

Jussi Kortesmäki

Peittausaineeseen lisätyn ravinneliuoksen vaikutus kevätvehnän satoon

Opinnäytetyö
Syksy 2018
SeAMK Ruoka
Agrologi (AMK)

SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: Ruoka

Tutkinto-ohjelma: Agrologi (AMK)

Suuntautumisvaihtoehto: Liiketoiminnan suuntautuminen

Tekijä: Jussi Kortesmäki

Työn nimi: Peittausaineeseen lisätyn ravinneliuoksen vaikutus kevätvehnän saatoon

Ohjaaja: Juhani Suojaranta

Vuosi: 2018

Sivumäärä: 42

Liitteiden lukumäärä: 1

Nykyisessä suomalaisen maanviljelijän toimintaympäristössä on löydettävä keinoja panos-tuotossuhteen optimoimiseksi. Yksi keinoista vehnänviljelyssä on lannoituksen kehittäminen. Tässä opinnäytetyössä käsitellään starttilannoitusta ja erityisesti kylvösiementen pinnoittamista lannoitteella, millä voidaan nopeuttaa viljelykasvin alkukehitystä ja parantaa lannoitefosforin käytön tehokkuutta.

Kirjallisuuskatsauksen lisäksi työ sisältää yhden vuoden viljelykokeen, jonka tarkoituksena oli tutkia ravinnepinnoituksen vaikutusta vehnän kehitykseen ja satoon tavanomaiseen siemeneen verrattuna. Molemmille koejäsenille tehtiin siementen käsittelyä lukuun ottamatta samat viljelytoimenpiteet.

Vaikka kasvukausi 2015, jolloin viljelykoe tehtiin, oli kylmä ja kostea, saavutettiin koejäsenillä kohtuullisen hyvä sato. Alkukasvuvaiheessa ravinnepinnoitus näytti hieman kiihdyttävän kasvua. Ravinnepinnoituksella ei kuitenkaan saavutettu sadonlisäystä. Tulokseen saattoivat vaikuttaa käytännön syistä pienehköiksi jääneet ravinne määrät sekä lohkon hyvä kasvukunto, jolloin starttilannoituksen vaikutus ei välttämättä ole kaikkein suurin. Tulos ei kuitenkaan ollut täysin odottamaton, sillä myös aiemmissa ravinnepinnoitusta käsittelevissä tutkimuksissa on saavutettu vaihtelevia tuloksia eri viljoilla.

Avainsanat: vehnä, starttilannoitus, ravinnepinnoitus

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Faculty: School of Food and Agriculture

Degree programme: Agriculture and Rural Enterprises

Specialisation: Business orientation

Author: Jussi Kortesmäki

Title of thesis: Effect of nutrient seed coating on spring wheat yield

Supervisor: Juhani Suojaranta

Year: 2018

Number of pages: 42

Number of appendices: 1

In the current operational environment of a Finnish farmer must he find methods to improve the economical input-output ratio. One of the methods on wheat cultivation is to enhance the fertilization. In this thesis I discourse starter fertilization and especially coating seeds with fertilizer, which can accelerate early growth of wheat and improve the efficiency of fertilizer phosphorous usage.

Besides a literature overview this thesis contains a one year trial whose objective was to investigate the effects of nutrient coated seed on wheat growing and yield compared to regular seed. Except the seed coating, both of the plots were cultivated with the same procedures.

Even though the period of growth in 2015, when the trials took place, was cold and wet, the yield was moderately good on the plots. On the early growth it seemed that nutrient coated seed slightly accelerated the growth. However, seed coating didn't increase the yield. Things that may have an influence on the result were quite small amounts of nutrients because of practical reasons and good soil, so the effect of starter fertilization may not be the biggest. The result wasn't, however, totally unexpected, because also in earlier seed coating studies the results have been varying on different cereals.

Keywords: wheat, starter fertilization, seed coating, seed treatment

SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä.....	2
Thesis abstract.....	3
SISÄLTÖ.....	4
Kuva-, kuvio- ja taulukkoluettelo.....	6
Käytetyt termit ja lyhenteet.....	8
1 JOHDANTO.....	9
2 RAVINTEIDEN KÄYTTÖ KEVÄTVEHNÄLLÄ.....	11
2.1 Typpi.....	11
2.2 Fosfori.....	12
2.3 Kalium.....	14
2.4 Rikki.....	14
2.5 Magnesium.....	15
2.6 Kalsium.....	15
2.7 Hivenravinteet.....	15
3 STARTTILANNOITUS.....	17
3.1 Ravinnepinnoitus.....	18
3.1.1 Kemira iSeed.....	19
4 TUTKIMUKSEN TARKOITUS.....	21
5 AINEISTO JA MENETELMÄT.....	22
5.1 Koesiementen peittäus.....	22
5.1.1 Peittäusliuoksen suunnittelu.....	22
5.1.2 Kokeet peittäusliuoksella.....	23
5.1.3 Viljelykokeessa käytettävän siemenerän peittäus.....	24
5.2 Koeolosuhteet.....	24
5.2.1 Koelohko.....	24
5.2.2 Sääolosuhteet kasvukaudella.....	25
5.3 Koejärjestelyt.....	27
5.3.1 Muokkaustoimenpiteet, lannoitus ja kylvö.....	27
5.3.2 Kasvinsuojelu.....	30
5.3.3 Sadonkorjuu ja mittaukset.....	31

6	TULOKSET	34
6.1	Havainnot kasvukaudella	34
6.2	Sato.....	39
7	TULOSTEN TARKASTELU.....	40
7.1	Kasvustohavainnot ja sato	40
7.2	Taloudellinen tarkastelu	41
8	POHDINTAA	42
	LÄHTEET	43
	LIITTEET	47

Kuva-, kuvio- ja taulukkoluetelo

Kuva 1. Kylvö 9.5.	29
Kuva 2. Koelohkon päisteen puintia	32
Kuva 3. Havainto 20.5.....	34
Kuva 4. Epätasaista orastumista vertailuruudulla 23.5.	35
Kuva 5. Koeruutu 1.6.	36
Kuva 6. Vertailuruutu 1.6.	36
Kuva 7. Mangaaninpuutosoireita lehdessä	37
Kuva 8. Tuleentunut koeruutu 5.10.	38
Kuva 9. Tuleentunut vertailuruutu 5.10.	38
Kuvio 1. Maan pH-luvun vaikutus fosforin käyttökelpoisuuteen	13
Kuvio 2. Maan lämpötilan vaikutus fosforin saatavuuteen	13
Kuvio 3. Sademäärä Luke Ylistaron mittausasemalla 2015	26
Kuvio 4. Tehoisa lämpösumma Luke Ylistaron mittausasemalla 2015	27
Taulukko 1. Lannoitefosforin käytön hyötysuhde	18
Taulukko 2. Peittausliuoksen sisältämät ravinnemäärät	23
Taulukko 3. Viljelykoelohkon viljavuustiedot	25
Taulukko 4. Annettujen lannoitteiden ravinnemäärät	30
Taulukko 5. Käytetyt kasvinsuojeluaineet ja ruiskutuspäivät.....	31

Taulukko 6. Muuntotaulukko kostealle viljalle	33
Taulukko 7. Satotiedot	39
Taulukko 8. Laatuanalyysin tulokset	39

Käytetyt termit ja lyhenteet

Peittaus Kylvösiemenen pinnoitus peittausaineella, jolla torjutaan siemenlevintäisiä kasvitauteja

1 JOHDANTO

Vehnän viljelyala on Suomessa liikkunut 2010-luvulla 200 000 hehtaarin molemmin puolin ja kokonaissato välillä 500–1000 miljoonaa kiloa. Vehnäalasta n. 90 % on ollut kevätvehnää ja 10 % syysvehnää. Kotimaan kysyntä on useimpina vuosina ollut hieman pienempi kuin tuotanto. Hieman yli puolet vehnäsadosta on mennyt rehuteollisuuden käyttöön tai suoraan kotieläintiloille rehukäyttöön, kymmenesosa siemeneksi ja loppuosa elintarviketeollisuuteen. (Kotimaan viljatase ja viljatasearvio, [viitattu 7.12.2018].)

Vehnäviljely painottuu Suomessa suotuisimmille viljelyalueille etelä- ja länsiosaan maata. Monilla alueilla kilpailu viljelymaasta on koventunut voimakkaan kasvinviljely- ja kotieläintuotantotoiminnan johdosta. Koventuneesta kilpailusta ja osaltaan myös tukipolitiikasta on seurannut myös maan hintatason ja vuokratason nousu. Kiinteiden kustannusten kattamiseksi on löydettävä keinoja panos-tuotossuhteen parantamiseksi, etenkin kun viljojen hinnat ovat useina vuosina laahanneet alamaissa tuotantopanosten hintatasoon nähden.

Vehnällä, kuten useilla viljelykasveilla, lannoitus näyttelee merkittävää osaa tuotantokustannuksista ja tässä opinnäytetyössä selvitetään panos-tuotossuhteen parantamisen mahdollisuuksia starttilannoitusmenetelmän avulla. Starttilannoituksella tarkoitetaan ravinteiden, erityisesti fosforin, sijoittamista mahdollisimman lähelle kylvösiementä. Fosforin ominaisuuksista johtuen tällä voidaan saavuttaa merkittävä parannus lannoitefosforin käytön tehokkuuteen. (Starttifosforilannoitus, [viitattu 1.12.2018].) Starttilannoite sijoitetaan yleensä siemenen välittömään läheisyyteen, mutta vielä parempaan ravinteidenkäytön tehokkuuteen voidaan päästä, mikäli itse siemen pinnoitetaan ravinteilla. Positiivisia vaikutuksia on havaittu ainakin ohralla (Latvala 2002, Patenttijulkaisu FI114093B 2004, Zelonka ym. 2005). Ravinnepinnoitusmenetelmällä on ollut 2000-luvun alkupuolella myös kaupallisia sovellutuksia, kun Kemira ja Hankkija-maatalous yhteistyössä toivat markkinoille ravinnepinnoitetut iSeed-siemenet. Tuotteet eivät tiettävästi kuitenkaan saavuttaneet suurempaa kaupallista menestystä ohran ja rypsin osalta, mutta iSeed-tyyppisiä nurmisiemeniä on markkinoilla edelleen. Markkinoijana on Berner Oy, jolle Kemira GrowHow'n ja sittemmin Yaran puutarhatuotteet siirtyivät vuonna

2009. Ravinnepinnoitukseen liittyy myös huomioonotettavia mahdollisia ongelma-kohtia, kuten siementen itämisen viivästyminen tai itämisprosentin heikkeneminen (Scott ym. 1987, Zelonka ym. 2005, Mašauskiene ym. 2007).

Omalla kohdallani innoittajana ravinnepinnoituksen perusteiden selvittämiseen ja tutkimuksen tekemiseen toimi Maaseutumedia-verkkójulkaisussa 4.9.2014 julkaistu artikkeli Kauhajoella järjestetyistä pellonpiennarpäivistä. Siellä paikallinen viljelijä ja pellonpiennarpäivää isännöinyt K-maatalouden edustaja esittelivät viljansiemmenten peittäusmenetelmää, jossa normaaliin peittäusaineliuokseen lisättiin fosforipitoista lehtilannoitetta ja typpiliuosta. Ohralla sadonlisää kerrottiin saadun satoja kiloja hehtaarilta verrattuna normaalilla tavalla peitatulla siemenellä kylvettyyn kasvustoon. (Koivisto 2014.)

2 RAVINTEIDEN KÄYTTÖ KEVÄTVEHNÄLLÄ

2.1 Typpi

Typpi (N) on hyvän sadon tavoittelussa kaikkein tärkein ravinne, ja kasvi ottaa sitä kasviravinteista määrällisesti eniten. Usein typpi onkin sadon määrää rajoittava tekijä. Kasvi käyttää typpeä aminohappojen ja sitä kautta valkuaisaineiden muodostamiseen. Riittävä typpilannoitus myös lisää lehtivihreäpitoisuutta ja sitä kautta yhteyttämiskykyä. (Vehnän sato, [viitattu 27.11.2018].)

Typen puute aiheuttaa kasvun hidastumista, pieniä lehtiä, kalpean vihreää tai kellertävää sävyä, lyhyitä tähkiä, pientä jyvää ja alhaista jyvän valkuaispitoisuutta. Lehtien vaalenemista ilmenee tyypillisesti vanhimmista lehdistä alkaen. (Typen puute verrattuna optimilannoitukseen – Vehnä, [viitattu 27.11.2018].)

Liiallinen typensaanti tuottaa hyvin rehevän kasvuston, jossa soluseinät ovat ohuita ja kasvusto on altis sienitaudeille ja lakoutumiselle. Liian runsas typpi myös viivästyttää tuleentumista tarpeettomasti. (Heinonen ym. 1992, 223.)

Typpilannoituksen taso on siis syytä säätää mahdollisimman tarkasti tarpeen mukaiseksi. Myös lannoituksen ajoituksella on merkitystä, sillä väkilannoitteiden typpi on varsin nopealiukoista, mistä syystä typpilannoitus kannattaa ajoittaa mahdollisimman lähelle suurinta tarvetta (Heinonen ym. 1992, 251). Kylvön yhteydessä annettavan lannoituksen lisäksi voidaan lisälannoittaa kasvukauden aikana. Lisätypen antamisella korrenkasvuvaiheessa tai jyvän täyttymisvaiheessa voidaan lisätä sadon määrää, maitotuleentumisvaiheessa taas jyvien valkuaispitoisuutta. (Vinkkejä erityyppisten vehnien viljelyyn 2013.)

Vilja ottaa pellostaan kasvukauden aikana n. 24–27 kg typpeä kuiva-ainetonna kohden, josta jyväsadon osuus on 20–21 kg. (Viljan ravinteiden otto, [viitattu 29.11.2018].)

2.2 Fosfori

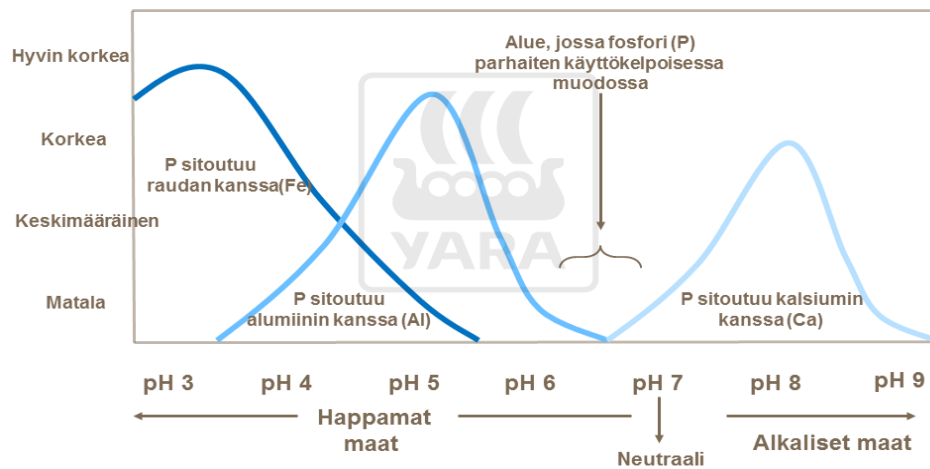
Fosfori (P) on typen ohella hyvin tärkeä ravinne sadonmuodostuksen kannalta. Sillä on keskeinen rooli kasvin aineenvaihdunnassa ja energiataloudessa. Fosforin tuottamalla energialla kasvi kasvaa ja kehittyy nopeasti. Vehnällä riittävä fosforin saanti on tärkeää erityisesti kasvun alkuvaiheessa, sillä fosfori edesauttaa lisälehtien ja -versojen kasvamista, eli lisää yhteyttävää lehtipinta-alaa sekä tähkien määrää. Vehnän ottamasta fosforimäärästä puolet on jo otettu siinä vaiheessa kun kuiva-ainesadosta on muodostunut vasta neljännes, mistä syystä fosforilannoitus on syytä tehdä kasvukauden alkupuolella. (Heinonen ym. 1992, 223–226.)

Oireita fosforinpuutoksessa ovat kitukasvuisuus, likaisenvihreä tai punertava sävy kasvissa, versojen vähäinen määrä, pienet jyvät sekä lyhyet tähkät (Fosforin puute – Vehnä, [viitattu 29.11.2018]).

Fosfori liikkuu maassa erittäin huonosti, arvioiden mukaan vain muutamia millimetrejä kasvukauden aikana. Näin ollen lannoitefosfori on sijoitettava lähelle kasvin juuristoa jotta lannoitusvaste on hyvä. (Heinonen ym. 1992, 226.)

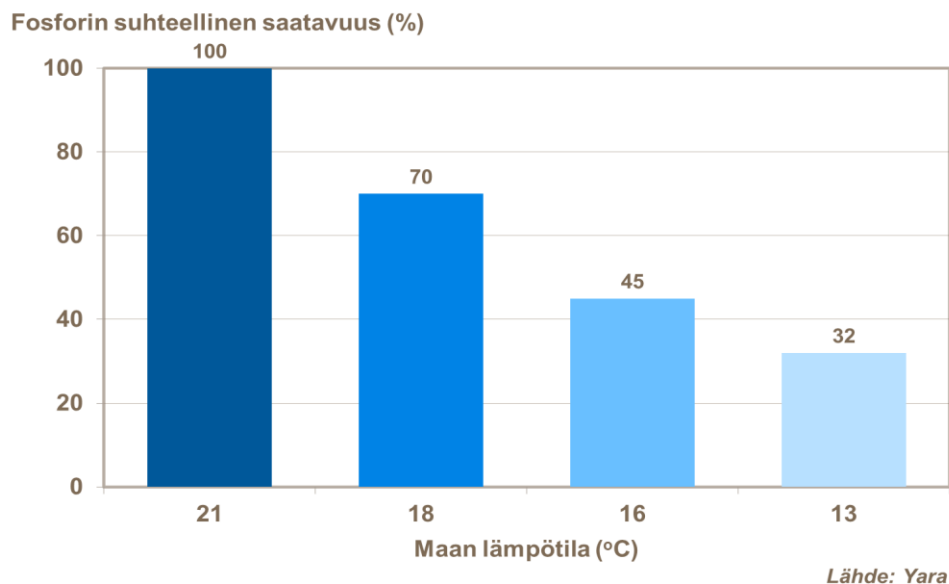
Fosforin käyttökelpoisuuteen vaikuttaa maan pH-arvo (Kuvio 1). Optimaalinen alue käytettävyyden kannalta on pH 6–7. Sen alapuolella fosfori pidättyy raudan ja alumiinin oksidihydroksidien pinnoille ja on näin ollen vaikeammin kasvien käytettävissä. Skaalan yläpuolella fosfori sitoutuu kalsiumin kanssa, millä on niin ikään edellä mainittu vaikutus, joskin hieman lievempänä. Viljelymaan tarkoituksenmukaisella kalkituksella on siis olennainen vaikutus kasvien ravinteidensaantiin. (Fosfori, [viitattu 29.11.2018].)

Maan pH-luvun vaikutus fosforin käyttökelpoisuuteen



Kuvio 1. Maan pH-luvun vaikutus fosforin käyttökelpoisuuteen (Fosfori [viitattu 29.11.2018].)

Myös maan lämpötila vaikuttaa kasvien fosforinsaantiin kuvion 2 mukaisella tavalla.



Kuvio 2. Maan lämpötilan vaikutus fosforin saatavuuteen (Fosfori [viitattu 29.11.2018])

Vilja ottaa pellostä kasvukauden aikana n. 5,0–5,5 kg fosforia kuiva-ainetonna kohden, josta jyväsadon osuus on 4,0–4,5 kg (Viljan ravinteiden otto, [viitattu 29.11.2018]).

2.3 Kalium

Vehnä käyttää kaliumia (K) lähes yhtä paljon kuin typpeä. Kalium toimii kasvissa solujen suolatasapainon säätäjänä, mikä vaikuttaa kylmänkestävyyteen sekä veden ja ravinteiden kulkeutumiseen kasvissa. Se on myös tärkeä ravinne valkuaisaineiden muodostamisen ja sitä kautta kasvin kasvun kannalta. (Heinonen ym. 1992, 229-230.)

Kaliumintarve on suurinta kasvun alkupuolella, erityisesti versoutumisvaiheessa. Kaliumlannoitusta tulee lisätä samassa suhteessa typpilannoituksen lisäämisen kanssa, jotta ravinnetasapaino säilyy. (Vehnän sato, [viitattu 27.11.2018].)

Kaliuminpuutteen oireita: kitulias kasvu ja juuriston kehitys, pienet jyvät, vanhimpien lehtien kuituminen kärjestä alkaen, ennenaikainen tuleentuminen sekä lakoherkkyys heikentyneen korren seurauksena (Kaliumin puutos – Vehnä, [viitattu 30.11.2018]).

Vilja ottaa pellostä kasvukauden aikana n. 17–21 kg kaliumia kuiva-ainetonna kohden, josta jyväsadon osuus on vain 5–6 kg (Viljan ravinteiden otto, [viitattu 29.11.2018]).

2.4 Rikki

Rikki (S) on typen tavoin tärkeä ravinne aminohappojen ja valkuaisaineiden muodostumisessa. Riittävä rikinsaanti myös kohentaa lehtivihreäpitoisuutta ja sitä kautta yhteyttämiskykyä ja kasvin kasvua. Rikki vaikuttaa sadon laatuun, vehnällä erityisesti leivontaominaisuuksiin. (Heinonen ym. 1992, 227–229.)

Rikki liikkuu kasvissa melko huonosti ja suurin rikintarve ajoittuu kasvin kehityksen keskivaiheille, joten rikki kannattaa antaa jaettuna lannoituksena (Vehnän sato, [viitattu 27.11.2018]).

Puutosoireita ovat heikko kasvu sekä lehtien vaaleneminen nuorimmista lehdistä alkaen (Rikki, [viitattu 30.11.2018]).

Vilja ottaa pellostä kasvukauden aikana n. 3,1–3,6 kg rikkiä kuiva-ainetonna kohden, josta jyväsadon osuus on 1,4–1,6 kg (Viljan ravinteiden otto, [viitattu 29.11.2018]).

2.5 Magnesium

Riittävä magnesiumin (Mg) saanti edistää kasvin yhteyttämistä, sillä magnesium on klorofyllin eli lehtivihreän olennainen osa. Magnesium osallistuu kasvissa myös valkuaisaineiden muodostamiseen sekä suolatasapainon säätelyyn kaliumin tavoin. Magnesiuminpuutoksen oireita ovat lehtien kuihtuminen kärjistä ja reunoista alkaen sekä helminauhamaiset vaaleat täplät lehdissä. (Heinonen ym. 1992, 231–234.)

Vilja ottaa pellostä kasvukauden aikana n. 2,3–2,6 kg magnesiumia kuiva-ainetonna kohden, josta jyväsadon osuus on 1,3–1,6 kg (Viljan ravinteiden otto, [viitattu 29.11.2018]).

2.6 Kalsium

Kalsium (Ca) on kasvissa soluseinien rakennusaine sekä edistää veden ja ravinteiden kulkeutumista. Maassa kalsium toimii pH-tason säätelijänä. (Kalsium, [viitattu 2.12.2018].)

Puuteoireita ovat lehtien kärkien ja reunojen vaaleneminen sekä juuriston heikko kasvu. Kalsiumin puute on varsin harvinaista, sillä kivennäismaista sitä löytyy luonnostaan ja kalsiumia on runsaasti kalkitusaineissa. (Heinonen ym. 1992, 236.)

2.7 Hivenravinteet

Mangaani (Mn) ja sinkki (Zn) vaikuttavat olennaisesti valkuaisaineiden muodostamiseen ja riittävä saanti parantaa mm. typen hyväksikäyttöä. Mangaani on tärkeä ravinne myös viherhiukkasten toiminnalle, joten mangaaninpuutos heikentää yhteyttämiskykyä. Mangaani liikkuu kasvissa varsin huonosti, ja usein mangaania

annetaankin kasvukauden aikana lehtilannoitteena. Mangaanin ja sinkin niukkuutta esiintyy yleensä runsaasti kalkituilla mailla. Mangaanipuutosoireita ovat lehtien vaaleneminen nuorimmista lehdistä alkaen. Etenkin viileinä ja märkinä keväinä mangaanin otto vaikeutuu ja puutosoireita voi esiintyä. Sinkin puutosoireita ovat kitulias kasvu, ruskehtavat täplät lehdissä, vaaleat juovat lehdissä ja lyhyet tähkät. Sinkinpuutokselle altistava tekijä on runsas fosforinsaanti. (Mangaani, [viitattu 2.12.2018], Sinkki, [viitattu 2.12.2018].)

Kupari (Cu) on niin ikään tärkeä hivenravinne. Se on viherhiukkasten rakennusosa ja osallistuu myös valkuaisaineiden muodostamiseen ja entsyymitoimintaan. Kuparin puute on varsin yleistä etenkin eloperäisillä mailla. Kuten mangaanin ja sinkin, myös kuparin puutokselle altistaa maan korkea pH-arvo. Puutosoireita ovat pensastumisvaiheessa valkoiset lehtien kärjet ja normaalia kapeammat lehdet, heikko korrenkasvu, jyvien jääminen tyhjiksi ja normaalia myöhäisempi sivuversojen muodostuminen. (Heinonen ym. 1992, 241–242.)

3 STARTTILANNOITUS

Starttilannoituksella tarkoitetaan ravinteiden sijoittamista mahdollisimman lähelle siementä, jolloin ne ovat juurten käytettävissä heti kasvin kehityksen alkuvaiheessa. Tällä tavoitellaan nopeaa ja voimakasta kasvuun lähtöä ja suurempaa satoa. Starttilannoitus suoritetaan viljoilla yleensä rakeistettuna lannoitteena siemenriviin, muilla viljelykasveilla käytetään myös nestemäisiä ravinneliuoksia.

Erityisesti fosforin antamisesta starttilannoitteena on hyötyä, sillä kuten kappaleessa 2.2 on todettu, fosfori liikkuu huonosti maassa ja suurin fosforintarve ajoittuu kasvin alkukehitykseen. Paitsi että fosfori on silloin hyvin juuriston saatavilla, fosforilannoitteen sijoittaminen siemenriviin myös tehostaa lannoitefosforin käyttöä. Tämä johtuu maanesteen fosforikonsentraation noususta siemenrivissä. Fosforin pidättyminen maahan on kääntäen verrannollinen maanesteen fosforikonsentraatioon, eli mitä laimeampi konsentraatio on, sitä voimakkaammin fosfori pidättyy. (Heinonen ym. 1992, 246.)

Starttilannoituksella voidaan siis fosforin käytön tehostumisen ansiosta saavuttaa korkeampia satoja kuin samalla fosforin lannoitusmäärällä perinteisesti lannoitettuna. Yara Kotkaniemen viljelykokeissa on saavutettu viljoilla ja öljykasveilla parhaimmillaan 5-10 % sadonlisäyksiä. (Kauppila 2014.)

Erityistä hyötyä starttifosforilannoituksesta on kylminä keväinä ja happamilla mailloilla, johtuen maan lämpötilan sekä pH-arvon vaikutuksesta fosforin käytettävyyteen, kuten todettu kappaleessa 2.2. Markkinoilla olevissa starttilannoitteissa (esim. Yara Starttiravinne, Cemagro starttifosfori) on yleensä fosforin lisäksi hieman typpeä varmistamaan kasvulle tärkeän typen riittävä saanti. Molempien mainittujen lannoitteiden ravinnepitoisuus on 12 % typpeä ja 23 % fosforia, joten viljoille suositellulla 30–60 kg/ha käyttömäärällä ravinteita hehtaarille tulee 3,6–7,2 kg/ha typpeä ja 6,9–13,8 kg/ha fosforia (Starttiravinne, [viitattu 1.12.2018], Agro starttifosfori, [viitattu 1.12.2018]). Luonnollisesti fosforilannoituksessa tulee ottaa huomioon ympäristökorvauksen sitomusehtojen asettamat rajoitteet, mikäli tila on sitoutunut ympäristökorvaukseen.

3.1 Ravinnepinnoitus

Eräänlaista starttilannoitusta on myös kylvösiementen pinnoittaminen ravinteilla, eli ravinteiden vieminen niin lähelle siemeniä kuin on mahdollista. Siemenen pinnoittaminen fosforilannoitteella parantaa fosforin käytön hyötysuhdetta hieman lisää verrattuna edellä kuvattuun starttilannoitukseen (Taulukko 1). Menetelmän hyödyt on tunnettu jo kauan, mutta se ei ole saavuttanut läheskään yhtä suurta suosiota kuin yleisesti tunnettu peittäus, jossa siemeniä pinnoitetaan jauhemaisella tai nestemäisellä peittäusaineella noki- ja sienitautien torjumiseksi. Menetelmän ongelmakohdat ovat liittyneet lähinnä pinnoitteiden kiinnittämiseen siementen pinnalle, sillä käytettävät ainemäärät ovat tyypillisesti suurempia kuin normaalissa peittäyksessä. (Patenttijulkaisu FI114093B 2004.)

Taulukko 1. Lannoitefosforin käytön hyötysuhde (Patenttijulkaisu FI114093B, 2004)

Fosforilannoitusmenetelmä	Hyötysuhde, %
Hajalevitys tai sekoitus muokkauskerrokseen	5-10
Sijoituslannoitus määrätäisyydelle siemenrivistä	10
Sijoitus siemenen välittömään läheisyyteen	15
Siemen päällystetty lannoitteella	20

Fosforipinnoituksella voi olla myös vaikutusta siementen itävyyteen. Itäminen voi pinnoitteesta riippuen viivästyä tai jopa itämisprosentti heikentyä. Itämistä myöhäistävän vaikutuksen totesivat tutkimuksissaan Zeļonka ym. (2005) ohralla. Scott ym. (1987) tutkivat vaikutuksia kauralla ja vehnällä: monokalsiumfosfaatilla pinnoitetuilla kauransiemenillä itäminen viivästy hieman, mutta lopullinen itämisprosentti oli normaali. Vehnällä itäminen heikkeni 15 %. Ureapitoinen pinnoite aiheutti itävyyden heikkenemisen peräti 67–87 prosentilla sekä kauralla että vehnällä. Pinnoitteen fosforisisällön on todettu vaikuttavan itämiseen siten, että fosforin määrän kasvaessa itäminen viivästy enemmän.

Ravinnepinnoituksen satovaikutuksista on jonkin verran tutkimuksia eri viljalajeilla. Zeļonka ym. (2005) tutkivat fosforipitoisen pinnoitteen vaikutuksia ohralla ja tulokseksi oli 3-6 % sadonlisäykset verrattuna ilman starttifosforia kylvettyihin, normaalisti NPK-lannoitettuihin koeruutuihin. Lannoittamattomaan vertailuruutuun verrattuna saavutettiin jopa 15 % sadonlisä ravinnepinnoituksella.

3.1.1 Kemira iSeed

Suomalainen Kemira Agro (myöh. Kemira GrowHow) kehitti 1990-luvulla menetelmän, jossa pinnoitettiin kylvösiemeniä jauhemaisella monokaliumfosfaatilla ja tarkoitusta varten kehitetyllä kiinniteaineella. Yhtiö haki pinnoitusmenetelmälle patenttia vuonna 2002 ja patentti myönnettiin 2004. Patentti koski lähinnä kiinniteaineen koostumusta ja pinnoitusmenetelmää, sillä ravinnepinnoitus sinänsä ei ollut täysin uusi keksintö. Kiinniteaine sisälsi sopivissa suhteissa melassia, vettä, mineraaliöljyä, emulgointiainetta ja stabilointiainetta. (Patenttijulkaisu FI114093B 2004.)

Menetelmän kehittämisen vastanneen Kemiran Jari Peltosen mukaan iSeed-pinnoitus sisälsi fosforia 1,5–2,0 kg/ha normaalilla ohran kylvömäärällä. Kyseisen määrän hän arvioi vastaavan noin seitsemää lannoiterivissä olevaa fosforikiloa fosforinkäytön hyötysuhteen paranemisen johdosta. (Latvala 2002.)

Kemiran omista viljelykokeista iSeed-siemenellä kylvetyn ohran sadontuottoa verrattiin perinteisemmän starttilannoituksen saaneisiin koejäseniin, joissa starttifosforitasot olivat 5 kg/ha ja 10 kg/ha. iSeed-kasvustot tuottivat viidessä kerranteessa kuudesta yhtä suuren tai erittäin lähellä olevan satotason verrattuna starttilannoitettuihin koejäseniin, joissa fosforilannoitus oli määrällisesti suurempi. Yhdessä kerranteessa iSeed-menetelmällä jäätin hehtaarisadossa 6-12 % muiden koejäsenten alapuolelle. Toisessa kokeessa iSeed-käsittely yhdistettiin normaaliin starttilannoitukseen. Koejärjestely oli seuraava: koejäsenessä 1 annettiin starttifosforilannoitus, koejäsenessä 2 annettiin starttifosforilannoitus sekä iSeed-käsittely ja koejäsenessä 3 oli starttifosforin määrää lisätty. Koe toistettiin vielä tuplatuilla starttilannoitemäärillä. Sadonlisäys iSeedillä ja starttilannoituksella verrattuna yhtä suureen starttilannoitukseen ilman iSeediä oli 10–12 % ja verrattuna tuplattuun

starttilannoitukseen ilman iSeediä 2-12 %. Ravinnepinnoituksella saavutettiin siis parempi lannoitefosforin käytön hyötysuhde. (Patenttijulkaisu FI114093B 2004.)

iSeed-pinnoituksen vaikutuksia viljakasveilla tutkittiin 2000-luvun alkupuolella Suomen lisäksi myös Latviassa. Suomalaisessa tutkimuksessa, joka tehtiin kauralla, saavutettiin iSeed-käsittelyllä kasvuston kokonaisbiomassan ja jyväluvun kasvua, mutta ei taloudellisesti merkittäviä sadonlisäyksiä (Peltonen-Sainio ym. 2006). Hyvin samanlaisiin tuloksiin päätyivät Mašauskas ym. (2008) mallasohratutkimuksessaan, ravinnepinnoituksesta seurasi osalla viljelykokeen kerranteista pientä sadon nousua ja osalla pientä laskua. Toisessa latvialaisessa tutkimuksessa (Mašauskiene ym. 2007) iSeed-menetelmää testattiin syysvehnällä. Tulokset noudattivat edellä mainittua kaavaa, eli pinnoituksella syntyi pieniä satoeroja sekä ylös- että alaspäin mutta selkeää trendiä ei ilmennyt. Itävyys heikkeni hieman pinnoitetuissa siemenissä, mutta parempi versominen kompensoi tilanteen. Jyvien valkuaispitoisuuden pinnoituksella ei ollut merkittävää vaikutusta.

Suomessa Hankkija-maatalous toi markkinoille iSeed-pinnoitetut ohran- ja rypsin-siemenet vuonna 2002 ja hieman myöhemmin myös iSeed-nurmisiemeniä. Vuoden 2002 aikana Maatilan Pellervo -lehdessä oli artikkelisarja, jossa seurattiin iSeed-ohrien ja -rypsien kehitystä kolmella tilalla. Kyseisillä tiloilla iSeed-siementä ja normaalia siementä oli kylvetty vierekkäin vertailukelpoisiin olosuhteisiin joten vertailua saatettiin tehdä. Sekä ohra- että rypsikasvustoissa iSeed-kasvusto näytti rehevämmältä, mutta erot tasoittuivat loppukesää kohden. Ohrilla saavutettiin 4-15 % sadonlisäyksiä, rypsillä merkittävää lisää ei tullut. (Latvala 2002.)

4 TUTKIMUKSEN TARKOITUS

Omalla tilallani ydinliiketoimintaa on broilerituotanto, jota tukee vehnänviljely. Tutkimuksen tarkoituksena on selvittää, voidaanko ravinneliuoksen lisäämisellä peittäusaineeseen saavuttaa kevätvehnällä sadonlisäystä ja sitä kautta parannusta viljelyn taloudelliseen kannattavuuteen. Työmenetelmät valitaan siten, että ravinnepeittäusmenetelmä on helposti skaalattavissa koko tilan mittakaavaan, mikäli menetelmällä todetaan saavutettavan kannattavuusetua. Tiedossa olevat aiemmat viljansiementen ravinnepinnoitustutkimukset ovat keskittyneet enimmäkseen muiden kuin kevätvehnän siementen pinnoitukseen.

Ensimmäisessä vaiheessa selvitetään käyttökelpoisin peittäusliuoksen koostumus ja peitataan kyseisen kaltaisella liuoksella koe-erä siemeniä. Toisessa vaiheessa tehdään viljelykoe, jossa vertaillaan koe-erän siemenillä kylvetyn ja vertailusiemenellä kylvetyn kevätvehnäkasvuston sadontuottoa. Koealoilta puitu sato punnitaan ja sadosta teetetään laatuanalyysit. Kasvustoja myös seurataan kasvukauden aikana ja havainnoidaan mahdollisia eroja kasvustojen kehityksessä. Saatuja tuloksia tarkastellaan ja tehdään katetuottolaskelmat.

5 AINEISTO JA MENETELMÄT

5.1 Koesiementen peittäus

5.1.1 Peittäusliuoksen suunnittelu

Liuoksen lähtökohtana oli Bayerin nestemäinen Lamardor-peittäusvalmiste. Valmistajan käyttösuositus valmisteelle on 0,2 litraa / 1000 kg siementä. Riittävän peittävyuden varmistamiseksi lisätään vettä, jota suositellaan käytettäväksi 1,0 litraa /1000 kg siementä. Tarvittaessa vesimäärää voidaan lisätäkin. (Tukes 2015.) Peittäusaineeseen sekoitettavan veden määrää päätettiin pienentää 0,8 litraan, sillä lopullisen liuokseen tulevien nestemäisten lannoitteiden arvioitiin varmistavan peittävyuden, etenkin kun liuoksen käyttömäärän tiedettiin muodostuvan selvästi suuremmaksi kuin normaalin peittäusaineliuoksen.

Eri vaihtoehtojen kartoittamisen jälkeen valittiin käytettäväksi Yaran valmistamat Solatrel- ja Thiotrac-lannoitteet. Aineiden pääasiallinen käyttötarkoitus on ruiskuttaminen lehtilannoitteena mm. viljoille, öljykasveille, perunalle ja vihanneksille (YaraVita-lehtilannoitteet 2017). Myös NPK-pitoinen Yara Ferticare -starttiliuos oli harkinnassa, mutta aineen saatavuus koetoimintaan sopivassa pakkauskoossa todettiin heikoksi. Käytettävien ainemäärien valinnassa otettiin huomioon paitsi ravinnemäärät, myös peittäuskäsittelyn aikaansaama kosteuden nousu siemenessä. Kosteuden ei haluttu nousevan yli prosenttiyksikköä, ettei se vaikuttaisi negatiivisesti siementen säilyvyyteen. Näin siemenet olisi mahdollista peitata jo etukäteen kevättalvella, mikä sopii opinnäytetyön tekijän tilan toimintaan parhaiten. Tällaiset asiat ovat luonnollisesti tilakohtaisia ratkaisuja, ja asiaa voidaan tarkastella eri näkökulmasta mikäli peittauksen ja kylvön välillä on vain pieni aikaväli. Liiallisen kosteuden nousun ei arveltu olevan hyvä asia myöskään käytössä olevan pneumaattisen kylvökoneen kannalta. Pneumaattisessa koneessa siemenen kulkureitti on pidempi ja monimutkaisempi kuin perinteisessä painovoimaisella syötöllä toimivassa koneessa, joten mahdollisuuksia peittäusainekerrostumien kertymiseen ja sitä kautta syöttöongelmiin on enemmän. Tätä taustaa vasten Solatrel ja Thiotrac olivat varsin sopivat aineet korkeamman ravinneväkevyyden ansiosta.

Solatrelissä on 192 g/l fosforia, 62 g/l kaliumia, 10 g/l kalsiumia, 40 g/l magnesiumia, 10 g/l mangaania ja 5 g/l sinkkiä. Thiotracin ravinnepitoisuudet ovat 200 g/l typpeä ja 300 g/l rikkiä. (YaraVita-lehtilannoitteet, [viitattu 20.3.2017].) Jotta edellä mainittu enintään prosenttiyksikön kosteuden nousu toteutuisi, olisi liuoksen kokonaiskäyttömäärä enintään noin 10 litraa sementonnille. Kokeessa päädyttiin käyttämään Solatrelia 6 litraa, Thiotracia 3 litraa ja peittäusaine-vesiseosta 1 litra sementonnille. Näillä käyttömäärillä toteutuvat ravinnemäärät NPKS-ravinteiden osalta on kuvattu taulukossa 2. Taulukkoon on laskettu myös hehtaariohaiset ravinnemäärät kokeessa käytettävällä kylvösiemenmäärällä. Kylvömäärän laskenta on kirjattu kappaleeseen 5.3.1.

Taulukko 2. Peittäusliuoksen sisältämät ravinnemäärät

	N	P	K	S	
YaraVita Solatrel 6 l/tn		1,15	0,37		kg/tn
YaraVita Thiotrac 3 l/tn	0,60			0,90	kg/tn
Yhteensä	0,60	1,15	0,37	0,90	kg/tn
Yhteensä/hehtaari	0,18	0,35	0,11	0,27	kg

5.1.2 Kokeet peittäusliuksella

Aluksi selvitettiin ainesosien sekoittuvuus pienen mittakaavan sekoituskokeilla. Seoksen olisi sekoitettava homogeeniseksi ja myös säilyttävä sellaisena peittäustyön ajan ilman jatkuvaa sekoitusta. Kokeilujen jälkeen todettiin parhaaksi aineiden lisäysjärjestykseksi Thiotrac-Lamardor-Solatrel. Muutettaessa järjestystä ilmeni mm. heikompaa sekoittuvuutta sekä peittäusaineen tarttumista astian seinämiin.

Kun seoksen koostumukseen oltiin tyytyväisiä, koetettiin ajaa seosta peittäuslaitteen läpi. Peittäuslaite toimi seoksella hyvin ja neste virtauksen eli sitä kautta peittäustehon arvioitiin muodostuvan riittäväksi. Peittäuslaitteena toimi Jussi 2000 -nestepeittain.

5.1.3 Viljelykokeessa käytettävän siemenerän peittäus

Starttilannoitteiden ja peittäusaineen liuosta valmistettiin tarvittava määrä koesiemenen peittämiseen. Onnistuneen peittauksen jälkeen siementä pakattiin 700 kg suursäkkiin ja varastoitin odottamaan kevään kylvötöitä. Samalla voitiin arvioida starttilannoitepeittauksen työllistävyyttä tavalliseen peittaukseen verrattuna. Lisätyö käsitti starttilannoitteiden mittaamisen ja sekoittamisen, sekä yleisesti ottaen suurempien nestemäärien käsittelyn. Lisätyöstä aiheutuvan lisäkustannuksen peittäustyön osalta arvioitiin olevan 20 %.

Koesiemenen säilyvyyttä tarkasteltiin aistinvaraisesti säkin suulta käsin varastoinnin aikana. Poikkeavuuksia ei havaittu.

5.2 Koeolosuhteet

5.2.1 Koelohko

Viljelykoe suoritettiin Etelä-Pohjanmaalla, Seinäjoella, joka kuuluu C1-tukialueeseen. Koelohko sijaitsee Ilmajoen ja Seinäjoen alueelle levittäytyvällä niin kutsutulla alajoen viljelyalueella. Seutu on alavaa ja pinnanmuodoiltaan tasaista, pääosin karkeaa kivennäismaata.

Koelohko on pinta-alaltaan 10,82 ha ja muodoltaan pohjois-eteläsuunnassa pitkänomainen, pisimmän sivun ollessa 650 m pitkä. Koko lohkon alalla on sääntösalaojajärjestelmä, joka on tehty 2000-luvulla. Viljavuustiedot on kuvattu taulukossa 3.

Maalaji on runsasmultaista hienoa hietaa, joten ympäristökorvauksen sitomusehtojen mukainen maksimityppilannoitus 5000 kg/ha satotasokorjauksella on 130 kg/ha. Fosforilannoituksen osalta maksimitaso on sitomusehtojen mukaan 5000 kg/ha satotasokorjauksella 19 kg/ha, sillä viljavuustutkimuksen tuloksissa fosforitaso on välttävä. Fosforilannoituksen karjanlantapoikkeusta ei voida käyttää samaan aikaan satotasokorjauksen kanssa. (Ympäristökorvauksen sitomusehdot 2015.)

Lohkon viljelyhistoria koetta edeltävinä vuosina on ollut seuraava: 2011 sokerijuurikas, 2012 kevätvehnä ja 2013–2014 sokerijuurikas. Jokaisella näistä satokausista lohkolle on levitetty broilerin kuivalantaa ja perusmuokkausmenetelmänä on ollut kyntö. Sadon sivutuotteet eli viljan olki ja sokerijuurikkaan naatti on kynnetty maahan.

Taulukko 3. Viljelykoelohkon viljavuustiedot

Peruslohko	Toivola
Lohkotunnus	7430031056
Pinta-ala, ha	10,82
Maalaji ja multavuus	Hht rm
pH	6,1 (hyvä)
Ca, mg/l	1914 (tyydyttävä)
P, mg/l	5,9 (välttävä)
K, mg/l	150 (tyydyttävä)
Mg, mg/l	142 (tyydyttävä)
Cu, mg/l	7,7 (hyvä)
Mn, mg/l	3,0 (huono)
S, mg/l	25 (hyvä)

5.2.2 Sääolosuhteet kasvukaudella

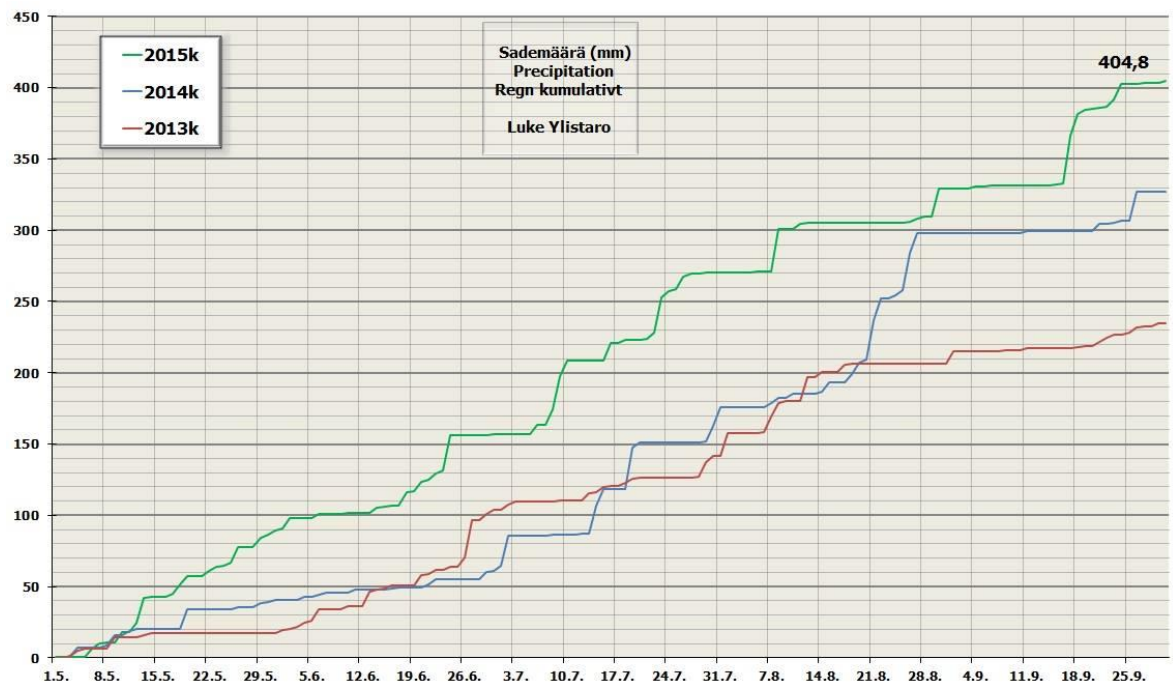
Kasvukausi 2015 oli sääoloiltaan varsin haasteellinen. Kevätyöt päästiin aloittamaan suhteellisen aikaisin, heti toukokuun alkupäivinä, mutta sittemmin sateet keskeyttivät tilan peltotyöt useaan otteeseen venyttäen kylvökauden aina kesäkuun alkuun saakka.

Kuvio 3 osoittaa toukokuun aikana sadetta kertyneen yli 80 mm, joka on noin kaksinkertainen määrä verrattuna pitkän ajan (1981–2010) keskiarvoon. Kesäkuun sadanta oli keskimääräistä tasoa, kun taas heinäkuussa sadetta saatiin tavanomaista enemmän. Elo-syyskuun sateet olivat määrällisesti tavanomaiset, mutta syyskuun sateet tulivat loppukuusta kovina ryöppyinä haitaten merkittäväällä tavalla sadonkorjuutöitä. (Ilmatieteen laitos 2017.)

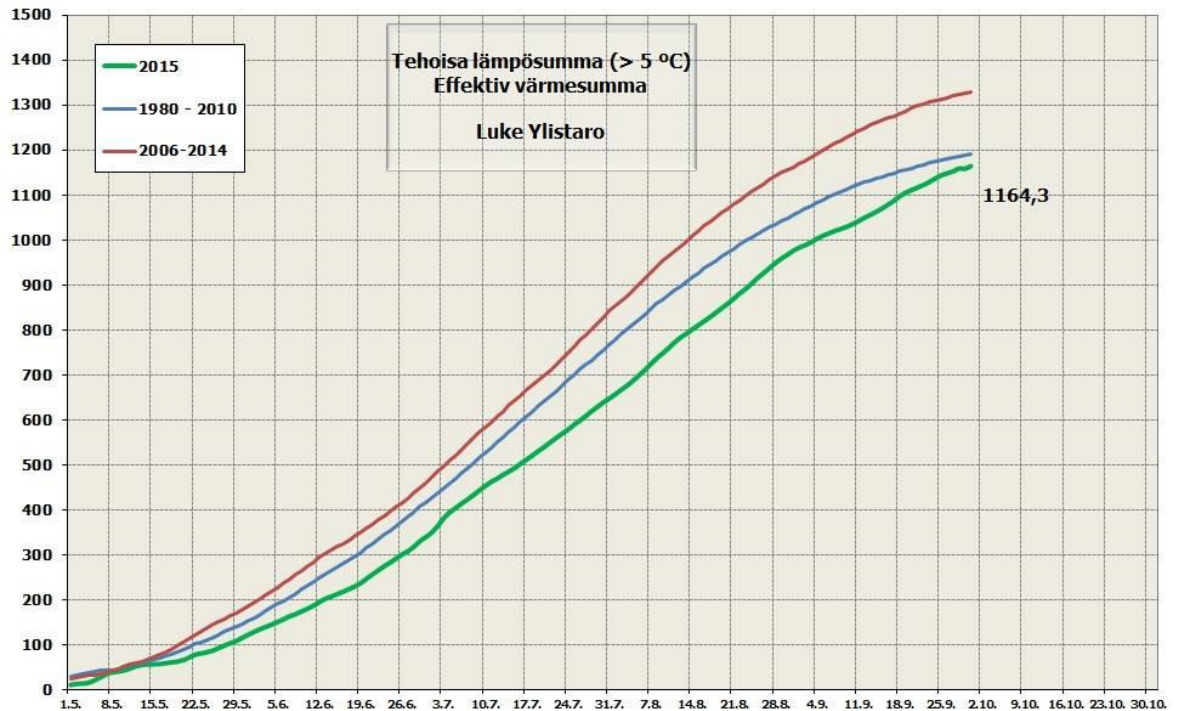
Lämpöolojen suhteen kasvukausi oli varsin viileä. Toukokuun ensimmäisellä puoliskolla lämpösummaa kertyi tavanomaiseen tahtiin, mutta sitä seurannut noin

kuukauden viilempi jakso painoi lämpösummakäyrää tavanomaista alemmas. Kesä-heinäkuun vaihteen molemmin puolin saatiin nauttia lämpimämmästä poutajaksosta, kunnes heinäkuun puolessavälissä jälleen viileni. Syyskuun loppuun mennessä lämpösummaa kertyi vain 1164,3 vuorokausiastetta, joka on n. 30 astetta pitkän ajan (1981–2010) keskiarvoa alhaisempi. Verrattuna edellisen yhdeksän vuoden aikajaksoon (2006–2014) eroa on jopa yli 150 astetta (Kuvio 4). Tämä myöhästytti kasvustojen tuleentumista ja tilalla päästiinkin aloittamaan sadonkorjuutyöt vasta 1. syyskuuta. Sadonkorjuukausi kesti kylvökauden tapaan ennätysellisen pitkään, sillä viimeiset sokerijuurikkaat tilalla nostettiin 4. marraskuuta.

Sade- ja lämpösummakuvaajat perustuvat mittausdataan Luonnonvarakeskuksen Ylistaron tutkimusasemalla, joka sijaitsee linnuntietä mitaten n. 20 kilometrin etäisyydellä koelohkosta. Kyseinen sääasema on myös Ilmatieteen laitoksen virallinen mittausasema.



Kuvio 3. Sademäärä Luke Ylistaron mittausasemalla 2015 (Luonnonvarakeskus Seinäjoki, 2017).



Kuvio 4. Tehoisa lämpösumma Luke Ylistaron mittausasemalla 2015 (Luonnonvarakeskus Seinäjoki, 2017).

5.3 Koejärjestelyt

Lohkolle suunniteltiin perustettavaksi kaksi yhtä suurta koerutua, joista toinen kylvettäisiin starttilannoitepeittauksen saaneella koesiemenellä ja toinen perinteisesti peitatulla siemenellä. Ruudut sijoitettaisiin lohkolle siten, että maalajin pienestä vaihtelusta johtuvat erot toistuisivat molemmissa ruuduissa yhtäläisesti eikä siitä syntyisi eroa ruutujen välille. Muut viljelytoimenpiteet kuin siementen peittäminen tehtiin samalla tavalla ja samanaikaisesti molemmille ruuduille.

5.3.1 Muokkaustoimenpiteet, lannoitus ja kylvö

Lohkolle oli edellisenä syksynä, 9.10.2014 levitetty broilerin kuivalantaa 3,0 tonnia hehtaarille sekä sokeritehtaan puristekalkkia 7,0 tn/ha. Seuraavana päivänä lohko kevytmuokattiin Lemken-hanhenjalkakultivaattorilla työsyvyydellä 14 cm. Keväällä viljelykoe saatettiin siis aloittaa heti olosuhteiden salliessa kylvömuokkauksella ja kylvöllä.

Lohko äestettiin S-piikkiäkeellä kaksi kertaa. Ensimmäinen ajokerta oli 7.5.2015 ja toinen kerta kahta päivää myöhemmin. Ensimmäisellä kerralla äestys tehtiin viisitoon perusmuokkaussuuntaan nähden jotta saatiin tasattua lohkon poikittaissuuntaista epätasaisuutta, toinen kerta yhdensuuntaisesti perusmuokkauksen ja tulevan kylvön kanssa. Molemmilla ajokerroilla työsyvyys oli 5 cm.

Vehnälajikkeeksi lohkolle oli valittu broilereiden rehuvehnäksi soveltuva ja alan julkaisuissa satoisaksi mainittu Amaretto, joka on hyväksytty lajikeluetteluun 2003. Sen kasvu-aika on ollut Luonnonvarakeskuksen virallisissa lajikekokeissa 105 päivää, eli kyseessä on melko myöhäinen lajike. (Tilasiemen 2016.) Kokeessa käytetty siemen oli uusittu edellisenä vuonna sertifioidulla siemenellä kylvetystä kasvustosta. Tavoitteellinen kylvötiheys viljelykokeessa oli 700 itävää siementä neliölle. Tuhannen siemenen paino oli 39,1 g ja itävyysprosentti 91. Yleisesti tunnetulla laskukaavalla *kappaletta neliömetrillä * tuhannen siemenen paino / itävyysprosentti* saatiin kylvömääräksi $700 \text{ (kpl/m}^2) * 39,1 \text{ (g)} / 91 \text{ (\%)} = 300,77 \text{ (kg/ha)}$.

Kylvön yhteydessä annettiin siipikarjanlannan täydennykseksi Uralchem CAN N27 rakeistettua lannoitetta 280 kg/ha. Siipikarjanlannan ja kemiallisen lannoitteen ravinneisällöt ja kasvustolle annettujen ravinteiden yhteismäärät on kuvattu taulukossa 4. Lisäksi suunniteltiin annettavaksi kasvinsuojeluruiskutuksen yhteydessä mangaanipitoista YaraVita Mancozin -lehtilannoitetta 1 l/ha.

Lohko kylvettiin heti äestyksen jälkeen 9.5.2015. Muokkauskerroksessa oli edellisen päivän sateen jäljiltä kosteutta siinä määrin että pölyä ei noussut ilmaan, mutta maan todettiin olevan kuitenkin riittävän kuiva onnistuneen kylvötyön suorittamiseen. Kylvölannoittimena toimi Horsch Pronto 4 DC. Kylvötyö aloitettiin täyttämällä koneeseen tavallisen peittauskäsittelyn saanutta siementä ja lannoitetta ja tekemällä kiertokokeet. Aluksi kylvettiin lohkon ympäri viisi kierrosta, eli yksi tilan kasvinsuojeluruiskun työleveys. Näin saatiin n. 20 metrin päisteet. Kylvösyvyys säädettiin 5 senttimetriin. Tämän jälkeen lähdettiin kylvämään lohkon pisimmän sivun mukaan edestakaisin niin kauan, kunnes siemensäiliö oli lähes tyhjä. Säiliöstä tyhjätettiin ja puhdistettiin vielä jääntisiemenet, jotta voitiin seuraavaksi laskea säiliöön säkillinen koesiementä. Tehtiin kiertokoe siltä varalta että koesiemenen juoksevuus olisi erilainen hieman korkeamman kosteuden vuoksi. Koesiementä lähdettiin kylvämään huolellisuutta noudattaen, siten että rivit olisivat mahdollisimman suorat

ja työleveyksien saumakohtat tasaisia. Näin saataisiin koeruuduista mahdollisimman samankaltaiset ja -kokoiset. Koesiementä riitti kymmeneen työleveyteen, kuten oli ennalta laskettu. Säiliöstä tyhjättiin jälleen jäätisiemenet ja täytettiin tilalle sattumanvaraisesti valittu säkki tavallisen peittauskäsittelyn saanutta siementä. Myös lannoitetta täydennettiin siten, että sitä oli vastaava määrä kuin koeruutua kylvettäessä. Näin saatiin kylvökalusto saman painoiseksi ja jyräysvaikutus samanlaiseksi. Kiertokokeen jälkeen vertailuruutu kylvettiin samalla tavoin kuin koeruutu. Tästä eteenpäin lohko kylvettiin loppuun tavanomaisesti.



Kuva 1. Kylvö 9.5.

Onnistuneen kylvön jälkeen koeruudun ja vertailuruudun nurkat merkattiin auraskepeillä. Ruutujen pituudeksi tuli 610 metriä. Se mitattiin traktorin suoritusmittariston matkamittaustoiminnolla, joka määrittää traktorin liikkeen maatutkan avulla. Yhden ruudun leveys, kymmenen kylvökoneen työleveyttä, on 5 cm päällekkäisajo huomioon ottaen 39,5 m, mikä vahvistettiin kylvön jälkeen 50 m mittanauhalla mitaten. Ruutujen mitat ja pinta-alat todettiin vielä Vipu- viljelijän verkkoasiointipalvelun lohkokartassa olevilla piirto- ja mittaustoiminnoilla. Ruutujen pinta-alaksi tuli 2,41 ha/ruutu.

Taulukko 4. Annettujen lannoitteiden ravinnemäärät

Ravinnesisällöt	N	P	K	
Broilerin kuivalanta 2014	6,6	6,4	11,3	kg/1000 kg lannoitetta
Uralchem CAN N27	27	0	0	kg/100 kg lannoitetta
Lannoitus yhteensä	N	P	K	
Broilerin lanta 3000 kg/ha	20	19	34	kg/ha
CAN N27 280 kg/ha	76	0	0	kg/ha
	96	19	34	kg/ha

5.3.2 Kasvinsuojelu

Kasvinsuojelutoimet alkoivat jo kevättalvella, kun kylvösiemen peittauksen yhteydessä lajiteltiin. Lajittelulla varmistetaan siementen tasalaatuisuus ja elinvoimaisuus, jolla edesautetaan nopeaa ja tasaista alkukasvua. Tällöin mahdolliset rikkakasvit eivät ehdi vauhtiin mukaan ja jäävät ahtaalle. Tätä tukee myös riittävä kylvötiheys sekä kylvön ajoitus siten, että maa on ehtinyt jo hieman lämmentä.

Lohkon viljelykokemuksen perusteella oli tiedossa, että juolavehnää esiintyy loholla vain vähän. Aiempina vuosina joitakin pesäkkeitä oli ollut, mutta sokerijuurikaskasvustosta niitä oli pystytty kurittamaan valikoivalla Agiljuolavehnätorjuntavalmisteella. Näin ollen juolavehnapaine arvioitiin pieneksi ja uskallettiin luottaa pelkkään syksyiseen kevytmuokkaukseen jättäen kyntö tekemättä.

Lohko ruiskutettiin kasvukauden aikana neljä kertaa. Ruiskutuksilla torjuttiin leveälehtisiä rikkakasveja, hukkakauraa, kasvitauteja ja tähkäsääskiä sekä säädeltiin korren pituutta. Ruiskutuksien ajankohdat, käytetyt valmisteet sekä ainemäärät on kuvattu taulukossa 5. Kaikissa ruiskutuksissa käytettiin vesimääränä 150 l/ha.

Taulukko 5. Käytetyt kasvinsuojeluaineet ja ruiskutuspäivät

Käyttötarkoitus	Valmiste	Määrä	Päivämäärä
Rikkakasvien torjunta	Tooler	50 g/ha	17.6.2015
	Express 50 T	16 g/ha	2.7.2015
	Swipe	0,8 l/ha	2.7.2015
Korrensäätö	Cycocel 750	0,5 l/ha	17.6.2015
	Cerone	0,2 l/ha	12.7.2015
Tautitorjunta	Bumper 25 EC	0,25 l/ha	2.7.2015
	Bumper 25 EC	0,25 l/ha	12.7.2015
	Comet pro	0,25 l/ha	12.7.2015
	Tilt 250 EC	0,3 l/ha	23.7.2015
	Comet pro	0,3 l/ha	23.7.2015
Tähkäsääskitorjunta	Kestac 50 EC	0,3 l/ha	23.7.2015

5.3.3 Sadonkorjuu ja mittaukset

Koelohko puitiin tilan yhteistyökumppanin John Deere 9640i WTS -puimurilla 5.10.2015 viileähkössä, aurinkoisessa syysäässä. Aluksi puitiin lohko muilta osin siten että viimeiseksi jäljelle jäivät koeruutu ja vertailuruutu. Ruudut puitiin huolellisuutta noudattaen, kummankin ruudun sato omiin perävaunuihinsa tyhjentäen. Jokaisessa vaiheessa puimurin viljasäiliö tyhjennettiin mahdollisimman tyhjäksi. Kasvustoissa ei puinnin osalta havaittu merkittäviä eroja. Molemmissa ruuduissa kasvusto oli ryhdikkään pystyä ja puinti sujui ongelmitta. Korjuutappioita seurattiin puimurin mittaristosta. Tappiolukemat käyttäytyivät molemmissa ruuduissa varsin samalla tavalla ajotilanteen mukaan, pysyen hyväksyttävällä tasolla.



Kuva 2. Koelohkon päisteen puintia

Koe- ja vertailuruudusta puitu sato punnittiin Dina3-ajoneuvovaa'alla. Traktorien ja perävaunujen yhdistelmät punnittiin täytenä, kipattiin ja punnittiin uudelleen tyhjänä. Molemmista kuormista otettiin useita osanäytteitä, joista mitattiin kosteus Wile 200 -viljankosteusmittarilla. Molemmat edellä mainitut mittalaitteet oli kalibroitu ennen sadonkorjuukauden alkua. Ruuduista puitu sato kuivattiin lämminilmakuivurissa erillisinä kuivauserinä. Kuivauksen jälkeen eristä otettiin edustavat näytteet, jotka toimitettiin Suomen Viljavalle analysoitavaksi. Puintituoreena saaduista punnitustuloksista laskettiin satomäärät 14 % kauppakosteudessa taulukon 6 mukaisesti.

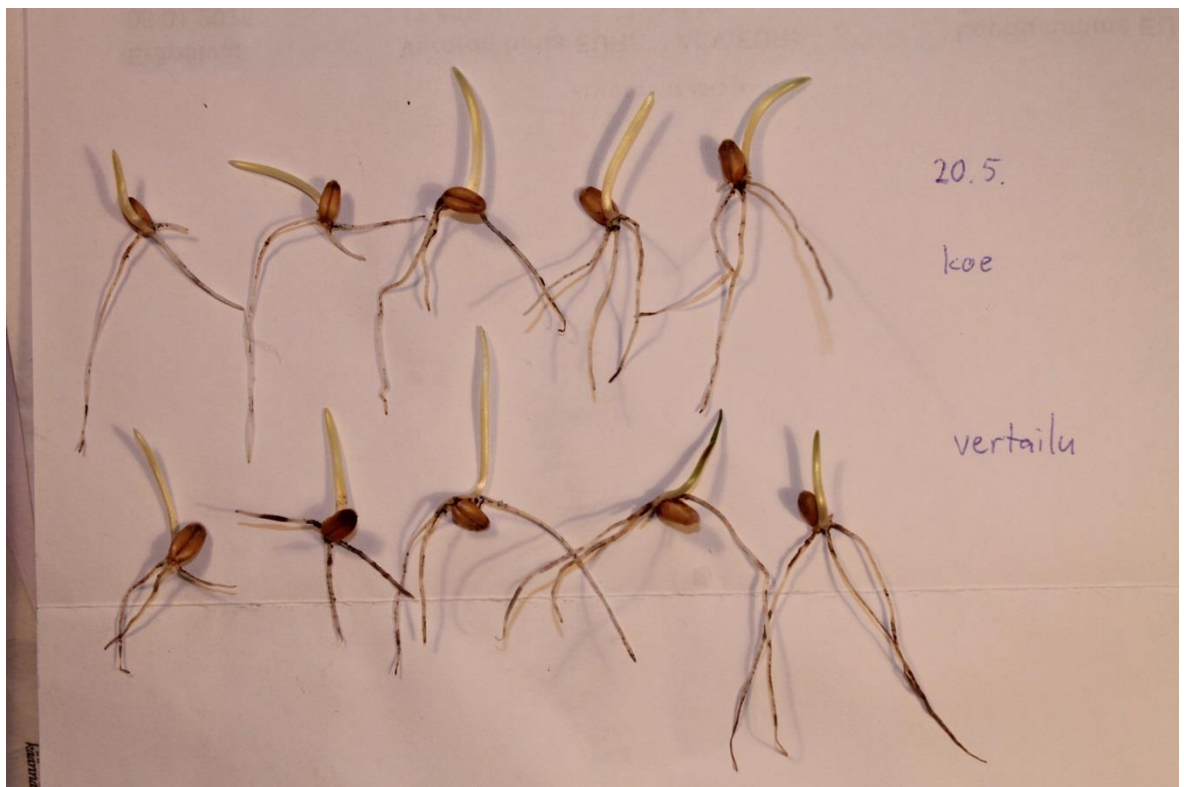
Taulukko 6. Muuntotaulukko kostealle viljalle
(Kuivaus [viitattu 12.11.2018])

Kosteus %	Kerroin
alle 14,5	1
14,6 – 15,0	0,9935
15,1 – 16,0	0,9805
16,1 – 17,0	0,9675
17,1 – 18,0	0,9545
18,1 – 19,0	0,9415
19,1 – 20,0	0,9285
20,1 – 21,0	0,9145
21,1 – 22,0	0,9005
22,1 – 23,0	0,8865
23,1 – 24,0	0,8725
24,1 – 25,0	0,8585
25,1 – 26,0	0,8445
26,1 – 27,0	0,8305
27,1 – 28,0	0,8165
28,1 – 29,0	0,8025
29,1 – 30,0	0,7885
30,1 – 31,0	0,7735
31,1 – 32,0	0,7585
32,1 – 33,0	0,7435
33,1 – 34,0	0,7285
34,1 – 35,0	0,7135
yli 35,0 -	0,6985

6 TULOKSET

6.1 Havainnot kasvukaudella

Siementen itämistä tarkkailtiin 20.5. Tarkoituksena oli valita siemeniä sattumanvaraisesti eri puolilta ruutuja ja tarkastella mahdollisia eroja itämisen, juuriston kehityksen ja oraan kehityksen osalta. Koeruudulta otetuissa näytteissä juuriston kehitys vaikutti olevan hieman tasaisempaa ja oraat hieman voimakkaampia kuin vertailuruudulla.



Kuva 3. Havainto 20.5.

Orastuminen ruuduilla ei ollut täysin tasaista. Kohdissa, joissa siemen oli lähempänä maanpintaa, esim. kylvökoneen ajouramerkitsimen jäljessä, oraat tulivat pintaan muutamaa päivää aiemmin kuin muissa paikoissa. Koeruutujen välillä ei havaittu merkittävää eroa. Ensimmäiset oraat tulivat pintaan 20.5. ja kylvörivit olivat kokonaan näkyvillä 24.5.



Kuva 4. Epätasaista orastumista vertailuruudulla 23.5.

Oraiden laskenta suoritettiin laskemalla oraat kylvörivistä 69 cm matkalta ja kertomalla luku kymmenellä, sillä kylvökoneen riviväli on 14,5 cm (Farmit uutiset 2007). Koeruudulla laskenta viidestä eri paikasta tuotti tulokset 66, 70, 66, 62 ja 62, keskiarvo 65,2. Vertailuruudulla 62, 66, 69, 61 ja 62, keskiarvo 64. Oraiden määrä oli siis 652 kpl/m^2 koeruudulla ja 640 kpl/m^2 vertailuruudulla. Suhteellinen ero koeruudun hyväksi oli 1,9 %.

Pensomisvaiheessa koeruudun kasvusto näytti kylvörivien suuntaisesti tarkastellen hieman rehevämmältä kuin vertailuruudun, värisävyssä eroa ei havaittu. Ero rehevydessä tasoittui kasvun edetessä ja kylvörivien välit umpeutuivat samaan aikaan.



Kuva 5. Koeruutu 1.6.



Kuva 6. Vertailuruutu 1.6.

Kesäkuulla suoritetun rikkakasviruiskutuksen todettiin tehonneen hyvin. Heinäkuulla havaittiin sekä koe- että vertailuruudulla n. joka kymmenennessä kasviyksilössä mangaanipuutosoireita.



Kuva 7. Mangaanipuutosoireita lehdessä

Muita poikkeavuuksia ei havaittu. Lakoontumista esiintyi ainoastaan päisteissä paikoissa, joissa oli päällekkäiskylvöä. Loppukasvukauden aikana kasvustot kehittivät tasatahtia varsin reheviksi. Kuvissa 7 ja 8 on havaittavissa etualalla pidemmälle tuleentunutta, jopa ränsistynyttä kasvustoa. Kyse on hieman tiivistyneestä ja viljavuusarvoiltaan heikommasta päisteestä, johon koeruudut eivät ulottuneet.



Kuva 8. Tuleentunut koeruutu 5.10.



Kuva 9. Tuleentunut vertailuruutu 5.10.

6.2 Sato

Punnitustulokset tuoreesta viljasta, osanäytteiden kosteuksista lasketut keskiarvot sekä satotiedot 14 % kauppakosteuteen muutettuna ovat taulukossa 7. Koeruudun hehtaarisato oli 5429 kg/ha, mikä oli 389 kg pienempi kuin vertailuruudun.

Taulukko 7. Satotiedot

	Koeruutu	Vertailuruutu
Sato tuoreena, kg	15240	16070
Kosteus, %	24,5	23,8
Sato kauppakosteudessa, kg	13084	14021
Pinta-ala, ha	2,41	2,41
Sato kauppakosteudessa, kg/ha	5429	5818

Analyysitulokset taulukossa 8.

Taulukko 8. Laatuanalyysin tulokset

	Koeruutu	Vertailuruutu
Kosteus, %	12,2	11,8
Hehtolitraino, kg/hl	79,9	81,0
Valkuainen, %	12,4	12,6
Sakoluku	83	75

7 TULOSTEN TARKASTELU

7.1 Kasvustohavainnot ja sato

Epätasaiseen orastumiseen arveltiin osaltaan vaikuttaneen käytetyn kylvösyvyyden. Hieman kosteannahkeissa olosuhteissa syvyyttä olisi ollut syytä vähentää 4 senttimetriin, jolloin todennäköisesti olisi saavutettu tasaisempi ja nopeampi orastuminen. Epätasaisen orastumisen ei kuitenkaan arveltu vaikuttaneen koeruutujen keskinäiseen eroon, sillä molemmat ruudut kylvettiin samoilla asetuksilla ja ilmiö toistui molemmilla ruuduilla. Myös tavoitellusta orastiheydestä jäätiin 7-9 %, mikä olisi mahdollisesti voitu välttää matalammalla kylvösyvyydellä.

Hehtaarisato oli molemmilla ruuduilla varsin hyvä, kuitenkin koeruudulla 6,7 % pienempi kuin vertailuruudulla. Saavuttamatta jäänyt sadonlisäys ravinnepeittauksella oli hieman yllättävä, vaan ei täysin odottamaton tulos. Aiemmissakin tutkimuksissa on ravinnepinnoituksella, etenkin vehnällä, saavutettu vaihtelevia tuloksia. Tosin hieman enemmän positiivisia kuin negatiivisia. Kuten tässäkin viljelykokeessa, joissakin aiemmissa tutkimuksissa on kasvusto näyttänyt silmämääräisesti rehevämmältä ravinnepinnoitetulla siemenellä kylvetyllä koejäsenellä, mutta lopullinen sadonlisäys ei ole ollut odotusten mukainen. Käytetyt ravinne määrät olivat käytännön syistä varsin pienet, esim. fosforia oli Kemira iSeedissä 1,5–2,0 kg/ha ja tässä viljelykokeessa 0,35 kg/ha. Vastaavaan ravinne määrään pääsemiseksi olisi Solatreliä käytettävä viisinkertainen määrä eli 30 l/tn. Ravinnepeittäus ei kokeessa viivästyttänyt itämistä lainkaan, mikä osaltaan kertoo miedosta ravinne määrästä.

Tulokseen mahdollisesti vaikutti myös maan hyvänpuoleinen kasvukunto. Vaikka viljavuusanalyysin tiedoissa fosfori olikin vain välttävää tasoa, oli kyseiset näytteet otettu jo kolmea vuotta aiemmin. Välissä oli ollut kahtena peräkkäisenä vuonna sokerijuurikasta, jonka naatit oli muokattu maahan. Naateissa jää maahan fosforia hyvällä satotasolla yli 20 kg/ha (Sokerijuurikkaan ravinteiden tarve, [viitattu 7.12.2018]). Kun yhtälöön lisätään vielä ennen kasvukautta levitetty broilerinlanta ja kevytmuokkaus, oli muokkauskerroksen fosforitilanne oletettavasti hyvää tasoa. Lisäksi maa oli kalkittu edellisenä syksynä. Voidaan kysyä, olisiko tulos ollut erilai-

nen hieman heikomman kasvukunnon omaavalla maalla, jossa starttilannoituksen merkitys korostunee enemmän. Luonnollisesti maan kasvukunnon eroa ruutujen välillä ei voida sulkea pois, vaikka ruudut pyrittiinkin sijoittamaan siten että erot minimoitaisiin.

Laadulliset erot koeruutujen satojen välillä jäivät pieniksi. Hehtolitraino oli koeruudulla 79,9 kg/hl, mikä oli 1,1 kg pienempi kuin vertailuruudulla ja valkuaistaso 12,4 % eli 0,2 prosenttiyksikköä pienempi kuin vertailuruudulla. Sakoluku oli koeruudulla hieman korkeampi, 83. Sakoluvulla ei tässä tapauksessa ollut suurempaa merkitystä, sillä leipävehnän vastaanottorajasta 180 oltiin kaukana ja sato oli lähikohtaisestikin suunniteltu käytettäväksi rehuviljana.

7.2 Taloudellinen tarkastelu

Koejäsenistä tehtiin katetuottolaskelmat (Liite 1). Laskelmissa huomioitiin peittäusaineeseen lisätyt lannoitteet sekä peittäuskustannuksen muuttuminen, kun peittäus teetettiin urakointina. Kylvölannoitus on laskelmissa yksinomaan kemiallisella lannoitteella. Broilerinlannan käytöstä syntyvä organisointituotto saataisiin selville erillisellä organisointituottolaskelmalla, mutta sen ei katsottu olevan relevanttia tässä tutkimuksessa. Vehnän ja tuotantopanosten hintoina käytettiin tilalla toteutuneita hintoja viljelykoevuoden sekä edellisten vuosien keskiarvona. Oman työn hintana on sille asetettu palkkavaatimus.

Katetuottolaskelmista nähdään että ravinnepeittäuksesta syntynyt lisäkustannus oli 11,29 euroa hehtaarilla. Tämän lisäkustannuksen kattamiseksi olisi satoa saatava lisää laskelmissa käytetyllä hinnoilla vähintään 102 kg/ha, eli varsin maltillisellakin sadonlisäyksellä katetuotto olisi kohentunut. Koeruudun katetuotto ilman tukia oli 176,92 €/ha ja vertailuruudun 231,79 €/ha, eli viljelykokeessa saavutettiin normaalilla peittäuksella 54,87 €/ha parempi katetuotto kuin ravinnepeittäuksella.

Koska viljelykokeessa käytetyllä ravinnepeittäuksella ei saavutettu sadonlisää, laadullisia parannuksia eikä sitä myötä taloudellistakaan etua, ei kyseistä peittäusmenetelmää otettu tilalla käyttöön.

8 POHDINTAA

Viljelykokeen tekemisen jälkeen on Suomen markkinoille tullut kaksi valmistetta, jotka voisivat olla kokeilemisen arvoisia, mikäli ravinnepeittauskokeiluja vielä tehdään tilalla. Toinen on lehtilannoite YaraVita StarPhos, jossa on fosforia ja mangaania. Toinen on juuri peittauskäyttöön suunnattu Wuxal Terios Mn+, joka sisältää nimensä mukaisesti mangaania ja lisäksi typpeä, rikkiä, booria, kuparia, molybdeeniä ja sinkkiä. Mangaanipeittaus on viime vuosina noussut esiin, sillä mangaanipuute on tyypillistä hyvin kalkituilla mailla ja viljan kasvukaudenaikainen mangaanin otto on siinä määrin pieni, että peittauksella saadaan katettua tarpeesta merkityksellinen osa. Mangaanipuuteoireitahan ilmeni viljelykokeen kasvustoissa, vaikka kasvukaudella suoritettiin lehtilannoitusta.

Opinnäytetyötä tehtäessä on omaa asiantuntemusta saatu kartutettua ja hankittujen tietojen nojalla on aikomus ottaa keinovalikoimaan rakeisen starttilannoitteen käyttö viljoilla ja rapsilla. Tärkkelysperunan istutuksessa olen käyttänyt nestemäistä starttilannoitusta jo vuodesta 2015 hyvin tuloksin. Viljelymaan ja tuotantopanos-ten korkeista hinnoista johtuen hehtaarisatojen lisäyksille ja panos-tuotossuhteen parantamiselle on tilausta.

LÄHTEET

- Agro starttifosfori. Ei päiväystä. [Verkkosivusto]. Lohja: Cemagro Oy. [Viitattu 1.12.2018]. Saatavana: <https://www.cemagro.fi/fi-fi/gallery-categories/first-gallery/114-agro-starttifosfori-12-23-mg-s>
- Farmit uutiset. 2007. Orastiheys on yksi satokomponenteista. [Verkkosivusto]. ViljelijänBerner. [Viitattu 23.11.2018]. Saatavana: <https://www.farmit.net/kasvinviljely/2007/05/28/orastiheys-yksi-satokomponenteista>
- Fosfori. Ei päiväystä. [Verkkosivu]. Helsinki: Yara Suomi Oy. [Viitattu 29.11.2018]. Saatavana: <https://www.yara.fi/lannoitus/ravinteet/fosfori/>
- Fosforin puute – Vehnä. Ei päiväystä. [Verkkosivu]. Helsinki: Yara Suomi Oy. [Viitattu 29.11.2018]. Saatavana: <https://www.yara.fi/lannoitus/vehna/ravinnepuutokset---vehna/fosforin-puute---vehna/>
- Heinonen, R. (toim.), Hartikainen, H., Aura, E., Jaakkola, A., Kemppainen, E. 1992. Maa, viljely ja ympäristö. Helsinki: WSOY.
- Ilmatieteen laitos. 2017. Kuukausitilastot. [Verkkosivu]. [Viitattu 15.4.2017]. Saatavana: <http://ilmatieteenlaitos.fi/kuukausitilastot>
- Kaliumin puutos – Vehnä. Ei päiväystä. [Verkkosivu]. Helsinki: Yara Suomi Oy. [Viitattu 30.11.2018]. Saatavana: <https://www.yara.fi/lannoitus/vehna/ravinnepuutokset---vehna/kaliumin-puutos--vehna/>
- Kalsium. Ei päiväystä. [Verkkosivu]. Helsinki: Yara Suomi Oy. [Viitattu 2.12.2018]. Saatavana: <https://www.yara.fi/lannoitus/ravinteet/kalsium/>
- Kauppila, R. 2014. Ravinteet sijoittamalla kasvien käyttöön. [Verkkolehtiartikkeli]. Leipä leveämmäksi 1/2014, 18-19. Helsinki: Yara Suomi Oy. [Viitattu 1.12.2018]. Saatavana: <https://www.yara.fi/lannoitus/leipaleveammaksi-oppaat-vaxtpressen/leipa-leveammaksi-1-2014/>
- Koivisto, H. 2014. Peittäus uusiksi – satoja kiloja lisää satoa. [Verkkosivu]. Kurikka: Maaseutumedia. [Viitattu 20.3.2017]. Saatavana: <http://www.maaseutumedia.fi/peittaus-uusiksi-satoja-kiloja-lisaa-satoa/>. Vaatii luku-oikeuden.
- Kotimaan viljatase ja viljatasearvio. Ei päiväystä. [Verkkosivu]. Helsinki: Vilja-alan yhteistyöryhmä ry. [Viitattu 7.12.2018]. Saatavana: <https://www.vyr.fi/fin/markkinatieto/viljataseet/kotimaa/>

- Kuivaus. Ei päiväystä. [Verkkosivu]. Helsinki: Suomen Viljava Oy. [Viitattu 12.11.2018]. Saatavana: <https://www.suomenviljava.fi/fi/palvelut/kuivaus/>
- Latvala, M. 2002. iSeed viljelijöiden kokeissa: Antoiko siemenen lannoitekuorutus lisäpotkua oraille? Maatilan Pellervo 4 (6). 16-18.
- Latvala, M. 2002. iSeed viljelijöiden kokeissa: Näkyikö siemenen lannoitekuorutuksen antama lisäpotku vielä myös tuleentuvassa laihossa? Maatilan Pellervo 4 (8). 18-20.
- Latvala, M. 2002. iSeed viljelijöiden kokeissa: Jyväsato lisääntyi lupaavasti. Maatilan Pellervo 4 (10). 44-45.
- Luonnonvarakeskus Seinäjoki. 2017. Sääkuvat. [Verkkosivu]. [Viitattu 15.4.2017]. Saatavana: https://www.facebook.com/pg/lukeseinajoki/photos/?tab=album&album_id=1658703854384243
- Mangaani. Ei päiväystä. [Verkkosivu]. Helsinki: Yara Suomi Oy. [Viitattu 2.12.2018]. Saatavana: <https://www.yara.fi/lannoitus/ravinteet/mangaani/>
- Mašauskas, V., Mašauskiene, A., Repšienė, R., Skuodienė, R., Brazienė, Z., Peltonen, J. 2008. Phosphorus seed coating as starter fertilization for spring malting barley. Acta Agriculturae Scandinavica Section B - Soil and Plant Science 58 (2). 124-131.
- Mašauskiene, A., Mašauskas, V., Peltonen, J. 2007. The impact of phosphorus seed coating on winter wheat at different fertilisation practices. Agronomy Research 5 (2). 123–133.
- Patenttijulkaisu FI114093B. 2004. Pinnoitettu siemen ja menetelmä siemenen pinnoittamiseksi, Kemira GrowHow Oy. Helsinki: Patentti- ja rekisterihallitus.
- Peltonen-Sainio, P., Kontturi, M., Peltonen, J. 2006. Phosphorus Seed Coating Enhancement on Early Growth and Yield Components in Oat. Agronomy Journal 98 (1). 206-211.
- Rikki. Ei päiväystä. [Verkkosivu]. Helsinki: Yara Suomi Oy. [Viitattu 30.11.2018]. Saatavana: <https://www.yara.fi/lannoitus/ravinteet/rikki/>
- Scott, JM., Jessop, RS., Steer, RJ., McLachlan, GD. 1987. Effect of nutrient seed coating on the emergence of wheat and oats. Fertilizer Research 14 (3), 205-217.
- Sinkki. Ei päiväystä. [Verkkosivu]. Helsinki: Yara Suomi Oy. [Viitattu 2.12.2018]. Saatavana: <https://www.yara.fi/lannoitus/ravinteet/sinkki/>

- Sokerijuurikkaan ravinteiden tarve. Ei päiväystä. [Verkkosivu]. Helsinki: Yara Suomi Oy. [Viitattu 7.12.2018]. Saatavana: <https://www.yara.fi/lannoitus/sokerijuurikas/sokerijuurikkaan-ravinteiden-tarve/>
- Starttifosforilannoitus. Ei päiväystä. [Verkkosivu]. Espoo: Farmit Website Oy. [Viitattu 1.12.2018]. Saatavana: <https://www.farmit.net/kasvinviljely/lannoitus/starttilannoitus>
- Starttiravinne. Ei päiväystä. [Verkkosivu]. Helsinki: Yara Suomi Oy. [Viitattu 1.12.2018]. Saatavana: <https://www.yara.fi/lannoitus/lannoitteet/muut-tuotteet/starttiravinne/>
- Tilasiemen. 2016. Lajike-esite, kevätvehnä Amaretto. [PDF-tiedosto]. [Viitattu 12.4.2017]. Saatavana: <http://www.tilasiemen.fi/sites/default/files/2016-11/KevatvehnaAmaretto2016.pdf>
- Tukes. 2015. Lamardor FS 400 myyntipäällyksen teksti. [PDF-tiedosto]. [Viitattu 20.3.2017]. Saatavana: <https://kasvinsuojeluaineet.tukes.fi/KareDocs%5C2955Myyntipaallyksenteksti.pdf>
- Typen puute verrattuna optimilannoitukseen – Vehnä. Ei päiväystä. [Verkkosivusto]. Helsinki: Yara Suomi Oy. [Viitattu 27.11.2018]. Saatavana: <https://www.yara.fi/lannoitus/vehna/ravinnepuutokset---vehna/typen-puute-verrattuna-optimilannoitukseen---vehna/>
- Vehnän sato. Ei päiväystä. [Verkkosivu]. Helsinki: Yara Suomi Oy. [Viitattu 27.11.2018]. Saatavana: <https://www.yara.fi/lannoitus/vehna/vehnan-sato/>
- Viljan ravinteiden otto. Ei päiväystä. [Verkkosivu]. Helsinki: Yara Suomi Oy. [Viitattu 29.11.2018]. Saatavana: <https://www.yara.fi/lannoitus/viljat/viljan-ravinteiden-otto/>
- Vinkkejä erityyppisten vehnien viljelyyn. 2013. [PowerPoint-esitys]. Helsinki: Viljalan yhteistyöryhmä. [Viitattu 28.11.2018]. Saatavana: https://www.vyr.fi/document/1/92/e7e58fc/oppaat_0919e06_Vehnn_viljely_eri_kayttotarkoitukseen_2013.pdf
- YaraVita-lehtilannoitteet. Ei päiväystä. [Verkkosivu]. Helsinki: Yara Suomi Oy. [Viitattu 20.3.2017]. Saatavana: <https://www.yara.fi/lannoitus/lannoitteet/yaravita/>
- Ympäristökorvauksen sitoumusehdot. 2015. [Verkkojulkaisu]. Seinäjoki: Maaseutuvirasto. [Viitattu 15.2.2017]. Saatavana: <http://maaseutuvirasto.mobiezone.fi/zine/304/cover>

Zeļonka, L., Stramkale, V., Vikmane, M. 2005. Effect and after-effect of barley seed coating with phosphorus on germination, photosynthetic pigments and grain yield. *Acta Universitatis Latviensis* 691. 111–119.

LIITTEET

Liite 1. Katetuottolaskelmat

LIITE 1 Katetuottolaskelmat

Rehuvehnän katetuotto, koeruutu

	Rehuvehnä		
	Määrä	á	€
Tuotot/ha			
Pääsato	5,429	137	743,77
Tuotot yhteensä			743,77
Muuttuvat kustannukset/ha			
Oma siemen	0,301	207	62,31
Solatrel	1,8	4,00	7,20
Thiotrac	0,9	3,20	2,88
Belor 27-3-5	450	0,284	127,80
Tooler	0,05	178,57	8,93
Express	0,016	565,00	9,04
Swipe	0,8	30,40	24,32
Cycocel	0,5	2,70	1,35
Cerone	0,2	20,60	4,12
Bumper	0,5	23,00	11,50
Comet pro	0,55	37,40	20,57
Tilt	0,3	26,50	7,95
Kestac	0,3	13,80	4,14
Traktorin polttoaine+öljy	3,5	13,00	45,50
Puimurin polttoaine+öljy	0,6	22,00	13,20
Kuivatus	5,429	25,00	135,73
Liikepääoma 30 %	168,04	0,04	6,72
Muuttuvat kustannukset yht.			493,25
Katetuotto A ilman tukia			250,52
Työmenekki	4,6	16,00	73,60
Katetuotto B ilman tukia			176,92

Rehuvehnän katetuotto, vertailuruutu

	Rehuvehnä		
	Määrä	á	€
Tuotot/ha			
Pääsato	5,818	137	797,07
Tuotot yhteensä			797,07
Muuttuvat kustannukset/ha			
Oma siemen	0,301	203	61,10
Belor 27-3-5	450	0,284	127,80
Tooler	0,05	178,57	8,93
Express	0,016	565,00	9,04
Swipe	0,8	30,40	24,32
Cycocel	0,5	2,70	1,35
Cerone	0,2	20,60	4,12
Bumper	0,5	23,00	11,50
Comet pro	0,55	37,40	20,57
Tilt	0,3	26,50	7,95
Kestac	0,3	13,80	4,14
Traktorin polttoaine+öljy	3,5	13,00	45,50
Puimurin polttoaine+öljy	0,6	22,00	13,20
Kuivatus	5,818	25,00	145,45
Liikepääoma 30 %	167,57	0,04	6,70
Muuttuvat kustannukset yht.			491,67
Katetuotto A ilman tukia			305,39
Työnmenekki	4,6	16,00	73,60
Katetuotto B ilman tukia			231,79