

**ALENNETUN KYLVÖTIHEYDEN VAIKUTUKSET MODERNEILLA
KAURALAJIKKEILLA**



Ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö

Mustiala, Maaseutuelinkeinot

Kevät 2018

Ville-Waltteri Lehmuskanta

Maaseutuelinkeinojen koulutusohjelma
Mustiala

Tekijä	Ville-Waltteri Lehmuskanta	Vuosi 2018
Työn nimi	Alennetun kylvötiheyden vaikutukset moderneilla kauralajikkeilla	
Työn ohjaaja/t	Heikki Pietilä	

TIIVISTELMÄ

Tämä opinnäytetyö on tehty yhteistyössä Boreal Kasvinjalostus Oy:n kanssa, jonka toimesta järjestettiin Jokioisilla kenttäkoe. Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää tuota kenttäkoetta tutkien miten modernit kauralajikkeet reagoivat kylvötiheyden alentamiseen. Osana tätä tavoitetta on selvittää miten kylvötiheyden alentaminen vaikuttaa kauran kasvuun ja kehitykseen. Työssä selvitetään myös millä kylvötiheydellä päästään sadon määrällisesti ja laadullisesti optimaaliseen tulokseen.

Työn kirjallisessa osuudessa käsitellään viljojen sadonmuodostuksen perusteet, viljakasvien kasvustotiheyden merkitys, kasvinjalostuksen perusasiat ja kauran jalostus Suomessa. Työn tutkimusosio on jaettu kahteen osioon. Kenttäkoe-osiossa käsitellään kenttäkokeen toimenpiteet. Kenttäkokeen tulokset -osiossa käsitellään havaintotulokset, tulokset arvioidusta satopotentialista, sekä laatuanalyysien tulokset.

Kenttäkokeesta saatujen tulosten perusteella sadon laatu ei oleellisesti muutu kylvötiheyttä alennettaessa. Mikäli kylvötiheyttä alennetaan merkittävästi, kasvuston kasvu ja kehitys hidastuu. Pääsääntöisesti tiheillä kasvustoilla kasvustojen kehitys on normaalia ja arvioitu sato suurempi, kun taas harvemmillä kasvustoilla kehitys on hitaampaa ja arvioitu sato pienempi.

Avainsanat satokomponentit, kylvötiheys, kaura, viljelykokeet

Sivut 56 sivua

Degree Programme in Agricultural and Rural industries
Mustiala

Author	Ville-Walteri Lehmuskanta	Year 2018
Subject	Effects of reduced sowing density on modern oat varieties	
Supervisors	Heikki Pietilä	

ABSTRACT

This thesis was made in collaboration with Boreal Plant Breeding Ltd who organized a field trial in Jokioinen. The aim of this thesis was to study that field trial to find out how modern oat varieties react when sowing density is reduced. A part of this goal is to find out how reducing sowing density affects on growth and development, and to find out the optimal sowing density in terms of yield amount and quality.

The theoretical part of this thesis explains the basics of yield formation on cereal crops, significance of growth density on cereal crops, the basics of plant breeding and breeding of oat varieties in Finland. The research part of this thesis is divided into two sections. Field trial chapter contains the explanations of all the procedures done on the field trial. Field trial results chapter contains the results of observations, yield potential estimations and quality analyses.

From the results of the field trial, we can conclude that the overall yield quality doesn't fundamentally decline when sowing density is reduced. However, if sowing density is reduced significantly, growth and development of the plant slows down. In general, in dense crops the plant development is normal and estimated yield greater, whereas in sparse crops the development is slower and estimated yield lesser.

Keywords yield components, sowing density, oats, field trials

Pages 56 pages

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	1
2	SADONMUODOSTUS	2
2.1	Orastuminen.....	2
2.2	Versoutuminen.....	2
2.3	Korrenkasvu ja kukinta.....	2
2.4	Jyvän täyttyminen ja tuleentuminen	4
2.5	Satokomponentit.....	6
3	KYLVÖTIHEYDEN MERKITYS VILJOILLA	8
4	KAURAN JALOSTUS	10
5	KENTTÄKOE.....	11
5.1	Kenttäkokeen taustatiedot	11
5.2	Lajikkeet	12
5.2.1	Niklas	12
5.2.2	Oiva.....	13
5.2.3	Donna	13
5.3	Muokkaus.....	13
5.4	Lannoitus.....	13
5.5	Kylvö.....	14
5.6	Kasvinsuojelu.....	14
5.7	Sadonkorjuu	15
5.8	Sadonkäsittely	16
5.9	Säätiedot	17
6	KENTTÄKOEEN TULOKSET	19
6.1	Havaintotulokset	19
6.1.1	Niklas	19
6.1.2	Oiva.....	24
6.1.3	Donna	29
6.2	Satokomponenttitulokset	35
6.2.1	Orastiheys.....	35
6.2.2	Röyhyjen ja tähkällisten versojen lukumäärä.....	36
6.2.3	Jyvien lukumäärä	38
6.2.4	Jyvien paino	39
6.2.5	Satopotentiali	41
6.3	Laatuanalysitulokset.....	43
6.3.1	Hehtolitraino	43
6.3.2	Tuhannen jyvän paino	45
6.3.3	Seulonta.....	47
6.3.4	Tärkkelys- ja proteiinipitoisuus.....	49
7	JOHTOPÄÄTÖKSET	52

1 JOHDANTO

Kaura on ollut aina merkittävässä asemassa kotimaisessa viljanviljelyssä. Aina 1800-luvulta jopa 1970-luvulle asti kaura on ollut Suomen viljellyin viljalaji. Kaura sopii monenlaisille kasvupaikoille ja viljeltäväksi aina Pohjois-Suomeen asti. Globaalilla tasolla suomalainen kauranviljely on merkittävää, sillä vuonna 2013-2014 Suomi oli maailman 4. suurin kauran tuottaja. Vaikka kauran viljelyala on pysynyt 300 000-400 000 hehtaarissa viimeisten kymmenen vuoden aikana, on kauran merkitys varsinkin viennissä ja elintarviketeollisuudessa lisääntynyt merkittävästi. Viime vuosina vienti varsinkin myllyille Eurooppaan on lisääntynyt. (VYR 2013) Kauran jalostuksella on myös pyritty vastaamaan lisääntyneisiin viennin ja elintarviketuotannon vaatimuksiin. Uusien kauralajikkeiden jalostuksessa keskitytään laatuominaisuuksien parantamiseen. (Pietilä 2018)

Suomessa suositellut kylvötiheydet ovat yli kaksi kertaa suuremmat verrattuna Keski-Eurooppaan. Tähän syynä ovat muun muassa ilmasto-olosuhteemme. Kauralle kylvötiheydeksi suositellaan 500 kpl/m². (Ansalehto, Enroth, Hannukkala, Hovinen, Jaakkola, Kangas, Kerminen, Kinnari, Kirkkari, Niemeläinen, Peltonen-Sainio, Pietola, Puolimatka, Rajala, Salo & Salonen 2003, 24-25) Kylvösiemenkustannus on viljelijälle merkittävä kuluerä. Mahdollisuus siitä, että alhaisemman kylvötiheyden kautta tästä merkittävästä kuluerästä voisi säästää, olisi varmasti monen viljelijän mielestä mielenkiintoinen ajatus. Ongelma onkin siinä, että tällä hetkellä ei juurikaan ole tutkimustietoa siitä onko kasvinjalostuksella pystytty muuttamaan kasvien kehitystä sopimaan harvempaan tiheyteen. Tutkimustiedon puutetta on myös siitä, miten jo olemassa olevat kylvötiheyssuosituksot sopivat uusille kauralajikkeille.

Tämä opinnäytetyö on tehty yhteistyössä Boreal Kasvinjalostus Oy:n kanssa. Boreal järjesti Jokioisilla kasvukaudella 2017 kenttäkokeen, jonka avulla tutkitaan kylvötiheyden alentamisen vaikutuksia kolmella uudella kauralajikkeella. Tämän opinnäytetyön keskeisimpänä tavoitteena on selvittää miten modernit kauralajikkeet reagoivat kylvötiheyden alentamiseen. Osana tätä tavoitetta tarkoituksena on selvittää suuntaa antavasti, kuinka matalalla kylvötiheydellä päästään sekä sadon määrällisesti että laadullisesti parhaisiin tuloksiin. Tässä työssä selvitetään myös, miten kylvötiheyden alentaminen vaikuttaa uusien kauralajikkeiden kasvuun ja kehitykseen.

2 SADONMUODOSTUS

2.1 Orastuminen

Kasvin kehittyminen alkaa heti kylvön jälkeen, kun itäminen alkaa ja lehdet alkavat muodostua. Pieni siemenkoko, kova kuori tai kehittymättömyys voivat heikentää siemenen itämistä. Itämisen hidastuessa kilpailukyky heikkenee ja altistuminen kasvintuhoojille kasvaa, joten suositeltavinta on kylvää lämpimään maahan. Itäminen on nopeinta yli 15 °C lämpötilassa. Kasvuston muodostumisen ensimmäinen vaihe on orastuminen. Liiallinen kylvösyvyys, maaperän tiivistyminen, kuivuus, siemenen vaurioituminen, sekä lannoitteesta johtuva polttovioitus voivat vaikuttaa heikentävästi orastumiseen. Optimaalisen kasvustorakenteen saavuttamiseksi on varmistettava tasainen itäminen ja orastuminen. Viljelyteknisillä keinoilla, kuten kylvötiheydellä ja kylvösyvyydellä, voidaan edistää tasaisen kasvuston muodostumista. Saavuttamalla riittävän aikaisin peittävä kasvusto voidaan heikentää rikkakasvien kilpailua ravinteista, vedestä ja valosta viljelykasvin kanssa. (Seppänen, Mäkelä, Yli-Halla, Helenius, Kallela, Stoddard & Teeri 2008, 35-37.)

2.2 Versoutuminen

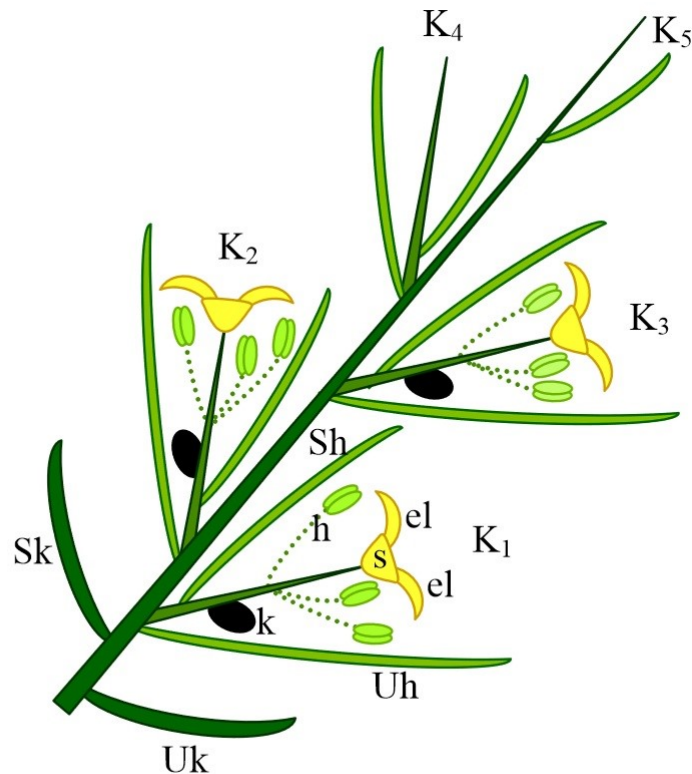
Orastumisen jälkeen alkaa kehittymisen seuraava vaihe. Tällöin alkaa kasvustossa sivuversojen muodostuminen eli versominen. Sivuersot lisäävät kasvin yhteyttävää vihreää lehtipinta-alaa. Sadonmuodostuksen kannalta versomisen merkitys on monimutkainen, sillä sivuersot voivat kilpailla yhteyttämistuotteista pääverson kanssa ja sitä kautta rajoittaa satopotentiaalia. Vastaavasti ne voivat kuollessaan tukea pääverson kasvua siirtämällä yhteyttämistuotteita siihen ja parantaa satoa. Suomen ilmasto-olosuhteilla on suuri merkitys sivuversojen muodostumiseen, sillä pitkän päivän ansiosta viljakasveille kehittyy ainoastaan muutamia sivuersoja. Sivuersojen muodostuminen riippuu kasvuoloista sekä laji- ja lajiketyypillisistä ominaisuuksista. Muodostumista suosii matala kylvösyvyys, riittävät kosteusolot, harva kasvustotiheys sekä viileä sää. Toisaalta syvä kylvösyvyys, kuivuus, tiheä kasvustotiheys ja lämmin sää heikentävät sivuersojen muodostumista. Typen ja valoenergian määrällä on myös vaikutusta sivuersojen muodostumiseen. (Seppänen, ym. 2008, 37,50,57)

2.3 Korrenkasvu ja kukinta

Versomisen jälkeen alkaa korrenkasvuvaihe. Korsi rakentuu solmuista ja solmuväleistä. Solmu on kohta, johon lehtituppi kiinnittyy korressa. Korsi kasvaa solmuväleistä, jotka sijaitsevat lehtitupen sisäpuolella. Samalla kun korsi kasvaa, siirtyy tähkä tai röyhy korkeammalle ja pullistuu lopulta ulos ylimmästä lehtitupesta. Lopulta kun tähkä tai röyhy tulee tupesta kokonaan esiin, on kasvusto tähkällä tai röyhyllä. (Seppänen, ym. 2008, 51-52).

Kauralla kukinta ei ole yhtä helposti nähtävissä kuin muilla viljoilla, joten sen havainnointi voi olla vaikeaa. Ensimmäiset kukinnan merkit voi havaita, kun kellertävät heteet tulevat näkyviin (BBCH 61). Yleensä kukinnan voi havaita muutama päivä sen jälkeen, kun röyhy on tullut esille ja on lopullisessa koossaan. Kauran kukinta etenee röyhyn yläosasta sen alaosaan ja kestää peräti 10-15 päivää (VYR 2016).

Kukka-aiheita muodostuu kauran tähkylään enintään kuusi (Kuva 1.). Normaalisti kauran tähkylään muodostuu jyvä vain kahdesta ensimmäisenä muodostuneesta kukasta (ulko- ja sisäjyvä). Tähkylään saattaa kehittyä myös kolmas jyvä (välijyvä), jos kasvuolosuhteet ovat suotuisat. Kauran kyky muodostaa välijyviä ei ole kovinkaan hyvä ominaisuus, sillä se ei lisää satoisuutta vaan lisää jyväkoon vaihtelua sekä kuoripitoisten ja pienten jyvien määrää sadossa (Peltonen-Sainio, Rajala & Seppälä 2005, 19)

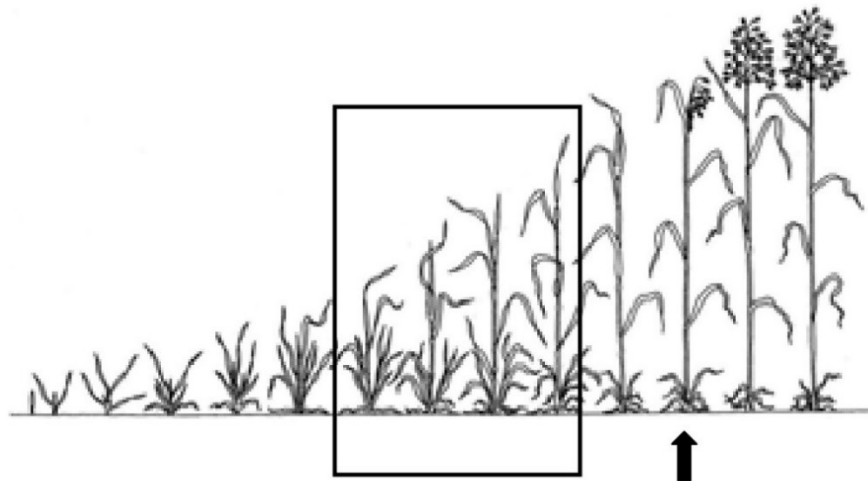


Kuva 1. Viisikukkainen viljan tähkylä. Uk=ulkokale, Sk=sisäkale, K₁₋₅=kukat kehitysjärjestyksessä, joista 1-3 fertiilejä ja 4-5 steriilejä. Uh=ulkohelve, Sh=sisähelve, el= emin luode, s=sikäin, h=hede, k=kauna (Peltonen-Sainio ym. 2005, 19)

Suomen kasvuolosuhteissa kukinnan tärkeimmät kehitystapahtumat ajoittuvat parin viikon ajanjaksolle, joka alkaa noin kolme viikkoa ennen kuin kasvusto on tullut röyhylle (Kuva 2.). Jos tämän parin viikon "satoisuusikunan" ja tähkälletulovaiheen aikana esiintyy ravinteiden niukkuutta tai kuivuutta, osa kukista ei onnistu pölytyksessä ja jyvän tuottamisessa.

Tällöin satomäärät voivat pienentyä huomattavasti. (Peltonen-Sainio ym. 2005, 46-48) Mikäli typen määrästä on puutetta lippulehtivaiheessa, johtaa se kukan alkujen kuolemiseen (Yara n.d.).

Tällä parin viikon ajanjaksolla suurin osa jyviksi muodostuvista kukista erilaistuu. Suuren kukkamäärän tuottaminen on erittäin tärkeää satoisuuden kannalta. Mikäli tämän ”satoisuusikkunan” aikana suuren kukkamäärän muodostaminen epäonnistuu huonojen kasvuolojen vuoksi, ovat sato-odotukset vähentyneet merkittävästi. Pölyttymisvaiheessa selviää, moniko näistä kukista onnistuu jyvän muodostamisessa. (Peltonen-Sainio ym. 2005, 47)

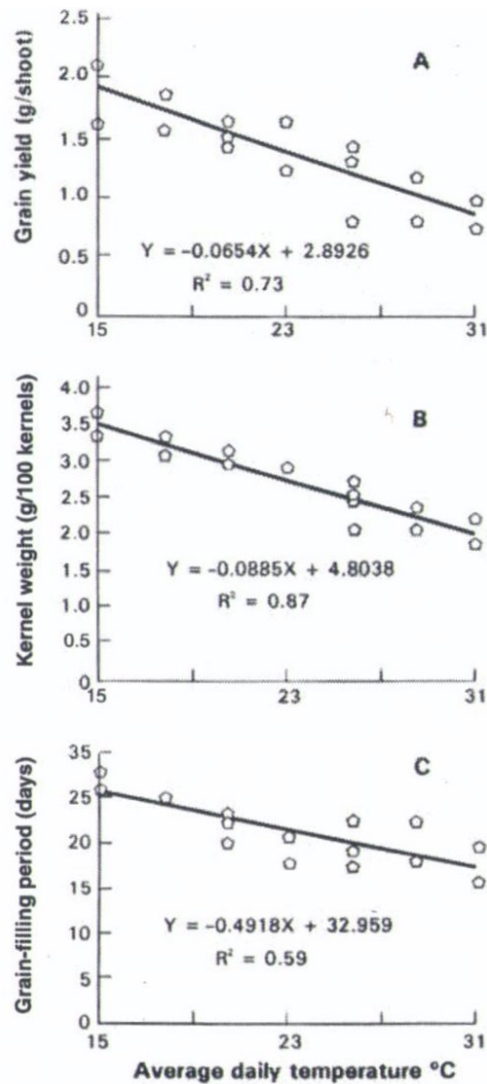


Kuva 2. Viljojen ”satoisuusikkuna” (kehystettynä), kestää noin kaksi viikkoa. Tällöin jyviksi muodostuvat kukat erilaistuvat. Nuolen osoittamassa vaiheessa kasvusto pölyttyy ja selviää, moniko kukista onnistuu jyvän muodostamisessa. (Peltonen-Sainio ym. 2005, 47)

2.4 Jyvän täytyminen ja tuleentuminen

Jyvän täytyminen riippuu pääosin kahdesta eri tekijästä: jyväpaikkojen määrästä tähkässä tai röyhyssä, sekä yhteyttämistuotteista ja niiden varastoista. Jyvien täyttymisvaiheessa on tärkeää, että kasvusto on terve ja vihreä, sillä kasvuston täytyy tuottaa täyttyvään jyvään jatkuvasti yhteyttämistuotteita. Mikäli yhteyttämistuotteiden tuotanto häiriintyy kasvitautien tai kasvuolosuhteiden (kuten kuivuus) vuoksi, jyvät jäävät pieniksi. Ravinteista varsinkin typpi ja magnesium ovat tärkeitä ravinteita lehtivihreän ylläpitoon. (Yara n.d.)

Jyvän täyttyminen vaikuttaa jyväkokoon. Jyväkokoon voi vaikuttaa ravinteilla, kasvinsuojelulla sekä vesitaloudella. Varsinainen jyväkoon määräytyminen riippuu pääosin kahdesta eri tekijästä: perimästä/lajikkeesta, sekä jyvän täyttymisjakson pituudesta. Jyvän täyttymisjakson pituus on merkittävä tekijä, sillä jos täyttymisjakso on pidempi, on myös jyväkoon kasvu runsaampaa (Yara n.d.) Useilla kasvilajeilla pidempi jyvän täyttymisjakso yleensä johtaa korkeampaan satotasoon, mikäli kasvuolosuhteet ovat optimaaliset. Valolla ja lämpötilalla (Kuva 3.) on myös vaikutusta jyvän täyttymisjaksoon. (Fageria, Baligar & Clark 2006, 84).



Kuva 3. Kuvaajassa A on kuvattu jyväsato g/verso kauralla, kun lämpötila vaihtelee 15 °C ja 31 °C välillä. Kuvaajassa B on kuvattu jyvän paino g/100 jyvää kauralla, kun lämpötila vaihtelee 15 °C ja 31 °C välillä. Kuvaajassa C on kuvattu jyvän täyttymisvaiheen pituutta päivinä kauralla, kun lämpötila vaihtelee 15 °C ja 31 °C välillä. (Fageria ym. 2006, 85)

Tuleentuessa kasvuston lehdet kuivuvat ja kuolevat. Myös korren kellastuminen ja kuivuminen alkaa. Samalla jyvät muuttuvat kiinteämmiksi ja niiden kosteuspitoisuus laskee. Maitovaiheessa jyvät ovat vielä vihreitä ja

niiden sisältö maitomaista. Kasvuston tuleentuessa keltatuleentumisvaiheeseen, on kasvuston ja jyvien väri jo keltainen. Jyvien kosteus on tässä vaiheessa vielä yli 30 %. Täystuleentumisvaiheessa kasvuston yleisväri on jo harmauttava ja jyvät ovat muuttuneet kiinteiksi. (Seppänen ym. 2008, 52-53)

2.5 Satokomponentit

Sato muodostuu useista eri osatekijöistä, joita kutsutaan satokomponenteiksi (Taulukko 1.). Satokomponentteja seuraamalla voidaan määrittää ja suunnitella viljelytoimenpiteet tukemaan sadon muodostumista. (Seppänen ym. 2008, 33). Satokomponenttien avulla pystytään arvioimaan, mitä asioita pitää tulevaisuudessa parantaa ja mitkä asiat ovat menneet pieleen kasvukauden aikana (Farmit 2007)

Taulukko 1. Viljojen satokomponentit (Seppänen ym. 2008, 35).

Viljojen satokomponentit	Kasvitiheys, kpl/m ²
	Versojen määrä kasviyksilöä kohti
	Tähkien määrä, kpl/m ²
	Jyvien määrä tähkässä
	Jyvien lukumäärä, kpl/m ²
	Jyvien paino

Viljojen ensimmäinen satokomponentti on kasvitiheys tai orastiheys neliöllä. Orastiheyden laskeminen tehdään ennen kuin kasvuston versominen alkaa. On suositeltavaa laskea kasvitiheys eri puolilta lohkoa ja käyttää näiden tulosten keskiarvoa mahdollisimman tarkan tuloksen saamiseksi. Kasvuston tiheys saadaan laskemalla oraat 69 cm matkalta ja kertomalla luku kymmenellä kylvövantaiden välin ollessa 14,5 cm. Vannasvälin ollessa 12,5 cm oraat lasketaan 80 cm matkalta. (Farmit 2007) Mikäli halutaan ottaa huomioon etu- ja takavantaan yhteisvaikutus, voidaan oraat laskea kahdesta vierekkäisestä rivistä 40 cm matkalta. Tällöin tulokset lasketaan yhteen ja kerrotaan kymmenellä. (Liespuu 2005)

Versojen määrä on seuraava satokomponentti. Versojen määrään vaikuttaa moni asia. Matalaan kylvetty yksilö tekee yleensä helpommin sivuversoja, kun taas syvään kylvetty usein ainoastaan yhden. Siemenkoolla on myös merkitystä, sillä yleensä pieni siemen muodostaa ainoastaan yhden verson. Suomessa vehnillä päästään noin 1,2 sivuversoon, kun taas muualla Euroopassa vastaava luku on kaksi. (Liespuu 2005)

Seuraava satokomponentti on tähkien lukumäärä neliöllä. Niin versojen kuin tähkienkin määrän laskemisessa voidaan käyttää samaa kaavaa kuin orastiheydenkin laskemisessa. Jyvien määrä tähkässä on neljäs viljojen satokomponentti. Viljoilla voi olla tähkässä toista sataa jyväpaikkaa, mutta normaalisti jäädään paljon vähäisempiin määriin. Tähkässä voi olla paljon tähkylän aiheita, mutta kasvi voi karsia niitä tähkän eri osista. Jyväkoko tai

Jyvien paino on viimeinen viljojen satokomponentti. (Liespuu 2005) Jyväkoon osalta kriittistä aikaa on loppukesä, jolloin yhteyttämistuotteiden siirto on käynnissä. Jyväkoon parantamista voi edistää kasvitautitorjunnalla. (Farmit 2007)

Taulukko 2. Satokomponentteihin vaikuttavat ominaisuudet, ympäristölliset tekijät, sekä vaikutuskeinot niiden parantamiseen. (McMaster, Wilhelm n.d.)

Satokomponentti	Satokomponenttiin vaikuttava tekijä	Ympäristölliset tekijät	Vaikutustapa
Kasveja per pinta-ala	Orastiheys	-	Kylvökoneen säätö, siemenmäärä, siemenen koko, siemenen elinvoimaisuus
	Siemenen sijoittuminen maahan	Maan kosteus, kylvöalustan kunto	Kylvökoneen säätö, kylvönopeus, maan muokkaus
	Itäminen	Maan lämpötila, Maan kosteus, Sadanta	Kylvösyvyys, Maanmuokkaus
	Oraan selviytyminen	Maan lämpötila, Maan kosteus, Sadanta	Kylvösyvyys, kastelu, maanmuokkaus
Versoja (tähtiä) per kasvi	Versojen muodostuminen	Ilman lämpötila, maan vesi/ravinnepitoisuus, kasvien välinen kilpailu, sadanta	Kylvöpäivä ja määrä, kasvin ravitsemus/lannoitus, maanpinnan kattaminen, sadetus
	Versojen abortoituminen	Ilman lämpötila, maan vesi/ravinnepitoisuus, kasvien välinen kilpailu, säteily	Kylvöpäivä ja määrä, kasvin ravitsemus/lannoitus, maanpinnan kattaminen, kastelu
Tähkylöitä per tähkä	Tähkylöiden muodostuminen	Maan vesi/ravinnepitoisuus, kasvien välinen kilpailu, verson ikä, säteily/ilman lämpötila	Kasvin ravitsemus/lannoitus, maanpinnan kattaminen, sadetus
Jyviä per tähkylä	Jyvän määräytyminen (pölytyminen)	Maan vesi/ravinnepitoisuus, kasvien välinen kilpailu, verson ikä, säteily/ilman lämpötila	Kasvin ravitsemus/lannoitus, maanpinnan kattaminen, sadetus
	Jyvän muodostuminen	Maan vesi/ravinnepitoisuus, kasvien välinen kilpailu, verson ikä, säteily/ilman lämpötila	Kasvin ravitsemus/lannoitus, maanpinnan kattaminen, sadetus
Jyvän koko	Jyvän täyttymisen nopeus	Maan vesi/ravinnepitoisuus, kasvien välinen kilpailu, verson ikä, säteily/ilman lämpötila	Kasvin ravitsemus/lannoitus, maanpinnan kattaminen, sadetus
	Jyvän täyttymisajan pituus	Maan vesi/ravinnepitoisuus, kasvien välinen kilpailu, verson ikä, säteily/ilman lämpötila	Kasvin ravitsemus/lannoitus, maanpinnan kattaminen, sadetus

3 KYLVÖTIHEYDEN MERKITYS VILJOILLA

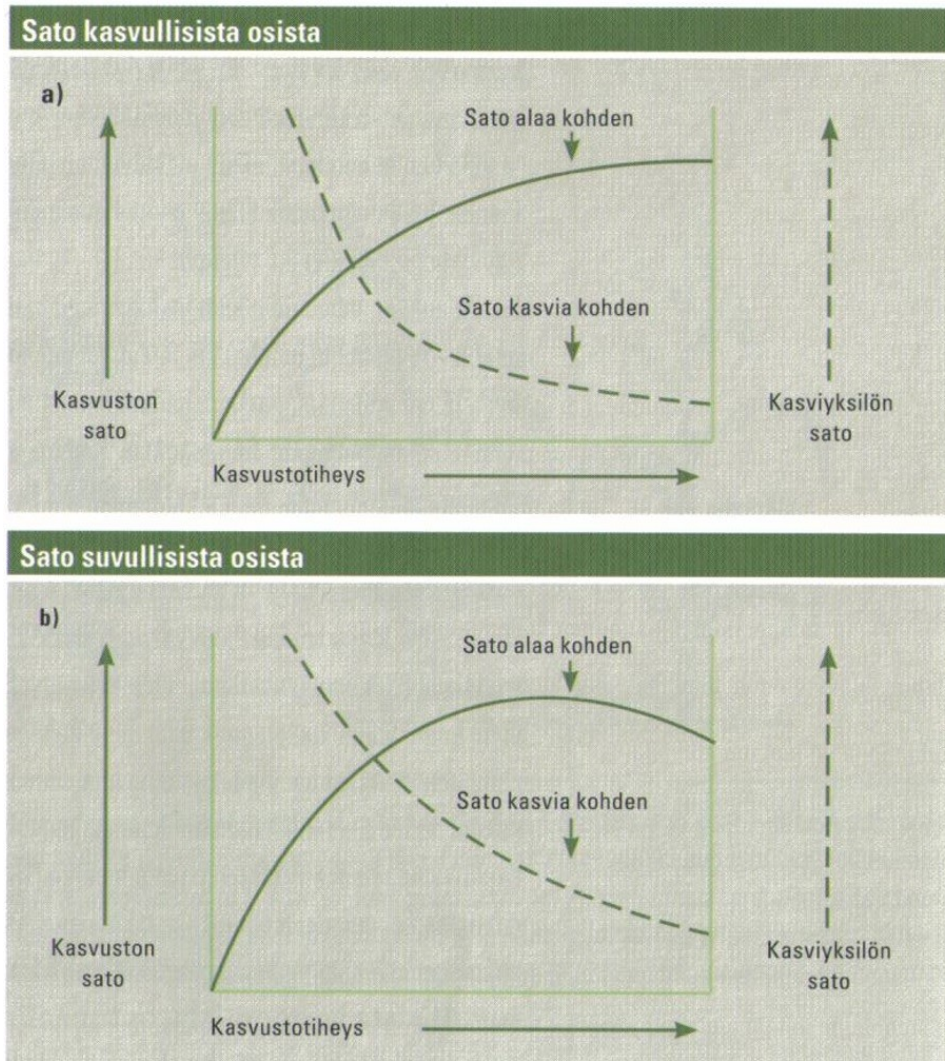
Suomen voimaperäisestä kasvurytmistä johtuen viljelykasveilla käytetään runsaita siemenmääriä. Suomessa käytetään yli kaksinkertaisia viljojen kylvötiheyksiä verrattuna esimerkiksi Keski-Eurooppaan. Tämän vuoksi myös siemenkustannus on suurempi, varsinkin kun sadot ovat heikommät. Tiheät kasvustot ovat meillä yleisiä, sillä harvassa kasvustossa sivuversot eivät pysy pääversojen kasvutahdissa mukana. Runsa versominen kasvukauden alussa on kuitenkin eduksi, mutta pelkästään aikaisen versomisen lisäämiseksi ei kuitenkaan kannata kylvötiheyttä pudottaa. Tiheissä kasvustoissa versot osallistuvat vain muodostamaan nopeasti mahdollisimman peittävän kasvuston kuitenkin yrittämättä kehittää satoa. Suomen kasvuolosuhteissa laadultaan paras sato siemeneksi, maltaaksi tai elintarvikkeeksi saadaan pääversoaltaisista kasvustoista. (Ansalehto ym., 2003, 24-25)

Kasvilaji	Kylvötiheyssuositus, kpl/m ²
Mallasohra	500–550
Rehuohra	450–500
Kaura	500
Kevätvehnä	600–650
Syysvehnä	500
Ruis	500
Ruisvehnä	450–500
Sokerijuurikas	9
Peruna	ks. taulukko 8.1 s. 121
Herne	110
Härkäpapu	60–70
Nurmet	
■ timotei ja nurminata	n. 2 800–5 000 versoa/m ²
■ ruokonata	n. 2 500 versoa/m ²
Öljypellava	750–800
Kuitupellava	2 000–2 200
Syysrypsi	150–200
Syysrapsi	150–200
Rypsi	300
Rapsi	250

Kuva 4. Eri kasvilajien suositeltuja kylvötiheyksiä. (Seppänen ym. 2008, 44)

Viljojen optimaalinen kasvustotiheys ei ole yksinkertainen asia, sillä harvassa kasvustossa sivuversoja muodostuu enemmän. Sato ei juuri kuitenkaan muutu vaikka kasvustotiheys muuttuisi (Kuva 5.). Viljakasvusto pystyy

siis mukautumaan harvempaan tiheyteen. Sivuersot muodostuvat yksi kerrallaan aikajärjestyksessä, josta johtuen kaikki sivuersot eivät tuleennu yhtä aikaa pääverson kanssa. Tämä johtaa siihen, että sadonkorjuu viivästyy ja raakojen jyvien osuus sadossa lisääntyy. Vastaavasti myös sadon laatu kärsii. Kasvustiheys riippuu osaltaan myös kasviyksilöiden välisestä kilpailusta. Alkukasvukauden aikana ei kilpailua yleensä esiinny, mutta kasvun edistyessä kilpailu lisääntyy. Mitä aikaisemmin kilpailu lisääntyy, sitä aikaisemmin kasvunopeus heikkenee ja sato alenee. (Seppänen 2008, 42-43)



Kuva 5. Kuvassa a) on kuvattu sadon kehitys, kun kasvustiheys kasvaa ja jos sato korjataan kasvullisista osista. Kuvassa b) on kuvattu sadon kehitys, kun kasvustiheys kasvaa ja jos sato korjataan suvullisista osista. (Seppänen ym. 2008, 42)

4 KAURAN JALOSTUS

Lajikkeen jalostus alkaa yleensä risteytyksellä. Risteytyksellä voidaan esimerkiksi siirtää toisesta lajikkeesta haluttuja ominaisuuksia toiseen lajikkeeseen. Kun ominaisuutta sääntelee suuri geenijoukko, on risteytys tehokas jalostuskeino. Risteytysjalostus perustuu geneettisesti erilaisten linjojen risteyttämiseen ja linjoja risteyttämällä luodaan uusia geeniyhdistelmiä. Risteytyksessä käytettävät linjat voivat olla lajikkeita, lähisukuisia kasvilajeja tai maatiaiskantoja. Valmis lajike on oltava geneettisesti tasalaatuinen. Risteytyksen tuloksena saatu linja ei kuitenkaan ole tasalaatuinen, sillä jokaisessa sukupolvessa geeniyhdistelmä järjestyy uudelleen. Siemenestä lisättävillä itsepölytteillä viljakasveilla geenien uudelleenjärjestäytyminen päättyy vasta 6-7 sukupolven jälkeen. Vasta tämän ja testausten jälkeen uusi linja voidaan rekisteröidä lajikkeeksi. Risteytysohjelma testauksineen vie paljon aikaa ja kestää jopa 10-15 vuotta, kunnes uusi lajike saadaan kauppoihin. (Seppänen ym. 2008, 194-198.)

Jalostuksella voidaan parantaa useita lajikkeen ominaisuuksia. Satoisuutta voidaan parantaa muuttamalla kasvin arkkitehtuuria siten, että kasvi voi varastoida korjattaviin osiin yhteyttämistuotteita muiden kasvin osien kustannuksella. Sadonlisäykset nousevat tasaisesti noin yhden prosenttiyksikön vuodessa. Taudinkestävyyden parantaminen on hankalaa, sillä taudinaiheuttaja pystyy myös muuttumaan geneettisesti isäntäkasvin muutettuihin ominaisuuksiin. Taudinkestävyyttä voidaan siirtää toiseen lajikkeeseen takaisinristeytyksellä. Tällöin jälkeläisiä risteytetään uudelleen halutun lajikkeen kanssa, kunnes kaikki muut paitsi haluttu kestävyysgeeni ovat korvautuneet. Jos taudinkestävyyttä haluttua tautia vastaan ei esiinny missään lajikkeessa tai lähisukuisessa kasvilajissa, ei taudinkestävyyttä voi jalostaa. (Seppänen ym. 2008, 194-198.)

Uuden jalostettavan lajikkeen luominen alkaa jo suunnitteluvaiheessa. Tällöin lajikkeelle suunnitellaan siihen haluttavat ominaisuudet. Jalostuksen edetessä karsitaan pois sellainen aineisto, joka ei vastaa näitä tavoitteita. Kauran jalostus Suomessa painottuu suureksi osaksi aikaisen ja myöhäisen kauran jalostusohjelmiin. Aikaisen kauran jalostusohjelmassa jalostuksen päätavoitteet ovat: lyhyt kasvuaika, satoisuus, korrenlujuus sekä hyvät laatuominaisuudet. Laatuominaisuuksien merkitys on kasvanut, sillä suuri osa tuotetusta kaurasta myydään vientiin, elintarvikkeeksi, rehuksi, tai muuhun teollisuuskäyttöön. Luja korsi on myös tärkeä ominaisuus, sillä aikaisia kauralajikkeita viljellään paljon eloperäisillä mailla ja maan pohjoisosassa, jossa kauran pituuskasvu on runsaampaa kuin etelässä. Myöhäisen kauran jalostusohjelmassa tavoitellaan myös hyviä laatuominaisuuksia, korrenlujutta ja satoisuutta. (Pietilä 2018) Laatuominaisuuksien jalostuksessa tärkeät ominaisuudet ovat: suuri jyväkoko, suuri rasva- ja valkuaispitoisuus, ohutkuorisuus, sekä hyvä hehtolitraino (Boreal n.d.).

Viimeisen 15-20 vuoden aikana kauran jalostustavoitteet ovat muuttuneet. Kauran merkitys viennissä ja teollisuudessa on lisääntynyt. Viennin suuntautuessa Keski-Euroopan myllyille, ovat myös laatuvaatimukset erilaiset. Esimerkiksi jyväkoosta on tullut merkittävämpi ominaisuus. Kauran jalostuksessa erilaisiin laatuominaisuuksiin panostetaan nykyään enemmän kuin aikaisemmin. Nykyisin jalostuksella pyritään lisäämään lajikkeisiin korrenlujuuden, aikaisuuden sekä satoisuuden lisäksi myös enemmän lisäarvo-ominaisuuksia. Tällaisia ovat esimerkiksi korkea valkuais- tai rasvapitoisuus ja korkea betaglukaanipitoisuus. (Pietilä 2018)

5 KENTTÄKOE

5.1 Kenttäkokeen taustatiedot

Koetta varten kylvettiin koekenttä ja se koostui 33:sta koeruudusta, kun mukaan luetaan suojaruudut. Jokaisella kolmella lajikkeella oli yhteensä 9 koeruutua: Näistä kolme ruutua oli kylvetty 550 kpl/m² tiheyteen, kolme ruutua 450 kpl/m² tiheyteen ja kolme ruutua 350 kpl/m² tiheyteen (Kuva 6.). Tutkitut kauralajikkeet olivat: Niklas, Donna ja Oiva.

KA suoja	KA suoja	KA suoja
550 O 1	350 N 2	550 N 3
450 N 1	550 D 2	450 O 3
450 D 1	350 O 2	350 D 3
350 D 1	550 O 2	450 N 3
350 N 1	450 D 2	350 O 3
450 O 1	550 N 2	550 D 3
550 N 1	450 O 2	450 D 3
350 O 1	450 N 2	550 O 3
550 D 1	350 D 2	350 N 3
KA suoja	KA suoja	KA suoja

Kuva 6. Koekentän kartta. Koekentässä on kolme kerrannetta, joista jokaisessa on yksi koeruutu kaikkia kolmea tiheyttä kaikilta kolmelta lajikkeelta. (Boreal 2017)

Koekenttä sijaitsi N5-lohkolla, noin 7 kilometriä Jokioisten keskustasta Humppilan suuntaan. Lohkon pinta-ala on noin 5 hehtaaria, mutta kyseisellä lohkolla oli useampia kokeita. Varsinaisen koekentän pinta-ala oli noin 3,85 aaria. Yhden koeruudun pituus oli 4,8 metriä ja leveys 1,25 metriä. Kokeen esikasvina oli herne. Maalaji lohkolla on runsasmultainen hiuvasavi. Viljavuus lohkolla on kunnossa: pH, kalsium, fosfori, rikki, sekä magnesium ovat hyvissä lukemissa; kalium, boori, kupari, mangaani ja sinkki ovat tyydyttävissä lukemissa (Kuva 7.).

Näytteen numero		7	8				
Nimi		N5/1	N5/2				
Pintamaan maalaji a)		HeS	HeS				
Multavuus a)		rm	rm				
Johtoluku	10xmS /cm	1,8	1,6				
Happamuus	pH	<input checked="" type="checkbox"/> 6,3	<input checked="" type="checkbox"/> 6,2				
Kalsium (Ca) a)	mg/l	<input checked="" type="checkbox"/> 3000	<input checked="" type="checkbox"/> 2800				
Fosfori (P) a)	mg/l	<input checked="" type="checkbox"/> 15	<input checked="" type="checkbox"/> 13				
Kalium (K) a)	mg/l	<input type="checkbox"/> 260	<input type="checkbox"/> 230				
Magnesium (Mg) a)	mg/l	<input checked="" type="checkbox"/> 450	<input type="checkbox"/> 350				
Rikki (S) a)	mg/l	<input checked="" type="checkbox"/> 16,2	<input type="checkbox"/> 13,5				
Boori (B) a)	mg/l	<input type="checkbox"/> 1,0	<input type="checkbox"/> 0,9				
Kupari (Cu) a)	mg/l	<input type="checkbox"/> 4,8	<input type="checkbox"/> 4,3				
Magnaani (Mn) a)		<input type="checkbox"/> 36	<input type="checkbox"/> 39				
Sinkki (Zn) a)	mg/l	<input type="checkbox"/> 2,62	<input type="checkbox"/> 3,08				
Viljavuusluokkaleimat							
Huono	<input type="checkbox"/>	Välttävä	<input type="checkbox"/>	Hyvä	<input checked="" type="checkbox"/>	Arvel. korkea	<input checked="" type="checkbox"/>
Huononlainen	<input type="checkbox"/>	Tyydyttävä	<input type="checkbox"/>	Korkea	<input checked="" type="checkbox"/>		

Kuva 7. Lohkon viljavuustiedot. (Eurofins viljavuuspalvelu 2015)

5.2 Lajikkeet

5.2.1 Niklas

Niklas on tullut kasvilajikeluetteloon vuonna 2014 ja kuuluu aikaisimpiin kauralajikkeisiin tällä hetkellä. Kasvuajaltaan se on samaa luokkaa Meerin ja Eemelin kanssa mutta näitä päivän myöhäisempi. Sadon laatu on Niklaksella erittäin hyvä, sillä sen kuoripitoisuus on melko matala ja jyvän väri valkoinen. Alle 2 mm kokoisten jyvien osuus on alhainen ja tuhannen jyvän paino aikaisten lajikkeiden huippuluokkaa. Hehtolitraino on hyvä ja jyvän koko useita myöhäisiä lajikkeita suurempi, joten se soveltuu hyvin vienti-, rehu-, sekä elintarvikekäyttöön. Niklas soveltuu viljeltäväksi IV-vyöhykkeelle asti kaikilla maalajeilla, sillä se on menestynyt hyvin myös multavilla ja eloperäisillä mailla. Rehevillä kasvustoilla kasvunsäätteen käyttöä suositellaan. Peittausta ja tautitorjuntaa suositellaan varsinkin suorakylvössä ja yksipuolisessa viljelyssä, sillä taudinkestävyys on aikaisten lajikkeiden keskitasoa. (Boreal n.d.) Lämpösummavaade on Niklaksella 919 °C ja kasvu aika 91 päivää. (Högnäsbacka, Jauhiainen, Kaseva, Laine, Nikander, Niskanen & Oralahti 2017, 169.)

5.2.2 Oiva

Oiva on tullut kasvilajikeluetteloon vuonna 2017. Kasvuajaltaan se kuuluu keskimyöhäisiin lajikkeisiin. Satoisuudessaan se on lähes samaa tasoa myöhäisempien lajikkeiden kanssa, mutta kasvuajaltaan 2-3 päivää aikaisempi. Sato sopii hyvin elintarvikekäyttöön, sillä sen pienten jyvien osuus on matala, kuori ohut ja hehtolitrapaino myöhäisiä kauroja suurempi. Tärkeimmät lajikeominaisuudet ovat: satoisuus, kasvu-aika sekä korrenlujuus. (Pietilä 2018) Lämpösummavaade Oivalla on 977 °C ja kasvu-aika 97 päivää. (Högnäsbacka, ym. 2017, 169.)

5.2.3 Donna

Donna on tullut kasvilajikeluetteloon vuonna 2016 ja on yksi satoisimmista lajikkeista I- ja II-vyöhykkeillä. Kasvuajaltaan Donna kuuluu myöhäisiin lajikkeisiin mutta on kuitenkin Belindaa vähän aikaisempi. Laatuominaisuuksiltaan sato soveltuu hyvin sekä myllykäyttöön että vientiin. Alle 2 mm kokoisten jyvien osuus on alhainen, jyvä hyvin ohutkuorinen ja väritään valkoinen. Hehtolitrapaino on myös hyvä ja tuhannen jyvän paino suuri. Donna soveltuu viljeltäväksi III-vyöhykkeelle asti kaikilla maalajeilla, mutta parhaiten se menestyy kuitenkin savi- ja kivennäismailla. Vaikka se kuuluu markkinoiden lujakortisimpiin kauralajikkeisiin, on rehevillä kasvustoilla tai runsasmultaisilla mailla kasvunsaateen käyttö suositeltavaa. Taudinkestävyys on hyvä, mutta suorakylvössä ja yksipuolisessa viljelyssä suositellaan peittäystä sekä tautitorjuntaa. (Boreal n.d.) Lämpösummavaade Donnalla on 1009 °C ja kasvu-aika 100 päivää. (Högnäsbacka, ym. 2017, 170.)

5.3 Muokkaus

Koekenttä kynnettiin 21.10.2016. Tasausäestys tehtiin 11.5.2017 Potila 3ph 800-tasausäkeellä. Kylvömuokkaus tehtiin kahteen kertaan: ensimmäinen muokkauskerta 18.5.2017 ja toinen muokkauskerta 19.5.2017 viljojen kylvösyvyyteen Multiva Optima T800 Ranch –joustopiikkiäkeellä.

5.4 Lannoitus

Koekenttä lannoitettiin 19.5.2017. Kylvö suoritetaan ruutukylvökoneella, josta johtuen lannoitus on tehtävä erillisenä toimenpiteenä ennen kylvöä. Lannoitus tehtiin Väderstad Rapid-kylvölannoittimella. Lannoitteena käytettiin YaraMila NK1 (25-0-7) -lannoitetta 480 kg/ha, jolloin kokonaistyyppimääräksi tuli 120 kg/N/ha ja kaliumin määräksi 33,6 kg/K/ha

5.5 Kylvö

Koeruudet kylvettiin 30.5.2017. Kylvössä käytettiin kiekkovantailla varustettua Wintersteiger-merkkistä koeruutukylvökonetta. Koeruutujen kylvöpituus säädettiin mahdollisimman lähelle ruudun lopullista mitta, jotta orastiheydestä saataisiin mahdollisimman optimaalinen.

5.6 Kasvinsuojelu

Kasvukauden aikaiset kasvinsuojelutoimenpiteet tehtiin kolmella käsittelykerralla. Kasvukauden haastavista sääoloista johtuen kasvinsuojelutoimenpiteitä ei voitu aina suorittaa täysin optimaalisena ajankohtana. Kaikki ruiskutukset tehtiin Amazonen nostolaitesovitteisella kasvinsuojeluruis-kulla.

Ensimmäinen ruiskutuskerta tehtiin 29.6.2017, jolloin rikkakasvien torjunnan yhteydessä annettiin myös kasvunsääde sekä lisälannoitus. Ensimmäiseen käsittelykertaan tehtiin tankkiseos seuraavista aineista: Premium Classic SX 12 g/ha + Primus XL 0,75 l/ha + Sonis 0,15 l/ha + YaraVita Gramitrel 2,0 l/ha + Vesi 200 l/ha. Käsittely tehtiin kasvuston ollessa pensomisvaiheen alussa (BBCH 21). Kentällä esiintyi yleisesti punapeippiä (*Lamium purpureum*), jauhosavikkaa (*Chenopodium album*), mataraa (*Galium spurium*), ohdaketta (*Cirsium arvense*) sekä emäkkiä (*Fumaria officinalis*) (Kuva 8.).



Kuva 8. Rikkakasvitilanne 20.6.2017. Peippiä ja jauhosavikkaa esiintyy yleisesti koekentällä.

Toinen käsittelykerta tehtiin 14.7.2017, jolloin kasvustolle annettiin vielä toinen kasvunsäädekäsittely sekä mangaanilannoitus lehtilannoitteilla. Toiselle käsittelykerralle tehtiin tankkiseos seuraavista aineista: YaraVita Mantrac Pro 2,0 l/ha + Sonis 0,15 l/ha + Vesi 200 l/ha. Käsittely tehtiin kasvuston ollessa lippulehtivaiheen alussa (BBCH 39). Edellispäivien runsaiden

sateiden vaikutuksesta johtuen olosuhteet ruiskutushetkellä olivat haastavat. Kasvustossa oli jo aiemmin havaittu mangaanin puutosta (Kuva 9.).



Kuva 9. 14.7.2017. Kasvustoissa esiintyy yleisesti mangaanipuutosta.

Kolmas käsittelykerta tehtiin 26.7.2017, jolloin kokeelle tehtiin kasvitautien torjunta. Kasvusto käsiteltiin Proline-valmisteella, jonka käyttömäärä oli 0,6 l/ha. Käsittelyvaiheessa kaikilla koejäsenillä röyhylle tulo oli jo alkanut (BBCH 51-59 koejäsenestä riippuen).

5.7 Sadonkorjuu

Koeruudut puitiin 20.10.2017 Wintersteiger-merkkisellä koeruuuimurilla (Kuva 10.). Puintiolosuhteet koekentällä olivat erittäin haastavat, sillä lakoontuneissa paikoissa kasvusto oli puintihetkellä vielä erittäin märkää. Ruuduista puitiin vain sellaiset alueet, jotka eivät olleet lakoontuneet maata vasten ja joissa oli läpikasvua mahdollisimman vähän. Käytännössä jokaisen ruudun päistä saatiin korjattua satoa vain noin puolen metrin matkalta. Sato korjattiin ruutusäkkeihin ja kuivattiin ruutusäkeille tarkoitettussa lämminilmakuivurissa. Puintikosteus koeruuuilla vaihteli 20-25 % välillä.



Kuva 10. Ruutujen puinnissa käytetty koeruutupuimuri.



Kuva 11. 16.10.2017. Lakoontuneen kasvuston seassa oli paljon läpikasvua. Kuva muutamaa päivää ennen puintia

5.8 Sadonkäsittely

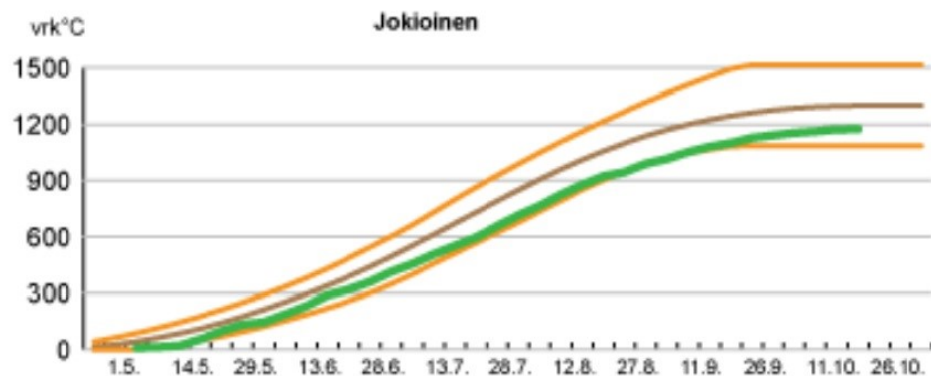
Ruutusatojen sadonkäsittely tehtiin kahtena päivänä: 7.12.2017 sekä 12.12.2017. Sadonkäsittelyssä käytettiin laboratoriokäyttöön suunniteltua puimakonetta (Kuva 12.). Ruutusadosta poistettiin roskat sekä tyhjät jyvät koneen ilmavirran avulla. Sadonkäsittelyn yhteydessä jokaisesta ruutusadosta määritettiin paino, kosteus ja hehtolitraino sekä otettiin 500 gramman näyte laatuanalyysijä varten.



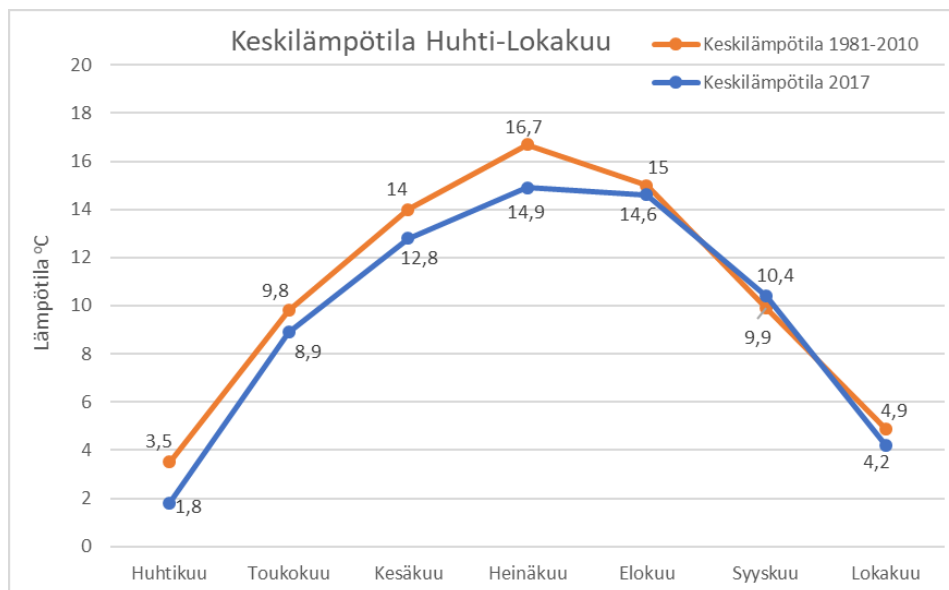
Kuva 12. Sadonkäsittelyssä käytettiin laboratoriokäyttöön suunniteltua puimakonetta.

5.9 Säätiedot

Kasvukaudesta 2017 tekee erityisen sen sääolosuhteet. Toukokuu oli viileä ja lämpösunnan kehitys alkoi vasta puolen kuun aikoihin. Alkukasvukaudesta lämpösunnan kehitys oli hyvin lähellä keskiarvoa, mutta kesä-heinäkuun vaihteessa lämpösunnan kehitys hidastui selvästi. Heinä-elokuun vaihteessa lämpösunnan kehitys oli jo noin 100 °C keskiarvoa pienempi. Alkusyksystä juuri kasvustojen tuleentumisen aikaan lämpösunnan kehitys oli jäänyt jo reilusti alle keskiarvon, jopa noin 200 °C. Kasvukauden 2017 tehoisan lämpösunnan kertymä oli noin 1200 °C (Kuva 13.). Keskivertovuonna tähän oli päästy jo neljä viikkoa aikaisemmin. Alkukasvukausi oli keskimääräisten lämpötilojen osalta kylmempi, mutta elokuusta lokakuuhun kuukausittaiset keskilämpötilat olivat keskimääräistä tasoa (Kuva 14.).



Kuva 13. Lämpösunnan kehitys kasvukaudella 2017. Vihreällä viivalla on kuvattu vuoden 2017 lämpösunnan kehitys. Ruskea viiva on vuosien 1981-2010 keskiarvo. Oransseilla viivoilla on kuvattu lämpösunnan 5 % ja 95 % rajoja. (Ilmatieteen laitos 2017)



Kuva 14. Huhti-Lokakuun keskilämpötila. Sinisellä viivalla on kuvattu vuoden 2017 Huhti-Lokakuun keskilämpötila. Oranssilla viivalla on kuvattu vuosien 1981-2010 keskiarvo. (Ilmatieteen laitos n.d.)

Vuoden 2017 alkukasvukausi oli kuiva. Toukokuussa suuremmat sateet ajoituivat kuun loppupuolelle, kun kesäkuu taas oli hyvin sateinen. Sademäärän kehitys oli noussut kesä-heinäkuun vaihteessa jo keskimääräiselle tasolle. Heinäkuu oli vähäsateisempi kuukausi. Seuraavat suuret sateet ajoittuivat elokuun alkupuoliskolle. Lokakuun alkuun asti sademäärän kehitys oli ollut keskimääräistä (Kuva 15.). Koko lokakuun sademäärä oli 110,7 mm ja näistä suurin osa ajoittui kuukauden kahdelle ensimmäiselle viikolle. Tämä sadekausi oli suureksi haitaksi kokeelle. Runsaista sateista johtuen sadon laadussa menetettiin paljon. Myöskään koekenttä ei kantanut koneita, joten sadonkorjuu viivästyi ensimmäisiin poutapäiviin asti. (Ilmatieteen laitoksen sääasemien arkisto, n.d.)

Kuukausittainen sademäärä vaihteli kesä-lokakuun aikana 44-110 millimetrin välillä. Kasvukauden sademäärän kehitys oli ollut keskivertovuoden luokkaa. Kasvukaudelle oli tyypillistä, että päivittäiset sademäärät olivat runsaita. Esimerkiksi kesäkuun sademäärä oli 101,7 mm, josta pelkästään yli 30 mm satoi yhden päivän aikana. Koko syyskuun sademäärä oli 41,7 mm, josta lähes koko määrä satoi kahden viikon sadekauden aikana. Tämä sadekausi oli myös erittäin haitallinen kokeelle. Kaikki tulokset ovat Joki-oisten Ilmalan havaintoaseman tuloksia. (Ilmatieteen laitoksen sääasemien arkisto, n.d.)



Kuva 15. Sadesumman kehitys kasvukaudella 2017. Ruskealla viivalla on kuvattu vuosien 1981-2010 keskiarvo. (Ilmatieteen laitos 2017)

6 KENTTÄKOKEEN TULOKSET

6.1 Havaintotulokset

Koekentältä tehtiin joka viikko kasvukauden mittaan havaintoja, joiden tarkoituksena oli seurata eri lajikkeiden kasvua ja kehitystä. Näiden havaintotulosten avulla voidaan selvittää, miten eri tiheyksien väliset erot vaikuttavat kasvuun ja kehitykseen.

6.1.1 Niklas

Kasvuun lähtö oli koekentällä hidasta. Koeruudut kylvettiin 30.5.2017 ja orastuivat vasta noin kaksi viikkoa kylvön jälkeen. Versoutuminen ruuduissa oli runsasta, sillä noin kolmen viikon kuluttua orastumisesta oli kasvusto muodostunut tiheäksi ja maata peittäväksi jokaisella tiheydellä. Tässä vaiheessa oli jo vaikea erottaa eri kylvötiheyksiin kylvetyt ruudut toisistaan pelkästään kasvuston perusteella (Kuva 16.). Korrenkasvu/lippulehtivaiheessa kaikilla tiheyksillä oli selvästi havaittavissa hieman mangaaninpuutosta sekä ensimmäisiä oireita kauran lehtilaikusta.



Kuva 16. 9.7.2017. Kaikki ruudut olivat muodostuneet reheviksi ja maata peittäviksi. Kuvassa vasemmalla puolella 350 kpl/m² ruutu ja oikealla puolella 550 kpl/m² ruutu.

Kasvurytmi pysyi kaikilla tiheyksillä yhtenäisenä röyhylle tuloon asti. Ensimmäisiä röyhyjä oli tulossa esille jo 19.7, joista suurin osa 550 kpl/m² tiheydellä (Kuva 17.). Valtaosassa kasvustoa ei kuitenkaan vielä röyhyjä näkynyt. 27.7 kaikilla tiheyksillä röyhyt olivat jo suurimmaksi osaksi täysin avautuneet (Kuva 18.). Röyhystä löytyi satunnaisesti myös 3-jyväisiä tähkylöitä. Elokuun alkupuolella jyvien täyttyminen oli hyvin käynnissä. Kasvustossa lehtilaikun oireet olivat lisääntyneet.



Kuva 17. 19.7.2017. Ensimmäiset röyhyt ovat tulossa esiin. Kasvustossa esiintyy myös mangaanipuutosta.



Kuva 18. 27.7.2017. Röyhyt ovat suurimmaksi osaksi tulleet esiin.

Elokuun puolenvälin aikaan kasvusto oli alkanut jo kellastua ja tuleentua (Kuva 19.). Tuleentumista seurattiin tästä hetkestä lähtien viikoittain koe-ruutujen puintiin asti. Syyskuun ensimmäisen viikon myrskytuulet ja runsaat sateet lakoonuttivat kasvustoa merkittävästi. Syyskuun puolessavälissä vihreä väri oli miltei kokonaan hävinnyt röyhyistä. 550 kpl/m² kylvetyistä ruuduista vihreys oli kokonaan hävinnyt, mutta tiheyden laskiessa 450 kpl/m² ja siitä edelleen 350 kpl/m² asti, vihreys varsinkin röyhyn alaosissa lisääntyy huomattavasti (Kuva 20.). Tässä vaiheessa yli puolet korresta oli kuitenkin vielä täysin vihreää. Näinä aikoina kasvustossa esiintyi satunnaisesti eri tiheyksillä jo hieman lakoontumista ja itämistä röyhyissä. Viikon kuluttua tehdyissä havainnoissa huomattiin vihreyden hävinneen jo harvemmilläkin tiheyksillä.



Kuva 19. 23.8.2017. Tuleentuminen oli jo alkanut. Vasemmalla kuvassa 350 kpl/m² ruutu ja oikealla 550 kpl/m² ruutu.



Kuva 20. 7.9.2017. Vihreä väri oli röyhyistä jo lähes hävinnyt. Vasemmalla puolella 350 kpl/m² ruutu ja oikealla puolella 550 kpl/m² ruutu.

Syyskuun viimeisellä viikolla 550 kpl/m² tiheyteen kylvetyillä ruuduilla myös korsi oli jo liki täysin kellastunut (Kuva 21.). Lokakuun alussa sääolosuhteet olivat jälleen koetelleet kasvustoa ja lakoontuminen oli pahentunut. Tässä vaiheessa jo vähintään 60 % kaikista ruuduista oli painunut maata vasten ja kasvusto iti jo runsaasti (Kuva 22.). Ruudut puitiin kaksi viikkoa tästä eli viikolla 42; tällöin noin 90 % ruuduista oli laossa ja satunnaisilla alueilla oli jo noin 5 cm oras. Ensimmäisen ja kolmannen kerranteen ruudut olivat koko kasvukauden selvästi enemmän laossa kuin toisen kerranteen ruudut. Runsaan lakoontumisen ja kosteiden olosuhteiden vuoksi sadonkorjuu olisi voinut aikaisemmin olla haastavaa, mutta aikaisemmalla korjuulla olisi voitu laadullisesti vielä sato pelastaa.

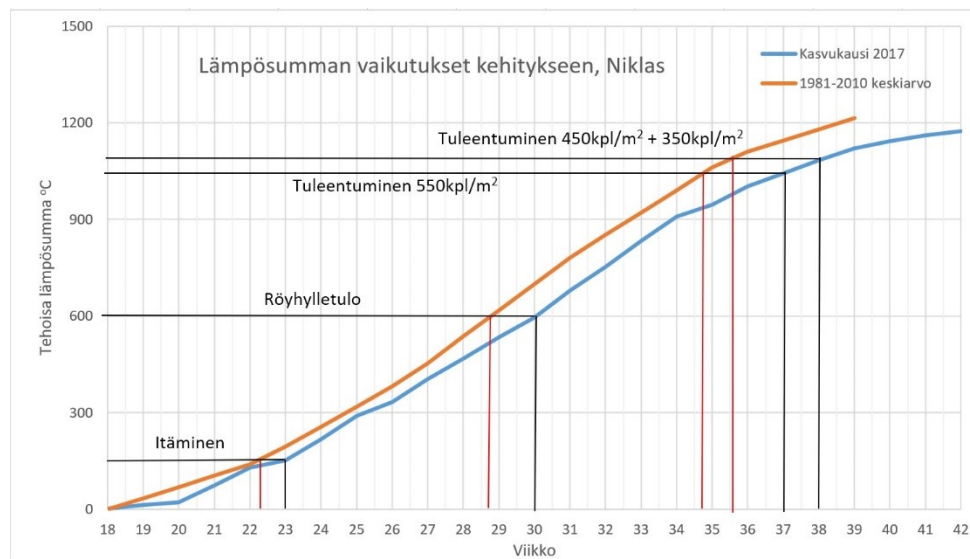


Kuva 21. 24.9.2017. Ennen lokakuun alun sateita osa ruuduista oli vielä hyvin pystyssä. Vasemmalla puolella 350 kpl/m² ruutu ja oikealla puolella 550 kpl/m² ruutu.



Kuva 22. 16.10.2017. Aikaisin lakoontuneissa kohdissa oli jo pitkä oras.

Oli selvää, että kylvötiheyden alentaminen myöhästyttää tuleentumista. Oli vaikeaa selvittää tarkkaa määrää siitä, kuinka monta vuorokautta tuleentuminen tiheyden pudotessa myöhästyy, mutta havaintojen perusteella tuleentumisessa 550 kpl/m² ja 350 kpl/m² välillä ero oli noin viikko. Lämpösumman kehitys oli ollut tällä kasvukaudella paljon hitaampaa kuin keskivertovuonna. Kuvasta 23 voidaan todeta, että keskivertovuonna sekä itäminen että röyhylletulo olisi ajoittunut viikkoa tätä kasvukautta aikaisemmin. Tuleentumisen osalta tällä kasvukaudella oltiin noin kaksi viikkoa myöhässä. Keskivertovuonna erot tuleentumisessa eri tiheyksien välillä olisivat olleet alle viikon.



Kuva 23. Lämpösumman vaikutus kasvutapahtumiin Niklaksella. Kuvassa mustalla pystyviivalla on merkitty kasvun keskeiset tapahtumat tällä kasvukaudella. Punaisella pystyviivalla on merkitty keskeisten kasvutapahtumien ajoittuminen keskivertovuonna.

Kaikilta ruuduilta tehtiin kasvukauden aikana pituusmittaukset, joissa jokaisesta ruudusta mitattiin kolmesta eri osasta ruutua kasvin pituus tyvestä röyhyn latvaan. Niklas oli näistä kolmesta lajikkeesta pituudeltaan lyhin. Kasvuston keskimääräiseksi pituudeksi saatiin kaikilta tiheyksiltä noin 110 cm. Eroja ei ollut eri tiheyksien välillä.

6.1.2 Oiva

Kuten Niklaksella, niin myös Oivalla kasvuun lähtö koekentällä oli hidasta. Koeruudut kylvettiin 30.5.2017 ja orastuivat vasta noin kaksi viikkoa kylvön jälkeen. Orastumisen jälkeen kasvu oli kiivasta. Kaikilla tiheyksillä kasvusto oli muodostunut reheväksi ja maata peittäväksi noin kolme viikkoa orastumisen jälkeen ja varsinkin 350 kpl/m² tiheydellä versoutuminen oli runsasta (Kuva 24.). Lippulehdelle tullessa kasvustot kaikilla tiheyksillä olivat melko puhtaita, mutta vähäisiä oireita mangaanipuutoksesta oli huomattavissa kaikilla tiheyksillä.



Kuva 24. 9.7.2017. Kasvusto oli muodostunut tiheäksi kaikilla ruuduilla. Vasemmalla 350 kpl/m² ruutu ja oikealla 550 kpl/m² ruutu.

Kasvurytmi kaikilla tiheyksillä oli pysynyt samana röyhylle tuloon asti. Ensimmäisiä röyhyjä tuli esiin 19.7 ja heinäkuun viimeisinä päivinä kaikki ruudut olivat jo tulleet röyhylle. Runsaammasta sivuversojen muodostumisesta johtuen 350 kpl/m² tiheydellä kylvetyt ruudut tulivat röyhylle noin kaksi päivää tiheämpiä jäljessä. 4.8 kaikilla tiheyksillä havaittiin selviä merkkejä kauran lehtilaikusta sekä mangaanipuutoksesta.



Kuva 25. 19.7.2017. Oivalla esiintyy yleisesti kauran lehtilaikkua sekä mangaaninpuutosta.

Elokuun alkupuoliskolla jyvien täyttyminen oli hyvässä vauhdissa. Oivalla 3-jyväisiä tähkylöitä ei juurikaan esiintynyt lukuun ottamatta muutamia satunnaisia kappaleita. Oivan tähkylässä oli ulkojyvässä satunnaisesti vihne (Kuva 26.). Elokuun puolenvälin aikoihin kasvustoissa oli huomattavissa lievää kellastumista; tuleentuminen oli siis alkanut (Kuva 27.). Tuleentumista seurattiin viikoittain tästä hetkestä sadonkorjuuseen asti.



Kuva 26. 11.8.2017. Oivalla on vihneet ulkojyvässä.



Kuva 27. 16.8.2017. Tuleentuminen oli alkanut. Kuvassa vasemmalla on 350 kpl/m² kylvetty ruutu ja oikealla 550 kpl/m² kylvetty ruutu.

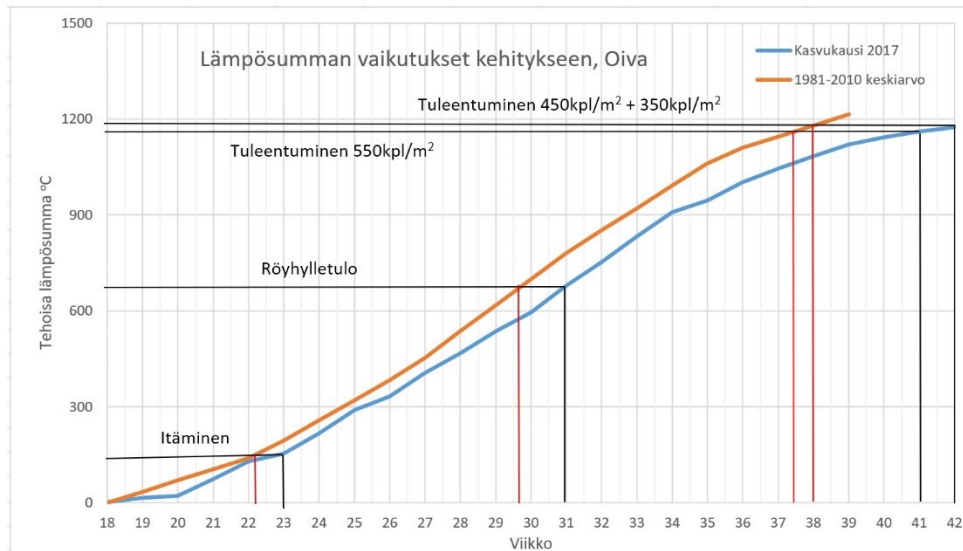
Tuleentuminen oli tasaista syyskuun puoleenväliin asti. Viikon 36 myrskytuulet ja runsaat sateet lakoontuttivat ruutuja kohtalaisesti varsinkin ensimmäisellä ja kolmannella kerranteella. Näihin aikoihin ruuduilla havaittiin ensimmäisiä itäneitä jyviä röyhyissä. Lokakuun alussa vihreys oli röyhystä jo lähes hävinnyt ja ainoastaan muutamia vihreitä tähkylöitä oli vielä röyhyn alaosissa varsinkin alhaisilla tiheyksillä. Korsi oli kuitenkin tässä vaiheessa vielä suurimmaksi osaksi vihreä. (Kuva 28.). Lokakuun alkupuoliskon sääolosuhteet kurittivat kasvustoa merkittävästi.

Kuun puolessavälissä n. 90 % ruuduista oli lakoontunut maata vasten. Koe-ruudut puitiin viikolla 42. Ensimmäisen ja kolmannen kerranteen ruudut olivat selvästi enemmän laossa koko kasvukauden kuin toisen kerranteen ruudut. Kasvukauden runsaista sateista johtuen röyhyissä oli paljon itäneitä jyviä.



Kuva 28. 4.10.2017. Oivalla 350 kpl/m² ruudussa (vas.) vihreitä jyviä oli vielä enemmän kuin 550 kpl/m² ruudussa (oik.).

Ajoittain tuleentumishavaintoja tehdessä ei viikon aikana tuntunut olevan minkäänlaista edistystä. Kylmät sääolosuhteet hidastivat tuleentumista merkittävästi varsinkin 350 kpl/m² tiheydellä. Tarkkaa määrittämistä siitä, kuinka paljon tuleentuminen myöhästyy ei ehditty tekemään. Eroa 550 kpl/m² ja 350 kpl/m² välillä oli arviolta noin viikko. Kuvasta 29 voidaan todeta, että itäminen ja röyhylletulo ajoittuvat keskivertovuonna noin viikkoa aikaisemmin kuin tällä kasvukaudella. Tuleentumisessa ero on suuri; keskivertovuonna tuleentuminen olisi ajoittunut neljä viikkoa tätä kasvukautta aikaisemmaksi. Eri tiheyksien välinen tuleentumisero olisi ollut normaalisti alle viikko.



Kuva 29. Lämpösumman vaikutus kasvutapahtumiin Oivalla. Kuvaajassa mustalla pystyviivalla on merkitty kasvun keskeiset tapahtumat tällä kasvukaudella. Punaisella pystyviivalla on merkitty keskeisten kasvutapahtumien ajoittuminen keskiwertovuonna.

Kasvustosta tehtiin kasvukaudella pituusmittaukset. Jokaiselta ruudulta mitattiin kasvin/kasvuston pituus kolmesta kohdasta ruutua. Oiva ei ollut merkittävästi Niklasta pidempi, sillä eroa oli korkeintaan muutama senttimetri. Kasvuston keskimääräinen pituus oli 110-115 cm. Eroja ei juurikaan eri tiheyksien välillä ollut.

6.1.3 Donna

Kuten muillakin kokeen lajikkeilla, myös Donnalla kasvuun lähtö oli hidasta. Koeruudut kylvettiin 30.5.2017 ja orastuivat vasta noin kaksi viikkoa kylvön jälkeen. Kolmen viikon kuluttua orastumisesta kasvusto oli muodostunut tiheäksi ja maata peittäväksi kaikilla koeruuduilla (Kuva 30.). Varsinkin 350 kpl/m² tiheydellä versoutuminen oli runsasta. Korrenkasvun loppuvaiheessa kaikilla ruuduilla esiintyi mangaanipuutosta, mutta pääosin kasvusto oli kuitenkin täysin tervettä.



Kuva 30. 9.7.2017. 350 kpl/m² tiheyteen kylvetty ruutu (vas.) oli muodostanut lähes yhtä peittävän kasvuston kuin 550 kpl/m² tiheyteen kylvetty ruutu (oik.).



Kuva 31. 9.7.2017 esiintyi hieman oireita mangaanipuutoksesta.

Donna myöhäisimpänä lajikkeena tuli röyhylle viimeisenä. Heinä-elokuun vaihteessa kaikki tiheydet olivat jo täydessä röyhysssä. 350 kpl/m² tiheyteen kylvetyt ruudut tulivat röyhylle noin kaksi vuorokautta jäljessä muita. Elokuun alussa kasvustojen alaosissa esiintyi selvästi kauran lehtilaikkua. Näinä aikoina kukinta oli alkuvaiheessa ja kasvustossa esiintyi myös viljakirvoja (Kuva 32.). Donnalla tähkylöihin oli muodostunut runsaasti väljyviä (Kuva 33.). Parhaimmillaan yhdessä röyhysssä oli jopa 19 väljyvällistä tähkylää. Elokuun puolessavälissä ylimmillä tähkylöillä väljyvä oli jo muodostunut ja paisunut.



Kuva 32. 10.8.2017. Viljakirvoja esiintyi koekentällä satunnaisesti.



Kuva 33. 10.8.2017. Donnalla tähkylöihin muodostui paikoin runsaasti välijyviä.

Tuleentuminen alkoi myöhään kasvukaudella, sillä kasvustojen kellastuminen alkoi vasta elokuun loppupuolella. Tuleentumista seurattiin tästä hetkestä lähtien viikoittain. Tuleentumisajan sääolosuhteista johtuen tuleentuminen oli Donnalla erittäin hidasta, eikä kovinkaan suurta muutosta tapahtunut vielä syyskuun puoleenväliin mennessä (Kuva 34.).



Kuva 34. 14.9.2017. Tuleentuminen oli alkanut hitaasti. Kuvassa vasemmalla on 450 kpl/m² kylvetty ruutu ja oikealla puolella 550 kpl/m² kylvetty ruutu.

Viikon 36 myrskytuulet ja runsaat sateet lakoontuttivat kasvustoa huomattavasti. Kaikista ruuduista noin kolmannes oli lakoontunut tänä aikana. Röyhyissä oli tässä vaiheessa jo ensimmäisiä itäneitä jyviä. Lokakuun alkuun mennessä vihreys oli suurimmaksi osaksi röyhyistä jo kadonnut, mutta varsinkin röyhyn alaosissa ja sivuversoilla oli vielä paljon vihreitä jyviä. Vihreyttä oli tässä vaiheessa 350 kpl/m² ruuduilla paljon enemmän kuin tiheämmillä ruuduilla (Kuva 35.).



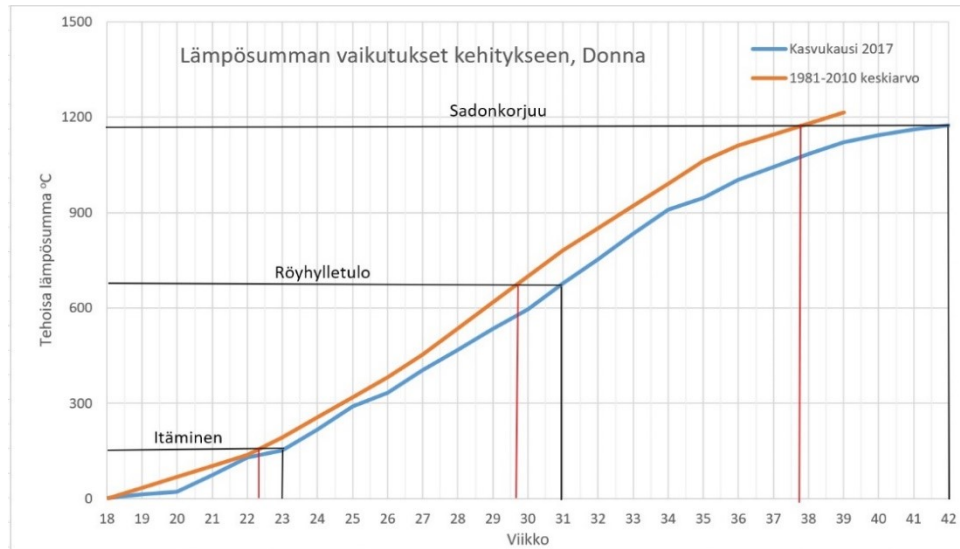
Kuva 35. 4.10.2017. 350 kpl/m² tiheydellä (vas.) vihreyttä oli kasvustossa enemmän kuin 550 kpl/m² tiheydellä (oik.)

Viikolla 42 noin 80 % ruuduista oli lakoontunut maata vasten. Ensimmäisen ja kolmannen kerranteen ruudut olivat selvästi enemmän laossa koko kasvukauden kuin toisen kerranteen ruudut. Vihreys oli tällöin röyhystä jo pääosin kadonnut, mutta röyhyn alaosissa oli vieläkin jonkin verran vihreitä tähkylöitä. Kaikilla ruuduilla oli runsaasti jälkiversontaa (Kuva 36.). Kaikki ruudut puitiin myöhemmin samalla viikolla.



Kuva 36. 16.10.2017 (viikko 42). Donnalla suurin osa ruuduista oli laossa ja seassa runsaasti jälkiversontaa.

Donna myöhäisimpänä lajikkeena kärsi paljon tällaisesta kasvukaudesta, sillä edes tiheään kylvetyt ruudut eivät ehtineet tuleentua kokonaan ennen puintia. Tiheyden pudottaminen myöhästytti tuleentumista paljon, mutta selvitystä siitä kuinka paljon tuleentuminen myöhästyi ei voitu tehdä. Kuvasta 37 on havaittavissa lämpösumman vaikutus tämän kasvukauden keskeisiin tapahtumiin. Keskivertovuonna itäminen ja röyhylletulo olisi ajoittunut viikkoa tätä kasvukautta aikaisemmin. Tuleentuminen olisi ajoittunut keskivertovuonna jopa neljä viikkoa aikaisemmaksi.



Kuva 37. Lämpösunnan vaikutus kasvutapahtumiin Donnalla. Kuvaajassa mustalla pystyviivalla on merkitty kasvun keskeiset tapahtumat tällä kasvukaudella. Punaisella pystyviivalla on merkitty keskeisten kasvutapahtumien ajoittuminen keskiwertovuonna.

Kuten muiltakin lajikkeilta, myös Donnalta tehtiin pituusmittaukset. Yksittäisten kasvien pituus mitattiin kolmesta eri kohdasta ruutua, joiden keskiarvosta saatiin kasvuston keskipituus. Donna oli tutkituista lajikkeista pisin. Kasvuston keskimääräinen pituus oli 115-120 cm. Eri tiheyksien välillä ei juurikaan ollut eroja.

6.2 Satokomponenttitulokset

6.2.1 Orastiheys

Orastiheyden määrää tarkasteltiin heti ruutujen orastuttua. Jokaisesta koeruudusta mitattiin kaksi 80 cm mittauskohtaa eri osista koeruutua, joiden tuloksista laskettiin keskiarvo. Lopullinen tulos on koejäsenten kaikkien kerranteiden keskiarvo.

Taulukosta 3 voidaan todeta, että Oivan osalta orastiheydessä jäätii noin 2 % alle tavoitemäärän, kun taas Niklaksella tavoitetiheydestä jäätii noin 5 %. Donnann osalta päästiin melko hyvin tavoitetiheyteen tai jopa yli sen.

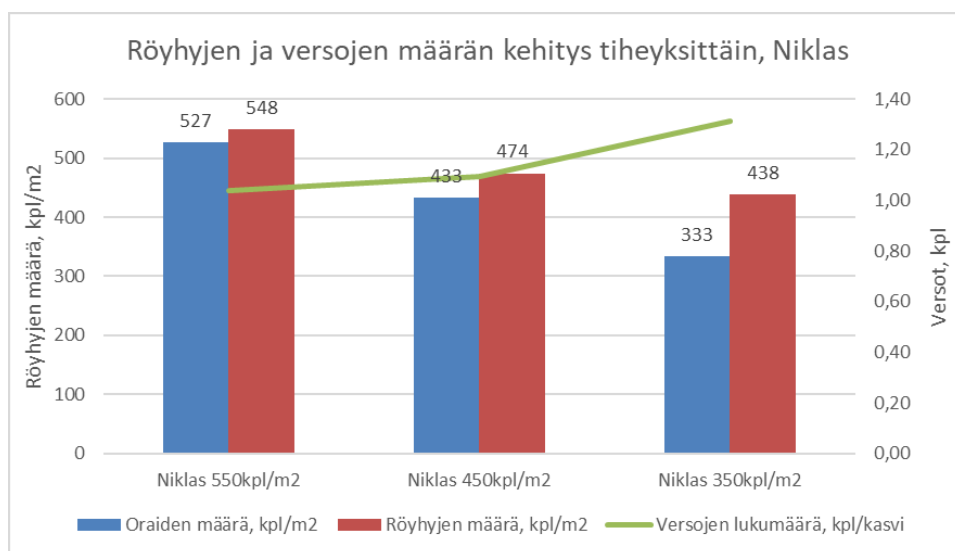
Taulukko 3. Toteutuneet orastiheydet kpl/m² verrattuna tavoitetiheyteen

Lajike	Tavoitetiheys kpl/m ²	Toteutunut orastiheys kpl/m ²
Oiva	550	538
Oiva	450	442
Oiva	350	342
Niklas	550	527
Niklas	450	433
Niklas	350	333
Donna	550	547
Donna	450	468
Donna	350	351

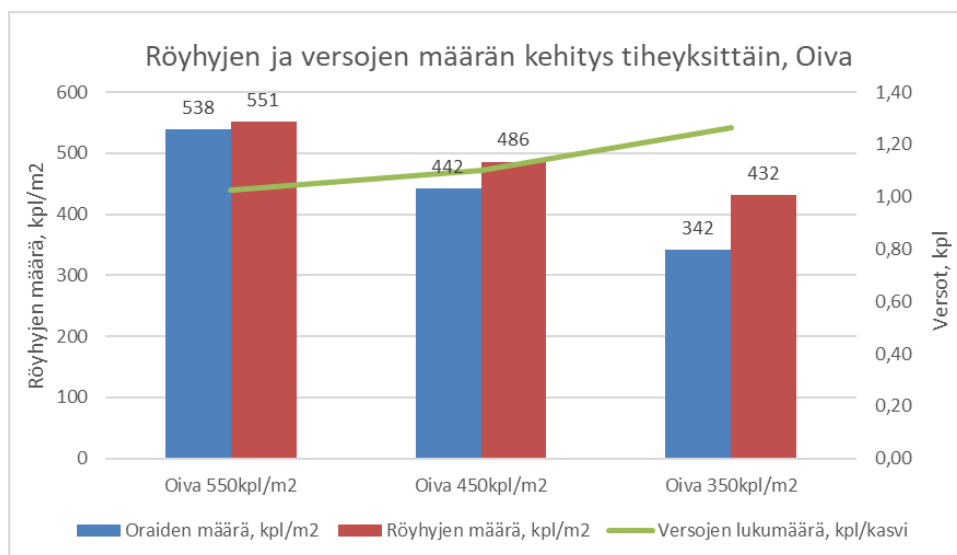
6.2.2 Röyhkien ja tähkällisten versojen lukumäärä

Röyhkien lukumäärän laskemisessa käytettiin samaa kaavaa kuin orastihedenkin laskemisessa. Mittauskohdat pyrittiin valitsemaan samoista osista koeruutua kuin mistä orastiheden laskentakin on tehty. Tuloksessa on pyritty ottamaan huomioon vain satoa tuottavat röyhät. Lopullinen tulos on kaikkien kerranteiden tulosten keskiarvo. Versojen lukumäärä kasvia kohden on saatu vertaamalla satoa tuottavien röyhkien määrää toteutuneeseen orastihyteen.

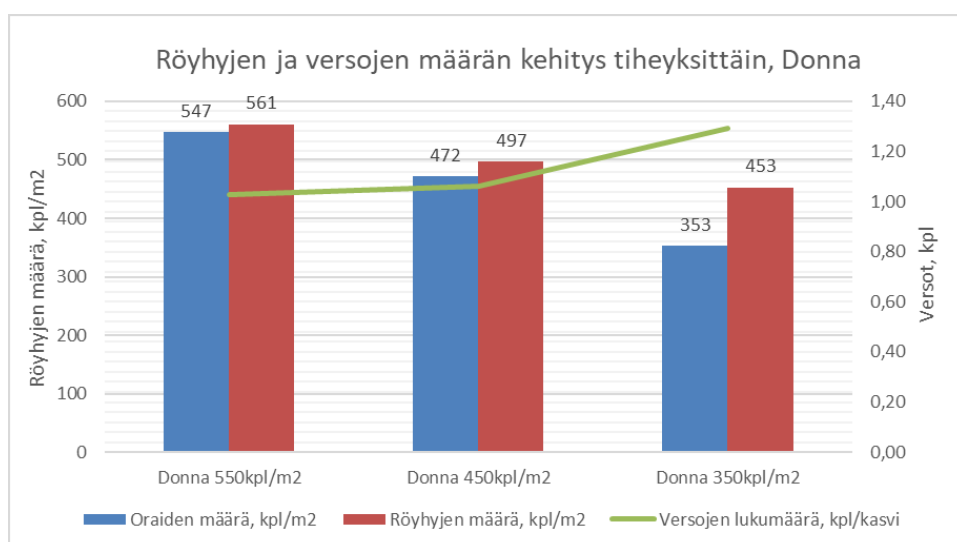
Kaikilla lajikkeilla (kuvat 38, 39 ja 40) on selvästi huomattavissa, että versoutuminen on ollut voimakasta harvemmallalla kylvötiheydellä. 550 kpl/m² ja 450 kpl/m² tiheyksillä röyhä kehittyi paljon vähemmän suhteessa orastihyteen ja näillä tiheyksillä kasvusto on muutenkin pääversoaltaista.



Kuva 38. Satoa tuottavien röyhkien määrän vertailu toteutuneeseen orastihyteen Niklaksella. Vihreällä viivalla on kuvattu versojen määrän kehitys eri kylvötiheyksillä.



Kuva 39. Satoa tuottavien röyhyjen määrän vertailu toteutuneeseen oras-
tiheyteen Oivalla. Vihreällä viivalla on kuvattu versojen määrän
kehitys eri kylvötiheyksillä.

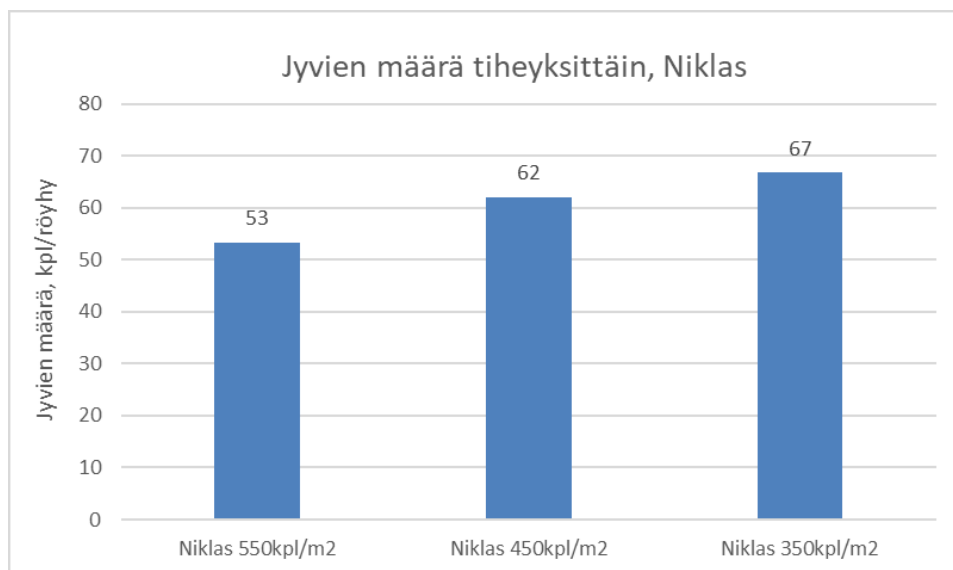


Kuva 40. Satoa tuottavien röyhyjen määrän vertailu toteutuneeseen oras-
tiheyteen Donnalla. Vihreällä viivalla on kuvattu versojen mää-
rän kehitys eri kylvötiheyksillä.

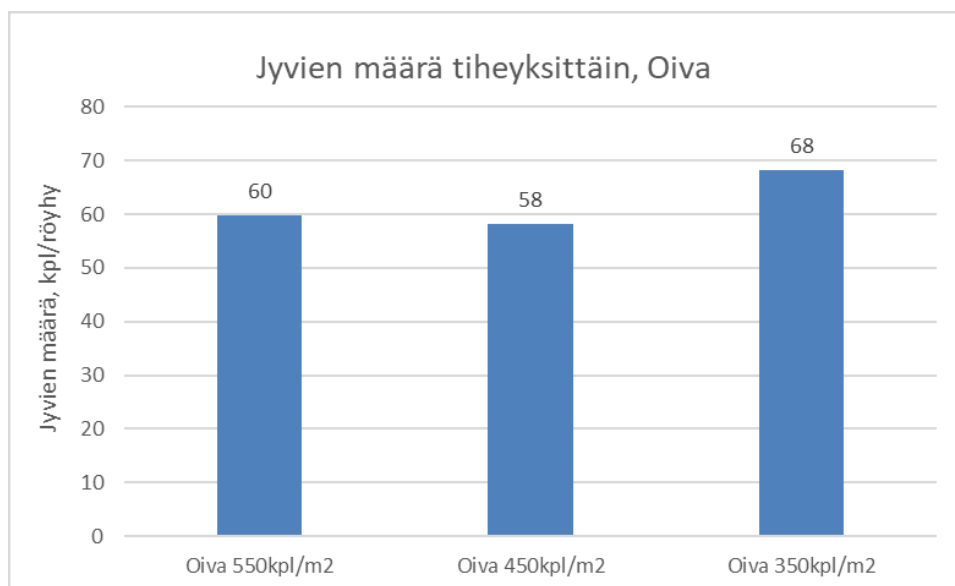
6.2.3 Jyvien lukumäärä

Jyvien määrää tarkasteltiin kenttäkokeista tehdyillä laskennoilla. Jokaiselta koeruudulta valittiin sattumanvaraisesti kahdeksan eri yksilöä. Jokainen yksilö pyrittiin valitsemaan eri osista koeruutua mahdollisimman kattavan tuloksen varmistamiseksi. Kaikkien kahdeksan yksilön röyhyn jyvät laskettiin ja näiden tulosten keskiarvosta saatiin yksittäisen koeruudun tulos. Sama toistettiin koejäsenen kaikilla kerranteilla. Toiselta kerranteelta tehtiin vielä tarkastuslaskelma kasvukauden lopulla. Tällöin jokaiselta ruudulta kerättiin 20 kasvin otos, jolta tarkastuslaskelmat tehtiin. Lopullinen koko tiheyttä edustava tulos on kenttälaskennan ja kasvustonäytteiden yhteinen keskiarvo.

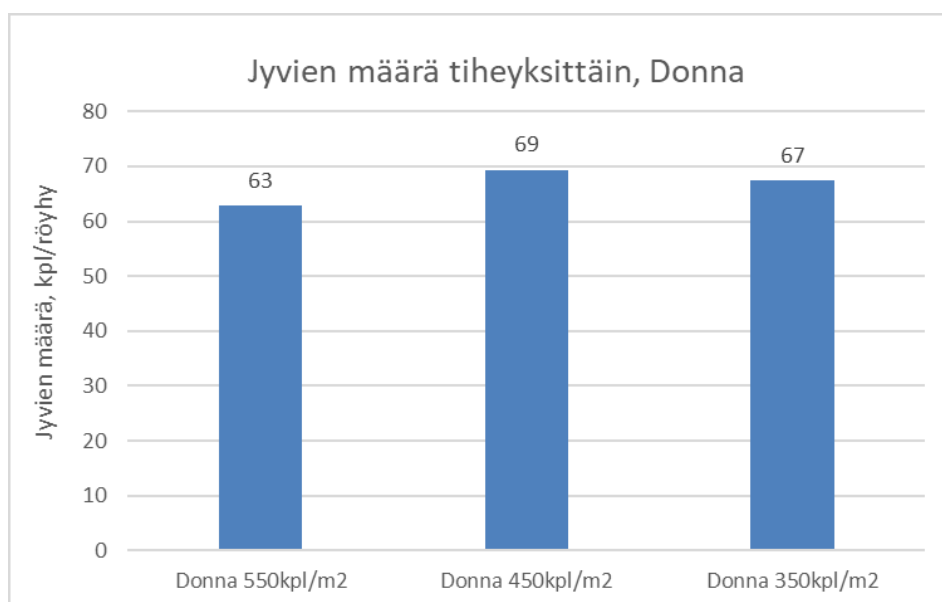
Niklaksella (Kuva 41.) jyvien määrä lisääntyy selvästi jo kylvötiheyden laskettua 550 kpl/m^2 tiheydestä 450 kpl/m^2 tiheyteen. Erot 550 kpl/m^2 ja 350 kpl/m^2 välillä ovat merkittävät. Oivalla (Kuva 42.) jyvien määrässä ei ole merkittävää eroa eri tiheyksien välillä. 550 kpl/m^2 ja 450 kpl/m^2 tiheyksien välillä jyvien määrä ei juurikaan lisäännä. Kylvötiheyden pudotessa 350 kpl/m^2 , jyvien määrä lisääntyy. Donnalla (Kuva 43.) jyvien määrä lisääntyy hieman kylvötiheyden pudottua 550 kpl/m^2 tiheydestä 450 kpl/m^2 tiheyteen. Kylvötiheyden pudotessa 350 kpl/m^2 , jyvien määrässä ei juurikaan tapahdu muutosta. Donnalla erot eri tiheyksien välillä ovat pienet.



Kuva 41. Jyvien määrä kpl/röyhy vertailtuna eri kylvötiheyksillä, Niklas.



Kuva 42. Jyvien määrä kpl/röyhy vertailtuna eri kylvötiheyksillä, Oiva.

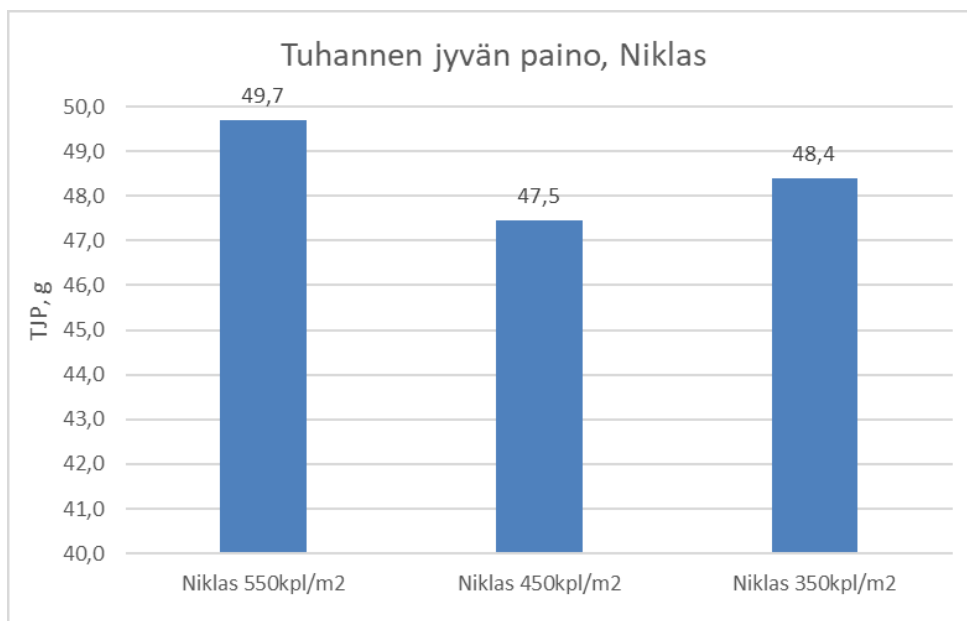


Kuva 43. Jyvien määrä kpl/röyhy vertailtuna eri kylvötiheyksillä, Donna.

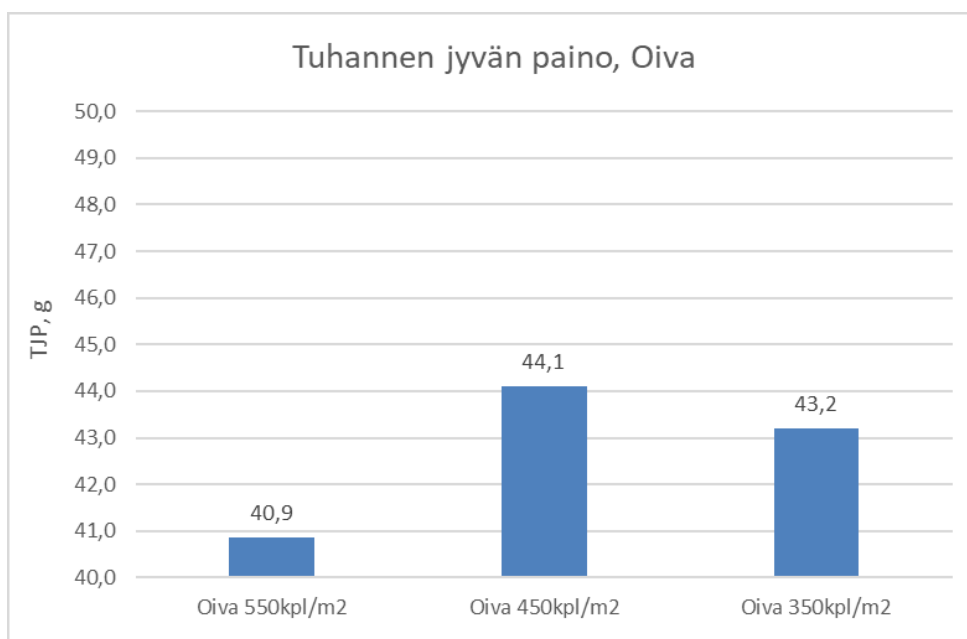
6.2.4 Jyvien paino

Jyvien painon määrittäminen tehtiin kasvukauden aikana kerätyistä kasvusto-
näytteistä. Kasvustojen huonosta kunnosta johtuen edustavat näytteet
voitiin kerätä vain toiselta kerranteelta. Tästä johtuen saatu tulos ei ole
yhtä luotettava kuin muilla tutkituilla satokomponenteilla. Niklaksen kas-
vustonäytteet kerättiin 20.8.2017, Oivan 6.10.2017 ja Donnan 20.10.2017.
Painojen määrittämisessä käytettiin apuna Pfeufferin Contador-siemenlas-
kuri. Laskuri laskee 200 siementä, jonka jälkeen tämä tulos kerrotaan
5:llä. Tällöin saadaan tuhannen jyvän paino.

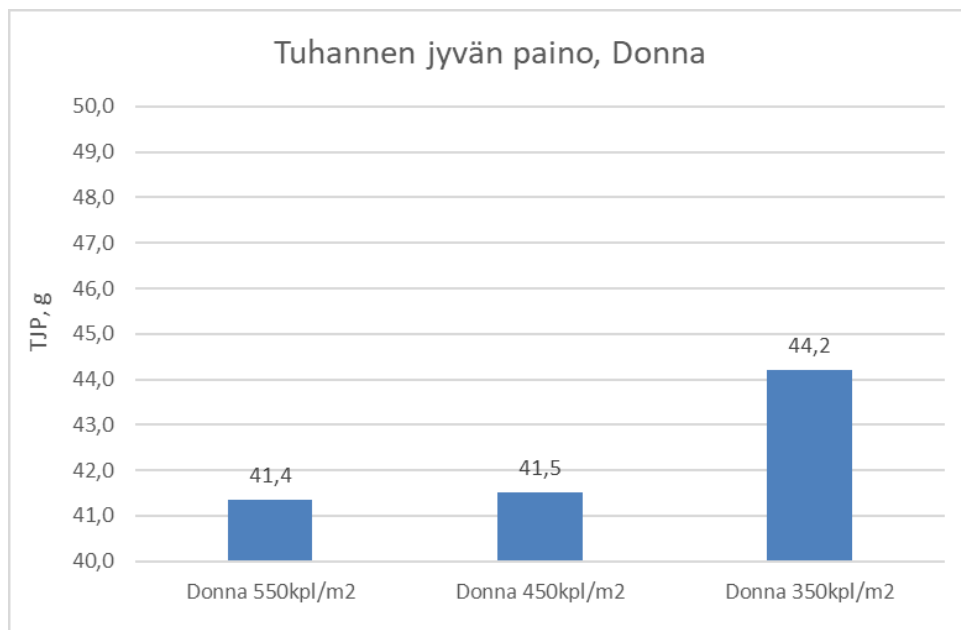
Niklaksella (Kuva 44.) tuhannen jyvän paino on suurin 550 kpl/m² tiheydellä, mutta suurta eroa eri tiheyksillä ei kuitenkaan ole. Muihin lajikkeisiin verrattuna Niklaksen jyvä on kaikista suurinta. Oivalla (Kuva 45.) tuhannen jyvän paino on kaikista alhaisin 550 kpl/m² tiheydellä. Erot 450 kpl/m² ja 350 kpl/m² välillä ovat kuitenkin hyvin pienet. Donnalla (Kuva 46.) tuhannen jyvän painoissa ei ole juurikaan eroa 550 kpl/m² ja 450 kpl/m² välillä. 350 kpl/m² tiheydellä tuhannen jyvän paino on hieman suurempi.



Kuva 44. Tuhannen jyvän paino vertailtuna eri kylvötiheyksillä, Niklas.



Kuva 45. Tuhannen jyvän paino vertailtuna eri kylvötiheyksillä, Oiva.



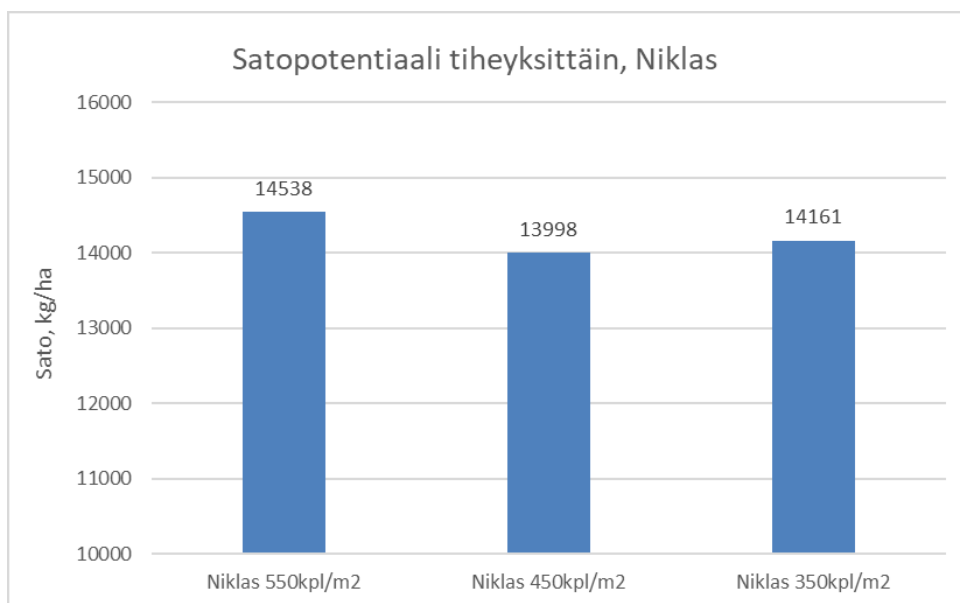
Kuva 46. Tuhannen jyvän paino vertailtuna eri kylvötiheyksillä, Donna.

6.2.5 Satopotentiaali

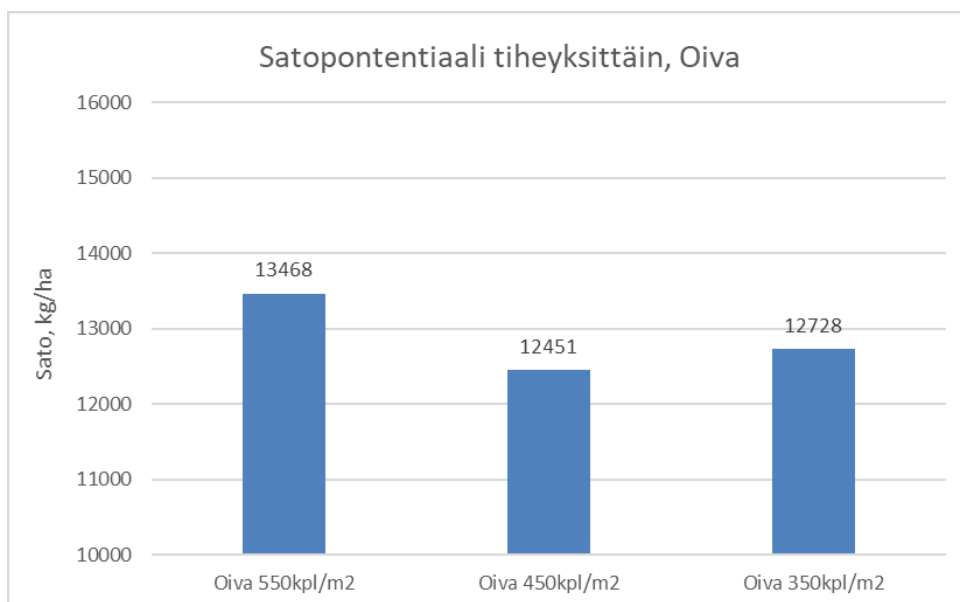
Kasvukauden olosuhteiden vuoksi ruutusadosta ei voitu määrittää sadon määrää, sillä tähän olisi tarvittu yhtä suuri puitu ala joka ruudulta. Alempana esitetyt satomäärät on laskettu satokomponenttien avulla. Ne ovat laskennallisia arvioita lajikkeen mahdollisesta satopotentialista sellaisessa tilanteessa, jossa kaikki kasvuolot ovat täydelliset. Niiden tarkoituksena on vain vertailla eroja eri tiheyksien välillä. Satopotentiaali on laskettu käyttäen kaavaa (1).

Röyhyjen määrä x jyvien määrä röyhyssä x tuhannen jyvän paino / 100 (1)

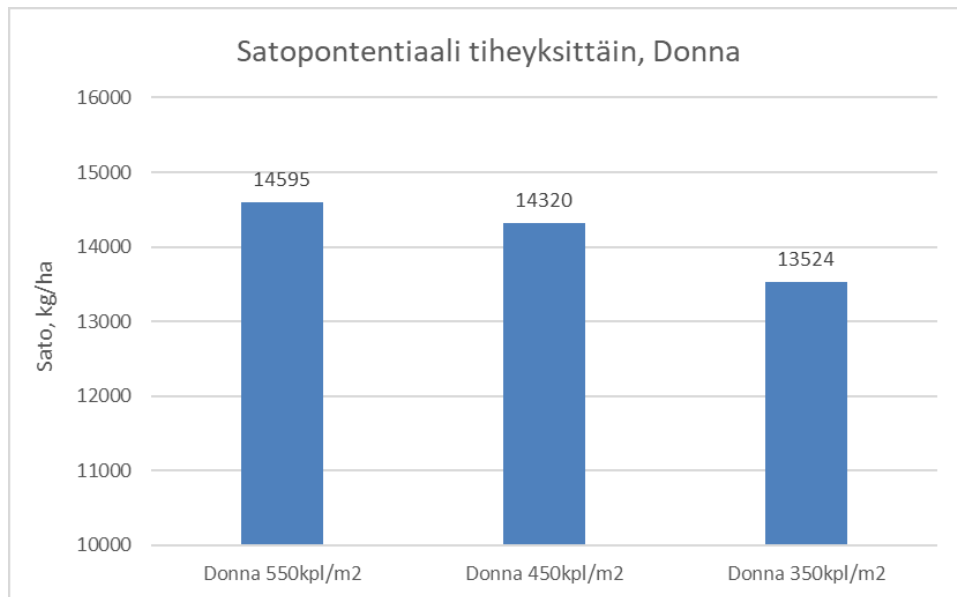
Niklaksella (Kuva 47.) satopotentialin vaihtelu eri tiheyksillä on yllättävän vähäistä, sillä erot suurimman ja pienimmän sadon välillä ovat vain noin 500 kg. Suurimpiin määriin päästiin kuitenkin 550 kpl/m² tiheydellä. 450 kpl/m² ja 350 kpl/m² tiheyksillä erot ovat hyvin pienet. Oivalla (Kuva 48.) eri tiheyksien välillä on vaihtelua. Satopotentiaali on suurin 550 kpl/m² tiheydellä ja eroa muihin tiheyksiin on 700-1000 kg. Jälleen erot 450 kpl/m² ja 350 kpl/m² välillä ovat hyvin pienet. Donnalla (Kuva 49.) satopotentialin vaihtelu on suurinta. Tässä tapauksessa ero 550 kpl/m² ja 450 kpl/m² tiheyksien välillä on vain noin 300 kg. 350 kpl/m² tiheydellä satopotentiaali jäi selvästi alhaisemmaksi kuin muilla tiheyksillä. Ero 450 kpl/m² ja 550 kpl/m² tiheyksien välillä on noin 800 kg.



Kuva 47. Laskennallisten satopotentiaalien vertailu tiheyksittäin, Niklas.



Kuva 48. Laskennallisten satopotentiaalien vertailu tiheyksittäin, Oiva.



Kuva 49. Laskennallisten satopotentiaalien vertailu tiheyksittäin, Donna.

6.3 Laatuanalyysitulokset

6.3.1 Hehtolitraino

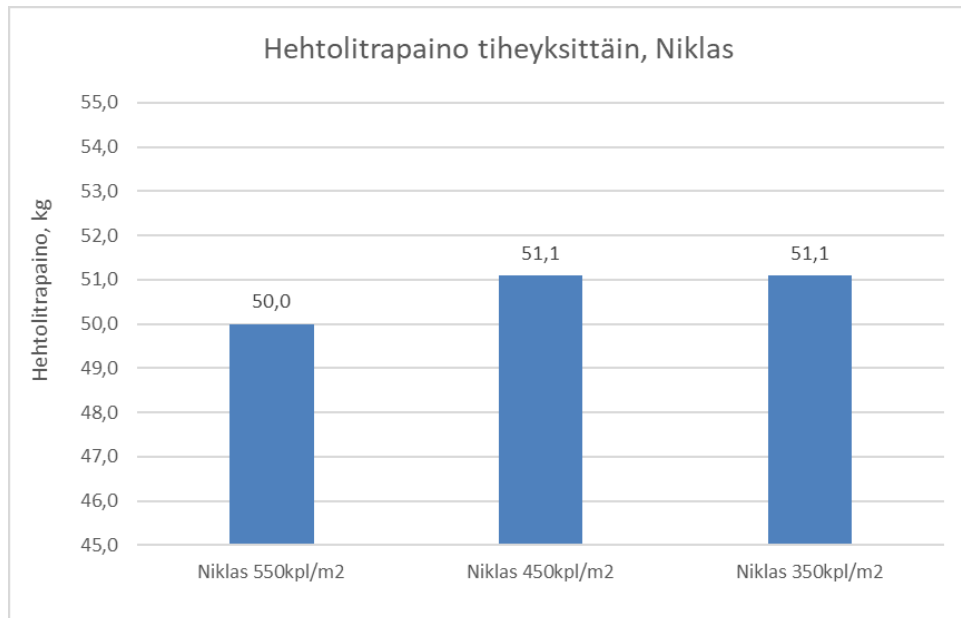
Hehtolitrainomääritys tehtiin jokaisen koeruudun ruutusadosta sadon käsittelyn yhteydessä. Määrityksessä käytettiin Dickey-John-merkkistä vilja-analysaattoria (Kuva 50.).



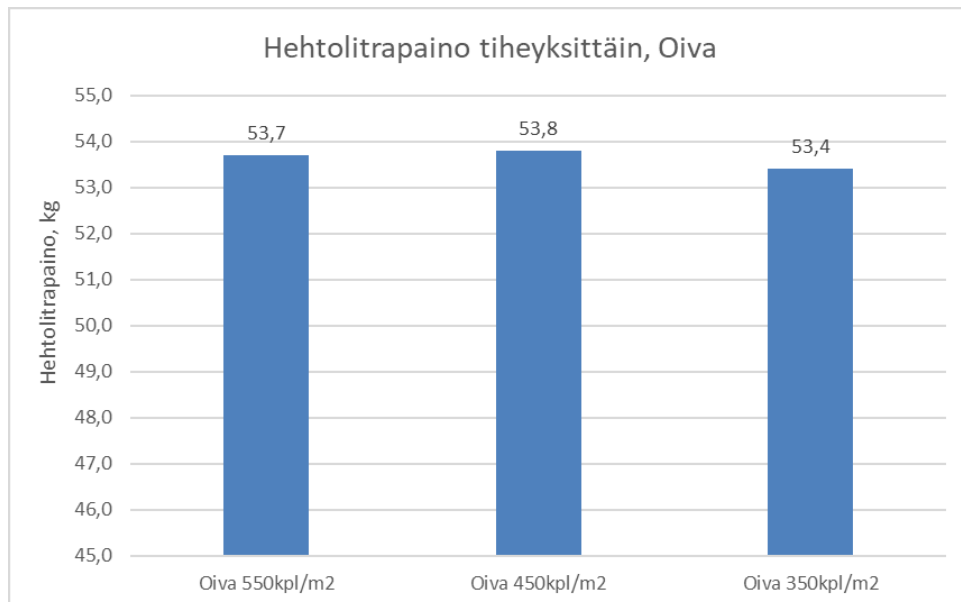
Kuva 50. Määrityksessä käytetty Dickey-John vilja-analysaattori.

Kasvukauden haastavien olosuhteiden vuoksi kaikilla lajikkeilla hehtolitrainot jäivät alhaisiksi. Niklas aikaisimpana lajikkeena kärsi tästä eniten. Myöhäisimmillä lajikkeilla hehtolitrainot pysyivät yllättävän hyvänä ottaen huomioon kasvukauden olosuhteet.

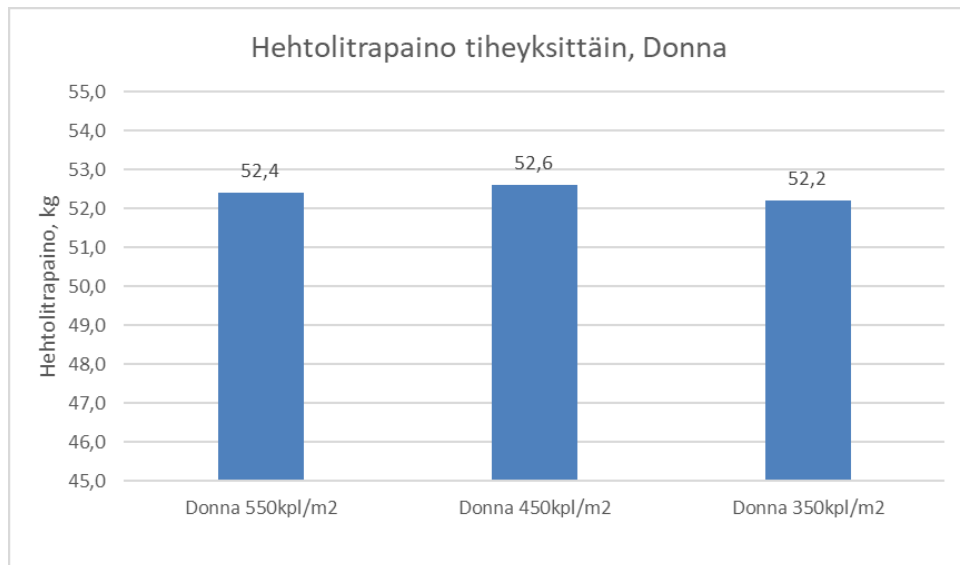
Niklaksella (Kuva 51.) ei hehtolitrainossa ole suuria eroja eri tiheyksien välillä. Oivalla (Kuva 52.) erot ovat myös hyvin pienet, sillä ero parhaimman ja huonoimman tuloksen välillä on vain 0,4 kg. Donnalla (Kuva 53.) erot ovat hyvin samankaltaiset kuin Oivalla. Pääsääntöisesti parhaimpiin tuloksiin päästään 450 kpl/m² kylvötiheydellä.



Kuva 51. Hehtolitrainon vertailu tiheysittäin Niklaksella.



Kuva 52. Hehtolitrainon vertailu tiheysittäin Oivalla.



Kuva 53. Hehtolitrapainon vertailu tiheysittäin Donnalla.

6.3.2 Tuhannen jyvän paino

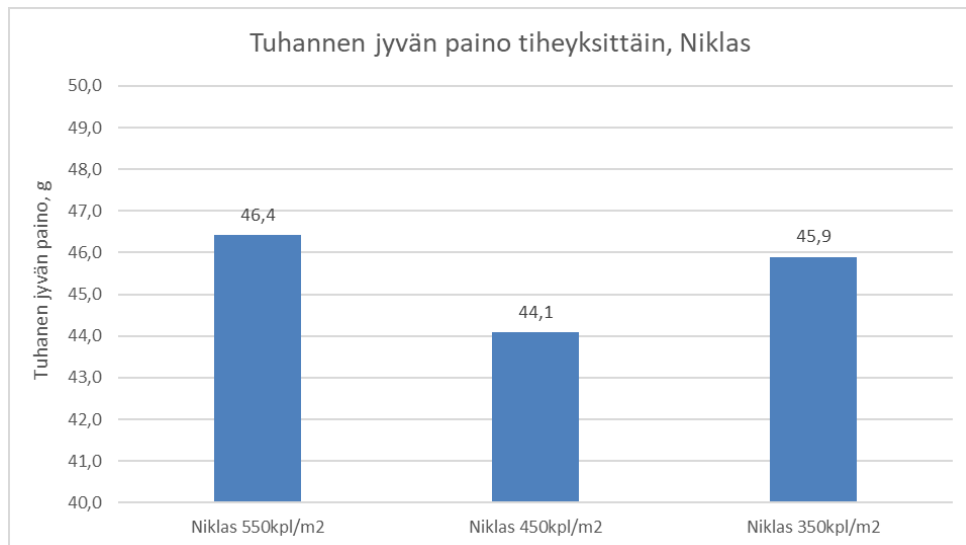
Tuhannen jyvän paino määritettiin jokaisesta koeruudun ruutusadosta otetusta näytteestä. Jyvien painon määrittämisessä käytettiin apuna Pfeufferin Contador-siemenlaskuria (Kuva 54.). Laskurin avulla jokaisesta näytteestä laskettiin 200 siementä. Tämä tulos mitattiin vaa'alla ja kerrottiin viidellä, josta saimme lopullisen tuhannen jyvän painon. Tulos on kaikkien kolmen kerranteen tulosten keskiarvo.



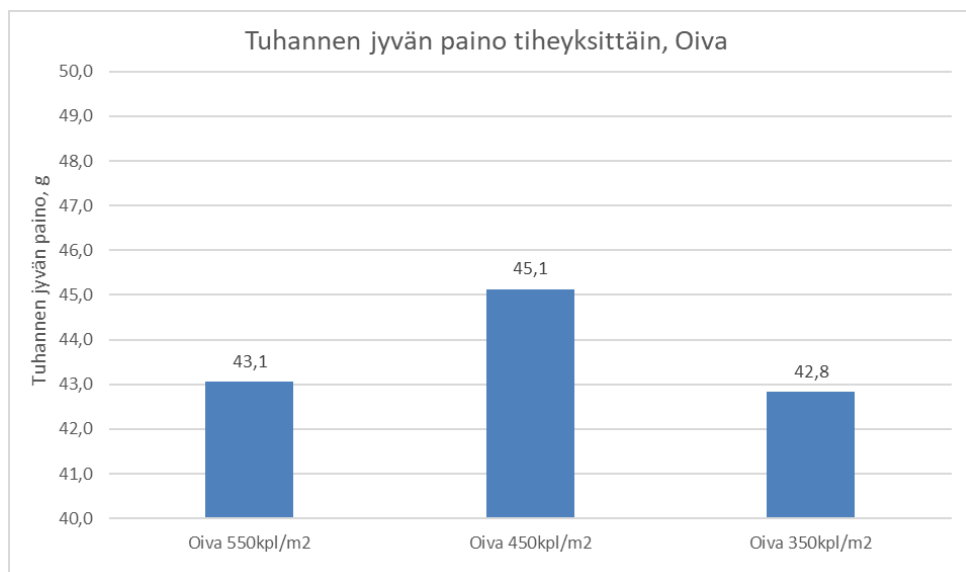
Kuva 54. Painon määrittämisessä käytettiin apuna Pfeuffer Contador-siemenlaskuria.

Tuhannen jyvän painot ovat tällä kasvukaudella suuria kaikilla tutkituilla lajikkeilla. Jyvän täyttymisaikana ei esiintynyt kuivuutta eikä kuumuutta. Pääsääntöisesti Niklaksella (Kuva 55.) ei ole suurta vaihtelua eri tiheyksien välillä mutta heikoin tulos saadaan 450 kpl/m² tiheydellä. Oivalla (Kuva 56.)

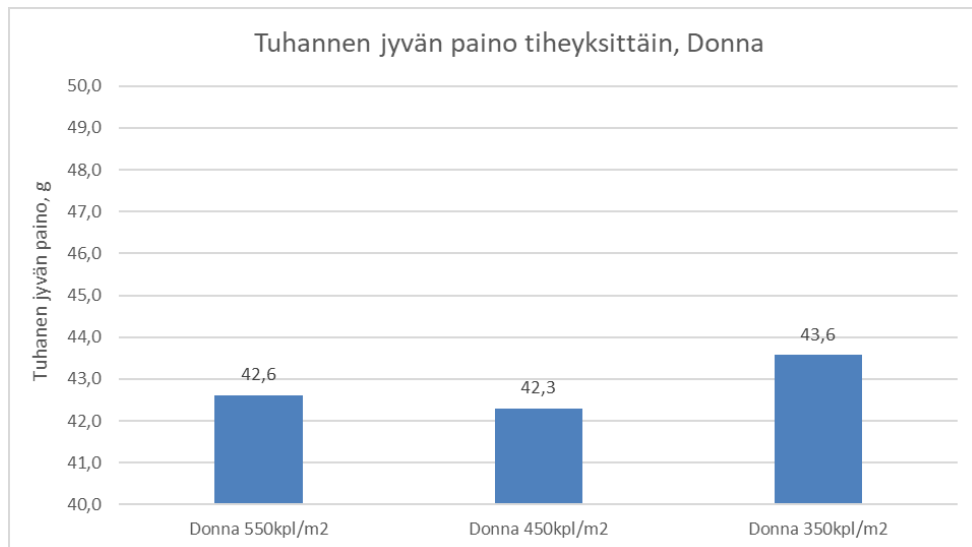
parhaimpiin tuloksiin päästään 450 kpl/m² tiheydellä, kun taas 550 kpl/m² ja 350 kpl/m² välillä ei ole juurikaan eroa. Donnalla (Kuva 57.) ei ole kovin suurta vaihtelua eri tiheyksien välillä mutta kuitenkin 350 kpl/m² tiheydellä tuhannen jyvän paino on hieman suurempi.



Kuva 55. Tuhannen jyvän painon vertailu tiheysittäin Niklaksella.



Kuva 56. Tuhannen jyvän painon vertailu tiheysittäin Oivalla.



Kuva 57. Tuhat jyvän painon vertailu tiheysittain Donnalla.

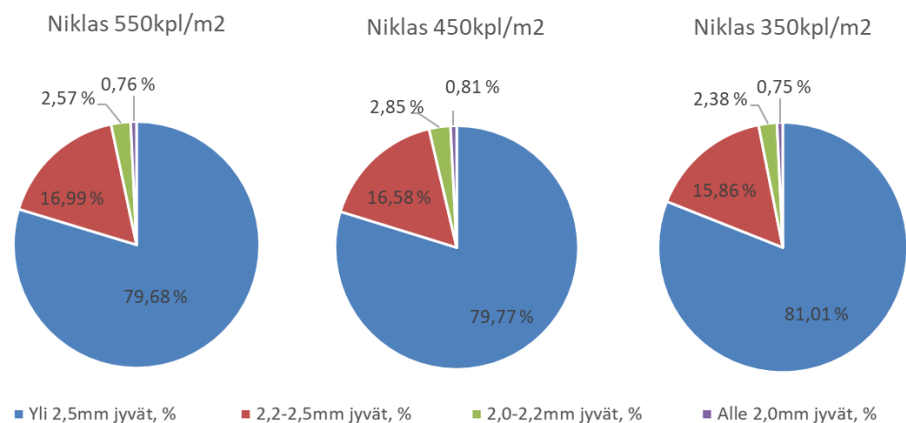
6.3.3 Seulonta

Seulonta-analyysi tehtiin jokaisesta koeruudun ruutusadosta otetusta näytteestä. Seulonnassa määritettiin neljän eri jyvään osuudet otoksesta: yli 2,5 mm jyvät, 2,5-2,2 mm jyvät, 2,2-2,0 mm jyvät sekä alle 2 mm jyvät. Apuna käytettiin Pfeuffer Sortimat-seulontakonetta (Kuva 58). Seulontakoneelle mitattiin jokaisesta näytteestä 50 gramman otos, jota seulottiin kolmen minuutin ajan. Tämän jälkeen jokaisen jyvään osuudet punnittiin. Tulos on kyseisen jyvään %-osuus 50 gramman otoksesta. Lopullinen tulos on kaikkien kolmen kerranteen keskiarvo.

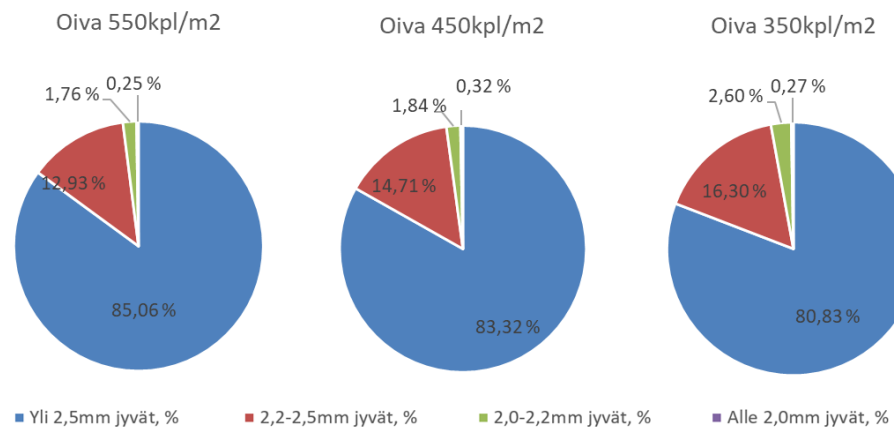


Kuva 58. Seulonnassa käytettiin apuna Pfeufferin Sortimat-seulontakonetta.

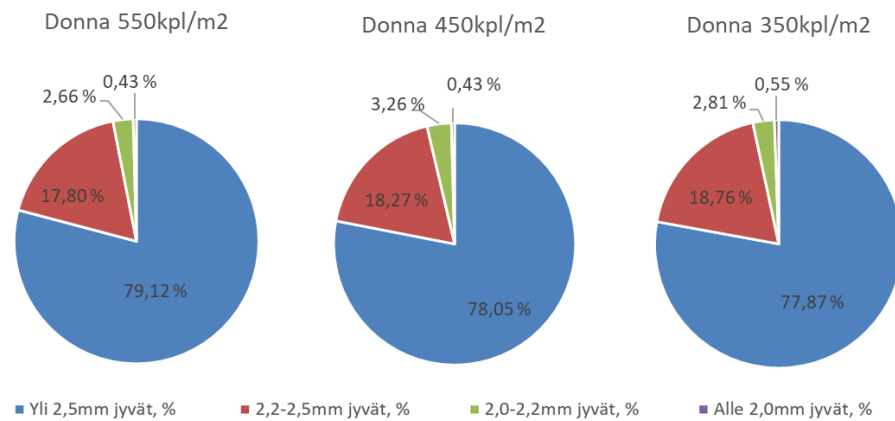
Niklaksella (Kuva 59.) ei ole pienten jyvien osuuksissa merkittävää eroa eri tiheyksien välillä. Yli 2,5 mm jyvien osuus on suurin 350 kpl/m² tiheydellä, mutta ero 550 kpl/m² ja 350 kpl/m² välillä on kuitenkin vain reilun prosenttiyksikön. Oivalla (Kuva 60.) erot eri tiheyksien välillä ovat selkeämmät. Alle 2 mm jyvien osuus eri tiheyksien välillä ei juurikaan muutu tiheyden muuttuessa. 350 kpl/m² tiheydellä alle 2,5 mm jyvien osuudet ovat lisääntyneet jo selvästi. Yli 2,5 mm jyvien osuudessa on lähes viiden prosentin ero 550 kpl/m² ja 350 kpl/m² välillä. Donnalla (Kuva 61.) erot eivät ole yhtä suuret kuin Oivalla. Yli 2,5 mm jyvien osuudessa on eroa vain reilu prosenttiyksikkö 550 kpl/m² ja 350 kpl/m² välillä, mutta tätä pienempien jyvien osuudet lisääntyvät hieman harvemmillä tiheydellä.



Kuva 59. Eri jyväkokojen osuuksien vertailu tiheysittäin Niklaksella.



Kuva 60. Eri jyväkokojen osuuksien vertailu tiheysittäin Oivalla.



Kuva 61. Eri jyväkokojen osuuksien vertailu tiheyksittäin Donnalla.

6.3.4 Tärkkelys- ja proteiinipitoisuus

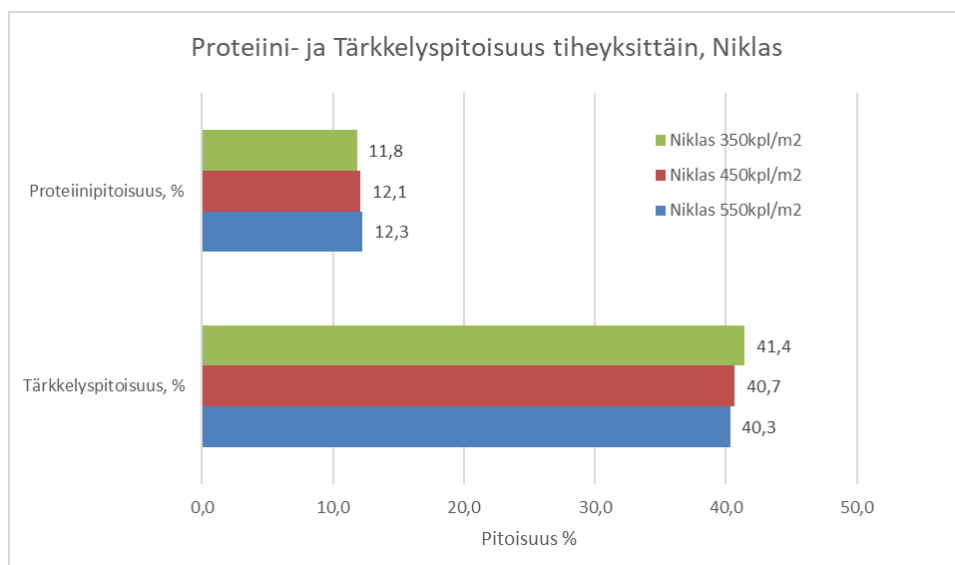
Kauralla proteiinipitoisuus ei ole yhtä tärkeässä roolissa kuin esimerkiksi vehnällä tai mallasohralla. Tärkkelyspitoisuus kuitenkin vaikuttaa siemen elinvoimaisuuteen. Tärkkelys- ja proteiinipitoisuudet määritettiin jokaisesta koeruudun ruutusadosta otetusta näytteestä käyttäen apuna FOSS:in valmistamaa NIRS™ DS2500-analysaattoria (Kuva 62). Laitteen toiminta perustuu NIR-tekniikkaan. Laitteeseen otettiin kustakin näytteestä pieni otos, josta se määrittä tärkkelys- ja proteiinipitoisuudet. Tulokset ovat kaikkien kolmen kerranteen keskiarvo.

NIR-tekniikka (Near Infrared Reflectance) perustuu siihen, kuinka suuri osa laitteen lähetetystä infrapunavalosta heijastuu näytteestä takaisin laitteeseen. NIR-tekniikassa taasen käytetään hyväksi IR-tekniikkaa, joka perustuu siihen, että erilaiset kemialliset aineet sitovat eri aallonpituuksilla valoa eri tavalla. Aallonpituuden sitoutumisella voidaan määrittää, kuinka suuri on eri kemiallisten aineiden pitoisuus näytteessä. (Isosaari 2017, 18-19)

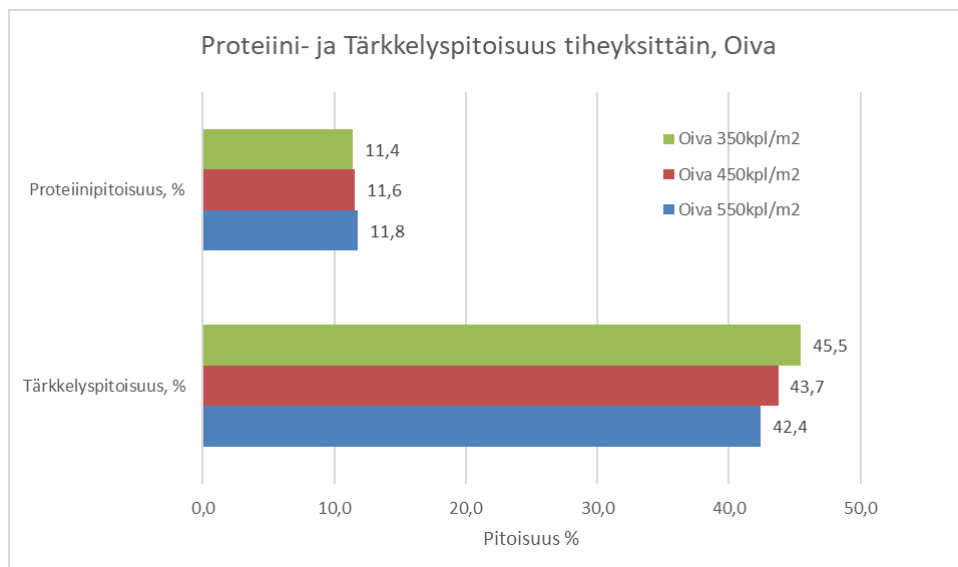


Kuva 62. Määrittämissä käytettiin apuna NIR-analysointia.

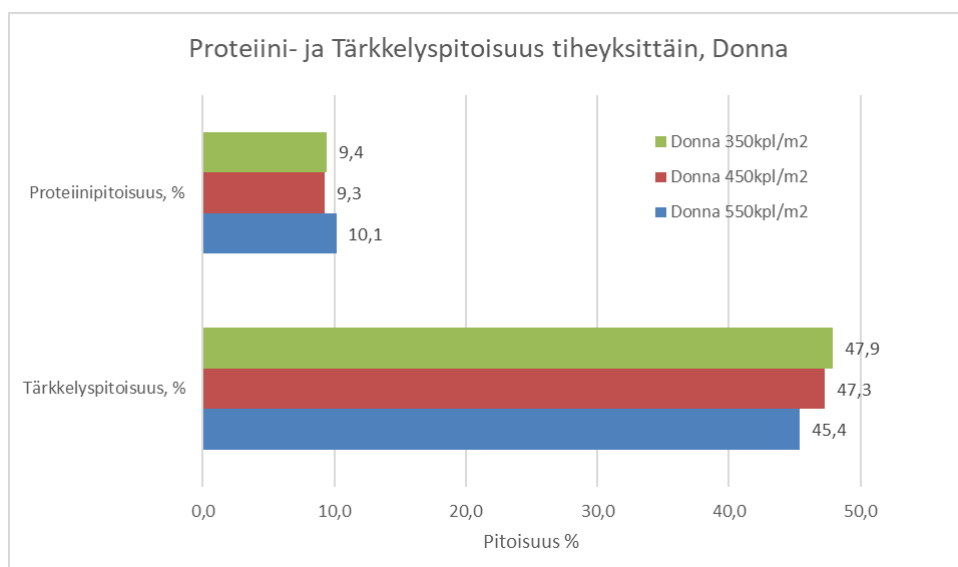
Niklaksella (Kuva 63.) tärkkelyspitoisuudet ovat kaikista alhaisimmat. Eri tiheyksien väliset erot ovat erittäin pienet. 350 kpl/m² tiheydellä tärkkelyspitoisuus on kuitenkin suurin. Donnalla (Kuva 65.) tärkkelyspitoisuudet ovat kaikista suurimmat mutta proteiinipitoisuudet ovat pienimmät. Oivalla (Kuva 64.) sekä proteiini- että tärkkelyspitoisuudet sijoittuvat näiden kahden edellisen lajikkeen väliin. Kaikilla lajikkeilla tulos on samankaltainen. Proteiinipitoisuus on alhaisin ja tärkkelyspitoisuus korkein 350 kpl/m² tiheydellä.



Kuva 63. Proteiini- ja tärkkelyspitoisuuksien vertailu tiheysittäin Niklaksella.



Kuva 64. Proteiini- ja tärkkelyspitoisuuksien vertailu tiheysittäin Oivalla.



Kuva 65. Proteiini- ja tärkkelyspitoisuuksien vertailu tiheysittäin Donnalla.

7 JOHTOPÄÄTÖKSET

Eri tiheyksien välistä kasvua ja kehitystä analysoitiin satokomponenttien ja kasvukaudella tehtyjen havaintojen perusteella. Analysointi voitiin kiteyttää muutamaaan pääkohtaan. Eri tiheyksien välisessä kasvurytmissä ei havaittu eroavaisuuksia ennen röyhylle tuloa. Lajikkeesta riippumatta röyhylle tulo viivästyi kylvötiheyttä pudotettaessa. Ero 550 kpl/m² ja 350 kpl/m² välillä oli arviolta noin kaksi vuorokautta. Tuleentumiseen eri kylvötiheydellä on suuri vaikutus, sillä matalampi kylvötiheys myöhästyttää tuleentumista. En pystynyt määrittämään täysin tarkkaa aikaväliä sille, kuinka monta vuorokautta tuleentuminen myöhästyy matalalla kylvötiheydellä. Arvioin tuoksi ajaksi noin viikon, mutta todellisuudessa kyseinen aikaväli saattaa myös hieman yli tai alle sen. Kylmällä kasvukaudella oli oma vaikutuksensa näihin tuloksiin, sillä keskivertovuonna keskeisimmät kasvutapahtumat olisivat ajoittuneet viikkoa tätä kasvukautta aikaisemmaksi. Keskivertovuonna eri tiheyksien välinen tuleentumisero olisi myös voinut olla alle viikon.

Versoutumisen kannalta kaikki lajikkeet noudattavat selvää kaavaa. 550 kpl/m² ja 450 kpl/m² tiheyksillä kasvusto on selvästi pääversoaltaista, eikä näiden tiheyksien välillä versojen määrä merkittävästi muutu. Vasta 350 kpl/m² tiheydelle tultaessa versojen määrä lisääntyy merkittävästi. Jyvien määrässä on sekä lajikekohtaista että tiheyskohtaista vaihtelua. Kaikilla lajikkeilla lopputulos on kuitenkin pääpiirteittäin sama; kylvötiheyden pudotessa lisääntyy jyvien määrä röyhysssä. Donnalla ja Oivalla tiheyksien välisiä eroja on kuitenkin vähemmän. Jyvien painon osalta tuloksissa on paljon hajontaa, eikä mitään selvää kaavaa eri tiheyksien välillä juurikaan ole. Niklaksella suuri tiheys tuottaa painavimmat jyvät. Oivalla vastaavasti jyvien paino on suurin keskisuuressa tiheydellä (450 kpl/m²) ja Donnalla matalalla kylvötiheydellä. Kasvustonäytteistä mitatut painot saatiin kuitenkin vain yhdeltä kerranteelta, mikä ei takaa tuloksen luotettavuutta. Todellisuudessa erot ovat varmasti pienemmät.

Satopotentiaaliin kylvötiheyden vaikutus vaihtelee lajikkeittain. Lähes poikkeuksetta parhaimmat satoarviot saatiin suurimmalta tiheydeltä. Miellenkiintoista tässä on kuitenkin se, että aikaisella ja keskimyöhäisellä lajikkeella (Niklas ja Oiva) ei arvioitu satopotentiaali enää muuttunut 450 kpl/m² ja 350 kpl/m² välillä. Donnalla arvioitu satopotentiaali oli kuitenkin selvästi pienempi harvemmillä tiheydellä. Satopotentiaalit ovat kuitenkin vain laskennallisia arvioita sellaisesta tilanteesta, jossa kaikki kasvukauden olosuhteet olisivat täydelliset. Satopotentiaalin osalta täytyy myös ottaa huomioon se, että satokomponenttien laskenta tehdään helposti vain hyvästä osasta kasvustoa ottamatta huomioon huonompia kohtia. Satopotentiaalin perusteella ei siis voida vetää pitäviä johtopäätöksiä lajikkeen tai tiheyden satotasosta, joka on todellisuudessa varmasti pienempi.

Laatuanalyysien tuloksien perusteella eri tiheyksien väliset eroavaisuudet voidaan kiteyttää muutamaaan pääkohtaan. Hehtolitrapainoissa erot ovat niin pienet, että voidaan todeta, ettei kylvötiheydellä vaikuttaisi olevan merkitystä. Tuhannen jyvän painoissa on selvää hajontaa eri tiheyksien välillä. Kylvötiheyksien välistä vaikutusta on vaikea määrittää, sillä eri tiheyksien välisessä erossa ei ole juurikaan selkeää kaavaa. Erot eri tiheyksien välillä ovat pienet, sillä parhaimman ja huonoimman tuloksen välinen ero on suurimmillaan vain noin 2 grammaa.

Seulonnan osalta lopputulema on mielenkiintoinen. Voisi luulla, että kylvötiheyden pudotessa pienten jyvien määrä lisääntyisi merkittävästi, mutta näin ei kuitenkaan tässä tapauksessa ole. Tulosten perusteella pienten jyvien osuus ei oleellisesti muutu sadossa edes kylvötiheyden pudotessa. Merkittävin ero on 2-2,5 mm jyvien osuudessa, joiden osuus vastavasti lisääntyy kylvötiheyden pudotessa. Tärkkelys- ja proteiinipitoisuuksien osalta kaikki lajikkeet noudattavat selkeää kaavaa. Kylvötiheyden pudotessa tärkkelyspitoisuus lisääntyy ja proteiinipitoisuus laskee.

Jos mietitään vastauksia tämän opinnäytetyön keskeisiin tutkimuskysymyksiin, niin tärkeimpiä kysymyksiä oli kaksi. Millä kylvötiheydellä päästään sadon määrällisesti ja laadullisesti parhaimpaan tulokseen sekä miten kylvötiheyden alentaminen vaikuttaa kasvuun ja kehitykseen. Vaikutukset kasvuun ja kehitykseen riippuvat osin siitä, kuinka paljon tiheyttä alennetaan. Kylvötiheyttä voidaan alentaa 450 kpl/m² asti ilman, että kasvussa ja kehityksessä on suurtakaan muutosta. Jos tiheyttä pudotetaan 350 kpl/m² asti, kehitys hidastuu merkittävästi ja tämä näkyy muun muassa tuleentumisen viivästyksenä.

On vaikea määrittää täysin selkeää vastausta sille, mikä kylvötiheys on sadon määrän ja laadun kannalta optimaalisin. Tämä on osittain myös lajikekohtainen kysymys. 550 kpl/m² kylvötiheydellä kehitys on normaalia ja satopotentiaali arvioiden mukaan myös parempi. Varsinkin myöhäisille lajikkeille tämä on hyvä vaihtoehto, toisin kuin 350 kpl/m² tiheys, jossa versoutuminen on paljon runsaampaa ja kehitys hitaampaa. Tätä en suosittelisi tämän kasvukauden perusteella myöhäisille lajikkeille. Toisaalta aikaisille lajikkeille harvempi kylvötiheys voisi mahdollisesti toimia, mikäli sadonkorjuun viivästyminen ei ole haittaa. 450 kpl/m² tiheys on näistä kaikista tiheyksistä kummallisin, sillä sekä määrällisesti että laadullisesti tältä tiheydeltä ei saatu tämän kokeen perusteella juurikaan parempia tuloksia kuin 350 kpl/m² tiheydeltä. Kehitys on näistä kahdesta kuitenkin nopeampaa.

Kylvötiheyden alentamisen pitäisi vaikuttaa negatiivisesti sadon latuun. Näin ei kuitenkaan ole vaan päinvastoin. Tämän kokeen perusteella tiheyden alentamisella ei ole sadon laadun kannalta negatiivista vaikutusta. On kuitenkin selvää, että tiheyden alentuessa laaturiskit kasvavat. Varsinkin, kun raakojen jyvien määrä voi lisääntyä harvemmalla kylvötiheydellä runsaamman sivuversojen muodostumisen vuoksi. Tuloksissa täytyy ottaa huomioon kasvukauden sääolosuhteet, jotka olivat sekä hyödyksi että

haitaksi kokeen toteutukselle. Kasvuolot jyvien kehittymiselle ja täyttymiselle olivat otolliset, mikä on huomattavissa myös suuresta jyvien määrästä ja painosta. Kuitenkin runsaat sateet ja kylmyys tuleentumisen aikana hidastuttivat tuleentumista ja lakoonnuttivat kasvustoa, jolloin sadon laadussa menetettiin hieman.

Tämän opinnäytetyön tulokset ovat tuoneet ilmi tarpeen aiheen tarkempaan selvittämiseen, sillä yhden kasvukauden perusteella ei voida vetää pitäviä johtopäätöksiä siitä, mikä kylvötiheys on optimaalinen uusilla lajikkeilla. Sama koe pitäisi toistaa useampana vuonna tarkemman tuloksen saamiseksi, sillä tämän kokeen tuloksen edustavat poikkeuksellisten sääolojen vuoksi pääasiassa vain kasvukautta 2017. Tulos toisen kasvukauden perusteella saattaa olla erilainen.

LÄHTEET

Ansalehto, A., Enroth, A., Hannukkala, A., Hovinen, S., Jaakkola, T., Kangas, A., Kerminen, A., Kinnari, M., Kirkkari, A-M., Peltonen-Sainio, P., Pietola, L., Puolimatka, M., Rajala, A., Salo, Y. & Salonen, J. (2003). *Laatusiemenen tuotanto*. Vantaa: Pro-Agraria Maaseutukeskusten Liitto.

Boreal (n.d.). Donna. Haettu 8.1.2018 osoitteesta www.boreal.fi/lajike/kaura/donna/

Boreal (n.d.). Kauran jalostus. Haettu 25.1.2018 osoitteesta www.boreal.fi/jalostustoiminta/jalostusohjelmat/kauran-jalostus/

Boreal (2017). Koekentän kartta. Toimeksiantajalta saatu aineistomateriaali.

Boreal (n.d.). Niklas. Haettu 8.1.2018 osoitteesta <http://www.boreal.fi/lajike/kaura/niklas/>

Eurofins viljavuuspalvelu (2015). Viljavuustutkimus

Fageria, R.B., Baligar, V.C. & Clark, R.B. (2006). *Physiology of crop production*. New York: The Haworth Press.

Farmit (2007). Orastiheys on yksi satokomponenteista. Haettu 23.1.2018 osoitteesta <https://www.farmit.net/kasvinviljely/2007/05/28/orastiheys-yksi-satokomponenteista>

Farmit (2007). Tähkien ja jyvien koko vaikuttaa satoon. Haettu 3.1.2018 osoitteesta <https://www.farmit.net/kasvinviljely/2007/07/04/tahkien-ja-jyvien-koko-vaikuttaa-satoon>

Högnäsbacka, M., Jauhiainen, L., Kaseva, J., Laine, A., Nikander, H., Niskanen, M. & Oralahti, K. (2017). Virallisten lajikekokeiden tulokset 2009-2016. Haettu 8.1.2018 osoitteesta https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/537999/luke-luobio_1_2017.pdf?sequence=6

Ilmatieteen laitos (n.d.). Kuukausitilastot. Haettu 8.2.2018 osoitteesta <http://ilmatieteenlaitos.fi/kuukausitilastot>

Ilmatieteen laitos (2017). Terminen kasvukausi 2017. Haettu 8.2.2018 osoitteesta <http://ilmatieteenlaitos.fi/kasvukausi-2017>

Ilmatieteen laitoksen sääasemien arkisto (n.d.). Taulukkotilasto: Jokioinen, ilmala. Haettu 8.2.2018 osoitteesta <http://suja.kapsi.fi/asema-taulukko.php?asema=101104>

Ilmatieteen laitoksen sääasemien arkisto (n.d.). Sääarkisto: Jokioinen, ilmala, 05-10/2017. Haettu 8.2.2018 osoitteesta <http://suja.kapsi.fi/fmi-tilastot.php?kuumoodi=true&kuukausi=07&vuosi=2017>

Isosaari, K. (2017) Infrapuna kisaa jo maatilakokoluokassa. Haettu 20.2.2018 osoitteesta www.juhanirahkonen.fi/wp/wp-content/uploads/IR-analysaattorit.pdf

Liespuu, S. (2005) Tänä kesänä lasketaan satokomponentteja. Haettu 23.1.2018 osoitteesta http://www.pellervo.fi/maatila/mp5_05/satokomponentit.htm

McMaster, G.S., Wilhelm, W.W. Wheat production and pest management for great plains region, yield components. Haettu 21.2. osoitteesta <https://www.myfields.info/book/yield-components>

Peltonen-Sainio, P., Rajala, A & Seppälä, R.T. (2005) *Viljojen kehityksen ja kasvun ABC*. Jokioinen: MTT.

Pietilä, L. (2018). Kysymyksiä opinnäytetyötä varten. Sähköpostiviesti tekijälle 8.1.2018.

Seppänen, M., Mäkelä, P., Yli-Halla, M., Helenius, J., Kallela, M., Stoddard, F. & Teeri, T. (2008). *Peltokasvien tuotanto*. Helsinki: Opetushallitus.

VYR (2016). Huomioi ja hallitse hometoksiiniriski kauran viljelyssä. Haettu 18.1.2018 osoitteesta www.vyr.fi/document/1/209/960b1ae/oppaat_f80edce_Kaura_hometoksiinit_fi.pdf

VYR (2013). Kauramaa-suomi. Haettu 23.2.2018 osoitteesta http://www.kaurayhdistys.fi/finoats/www/fi/Kaurapaiva2013/Lassi_kauramaa_suomi.pdf

VYR (2013). Kauran viljelijän huoneentaulu. Haettu 23.2.2018 osoitteesta http://www.vyr.fi/document/1/72/471e9de/oppaat_ef526c3_kauran_viljelijan_huoneentaulu_suomi.pdf

Yara (n.d.). Agronomiset periaatteet. Haettu 19.1.2018 osoitteesta <http://www.yara.fi/lannoitus/kasvit/vehna/avainasiat/agronomia/>

Yara (n.d.). Kauran jyväkoon nosto. Haettu 19.1.2018 osoitteesta <http://www.yara.fi/lannoitus/kasvit/kaura/sato/kauran-jyvakoko/>