

Effekten av biostimulanter på sockerbeta

Sari Pulkkinen

Examensarbete för agrolog (YH)-examen

Bioekonomi

Ekenäs 2024

EXAMENSARBETE

Författare: Sari Pulkkinen

Utbildning och ort: Bioekonomi, Ekenäs

Inriktning: Agrolog

Handledare: AFD Paul Riesinger

Titel: Effekten av biostimulanter på sockerbeta

Datum: 17.4.2024 Sidantal: 31

Bilagor:

Abstrakt

Biostimulanter är avsedda att förbättra växtens näringsupptag, öka dess tålighet mot stress och/eller förbättra dess kvalitet. Biostimulanter är en mycket stor grupp av olika produkter vars aktiva substanser består av mikroorganismer, organiska eller oorganiska ämnen.

Hypotesen i det föreliggande arbetet var att biostimulanter skulle förbättra sockerbetans näringsupptagning och vigör, vilket skulle komma till uttryck i form av en högre rot- och sockerskörd.

Försöket utfördes i fält i form av ett blockförsök där varje led återkom i fem upprepningar. I försöket ingick sex försöksled och ett nolled. Tre olika behandlingar testades: i) tre olika preparat tillfördes i två omgångar, ii) en blandning av dessa tre preparat tillfördes i fyra omgångar och iii) två preparat tillfördes i två vs. fyra omgångar. De använda preparaten var Seamac 45, HaifaStim Booster och Quantis.

Biostimulanterna förbättrade sockerbetans rot- och sockerskörd i alla försöksled utom i ett. Ingen behandling hade dock en signifikant effekt på rot- eller sockerskörden. Det numeriskt tydligaste resultatet erhöles med produkten Quantis tillförd i två omgångar.

Våra resultat överensstämmer med andra fältstudier som har utförts i norra Europa: i motsats till södra halvklotet är biostimulanternas effekter obefintliga eller svaga. Biostimulanter verkar fungera mer effektivt i arida förhållanden och på jordar med lägre mullhalter och sämre bördighet.

Språk: svenska

Nyckelord: sockerbeta, biostimulant, odlingsförsök

OPINNÄYTETYÖ

Tekijä: Sari Pulkkinen

Koulutus ja paikkakunta: Biotalous, Tammisaari

Suuntautumisvaihtoehto: Agrologi

Ohjaaja(t): MMT Paul Riesinger

Nimike: Biostimulanttien vaikutus sokerijuurikkaaseen

Päivämäärä 17.4.2024 Sivumäärä: 31

Liitteet:

Tiivistelmä

Biostimulantit on tarkoitettu parantamaan kasvin ravinteiden ottoa, lisäämään sen stressinsietokykyä ja/tai parantamaan sen laatua. Biostimulantit ovat erittäin suuri joukko erilaisia tuotteita, joiden vaikuttavat aineet koostuvat mikro-organismeista, orgaanisista tai epäorgaanisista aineista.

Tässä työssä oletuksena oli, että biostimulantit parantaisivat sokerijuurikkaan ravinteiden imeytymistä ja elinvoimaa, mikä ilmentyisi suurempana juuri- ja sokerisatona.

Koe suoritettiin kentällä satunnaistettuna ruutukokeena, jossa jokainen koejäsenen toistettiin viidessä kerranteessa. Kokeessa oli kuusi koejäsentä ja yksi kontrolli. Testasin kolmea erilaista menetelmää: i) kolme eri valmistetta kahdella käsittelykerralla, ii) nämä kolme valmistetta yksinään ja seoksena neljänä eri käsittelykertana ja iii) kaksi valmistetta kahdella vs. neljällä käsittelykerralla. Käytetyt valmisteet olivat Seamac 45, HaifaStim Booster ja Quantis.

Biostimulantit paransivat sokerijuurikkaan juuri- ja sokerisatoa kaikissa koejäsenissä kontrolli mukaanluettuna, yhtä lukuun ottamatta. Millään käsittelyllä ei kuitenkaan ollut tilastollisesti merkittävää vaikutusta juuri- tai sokerisatoon. Korkein sato saatiin Quantis-tuotteella kahdella käsittelykerralla.

Tulokset ovat yhtenevät muiden Pohjois-Euroopassa tehtyjen kenttätutkimusten kanssa: biostimulanttien vaikutukset puuttuvat tai ovat heikkoja toisin kuin eteläisellä pallonpuoliskolla. Biostimulantit näyttävät toimivan tehokkaammin kuivissa olosuhteissa ja karussa maaperässä.

Kieli: ruotsi

Avainsanat: sokerijuurikas, biostimulantti, viljelykoe

BACHELOR'S THESIS

Author: Sari Pulkkinen

Degree Programme: Bioeconomy, Tammisaari

Specialisation: Agriculture

Supervisor(s): PhD Paul Riesinger

Title: The Effect of Biostimulants on Sugar Beet

Date: 17.4.2024 Number of pages: 31

Appendices:

Abstract

Biostimulants are intended to improve the plant's nutrient uptake, increase its resistance to stress and/or improve its quality. Biostimulants are a very large group of different products, whose active substances consist of microorganisms, organic or inorganic substances.

The hypothesis in the present work was that biostimulants would improve the nutrient uptake and vigor of sugar beet, which would be expressed in the form of a higher root and sugar harvest.

The trial was carried out as a field experiment. The trial was set out as a complete randomized block design. The trial had seven treatments, including the control. The treatments were repeated in five replicates. Three different treatments were tested: i) three different products supplied twice, ii) a mixture of these three products supplied four times and iii) two products supplied twice vs. four times. The products used were Seamac 45, HaifaStim Booster and Quantis.

With one exception, the biostimulants improved the root and sugar yields in all treatments compared to the control. However, there were no statistically significant differences between the treatments on root or sugar yield. Numerically, the highest yield was obtained with the Quantis supplied twice.

Our results were consistent with other field studies that have been carried out in northern Europe: in contrast to the southern hemisphere, the effects of biostimulants are absent or weak. Biostimulants seem to work more effectively in arid conditions and on soils with lower humus contents as well as on soils poor in plant nutrients.

Language: Swedish

Key words: sugar beet, biostimulant, agricultural research

Innehållsförteckning

1	Inledning	1
1.1	Teoretisk bakgrund	2
1.1.1	Kategoriseringen av biostimulanter	4
1.1.2	Enskilda grupper av verksamma substanser	5
1.2	Aktuell forskningsfront	9
2	Material och metoder	12
2.1	Metodbeskrivning	12
2.1.1	Försöksplats	13
2.1.2	Genomförande av försöket	14
2.1.3	Skötsel av försöket	15
2.1.4	Provtagning och analys	17
3	Resultat	18
3.1	Tre olika biostimulanter i två behandlingstillfällen med samma biostimulant för varje tillfälle	18
3.2	Fyra behandlingstillfällen med olika biostimulanter respektive en blandning av biostimulanter i samma led	21
3.3	Två respektive fyra behandlingstillfällen, för två olika biostimulanter	23
4	Diskussion	26
5	Slutsatser	28
6	Källor	30

1 Inledning

Dagens jordbruk möter många utmaningar. Instabila politiska förhållanden medför oförutsägbara fluktuationer i priserna för insatsvaror som fossila bränslen och gödselmedel. Samtidigt innebär den framskridande klimatförändring kraftigare väderväxlingar, ofta med negativa konsekvenser för skördarna. I Fennoskandien förorsakar försommartorka och långa värmeböljor stress åt växter vilket innebär minskad skörd och försämrad kvalitet. Mera utdragna torrperioder förväntas avlösas av kraftiga regnskurar. Också föroreningar i luften och i marken orsakar abiotisk stress åt växter.

De närmaste årtiondena behöver skördenivåerna ändå höjas för att livsmedel skulle räcka till den ökande befolkningen. Samtidigt är den tillgängliga åkerarealen begränsat till den nuvarande ytan på 1 500 millioner hektar. Som följd av urbanisering, erosion och försaltning antas att åkerarealen för nuvarande minskar med nästan 8 hektar/minut eller 11 000 ha/dygn. (Fao och ITPS, 2015) I de industrialiserade staterna på norra halvklotet kräver konsumenterna att livsmedel inte ska vara kontaminerade av bekämpningsmedel. Dessutom ska lantbrukets negativa miljöpåverkan begränsas. Detta kräver att användning av pesticider borde minimeras samt att gödselmedel tillförs mera exakt enligt växtplatsens potential och växternas behov.

Biostimulanter kan bidra till att göra odlingsväxterna mera tåliga gentemot en omväxlande årsmån, till att göra plantorna mera motståndskraftiga mot angrepp av växtsjukdomar och skadegörare, samt till att förbättra grödornas utnyttjande av växtnäring.

Definitionen av biostimulanter har varierat under årtiondena. I Europa används nu en definition som formulerades 2022 av The European Biostimulants Industry Council (EBIC) : "Biostimulanter innehåller substans(er) och/eller mikroorganismer vars funktion när de appliceras på växter eller rhizosfären är att stimulera naturliga processer för att förbättra/gynna näringsupptaget, näringseffektivitet, tolerans mot abiotisk stress och grödans kvalitet" Senare gjordes följande tillägg: "Biostimulanter verkar genom andra mekanismer än gödningsmedel, oavsett närvaron av näringsämnen i produkterna" (EBIC). Det har använts olika kategorier för att gruppera olika biostimulanter och för tillfället används främst följande rubriker: mikrober, humussyror, fulvosyror, proteinbaserade produkter och sjögräsextrakt. (Ståhl, 2022)

Biostimulanternas effekt på olika växtarter har forskats om både i växthus och i fältförhållande. Enligt Baltasar et al. (2021) kan effekter skilja sig åt som en funktion av preparat, dos, och växtart. "Växtbiostimulanter stimulerar naturliga processer i växter för att förbättra näringsupptaget och effektiviteten, grödans kvalitet och toleransen mot abiotisk stress, vilket gynnar både växternas avkastning och kraft. Detta säkerställer att växter har god baslinjestyrka och hälsa, vilket gör växter mindre sårbara för stress, skadedjur och andra hot, inklusive klimatchocker". (Baltazar, Correia, Guinan, Sujeeth, Braganca & Concalves, 2021)

Försöken utgick från följande hypoteser: Biostimulanter förbättrar grödans näringsupptagning och vigör, vilket jämfört med ett obehandlat led kommer till uttryck i en bättre näringsstatus under växttiden samt i en högre rot- och sockerskörd. Därtill antog vi att effekterna skiljer sig mellan preparat, mellan blandningar respektive omväxlande användning av olika preparat samt mellan ett olika antal behandlingstillfällen.

1.1 Teoretisk bakgrund

Biostimulanter har använts länge runt om i världen. De i biostimulanterna ingående ämnena och deras definition har varierat men idén har varit den samma: ett preparat som förbättrar växtens livskraft och näringsupptag.

Europaparlamentet och rådets förordning (EU 2019/1009) har formulerat följande definition: "Vissa ämnen, blandningar och mikroorganismer, kallade växtbiostimulanter, är inte i sig tillförsel av näringsämnen, men stimulerar ändå växternas naturliga näringsprocesser. Om sådana produkter enbart syftar till att förbättra växternas näringsutnyttjande, tolerans mot abiotisk stress, kvalitetsegenskaper eller till att öka tillgången till näringsämnen i jorden eller rotzonen, påminner de till sin natur mer om gödselprodukter än om de flesta kategorier av växtskyddsmedel. De verkar som tillägg till gödselmedel, med syftet att optimera effektiviteten hos dessa gödselmedel och minska doseringen av näringsämnen." Förordningen tydliggör ytterligare att biostimulanter bör stimulera växtnäringsprocesser och förbättra åtminstone en av följande egenskaper: näringsutnyttjande, tolerans mot abiotisk stress, kvalitetsegenskaper och tillgängligheten av näringsämnen i jorden eller rotzonen. Där definieras dessutom gränsvärden för förorenade ämnen dvs. tungmetaller. Biostimulantprodukter ska också ha de effekter som anges på preparatens etikett. (EU-förordningen 2019/1009).

På Livsmedelsverkets hemsida finns biostimulanter under rubriken Gödselmedel och gödselafabrikat. Definitionen av begreppet gödselmedel är följande: "Med gödselmedel avses ämnen och preparat som är avsedda att främja växters tillväxt eller att förbättra skördens kvalitet och vars verkan i första hand grundar sig på växtnäringsämnen." Begreppet biostimulanter definieras på följande sätt: "Växtbiostimulanter är preparat som påskyndar växtens upptag av näringsämnen oberoende av produktens näringsinnehåll och vars enda syfte är att förbättra en eller flera av följande egenskaper hos växten eller växtens rhizofär: effektiviteten i utnyttjandet av näringsämnen, toleransen mot abiotisk stress, kvalitetsegenskaperna eller tillgången till näringsämnen som är bundna till marken eller rhizofären." (Livsmedelsverket, u.å.)

Även om biostimulanter i Finland klassificeras som gödselmedel, betyder det inte att de i sig själva är gödselmedel. Mängden av näringsämnen är så små att deras effekt är obetydlig. Biostimulantens roll är istället att förbättra växtens tillväxt och anpassning till miljöförhållandena. Du Jardin (2015) har konstaterat att "hållbar intensifiering av växtodling kräver ibruktagning av ekologiska funktioner med avseende på växtskydd och växtnäringsstillgång". Med andra ord, en intensifiering av odling kan uppnås också fastän användningen av kemiska bekämpningsmedel minskar om det finns tillgång till icke-kemiska preparat som stödjer växternas tillväxt.

European Biostimulants Industry Council, EBIC, knyter biostimulanterna ihop med klimatsmart jordbruk. EBIC (u.å.) konstaterar att biostimulanter hjälper lantbrukarna att anpassa sina odlingssystem samt att deras användning ökar hållbarheten i livsmedelsproduktionen. I framtiden borde gårdarna vara flexibla och ha bra klimatmotståndskraft. EBIC (u.å.) anser att biostimulanter effektiviserar växtens användning av näringsämnen, de förbättrar markens hälsa, ökar resurseffektiviteten samt minskar näringsförlusterna.

I Sverige har Jordbruksverket publicerat en skrift om biostimulanter. Där kategoriseras biostimulanterna enligt två grupper. Till gruppen mikrobiella biostimulanter hör bakterier och svampar. Den icke-mikrobiella gruppen är större. Den omfattar kompostbaserade produkter, algbaserade produkter, växtbaserade produkter, proteinhydrolysat, humusbaserande ämnen, biopolymerer, organiska ämnen och oorganiska ämnen. (Samuelsson & Jonsson, 2021)

Redan år 1933 använde forskaren Vladimir Filatov namnet biogena stimulanter ("biogenic stimulant") och i två vetenskapliga artiklar/forskningsrapporter som publicerats år 1951 nämns biogena stimulatorer eller biogena stimulanter ("biogenic stimulators och biogenic stimulants"). Blagoveshchensky fortsätter Filatovs forskning 1956 under namnet "biogenic stimulants". Forskningen om biostimulanter tog fart på 1990-talet då det publicerades flera forskningsrapporter. Benämningen varierar mellan organisk biostimulant ("Organic biostimulant"), biostimulatorer ("Biostimulators"), allelopatisk preparat ("Allelopathic Preparation") och biostimulant ("Biostimulant"). På 2000-talet förekom det upp till tolv olika versioner av benämningar innan man omkring 2015 bestämde sig för benämningen biostimulant. (Yakhin, Lubyantsev, Yakhin & Brown, 2017)

1.1.1 Kategoriseringen av biostimulanter

Kategoriseringen av biostimulanterna är ännu inte avslutad. Olika aktörer använder olika antal av kategorier eller olika kategoriseringssätt; dessutom kan namnen på de aktiva ämnena variera. Kategoriseringen är problematisk för att biostimulanter kan innehålla en hel del olika komponenter. "Biostimulanter kan inkludera växthormoner eller hormonliknande ämnen, aminosyror, betainer, peptider, proteiner, sockerarter (kolhydrater, oligo- och polysackarider), aminopolysackarider, lipider, vitaminer, nukleotider eller nukleosider, humusämnen, nyttiga grundämnen, fenolföreningar, furostanolglykosider, steroler, etc." (Yakhin et al., 2017)

Europaparlamentets förordning (EU 2019/1009) delar in växtbiostimulanter i två kategorier: A. Mikrobiell växtbiostimulant och B. Icke-mikrobiell växtbiostimulant. Definitionen för grupp A lyder: "En mikrobiell växtbiostimulant ska bestå av en mikroorganism eller en grupp av sådana mikroorganismer som avses i komponentmaterialkategori. Grupp B definieras som följer: "En icke-mikrobiell växtbiostimulant ska vara en annan växtbiostimulant än en mikrobiell växtbiostimulant." (Europaparlamentets och rådets förordning (EU) 2019/1009)

I Sverige använder Hushållningssällskapet fem olika kategorier enligt det huvudsakliga aktiva ämnet: mikrober, humussyror, fulvosyror, proteinbaserade produkter och sjögräsextrakt (Ståhl, 2022). Corteva Agriscience (u.å.) har delat in biostimulanterna enligt deras påverkan i växten: effektiverad användning av näringsämnen, metabolisk respons och stressreducering (vatten, värme, salthalt).

Du Jardin (2015) föreslog en kategorisering av biostimulanter 2012 och sedan på nytt 2015. Enligt den senare delas biostimulanterna in i sju olika kategorier: humus- och fulvosyror, proteinhydrolysat och andra kväveinnehållande föreningar, tångextrakt och växter, kitosan och andra biopolymerer, oorganiska föreningar, nyttiga svampar och nyttiga bakterier.

En vanlig definition av biostimulanter är att dela dom enligt jordbruksfunktioner och inkludera olika bioaktiva naturliga ämnen: humus- och fulvosyror, animaliska och vegetabiliska proteinhydrolysat, makroalger och tångextrakt samt kisel. Nyttiga mikroorganismer kategoriseras enligt följande grupper: arbuskulära mykorrhizasvampar (AMF) och kvävefixerande bakterier av stammar som tillhör släktena *Rhizobium*, *Azotobacter* och *Azospirillum*. (Rouphael & Colla, 2020)

Tidigare har forskningen koncentrerat sig mera på de fysiologiska effekterna av specifika kategorier av biostimulanter, men dagens forskning är mera intresserad av att få en djupare kunskap om deras molekylära effekter. Bättre kännedom om de molekylära effekterna kan öka biostimulanternas effektivitet.

1.1.2 Enskilda grupper av verksamma substanser

Humusämnen

Nedbrytningen av växt- och djurrester samt mikrobiell aktivitet i marken bildar humusämnen. De naturliga komponenterna kan delas in i tre grupper; humus, humussyror och fulvosyror. I marken påverkar humusämnen strukturen i markpartiklar och förstärkar deras stabilitet. Detta leder till positiva effekter med avseende på markstruktur, rottillväxt och luftutbyte. Risker för jorderosion minskar. Samtidigt ökar också mängden växttillgängliga näringsämnen. Allt detta förbättrar markens bördighet, men effektiviteten av humusämnen beror på ursprungskällan, appliceringsdosen och miljöförhållanden. (Grammenou, Petropoulos, Thalassinou, Rinklebe, Shaheen & Antoniadis, 2023)

Proteinhydrolysat och kväveinnehållande föreningar

Proteinhydrolysat tillverkas av agroindustriellt avfall som växt- och djurrester. Nedbrytningsprocessen producerar små peptider och aminosyror. Kväveinnehållande föreningar är bland annat betainer, polyaminer och icke-proteinaminosyror. I dagens läge

har proteinhydrolysat av animaliskt ursprung förbjudits i Europeiska unionen gällande användningen på ätbara delar av grödor.

Proteinhydrolysat främjar växternas primära och sekundära metabolism. Enzymaktiviteten ökar vilket leder bland annat till en ökning av sidorötternas längd och antal. Kväveassimileringsmekanismer förbättras. Vissa aminosyror kan kelatera tungmetaller så att de inte stör växternas tillväxt. Det har också rapporterats ökad mikrobiell aktivitet och förmågan att verka mot oxidativ stress. (Grammenou et al., 2023, Baltazar et al., 2021, Du Jardin 2015)

Tångextrakt

Tångextrakt tillverkas både av brunalger och rödalger. Algerna går genom olika processer i vilka strukturen bryts ner genom malning och tillsats av syra, alkaliska ämnen eller vatten. Målet är att få en homogen lösning.

Enligt Grammenou et al. (2023) innehåller tångextrakt bioaktiva föreningar som fytohormoner, vitaminer, fenolföreningar, polysackarider och kolhydrater. Dessa föreningar förbättrar växternas metaboliska processer och ökar fotosyntesen och därmed biomassaproduktion. Tångextrakt har positiva effekter mot abiotisk stress, som kan uppstå som följd av till exempel hög salthalt i marken och torka. Under ogynnsamma förhållanden förbättrar tångextrakt markens egenskaper och gynnar därmed grödans tillväxt. Tångextrakt har positiv inverkan också på avkastningen och näringskvaliteten. (Grammenou et al., 2023, Baltazar et al., 2021, Du Jardin 2015)

Oorganiska föreningar

Oorganiska föreningar kan också kallas för kemiska element eller välgörande element. Denna grupp omfattar fem element som förekommer i odlingsjorden och i växter: Al, Co, Na, Se och Si. Alla växtarter behöver inte dessa grundämnen för sin tillväxt. De fem omnämnda grundämnena har rapporterats påverka osmosreglering, termisk reglering, reflektion av inkommande strålning och förstärkning av växtcellväggen. Grammenou et al. (2023) konstaterar att dessa grundämnen också har använts som fungicider i form av klorid-, fosfat-, silikat- och karbonatsalter. I korthet förbättrar oorganiska föreningar

näringsupptaget och assimileringen samt reglerar hormoner. (Grammenou et al., 2023, Du Jardin 2015)

Växtextrakt

Gruppen växtextrakt omfattar ämnen som är utvunna ur växter och vilka används i farmaci, kosmetik, livsmedel eller växtskyddsmedel. Biostimulantprodukter kan innehålla extrakt av löv, frukt, rötter eller olika växtdelar. Melatonin är antioxidantaktiv och under biotiska eller abiotiska stressförhållanden kan detta ämne förbättra växtens upptagning av kväve, fosfor och svavel samtidigt. Växtextrakt kan öka syntesen av klorofyll, öka produktionen av biomassa och förbättra toleransen mot markens salthalt samt mot torka. (Grammenou et al., 2023, Du Jardin 2015)

Godlewska, Ronga och Michalak (2021) beskriver att växtextrakt bland annat har svampdödande, antimikrobiella, antiparasitära och antiinflammatoriska egenskaper. De stimulerande egenskaperna beror på polyfenoler, aminosyror, växthormoner och vitaminer. De verkar i grödan mot biotisk och abiotisk stress samt ökar skörden och dess kvalitet.

Nyttiga mikroorganismer

Nyttiga mikroorganismer delas ofta in i arbuskulära mykorrhizasvampar, tillväxtfrämjande bakterier (inne i växten), tillväxtgynnande rhizobakterier (i rhizomen och i rhizosfärområdet). Tillväxtfrämjande bakterier interagerar direkt eller indirekt med växter och inkluderar fritt levande bakterier i jorden samt rhizobakterier. En annan bakteriell biostimulant kan snarare kallas för tillväxtfrämjande ympmedel och den gagnar upptagningen av växtnäring och växtens immunitet. (Grammenou et al., 2023, Baltazar et al., 2021, Du Jardin 2015)

Svampsläktet *Trichoderma* är ett väldigt lovande släkte. *Trichoderma* förbättrar toleransen mot abiotisk stress och ökar växternas näringseffektivitet, utveckling och avkastning. Det finns också bevis på att svampen tillåter kommunikationen mellan växtindivider. (Baltazar et al., 2021, Du Jardin 2015)

Mikroorganismer påverkar markens biologiska mångfald positivt. De främjar fysiologiska och metaboliska processer i växter, skyddar mot olika former av stress och gynnar biomassaproduktionen.

Kitosan och andra biopolymerer

Kitosan och kitosanoligosackarider används inom många industrisektorer. De har antimikrobiella och antioxidantegenskaper och de förbättrar motståndskraften mot patogener. Kitosan fungerar bra mot abiotisk stress (torka, salthalt) och förbättrar kvalitetsegenskaper. (Baltazar et al., 2021, Du Jardin 2015) Biopolymerer finns i olika form såsom polypeptider, lignosulfater och polysackarider. De kan stimulera tillväxt genom att aktivera olika signalvägar i växten. (Jordbruksverket, u.å.)

Kitosan och biopolymerer ökar klorofyllkoncentrationen och fotosynteshastigheten. Upptagningen av näringsämnen och produktionen av biomassa förbättras. (Baltazar et al., 2021)

Humitt klimat - arid klimat

Det finns otaliga forskningsrapporter som konstaterar att biostimulanter har skördehöjande effekter. Nästan alla dessa undersökningar är dock gjorda i växthus eller arid klimat. Det finns väldigt få undersökningar av biostimulanter som har gjorts i humitt klimat på fältet och där man skulle ha fått positiva effekter.

I en meta-analys skrivs om biostimulantavkastningseffektivitet i fältförsök. Där kommer tydligt fram att effekten av biostimulanter var tydligast i torra förhållanden och öken. Desto mer nederbörd desto mindre skördeökningar. I fuktiga väderförhållanden var biostimulanter minst effektiva. Extrema temperaturer hade också negativ effekt på biostimulanternas prestanda. Biostimulanter hade mer positiva effekter i jordar med låga halter av organiska material samt i salthaltiga, näringsfattiga och sandiga jordar. (Li, Gerreway & Geelen 2022)

1.2 Aktuell forskningsfront

Den genomsnittliga skördeökningen vid användningen av biostimulanter har enligt internationella försök varit över 20 %. I kruk- och växthusexperiment har erhållits de bästa resultaten och örter, frukter och baljväxter har gynnats mest. (Palojärvi, Martz, Rastas & Ruuttunen, 2024) Variationer förekommer beroende av jordens pH-värde och som följd av olikartade behandlingssätt av biostimulant. Växter i sura jordar får mera nytta av biostimulanter (upp till 60 %) än växter i alkaliska jordar (10 %). Metoden att tillsätta biostimulanter till växter eller jord påverkar också effektiviteten. Biostimulantbehandling av unga plantor var det minst effektiva sättet. I vissa fall resulterade en sådan behandling även i en minskning av biomassa. Alternativa sätt att tillföra biostimulanter är fröpelletering, bladgödsling och markapplicering samt kombinerat behandling. Av dessa var den effektivaste metoden en kombinerad behandling, följd av markapplicering och bladgödsling och sist fröpelletering (15 - 85 %, 20 - 70 % respektive 0 - 25 %) mera biomassa. Fältförsök visade sig resultera i mycket mindre skördeökningar än krukförsök (16 % respektive 47 %). (Herrmann, Wang, Hartung, Hartmann, Zhang, Nkebiwe, Chen, Muller & Yang, 2022)

2021 testades i ett försök i Sverige tre olika biostimulanter på tre olika sorter av sockerbeta med varierande koncentrationer och tillförselmetoder. Undersökningen genomfördes i form av ett krukförsök, först i en klimatkammare fyra veckor, sedan flyttades krukorna till växthus i ytterligare fyra veckor. De använda biostimulanterna var hydrolyserat vetegluten, potatisproteinfilm och potatisprotein och doseringen var 1, 2, 5 samt 10 g/kg jord. (Johansson, Jolayemi, Olsson, Ekblad & Malik, 2019) Tendensen var att uppkomsten av sockerbetsplantorna försenades successivt med ökande mängd biostimulant som tillfördes marken. Gällande produktionen av biomassa fanns inga skillnader mellan de olika biostimulanterna, men den totala biomassan tredubblades jämfört med den obehandlade kontrollen. De högsta plantorna och de största bladrosettorna erhöles med 1-2 g biostimulant per kg jord. I detta försök förbättrades betornas tidig tillväxt och deras rottillväxt med 66 %. (Jolayemi, Malik, Ekblad, Olsson & Johansson, 2021)

Effekten av bladgödsling med fyra olika kiselpreparat i sockerbetar testades 2017-2019 i Polen. Årsmånen under de tre försöksåren var varierande och vädret påverkade tydligt varje års resultat. I försöket testades också behandlingstidpunktens inverkan. Resultaten visade att kisel inte hade nämnvärd effekt på rotskörden, men att behandlingstidpunkten

påverkade sockerhalterna i rötterna, den tidigare behandlingen hade positiva effekter. Kiselbehandling gav signifikant positiva effekter på växternas fysiologiska parametrar, LAI och NDVI, vilka är relaterade till avkastning och sockerinhåll. Behandlingen förbättrade också den tekniska kvaliteten hos sockerbetsrötter (koncentrationerna av socker, aminokväve, kalium och natrium). (Siuda, Artyszak, Gozdowski & Ahmad, 2024)

I Slovakien har flera försök utförts i ett klimat som anses vara mer torrt och varmt än humitt. Under studieåren (2018-2019) varierade växtperiodens väderlek och detta påverkade också försökresultaten. Väderförhållandena hade en signifikant effekt på sockerbetsparametrar. I försöket undersöktes biosimulanternas effekt på två sockerbetsorter (Alpaka och Gorila) vid användning av tre olika preparatblandningar (humussyror och essentiella aminosyror; essentiella aminosyror, biopolymerer och jordbakterier; humussyror, essentiella aminosyror, biopolymerer och jordbakterier). Biostimulanterna gav bättre resultat än den obehandlade kontrollen med avseende på de undersökta parametrarna (rotskör, sockerhalt, sockerskör). Det bästa resultatet, vilket också omfattade den signifikant högsta rotskörden, erhöles vid behandling med humussyror, essentiella aminosyror, biopolymerer och jordbakterier. Sockerkoncentrationerna låg i samtliga led på samma nivå, eller ökade fastän också rotskörden ökade. (Rasovsky, Pacuta, Ducsay & Lenicka, 2022)

Ett annat försök utfördes i Slovakien 2021-2022 på samma plats som det ovan nämnda försöket. Nu testades två behandlingar (ren extrakt *Ascophylum nodosum*; *Ascophylum nodosum* koncentrat och humusämnen) på fyra sockerbetsorter (Fischer, Fabius, Nicolaus, Lucius). Behandlingarna med biostimulanter hade en positiv effekt både under gynnsamma och mindre gynnsamma förhållanden. Nästan alla produktionsparametrar visade signifikanta effekter av biostimulantbehandling. De bästa effekterna på produktionsmängd och bladareaindex erhöles vid behandling med *Ascophylum nodosum* koncentrat och humusämnen; samma behandling resulterade båda åren i den högsta rotskörden. Resultaten visar att enskilda sorter reagerade olika på behandlingar under olika väderförhållanden. Detta kan ha haft en effekt på sockerbetornas totala avkastning och kvalitet. (Pacuta, Rasovsky, Briedikova, Lenicka, Ducsay & Zapletatova, 2024)

Försök utförda i Egypten 2016–2017 granskade biostimulenternas roll i samband med minskad kvävegödsling. Väderförhållandena i Egypten är torra och i försöket användes konstbevattning. De använda kvävemängder var 100 %, 85 %, 70 %, 55 % av den

rekommenderade tillförseln 214 kg/ha. Biostimulantbehandlingar utfördes två gånger med jästekstrakt, humussyra och jästekstrakt samt humussyra. Resultaten visade att kvävemängden 100 % och 85 % av den rekommenderade dosen tillsammans med två behandlingar med jästekstrakt och humussyra gav de högsta värden på rot- och sockerskörd, utan signifikanta skillnader mellan växtsäsongerna. (Abido & Ibrahim 2017)

I Danmark har biostimulanten Megafol undersökts 2022. Preparatet tillfördes i samband med kemisk ogräsbekämpning. Biostimulanten ifråga innehåller tångeextrakt samt mikronäringsämnen järn, mangan och zink. Herbicider orsakar skada åt sockerbetor och användningen av Megafol visade sig förbättra sockerbetans återhämtningsförmåga. I ett försök gav Megafolbehandling en merskörd på 1400 kg socker/ha. (Niléhn, 2023)

Ett försök med fyra olika biostimulanter utfördes i vårkorn i södra Sverige 2021 under ganska torra väderförhållanden. Ideén var att studera om biostimulanter har effekt på kornets rotutveckling och om det finns en korrelation med spannmålsskörden. Försöket omfattade biostimulanterna Physiolit (aminopuriner), Demetias V (tångeextrakt), Stimplex (tångeextrakt) och Quantis (jäsningsprodukt, innehåller organiskt kol, aminosyror och peptider). Resultaten visar endast små skillnader mellan kontrollen och biostimulantbehandlingarna. Korn som hade behandlats med Stimplex eller Quantis hade sju % längre rötter än kontrollen. Trots den ökade rotlängden fanns det inga signifikanta skillnader i spannmålsskörd mellan kontrollen och de testade biostimulanterna. (Lilliehöök, 2021)

I sydvästra Polen 2014 undersöktes effekterna av biostimulanter i höstveten. I försöket användes tångpreparat som var ekstrakter från *Spirulina plantensis*, *Ascophyllum nodosum* och baltiska gröna makroalger. Det fanns skillnader mellan behandlingarna men inga statistiskt signifikanta skillnader med avseende på spannmålsskörden. (Michalak, Chojnacka, Dmytryk, Wilk, Gramza, & Rój, 2016)

Sammanfattningsvis kan konstateras att effekten av biostimulanter i fältförhållanden påverkas kraftigt av väderförhållandena. Det är svårt att hitta de rätta ämnen och rätta behandlingstidpunkterna som är nödvändiga för att få tillstånd signifikanta ökning i skörd och kvalitet. Särskilt i ett mera humitt klimat har effekten av biostimulanter på fältnivå förblivit svag. Olika försöksresultat visar att biostimulanter kan ha positiva effekter på spannmål och rotfrukter men signifikanta skördeökningar har förekommit endast i torra

förhållanden och på sämre jord. Mera utveckling och forskning behövs i humida klimat och på mullrika jordar.

2 Material och metoder

2.1 Metodbeskrivning

Den möjliga effekten av biostimulanter på sockerbetans tillväxt och skörd undersöktes 2022 i form av ett blockförsök. Effekten av olika preparat och olikartade användningssätt jämfördes mot varandra och ett obehandlat led.

Försöket utfördes på fält i form av smårutor. I försöket var med tio försöksled av vilka i det här arbetet granskas leden 1,2,3,4,5,9 och 10 (tabell 1). Tre olika behandlingsmetoder jämfördes. I det första delförsöket jämfördes tre olika preparat med varandra, med avseende på deras eventuella effekt på sockerbetans tillväxt och skörd. Preparaten var Seamac 45, HaifaStim Booster och Quantis, alla med två behandlingar (försöksleden 2, 4 och 9). I det andra delförsöket granskades effekten av fyra behandlingar med en blandning av dessa ovan nämnda preparat jämfört med ett obehandlat försöksled (försöksled 1 vs. 10). I det tredje delförsöket undersöktes de eventuella effekterna av antalet behandlingar, två respektive fyra behandlingar (försöksleden 2 och 4 vs. 3 och 5; försöksled 1 är obehandlad nollled).

Tabell 1. Använda preparat

försöksled	preparat
1	nolled
2	Seamac 45
3	Seamac 45
4	HaifaStim Booster
5	HaifaStim Booster
6	Seamac 45 ja HaifaStim Booster
7	Seamac 45 ja Wuxal Microplant
8	Wuxal Microplant
9	Quantis
10	HaifaStim Booster, Quantis, Seamac 45

I försöket testades tre olika biostimulanter, Seamac 45 (FMC Agro Ltd), HaifaStim Booster (Haifa-Group) och Quantis (Syngenta Nordics A/S). Samtliga preparat salufördes av ViljelijänBerner.

Seamac 45 är till 100 procent tillverkat av havstång, *Ascophyllum nodosum*. Den effektiviserar växternas upptagning av näringsämnen via aktivering av den hormonella verksamheten. Grödan stimuleras till att utveckla friskare och bredare rotsystem. Preparatet används inför stressande förhållanden, t.ex. före torka. Vid upprepad tillförsel är behandlingsintervallet ca 7-14 dygn.

HaifaStim Booster innehåller fria aminosyror, peptider, svavel, kväve, magnesium, bor, järn, koppar, mangan, zink och molybden. Preparatet förbättrar växtens återhämtningsförmåga från abiotisk stress (torka, höga temperaturer, kyla, blöta). Aminosyrorna glycin och lysin förstärker fotosyntesen och bildandet av klorofyll. Behandlingen görs helst innan stress uppstår. Den bästa effekten uppnås under kraftig tillväxt.

Quantis är en produkt som tillverkas från fermenterat sockerrör. Den innehåller organiskt kol, aminosyror, peptider och kalium. Preparatet förbättrar växtens förmåga att uppta och använda näringsämnen samt stimulerar tillväxten. Quantis ökar toleransen mot värme-, köld- och torkstress. Tillverkaren rekommenderar användningen 3-7 dygn före t.ex. torka, och ett behandlingsintervall på 14 dygn.

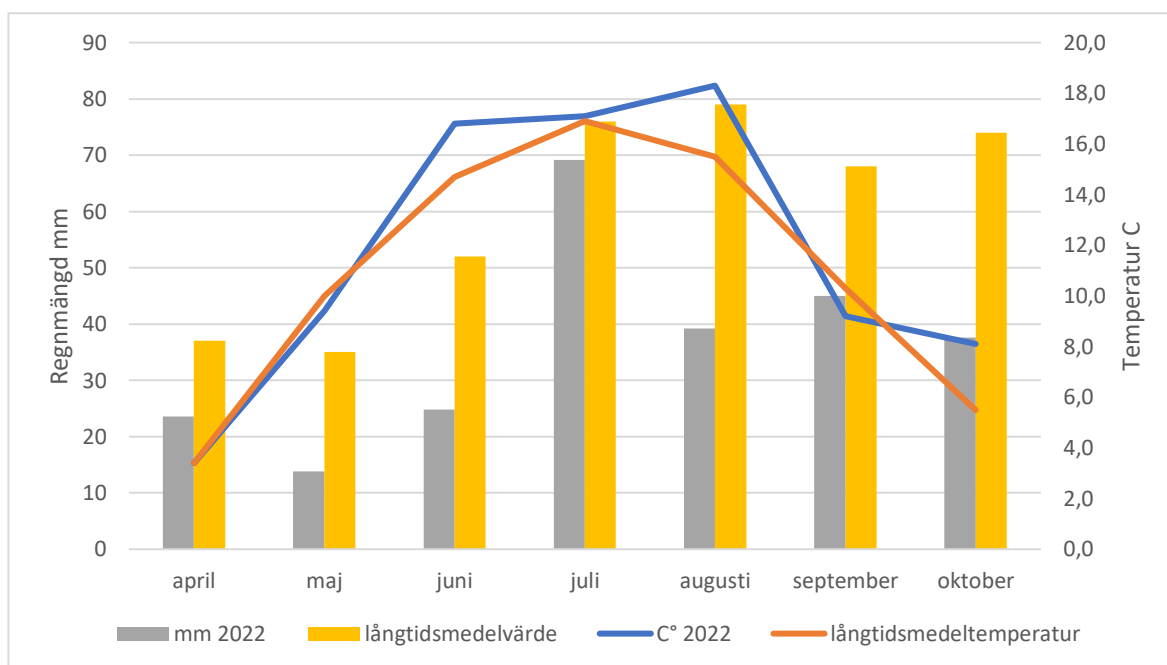
2.1.1 Försöksplats

Försöket utfördes på Centralen för Sockerbetsforskning i Pemar, på skiftet Vartsalo Ylä 3. Skiftets jordart är molera, mullhalten är 6,7 procent och pH-värdet var 6,2. Både fosfor- och kaliumkoncentrationerna motsvarade bördighetsklassen god, likaså kalcium-, magnesium-, bor- och kopparhalterna. Svavel- och zinkhalterna var i klass tillfredsställande medan koncentrationerna av mangan och natrium låg i bördighetsklasserna rätt dåligt respektive dåligt. Förfrukten var vårvete och skiftet plöjdes på hösten 2021.

Fältet bearbetades våren 2022 med ytharvning och fräs före sådden för att få en jämn och fin såbädd. Försöket såddes 10.5.2022 med en fyrradig såmaskin av märket Wintersteiger så att rutornas storlek blev 2 x 8 meter. Frön var Conviso Smart Imma KWS. Radavståndet

var 50 cm och fröavståndet 18 cm. Sådjup var tre cm och gödsel placerades ca fem cm djupt bredvid och nedanför såraden.

Vädret var under maj månad ganska jämnt, medeltemperatur var 9,4 grader Celsius och regnmängden var 12 mm. Marken var väldigt torr och etableringen skedde långsamt. Hela växtperiodens regnmängd var väldigt liten, bara hälften av normalt. Endast i juli kom regn som vanligt. Temperaturen var över långtids medelvärde både i juli och augusti (figur 1).



Figur 1. Växstsäsongens väder

2.1.2 Genomförande av försöket

Sammanlagt var det tio försöksled och fem upprepningar i försöket. Försökskartan som gjordes med ARM-programmet, visar försöksledningarnas placering. I det här arbetet granskas försöksled en, två, tre, fyra, fem, nio och tio. Totalt blev det 35 rutor, växtproven som skickades för analys till Analytical Service, Yara UK, Pocklington, togs från tre upprepningar, 21 rutor.

501 1	502 2	503 6	504 7	505 3	506 9	507 8	508 4	509 5	510 10
401 8	402 3	403 7	404 10	405 5	406 4	407 1	408 9	409 6	410 2
301 5	302 4	303 1	304 9	305 10	306 8	307 2	308 6	309 3	310 7
201 10	202 9	203 3	204 2	205 7	206 6	207 4	208 5	209 1	210 8
101 9	102 6	103 5	104 4	105 8	106 1	107 10	108 7	109 2	110 3

nolled	
Seamac 45 x2	
Seamac 45 x4	
HaifaStim Booster x2	
HaifaStim Booster x4	
Quantis	
Quantis blandning	

Figur 2. Karta om försöksplats och försöksleder.

2.1.3 Skötsel av försöket

I samband med sådden gödslades försöket med YaraMila Hiven Y 3 gödselmedel 608 kg/ha. Försöket behandlades två gånger med växtskyddsmedel, första gången mot ogräs och skadedjur och andra gången endast mot ogräs. Den första bekämpningen utfördes 7.6.2022 med Betanal SE 0,5 l/ha, Sunoco 0,5 l/ha, Karate 0,07 l/ha, Conviso 0,5 l/ha med vatten 150 l/ha. Den andra bekämpningen utfördes 21.6.2022 med Betanal SE 0,5 l/ha, Sunoco 0,5 l/ha, Conviso 0,5 l/ha med vatten 150 l/ha. Sprutningarna lyckades, ogräsförekomsten var liten och angreppen av skadedjuren försumbara.

Försöksled 1 var nolled, den fick ingen annan behandling än ogrässprutningar. Försöksled 2 var Seamac 45, två sprutningar med 2,0 l/ha. Försöksled 3 var Seamac 45, fyra sprutningar med 1,0 l/ha. Försöksled 4 var Haifa Stim Booster, två sprutningar med 0,6 kg/ha. Försöksled 5 var Haifa Stim Booster, fyra sprutningar med 0,6 kg/ha. Försöksled 6,7,8 omfattas inte av mitt arbete. Försöksled 9 var Quantis, två sprutningar med 2,0 l/ha. Försöksled 10 var en kombination av Seamac 45, Haifa Stim Booster och Quantis, den sprutades fyra gånger, se figur 3.

	15.6.	20.6.	28.6.	4.7.
försöksled	vecka 24	vecka 25	vecka 26	vecka 27
1				
2		Seamac 2,0 l/ha	Seamac 2,0 l/ha	
3	Seamac 1,0 l/ha	Seamac 1,0 l/ha	Seamac 1,0 l/ha	Seamac 1,0 l/ha
4		Haifa 0,6 kg/ha	Haifa 0,6 kg/ha	
5	Haifa 0,6 kg/ha	Haifa 0,6 kg/ha	Haifa 0,6 kg/ha	Haifa 0,6 kg/ha
9		Quantis 2,0 l/ha	Quantis 2,0 l/ha	
10	Seamac 2,0 l/ha	Haifa 0,6 kg/ha Quantis 1,0 l/ha	Quantis 1,0 l/ha	Haifa 0,6 kg/ha

Figur 3. Preparat och sprutningstider

Preparat	H2O/ha	g eller ml/ha	H2O		
HaifaStim Booster	200	600	5	15	g
Seamac 45	200	1000	5	25	ml
Seamac 45	200	2000	5	50	ml
Quantis	200	1000	5	25	ml
Quantis	200	2000	5	50	ml

Figur 4. Sprutningsmängder

Biostimulanterna tillfördes de enskilda försöksleden med en försöksspruta. Vattenmängden var 200 l/ha vilket blev fem liter till fem upprepningar av varje försöksled. De olika preparaten vägdes enligt tillverkarnas rekommendationer och enligt de enskilda försöksleden upp i skilda småburkar (figur 4). Preparatkoncentrationerna till enskilda sprutningar: försöksled 2 Seamac 45, 50 ml, försöksled 3 Seamac 45, 25 ml, försöksled 4 HaifaStim Booster, 15 g, försöksled 5 HaifaStim Booster, 15 g, försöksled 9 Quantis 50 ml och försöksled 10 Quantis 25 ml, Seamac 45 50 ml och Haifa Stim Booster 15 g (i olika sprutningar/kombination). Före sprutning blandades preparaterna med 5 l vatten.

Vädret under sprutningarna var varmt och mestadels torrt. Före den första sprutningen 15.6. kom två mm regn dagen före och några dagar efter kom 8,4 mm regn,

medeltemperaturen var 15,5 grader Celsius. Den andra sprutningen utfördes 20.6. och i anslutningen till den var det torrt, medeltemperaturen var 14,8 grader Celsius. Den tredje sprutningen gjordes under torra och varma förhållanden 28.6., medeltemperaturen var 25 grader Celsius. Före den sista sprutningen 4.7. var vädret torrt men dagen efter kom 2,2 mm regn, medeltemperaturen var 18,6 grader Celsius.

2.1.4 Provtagning och analys

Växtprov togs fyra gånger under växtperioden, 1.7., 18.7., 23.8. och 21.9. Varje gång togs 3-5 plantor från tre upprepningar från rad ett eller fyra (4-radiga rutor), raderna två och tre var reserverade för upptagning av färdigt utvecklade sockerbetor. Blad och rötter vägdes skilt och torkades i ugnen ca ett dygn i 80 grader Celsius. Vid de tre sista provtagningarna var sockerbetorna redan så stora att man istället för hela bladmassan och hela roten vägde upp 250 g blad och 100 g riven rot för torkning. I anslutning till torkningen fastställdes torrvikten. Därefter finmaldes proven inför analysen av deras innehåll av växtnäringsämnen. Denna analys utfördes av Analytical Service, Yara UK, Pocklington.

Vädret under provtagningarna varierade. Det hade regnat före de flesta växtprovtagningar men regnigt var det bara under den tredje provtagningen.

De färdigt utvecklade sockerbetorna togs upp 24.10. med en modifierad Edenhall 733 betupptagare. Från varje ruta togs upp en rad, ca 40 sockerbetor. Maskinen lyfter betorna direkt i säcken (en rad/säck). Säckarna försågs med en individuell identifieringslapp. Säckarna skickades sedan till ett laboratorie för analys, AB Nordic Sugar, Kedainiai, Litauen. Sockerbetorna vägdes och analyserades på halterna av socker, aminokväve (mg/100 g betor), kalium (me/100 g betor) och natrium (me/100 g betor). Halterna av aminokväve, kalium och natrium anger sammanlagd den mängd av ämnen som stör framställningen av socker. På basis av nettovikten beräknas rotskörden och sockerskörden per hektar. LSD, standardavvikelse, variation och medelvärde beräknades med hjälp av dataprogrammet ARM.

3 Resultat

3.1 Tre olika biostimulanter i två behandlingstillfällen med samma biostimulant för varje tillfälle

I försöket användes tre olika preparat, Seamac 45, HaifaStim Booster och Quantis.

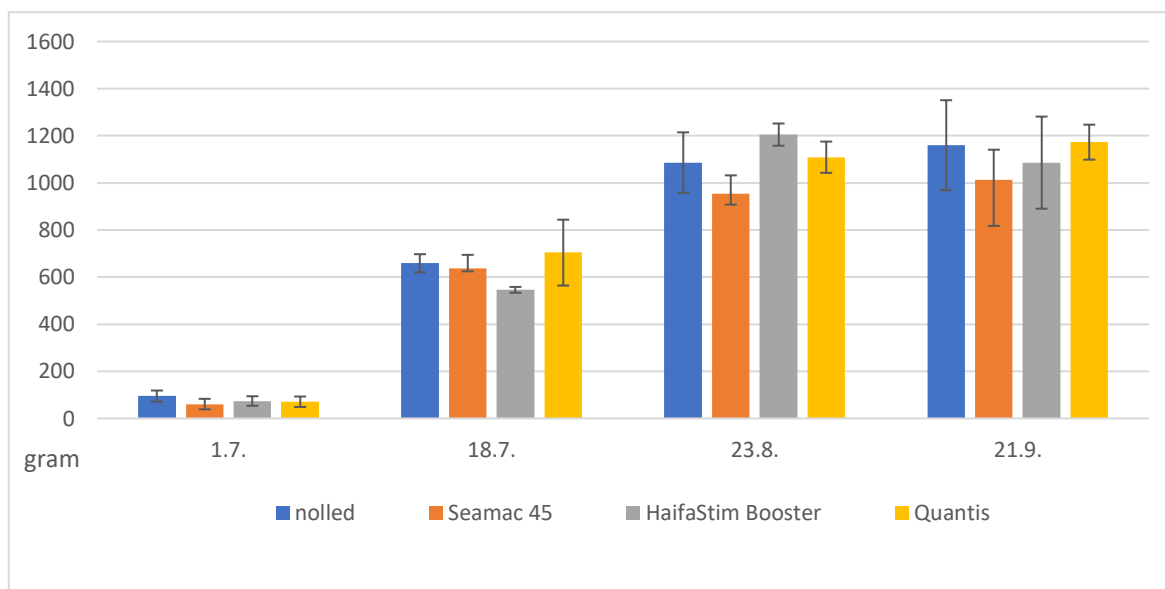
Skillnader mellan behandlingar varierade under växtsäsongen. När de första växtproven togs i början av juli hade behandlingen med HaifaStim Booster de största färskvikterna både i blad- och rötter. Ledet där grödan hade behandlats med Quantis hade nästan lika höga vikter, men behandling med Seamac 45 hade de lägsta vikter. De obehandlade leden hade ändå de största vikterna jämfört till behandlade leden. (figurerna 5 och 6).

Det följande tillfället då växtprov togs var nästan tre veckor senare i juli. Av de behandlade leden uppmättes de högsta färskvikterna i behandlingen med Quantis. Seamac 45 var nästa och de lägsta vikterna uppmättes i ledet där behandlingen hade utförts med HaifaStim Booster. Nolledet placerade sig mellan Quantis och Seamac 45. (figurerna 5 och 6).

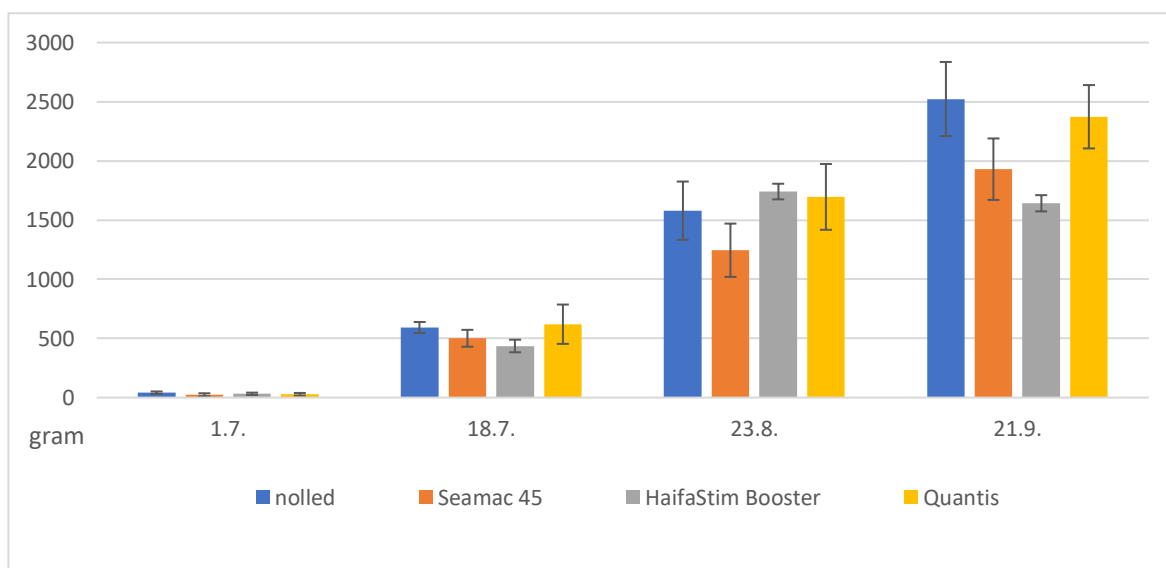
Vid tredje provtagningstillfället i augusti visade sig HaifaStim Booster ha de högsta vikterna. Quantis var på andra plats och på tredje plats var Seamac 45. Nolledens resultat var nästan på samma nivå med Quantis. (figurerna 5 och 6).

Det sista växtprovet togs en månad senare i september. Behandlingen med Quantis hade igen de största medelvärden i färskvikterna. Ledet HaifaStim Booster hade en högre bladvikt än Seamac 45, men i rötter var situationen den motsatta. Figur 5 och 6 visar medelvikter med standardavvikelserna.

Resultaten av alla provtagningar visar att ingen behandling hade varit den bästa, utom resultaten varierade vid varje provtagningstillfälle.



Figur 5. Medelvikten och standardavvikelseerna av blad vid fyra olika provtagningstidpunkterna.



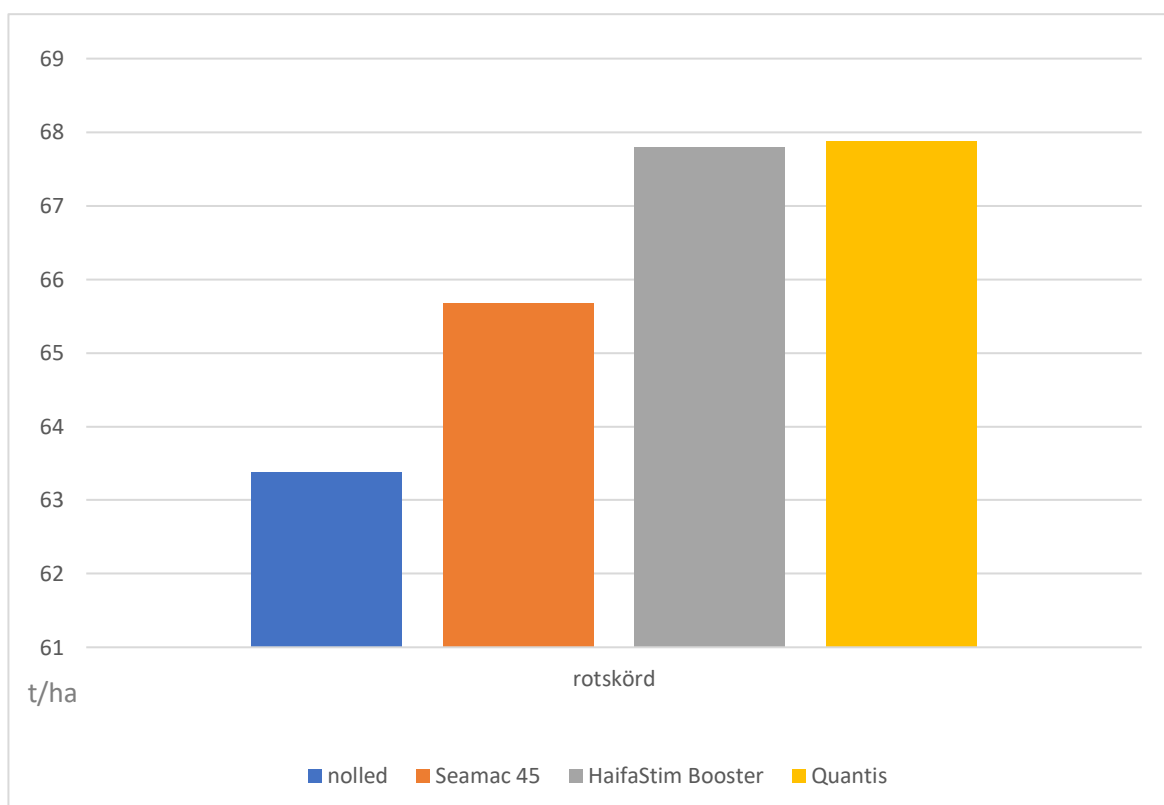
Figur 6. Medelvikten och standardavvikelseerna av rötter vid fyra olika provtagningstidpunkterna.

Vid varje provtagningstillfälle undersöktes också bladens växtnäringshalter. Analyserna omfattade följande växtnäringsämnen: kväve, fosfor, kalium, kalcium, magnesium, svavel, järn, zink, mangan, bor, koppar och molybden. Alla försöksled visade likadana resultat.

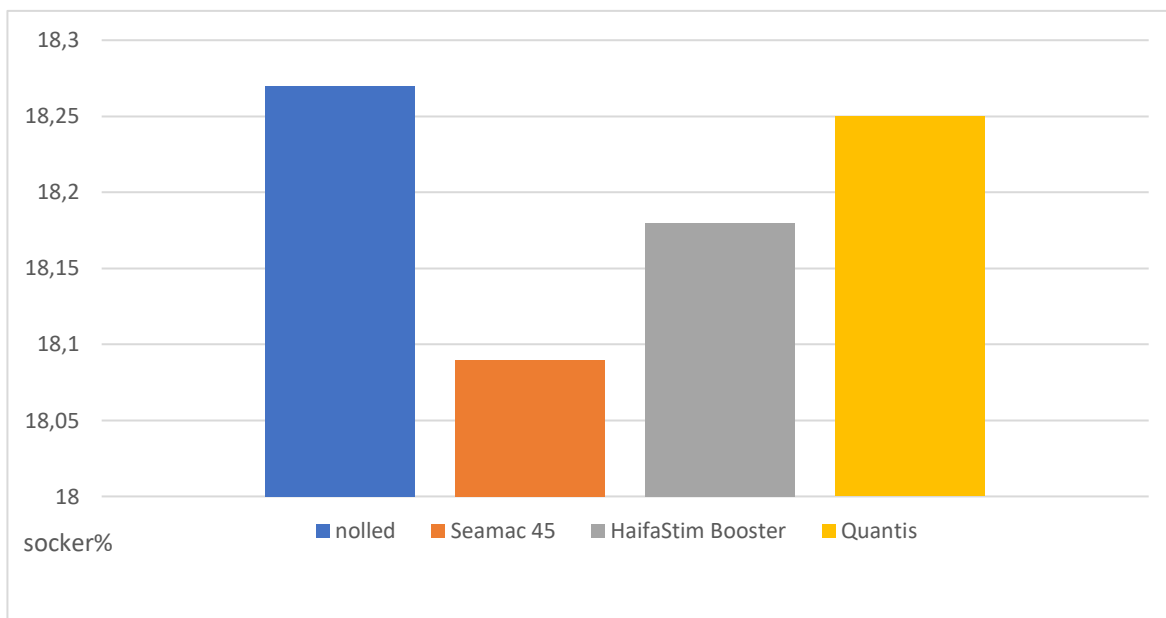
Värdena låg i allmänhet vid samtliga fyra provtagningstillfällena inom de gafflar som anses vara optimala för sockerbetans växtnäingsstatus. Undantag utgjordes av fosfor där koncentrationerna vid de två sista provtagningstillfällena låg under referensvärdena och av kväve där halterna vid det sista provtagningstillfället låg under referensvärdena.

Vägningen av rotskörden visade att samtliga behandlingar med biostimulanter resulterade i en högre skörd än nolledet. Kvalitetsparametrarna aminokväve, kalium och natrium låg i samtliga behandlingar i klassen utmärkt.

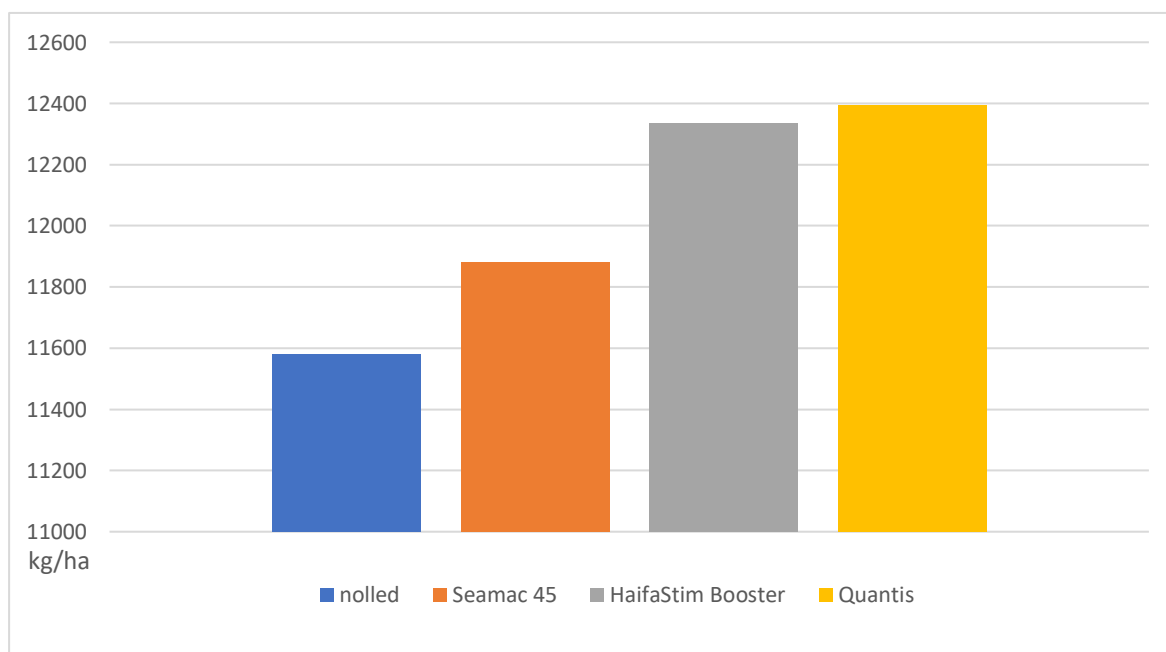
Behandling med Quantis gav den största rotskörden, den högsta sockerprocenten och den största sockerskörden. På andra plats kom HaifaStim Booster och på tredje plats följde Seamac 45. Nolledet uppvisade den högsta sockerprocenten men rot- och sockerskördarna var lägre än i de led som hade behandlats med biostimulanter. Skillnaderna mellan de olika leden var dock små och ingen statistisk skillnad kunde påvisas (figur 7, 8 och 9).



Figur 7. Försökledernas rotskörd.



Figur 8. Försöksledernas sockerprocent.

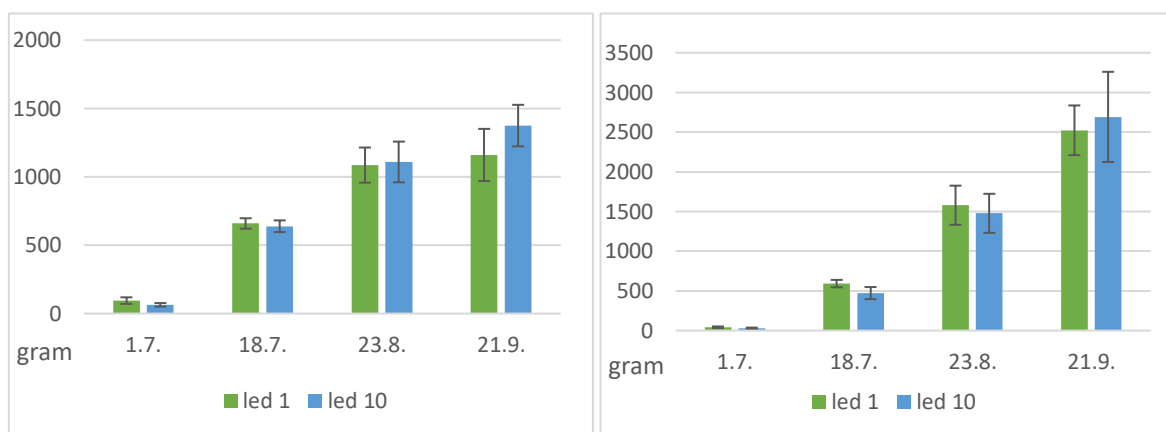


Figur 9. Försöksledernas sockerskörd.

3.2 Fyra behandlingstillfällen med olika biostimulanter respektive en blandning av biostimulanter i samma led

Tre olika biostimulanter användes i detta experiment, Seamac 45, HaifaStim Booster och Quantis. Seamac 45 användades i en behandling och de två andra var med i två behandlingarna.

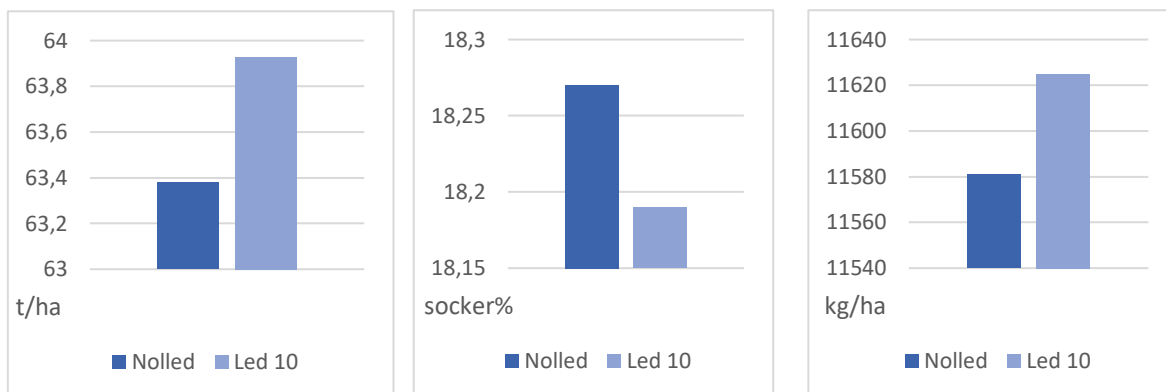
Växtprover togs två gånger i juli, en i augusti och en i september. Vid de två första provtagningstillfällena var blad- och rotvikterna högre i nolledet. De olika försöksleden skiljde sig väldigt lite från varandra med avseende på de växtprov som togs i augusti, rotvikten var större i nolledet medan bladvikten var högre i ledet där biostimulanterna hade tillförts. Vid det sista provtagningstillfället var blad- och rotvikterna högre i det led där sockerbeterna hade behandlats med biostimulanterna.



Figur 10. Först variation i bladvikter och den andra variation i rotvikter.

Näringsanalyserna visade att sockerbeterna i nolledet led av ett underskott av fosfor redan i juli, i augusti och i september låg fosforhalten i båda led under referensvärdena. I båda led låg plantornas kvävehalter något under referensvärdena i augusti men i september blev differensen mellan de uppmätta kvävehalten och referensvärdena större.

Skillnaden i rotskörden mellan behandlingen med en rad olika biostimulanter och nolledet var liten. Behandlingen med olika biostimulanter vid fyra tillfällen resulterade i en högre avkastning, men skillnaden i rotskörd var liten, inte ens en procent. Sockerprocenterna låg nästan på samma nivå vid behandling med biostimulanterna och i nolledet. Skillnader i sockerskörd var obefintliga, i ledet där biostimulanter hade tillförts var avkastningen bara några tiotals kilo högre.



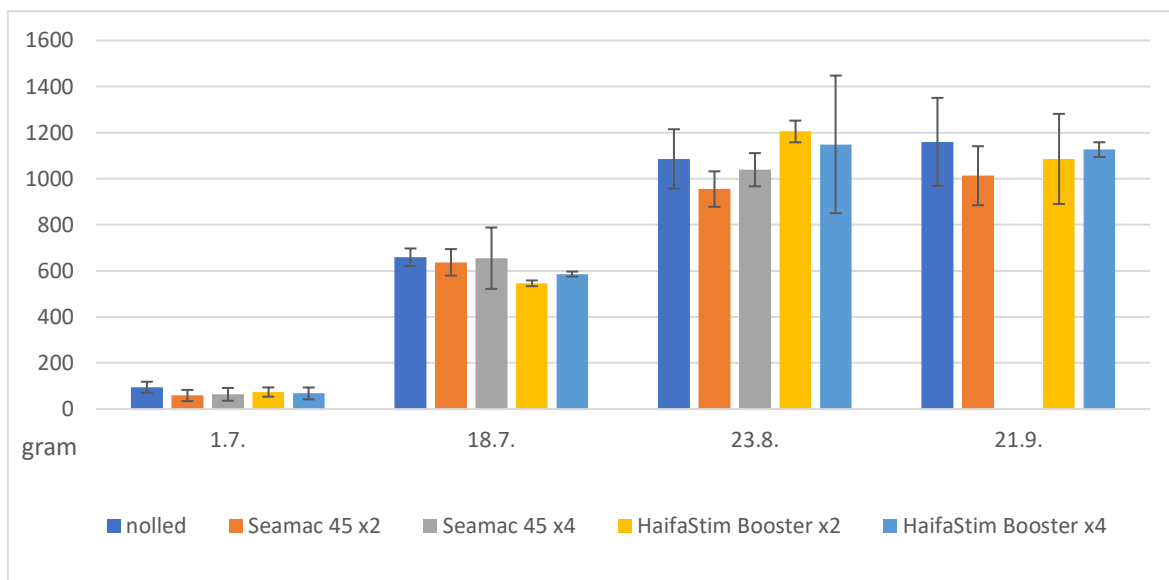
Figur 10. Rotskörd, socker%, sockerskörd.

3.3 Två respektive fyra behandlingstillfällen, för två olika biostimulanter

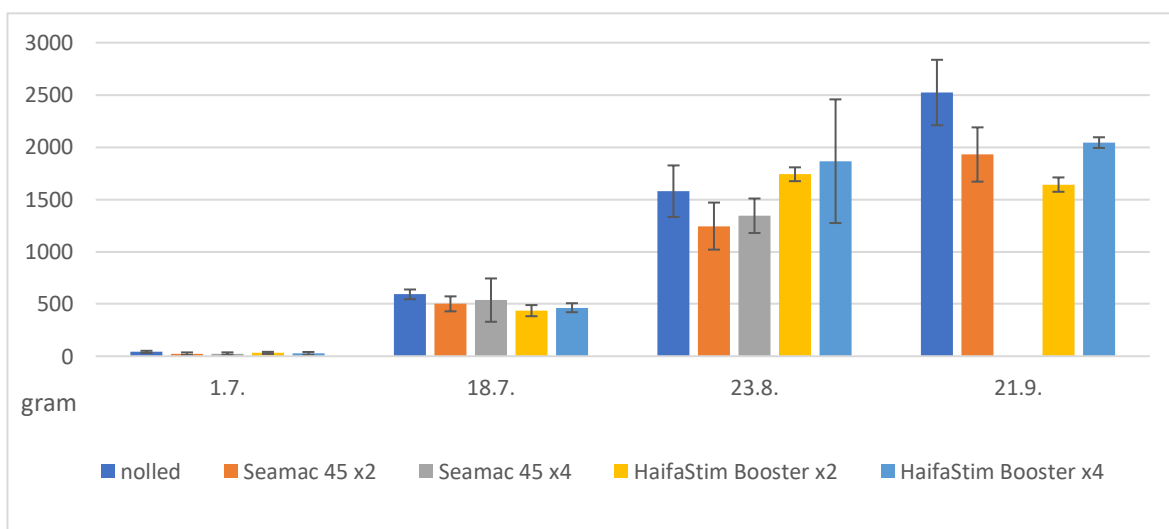
Effekterna av två behandlingar jämfördes med fyra behandlingar för preparaten Seamac 45 respektive HaifaStim Booster.

Vid provtagning 1.7. var ordning bland de behandlade försöksledens blad- och rotvikter följande; HaifaStim Booster (led 4), HaifaStim Booster (led 5), Seamac 45 (led 3) och Seamac 45 (led 2). Nolled hade ändå de högsta vikter. I det andra provtagning hade ordning förändrats och Seamac 45 (led 3) var bäst, den andra var Seamac 45 (led 2), tredje HaifaStim Booster (led 5) och fjärde HaifaStim Booster (led 4). Den obehandlade nolleden hade fortfarande högre vikter än de behandlade lederna.

I den tredje provtagning i augusti var försöksledernas ordning följande: HaifaStim Booster (led 4) hade den högsta bladvikten men HaifaStim Booster (led 5) hade den högsta rotvikten. Seamac 45 (led 3) var på tredje plats och Seamac 45 (led 2) var sista. Nolleds placering var mellan HaifaStim Booster (led 5) och Seamac 45 (led 3). Från den sista provtagning i september saknas information om Seamac 45, försöksled 3. De högsta vikter i de behandlade leder var i HaifaStim Booster (led 5). Sedan kom HaifaStim Booster (led 4) och Seamac 45 (led 2). I den sista provtagningen var nolleden igen den bästa med de högsta vikter både i blad och rot. (Figur 11 och 12)



Figur 11. Bladvikterna i försökslederna.

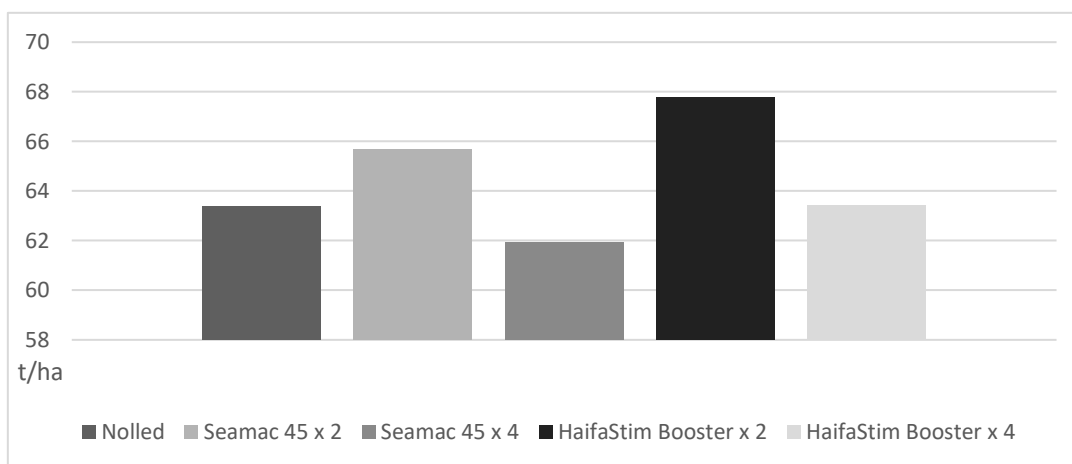


Figur 12. Rotvikterna i försökslederna.

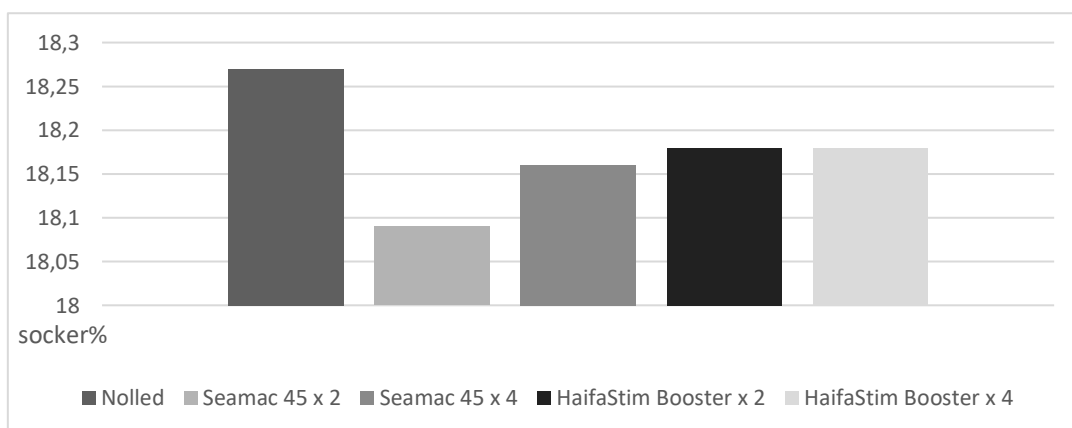
Näringsanalysen visade att alla försöksled inklusiv nolled led av ett tydligt underskott av fosfor i augusti, det rekommenderade referensvärdet är 0,35 medan försöksledningens medelvärde var 0,21. Växtprov tagen i september visade att det förekom brist på både kväve och fosfor. Referensvärdet för kväve är 4 och i september var medelvärdet 3,6. Underskott hade inte förändrats och det förekom stadigt i varje försöksled. Koncentrationerna av de andra näringsämnen var tillfredsställande.

Behandling två gånger med HaifaStim Booster (led 4) resulterade i de högsta rot- och sockerskördarna. Med biostimulanter behandlade ledens sockerprocent var bara något

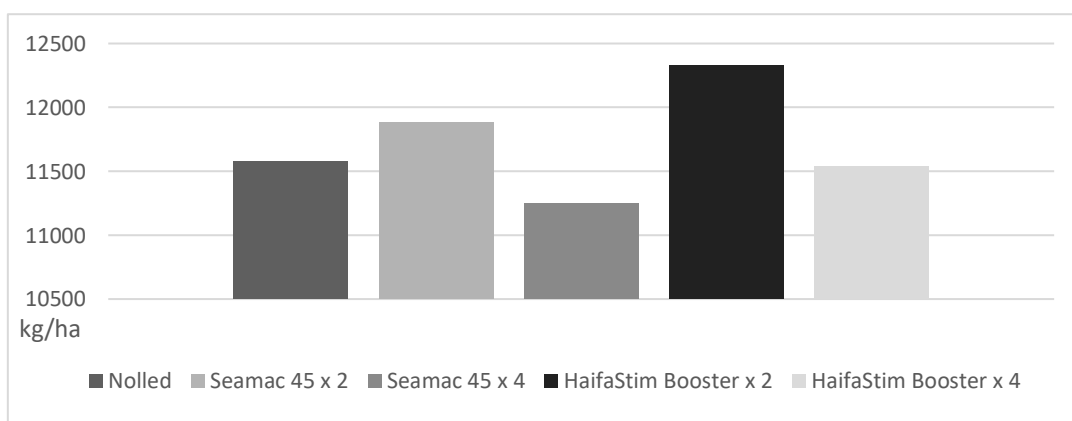
lägre än nolledens. De behandlade leders rotskörd, figur 13, varierade men det finns inga signifikanta skillnaden. Sockerprocenten, figur 14, var nästan lika i alla leder, nolleden hade lite högre procent och Seamac 45 (led 2) hade lite lägre procent men annars var det jämt. Figur 15 visar de låga skillnaderna i sockerskörd.



Figur 13. Försöksledningens rotskörd.



Figur 14. Försöksledningens sockerprocent.



Figur 15. Försöksledningens sockerskörd.

4 Diskussion

Den torra försommaren gav en lämplig miljö för att genomföra ett försök med biostimulanter. Både maj och juni var torra och det större regnet kom först i juli. Behandlingarna utfördes i juni, en behandling var i början av juli. Plantorna var stressade av både torka och värme. De här förhållanden är sådana där användning av biostimulanter ofta rekommenderas.

I detta arbete undersöktes en rad biostimulanter i tre olika frågeställningar. I den första jämfördes tre olika biostimulanter i två behandlingstillfällen med samma biostimulant för varje tillfälle. Sedan var ett försöksled med fyra behandlingstillfällen och samma tre biostimulanter med olika kombination. I den sista användes två biostimulanter och två respektive fyra behandlingstillfällen. Ingen behandling och inget produkt visade sig ha signifikanta statistiska effekter jämfört med det obehandlade nolledet. De största numeriska effekterna förekom i jämförelsen mellan olika preparat, där två behandlingar med Quantis gav de största rot- och sockerskördarna men en nästan lika hög sockerhalt som i det obehandlade nolledet. HaifaStim Booster kom på följande plats med bara små skillnader till Quantis. På tredje plats kom Seamac 45 som hade en lite högre avkastning än nolledet. I samtliga fall skiljde sig preparaternas effekter inte från nolledet.

Det föreliggande arbetets resultat relaterar bra till andra undersökningar där biostimulanter har visat sig ha numeriska effekter men där dessa effekter inte är statistiskt signifikanta. Avsaknaden av tydligt positiva effekter vid användningen av biostimulanter kan förklaras med att olika stressfaktorer i finländska förhållanden ändå inte är så stora att de skulle störa växtens levnadsförmåga. Odlingsmarken i Finland är bördig, jordarna har relativt höga mullhalter och klimatet är humitt. I Finland får grödorna tillräckligt med vatten åtminstone i början av växtperioden. I synnerhet under andra delen av maj och i juni kan det ändå förekomma ett betydande vattenunderskott, i synnerhet på lerhaltiga mineraljordar i södra Finland.

I motsats till de andra grödor som odlas traditionellt i Finland tillväxer sockerbetan ganska sakta och dess vattenbehov ökar först i juli. Denna tillväxt fortsätter sedan långt in i hösten tills frosten kommer. Detta för sockerbetan arts specifika tillväxtmönster innebär att den minst av alla grödor stressas av försommartorka. Även detta kan ha bidragit till biostimulanternas obetydliga effekter.

Skillnader mellan olika preparat förekom men också dessa var små. Pacuta et al. (2024) konstaterar att det finns skillnader mellan sockerbetsorter och deras reaktion på olika biostimulanter. Detta kan leda till att en biostimulant avsevärt förbättrar tillväxten i en viss sort medan andra sorter endast får en liten fördel. Det skulle vara väldigt tidskrävande att börja utreda positiva samband mellan enskilda sockerbetsorter och enskilda biostimulanter.

Behandlingen av sockerbeterna med en blandning av olika preparat resulterade inte i signifikanta avvikelser jämfört med nolledet, med avseende på samtliga undersökta parametrar. Det behandlade försöksledet gav en några tiotals kilo högre sockerskörd och en halv ton större rotskörd per hektar. Kvalitetsparametrarna låg på samma nivåer i båda leden, endast halten av aminokväve var lite högre i det behandlade ledet. I det här fallet resulterade behandlingen med biostimulanterna bara i ett numeriskt bättre resultat. Användningen av alla tre preparat skilt för sig hade visat sig leda till större skördar än blandningen av dessa preparat. Detta kan möjligtvis förklaras med att fyra behandlingsomgångar störde plantornas uppväxt för mycket, då dessa ändå befann sig i tidiga tillväxtfaser. I en metaanalys skriven av Herrman et al. (2022) omnämns att biostimulantbehandling av unga plantor var det minst effektivaste sätt, det kunde leda även till en minskning av plantornas biomassa. Herrmann et al. (2022) redovisar under begreppet "andra" också en grupp grödor, där till och med skördeminskningar förekommer.

Den tredje försöksfrågan gällde antalet behandlingsomgångar och i denna undersökning kom det fram mera variation. Alla leder hade nästan samma sockerhalt, nolledet hade den högsta, men skillnaden mellan behandlingarna var liten. Fastän skillnaderna inte var signifikanta så varierade rotskörden med flera ton per hektar mellan behandlingarna. Den högsta rotskörden uppnåddes efter två behandlingar med Quantis, den sämsta med fyra behandlingar med Seamac 45. Nolledens rotskörd var över en ton större än vad den var från det led där sockerbeterna hade behandlats fyra gånger med Seamac 45, och sockerskörden var flera hundra kilo större. Där hade fyra behandlingsgångar lett till negativa effekter. Resultat påminner om resultat från svenska undersökningar där sockerbetsplantorna växte bättre ju mindre mängd biostimulant som tillsattes (Johansson et al., 2019). Försöket i fråga utfördes i krukor. Biostimulanten gynnade åtminstone rosettbildningen, jämfört med noll-ledet.

Resultaten visar att doseringen av biostimulanter är en öppen fråga. Olika undersökningar har visat att en högre dos av biostimulanter inte alltid är bättre. Svårigheten är att resultat förutom av det enskilda preparatet påverkas av väder, jordmån, växt och odlingssätt. Biostimulanter ger ofta bättre resultat i växthusförsök och detta förklaras med att klimat kan kontrolleras bättre där. Vid odling i fält är det många variabler som spelar in, både inom och mellan fält. Att växttäcket varierar från år till år påverkar fältekosystemet på olika sätt, vilket förvirrar ännu mer. Den största tillväxtbegränsande faktorn är vattenbrist och denna utmaning är svårt att hantera annat än med konstbevattning.

I svenska förhållande utförda biostimulantförsök på korn resulterade i en förlängning av rötterna, men ändå erhöles ingen ökning av avkastningen (Lilliehöök, 2021). Liknande resultat har rapporterats från Polen, vid behandling av höstvetete (Michalak et al., 2016). Man har börjat dra slutsatsen att biostimulanternas effekt förblir svag i fuktiga förhållandena och på bördig och/eller mullhaltiga odlingsmarker. Enligt en stor internationell metaanalys (Herrman et al., 2022) varierar merskörden i spannmål och oljeväxter samt trindsäd mellan 5 procent till 25 procent men i gruppen andra växter varierar resultaten mera och också skördeminskningar förekommer. I dessa undersökningar odling i fält resulterade med mindre merskörd, i krukförsök ökade avkastning t.o.m. 60 - 70 %. När man granskar resultaten måste man minnas att nästan alla av Herrman et al. (2022) redovisade försök var utförda i torrare klimat än vad som är förhärskande i Finland. Mullhalt, salinitet och pH-värde har också varit avvikande från finländska förhållanden, vilket är viktig sak att komma ihåg.

5 Slutsatser

Hypotesen i det aktuella försöksarbetet var att användning av biostimulanter har positiva effekter på sockerbetans tillväxt. Denna hypotes besannades delvis. Alla utom ett försöksled visade numeriskt bättre resultat än noll-ledet. Fastän biostimulanterna förbättrade rot- och sockerskördarna kunde ingen signifikant skillnad till noll-ledet påvisas. När alla försöksled jämförs var skillnaden mellan den största och den minsta i rotskörden 5,9 t/ha och i sockerskörden 1,144 t/ha till förmån av en biostimulant.

Detta försök utfördes bara under en odlingssäsong och på en försöksplats och det är därför svårt att dra långtgående slutsatser utifrån det. Biostimulanter är mycket aktuella och de kan komma att behövas i framtiden för att stöda odlingen. Om man håller sig till sockerbetor så kunde det här försöket upprepas på betydligt sämre mark för att se om det då förekommer större skillnader.

6 Källor

Abido, W. A. E., Ibrahim, M. E. M. (2017). Role of Foliar Spraying with Biostimulants Substances in Decreasing Mineral Nitrogen Fertilizer of Sugar Beet. *Journal of Plant Production*, 8 (12), 1335 – 1343.

Baltasar, M., Correia, S., Guinan, K.J., Sujeeth, N., Braganca, R., Concalves, B. (2021). Recent Advances in the Molecular Effects of Biostimulants in Plants: An Overview. *Biomolecules*, 11 (8):1096, 1-27.

Corteva Agriscience. (u.å.) Biostimulant benefits.

<https://www.corteva.com/products-and-services/biologicals/biostimulants.html>
[hämtat 8.3.2024]

Du Jardin, P. (2015). Plant biostimulants: Definition, concept, main categories and regulation. *Scientia Horticulturae* 196, 3-14.

EBIC European Biostimulants Industry Council (u.å.). Plant biostimulants contribute to climate-smart agriculture.

<https://biostimulants.eu/> [hämtat 19.1.2024]

Europaparlamentets och rådets förordning (EU) 2019/1009

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SV/TXT/?uri=CELEX:32019R1009>

[hämtat 15.3.2024]

FAO and ITPS. (2015). *Status of the World's Soil Resources (SWSR) – Main Report*. Food and Agriculture Organization of the United Nations and Intergovernmental Technical Panel on Soils, Rome, Italy

Grammenou, A., Petropoulos, S., Thalassinou, G., Rinklebe, J., Shaheen, S., Antoniadis, V. (2023). Biostimulants in the Soil-Plant Interface: Agro-environmental Implications – A review. *Earth Systems and Environment*, 7, 583-600.

Herrmann, M.N., Wang, Y., Hartung, J., Hartmann, T., Zhang, W., Nkebiwe, P.M., Chen, X., Muller, T., Yang, H. (2022). A Global Meta-Analysis of the Promotion of Crop Growth, Yield, and Quality by Bioeffectors. *Frontiers in Plant Science, Sec. Plant Nutrition*, 13:816438, 1-15.

Johansson, E., Jolayemi, L., Olsson, M., Ekblad, T., Malik, A. H. (2019). Fysiologisk utveckling hos den unga sockerbetan – växtbaserade protein som en biostimulant. *LTV-fakultetets faktablad* 13.

Jolayemi, O. L., Malik, A. H., Ekblad, T., Fredlund, K., Olsson, M. E., Johansson, E. (2022). Protein-Based Biostimulants to Enhance Plant Growth – State-of-the-Art and Future Direction with Sugar Beet as an Example. *Agronomy*, 12:3211, 1-14.

Jolayemi, O. L., Malik, A. H., Ekblad, T., Olsson, M. E., Johansson, E. (2021). Protein-Based Biostimulants Enhanced Early Growth and Establishment of Sugar Beet. Preprint. Research Square.

Li, J., Gerreway, T., Geelen, D. (2022). A Meta-Analysis of Biostimulant Effectiveness in Field Trials. *Frontiers in Plant Science*, 13:836702, 1-13.

Lilliehöök, A. (2021). *Biostimulants – effects on root development in barley (Hordeum vulgare)*. Examensarbete. Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala. 1-52

Michalak, I., Chojnacka, K., Dmytryk, A., Wilk, R., Gramza, M., Rój, E. (2016). Evaluation of Supercritical Extracts of Algae as Biostimulants of Plant Growth in Field Trials. *Front Plant Sci, Sec.*, 7:1591, 1-11.

Niléhn, A. (2023). Biostimulant för minskade sprutskador. *Lantbruksnytt*. 1.5.2023. Artikel

Pacuta, V., Rasovsky, M., Briedikova, N., Lenicka, D., Ducsay, L., Zapletatova, A. (2024). Plant Biostimulants as an Effective Tool for Increasing Physiological Activity and Productivity of Different Sugar Beet Varieties. *Agronomy*, 14 (1):62, 1-18.

Palojärvi, A., Matrz, F., Rastas, M., Ruuttunen, P. (2024). Uusi lannoitevalmistelaki – Biostimulanttien tehokkuusväittämät testissä. *Käytännön maamies* 2, 14-18.

Rasovsky, M., Pacuta, V., Ducsay, L., Lenicka, D. (2022). Quantity and Quality Changes in Sugar Beet (*Beta vulgaris* Provar. Altissima Doel) Induced by Different Sources of Biostimulants. *Plants*, 11 (17):2222, 1-18.

Rouphael, Y., Colla, G. (2020). Editorial: Biostimulants in Agriculture. *Frontiers in Plant Science*, 11:40, 1-7.

Samuelsson, A., Jonsson, P. (2021). Växtbiostimulanter – nya redskap i odlarens verktyglåda. *Jordbruksverket*. Jönköping. 1-44.

Siuda, A., Artyszak, A., Gozdowski, D., Ahmad, Z. (2024). Effect of Form of Silicon and the Timing of a Single Foliar Application on Sugar Beet Yield. *Agriculture*, 14 (1):86, 1-17.

Ståhl, P., Andersson, K., Nätterlund, H., Lubeck, E. (2022). Slutrapport; Organiska gödselmedel och biostimulanter. *Hushållningssällskapet*. Linköping. 1-35.

Yakhin, O., Lubyaynov, A., Yakhin, I., Brown, P. (2017). Biostimulants in Plant Science: A Global Perspective. *Frontiers in Plant Science* 7:2049, 1-32.