

BIOSTIMULANTTIEN SATOVAIKUTUSKOE KEVÄTVEHNÄLLÄ



Ammattikorkeakoulun opinnäytetyö

Maaseutuelinkeinot, Mustiala

Kevät 2022

Markus Äijälä

Maaseutuelinkeinojen koulutusohjelma

Tekijä Markus Äijälä

Työn nimi Biostimulanttien satovaikutuskoe kevätvehnällä

Ohjaaja Heikki Pietilä

Tiivistelmä

Vuosi 2022

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on perehtyä maatalouden uuteen tuoteperheeseen, biostimulantteihin. Biostimulantit ovat nestemäisiä aineita, joilla pyritään auttamaan kasvia selviämään paremmin stressaavissa kasvuolosuhteissa, kuten liian kuivassa tai märässä. Biostimulantteja on tutkittu Suomessa vasta noin 15 vuotta ja niitä on ollut markkinoilla vasta muutaman vuoden ajan. Maailmalla biostimulantteja on hyödynnetty jo pitkään. Biostimulanteilla Suomessa on saatu jopa 800 kilon sadonlisää hehtaarilla. On myös kokeita, missä ei sadonlisää olla saatu. Biostimulanttien vaikutusmekanismit ovat hyvin monimutkaiset, sillä niissä on monia erilaisia yhdisteitä. Biostimulantteja käytetään vain pieniä määriä hehtaarille, eivätkä ne ole kalliita. Biostimulanteilla on mahdollista saada pienellä panoksella merkittäviä sadonlisä ja tätä kautta ne edesauttavat vijelyn kannattavuutta ja varmuutta.

Satokoe tehtiin YaraVita BioNUE ja YaraVita Biotrac-nimisillä biostimulanteilla. Koelohkoksi valittiin maalajiltaan ja pinnanmuodoiltaan tasainen lohko, jotta kasvustoon vaikuttaisi mahdollisimman vähän erilaiset ulkoiset tekijät. Lohko on yhdeksän hehtaarin kokoinen, syysmuokattu ja maalajiltaan multava hietasavi. Lohko jaettiin kolmeen osaan: lohkon toiseen reunaan jätettiin noin kolmen hehtaarin kokoinen alue, joka käsiteltiin BioNUElla. Toinen reuna käsiteltiin Biotracilla, ja keskelle jätettiin noin kahden hehtaarin kaistale, johon ei ajettu biostimulanttia. Lohkon eri alueiden sadot mitattiin puimurin satomittarilla, ja tarkemmin vaa'alla punnittuna. Tarkempi punnitus toteutettiin jättämällä aarin alueet lohkon eri kohtiin, jotka puitiin erikseen, tyhjennettiin siemensäkkeihin, vietiin tilakeskukselle ja punnittiin.

Koe oli mielestäni osittain onnistunut. Biostimulanteilla käsitellyistä kohdista saatiin parempaa satoa kuin käsittelemättömästä, mutta erot olivat pieniä. Sadonmittausmenetelmät eivät olleet ongelmattomia, ja kesän kuivuus ja kuumuus oli niin rajua, että biostimulantitkaan eivät pystyneet paljoa pelastamaan. Kokeen perusteella voidaan kuitenkin hyvällä omatunnolla todeta, että biostimulanttikäsittelyä kannattaa harkita omaan viljelyohjelmaan, sillä haittaa niistä ei ainakaan ole, ja niissä on paljon potentiaalia. Työn toimeksiantajana toimi salolainen viljelijä, Mika Äijälä.

Avainsanat Biostimulantti, abioottinen stressitekijä, kevätvehnä

Sivut 32 sivua

The main goal of this thesis is to study and test a new agricultural product family, biostimulants. Biostimulants are liquid substances, that are supposed to protect plants from difficult growth conditions, for example too hot or too wet. Biostimulants have been studied in Finland only for 15 years now and they have been in market for sale for a couple of years. Abroad biostimulants have been used for much longer than in Finland. In Finland, we have gained even 800 kilos more crop per hectare at best with biostimulants. There are also experiments, where no crop increase was gained. Mechanisms of action of biostimulants are very complicated because they contain so many different kinds of substances. Biostimulants aren't expensive, and only a little amount per hectare is used. It is possible to get big crop increases with a small amount of money and risk with biostimulants and they can also bring security to farming.

This crop experiment with biostimulants was made with YaraVita BioNUE and YaraVita Biotrac. A nine hectare field of level ground was chosen for the experiment, which has the same soil type all around the field. The field had been cultivated in previous fall, and its soil type is fine sand clay rich in organic matter. The field was divided into three parts: one side of the field there was a part that was sprayed with BioNUE, the other side was sprayed with Biotrac and on the middle part no biostimulants were used. Both biostimulant areas were about three hectares, and the middle part was about two hectares big. Yield was measured in the different parts of the field with combine harvester's crop meter, and also a more precise measurement with a scale. More precise measurement was executed by leaving one are of crop in each part of the field, which were harvested separately and weighed.

The experiment was partially successful. The parts of the field that were handled with biostimulants, provided more crop than the part where no biostimulant was used. The difference was very small though. The crop measurement methods used were not trouble free either, and the heat and drought was brutal during the growing season. For a final conclusion, I'll say that farmers should seriously consider using biostimulants because of their potential of being such a profitable investment. Biostimulants also don't cause any harm, extra work or driving times. This thesis was made in collaboration with farmer Mika Äijälä.

Keywords Biostimulant, abiotic stress factor, spring wheat

Pages 32 pages

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Mitä biostimulantit ovat?	2
2.1	Biostimulanttien historia	3
2.2	Tutkimuksia biostimulanteista	5
2.3	YaraVita BioNUE:n ja Biotrac	6
2.3.1	Biostimulanttien erilaiset vaikutusaineet	7
2.4	Biostimulanttien käyttö	9
3	Aineisto ja menetelmät	11
3.1	Koelohkotiedot ja toimenpiteet.....	11
3.2	Kokeen toteutus.....	14
3.2.1	Sadonmittaus menetelmät	16
3.3	Kasvukauden sää- ja kasvuolosuhteet	19
4	Satotulokset.....	23
4.1	Puimurin satomittari	23
4.2	Punnitukset	25
4.3	Jyvien koostumukset.....	26
5	Laskelmia biostimulanttien kannattavuudesta	26
5.1	Tulosten analyysi ja niihin vaikuttaneet tekijät	29
	Lähteet.....	31

1 Johdanto

Viime vuosina kasvukaudet ja kasvien kasvuolosuhteet Suomessa ovat vaihdelleet hyvin paljon. Esimerkiksi vuonna 2017, syksy oli poikkeuksellisen märkä ja monella jäi viljaa puimatta. Vuonna 2021, kesä- ja heinäkuu olivat ennätysellisen kuivia ja kuumia, eikä sadetta tullut juuri missään koko tämän kahden kuukauden aikana. Sateet ovat entistä arvaamattomampia ja niitä on vaikea ennustaa. Monet kokeneet viljelijät sanovat juuri samaa: Ennen oli paljon säännöllisempää milloin päästiin pellolle kylvämään, millon tekemään rehua ja milloin päästiin puimaan, sekä milloin nämä saatiin valmiiksi. Nykyään tuntuu, että eri vuosina esimerkiksi kylvöjen aloituspäivät voivat vaihdella monella viikolla. Maataloudessa sää ja ilmasto ovat hyvin suuri tekijä sadon onnistumisen kannalta, ja kasvukausien vaihtelut tuovat epävarmuutta ja ongelmia viljelijöille.

Joka päivä maailmassa väesto kasvaa, mikä tarkoittaa sitä, että ruuantuotannon tarvitsisi myös kasvaa, tai sitä tulisi saada tehostettua ja saada suurempia satoja. Hyvin monella alueella abioottiset tekijät syövät paljon satoa vuosittain. Abioottiset ympäristötekijät tarkoittavat eliöihin kohdistuvia ympäristön elottomia fysikaalisia ja kemiallisia tekijöitä, kuten märkyys, kuivuus tai happamuus. Abioottisia tekijöitä vastaan voidaan yrittää taistella esimerkiksi sadettimilla, salaojilla ja kalkituksella. Joskus olosuhteet käyvät niin hankaliksi, että viljeltävät kasvit joutuvat stressin vaikutuksen alaisiksi pitkiksikin ajoiksi. Onneksi pientä helpotusta tähän vaivaan on olemassa.

Biostimulantit ovat aineita, jotka auttavat kasvia selviytymään juuri näitä abioottisia stressitekijöitä vastaan. Ne parantavat muun muassa kasvin aineenvaihduntaa, ravinteidenottokykyä ja vahvistavat kasvin juuristoa. Biostimulantteja maailmalla on käytetty jo jonkin aikaa, mutta niissä on edelleen tutkittavaa niiden tarkoista vaikutuksista kasviin ja käytön tehokkuudessa. Yleisimpiä biostimulantteja ovat merileväpohjaiset biostimulantit ja humushappopohjaiset biostimulantit. Suomessa biostimulantteja on markkinoitu vasta muutama vuosi ja tutkittu noin 15 vuotta. Suomen olosuhteissa biostimulanttien positiivinen vaikutus on todistettu, mutta satohyödyt vaihtelevat paljon, joten niitäkin täytyy tutkia lisää.

2 Mitä biostimulantit ovat?

Biostimulantit määritellään tuotteiksi, jotka vaikuttavat välillisesti tai suoraan kasvin fysiologiaan ja edistävät kasvin kehitystä, kasvua, sekä stressinsietokykyä. (KM, 2022) Biostimulantit sisältävät aminohappoja, hydrosyylaatteja, molekyyliä, mikrobeja tai uutteita. Nämä toimivat tehostaen kasvin stressinsietoa ja ravitsemusta ja tätä kautta parantavat sadon laatua. Biostimulantit nimensä mukaisesti ”stimuloivat” eli tehostavat tai piristävät kasvin aineenvaihduntaa, stressinsietoa, juuristovyöhykkeen yhteistoimintaa muun eliöstön kanssa, tai ne voivat stimuloida maan mikrobiston toimintaa ja parantaa maan kasvukuntoa sitä kautta. Biostimulanteilla voidaan siis hetkellisesti tehostaa kasvin puolustuskykyä, ravinteidenottoa ja kulkeutumista, kasvupotentiaalia ja juuristonkasvua, sekä auttaa kasvia selviytymään ympäristön abioottisista tekijöistä. (Mattila & Rajala, 2019) Abioottinen tekijä tarkoittaa kasvien kasvuun vaikuttavia kemiallisia ja fysikaalisia elottomia tekijöitä, esimerkiksi kuivuutta, kuumuutta, happamuutta, märkyttä tai suolaisuutta. Bioottinen tekijä puolestaan tarkoittaa kasvien kasvuun vaikuttavien eliöiden muodostamia ympäristötekijöitä, kuten kasvitauteja ja tuholaisia. (Yara R&D, 2021) Biostimulanttien vaikutus kasveissa voi olla yhden tai useamman kemiallisen yhdisteen aiheuttamaa, ja sen aikaansaamiseen riittää usein jo pieni määrä tuotetta. Biostimulantteja koskevien tieteellisten artikkelien määrä on viime vuosina kasvanut paljon, mutta tieto biostimulanttien tarkasta toiminnasta ja vaikutusmekanismeista on silti vielä melko vähäistä. Biostimulanttien vaikutusmekanismeja ei tunneta läheskään kaikkia ja niitä on monenlaisia. Esimerkiksi merileväuutteessa voi olla jopa satoja erilaisia yhdisteitä, ja vain osasta tiedetään, miten ne vaikuttavat kasvilla. (KM, 2022)

Maailmanlaajuisesti on arvioitu, että abioottiset stressitekijät voivat viedä jopa kaksi kolmasosaa potentiaalisesta sadosta. Biostimulantit auttavat tähän ongelmaan, joten niistä on tullut kiinnostava puheenaihe ympäri maailmaa. Viime vuosina kasvukaudet Suomessa ovat olleet haastavia, sillä on ollut paljon kuivuutta, kuumuutta ja märkyttä. Stressaantuneena kasvi rajoittaa aineenvaihduntaansa, mikä tarkoittaa käytännössä sen kasvun hidastumista tai jopa pysähtymistä hetkellisesti. Suomen kasvukausi on muutenkin haasteellisen lyhyt, joten olisi kaikkein parasta, että kasvin kasvuun ei tulisi hidastuksia tai taukoja. Globaalin väestönkasvun takia ihmisten ruokintatarve lisääntyy, joten tarvitaan yhä

suurempia satoja pelloilta. Abioottisen stressin hallinta auttaisi viljelymahdollisuuksien parantamista muuttuvassa ilmastossa ja tasaisi satovaihteluita niin laadun kuin määränkin kannalta. (Agri media, 2020)

Biostimulanttien hyviä puolia ovat niiden edullinen hinta verrattuna muihin maatalouden tuotantopanoksiin, haittaamattomuus sekä helppokäyttöisyys. Haittaamattomuus tarkoittaa, että biostimulanteista ei aiheudu haittaa ympäristölle. Edullisuutensa vuoksi biostimulanteilla on hyvä mahdollisuus saada rahallista hyötyä. Vaikka biostimulanteilla on positiivinen vaikutus kasvien kasvuun ja hyvinvointiin, eivät ne pysty korvaamaan kasveille välttämättömiä ravinteita, tai tarjoa suojaa tuholaisilta ja taudeilta. Biostimulantteja voidaan ajatella tietynlaisena vakuutuksena, sillä tulevaa sadon laatua ja sääoloja on vaikea ennustaa etukäteen ja olisi hyvä, että pystyisimme tukemaan kasvin kasvua muillakin aineilla kuin lannoitteilla ja kasvinsuojeluaineilla. (KM, 2022) Sato on monen tekijän summa, joten mikäli esimerkiksi pellon ojitus tai lannoitus on pielessä, ei biostimulanteista ole apua. Peltolohkon perusasiat tulee olla kunnossa ja tasapainossa, jotta biostimulanteista on hyötyä. Biostimulantit ovat hyvä keino sulkea viimeisiä stressitekijöitä pois. (Agri media, 2020) Tavanomaisessa viljelyssä kasvinsuojelu ja lannoitus ovat välttämättömiä, ja ilman niitä ei tule satoa. Biostimulantit minimoivat riskitekijöitä ja varmistavat sadon kasvua. (Laine & Liespuu, 2020)

2.1 Biostimulanttien historia

On dokumentoitu, että Euroopan alueella jo antiikin roomalaiset ymmärsivät käyttää merilevää maataloudessa lannoitteena. Rooman merkittävin kirjoittaja maatalouteen liittyen L.J.M Columella kirjoitti, että taimien juuret tuli kääriä merilevään. Tällä tavalla pyrittiin pitämään taimien juuret tuoreina. Muinaisten rannikkokaupunkien ihmiset luultavasti myös käyttivät merilevää maaperän lannoituksessa, mutta vain antiikin roomalaiset jättivät kirjoituksia tästä toiminnasta. Merilevää oli raskasta kuljettaa ja kantaa, joten sitä pääasiassa käytettiin vain rannikoilla. (Cotas & Pereira, 2020)

Ennen vuotta 1997 biostimulantit luokiteltiin vielä lannoitteiksi ja torjunta-aineiksi. Tutkijat nimeltä Zhang ja Schmidt "Crop and Soil Environmental Sciences Of The Virginia Polytechnic Institute And State University" -laitokselta julkaisivat nettiartikkelin, jossa he määrittelivät biostimulantit aineiksi, jotka pienillä määrillä parantavat kasvin kasvua. He halusivat erottaa biostimulantit lannoitteista, joita käytetään suuria määriä. Vuonna 2012 Euroopan komissio sai käsiteltäväkseen tutkimuksen biostimulanteista, jossa määriteltiin ja arvioitiin tarkemmin biostimulanttien koostumusta ja niiden sisältöä. Tutkimuksen oli julkaissut henkilö nimeltä Du Jardin. Tutkimuksessa hän oli käyttänyt lähteenään yli 250 erilaista tieteellistä lähdeä, joissa käsiteltiin biostimulantteja. Tutkimuksessaan Du Jardin ehdotti biostimulanttien määritelmäksi, että ne ovat aineita ja materiaaleja, joilla sovellettaessa kasviin, siemeneen tai kasvavaan aineeseen tarkassa muodossa, on kapasiteetti muokata kasvissa tapahtuvia fysiologisia prosesseja, jonka seurauksena kasvin on mahdollista parantaa kasvuaan ja kehitystään, sekä sietää paremmin stressitekijöitä. Samalla Du Jardin totesi biostimulanttien olevan heterogeenisiä aineita ja löysi kahdeksan ainetta, jotka toimivat biostimulantteina: 1. Humusaineet, 2. Jotkin monimutkaiset orgaaniset aineet, jotka ovat peräisin jätteistä ja lannasta, 3. Alkuaineista alumiini, koboltti, pii ja natrium, 4. Epäorgaaniset suolat, 5. Merilevä eritteet, 6. Kitiini ja kitosaanijohdanteet, 7. Antitranspantit ja 8. Vapaat aminohapot ja tyypeä sisältävät aineet. (Rouphale & Colla, 2020)

Vuonna 2015 Du Jardin julkaisi uuden artikkelin nimeltä Biostimulants In Horticulture, jossa hän pohti uudelleen biostimulanttien määritelmää. Hänen uutta määritelmäänsä tukivat tieteelliset todisteet biostimulanttien toimintatavasta, niiden luonnosta ja erilaisista vaikutustavoista maataloudessa ja puutarhataloudessa. Hänen uusi määritelmänsä meni seuraavasti: Kasvibiostimulantti on mikä tahansa aine tai mikro-organismi, joka sovellettuna kasviin auttaa kasvin ravinnetehokkuutta, stressinsietokykyä ja sadonlisää, riippumatta sen ravinnepitoisuudesta. Biostimulanttien määritelmä on siis ollut epäselvä ja siitä on väitelty paljon viime vuosikymmeninä. Hiljattain uuden EU asetuksen 2019/1009 nojalla päädyttiin seuraavaan: Kasvibiostimulantin on oltava EU:n lannoitevalmiste, jonka tehtävänä on stimuloida kasvin ravitsemusprosessia itsenäisesti riippumatta tuotteen ravintoainepitoisuudesta, ja jonka ainoana tavoitteena on parantaa yhtä tai useampaa seuraavista kasvin ominaisuuksista: ravinteiden käytön tehokkuutta, sietokykyä abiottisia stressitekijöitä vastaan, laatuominaisuuksia ja/tai rajoitettujen ravinteiden saatavuutta

maaperästä tai juurakosta. Edellämainitun määritelmän perusteella biostimulantit määritellään maataloudessa tänä päivänä. (Rouphale & Colla, 2020) Biostimulanttien tieteellinen tutkiminen Suomessa alkoi vasta vuona 2007. (Lahti & Simula, 2020)

2.2 Tutkimuksia biostimulanteista

Suomessa biostimulanteista tehtyjä kenttäkoetuloksia on vielä vähän, vaikka niiden teho on jo maailmalla tunnettu. Kokeiden tuloksissa on paljon eroja, sillä biostimulanttien teho on sidoksissa kasvien kokeman stressin määrään. Esimerkiksi Yara oli tehnyt kokeiluja kymmenen eri tilan kanssa vuonna 2020. Tilat käyttivät YaraVita BIOTRACia, ja kaikilla oli todella monipuolinen kasvilajivalikoima, kuten mansikka, peruna, sipuli, kumina ja herne. Yaran kenttäkokeilla sadonlisä on vaihdellut noin 3 - 33 % välillä. (Yara, 2020) Tieteellisissä tutkimuksissa biostimulanteilla saatu sadonlisä maailmanlaajuisesti on keskimäärin 20 %, mutta luku sisältää hyvin erilaisia kasvupaikkoja ja kasvilajeja. Esimerkiksi Pohjois-Irlannista saatujen tieteellisten koetuloksien perusteella syysvehnälle muodostui jopa 1,25 tonnin sadonlisää hehtaarilta. (Yara n.d.) Vaikka paljon positiivisia tutkimustuloksia biostimulanteista on tullut, ei silti kaikista kokeista ole lisäsatoa kuitenkaan saatu. Tämä johtunee biostimulanttien monimutkaisista vaikutustavoista ja vaihtelevista kasvukausista. (Lahti & Simula, 2020)

Viljelijän Avena Berner on myös tehnyt jonkin verran kokeita eri kasveilla. Eniten koetuloksia biostimulanttikäsittelystä on perunalla. Kokeissa käytettiin merilevähajaisia ja aminohappopohjaisia biostimulantteja. Perunan tärkkelystaso kasvoi 665 kilosta jopa 1255 kiloon hehtaarilta. Tämä tarkoittaa 115 euron ja 300 euron rahallista hyötyä hehtaarilta ainekustannusten vähentämisen jälkeen. Kokeessa havaittiin myös juuriston voimistumista. Rikkakasvien osalta tehtiin myös havaintoja. Koelohkon biostimulanteilla käsitellyssä osassa rikkakasveja oli huomattavasti vähemmän, sillä peruna kasvoi alussa hyvin ja pääsi varjostamaan rikkakasveja. Myös juuristossa havaittiin vähemmän lakastetta kuin ruiskuttamattomassa osassa. Lakaste on yleinen perunan juuristotauti. (Laine & Liespuu, 2020)

Samalla aineella kuin perunatutkimuksissa saatiin hybridirukiilla 450 kiloa lisäsatoa hehtaarilta kahteen kertaan käsiteltynä. Ensimmäinen biostimulanttiannos ajettiin rikkaruiskutuksen yhteydessä, toinen lippulehtivaiheessa, ja molemmilla kerroilla ainetta käytettiin 2 litraa hehtaarille. Kokeessa abioottisia stressitekijöitä oli vain vähän, ja ravinteita ja vettä riitti kasveille kesäksi sopivasti. Kasvustoista kuitenkin huomasi, että biostimulanteilla käsitellyssä alueessa kasvusto kasvoi vahvemmin ja korkeammaksi. Tähtäkoko myös tasaantui. Myös vehnälle ja ohralle kokeessa saatiin enemmän satoa, mutta hieman vähemmän. Kevätrypsillä huomattiin kukinnan voimistumista, varresta tuli paksumpi, juuristo vahveni ja satoeroa käsittelemättömään alueeseen saatiin noin 190 kiloa hehtaarita. Härkäpavuilla biostimulanttien vaikutus huomattiin palkojen määrässä. (Laine & Liespuu, 2020)

2.3 YaraVita BioNUE:n ja Biotrac

YaraVita BioNUE tuotetta voi käyttää lehtilannoitteena, sekä maahan lisättynä. Se sisältää leonardiitti-mineraloidista eristettyjä fulvo- ja humushappoja korkeina pitoisuuksina. Kun abioottiset stressitekijät uhkaavat, BioNUE käynnistää luontaisia prosesseja kasveissa, minkä seurauksena kasvien stressinsietokyky paranee. BioNUE parantaa myös rikin ja typen hyväksikäyttöä ja neutralisoi stressin aiheuttamia happiradikaaleja, jotka ovat myrkyllisiä kasveille. (Viljelyopas, 2022; s.115) Happiradikaalit tekevät tuhoa kasveille solutasolla. Ne tuhoavat solukalvoja ja hajoitavat kasvin kasvamiseen tärkeitä proteiineja. (Lahti & Simula, 2020). BioNUE soveltuu käytettäväksi kaikille kasveille viljakasveista puutarhakasveihin. BioNUEta voidaan sekoittaa useimpien lehtilannoitteiden ja torjunta-aineiden kanssa. Sekoitukset on helppo tarkistaa tankmix.com verkkosivulta. Tarkalleen BioNUE sisältää 15 % bioaktiivisia aineita, eli edellämainittuja humus- ja fulvohappoja, mangaania 1 % (12g/l), sinkkiä myös 1 % (12g/l) ja 10 % orgaanista hiiltä. Tuotetta suositellaan käytettäväksi jo ennen stressitekijöiden ilmenemistä. Viljoissa ja öljykasveissa on suositeltavaa käyttää ainetta 1-2 l/ha ja käsittely yhteen tai kahteen kertaan, riippuen kasvukauden hankaluudesta. Levitysajat kannattaa sijoittaa aikaiseen kasvuvaiheeseen, ja levitysten välillä tulisi olla 14 - 20 päivän tauko. Vesimääräksi suositellaan 200 litraa hehtaarille. (Viljelyopas, 2022; s.115)

YaraVita BIOTRAC on hyvin samankaltainen aine kuin BioNUE. Molemmat auttavat stressinsietoon ja ravinteidenottokykyyn, ja niiden levitysaika sekä määrä ovat samat. Molemmat on formuloitu parantamaan käyttöturvallisuutta, käytettävyyttä ja tehoa. Niissä on valikoituja ravinteita lisäämään tuotteiden tehoa, ja molempia valmisteita voidaan käyttää myös luomussa. Merkittävin ero aineissa on se, että BIOTRAC sisältää merilevästä eristettyjä bioaktiivisia aineita, kun taas BioBUEssa bioaktiivisina aineina olivat humus- ja fulvohapot. BIOTRACin tarkat koostumukset ovat: Bioaktiiviset aineet, eli merileväyhdisteet 22 %, boori 1.1 % (13 g/l), sinkki 1.1 % (13 g/l), typpi 5.6 % (65 g/l), kalium 2.3 % (27 g/l). (YaraVita n.d) Bioaktiivisten aineiden määrä biostimulanteissa on massiivinen. Otetaan esimerkiksi BIOTRAC. Siinä on 13 erilaista polysakkaridia, noin 10 erilaista sterolia ja lisäksi jonkin verran luokittelemattomia aineita. (Yara R&D, 2021)

2.3.1 Biostimulanttien erilaiset vaikutusaineet

Yleisimmät biostimulantit markkinoilla ovat humus- ja fulvohappoiset sekä merileväpohjaiset valmisteet (Agri media, 2020). Merilevät joutuvat sietämään paljon stressiä, joten ne ovat joutuneet kehittämään omanlaisia ominaisuuksia selvitäkseen. Vuorovesi-ilmiön takia esimerkiksi ruskolevä joutuu elämään osan ajasta kuivalla maalla. Näitä ominaisuuksia pyritään tuomaan peltokasveillekin biostimulanttien avulla. (Yara R&D, 2021)

Merileväuutepohjaisissa biostimulanteissa vaikuttavat aineet sisältävät orgaanisia ja mineraalisia ainesosia, kuten kasvihormoneja, hivenravinteita ja rasvahappoja. Määrät vaihtelevat levälajin, valmistustavan, sekä keruuajan mukaan. Tärkein tavoite merileväuutebiostimulanteilla on edistää kasvien juurten kasvua ja muodostumista. Juurten voimistumisen avulla kasvi pystyy tehostamaan ravinteidenottoaan ja ravinteiden kertymistä kasviin. Samalla myös kasvulla parantuu vedenkäytön tehokkuus ja tätä kautta stressinsieto. Merileväuutteen vaikutusmekanismi kohdistuu siis kasvihormoneihin, jotka vaikuttavat kasvin kasvuun, sekä juuristomikrobien toiminnan tehostamiseen. Esimerkiksi mykorritsojen kolonisaatio, sekä typensitojien nystyrän muodostus ja muita vaikutuksia eri kasveissa on löydetty. (Mattila & Rajala, 2019)

Humus- ja fulvohappopohjaiset biostimulantit sisältävät merilevähapojen biostimulanttien tapaan pienimolekyylisiä orgaanisia yhdisteitä. Fulvohapoissa on suurempi kationinvaihtokapasiteetti kuin humushapoissa. Mitä suurempi kationinvaihtokapasiteetti, sen enemmän maaperä pystyy pidättämään ravinteita. Humus- ja fulvohappopohjaiset biostimulantit edistävät kasvilla erityisesti juuriston kasvua. Humushapot vaikuttavat versojen kasvun lisääntymiseen, maan kasvukunnon paranemiseen, kuivuuden keston, suolastressinsietoon ja sadon laadun paranemiseen. Fulvohapot tehostavat kasvin kasvua ja auttavat kasvia selviämään varsinkin kuivuudessa, ja lisäksi auttavat sietämään erilaisia myrkyllisiä metalleja. Molemmat hapot edistävät kasvien ravinteiden saatavuutta, varsinkin typen, fosforin, kaliumin, kalsiumin, magnesiumin ja raudan osalta. Humushapot säätelevät kuivuus- ja suolastressiin vaikuttavia hormoneja ja säätelevät kasvuhormoneja. Ne myös muuntavat ja kuljettavat myrkyllisiä kemikaaleja, sekä kierrättävät happea ja hiiltä maassa. Humushappojen liiallinen käyttö voi pahimmassa tapauksessa aiheuttaa negatiivisia vaikutuksia kasvilla, joten niitä kannattaa käyttää suositusten mukaisesti. Fulvohapot vaikuttavat kasvin metaboliaan eli aineenvaihduntaan, ja parantavat maan kationinvaihtokykyä. (Mattila & Rajala, 2019)

Muita markkinoilla olevia biostimulanttituotteita ovat esimerkiksi aminohappo-, kitiini- ja mikrobivalmistepohjaiset biostimulantit. Mikrobivalmistepohjaisissa biostimulanteissa hyödynnetään maaperässä olevia sieniä ja bakteereita, jotka on todettu erittäin tehokkaiksi. Mikrobit ovat vuorovaikutuksessa kasvin kanssa ja ne edistävät juuriston toimintaa, kasvuhormonien tuotantoa ja säätelyä, typensidontaa, fosforin ja kaliumin liukenemistä, sekä mikroravinteiden saatavuuden parantamista maassa. Näiden tekijöiden seurauksena paranee sadon laatu ja kasvin stressinsietokyky. Näillä aineilla on kuitenkin kasvilajikohtaisia eroja vaikuttavuudessa, joten tuotteen sopivuus tietylle kasville tulee tarkistaa. Kitiinipohjaisissa biostimulanteissa hyödynnetään äyriäisten kuorissa olevia erilaisia monimutkaisia yhdisteitä. Äyriäisten kuoret ovat ruokateollisuuden runsas sivuvirta, joten niitä on saatavilla helposti. Kitiinipohjaiset biostimulantit toimivat hiilenlähteenä maaperän eliöille ja vaikuttavat geenitasolla kasvin aineenvaihduntaan ja stressinsietoon. Näitä tosin käytetään usein hedelmissä, koska niillä saadaan myös parannettua sadon säilyvyyttä. (Mattila & Rajala, 2019)

2.4 Biostimulanttien käyttö

Hyvin usein viljelijöiden ensimmäinen reaktio on häkellys, kun he kuulevat sanan biostimulantti. Termi biostimulantti voi helposti aiheuttaa hämmennystä. Jotkin viljelijät ovat usein epäileväisiä joihinkin uusiin asioihin, joiden pitäisi auttaa viljelyä jollain tavalla. Biostimulanttien käytölle löytyy kuitenkin selkeä peruste ja ne ovat tärkeä ja toimiva tuoteryhmä. Biostimulantteja myyvillä yrityksillä on ollut tavoitteena vähentää tätä hämmennystä kertomalla biostimulanteista viljelijöille mahdollisimman yksiselitteisesti. Biostimulantit on pääasiassa suunniteltu pohjoismaita lämpimimpiin olosuhteisiin. Keski-Euroopassa varsinkin biostimulanteista on tullut varsinainen perusviljelytoimenpide. (KM, 2022) Muuallakin maailmalla kuin Euroopassa biostimulanttien käyttö on yleistä, erityisesti puutarha- ja erikoiskasveilla. Suomessa biostimulantteja myydän uutuutena. Eräs ranskalaisyritys epäonnistui aikoinaan markkinoimaan biostimulantteja Suomessa. Yritys ei ymmärtänyt Suomen markkinoita, ja halusi myydä heti suoraan suuria määriä. Suomalaiset eivät halunneet investoida tuotteeseen, jonka tehosta suomalaisissa olosuhteissa ei ollut testituloksia. (Agri media, 2021) Biostimulantteja maailmalla käytetään paljon myös golfnurmien talvehtimisen ja kasvun parantamiseen. (Laine & Liespuu 2020) Esimerkiksi eräs viljelijä on testaillut biostimulantteja jo vuosina 2011-2017, mutta viljelijän mukaan aika ei silloin vielä ollut niille kypsä. Silloin biostimulantteja suositeltiin käytettävän isompia määriä, joten niistä tuli kalliita, eikä siihen aikaan biostimulanteista oltu tehty kokeita Suomen oloissa. (Agri media, 2020)

Biostimulanttikäsittely kasvustolle olisi suositeltavaa tehdä jo ennen kuin stressitekijä iskee, mielellään jo muutama päivä ennen. Stressitekijöiden ilmenemistä on kuitenkin hankala ennustaa. Sää tiedotus on suuntaa-antava, ja varsinkin alkukesän sateet ovat hyvin arvaamattomia. (Lahti & Simula, 2020) Kasvi kestää paremmin stressitekijää, kun se on etukäteen saanut biostimulanttikäsittelyn, verrattuna siihen, kun se saa sen jo stressitekijän ilmaannuttua. (Laine & Liespuu, 2020) Paras ajankohta biostimulanttikäsittelylle olisi varhaisessa kasvuvaiheessa, esimerkiksi rikkaruiskutuksen yhteydessä. Suositeltu määrä viljoille ja öljykasveille on 1-2 litraa hehtaarille ja vesimäärä 200 litraa. (Viljelyopas, 2022; s.

115) Lähtökohtaisesti biostimulantit sekoittuvat todella hyvin muiden aineiden kanssa, joten biostimulantit on helppo levittää muiden ruiskutusten yhteydessä. Myöskään kustannuksia ei tule enempää, kun niitä ei tarvitse erikseen ajaa. Mikäli aineita sekoittelee paljon, on syytä kuitenkin tarkistaa sekoittuvuus. Tankkiseoksessa kannattaa lisätä veden määrää hieman, ja sekoittaa biostimulantti viimeisenä seokseen. (Laine & Liespuu, 2020) Mikäli stressitekijät ovat kovat, esimerkiksi on ollut pitkään kuumaa eikä vettä ole odotettavissa, kannattaa ajaa toinen annos biostimulanttia. Määrä on sama kuin ensimmäisessä käsittelyssä, 1-2 litraa. Toinen käsittely kannattaa tehdä vasta noin kymmenen päivän kuluttua edellisestä käsittelystä. Biostimulanttien haittapuolena on niiden säilyvyys. Viimeinen käyttöpäivä tulee tarkistaa, mikäli lähtee ruiskuttamaan ylivuotista biostimulanttia. (Lahti & Simula, 2020) Biostimulanttien käyttöikä voi yrittää pidentää säilyttämällä niitä viileässä, pois auringonvalon ulottuvilta ja korkki tiukasti kiinni (Agri media, 2020).

Vaikka biostimulantteja tutkitaan koko ajan, on vielä selvitettävänä, miten niistä saadaan parhaiten teho irti. Neuvotaan, että biostimulantteja tulisi käyttää stressitekijöiden uhatessa, mutta kannattaako niitä käyttää osana lannoitus- ja kasvinsuojeluohjelmaa. Kotkaniemessä tehtyjen satotutkimuksien mukaan sadonlisä on näkynyt yllättävästi paremmin hyvissä kasvustoissa. Mikäli siis käy ilmi, että biostimulantit vaikuttavat vahvasti kasvin fysiologiaan ja varsinkin hyvässä kasvustossa, voisi olla syytä lisätä biostimulantit osaksi ruiskutusohjelmaa. Voi myös olla, että kasvustossa piilee aina jonkinlainen stressitekijä, ja tähän vaikuttamalla saadaan normaalia parempi sato. (KM, 2022) Suomen kasvukausi harvoin on kuitenkin ideaali. (Agri media, 2020) Oikea ruiskutusaika on tärkeä biostimulanttien tehon kannalta, kuten muidenkin kasvinsuojeluaineiden. (KM, 2022) Viljasatoon vaikuttaa moni asia, kuten ojitus, lannoitus, maan happamuus ja laatu. Mikäli kasvi kärsii kovasti muiden satokomponenttien puutoksista, biostimulanteista tuskin on hyötyä. Mikäli kasvuston perusasiat ovat kunnossa, biostimulantit on hyvä keino poistaa viimeisiä stressitekijöitä. (Agri media, 2020) Biostimulantteja koskevat tieteelliset artikkelit ovat lisääntyneet paljon viime vuosina. Tästä huolimatta biostimulanttien tarkoista vaikutusmekanismeista tiedetään vielä hyvinkin vähän. Vaikutusmekanismit ovat monimutkaisia, ja aineissa yhdisteitä on paljon. (KM, 2022)

Lämpötila on merkittävä tekijä kasvinsuojeluaineiden ruiskutuksen onnistumisen kannalta. Jotkin aineet vaativat minimilämpötilan toimiakseen, ja monella aineella 20 asteen lämpötila on liian suuri. Liian suurella lämpötilalla jotkut aineet voivat aiheuttaa kasviin polttovioituksia. Kuumalla ja aurinkoisella ilmalla kasvien lehtien ilmaraot ovat kiinni veden säästämiseksi. Kun ne ovat kiinni, aine ei pääsen kasvin sisään lehdestä eikä tehoa halutulla tavalla. Sade on toinen tärkeä tekijä. Kun kasvusto on märkä, kasvinsuojeluaineet valuvat lehdistä alas eivätkä pääse kasviin. Monilla aineilla poutavaatimus ennen ruiskutusta vaihtelee tunnista kuuteen tuntiin. Pääsääntöisesti aamuyö on paras ruiskutusajankohta. (Farmit n.d.)

Biostimulanttikäsittelyä on myös suunniteltu käytettäväksi syysviljoilla. Syysviljat joutuvat usein olemaan pitkänkin aikaa stressaavissa olosuhteissa. Biostimulantit voisivat auttaa syysviljojen selviytymismahdollisuuksiin, mutta pohjoismaissa koetuloksia on liian vähän minkään päätelmän tekemiseksi. Lähitulevaisuudessa Yara aikoo tehdä kokeita syysviljoille biostimulanttikäsittelystä. Biostimulanttikäsittelykokeilu sijoittuu kevääseen, kun lumet ovat sulaneet, eikä syksyyn, ennen kuin talvi alkaa.

3 Aineisto ja menetelmät

3.1 Koelohkotiedot ja toimenpiteet

Jotta kokeesta saataisiin mahdollisimman realistiset ja uskottavat tulokset, tulee koelohkon vehnillä olla mahdollisimman samanlaiset kasvuolosuhteet. Koelohkoksi valikoitui Helminen-niminen lohko. Lohko on hyvän kokoinen, vähän alle 9 hehtaaria suuri ja se on hiljattain kalkittu. Lohko sijaitsee lähellä tilakeskusta ja kasvinsuojeluruiskun täyttöpaikkaa, joten kahden eri biostimulantin levittämiseen ei pitäisi kulua tarpeettoman paljon aikaa. Tällä tavoin ruiskutusten ajankohta on myös mahdollisimman lähellä toisiaan erojen minimoimiseksi. Lohko on hyvä melkein suorakaiteen muotoinen ja tasainen, joten se on helppo jakaa osiin. Lohkon salaojitus on hyvin toimiva, eikä sinne pitäisi syntyä lammikoita sateiden aikaan. Läpäisevyys riippuu tietysti sateen määrästä. Lohkon maalaji ei vaihtele

lohkon eri osissa, vaan on koko alalta multavaa hietasavea. Koko lohko on myös muokattu ja kylvetty samalla tavalla, ja levitetty kasvinsuojeluaineet ovat samat koko lohkolla. Näillä tekijöillä pyritään takaamaan mahdollisimman samanlaiset kasvuolosuhteet lohkon jokaisessa osassa. Taulukossa 1 näkyy vielä lohkon tarkat viljavuustiedot.

Taulukko 1: Koelohkon viljavuustiedot.

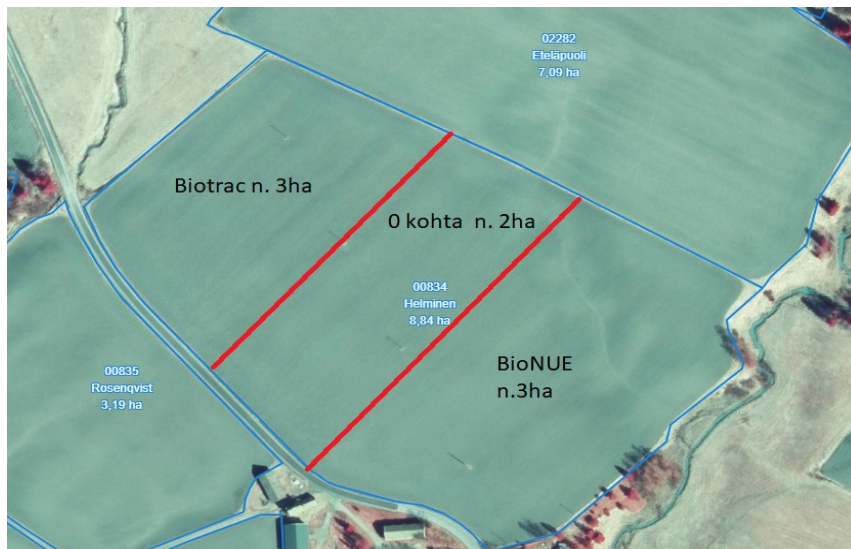
Ph	6,80	
Kalsium	3890	Korkea
Fosfori	13,9	tydyttävä
Kalium	258	tydyttävä
Magnesium	671,5	korkea
Kupari	8,7	hyvä
Boori	0	-
Rikki	17	hyvä
Maalaji	Hietasavi	HtS
Multavuus	multava	m

Tilalla on useita savisia lohkoja, joissa on omat hyvät ja huonot puolensa. Savimaan hyviä puolia ovat hyvä kuivuudenkesto ja ravinteiden sitomiskyky. Haasteita ja huonoja puolia ovat sen työläys ja herkkä tiivistyminen. Savisella maalla tärkein asia on pitää huolta maan viljavuudesta ja tehdä toimenpiteet oikeaan aikaan. Esimerkiksi liian märällä muokkaaminen tiivistää maata ja jättää märkiä kokkareita, jotka kuivuessaan ovat kuin kiviä, eikä kokkareita tahdo saada millään rikki. Savimailla ei siis kannata kiirehtiä töiden kanssa, mikäli haluaa tuleville kasveille hyvän kylvöalustan. Oikein viljeltyinä savimaa voi olla hyvinkin tuottavaa maata.

Edellisenä syksynä koelohko muokattiin kahteen kertaan Väderstad Swift kultivaattorilla puintien jälkeen. Kultivaattori on hyvä syysmuokkain savimailla, koska sen kanssa pääsee muokkaamaan tarpeeksi syvältä. Tarpeeksi syvältä muokkaaminen jättää pellolle vesitilaa ja se kuivuu nopeammin keväällä. Muokkauksen jälkeen pellon pinta on tumma, joten aurinko lämmittää sitä paremmin keväällä, mikä edesauttaa pellon kuivumista verrattuna siihen, miten se kuivuisi sänkimaalla. Seuraavana keväänä peltomaan kuivuttua tarpeeksi tehtiin kevätmuokkaus Multiva-merkkisellä joustopiikkiäkeellä. Koelohko äestettiin kahteen kertaan, jolla aikaansatiin sopiva pohja kylvömuokkaukselle. Äestys tehtiin 15.5. ja lohko kylvettiin siitä seuraavana päivänä. Lohkolle kylvettiin peitattua ja sertifioitua Calispero-keväthevän siementä. Kylvötiheys lohkolla oli 700 kappaletta neliöllä, eli 270 kg hehtaarille. Kylvettävä määrä siementä kiloina hehtaarille on helppo laskea. Tuhannen siemenen paino kerrotaan halutulla tiheydellä ja jaetaan kyseisen siemenen itävyydellä. Kylvökoneena toimi Väderstad Rapid, jonka työleveys on 6 metriä. Kevätvehnät kylvettiin 6 cm syvyyteen. Kylvön yhteydessä peltoon ajettiin Yaramila Y10 H (N 24 P 4 K 4) kivennäislannoitetta 450 kiloa hehtaarille. Myöhemmin kesällä lohkolle ajettiin vielä lisälannoituksena Belor premium tyyppi 27 kivennäislannoitetta 210 kg hehtaarille.

3.2 Kokeen toteutus

Kokeen tarkoituksena oli pyrkiä havaitsemaan biostimulanttien mahdollinen sadonlisä käytännössä. Tilalla ei ole aiemmin tehty varsinaista koelohkotoimintaa, eikä tarkempaa tutkimusta pellolla, joten kokeen toteutus käytännössä voi olla haastavaa. Ajan ja resurssien puutteen vuoksi pellolle ei saada jätettyä varsinaisia koeruutuja, vaan pelto kylvetään normaalisti. Kylvökone on kuusi metriä leveä, joten varsinaisten koeruutujen kylväminen on käytännössä mahdotonta. Varsinaista koelohkopuimuriakaan tilalla ei ole käytettävissä. Keväällä kylvettävää on paljon, ja kelien haastavuuden takia aikaa ei ole hukattavaksi. Tulosten aikaansaamiseksi tarvitaan siis hieman luovuutta ja kekseliäisyyttä.



Kuva 1: Ilmakuva koelohkosta.

Koelohkoksi valikoitui Helminen-niminen lohko. Lohko on hieman alle 9 hehtaaria ja sijaitsee lähellä tilakeskusta. Kesäisin tilalla ruiskutettavaa on paljon, joten koelohkon ruiskutus ja jakaminen haluttiin toteuttaa käytännössä mahdollisimman helpolla ja yksinkertaisella tavalla. Lohko päädyttiin jakamaan kolmeen eri osaan, kuten kuvasta 1 voi nähdä. Lohkon vasen puoli on käsitelty Yara vita Biotrac-aineella, lohkon keskiosaan on jätetty 0-kohta eli kaistale, mihin ei ole ajettu mitään biostimulanttia, ja lohkon oikea reuna taas on käsitelty Yara vita BioNUE-biostimulantilla. Biostimulanteilla käsitellyt alat yritettiin saada mahdollisimman saman kokoisiksi tasapuolisuuden varmistamiseksi ja kasvustojen vertailun helpottamiseksi. Lohkon suurempi tutkittava pinta-ala antaa mahdollisuuksia kasvuston

laajempaan ja kokonaisvaltaisempaan havainnointiin kuin yksittäisten koeruutujen kanssa. Alaa haluttiin jättää reilusti myös siksi, että varsinaisen sadonmittauksen toteuttamistapa oli kokeen alkuvaiheessa vielä epävarma. Käytännössä lohkon eri osat eroteltiin toisistaan sinisten lasikuitukeppien avulla. Biostimulanttien ruiskutus lohkolle tapahtui ajourien mukaisesti. Ensimmäisenä ruiskutettiin Biotrac, ja lasikuitukeppi laitettiin merkiksi kohtaan, jossa Biotracilla käsitelty osa loppui ja kohtasi ei-käsitellyn alueen. Lohkon keskiosaan jätettiin käsittelemätöntä alaa kahden tai kolmen ajouran verran, jolla saatiin nollakohta luotua. Loppu lohkoista käsiteltiin BioNuella, ja lasikuitukeppi laitettiin erottamaan myös kohtaa missä 0-kohta ja BioNUElla käsitelty alue kohtaavat. Lasikuitukepeillä haluttiin varmistaa, että lohkon eri osat on mahdollisimman helppo erottaa itse pellolla käydessä ja mahdollisia havainnoiteja ajatellen.

Kasvinsuojeluruiskuna toimi Amazone-merkkinen ruisku, jonka säiliötilavuus on 6200 litraa, ja puomin pituus on 30 metriä. Ohjeiden mukaan biostimulanttien ensimmäinen annos tulisi ajaa rikkaruiskutuksen yhteydessä. Pääsääntöisesti paras ajankohta rikkaruiskutukselle on pensomisvaihe. (Viljelijän Berner 2017) Rikkaruiskutus tehtiin myöhästettynä, eli pensomisvaiheen loppupuolella. Vaikka biostimulantit seikoittuvatkin pääsääntöisesti hyvin muiden aineiden kanssa, kokeen selkeyttämiseksi ja onnistumisen takaamiseksi ajettiin biostimulantit erikseen sekoittamatta niitä rikka-aineiden kanssa. Ruiskuttamalla biostimulantit erikseen haluttiin taata mahdollisimman tarkka levitys. Biostimulantteja ajettiin Yaran antamien ohjeiden mukaan yhden litran verran hehtaarille. Ohjeissa suositeltiin myös toista annosta noin viikon päästä, mikäli olosuhteet ovat hankalat. Toinen annos jäi kuitenkin ajamatta, vaikka keli olisi sen luultavasti vaatinut ja sallinut.

Kylvöstä puintipäivään asti koelohkolla käytiin säännöllisin väliajoin seuraamassa kevätvehniä ja havainnoimassa niiden kasvua. Kasvustojen havainnoinnilla haluttiin selvittää näkyisikö biostimulanttien vaikutus jopa silmämääräisesti tarkasteltuna kasvustoissa. Kasvustoja tarkasteltaessa kiinnitettiin huomiota esimerkiksi kasvustojen väritykseen, ja myöhemmässä vaiheessa tähkien kokoihin. Tähkien ja jyvien koot kiinnostivat, koska joistain biostimulanttikokeista on saatu jopa 800 kilon satolisiä hehtaarille. Yhtä suuren sadonlisän voisi olettaa kasvustossa näkyvän jopa silmämääräisesti havainnoituna. Lohkon eri kohtia kuvattiin noin viikon välein.

3.2.1 Sadonmittaus menetelmät

Kokeen yksi tärkeimmistä tai jopa tärkein vaihe on sadonmittaus. Koko kokeen tarkoitus on havaita mahdollinen satoero biostimulantilla käsitellyn alueen, ja ilman biostimulanttia käsitellyn alueen välillä, ja ehkä jopa BioNUEn ja Biotracin välillä. Puintiaika on tilalla hyvin kiireistä aikaa, ja hyvänä puintipäivänä puimuri pyritään pitämään liikkeessä niin paljon kuin mahdollista. Puimisen lisäksi tulee hoitaa kuivuria, ajaa viljaa ja jossain välissä tulisi ehtiä muokkaamaankin. Sadon vertailun toteuttamisessa päädyttiin, että hyvä ja todennäköisesti helpoin tapa olisi käyttää puimurin satomittaria. Satomittarin lukemia otettiin ylös satunnaisesti puinnin aikana. Jokaisesta koelohkon kolmesta eri alueesta otettiin noin 15 lukemaa ylös, ja niistä laskettiin keskiarvot. Satomittarin lukemat hyppivät hieman, mutta mahdollisimman realististen tulosten saamiseksi käytettiin keskiarvolaskussa lukemia, jotka useimmin mitarin ruudussa olivat.

Puintipäivän lähestyessä sadon mittaukseen valittu keino alkoi kuitenkin mietityttämään. Puimurin satomittarin antamat lukemat ovat lähinnä suuntaa-antavia ja epätarkkoja, joten niiden perusteella keskiarvon laskeminen ei välttämättä anna tarpeeksi luotettavaa ja tarkkaa tuosta. Ongelmaksi tarkempien mittaustoimenpiteiden suorittamiselle muodostui ajanpuute. Mahdollisten tarkempien mittausten tekemisen takia päädyttiin puintipäivänä koelohkolle jättämään jokaiseen osaan (eritelty kuvassa 1) silmämääräisesti reilusti yli aarin kokoinen alue. Loppuosa pellostä puitiin normaalisti, jolloin koko lohkon puinti ei merkittävästi hidastunut tai hankaloitunut. Noin viikon kuluttua siitä, kun valtaosa lohkoista oltiin puitu, tuli sopivasti pieni tauko muista puinneista, jolloin saatiin rajattua ja mitattua tarkasti rullamitan kanssa aarin kokoiset alueet jokaiseen koelohkon osaan. Kuten kuvassa 2 näkyy, aarin kokoiset alueet rajattiin ja merkittiin jälleen sinisten lasikuitukeppien kanssa.



Kuva 2: Yksi koelohkon aarin kokoisista rajatuista alueista.

Kun valmistelut saatiin valmiiksi, oli aika toteuttaa varsinainen sadonmittaus. Ennen puinnin aloitusta oli kuitenkin otettava huomioon vielä yksi asia. Tilan oma puimuri on turhan suuri ja tehokas koepalojen puintiin. Tyhjennystorvi on iso ja korkealla, joten siitä on erittäin hankala tyhjentää suoraan siemensäkkiin. Puimurin säiliötä on myös hankala saada täysin tyhjäksi, mikä huonolla tuurilla voi pilata punnitukset, sillä ei voi varmasti tietää, tuliko jokaiseen siemensäkkiin kaikki halutut siemenet. Onneksi yhdellä työmiehistämme, TMI Eemeli Sipilällä on juuri sopivan kokoinen puimuri. Hänen puimuristaan on paljon helpompi tyhjentää suoraan säkkiin, ja säiliö tyhjenee helposti kokonaan. Eemeli ajoi puimurinsa pellolle ja auttoi minua punnituksissa.

Samalla kun Eemeli ajoi koelohkolle puimurillaan, haettiin tarvittavat välineet punnitusten aloittamiseen. Punnituksissa tarvittiin kolme siemensäkkiä, kurottaja jossa on trukkipiikit paikallaan, muistiinpanovälineet, säkkipuntari, ja varmuuden vuoksi myös paalinarurulla. Siemensäkin pohjassa oli tyhjennysaukko, joka laitettiin mahdollisimman tiukasti kiinni. Koelohkon puinti aloitettiin BioNUE palasta, josta edettiin seuraavaksi 0-kohtaan, ja viimeisenä Biotrac palalle. Eemeli käytti puimuria ja minä kurottajaa. Kun Eemeli alkoi puida ensimmäistä palaa, laitoin siemensäkin trukkipiikkeihin kiinni kuvan 3 mukaisesti. Kun Eemeli sai puitua ensimmäisen palan, tyhjensimme sen säkkiin ja kirjoitin säkin kylkeen, mistä lohkon osasta tämä oli puitu. Saman prosessin toistimme 0-kohdalle ja Biotrac palalle. Kun

kaikkien koepalojen siemenet olivat merkityissä säkeissään, aloimme punnitsemaan. Säkkipuntarin toinen pää ujutettiin siemensäkin lenkkeihin, ja toinen pään laitettiin kuormaliinalla trukkipiikeihin. Kun säkki nostettiin ilmaan, näkyi mittarissa säkin ja siementen paino.



Kuva 3 : Vehniä tyhjennys puimurista siemensäkkiin.

Edellämainittu mittaustapa oli muuten hyvä, mutta koska koepalat olivat vain aarin kokoisia, tuli siemeniä vain kymmenien kilojen verran ja säkkipuntari näytti tarkasti vain kymmenien kilojen tarkkuudella. Puntarin lukeman perusteella ei siis kannattanut päätelmiä tehdä, sillä satoerot tässä tapauksessa tulevat näkymään vain kilojen eroina, eivätkä kymmenien kilojen. Tulosten uskottavuuden takia oli siis syytä punnita siemenet vielä tarkemmin. Siemensäkit kuljetettiin pellolta kotiin, ja tarkemmassa punnituksessa käytettiin ihan tavallista ihmisvaakaa ja ämpäreitä. Siemenet tyhjennettiin säkistä ämpäriin, jotka punnittiin ja niiden painot laskettiin yhteen kokonaispainon saamiseksi. Sama tehtiin kaikille eri kohtien siemenille, jotta saatiin tarkat punnitustulokset BioNUElla käsitellystä koepalasta, Biotrackilla käsitellystä koepalasta ja O-kohdasta.

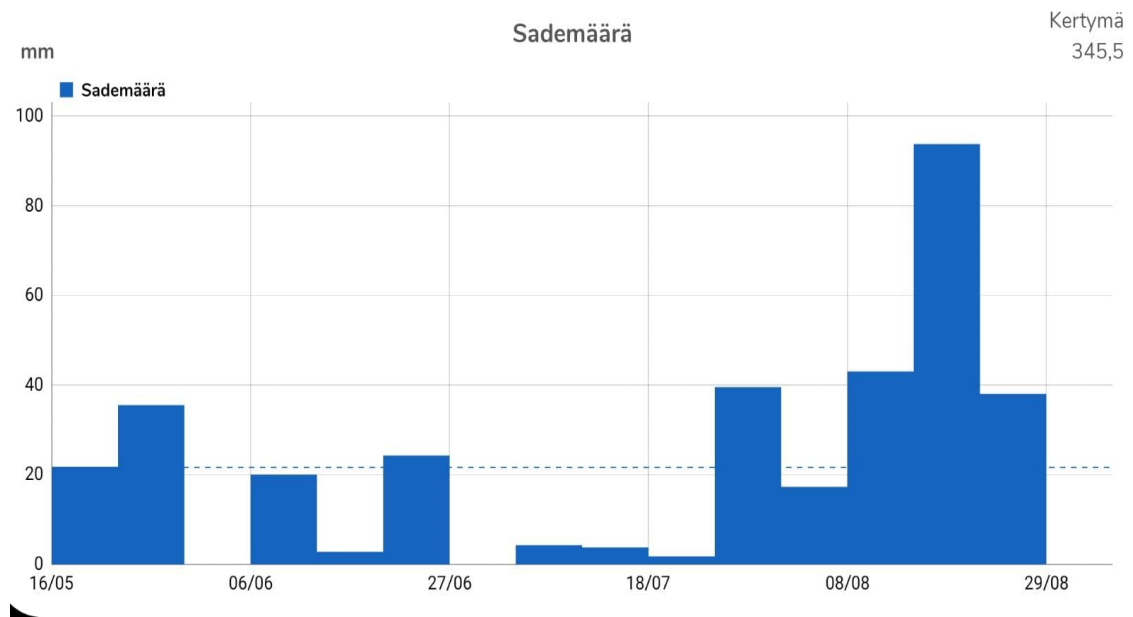
Siementen punnituksen yhteydessä niistä otettiin pienet näytteet, jotka syötettiin Grainsense-laitteeseen. Oikealta nimeltään laite on Grainsense handheld analyzer. Laite on akkukäyttöinen, käsinkannettava viljan analysaattori, jonka avulla saa sekunneissa luotettavan proteiini-, kosteus-, öljy- ja hiilihydraattipitoisuuden näytteestä. (Grainsense n.d.) Laite on helppokäyttöinen, ja erittäin hyödyllinen. Laitetta varten on olemassa sovellus, joka ladataan puhelimeen. Puhelin yhdistetään Grainsense-laitteeseen bluetoothin avulla. Näin kun ottaa esimerkiksi näytteen pellolla, voi sovelluksen kautta helposti lähettää viljan arvot heti vaikka viljakaupiaalle. Näin voidaan esimerkiksi nähdä, onko vehnässä riittävä tai liian suuri proteiinipitoisuus leipäviljaksi. Näytteen mittaamisessa aluksi valitaan laitteesta mitattava viljalajike. Sen jälkeen avataan laitteen kansi ja kaadetaan sinne noin pullonkorkillisen verran viljaa. Tämän jälkeen kansi laitetaan kiinni ja hyväksytään mittaus. Hetken kuluttua arvot ilmestyvät näytölle, sekä puhelimeen, mikäli puhelin on yhdistetty laitteeseen.

3.3 Kasvukauden sää- ja kasvuolosuhteet

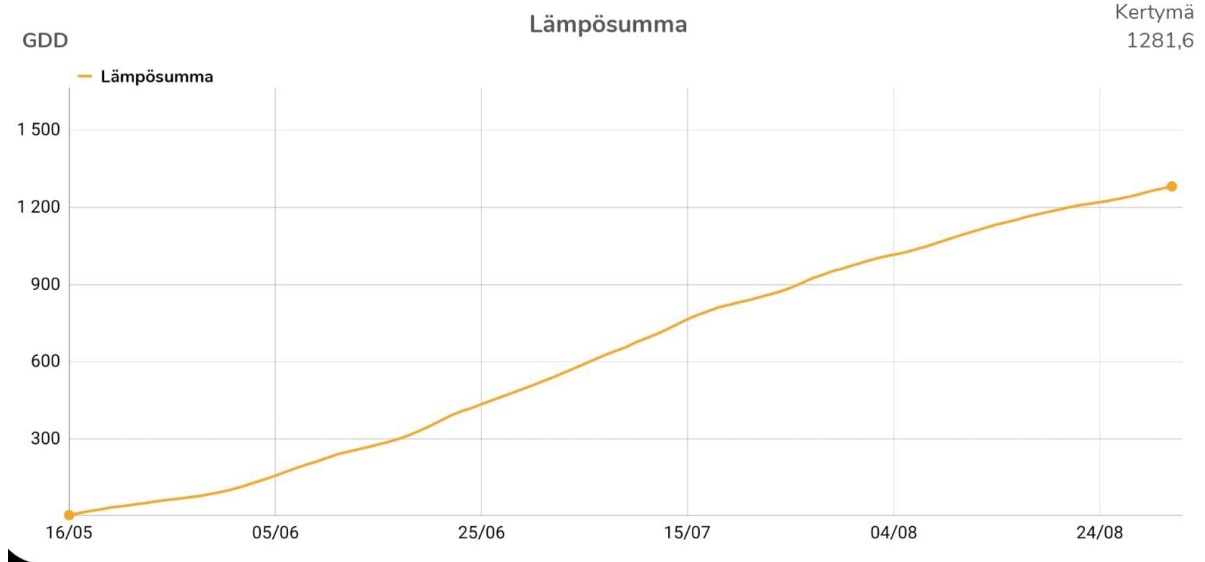
Kasvukausi vuonna 2021 oli hieman poikkeava vuosi siitä, mitä yleensä ajatellaan normaaliksi kasvukaudeksi. Kasvukaudesta normaalista poikkeavan teki se, että kevät oli pitkään leuto, ja kesä- ja heinäkuu olivat ennätysellisen kuumat. Keväällä savimaiden muokkaus oli hankalaa. Pellot eivät kuivuneet yhtä paljon kun olisi tarvinnut mahdollisimman hyvän kylvöalustan saamiseksi. Pintakokkareet eivät hajonneet helpolla, joten siementen kylvö haluttuun syvyyteen hankaloitui. Maa oli myös kylmää, lämpötila juuri 10 asteen paikkeilla, joten siementen itämisen alku viivästyi hieman (kuva 6).

Koelohkon muokkaus aloitettiin 15.5. Kylvöpäivänä oli 16 astetta lämmintä, maa muokkaantui hyvin, paitsi että jonkin verran kokkareita jäi. Pelto kylvettiin seuraavana päivänä, eli 16.5.-21. Siemenet kylvettiin noin seitsemään senttiin, kuten meillä savimailla on tapana tehdä. Kylvöjen jälkeen noin viikon päästä satoi 30 ml vettä. Loput toukokuusta oli vielä aika leutoa, mutta kesäkuun puolella kelit alkoivat lämmitä, ja lämpötila nousta yli 20 asteen, kuten kuvasta 6 voidaan huomata. Olosuhteisiin nähden vehnät saivat hyvän lähdön

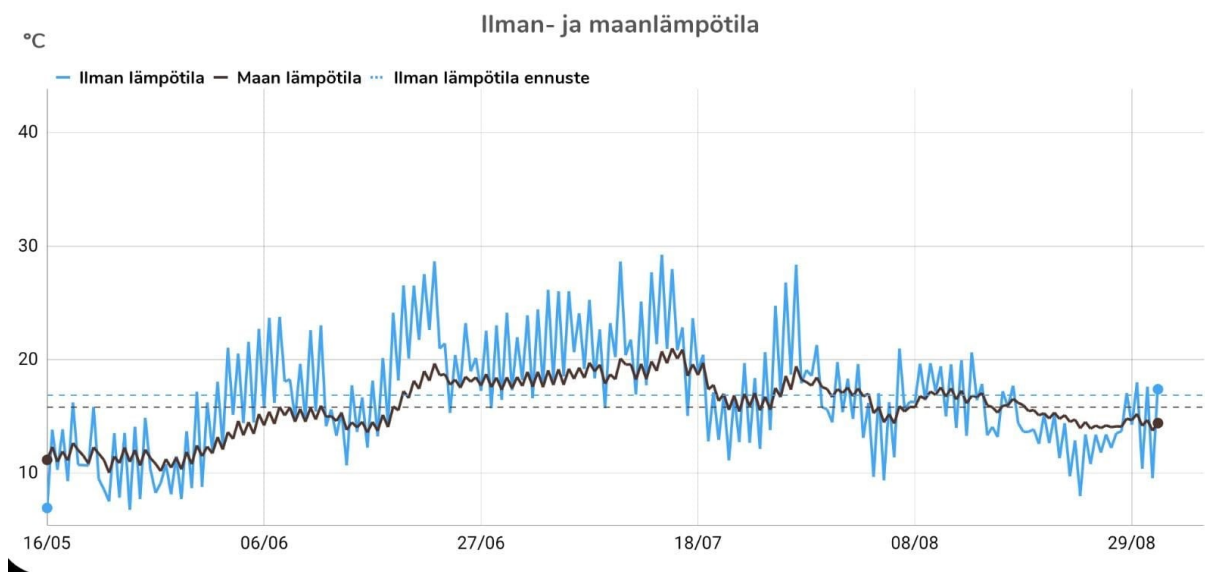
kasvuun, sillä kylvön jälkeen ne saivat reilusti vettä, jonka jälkeen alkoi lämmetä ja kasvien saama valonmäärä lisääntyi huomattavasti (kuva 7).



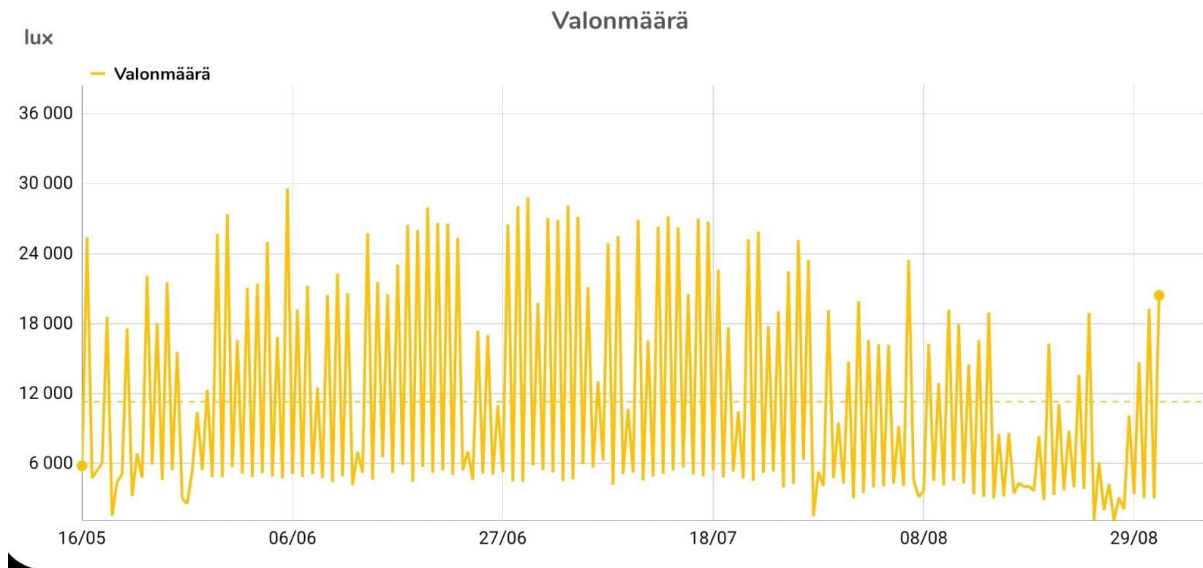
Kuva 4: Kuvassa näkyy Field sense-ohjelmalla tehty diagrammi sateista lohkolta kylvöpäivästä puintipäivään. Kuvassa näkyy myös oikeassa yläreunassa sademäärän kokonaiskertymä millimetreinä valitulta ajalta.



Kuva 5: Diagrammi lämpösummasta ja sen kertymästä koelohkolla kasvien kylvöpäivästä puintipäivään. Lämpösummaa kertyi tältä ajalta yhteensä 1281,6 GDD.



Kuva 6: Ilman- ja maanlämpötilan vaihtelut koelohkolla kylvöpäivästä puintiin. Kesä-heinäkuussa ilmanlämpötila kävi yli 30 asteen neljänä päivänä, 23.6, 11.7, 15.7 ja 28.7.



Kuva 7: Koelohkon kasvien saama valonmäärä luxeina kylvöstä puintiin.

Kesä- ja heinäkuussa kasvuolot olivat karut ja haastavat. Kuten kuvasta 4 voi havaita, sademäärä jäi kesä- ja heinäkuussa todella vähäiseksi. Minimitekijä tarkoittaa ympäristötekijää, joka eniten rajoittaa lajin kasvua ja sopeutumista. (tieteen termipankki) Tässä tapauksessa vesi oli minimitekijä, sillä sen niukkuus rajoitti vehnän kasvua ja sen satopotentiaalia. Kuumuus ja veden niukkuus ovat kasveille myös pahoja abioottisia stressitekijöitä, joista vehnät joutuivat kärsimään koko kesän. Biostimulanttien vaikutuksen luulisi näkyvän kasvustossa jollain tavalla, ellei kuumuus ole ollut liian ankaraa. Biostimulantit ajettiin lohkoille 22.6. Viimeisen kahden viikon aikana helle on alkanut ja lämpötila kuumimmillaan kävi jopa 32 asteessa. Molemmissa biostimulanteissa suositeltu käyttömäärä on 1 litra hehtaarille. Käsittelyajaksi suositeltiin, että biostimulanttiruiskutus tehdään rikkaruiskutuksen yhteydessä. Toinen käsittely tehdään kahden viikon kuluttua edellisestä ruiskutuksesta, mikäli olosuhteet ovat haastavat. Haastavilla olosuhteilla tarkoitetaan esimerkiksi kovaa kuumuutta ja tai jatkuvaa märkyttä tai kylmyyttä. Biostimulanttien sekoitettavuutta muiden aineiden kanssa on mahdollista tarkistaa, mutta pääasiassa ne sekoittuvat todella hyvin ja monien eri kasvinsuojeluaineiden kanssa.

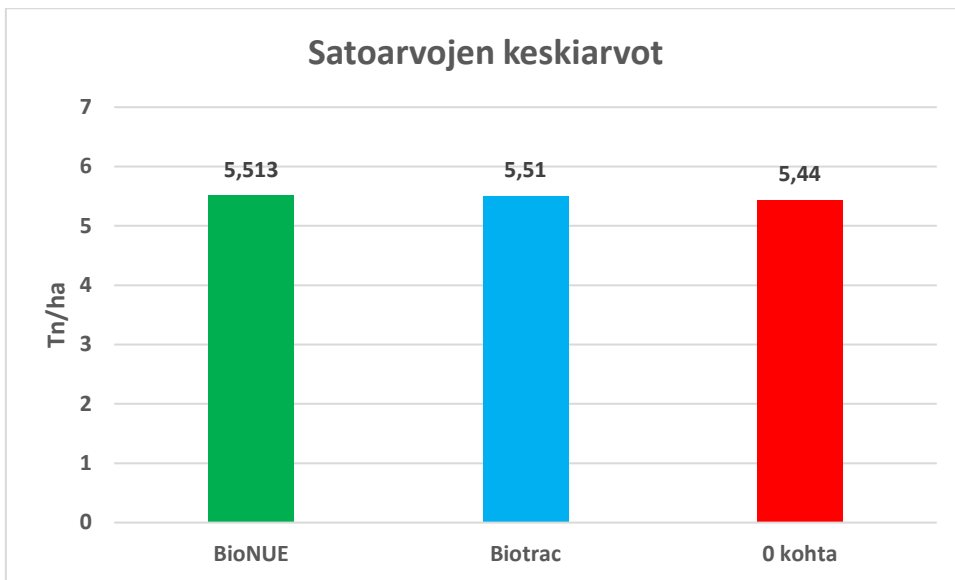
Kuten kuvasta 4 voi havaita, sateet alkoivat kunnolla vasta heinä- ja elokuun vaihteessa. Tähän asti vehnät olivat joutuneet kärsimään kovasta kuumuudesta ja pahasta veden puutteesta. Sateiden hyöty näin myöhään jäi kuitenkin kasvustoille vähäiseksi. Vehnän tärkeimpinä kasvuvaiheina veden puuttuminen vei paljon satoa pois. Elokuussa satoi vaihtelevasti, mutta puintipäivänä 31.8. sää oli lämmin ja selkeä, lähes ideaali puintipäivä. Edeltävinä päivinä vettä oli tosin tullut hieman, joten pelto oli päisteistä märkää. Koeruutujen puinti sujui hyvin ilman ongelmia.

4 Satotulokset

4.1 Puimurin satomittari

Taulukko 2: Puimurin satomittarista otetut arvot koelohkon eri osista, ja taulukon alaosassa niiden keskiarvot.

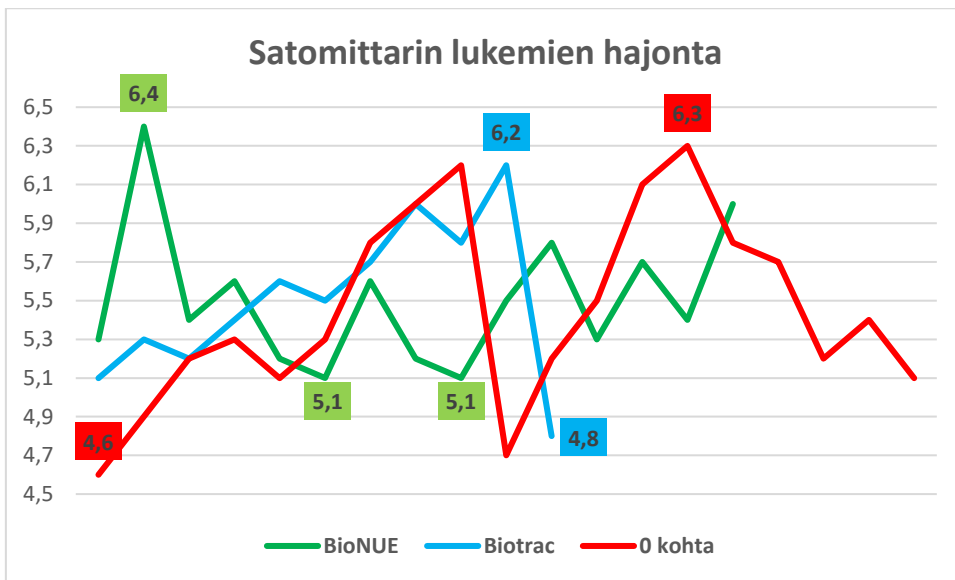
BioNUE	Biotrac	0 kohta
5,3	5,1	4,6
6,4	5,3	4,9
5,4	5,2	5,2
5,6	5,4	5,3
5,2	5,6	5,1
5,1	5,5	5,3
5,6	5,7	5,8
5,2	6	6
5,1	5,8	6,2
5,5	6,2	4,7
5,8	4,8	5,2
5,3		5,5
5,7		6,1
5,4		6,3
6		5,8
		5,7
		5,2
		5,4
		5,1
Ka: 5,513	Ka: 5,51	Ka: 5,44



Kuva 8: Puimurin satomittarin tuloksista lasketut keskiarvot. Puintikosteus sama kaikissa, 16.9%

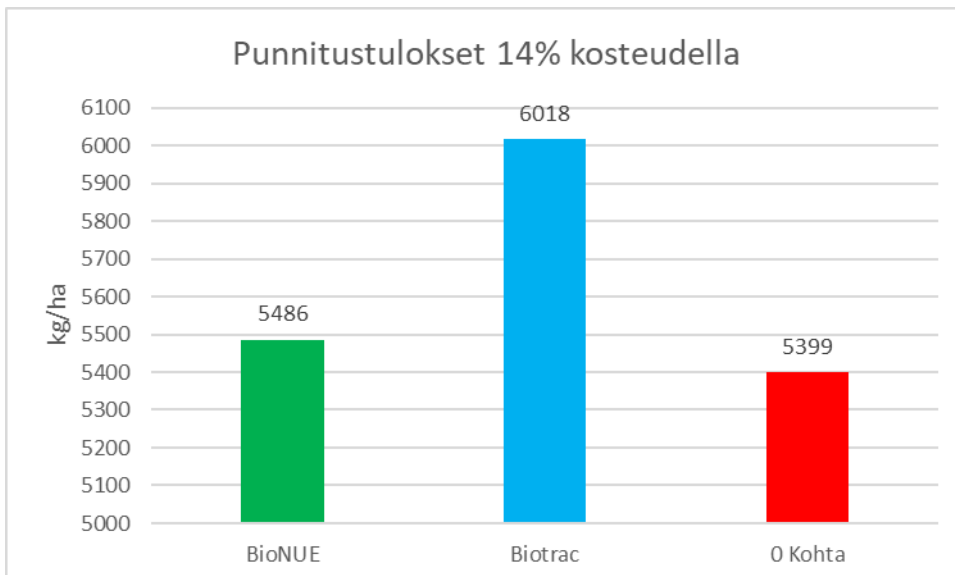
Taulokossa 2 on esitettyä puimurin satomittarista otetut arvot, sekä niiden keskiarvot koelohkon eri alueista. Kuvassa 8 on vielä pylväsdiagrammi sadon keskiarvoista.

Satomittarista otetut arvot kuvastavat paremmin koko koelohkoa, sillä arvoja otettiin lohkon eri osissa, mukaan lukien päisteet ja muut lohkon huonommatkin kohdat, eikä vain aarin rajatuista alueista, joista punnitusarvot otettiin. Diagrammista voidaan huomata, että satoerot ovat tämän mukaan hiuksen hienot, eikä pelkillä paljailla silmillä pylväiden eroja helposti huomaa. BioNUElla ja Biotracilla saatiin käytännössä sama tulos. 0 kohdasta saatiin keskiarvoltaan vain reilu 50 kiloa pienempi sato hehtaarilta.



Kuva 9: Puimurin satomittarin lukemien välinen hajonta koelohkon eri osien välillä. Kuvaajassa eritelty näkyviin myös jokaisen osion korkein, sekä matalin mitattu arvo vaihteluvälin havainnoinnin helpottamiseksi.

4.2 Punnitukset



Kuva 10: Vaa'alla punnitut tulokset koelohkon eri kohdista (kuva 1). Satolukemat muutettu 14 % kosteuteen.

4.3 Jyvien koostumukset

	BioNUE	Biotrac	O Kohta
Proteiini	11,98 %	11,65 %	11,17 %
Kosteus	17,13 %	16,81 %	16,64 %
Hiilihydraatit	86,07 %	86,26 %	86,78 %
Öljypitoisuus	1,95 %	2,09 %	2,05 %
Paino	56,70 %	62,20 %	55,80 %

Taulukko 3: Grainsense laitteella mitatut jyvien koostumukset

5 Laskelmia biostimulanttien kannattavuudesta

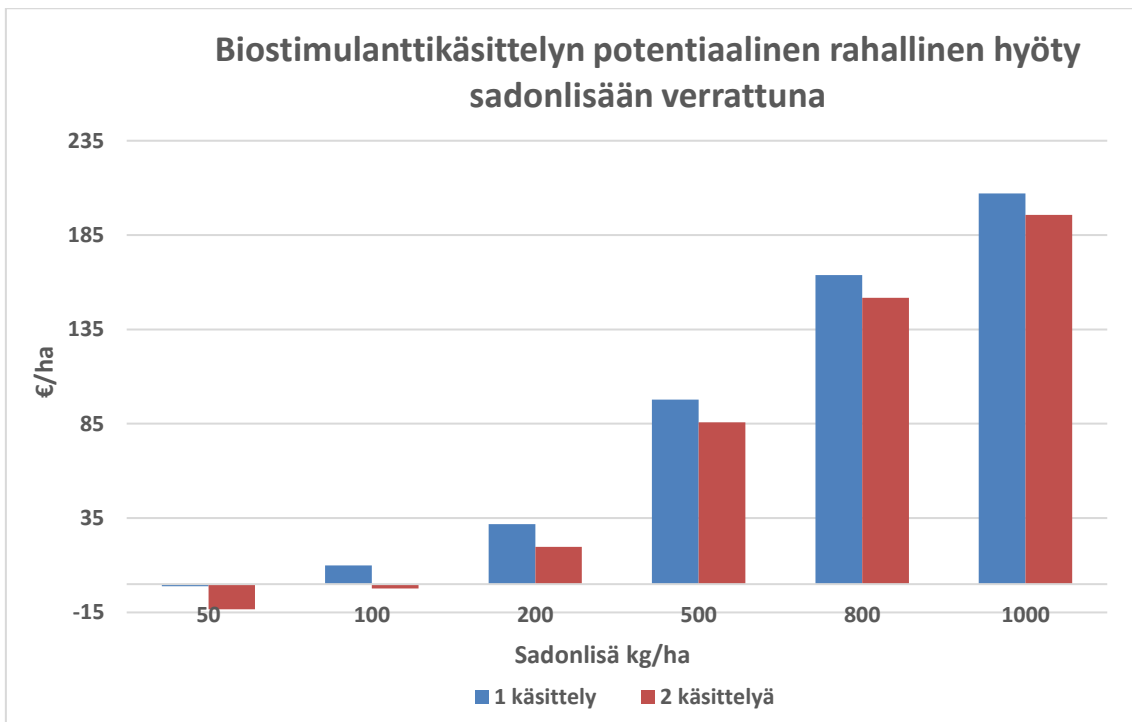
Kuvitellaan, että saadaan vehnäst 4000 kilon sato, ja keskiarvoinen markkinahinta yhdestä tonnista eli tuhannesta kilosta on 220 euroa. Kymmenen litran purkki biostimulanttia maksaa noin 80 euroa sisältäen arvonlisäveron. Ilman arvonlisäveroa yksi biostimulanttipurkki maksaa siis 60,8 euroa. Mikäli ajetaan suositusten mukaan kaksi litraa hehtaarille, saa yhdellä purkillä levitettyä viisi hehtaaria biostimulanttia. 60,8 eurolla saadaan siis ajettua viisi hehtaaria, joten yhden hehtaarin kustannukseksi tulee 12,16 euroa. Seuraavissa laskelmissa biostimulanttien kustannuksena käytetään pelkästään niiden ostamisesta koituvaa kustannusta eli 12,16 euroa. Tämä siksi, että biostimulantit on helppo ajaa muun ruiskutuksen yhteydessä seoksena, joten niiden levittäminen ei automaattisesti esimerkiksi lisää ajettavia ruiskutuskertoja, joten polttoainettaakaan tai työtä ei oleteta kuluvan yhtään sen enempää.

1 käsittely biostimulantilla		
Sato kg/ha	€-kustannus/ha	tulos
4050=	891-880-12,16=	-1,16
4100=	902-880-12,16=	9,84
4200=	924-880-12,16=	31,84
4500=	990-880-12,16=	97,84
4800=	1056-880-12,16=	163,84
5000=	1100-880-12,16=	207

Taulukko 4: Laskelmia sadonlisien tuottamia rahallisia hyötyjä yhteen kertaa käsiteltynä (sadot verrattuna 4000 kiloon).

2 käsittelyä biostimulantilla		
Sato kg/ha	€-kustannus/ha	tulos
4050=	891-880-24,32=	-13,32
4100=	902-880-24,32=	-2,32
4200=	924-880-24,32=	19,68
4500=	990-880-24,32=	85,68
4800=	1056-880-24,32=	151,68
5000=	1100-880-24,32=	195,68

Taulukko 5: Laskelmia satolisien rahallisesta hyödystä kahteen kertaan käsiteltynä biostimulanteilla (sadot verrattuna 4000 kiloon).



Kuva 11: Taulukkojen 4 ja 5 perusteella tehty kuvaaja. Kuvaaja havainnollistaa biostimulanttikäsittelyn mahdollista rahallista hyötyä.

Taulukoissa 4 ja 5 on laskettuna, minkä suuruista rahallista hyötyä biostimulanteista voisi saada. Taulukko 4 on laskettu yhden levityskerran mukaisesti, kun taas taulukossa 5 on samat laskut, mutta biostimulanttikäsittely on tehty kahteen kertaan. Kuten laskelmista nähdään, yhdellä käsittelyllä alle 100 kilon hehtaarisadonlisällä saatiin helposti rahat takaisin ja tehtiin voittoa. Kahden käsittelyn taktiikalla tarvitaan hieman reilu 100 kiloa hehtaarilta lisää satoa voiton saamiseksi. Kuvasta 11 voidaan todeta, että hyvin pienellä riski-investoinnilla voidaan saada merkittäviä rahallisia hyötyjä. Ajatellaan vaikka 200 kilon satolisää hehtaarilla. 200 kilon hehtaarisadonlisä on vielä aika helposti saavutettavissa, mikäli biostimulantit on ajettu ohjeiden mukaisesti. Yhdellä käsittelykerralla saadaan melkein 20 euroa hehtaarilta lisää tuloa, mikä tarkoittaa jo esimerkiksi 10 hehtaarin alalta helposti 200 euroa lisää rahaa.

5.1 Tulosten analyysi ja niihin vaikuttaneet tekijät

Kuten kuvasta 8 voidaan todeta, puimurin satomittarin kanssa otettujen tulosten ja niistä laskettujen keskiarvojen perusteella satoerot koelohkon eri osissa ovat hyvin pienet. BioNUEn ja Biotracin keskiarvot ovat samat ja käsittelemättömän alueen keskisato on vain runsaat 70 kiloa alhaisempi hehtaarilla. Satomittarimittauksella saatiin parempi käsitys koko lohkon kasvustosta, sillä mittarin lukemia otettiin lohkon lähes jokaisesta paikasta, päisteet mukaanlukien. Satomittarin lukemat eivät kuitenkaan välttämättä ole täysin tarkkoja, ja mittarista poimitut lukemat olivat melko satunnaisesti valittuja. Mittauksessa on siis mukana hieman satunnaisuustekijöitä, mikä laskee tulosten uskottavuutta hieman. Uskottavuutta toisaalta lisää taas se, että pyrittiin ottamaan sellaisia lukemia ylös, mitkä useimmin näytössä olivat ja lukemia otettiin määrällisesti melko paljon. Mikäli kustakin alueesta olisi otettu esimerkiksi vain viisi lukemaa täysin satunnaisesti ylös, olisivat tulokset varmasti olleet erilaiset ja vähemmän luotettavat. Itse en odottanutkaan satoerojen olevan suuria, sillä kun kiertelin lohkoa kävellen ja tarkastelin silmämääräisesti kasvustoja, en huomannut osien välissä mitään eroa. Mielestäni satomittarikoe oli onnistunut, sillä biostimulanteilla käsitellyt alueet antoivat samat satotulokset, ja käsittelemätön alue oli hieman alhaisempi, kuten ajattelinkin.

Kuvassa 9 on pyritty havainnollistamaan satomittarin lukemien hajonneisuutta. Kun viivoja tarkkailee, voi huomata, että punainen viiva pomppii radikaaleimmin paikasta toiseen. Punainen viiva kuvastaakin juuri käsittelemättömän alueen satotuloksia. Sininen ja vihreä viiva kuvastavat BioNUella ja Biotracilla käsiteltyjä lohkon osia, ja niiden viivat eivät hyviä niin paljon kuin punainen. Tästä voitaisiin päätellä, että biostimulanttien vaikutuksen ansiosta kasvusto on kasvanut tasaisemmin, ja biostimulantin käyttö on tasoittanut lohkon hyvien ja huonojen kohtien eroja. En kuitenkaan löytänyt havaintoani tukevaa tutkimusta tai artikkeleita, mutta en myöskään vastustavaa. Havainto on kuitenkin ristiriidassa sen kanssa, että biostimulantit toimivat parhaiten ja tehokkaimmin siellä, missä kasvusto oli parasta ja elinvoimaisinta. Toisaalta taas kun kesä oli niin rajun kuuma ja kuiva, voi olla, että biostimulanttien vaikutus näkyy ennemminkin sadon tasaisuudessa kuin sen kasvussa. Niin kuin on todettu, biostimulanttien vaikutusmekanismit ovat monimutkaisia, ja lisäksi tutkimuksia tarvitaan kokoajan näiden aineiden ymmärtämiseen.

Kun tarkastellaan kuvaa 10, huomataan, että 0-kohdasta satoa saatiin vähiten. Aarien alueiden puinneista viljaa tuli kymmeniä kiloja, ja ne on helppo muuttaa lukemiksi, mitä hehtaarilta olisi tullut. Biotracia olisi tämän mukaan 14 % kosteudella tullut 6018 kiloa hehtaarilta, BioNUEta 5486 kiloa hehtaarilta ja 0-kohdasta 5399 kiloa hehtaarilta. BioNUE-kohdasta tuli 90 kiloa enemmän kuin 0-kohdasta, kun taas Biotrac-kohdasta tuli peräti 640 kiloa enemmän kuin 0-kohdasta. 640 kilon ero sadossa ei tunnu uskottavalta, sillä satomittarin lukemien perusteella tehdyssä sadontutkimuksessa lohkon kohtien erot olivat vain muutamia kymmeniä kiloja. Aarin alueiden rajaaminen, puiminen ja punnitseminen ei tosin ollut ongelmatonta. Rajaukset tehtiin käsin mittaamalla, joten aarin alueet eivät välttämättä ole olleet aivan täysin samankokoiset. Kun aarin alat puitiin, punnittavaa tavaraa tuli vain kymmeniä kiloja. Niin pienen siemenmäärän perusteella ei ole helppoa saada tarkkaa tulosta, sillä vaikka palaset olisivat samankokoiset ja silmin palat näyttäisivät tasalaatuisilta, voi silti jossain palassa olla hieman parempaa tai huonompaa kasvustoa tai siementen ja jyvien koot vaihtelevat enemmän, mikä näkyy herkästi tuloksissa. Puinnissa taas puimuri ei välttämättä tyhjene kokonaan eri punnituserien välillä. Vaikka viljaa ei tyhjennystorvesta enää tulisikiaan, ei myöskään ole mahdotonta, että puimurissa pieni määrä jonkin toisen kohdan siemeniä on joutunut toiseen säkkiin punnitavaksi.

Kumpikaan kokeessa käytetyistä sadonmittausmenetelmistä ei ole täydellinen. Tilalla ei koskaan olla tehty minkäänlaista varsinaista koetoimintaa, ja edellämäinitut mittaustavat olivat käytännössä helpoin toteuttaa. Keväällä kylvöjen aikaan ei tilalla ole aikaa varsinaisia koeruutuja tehdä, eikä käytössä oleva kylvökone sovellu siihen. Oli myös onni, että syksyllä oli pitkään hyvät ilmat, jotta ehdittiin toteuttamaan tarkempi mittausta aarin palojen avulla. Edellä käsiteltyjen perusteluiden ja tutkimusten perusteella voidaan ainakin varmasti todeta, että biostimulanttikäsittelystä ei haittaa ole ollut. Molemmilla sadonmittausmenetelmillä saatiin biostimulanteilla käsitellyistä kohdista enemmän satoa kuin käsittelemättömästä kohdasta, joten voidaan ehkä myös todeta, että ainakin vähän sadonparannusta biostimulanteilla saatiin. Mitään varsinaista tarkkaa lukemaa ei voi kuitenkaan antaa, kuinka paljon satoa saatiin lisää. Satoeroa kokeessa oltaisiin varmasti saatu enemmän, mikäli kesä ei olisi ollut niin tappavan kuuma, ja jos biostimulanttikäsittely oltaisiin tehty koelohkolla kahteen kertaan.

Lähteet

Agri media (2020) Stressi nakertaa satoa, joten biostimulantit kiinnostavat myös viljan viljelijöitä. *Agrimedia*, julkaistu 21.1.2021. Haettu osoitteesta

<https://www.agrimedia.fi/stressi-nakertaa-satoa-joten-biostimulantit-kiinnostavat-myo-viljan-viljelijoita/>

Agri media (2021) Timo Ikola odottaa biostimulanttien lisäävän satoa- kaurapelto sai toisen annoksen. *Agrimedia*, julkaistu 18.6.2021. Haettu osoitteesta

<https://www.agrimedia.fi/timo-ikola-odottaa-runsaampaa-satoa-biostimulanteilla-kaurapelto-sai-toisen-annoksen/>

Cotas, J. & Pereira, L. (2020) Historical use of seaweed as an agricultural fertilizer in the European Atlantic area. Haettu 10.1.2022 osoitteesta

https://books.google.fi/books?hl=fi&lr=&id=AZK3DwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA1982&dq=history+of+biostimulants+in+agriculture&ots=Wh9HNNU0mt&sig=9yVSTB2VFJUBwKhslDc309q0rNE&redir_esc=y#v=onepage&q=history%20of%20biostimulants%20in%20agriculture&f=true

Farmit (n.d.) Ruiskutustekniikkaa. Haettu osoitteesta

<https://www.farmit.net/kasvinviljely/kasvinsuojelu/ruiskutusvinkit/ruiskutustekniikkaa>

Grainsense (n.d) <https://grainsense.com/products/grain-analyzer>

Ilmatieteenlaitos (n.d.) <https://www.ilmatieteenlaitos.fi/>

Laine, J. & Liespuu, S. (2020) Janne Laine: Biostimulantit varmistavat kasvun. *Agrimedia*, julkaistu 6.2.2020. Haettu osoitteesta <https://www.agrimedia.fi/biostimulantit-varmistavat-kasvun-janne-laine-sanoo/>

Mattila, I. & Rajala, J. (2019). *Biostimulantit kasvinviljelyssä*. Helsingin yliopisto, Proagria.

Tietokortti 2019. <file:///C:/Users/Gamer/Downloads/biostimulantitkasvinviljelyssa-1610716214443.pdf>

KM (2022) Biostimulantit viljelijän työkalupakkiin. *Käytännön Maamies*, julkaistu 18.2.2022.

Tieteen termipankki (n.d.) s.22-27. Haettu osoitteesta

<https://tieteentermipankki.fi/wiki/Nimitys:niukkuustekij%C3%A4>

Viljelijän Berner (2017) Rikkaruiskutuksen aika, lue Lassen vinkit. Haettu osoitteesta

<https://viljelijanberner.fi/ajankohtaista/rikkaruiskutusten-aika-lue-lassen-vinkit.html>

Viljelyopas (2022) Biostimulantit s.115

Yara (2020) Biostimulanttien teho testataan yhdessä viljelijöiden kanssa. Haettu osoitteesta

<https://www.yara.fi/uutiset-ja-tapahtumat/uutiset/biostimulanttien-teho-testataan-yhdessa-viljelijoiden-kanssa/>

Yara (n.d.) YaraVita-biostimulanteilla tehoa kasvin stressinsietoon. Haettu osoitteesta

<https://www.yara.fi/lannoitus/biostimulantit/>

Yara Leipä leveämmäksi -podcast, jakso 5. Lahti, T. & Simula, A. (6.2.2020). *YaraVita-tuoteperhe ja uudet biostimulantit* [audiopodcast]. Yara.

<https://www.yara.fi/lannoitus/leipaleveammaksi-opaat-vaxtpressen/podcast-leipaleveammaksi/>

Yara R&D (2021) Tapio Lahti / Yara Suomi: Biostimulantit kasvinviljelyssä.

YaraVita (n.d.) YaraVita BIOTRAC. Haettu osoitteesta

<https://www.yara.fi/lannoitus/lannoitteet/yaravita/yaravita-biotrac/>

Yossef Roupahel & Giuseppe Colla (2020) Editorial: Biostimulants in agriculture.

<https://internal-journal.frontiersin.org/articles/10.3389/fpls.2020.00040/full>

