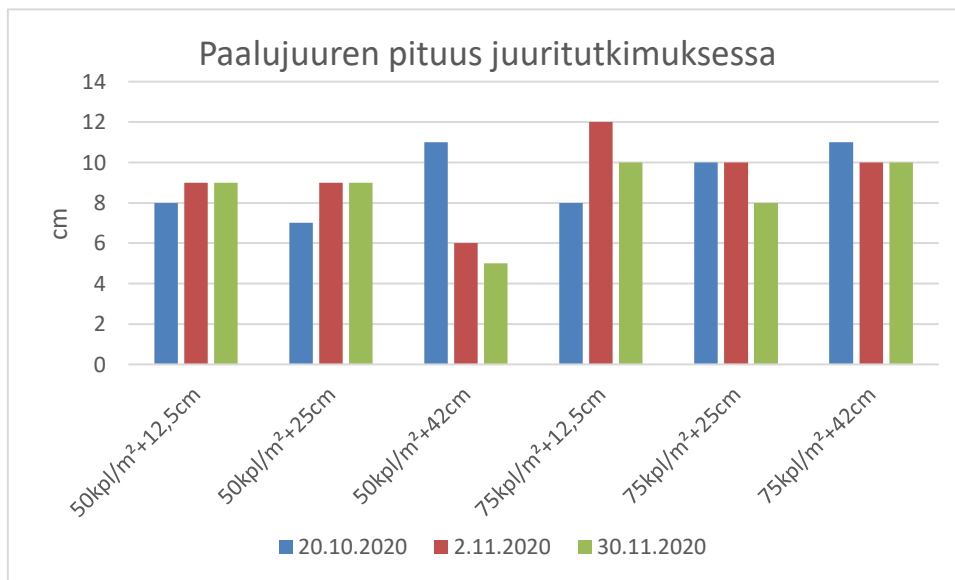
Kuva 13. Juuritutkimuksessa mukana olleiden yksilöiden juurenniskan paksuus ruutunumeroittain.



Paalujuuren pituus vaihteli ensimmäisellä tutkimuskerralla 7 ja 11 senttimetrin välillä. Tutkimuksessa kiinnitettiin huomiota, että ruutujen 304 ja 306 kasviyksilöiden juuret olivat täysin suorat ja tasaisesti alaspäin kapenevat. Muiden ruutujen kasviyksilöiden paalujuuret mutkittelivat loivasti ja myös niiden kapeneminen alaspäin oli epätasaista. Toisella tutkimuskerralla paalujuurten pituusvaihtelu oli suurempaa, kuin ensimmäisellä tutkimuskerralla. Lyhyin paalujuuren pituus havainnoitiin 50 kappaleen neliötiheydellä ja 42 senttimetrin rivivälillä kylvetyn koeruudun kasviyksilössä, jossa paalujuuren pituudeksi mitattiin 6 senttimetriä. Kaikkien muiden ruutujen osalta paalujuuren pituus vaihteli 9 ja 12 senttimetrin välillä. Tutkimuksessa kiinnitettiin huomiota, että kaikkien ruutujen kasviyksilöiden juuret olivat mutkikkaita, eikä mikään niistä kaventu tasaisesti alaspäin. Kolmannella tutkimuskerralla paalujuurten pituusvaihtelu oli tasaantunut. Havainnoitavista kasviyksilöistä kaikkein lyhyin paalujuuren pituus havainnoitiin 50 kappaleen neliötiheydellä ja 42 senttimetrin rivivälillä kylvetyn koeruudun kasviyksilöllä, koska kasviyksilön paalujuuri oli päässyt katkeamaan kasvia ylös maasta kaivettaessa. Kaikkien ruutujen osalta paalujuurien pituus vaihteli 5 ja 10 senttimetrin välillä. Terveissä paalujuurissa kiinnitettiin huomiota siihen, että ne olivat kaikki suoria ja kaventuivat tasaisesti alaspäin. Möhöjuuren piinaamassa kasviyksilössä kiinnitettiin huomiota kasvin voimakkaaseen mädäntyneeseen hajuun.

Tutkimuksissa havainnoitiin jokaisella havaintokerralla 42 senttimetrin rivivälillä ja 75 kappaleen neliötiheydellä kylvetyn koeruudun kasviyksilöillä pisin paalujuuri. Tämä selittyisi suuremmalla rivikohtaisella tiheydellä, jolloin kasviyksilöiden on kurkotettava syvemmälle maahan saadakseen ravinteita riittävästi. Myös muilla suuremmalla kylvötiheydellä kylvettyjen koeruutujen kasviyksilöillä paalujuuri oli pidempi ja siten syvemmällä maassa. Havaintojen perusteella voidaan todeta sekä rivivälillä että kylvötiheydellä olevan vaikutusta paalujuuren pituuteen. Kuitenkin talvehtimisen edellytyksenä pidetty 8 senttimetrin pituinen paalujuuri toteutui lähes kaikilla juuritutkimuksissa mukana olleilla kasviyksilöillä. Ainoana poikkeuksena tästä oli 50 kappaleen neliötiheydellä ja 42 senttimetrin rivivälillä kylvetyn koeruudun kasviyksilöt.

Kuva 14. Juuritutkimuksessa mukana olleiden yksilöiden paalujuuren pituus ruutunumeroittain.



Kasvupisteen sijainnin havainnointi syysrapseista oli haasteellista. Kuitenkin syysrapseille tehty halkileikkaus mahdollisti sen havainnoimisen kasvusta. Suurimman haasteen havainnointiin teki kasvupisteen sijainnin määrittäminen. Kasvupisteen korkeuden määrittäminen muodostui sitä vaikeammaksi, mitä enemmän kasvien halkaisukohta poikkesi kasvin keskikohdasta. Kasvupisteen kuvaaminen muodostui myös omaksi haasteekseen, koska halkileikatun kasvin sivujuuret ja juurikarvat olivat epätasaisesti sijoittuneet kasvin paalujuuren ympärille, jonka vuoksi halkaistu kasvi ei pysynyt suorassa pöydällä. Kasvupisteitä saatiin havainnoitua kuitenkin tutkimuksessa hyvin, eikä tutkimuksessa

havaittu suuria ruutujen välisiä eroja kasvupisteiden korkeuksissa. Ensimmäisellä havaintokerralla ainoastaan 75 kappaleen neliötiheydellä ja 42 senttimetrin rivivälillä kylvetyn koeruudun kasviyksilön kasvupiste oli hieman muita korkeammalla. Toisella havaintokerralla sekä 50 kappaleen neliötiheydellä, että 75 kappaleen neliötiheydellä kylvettyjen riviväliltään 42 senttimetriä olevien koeruutujen kasviyksilöiden kasvupisteen korkeudessa oli eroja muiden kasviyksilöiden kasvupisteen korkeuteen verrattuna. Viimeisellä havaintokerralla sekä 50 kappaleen neliötiheydellä, että 75 kappaleen neliötiheydellä kylvettyjen riviväliltään 42 senttimetriä olevien koeruutujen kasviyksilöiden kasvupisteet poikkesivat myös muiden kasviyksilöiden kasvupisteen korkeuksista. Kasvupisteitä ei kuitenkaan kyetty mittaamaan mitenkään vaan havainnot perustuvat täysin omaan arviooni. Kuitenkin tekemäni kasvupistehavainnot edellä mainittujen koeruutujen osalta selittyisivät suuremmalla rivikohtaisella siemenmäärällä. Korkeamman rivikohtaisen siemenmäärän kasviyksilöt joutuvat kilpailemaan enemmän keskenään saadakseen valoa, joten ne myös kasvavat korkeutta helposti enemmän kuin muut.

Havaintojen perusteella voidaan todeta kylvötiheydellä ja rivivälillä olevan hieman vaikutusta syysrapsin kasvupisteen korkeuteen syksyllä. Kasvupisteen sijainniltaan korkeimmat kasviyksilöt olivat jokaisella halkileikkauskerralla 42 senttimetrin rivivälillä kylvetyistä koeruuduista. Kuitenkaan kylvötiheyden vaikutus ei ollut vaikuttanut kasvupisteen korkeuteen, koska kasvupiste oli molemmilla kylvötiheyksillä kohonnut kapeammalla rivivälillä kylvettyjen koeruutujen kasviyksilöihin verrattuna.

5.5 Talvehtimisen edellytykset

Syysrapsin talvehtimistä varten suoritettiin kasvustossa mittauksia kasvuston lehtimäärään liittyen. Talvehtimistä varten oli myös juuritutkimuksessa mitattu paalujuuren pituus ja syysrapsin juurenniskan paksuus. Juurenniskan paksuutta mitattaessa juuritutkimuksessa havaittiin jokaisella tutkimuskerralla, että ainakin lähes kaikki juuritutkimuksissa käytetyt kasviyksilöt olivat kasvattaneet talvehtimisen kannalta riittävän paksun juurenniskan. Juuritutkimuksissa oli myös havaittu, että lähes kaikki juuritutkimuksissa mukana olleet kasviyksilöt ovat kasvattaneet talvehtimisen kannalta riittävän pitkän paalujuuren.

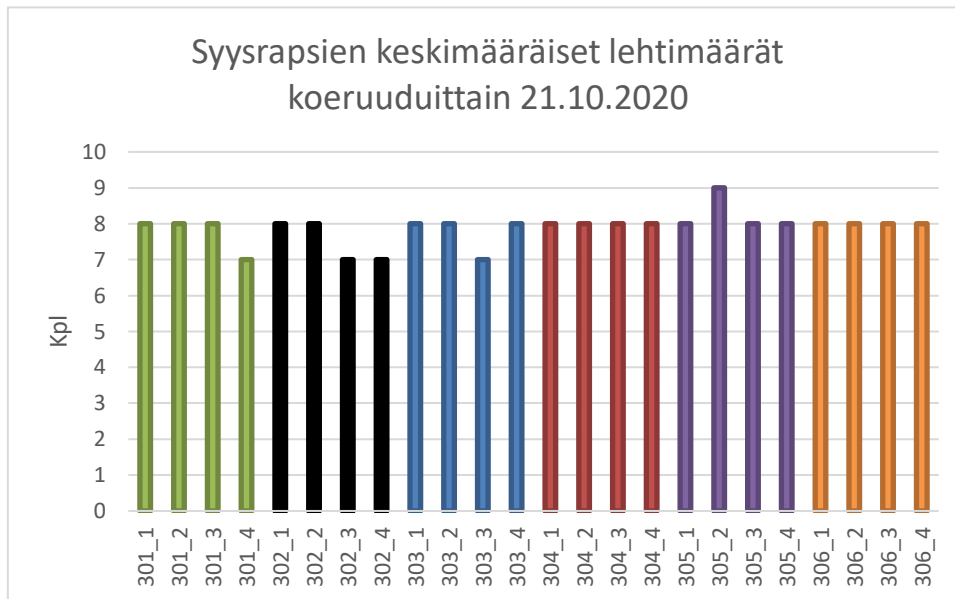
Syysrapsin talvehtimista varten kasvien lehtimäärä laskettiin jokaisen koeruudun kymmenestä keskivertoisesta kasviyksilöstä. Laskenta suoritettiin 21.10.2020, koska laskennassa tavoiteltiin mahdollisimman lopullista täysikasvuisten kasvulehtien lehtimäärää ennen talvehtimistä.

Koeruuduista harvemmallalla, eli 50 kappaleen neliötiheydellä ja 12,5 senttimetrin rivivälillä kylvettyjen koeruutujen syysrapsiyskilöiden lehtimäärä vaihteli 6 ja 12 kappaleen välillä. Myös 50 kappaleen neliötiheydellä ja 25 senttimetrin rivivälillä kylvettyjen koeruutujen syysrapsiyskilöiden lehtimäärä vaihteli 6 ja 11 kappaleen välillä. Myös 50 kappaleen neliötiheydellä ja 42 senttimetrin rivivälillä kylvettyjen koeruutujen syysrapsiyskilöiden lehtimäärä vaihteli 5 ja 10 välillä. Tiheämmällä, eli 75 kappaleen neliötiheydellä ja 12,5 senttimetrin rivivälillä kylvettyjen koeruutujen syysrapsiyskilöiden lehtimäärä vaihteli 7 ja 10 välillä. Myös 75 kappaleen neliötiheydellä ja 25 senttimetrin rivivälillä kylvettyjen koeruutujen syysrapsiyskilöiden lehtimäärä vaihteli 6 ja 11 välillä. Myös 75 kappaleen neliötiheydellä ja 42 senttimetrin rivivälillä kylvettyjen koeruutujen syysrapsiyskilöiden lehtimäärä vaihteli 7 ja 10 välillä.

Suurin osa kaikkien koeruutujen kasveista täytti talvehtimisen kannalta tärkeän kriteerin: vähintään 8 täysikasvuista kasvulehteä. Lehtimäärien perusteella lähes kaikkien koeruutujen kasviyksilöiden tulisi selvittää talvehtimisestä, koska lähes kaikkien koeruutujen laskennassa mukana olleiden kasviyksilöiden keskimääräinen kasvulehtien lukumäärä on 8 kappaletta. Tästä ainoina poikkeuksina 7 täysikasvuisella kasvulehtimäärällä ovat koeruudut 301_4, 302_3, 302_4 ja 303_3. Kesimääräiseltä täysikasvuisten kasvulehtien lukumäärältään vain yksi koeruutu ylitti 8 kappaleen määrän. Koeruudussa 305_2 oli keskimääräinen täysikasvuisten kasvulehtien lukumäärä 9 kappaletta kasviyksilöä kohtaan.

Kuva 15. Syysrapsin talvehtimista lasketut lehtimäärät koeruuduittain. Yhdeltä koeruudulta laskettiin kymmenen keskivertoisen kasviyksilön täysikasvuisten kasvulehtien lehtimäärä.

Taulukossa lasketuista lehtimääristä keskiarvot. Riviväliltään ja kylvötiheydeltään identtiset koeruudet on merkitty kuvassa keskenään samoilla väreillä.



Kasvukauden aikana tehtyjen silmämääräisten ja varsinaisten koeruutukohtaisten havaintojen perusteella voidaan todeta, ettei syysrapsin rivivälillä ja kylvötiheydellä ole juurikaan vaikutusta syysrapsin kasvulehtien muodostumiseen ennen talvehtimistä. Lähes kaikkiin koeruutuihin oli kehittynyt jo 21.10.2020 mennessä 8 täysikasvuista kasvulehteä, jota pidetään yleisesti syysrapsin talvehtimisvaatimuksena. Koekentällä havainnoitiin 21.10.2020 neljä koeruutua, joissa 8 täysikasvuisen kasvulehden vaatimus ei täyttnyt. Näistä koeruuduista yksi oli kylvetty 50 kappaleen neliötiheydellä ja 12,5 senttimetrin rivivälillä. Lisäksi kaksi koeruutua oli kylvetty 50 kappaleen neliötiheydellä ja 25 senttimetrin rivivälillä. Näiden lisäksi yksi koeruutu oli kylvetty myös 50 kappaleen neliötiheydellä, mutta 42 senttimetrin rivivälillä. Näiden koeruutujen osalta talvehtimisodotukset ovat kohtalaiset, koska niiden lehtimäärä oli kuitenkin jopa 7 täysikasvuista kasvulehteä.

5.6 Syksyn muut kasvustohavainnot

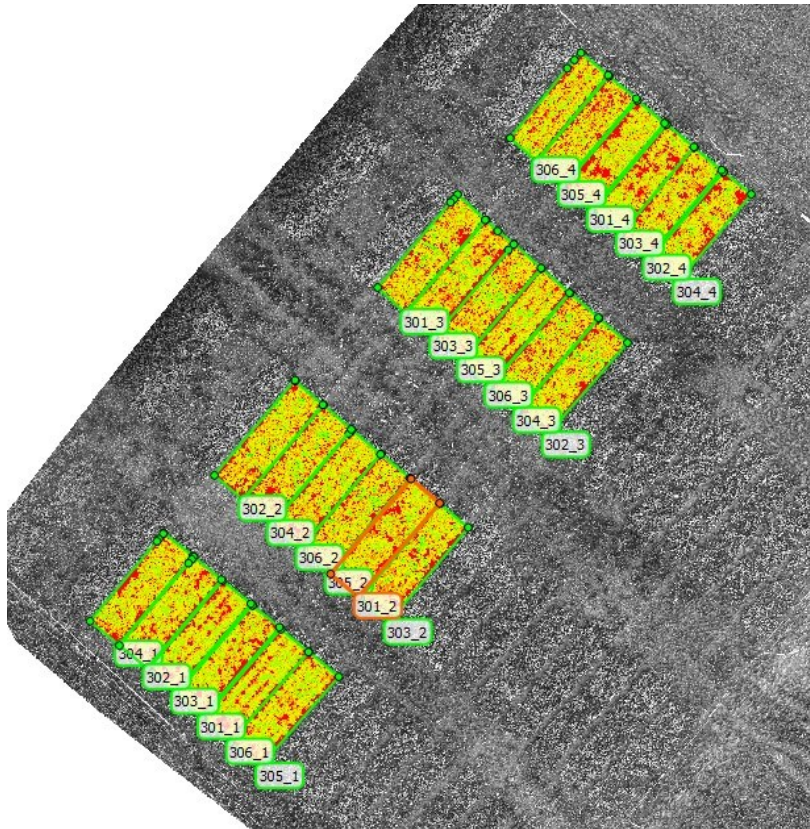
Kasvustoa kuvattiin syksyllä viikoittain dronella, jonka kuvaamasta datasta saadaan muodostettua erilaisia kasvillisuusindeksejä. Kasvillisuusindeksien ja dronella kuvatun datan pohjalta pystytään visualisoimaan tarkkuusviljelyssä maataloudessa hyödyllistä dataa. Syysrapsin riviväli- ja kylvötiheyskoetta tarkasteltiin käyttämällä Pix4Dmapper -ohjelman TGI

ja VARI-indeksejä. TGI-indeksi (Triangular Greenness Index) perustuu heijastusarvoihin näkyvillä aallonpituuksilla ja se onkin verrattavissa hieman tutumpaan NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) -indeksiin. Suurin ero TGI:n ja NDVI:n välillä on se, että TGI hyödyntää pelkästään näkyvän valon aallonpituuksia, kun taas NDVI hyödyntää myös valon infrapuna-alueet. TGI-indeksi kuvaa kasvillisuuden lehtipeitteisyyttä klorofyllipitoisuuden avulla ja sen avulla voidaan arvioida kasvuston terveyttä ja biomassaa. VARI-indeksiä (Visible Atmospherically Resistant Index) käytetään kasvillisuuden osuuden arviointiin niiltä kasvinosilta, joiden osalta herkkyys ilmakehän vaikutuksille on alhainen. VARI-indeksin avulla voidaan myös havainnoida kasvien välistä stressiä ja sen laatua. (Pix4D, 2018)

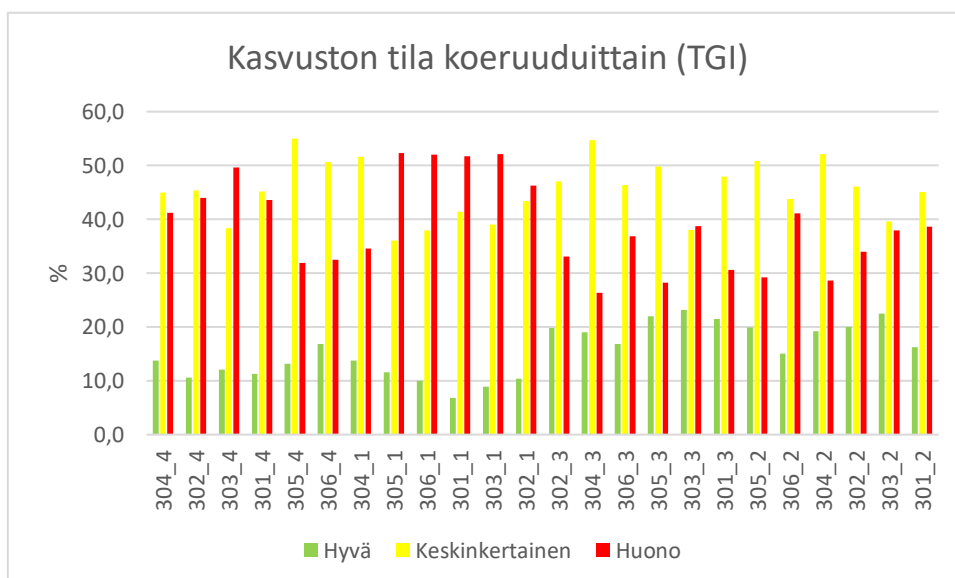
Indeksilaskentaa varten ohjelmassa piirrettiin koeruudut paikoilleen, jolloin indeksit saatiin ruutukohtaisesti. TGI-indeksikartassa eri indeksejä kuvaavat eri värit. TGI-indeksikartassa käytetään viittä eri väriä havainnollistamisen helpottamiseksi. Punaisella ja oranssilla värillä kuvatut alueet ilmaisevat paljasta maata ja huonosti voivaa kasvustoa. Keltaisella kuvatut alueet ilmaisevat kohtalaista kasvustoa, jonka lehtipeitteisyys on keskinkertaisella tasolla. Keltavihreällä ja vihreällä kuvatut alueet ilmaisevat hyvää kasvustoa, jossa lehtipeitteisyys on hyvä ja kasvusto voi hyvin.

Syysrapsikokeesta tehtyjen indeksikarttojen perusteella tervein ja biomassamäärältään suurimmat koeruudut sijaitsivat kerranteissa kaksi ja kolme. Kerranteiden kaksi ja kolme biomassan ja kasvuston terveyden tilaan vaikutti niiden sijainti keskellä koekenttää. Kerranteiden yksi ja neljä kasvustot olivat biomassamäärältään ja terveydeltään selvästi kahta keskimmäistä kerrannetta heikommat, mikä johtui niiden sijainnista koekentän reuna-alueella. Koeruuduittain tarkasteltuna biomassaltaan ja terveydeltään parhaita koeruutuja olivat ne, jotka oli kylvetty 50 kappaleen neliötiheydellä ja 42 senttimetrin rivivälillä. Toiseksi parhaita koeruutuja biomassaltaan ja terveydeltään olivat ne koeruudut, jotka oli kylvetty 75 kappaleen neliötiheydellä ja 25 senttimetrin rivivälillä. Biomassaltaan ja terveydeltään heikoimpia koeruutuja olivat ne ruudut, jotka oli kylvetty 50 kappaleen neliötiheydellä ja 42 senttimetrin rivivälillä.

Kuva 16. Syysrapsin TGI -indeksikartta. Indeksikarttaa varten koekenttä on kuvattu dronella 10.11.2020, jolloin dronen lentokorkeus on ollut 10 metriä pellon pinnasta.



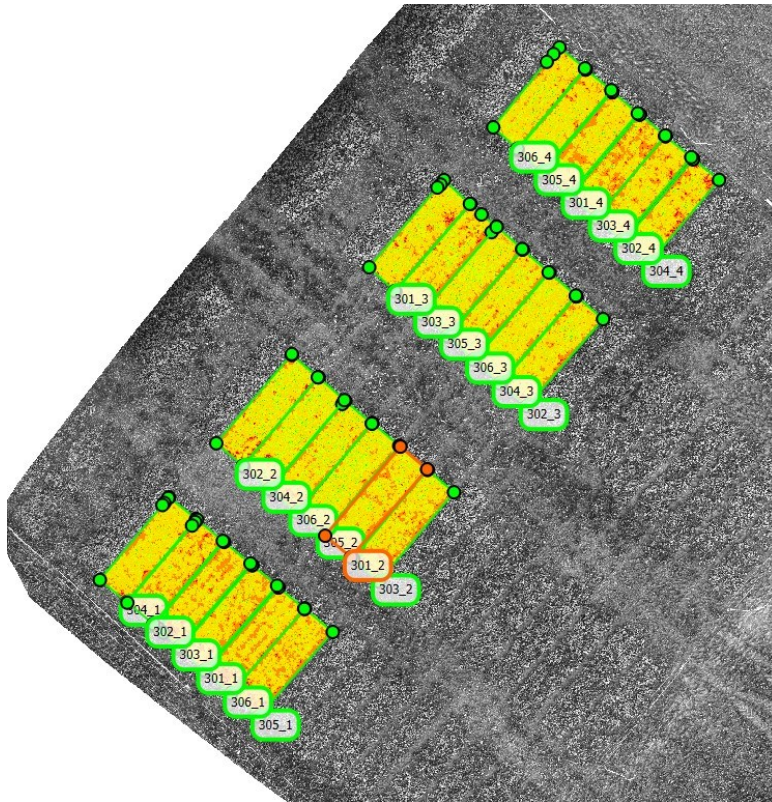
Kuva 17. Syysrapsikasvuston tila mitattuna TGI-indekseillä. Yllä olevasta kuvasta (kuva 16) on erikseen jokaiselta koeruudulta poimittu indeksien arvot, jotka on koottu alla olevaan kaavioon. Indeksiarvot ovat muodostuneet Pix4Dmapper -ohjelmassa, josta ne on mekaanisesti saatu poimittua Excel -taulukkaan.



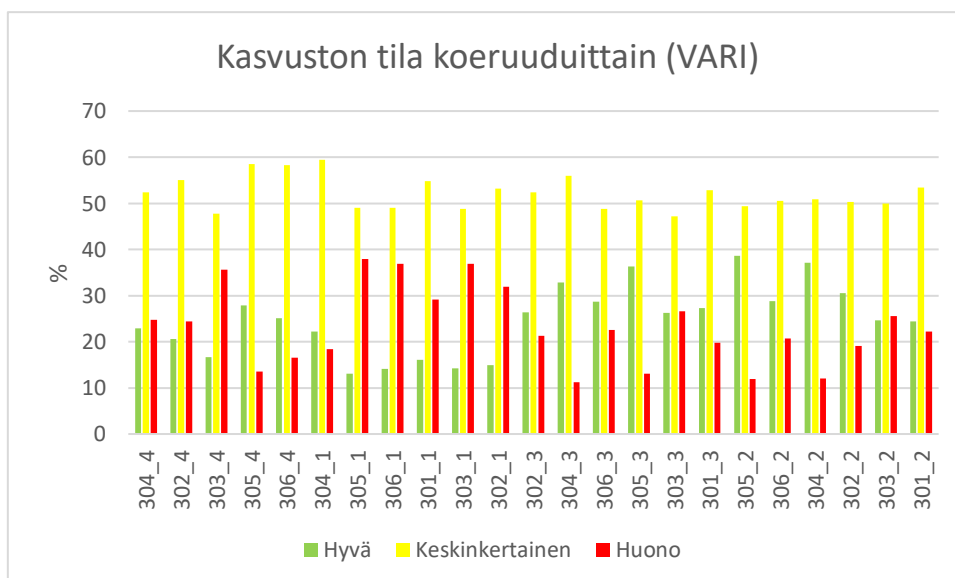
VARI-indeksikartassa dronekuvauksessa kerätty data saadaan visualisoitua VARI-indeksikarttaan. VARI-indeksit ovat kartassa kuvattuna eri värein. Indeksikartassa kuvataan indeksejä punaisella, oranssilla, keltaisella, keltavihreällä ja vihreällä. Punainen ja oranssi väri kuvaavat herkimpiä kasvustoja, joiden stressin määrä on korkea. Keltainen väri kuvaa keskinkertaisesti menestyneitä kasvustoja, joilla on kilpailusta johtuvan stressin määrä keskinkertainen. Keltavihreä ja vihreä väri kuvaavat hyvin menestyneitä kasvustoja, joilla kasvien välisen kilpailun aiheuttaman stressin määrä on vähäistä tai sitä ei ole havaittavissa.

Syysrapsikokeesta tehtyjen indeksikarttojen perusteella kasvien kilpailun aiheuttaman stressin määrä on ollut vähäisintä kerranteissa kaksi ja kolme. Kerranteissa yksi ja neljä stressin määrää lisäsi erityisesti koekentän reunoilla tuhoa aiheuttaneet jänikset ja hirvieläimet. Koeruuduittain tarkasteltuna vähäisintä kasvien välisen kilpailun vuoksi syntynyt stressi on ollut koeruuduissa, jotka kylvettiin 75 kappaleen neliötiheydellä ja 25 senttimetrin rivivälillä. Toiseksi vähiten stressiä oli indeksien mukaan havaittavissa koeruuduissa, jotka oli kylvetty 75 kappaleen neliötiheydellä ja 12,5 senttimetrin rivivälillä. Indeksien mukaan eniten kasvien välisestä kilpailusta stressiä aiheutui niissä koeruuduissa, jotka oli kylvetty 50 kappaleen neliötiheydellä ja 42 senttimetrin rivivälillä.

Kuva 18. Syysrapsin VARI-indeksikartta. Indeksikarttaa varten koekenttä on kuvattu dronella 10.11.2020, jolloin dronen lentokorkeus on ollut 10 metriä pellon pinnasta.



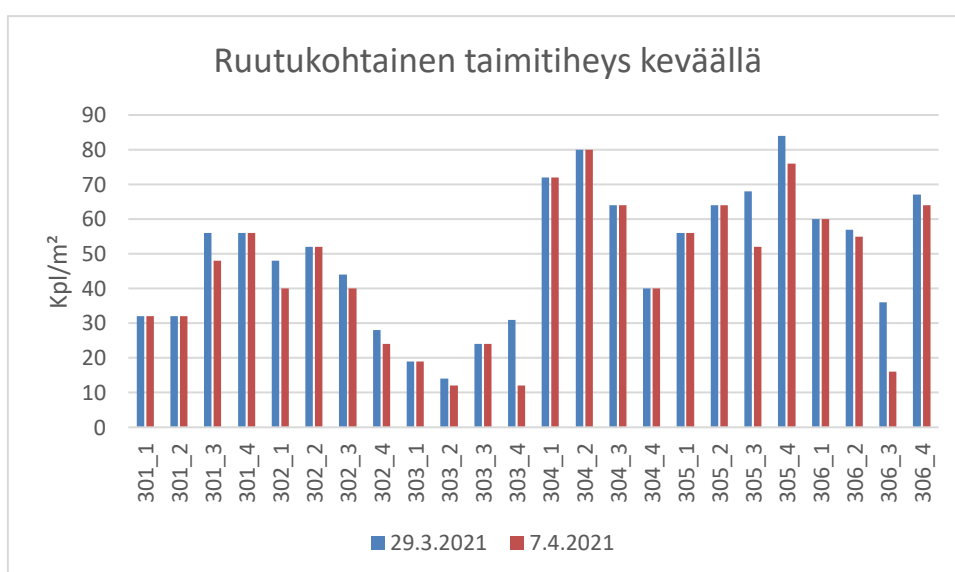
Kuva 19. Syysrapsikasvuston tila kuvattuna VARI-indekseillä. Yllä olevasta kuvasta (kuva 18) on erikseen jokaisesta koeruudusta poimittu indeksien arvot, jotka on koottu alla olevaan kaavioon. Indeksiarvot ovat muodostuneet Pix4Dmapper -ohjelmassa, josta ne on mekaanisesti saatu poimittua Excel -taulukkaan.



5.7 Kevään kasvustohavainnot

Keväällä syysrapsin riviväli- ja kylvötiheyskoetta käytiin havainnoimassa kolme kertaa. Ensimmäisellä kevään havaintokerralla 29.3.2021 koeruuduista laskettiin talvehtineiden yksilöiden tiheys. Myös toisella kevään havaintokerralla 7.4.2021 koeruuduista laskettiin talvehtineiden yksilöiden tiheys. Kolmannella, eli viimeisellä, havaintokerralla 13.4.2021 koeruudut kuvattiin ja havainnot tehtiin silmämääräisesti, koska hirvieläimet olivat käyneet sotkemassa koekentän niin, ettei taimitiheyden laskeminen ollut enää mahdollista samasta kohdasta. Talvehtineita yksilöitä laskettaessa kriteerinä oli, että syysrapsi kasvattaa kasvulehtiä tai niitä oli jo kasviyksilössä havaittavissa.

Kuva 20. Syysrapsin taimitiheys koeruuduittain keväällä.

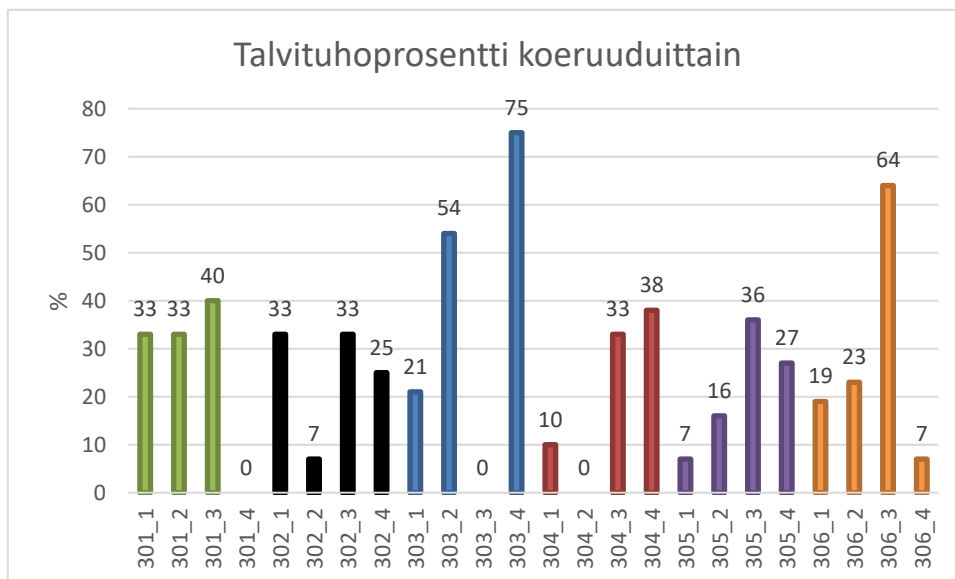


Koeruuduista laskettiin myös syysrapsin talvituhoprosentti, joka laskettiin syksyn viimeisten ja kevään viimeisten havaintojen perusteella. Talvituhoprosentit kohosivat pääsääntöisesti noin 20–40 prosentin lukemiin. Suurin talvituhoprosentti oli havaittavissa 50 kappaleen neliötiheydellä ja 42 senttimetrin rivivälillä kylvettyjen koeruutujen neljännessä kerranteessa, jossa se kohosi jopa 75 prosenttiin. Tämän jälkeen toiseksi suurin talvituhoprosentti havainnoitiin 75 kappaleen neliötiheydellä ja 42 senttimetrin rivivälillä kylvettyjen koeruutujen kerranteessa kolme, jossa se kohosi jopa 64 prosenttiin. Pienimmät talvituhoprosentit olivat havaittavissa kolmessa koeruudussa, joiden talvituhoprosentti oli 0 prosenttia. Näistä koeruuduista kaksi oli kylvetty 50 kappaleen neliötiheydellä, toinen 12,5

senttimetrin rivivälillä ja toinen 42 senttimetrin rivivälillä. Yksi näistä koeruuduista oli kylvetty 75 kappaleen neliötiheydellä ja 12,5 senttimetrin rivivälillä.

Talvituhoprosenttien keskiarvo 50 kappaleen neliötiheydellä ja 12,5 senttimetrin rivivälillä kylvetyistä koeruuduista oli 26,5 prosenttia. Vastaavasti 50 kappaleen neliötiheydellä ja 25 senttimetrin rivivälillä kylvetyistä koeruuduista talvituhoprosenttien keskiarvo oli 24,5 prosenttia. Koeruutujen, jotka olivat kylvetty 50 kappaleen neliötiheydellä ja 42 senttimetrin rivivälillä, talvituhoprosentin keskiarvo oli kaikkien muiden koeruutujen keskiarvoihin verrattaessa suurin, jopa 37,5 prosenttia. Talvituhoprosenttien keskiarvo 75 kappaleen neliötiheydellä ja 12,5 senttimetrin rivivälillä kylvetyistä koeruuduista oli 20,25 prosenttia, joka oli kaikkien muiden koeruutujen talvituhoprosenttien keskiarvoon verrattaessa pienin. Vastaavasti 75 kappaleen neliötiheydellä ja 25 senttimetrin rivivälillä kylvetyistä koeruuduista talvituhoprosenttien keskiarvo oli 21,5 prosenttia. Talvituhoprosenttien keskiarvo 75 kappaleen neliötiheydellä ja 42 senttimetrin rivivälillä kylvetyistä koeruuduista oli 28,25 prosenttia.

Kuva 21. Ruutukohtainen talvituhoprosentti. Riviväliltään ja kylvötiheydeltään identtiset koeruudet on merkitty kuvassa keskenään samoilla väreillä.



6 Yhteenveto kokeen tuloksista

Syysrapsin riviväli- ja kylvötiheyskokeen havaintojen perusteella voidaan todeta, ettei rivivälillä ja taimitiheydellä ole merkitystä syysrapsin taimettumisen kannalta. Sen sijaan tavoitellun ja toteutuneen taimitiheyden väliseen eroon oli tehtyjen havaintojen perusteella vaikutusta, millä rivivälillä ja taimitiheydellä koeruutu oli kylvetty. Lähimmäksi tavoiteltua taimitiheyttä päästiinkin kaikkien koeruutujen kerranteiden osalta niissä ruuduissa, joissa riviväli oli 12,5 senttimetriä ja tavoiteltu taimitiheys 50 kappaletta neliömetrille. Näiden ruutujen lisäksi lähinnä tavoitettiheyttä olivat niiden koeruutujen kaikki kerranteet, joissa riviväli oli 42 senttimetriä ja tavoiteltu kylvötiheys 75 kappaletta neliömetrille. Kaikkein pienin ja heikoin kasvusto oli syksyn havaintojen perusteella niissä koeruutujen kerranteissa, joissa riviväli oli 42 senttimetriä ja tavoiteltu kylvötiheys 50 kappaletta neliömetrille.

Koeruuduista havainnoitiin myös rivivälillä ja taimitiheydellä olevan vaikutusta kasvuston korkeuteen. Korkeimmillaan syysrapsikasvustot oivat syksyllä niiden koeruutujen kaikissa kerranteissa, joissa tavoiteltu kylvötiheys oli 75 kappaletta neliömetrille ja riviväli 25 senttimetriä tai 42 senttimetriä. Kasvuston korkeus oli havaintojen perusteella kaikissa muissa koeruuduissa maltillinen. Korkeuden lisäksi kaikkien koeruutujen kasvipeitteisyys oli termisen kasvukauden päätyttyä hyvä, koska hybridisyysrapsilajiketta viljeltäessä on hyvä muistaa syysrapsin hyvä kompensatiokyky satovuonna.

Juuritutkimuksissa tehtyjen havaintojen perusteella suuri rivikohtainen tiheys hidastutti syysrapsien kehitystä. Kasvulehtien muodostuminen oli havaintojen perusteella tasaista, mutta tavoitellulta taimitiheydeltään 75 kappaleen ja 42 senttimetrin rivivälillä kylvettyjen koeruutujen kasviyksilöiden kasvulehtien muodostus oli hitainta. Myös juurenniskan kehitys oli nopeampaa, mitä harvemmassa kasvustot olivat kylvöriveillä. Kylvörivikohtaiselta tiheydeltään suurimpien rivien kasviyksilöiden kehitys oli hitaampaa, jolloin vaarana on, ettei juurenniska ehdi kehittyä tarpeeksi suureksi ennen talvehtimistä ja näin ollen talvituhoriski kasvaa. Juuritutkimuksissa ilmeni myös sivujuurien ja juurikarvojen merkitys talvehtimisen kannalta. Koeruudut, joissa sivujuuria ja juurikarvoja ei juurikaan havainnoitu tai ne olivat hyvin heikkoja ja pieniä, nousi talvituhoprosentti niissä suuremmaksi. Lisäksi juuritutkimuksissa tehtyjen havaintojen perusteella voidaan todeta paalujuuren olevan pidempi tiheämmässä rivikohtaisessa kasvustossa. Juuritutkimuksessa tehtyjen havaintojen

perusteella voidaan kuitenkin todeta kasvupisteen nousevan arveluttavan korkealle molempien kylvötiheyksien osalta niissä koeruuduissa, joissa riviväli oli 42 senttimetriä.

Dronekuvista tehtyjen indeksikarttojen perusteella voidaan todeta biomassaltaan ja kasvuston terveydeltään parhaita koeruutuja olivat ne koeruudut, jotka olivat kylvetty 50 kappaleen neliötiheydellä ja 42 senttimetrin rivivälillä. Lähes yhtä hyviä biomassaltaan ja kasvuston terveydeltä olivat ne koeruudut, jotka oli kylvetty 75 kappaleen neliötiheydellä ja 25 senttimetrin rivivälillä. Indeksikartoista tarkasteltuna voidaan myös todeta kasvien välisen kilpailun aiheuttaman stressin määrän olleen pienin niissä koeruuduissa, joissa kylvötiheys oli 75 kappaletta neliömetrille ja riviväli oli 25 senttimetriä.

Riittävän lumipeitteen ansiosta syysrapsi talvehti koekentällä hyvin. Mikäli syysrapsi ei olisi saanut talveksi lumipeitettä ylleen, olisivat sen talvehtimismahdollisuudet pudonneet huomattavasti. Lumipeitteen ansiosta syysrapsi kesti yli -20°C pakkasia hyvin ja talvehtiminen oli keskimääräisesti hyvää. Kuitenkin syysrapsin talvituhoprosentit kohosivat muutamissa ruuduissa huomattavan suuriksi. Keskiarvoisesti pienin talvituhoprosentti oli niissä koeruuduissa, jotka oli kylvetty 75 kappaleen neliötiheydellä ja 12,5 senttimetrin rivivälillä. Vastaavasti keskiarvoisesti suurin talvituhoprosentti oli niissä koeruuduissa, jotka oli kylvetty 50 kappaleen neliötiheydellä ja 42 senttimetrin rivivälillä.

7 Johtopäätökset

Syysrapsin riviväli ja kylvötiheyskokeen havaintojen perusteella voidaan todeta 75 kappaleen neliötiheydellä ja 25 senttimetrin rivivälillä kylvettyjen koeruutujen menestyneen parhaiten kasvien kasvun ja talvehtimisen kannalta. Toiseksi parhaiten riviväli- ja kylvötiheyskokeessa menestyi kasvun ja talvehtimisen kannalta koeruudut, jotka oli kylvetty 50 kappaleen neliötiheydellä ja 12,5 senttimetrin rivivälillä. Kahden parhaiten menestyneen kasvuston keskinäinen sijoitus olisi mahdollisesti toisin päin, jos talviolosuhteet olisivat olleet vähemmän suotuisat syysrapsin talvehtimiselle. Ruudut olivat myös hyvin tasaväkisiä syksyn kasvun osalta, joten huonompi talvi olisi saattanut muuttaa kokeen tuloksen aivan toisenlaiseksi. Kolmanneksi parhaiten havaintojen perusteella kokeessa menestyivät koeruudut, jotka oli kylvetty 75 kappaleen neliötiheydellä ja 12,5 senttimetrin rivivälillä. Neljänneksi parhaiten riviväli- ja kylvötiheyskokeessa havaintojen perusteella pärjäsi

koeruututyyppi, joka oli kylvetty 50 kappaleen neliötiheydellä ja 25 senttimetrin rivivälillä. Toiseksi huonoiten havaintojen perusteella pärjäksi koeruututyyppi, joka oli kylvetty 75 kappaleen neliötiheydellä ja 42 senttimetrin rivivälillä. Huonoiten havaintojen perusteella pärjäksi koeruututyyppi, joka oli kylvetty 50 kappaleen neliötiheydellä ja 42 senttimetrin rivivälillä.

7.1 Tärkeimmät havainnot

Kasvun ja talvehtimisen kannalta parhaaksi havaittu syysrapin kylvötapa, 75 kappaletta neliömetrillä ja riviväli 25 senttimetriä, oli monilta osin kasvustoltaan vahva. Koeruuduista tehtyjen havaintojen perusteella ainoana miinuksena voidaan pitää kasvuston korkeutta syksyllä. Kasvuston korkeus ei kuitenkaan ollut kyseisen koeruututyyppin heikkous, koska syysrapin kasvupiste jäi kasvuston korkeudesta huolimatta maltilliselle tasolle, eikä noussut harvempia kasvustoja korkeammalle. Myöskään rivikohtainen tiheys ei johtanut ainakaan huomattavasti kasvien väliseen kilpailutilanteeseen ja sitä kautta stressin lisääntymiseen. Koeruuduissa oli lisäksi hyvä kasvipeitteisyys, joka näkyi juuritutkimuksessa havaittuina vahvoina kasviyksilöinä. Tämän lisäksi dronekuvauksesta muodostettujen indeksikarttojen analysoinnin perusteella kasvusto oli tervettä ja biomassan määrältään hyvää.

Juuritutkimuksissa havaittiin koeruutujen edustajilla vahva juurenniska, jonka kehitys oli syksyn aikana tasaisen voimakasta. Tämän lisäksi juuritutkimuksissa havaittiin koeruudun kasviyksilöillä pitkä paalujuuri, jossa oli runsaasti vahvoja sivujuuria ja juurikarvoja. Yhdessä nämä kaikki tehdyt havainnot mahdollistivat tämän kylvötavan edustamille koeruuduille hyvän talvehtimisen, jossa myös talvituhoprosentti jäi maltilliseksi.

Toiseksi parhaiten vertailussa menestyneet 50 kappaleen neliötiheydellä ja 12,5 senttimetrin rivivälillä kylvetyt koeruudet olivat myös hyvin vahvoilla. Suurimpana miinuksena havainnoissa olivatkin hieman parhaaksi havaittua koeruututyyppiä korkeammat talvituhoprosentit. Syksyn kasvun osalta koeruututyyppi oli hyvinkin vahvoilla ja sen vuoksi syksyn kasvun osalta kahden parhaan väliltä on vaikea mennä sanomaan parasta koeruututyyppiä. Koeruudussa käytetty 50 kappaleen neliötiheys ja 12,5 senttimetrin riviväli toivat toteutuneen taimitiheyden lähimmäksi tavoiteltua taimitiheyttä, ja koeruutu esittikin vahvaa kasvua syksyn aikana. Tämän lisäksi kasvulehdet kehittyivät tämän kylvötavan koeruutuihin nopeasti ja kasvuston kehitys oli muutenkin tasaisen vahvaa.

Juuritutkimuksissa havaittiin juurenniskan olevan ensimmäisestä havaintokerrasta asti vahva. Myös paalujuuren havaittiin olevan vahva ja siinä olevan runsaasti juurikarvoja ja sivujuuria.

Kolmanneksi parhaiten kasvun ja talvehtimisen kannalta menestyivät koeruudut, joissa kylvötiheys oli 75 kappaletta neliömetrille ja riviväli oli 12,5 senttimetriä. Suurimpana miinuksena tällä kylvötavalla oli havaintojen perusteella hyvin heikot juurikarvat ja sivujuuret. Juuritutkimuksissa myös havaittu möhöjuuri hankaloitti koeruutujen välisiä vertailuja, koska viimeisellä juuritutkimuskerralla ei möhöjuurisaastunnan vuoksi saatu vertailukelpoista dataa kylvötavan kasviyksilöstä. Kyseisellä koeruututyypillä havaittiin juuritutkimuksissa kuitenkin vahva juurenniska sekä pitkä paalujuuri. Kyseinen kylvötapa päihitti kuitenkin kaikki muut koeruututyypit kaikkein pienimmällä talvituhoprosentilla.

Lähteet

- Baltic Sea Action Group. (n.d.). *Satokasvien ominaisuuksia viljelykierrossa*. Noudettu osoitteesta Baltic Sea Action Group, ProAgria Etelä-Savo:
<https://carbonaction.org/fi/materials/satokasvien-ominaisuuksia-viljelykierrossa/>
- BASF. (n.d.). *Clearfield Production Systems*. Noudettu osoitteesta
<https://agriculture.basf.us/crop-protection/products/herbicides/clearfield.html>
- Boreal Kasvinjalostus Oy. (n.d.). Sääasema Jokioisten Observatoriolla.
- Boreal Kasvinjalostus Oy. (n.d.). *Thure*. Noudettu osoitteesta
<https://boreal.fi/lajikkeet/thure/>
- Boreal Kasvinjalostus Oy. (n.d.). *Tietoa meistä*. Noudettu osoitteesta <https://boreal.fi/tietoa-meista/>
- Eurofins Viljavuuspalvelu Oy. (1. 2 2019). Viljavuustutkimuksen tulkinta. Mikkeli: Teroprint Oy.
- Farmit. (n.d.). *Rapsin kalkitus*. Noudettu osoitteesta
<https://www.farmit.net/kasvinviljely/oljykasvit/rapsi/kalkitus>
- Hyytiäinen, T.;& Hiltunen, S. (1999). *Kirjayhtymä Oy, Kasvintuotanto 1*. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy.
- Ilmatieteen laitos. (n.d.). *Kasvukausi 2020*. Noudettu osoitteesta
<https://www.ilmatieteenlaitos.fi/kasvukausi-2020>
- Ilmatieteen laitos. (n.d.). *Termiset vuodenajat*. Noudettu osoitteesta
<https://www.ilmatieteenlaitos.fi/termiset-vuodenajat>
- Ilmatieteen laitos. (n.d.). *Tilastoja vuodesta 1961*. Noudettu osoitteesta
<https://www.ilmatieteenlaitos.fi/tilastoja-vuodesta-1961>
- Ilmatieteenlaitos. (2. 9 2020). *Lumitilastot*. Noudettu osoitteesta
<https://www.ilmatieteenlaitos.fi/lumitilastot>
- Ilmatieteenlaitos. (8. 6 2021). *Talvi 2020-2021*. Noudettu osoitteesta
<https://www.ilmatieteenlaitos.fi/talvi-2020-2021>
- Kasvinsuojeluseura ry. (2000). *Rypsin ja rapsin tasapainoinen kasvinsuojelu*. Vammalan Kirjapaino Oy.
- Käytännön Maamies KM. (24. 6 2015). *Päätä syysrapsin viljelystä ajoissa*. Noudettu osoitteesta <https://kaytannonmaamies.fi/paata-syysrapsin-viljelysta-ajoissa/>

- Laine, A.;& Niskanen, M. (2021). Syysmuotoiset kasvit. Teoksessa *ProAgria Keskusten Liitto, Tieto Tuottamaan 147, Uudistuva kasvintuotanto* (ss. 18-23). Ajasto Paperproducts Oy.
- Lantbrukarnas Riksförbund LRF. (9. 9 2020). *Raps kan ersätta palmolja*. Noudettu osoitteesta <https://www.lrf.se/om-lrf/organisation/branschavdelningar/lrf-vaxtodling/aktuellt/raps-kan-ersatta-palmolja/>
- Luonnonvarakeskus LUKE. (n.d.). *ScenoProt Erikoiskasvit*. Noudettu osoitteesta <https://www.luke.fi/scenoprot/uudet-proteiininlahteet/erikoiskasvit/>
- Maa- ja metsätalousministeriö. (9. 12 2020). *Öljykasvien tulevaisuus -webinaari, Rypsi-Rapsi 2025*. Noudettu osoitteesta https://rypsirapsi.fi/site/assets/files/1431/oljykasviviljelyn_menestysreseptit_saarine.pdf
- Maatalouden tutkimuskeskus MTTK. (1989). *Öljykasvien viljelyn edistäminen*.
- Ohralahti, K. (2020). Syysöljykasvit. Teoksessa *ProAgria Keskusten Liitto, Tieto tuottamaan 146, Peltokasvilajikkeet 2020* (ss. 64-65). Ajasto Production 2020.
- Pix4D. (20. 6 2018). *Vegetation indices: a key tool in precision agriculture*. Noudettu osoitteesta <https://www.pix4d.com/blog/pix4dfields-vegetation-indices-for-precision-agriculture>
- Rypsi-Rapsi. (n.d.). *Lajikevalinta ja kylvösiemenmäärä*. Noudettu osoitteesta <https://rypsirapsi.fi/syysoljykasvit/lajikevalinta-ja-kylvosiemennaara/>
- Rypsi-Rapsi. (n.d.). *Talvehtiminen*. Noudettu osoitteesta <https://rypsirapsi.fi/syysoljykasvit/talvehtiminen/>
- Seppänen, M.;& Yli-Halla, M. (2008). Öljykasvit. Teoksessa *Opetushallitus, Peltokasvien tuotanto* (ss. 75-86). Vammalan Kirjapaino Oy.
- Seppänen, M.;Yli-Halla, M.;Stoddard, F.;& Mäkelä, P. (2008). Kasvutekijät. Teoksessa *Opetushallitus, Peltokasvien tuotanto* (ss. 8-11). Vammalan Kirjapaino Oy.
- Suomen Mehiläishoitajain Liitto SML. (n.d.). *Rypsi ja rapsi*. Noudettu osoitteesta <https://www.mehilaishoitajat.fi/polytys-ja-mehilaiskasvit/mehilaisten-ravintokasvit/rypsi-ja-rapsi/>
- Syngenta. (1. 7 2020). *Syysrapsin ja syysohran lajikkeet syyskylvöille*. Noudettu osoitteesta <https://www.syngenta.fi/news/siemenet/syysrapsin-ja-syysohran-lajikkeet-syyskylvöille>

- Teeri, T. (2008). Jalostus kasvintuotannon tukena. Teoksessa *Peltokasvien tuotanto* (ss. 194-203). Vammalan Kirjapaino Oy.
- Tiede. (20. 9 2011). *Mitä eroa on rypsilä ja rapsilla?* Noudettu osoitteesta https://www.tiede.fi/artikkeli/kysy/mita_eroa_on_rypsilla_ja_rapsilla
- Vilja-alan yhteistyöryhmä VYR. (2. 7 2021). *Viljelyalat lajikkeittain*. Noudettu osoitteesta <https://www.vyr.fi/fin/viljelytietoa/tilastoja/viljelyalat-lajikkeittain/>
- Vilja-alan yhteistyöryhmä VYR. (n.d.). *Kylvö ja kylvösiemenmäärä*. Noudettu osoitteesta <https://www.vyr.fi/rypsin-ja-rapsin-viljelyopas/miten-viljelen-syysrypsia-ja-rapsia/kylvo-ja-siemenmaara/>
- Vilja-alan yhteistyöryhmä VYR. (n.d.). *Kylvösiemenmäärä ja sen vaikutus kasvuston rakenteeseen*. Noudettu osoitteesta <https://www.vyr.fi/rypsin-ja-rapsin-viljelyopas/miten-viljelen-kevatripsia-ja-rapsia/kylvosiemenmaara/>
- Vilja-alan yhteistyöryhmä VYR. (n.d.). *Miten viljelen syysrypsiä ja -rapsia*. <https://www.vyr.fi/rypsin-ja-rapsin-viljelyopas/miten-viljelen-syysrypsia-ja-rapsia/>.
- Vilja-alan yhteistyöryhmä VYR. (n.d.). *Miten viljelen syysrypsiä ja -rapsia - Lannoitus*. Noudettu osoitteesta <https://www.vyr.fi/rypsin-ja-rapsin-viljelyopas/miten-viljelen-syysrypsia-ja-rapsia/lannoitus/>
- Vilja-alan yhteistyöryhmä VYR. (n.d.). *Rypsin ja rapsin viljelyopas*. Noudettu osoitteesta <https://www.vyr.fi/rypsin-ja-rapsin-viljelyopas/>
- Vilja-alan yhteistyöryhmä VYR. (n.d.). *Öljykasviesite, Ratkaisuja rypsin- ja rapsinviljelyn haasteisiin*. Noudettu osoitteesta https://www.vyr.fi/document/1/82/0e5def0/oppaat_df65dba_Oljykasviesite_suomi.pdf
- Viljelijän Avena Berner. (29. 7 2016). *Syysrapsin kylvö-Syysrapsin viljelyopas*. Noudettu osoitteesta <https://www.youtube.com/watch?v=wIFxarO8Y9k>
- Viljelijän Avena Berner. (19. 5 2017). *Syysrapsin lisälannoitus ja kasvinsuojelu - Syysrapsin viljelyopas*. Noudettu osoitteesta <https://www.youtube.com/watch?v=gwZonYCxM3g>
- Viljelijän Avena Berner. (n.d.). *Avena Nordic Grain Oy:n yleiset rypsin ja rapsin ostoehdot*. Noudettu osoitteesta <https://www.avenakauppa.fi/sivu/yleiset-rypsin-ja-rapsin-ostoehdot>
- Yara. (n.d.). *Syysöljykasvien lannoitus*. Noudettu osoitteesta <https://www.yara.fi/lannoitus/oljykasvit/syysoljykasvien-lannoitus/>

