



Bild: Örbergaförsöket, Östergötland 19 maj 2020
Foto: Per Ståhl

Slutrapport Organiska gödselmedel och biostimulanter

Finansierat av Jordbruksverket

Författare: Per Ståhl¹, Kerstin Andersson², Henrik Nätterlund³,
och Emma Lübeck⁴

¹ Hushållningssällskapet Östergötland, ² HIR Skåne AB, ³ HS Konsult AB,

⁴ Hushållningssällskapet Västra

Förord

Projektet har genomförts av Hushållningssällskapens försökspatruller på Hellegården, Logården och Klostergården. Försöken har legat ute hos lantbrukare. Vi vill rikta ett tack till alla för att de har engagerat sig i komplicerade försök och genomfört dem med sikte på hög kvalitet.

Alexander Lilliehöök genomförde en rotstudie under 2021 som sitt masterarbete under agronomutbildningen på Lantbruksuniversitetet. I rapporten nedan har delarna som rör rotstudien 2021 hämtats från Alexanders masterarbete.

Sammanfattning

I projektet genomfördes sex fältförsök för att jämföra två olika gödselmedel (Ekogödsel Plus 8-3-5-3 från Ekoväx och Biofer N15 från Gyllebo) på två kvävenivåer (40 och 80 kg totalkväve per hektar) och olika biostimulanter. Under 2020 jämfördes fyra olika biostimulanter (Physiolit (Timac), BlueN, Kelpak (Lantmännen Bioagri) och Quantis (Syngenta)) och under 2021 var sex olika produkter med i försöken (de fyra från 2020 och två produkter som bekostades av företagen, Demetias V (Timac) och Stimplex (Lantmännen Bioagri)). Försöken genomfördes i vårkorn (sorten RGT Planet) på konventionell mark där ogräsen bekämpades kemiskt. Gödsling gjordes med ekologiskt godkänd pellets gödsel och inga kemiska åtgärder mot svamp eller insekter genomfördes. Gödselmedlen kombisåddes och biostimulanterna tillfördes enligt företagets rekommendationer. Fältförsöken placerades i Östergötland (Örberga), Västergötland (Norra Härene) och Skåne (Svalöv, Borgeby).

Det fanns inga signifikant positiva skördeeffekter av de olika biostimulanterna i genomsnitt av de två åren över alla platser och kvävenivåer. Enstaka signifikanser fanns 2020 men inga med positiva skördeeffekter. Under 2021 fanns inga signifikanta skördeskillnader. För att undersöka effekterna av biostimulanterna på rotutvecklingen gjordes rotundersökningar. Plantor grävdes upp till ett djup av 20-21 cm och rötterna tvättades fram. Rötterna mättes och vägdes. Under 2020 gjordes en mindre undersökning, i led med Physiolit och kalk, som inte visade några signifikanta effekter. Under 2021 gjordes en större rotundersökning på två platser vid två tillfällen. Metoden var densamma som 2020 men fyra olika produkter jämfördes. Det var inga signifikanta skillnader vid den första grävningen vid DC 49 då Physiolit, Demetias V och Stimplex undersöktes. Vi grävning nummer två vid DC 59 då Stimplex och Quantis jämfördes mot mätare fanns det signifikanta skillnader i rotlängd. Quantis och Stimplex hade signifikant längre rötter än kontrollen (ca 1 cm/7 % längre rötter) när båda platserna och N-nivåerna vägs samman. Slutsatsen är att ingen av de undersökta produkterna hade någon signifikant effekt på skörden, men att mindre signifikanta effekter fanns av två produkter på rotlängd.

Det var tydliga signifikativa skördeeffekter av gödslingsnivåerna. De två gödselmedlen fungerade på samma sätt i genomsnitt över kvävenivåer, utan signifikanta skillnader i skörd. Kvävegödslingseffekterna (skillnaden mellan upptagen mängd kväve minus kväveupptaget i ogödslat led i förhållande tillförd mängd totalkväve i procent) låg mellan 28 % och 34 %, vilket är en normal effekt jämfört med andra försök med organiska gödselmedelspellets där effekten relativt handelsgödsel varit ca 65 % och handelsgödsel har en effekt på ca 50 % av tillförd kväve (Delin 2011, Delin et al 2008). Slutsatsen är att båda gödselmedlen mineraliserades på samma sätt vilket gav samma kvävegödslingseffekt.

Summary

The project carried out six field trials to compare two different fertilizers (Ekogödsel plus 8-3-5-3 from Ekoväx and Biofer N15 from Gyllebo) at two nitrogen levels (40 and 80 kg total nitrogen per hectare) and different biostimulants. In 2020, four different biostimulants were compared (Physiolit (Timac), BlueN, Kelpak (Lantmännen Bioagri) and Quantis (Syngenta)) and in 2021, six different products were included in the trials (the four from 2020 and two products that were paid for by the companies, Demetias V (Timac) and Stimplex (Lantmännen Bioagri)). The experiments were carried out in spring barley (RGT Planet variety) on conventional soil where weeds were chemically controlled. Fertilization was done with organically approved pellet fertilizer and no chemical measures against fungi or insects were carried out. The fertilizers were drilled into the soil and the biostimulants were added according to the recommendations from the companies. The field trials were located in Östergötland (Örberga), Västergötland (Norra Härene) and Skåne (Svalöv, Borgeby).

There were no significant positive yield effects of the various biostimulants on average over the two years across all sites and nitrogen levels. There were a few significant ones in 2020, but none with positive yield effects. In 2021, there were no significant yield differences. To investigate the effects of the biostimulants on root development, root studies were performed. Plants were dug to a depth of 20-21 cm and the roots were washed out. The roots were measured and weighed. In 2020, a small study was carried out, in treatments with Physiolite and lime, which did not show any significant effects. In 2021, a major root study was conducted at two locations on two occasions. The method was the same as in 2020, but four different products were compared. There were no significant differences in the first at DC 49 when Physiolit, Demetias V and Stimplex were examined. In number two at DC 59 when Stimplex and Quantis were compared against reference treatments, there were significant differences in root length. Quantis and Stimplex had significantly longer roots than the control (approximately 1 cm / 7% longer roots) when both sites and N levels were weighed together. The conclusions are that none of the examined products had any significant effect on the harvest. Small significant effects were found of two products on root length.

There were clear significant yield effects of the fertilization levels. The two fertilizers worked in the same way on average over nitrogen levels, without significant differences in yield. Nitrogen fertilization effects (the difference between the amount of nitrogen absorbed minus the nitrogen uptake in the unfertilized treatment, in relation to the amount of total nitrogen added in percent) was between 28% and 34%, which is a normal effect compared to other experiments with organic fertilizer pellets. The conclusion is that both fertilizers were mineralized in the same way, which gave the same nitrogen fertilization effect.

Innehåll

Bakgrund.....	5
Mål med projektet.....	6
Material och metoder	6
Försöksplan	7
Försöksplan 2021	7
Data om fältförsöken.....	7
Gödselmedel.....	9
Utsäde.....	9
Gödselmedel och utförd gödsling	9
Biostimulanter.....	10
Kort beskrivning av de testade produkterna	10
Rotstudie.....	11
Väderlek.....	12
Resultat.....	13
Statistisk analys	13
Skördar	14
Biostimulanter.....	14
Samspel	15
Fler produkter 2021.....	18
Gödselmedel.....	19
Graderingar och analyser.....	22
Biostimulanter.....	22
Gödselmedel.....	24
Rotstudie.....	26
Rotstudie 2020.....	26
Rotstudie 2021.....	27
Diskussion	30
Gödselmedelsjämförelse	30
Biostimulanter.....	31

Samspel	31
Egenskaper.....	32
Rotstudie.....	32
Slutsatser	33
Publikationer och resultatförmedling till näringen	33
Referenser.....	34

Bakgrund

Kostnaden för växtnäring är stor för ekologiska odlare och det är viktigt att få maximalt utnyttjande av insatta gödselmedel. De senaste åren har flera olika biostimulanter ökat markant på svenska marknaden. Biostimulanter är substanser och mikroorganismer som stimulerar plantans tillväxt på olika sätt. Syftet med tillförseln är att stimulera plantans naturliga processer genom ökad rottillväxt, förbättrat näringsupptag och ökad stresstolerans (Calvo Velez et al 2014). Att kunna öka kväveutnyttjandet genom att tillföra så kallade biostimulanter i samband med gödsling av inköpt kväve i form av pelleterad gödsel är intressant, både för lantbrukarens ekonomi och miljön.

Under det senaste årtiondet har användningen av biostimulanter i växtodlingen ökat markant. Bara i Europa så behandlades över 6 miljoner hektar 2012 (Calvo et al. 2014). Under 2021 var marknadsvärdet för biostimulanter i Europa 906 miljoner dollar och det växer med 11 % per år. Till 2026 väntas marknadsvärdet vara 1 500 miljoner dollar (Market Data Forecast 2021). Det finns flertalet definitioner av biostimulanter. Det Europeiska Biostimulant Industri Rådet (EBIC) har följande definition av biostimulanter: “containing substance(s) and/or microorganisms whose function when applied to plants or the rhizosphere is to stimulate natural processes to enhance/benefit nutrient uptake, nutrient efficiency, tolerance to abiotic stress and crop quality” (EBIC, 2012). Motsvarande organisation i USA som heter Biostimulant Coalition har en annan definition; “Substances, including microorganisms, that are applied to plant, seed, soil other growing media that may enhance the plants’ ability to assimilate applied nutrients or provide benefits to plant development. Biostimulants are not plant nutrients and therefore may not make any nutrient claims or guarantees” (Biostimulant Coalition 2021). Eftersom att EBICs definition inte exkluderar näringsämnen så har de senare lagt till i sin definition att “Biostimulants operate through different mechanisms than fertilisers, regardless of the presence of nutrients in the products” eftersom biostimulantprodukter i många fall också innehåller näringsämnen (Calvo et al 2014). Under 2019 så bestämde EU att biostimulanter ska bli en egen officiell produktkategori från och med den 16 juli 2022. Då kommer det också bli möjligt för biostimulanter att få CE-märkning. En CE-märkning visar att en produkt följer alla EU:s regler för att få definieras som biostimulant, men detta kommer inte att vara ett krav för att få sälja biostimulanter (European Parliament 2019).

De vanligaste kategorierna av biostimulanter är mikrober, humussyror, fulvosyror, proteinbaserade produkter och sjögräsextrakt.

På den svenska marknaden marknadsförs flera biostimulanter idag. Physiolit är ett exempel på en biostimulant som marknadsförs av företaget Timac Agro (för produktbeskrivning se nedan). Det finns i dagsläget ett begränsat underlag kring produkter som exempelvis Physiolit som säljs till ekologiska lantbrukare med löften om kraftigare rötter och högre skörd. Produkterna är dessutom ofta dyra och kan kosta lika mycket som ca 40 kilo kväve per hektar i en pelleterad gödsel som exempelvis Biofer 10-3-1 eller Ekogödsel 9-4-0.

I tidigare försök med pelleterad gödsel i form av Biofer 10-3-1, Ekogödsel 9-4-0 och Ekogödsel plus 8-3-5-3 har effekten av myllning jämfört med bredspridning jämförts i både vårvete och höstvet (Dehlin, 2011, Nätterlund 2015 och Wivstad et al, 2007). En nyhet under 2019 är den pelleterade produkten N15 som saluförs av företaget Gyllebo Gödning och som enbart innehåller kväve och är gjord av nermalda svinborst (se produktbeskrivning nedan). Produkten Biofer N15 är inte testad i officiella försök tidigare och därför finns inga vetenskapliga uppgifter på hur kväveeffekten är med tanke på ett helt nytt substrat.

Närvaron av biostimulanter på den svenska lantbruksmarknaden ökar snabbt och det behövs officiella underlag för effekterna av dessa produkter, vilket var ett av motiven för detta projekt. I projektet ville vi också undersöka effekten av det nya organiska gödselmedlet Biofer N15.

Flertalet av biostimulanterna på den svenska marknaden idag marknadsförs med att de ska ge en ökad rottillväxt och i slutändan tack vare detta en högre skörd. Det finns få studier som undersökt korrelationen mellan rotutveckling och skörd i spannmål under svenska förhållanden. För att undersöka rotutvecklingen ingick en rotstudie i projektet.

Mål med projektet

- Mäta kvävegödslingseffekten av Biofer N15 jämfört med Ekogödsel 8-3-5-3.
- Mäta effekten av olika biostimulanter i kombination med olika gödslingsnivåer.
- Undersöka om kalktillförsel har någon effekt för att se om kalkinnehållet i Physiolith påverkar tillväxt och skörd.
- Undersöka om biostimulanter har effekt på rotsystemet genom en rotundersökning.

Material och metoder

I projektet har vi under 2020 och 2021 genomfört tre fältförsök per år som planerat. De har legat i Östergötland, Västra Götaland och Skåne.

Rotstudie

Inom projektet genomfördes en mindre rotstudie 2020 i försöket i Östergötland och under 2021 genomfördes rotstudien i form av ett masterarbete. Rotstudien 2021 gjordes två gånger vid försöken i Borgeby (Skåne) och Örberga (Östergötland).

Försöksplan

Försöksplanen har haft samma grundplan under båda åren med ett fullständigt tvåfaktoriellt upplägg. Förutom de i projektet ingående leden där produkterna var desamma 2020 och 2021 har extra led bekostats av företagen. Under 2020 var det ett extra led i ett försök och två extra led med två nya produkter har köpts till av företag under 2021.

Grundupplägg:

- Alla biostimulanter jämförs på de två kvävenivåerna (40 och 80 kg tot. N/ha).
- Ekogödsel plus 8-3-5-3 är grundgödselmedlet som är lika över alla biostimulanter.
- Biofer N15 jämförs med Ekogödsel 8-3-5-3 på de två kvävenivåerna, med en tillförsel av P, K, S som motsvarar innehållet i Ekogödseln.
- Ogödsel finns med som referensled.
- Ett led med Ekogödsel 8-3-5-3 + kalk finns med för att få med en jämförelse med kalkeffekten i Physiolit.

Försöksplan 2021

- A. Ogödsel
- B. 40 kg N, Biofer N15 + P, K, S
- C. 40 kg N, Ekogödsel 8-3-5-3
- D. 40 kg N, Ekogödsel 8-3-5-3 + Physiolit, före sådd
- E. 40 kg N, Ekogödsel 8-3-5-3 + Demetias V, före sådd
- F. 40 kg N, Ekogödsel 8-3-5-3 + Kelpak, DC 21-22
- G. 40 kg N, Ekogödsel 8-3-5-3 + Stimplex, DC 21-22+DC 32
- H. 40 kg N, Ekogödsel 8-3-5-3 + BlueN, DC 21-22
- I. 40 kg N, Ekogödsel 8-3-5-3 + Quantis, DC 32
- J. 40 kg N, Ekogödsel 8-3-5-3 + Calciprill
- K. 80 kg N, Biofer N15+ P, K, S
- L. 80 kg N, Ekogödsel 8-3-5-3
- M. 80 kg N, Ekogödsel 8-3-5-3 + Physiolit, före sådd
- N. 80 kg N, Ekogödsel 8-3-5-3 + Demetias V, före sådd
- O. 80 kg N, Ekogödsel 8-3-5-3 + Kelpak, DC 21-22
- P. 80 kg N, Ekogödsel 8-3-5-3 + Stimplex, DC 21-22+DC 32
- Q. 80 kg N, Ekogödsel 8-3-5-3 + BlueN, DC 21-22
- R. 80 kg N, Ekogödsel 8-3-5-3 + Quantis, DC 32
- S. 80 kg N, Ekogödsel 8-3-5-3 + Calciprill

Led E; G; N och P är inköpta av Timac och Bioagri och fanns med endast under 2021. Under 2020 fanns ett extra inköpt led med i försöket i Östergötland, där Quantis tillfördes i ett senare stadium (DC 49).

Data om fältförsöken

Försöken har legat på konventionell mark för att kunna kompensera för fosfor på ett bra sätt. För att jorden ska vara biologiskt aktiv låg försöken på djurgårdar med spannmål eller träda som förfrukt. Stallgödsel ska inte ha tillförts förfrukten. Tabell 1 och 2 visar analysen av jorden, såtidpunkt, utsädesmängd och förfrukt, på de tre platserna 2020 och 2021.

Tabell 1: Grunduppgifter (inkl koordinater) för försöken 2020 i Östergötland, Västergötland och Skåne. Såtidpunkt, utsädesmängd, förfrukt, samt jordart pH, P-Al och K-Al i marken.

Försök	Såtidpunkt	Utsädesmängd	Förfrukt	Jordart	pH	P-Al	K-Al
Östergötland; Örberga 58.44091 14.79500	3 april	203	Spannmål	mmh sa LL	7,4	12,6	17,2
Västergötland Norra Härene 58.431222 13.162959	17 april	195	Höstvete	mmh ML	6,5	3,4	10,27
Skåne Svalöv 55.90698 130484	7 april	195	Havre	mmh mo LL	6,1	21	11

Tabell 2: Grunduppgifter (inkl koordinater) för försöken 2021 i Östergötland, Skaraborg och Skåne. Såtidpunkt, jordart, utsädesmängd, förfrukt, nedbrukningsmetod för grönmassan, plöjningstidpunkt samt pH, P-Al och K-Al i marken.

Försöks-plats	Såtidpunkt	Utsädesmängd	Förfrukt	Jordart	pH	P-Al	K-Al
Östergötland; Örberga 58.442269 14.808085	8 april	198	Spannmål	mmh ML	7,7	6,1	13
Skaraborg; Norra Härene 58.451857 13.149306	15 april	197	Höstvete	mmh ML	6,5	5,5	18,0
Skåne; Borgeby 55.75073 13.05033	30 april	197	Träda	mf ML	8,0	14,7	14,1

Gödselmedel

Utsäde

Vårkorn RGT Planet användes på alla platser med planerat 350 grobara kärnor/m².

Gödselmedel och utförd gödsling

Ekogödsel 8-3-5-3 är en pelleterad produkt som består av köttmjöl och restprodukter från jästindustrin (vinass). Den är testad i flera försök under de senaste åren användes som referens i försöken. Produkten tillverkas av Ekoväx AB (<http://ekovax.se/>).

Biofer N15 är en ny pelleterad produkt som härstammar från nermalda svinborst. Den har använts i Danmark under ett par år men är inte jämförd med andra produkter. Produkten säljs av Gyllebo gödning (<https://gyllebogodning.se/>), som har haft egna, inte officiella, försök med produkten i två år (2018 och 2019).

Gödselmedlen (Ekogödsel 8-3-5-3 och Biofer N15) – kombisåddes 6-7 cm djupt. I leden med Biofer N15 användes P20 och kaliumsulfat för att kompensera för P, K och S som bredspreddes och harvades ned före sådd.

Calciprill harvades ned före sådd. Se tabell nedan för mängder i respektive led.

Tabell 2: Planerade givor av olika gödselmedel

Led	Giva kg/ha	Calciprill kg/ha	P20 kg/ha	Kaliumsulfat kg/ha
Ekogödsel 8-3-5-3 40 kg tot N/ha	471			
Ekogödsel 8-3-5-3 80 kg tot N/ha	941			
Biofer N15 40 kg tot N/ha	267/276*		71	55
Biofer N15 80 kg tot N/ha	533/552*		143	110
Ekogödsel 8-3-5-3 40 kg tot N/ha + kalk	471	203		
Ekogödsel 8-3-5-3 80 kg tot N/ha + kalk	941	203		

* Olika analysresultat gav olika givor de båda åren.

Tabell 3: Utifrån analyser av de använda gödselmedlen blev den verkliga givan av totalkväve i de olika leden:

Gödselmedel	Planerad giva kg tot N/ha	Verklig giva 2020 kg tot N/ha	Verklig giva 2021 kg tot N/ha
Ekogödsel 8-3-5-3	40	40	36,3
Ekogödsel 8-3-5-3	80	80	72,4
Biofer N15	40	39	40,4
Biofer N15	80	78	80,7

Vid planeringen av gödslingen utgick vi ifrån tillverkarnas uppgifter. Analyserna av de använda produkterna skilde sig mot det förväntade vilket gjorde att tillförseln inte blev exakt som planerat. I resultatjämförelsen mellan gödselmedlen är hänsyn tagen till verklig gödsling.

Biostimulanter

De biostimulerande produkter som använts har valts ut ifrån att det finns ett företag aktivt i Sverige som företräder produkten. Alla produkter finns inte på marknaden ännu. Produkterna valdes i samråd mellan rådgivarna i projektgruppen och konsulterande experter på Jordbruksverket och SLU. Det är inte något representativt urval av alla produkter som finns att tillgå. Marknaden för biostimulanter rör sig mycket snabbt vilket gör det svårt att få ett heltäckande urval.

Under 2021 tillkom två produkter (Demetias V och Stimplex) på företagets initiativ. Leden bekostades av företagen.

Kort beskrivning av de testade produkterna

Physiolith är en biostimulant som säljs av Timac Agro. Det är i granulerad form och appliceras vid eller före sådd av grödan. Physiolit innehåller aminopurin som enligt Timac Agro är "ett biologiskt ämne som på ett naturligt sätt stimulerar växtens ökade tillväxt". Den innehåller också kalcium och magnesium i form av karbonat. I produktdatabladet för Physiolith beskrivs också att "Physiolith kommer att aktivera kalciumupptaget vilket kommer att gynna rotutvecklingen" (Timac Agro 2021a). Physiolith tillfördes före sådd och harvades ned. Giva 300 kg/ha.

Demetias V är en biostimulerande produkt som säljs av Timac Agro. Det är baserad på tångextrakt och appliceras i granulerad form vid eller före sådd av grödan. Den sägs ha en effekt som "bio-budbärare" och att zinken (Zn) i produkten fungerar som en regulator av växtens metabolism. Förutom zink och "bio-messenger" innehåller Demetias V även P_2O_5 , K_2O och SO_3 (Timac Agro 2021b). Demetias V tillfördes före sådd och harvas ned. Giva 200 kg/ha.

Kelpak är ett tångextrakt från Kelp (*Ecklonia maxima*) i Sydatlanten som företräds av Lantmännen Bioagri. Kelpak förväntas ha hormonella effekter i växten som kan påverka rötterna och skottens tillväxt samt näringsupptaget. Stresståligheten vid torka kan förbättras

och skördens mängd och kvalitet kan öka (Kelpak 2021). Kelpak sprutades i DC 21/22, dos 2 L/ha, vattenmängd: 200 liter per ha.

Stimplex är ett biostimulerande medel som säljs av Lantmännen. Det är ett flytande tångextrakt som härrör från *Ascophyllum nodosum* som är en brunalg vanlig i Nordatlanten. Stimplex innehåller mikronäringsämnen, aminosyror och kelaterande ämnen; mannitol, fucoidins och alginsyra. Dessa är tänkta att öka näringsupptaget. Biostimulanten är också tänkt att främja växtproduktion av auxiner och cytokininer och därmed utveckla ett större rotsystem. *A. nodosum* är tänkt att öka mängden enzymer som bryter ner de toxiner som växten producerar när den utsätts för stress. Slutligen tros Stimplex stimulera proteinsyntesen, vilket kan stödja det naturliga försvaret och skapa en mer kraftfull gröda (Ilex EnvrioSciences 2021). Stimplex sprutades två gånger: i DC 21/22, och i DC 32. Dos 2 L/ha vid varje tillfälle, vattenmängd: 250 liter per ha.

BlueN är en kvävefixerande bakterie (*Methylobacterium symbioticum*) som sprutas ut på plantorna och lever i och på bladen, som företräds av Lantmännen Bioagri. Bakterien fixerar kväve som bidrar till plantans näringsförsörjning (Symborg 2021). BlueN sprutades i DC 21/22, dos: 330 g/ha, 200 L vatten/ha.

Quantis är en biostimulerande produkt som säljs av Syngenta. Det är en flytande sönderfallsprodukt från jäsning av sockerrör (*Saccharum officinarum*), som är tänkt att skydda växterna från olika typer av påfrestningar och öka dess försvar, särskilt mot låga temperaturer och värmestress. Quantis består av aminosyror, peptider och näringsämnen. En stor del av aminosyrahalten är tripeptidglutination bestående av glycin, glutamat och cystein och har en viktig roll som redoxregulator i celler (Syngenta 2021). Quantis sprutades i DC 32, dos 1,5 l/ha, vattenmängd 200 l/ha.

Rotstudie

En inledande pilotstudie gjordes under 2020 i försöket på Örberga. Grävningen gjordes 19 maj då kornet var i DC 22-24. Leden; D, J, M, S undersöktes. Eftersom undersökningen gjordes i begynnande bestockning togs bara leden med Physiolit och kalk med eftersom de tillförts redan vid sådd. Övriga led ansågs inte ha hunnit påverka rotsystemet vid denna tidpunkt. Från varje parcell av behandlingarna som var med i studien grävdes det upp 4 ”jordklumpar” med ett djup av ca 20 cm. Rötterna spolades rena från jord efter att ha legat i blöt. Blötläggningstiden testades och vi kom fram till att blötläggning över natt var det bäst fungerande. Tre plantor från varje jordklump togs ut för analys. När hela plantan var ren från jord så separerades rötterna från de ovanjordiska delarna och mätningarna utfördes. Rotlängd, färsk rotvikt och torr rotvikt analyserades.



Bilder från rotstudien 2020. Foto Per Ståhl

Under 2021 gjordes en större rotstudie två gånger vid försöken i Borgeby (Skåne) och Örberga (Östergötland). Vid den första tidpunkten undersöktes biostimulanterna Physiolith, Demetias V och Stimplex. Vid den andra tidpunkten undersöktes Quantis och Stimplex.



Rötterna rengjordes med fin vattenstråle på ett galler. Foto: Alexander Lilliehöök

Från varje parcell av behandlingarna som var med i studien så grävdes det upp 4 ”jordklumpar” med ett djup av 21 cm. Varje jordklump innehöll 6 plantor, varav ytterplantorna fungerade som mekaniskt skydd för de fyra i mitten. Därav provtogs 16 plantor från var parcell. Alla tre upprepningarna av varje behandling provtogs. Jordklumparna transporterades i plastpåsar till försöksstationen där de placerades i vattenbad i 12 timmar för att underlätta spolningen av rötterna. Efter 12 timmar togs jordklumparna upp ur vattenbadet och placerades på nätbrickor. Ett fint vattenmunstycke användes för att spola fram rötterna och separera plantorna ifrån varandra. När hela plantan var ren från jord så separerades rötterna från de ovanjordiska delarna och mätningarna utfördes. Rotlängd, färsk rotvikt och torr rotvikt analyserades.

Väderlek

Väderleken har stor betydelse för grödornas utveckling. Nederbördsförhållandena varierar mellan de tre platserna och åren. I Vadstena har båda åren varit relativt torra med ca halv nederbörds mängd mot normalt för perioden april till augusti. April var nästan nederbördsfri båda åren. I Lidköping var det relativt normala mängder jämfört med normalvärdena med en stor variation mellan månaderna. Under 2020 var maj torr och juli blöt och 2021 var maj blöt och juni torr. I Skåne var det två ganska torra år, speciellt april och juni 2021. I Skåne 2021

bevattnades försöket två gånger med 25 mm per bevattning (1 och 14 juni). Temperaturen har varierat lite mindre relativt normalvärdena. Under 2021 var det en värmebölja i juni/juli som gjorde att många grödor brådmognade.

Tabell 4: Data för nederbörd (summerat per månad från april tom. augusti) och temperatur (medeltemperatur per månad) för en meteorologisk station nära respektive försöksplats.

Månad	Vadstena		Lidköping		Svalöv/Borgeby	
	Nederbörd mm	Temperatur	Nederbörd mm	Temperatur	Nederbörd mm	Temperatur
2020						
April	0	6,8	26,4	7,0	12,4	7,8
Maj	13,8	9,0	9,2	9,8	30,2	10,5
Juni	51,6	16,3	73,3	17,6	52,4	20,3
Juli	46,6	14,8	122,9	14,6	51,8	15,3
Aug	9,2	17,4	35,9	17,4	13,4	18,4
2021						
April	0,4	4,3	32,9	4,8	16,0	6,1
Maj	23,6	9,8	93,4	10,5	55,2	11,0
Juni	9,8	16,9	13,6	17,1	2,2*	18,0
Juli	53,6	19,2	89,4	19,4	63,0	20,2
Aug	32,8	15,5	96,7	15,2	79,2	16,4
Normalvärden 1991-2020						
April	30	6,3	40,6	6,3	35,8	7,8
Maj	41	11,2	50,3	11,0	46,7	12,4
Juni	63,3	15,0	77,8	14,6	68,3	15,8
Juli	70,6	17,4	76,7	16,9	67,6	18,3
Aug	69,2	16,6	76,5	16,2	80,1	17,9

* Försöket i Borgeby bevattnades 1 juni och 14 juni med 25 mm varje gång.

Resultat

Statistisk analys

Statistiska analyser gjordes med proceduren mixed i SAS, version 9.4. För varje variabel anpassades linjära blandade modeller, dvs. modeller med såväl fixa som slumpmässiga effekter. I samtliga modeller ingick slumpmässiga effekter av dels upprepningar inom platser, och dels

småblock inom upprepningar. Övriga effekter modellerades som fixa. I flerfaktoriella modeller gjordes parvisa test med Tukeys metod.

Fem av sex försök har ett CV under 7 men försöket i Västergötland 2020 hade ett CV på 13,44. För att bedöma om de tre försöken 2020 kunde sammanställas tillsammans gjordes en analys av residualerna. Några enstaka residualer sticker ut, men som helhet bedömdes det att det är rimligt att göra analysen under antagandet att standardavvikelsen är densamma oavsett plats. Försöken kan bearbetas tillsammans vilket också är gjort i redovisningen.

Skördar

Alla sex försök är genomförda och skördade enligt plan.

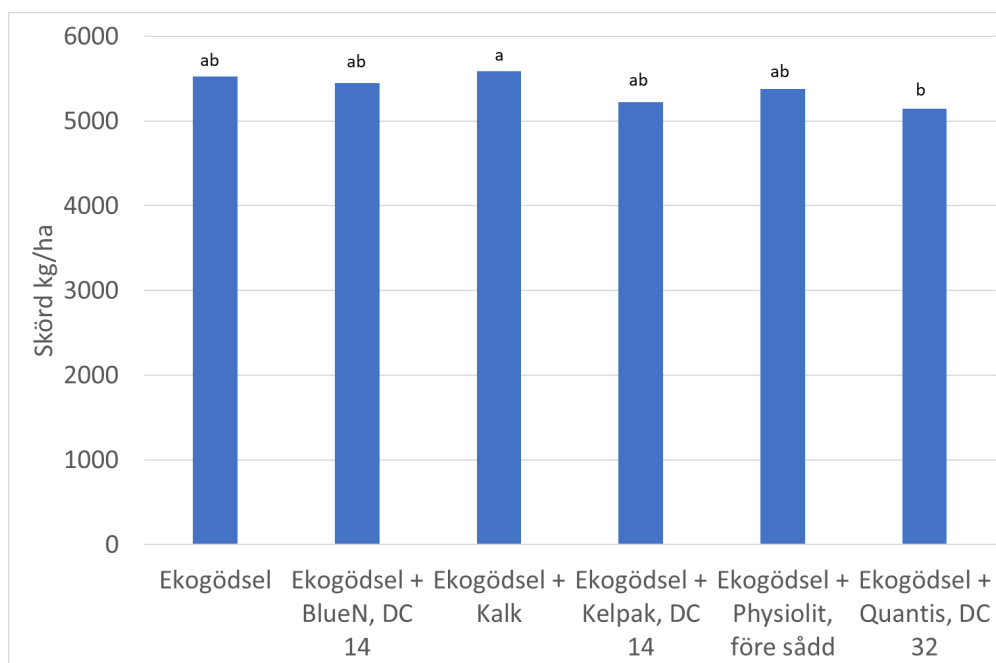
I den statistiska bearbetningen har resultatet delats upp i två olika jämförelser.

Biostimulanterna jämförs mot Ekogödsel 8-3-5-3 med och utan kalk. I den andra jämförelsen är det de två gödselmedlen som jämförs; Ekogödsel 8-3-5-3 och Biofer N15.

Biostimulanter

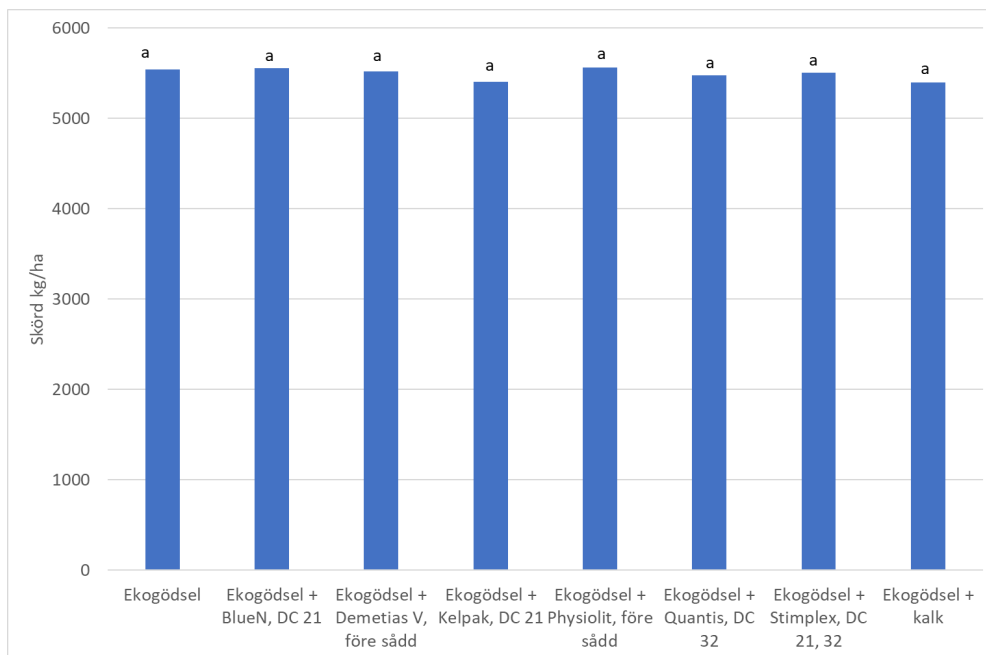
Första skördeåret 2020 visas i figur 1. Det finns några signifikanta skillnader mellan leden.

Quantisledet hade signifikant lägre skörd än kontrolledet med Ekogödsel 8-3-5-3. Övriga led är inte signifikant skilda från varandra.



Figur 1: Skörd 2020 kg/ha (15 % vh) för behandlingar över kvävenivåer och platser. Jämförelser som är beräknade enligt Tukeys metod och led med olika bokstäver är signifikant olika vid $p < 0,05$. I Skåneförsöket tillfördes Quantis i DC 69.

I figur 2 redovisas skörden för 2021 som medeltal för de olika biostimulanterna över gödslingsnivåerna och platser. Skillnaderna mellan leden är små. Det finns inga statistiskt säkra skillnader mellan leden.



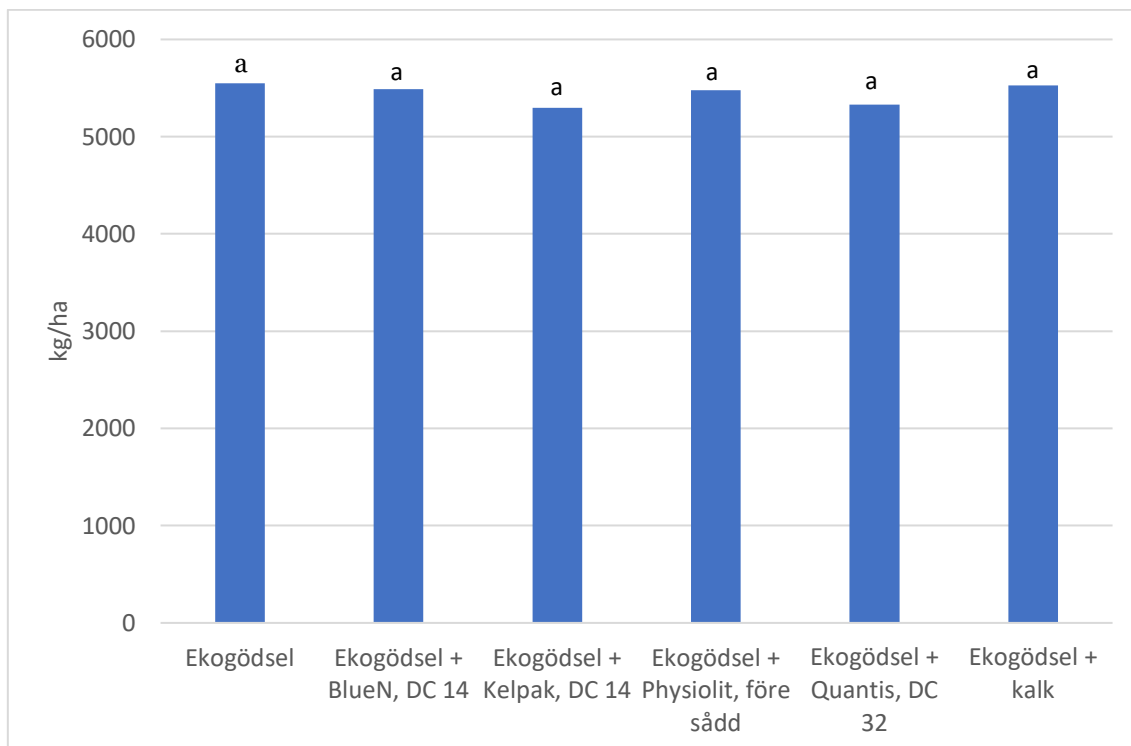
Figur 2: Skörd 2021 kg/ha (15 % vh) för behandlingar över kvävenivåer och alla tre platser. Jämförelser som är beräknade enligt Tukeys metod och led med olika bokstäver är signifikant olika vid $p < 0,05$.

I figur 3 redovisas skörden för de två åren sammanställda tillsammans. De fyra olika produkterna som var med båda åren är de som kan jämföras. Inga signifikanta skillnader finns mellan leden.

Physiolit ska jämföras med ledet Ekogödsel 8-3-5-3 + kalk för att bedöma den biostimulerande effekten och ta bort effekten av kalkinnehållet i produkten. Det är inga signifikanta skillnader och mycket små skillnader i kg/ha. På två av platserna har mätaren en något högre skörd och på en något lägre (tabell 5).

Samspel

Tittar man på samspelet finns ett signifikant trevägssamspel. Plats*Kvävenivå*Behandling har ett p-värde på 0,0066. I tabell 5 finns dels sammanställningen av skördarna för alla sex försöken men också uppdelningen på de tre platserna. Det är framförallt försöken i Västergötland som sticker ut. Kelpak har en skörd som är signifikant lägre än mätaren, som har en tendens till högre skörd än övriga led också. På de två andra platserna är det inga signifikanta skillnader. Mätaren ligger i topp räknat i kg/ha tillsammans med några andra led, men ingen av biostimulanterna har en tydligt högre skörd än mätaren.



Figur 3: Skörd i medeltal för 2020 och 2021 kg/ha (15 % vh) för behandlingar över kvävenivåer och platser. Jämförelser som är beräknade enligt Tukeys metod och led med olika bokstäver är signifikant olika vid $p < 0,05$.

Tabell 5: Skörd i medeltal för 2020 och 2021 kg/ha (15 % vh) för behandlingar över kvävenivåer och platser, respektive per plats. Jämförelser som är beräknade enligt Tukeys metod och led med olika bokstäver är signifikant olika vid $p < 0,05$.

Försöksled	Östergötland		Västergötland		Skåne			
	Medel 6 försök	Medel 2 försök	Medel 2 försök	Medel 2 försök	Medel 2 försök	Medel 2 försök		
	Skörd kg/ha		Skörd kg/ha		Skörd kg/ha			
Ekogödsel	5548	a	5340	a	5496	a	5831	a
Ekogödsel + BlueN, DC 14	5487	a	5262	a	5344	ab	5833	a
Ekogödsel + Kelpak, DC 14	5296	a	5264	a	4903	b	5694	a
Ekogödsel + Physiolit, före sådd	5476	a	5391	a	5193	ab	5898	a
Ekogödsel + Quantis, DC 32	5328	a	5060	a	5336	ab	5595	a
Ekogödsel + kalk	5525	a	5403	a	5416	ab	5768	a
CV	6,8		5,8		8,4		6,6	
P-värde	0,024		0,145		0,031		0,432	
Plats*Kvävenivå*Behandling: p-värde 0,0066.								

Tabell 6: Skörd i medeltal för 2020 kg/ha (15 % vh) för behandlingar över platser, respektive per plats. Jämförelser som är beräknade enligt Tukeys metod och led med olika bokstäver är signifikant olika vid $p < 0,05$.

Försöksled	Medel 3 försök		Östergötland		Västergötland		Skåne		
	Tillfört tot. N/ha	Skörd kg/ha		Skörd kg/ha		Skörd kg/ha		Skörd kg/ha	
Ekogödsel	40	5067	de	5436	ab	3528	abc	6220	def
Ekogödsel + BlueN, DC 14	40	5182	cde	5726	ab	3455	abc	6447	cdef
Ekogödsel + Kalk	40	4959	de	5337	ab	3364	abc	6157	ef
Ekogödsel + Kelpak, DC 14	40	4879	e	5301	ab	3111	bc	6206	ef
Ekogödsel + Physiolit, före sådd	40	4898	e	5105	b	2902	c	6631	bcdef
Ekogödsel + Quantis, DC 32*	40	4822	e	5263	ab	3189	bc	6030	f
Ekogödsel	80	5981	ab	5893	ab	4428	abc	7683	a
Ekogödsel + BlueN, DC 14	80	5716	abc	5307	ab	4660	ab	7206	abcd
Ekogödsel + Kalk	80	6214	a	6290	a	4830	a	7555	ab
Ekogödsel + Kelpak, DC 14	80	5571	abcd	5579	ab	3629	abc	7501	ab
Ekogödsel + Physiolit, före sådd	80	5854	abc	6194	a	4012	abc	7306	abc
Ekogödsel + Quantis, DC 32*	80	5465	bcde	5097	b	4328	abc	7024	abcde
CV				5,81		13,44		5,22	
P-värde		0,02		0,11		0,12		0,27	
* I Skåneförsöket tillfördes Quantis i DC 69									

Fler produkter 2021

I försöken 2021 fanns två produkter med som inte testades 2020. De lades in i försöken och bekostades av företagen själva. I figur 2 och tabell 7 finns skörderesultaten för 2021. Det finns inga signifikanta skillnader i sammanställningen eller i de enskilda försöken. CV är lågt med 4,36 i medeltal så den naturliga variationen är inte så hög vilket gör att skillnader mellan produkterna bör synas väl. Det finns tendenser till skillnader i kg/ha men det är ingen genomgående trend.

Tittar man på samspelet finns ett samspel mellan kvävenivå och behandling (p-värde 0,0033). Det är framförallt BlueN och Quantis som skiljer sig mellan 40 kg N/ha och 80 kg N/ha. Båda produkterna ligger under mätaren på 40 kg N/ha och över mätaren på den högre kvävenivån (tabell 8).

Tabell 7: Skörd i medeltal för 2021 kg/ha (15 % vh) för behandlingar över kvävenivåer och platser, respektive per plats. Jämförelser som är beräknade enligt Tukeys metod och led med olika bokstäver är signifikant olika vid $p < 0,05$.

Försöksled	Medel 3 försök		Östergötland		Västergötland		Skåne	
	Skörd kg/ha		Skörd kg/ha		Skörd kg/ha		Skörd kg/ha	
Ekogödsel	5544	a	5039	a	6912	a	4684	a
Ekogödsel + BlueN, DC 21	5558	a	5070	a	6725	a	4885	a
Ekogödsel + Demetias V, före sådd	5518	a	5267	a	6794	a	4488	a
Ekogödsel + Kelpak, DC 21	5405	a	5122	a	6670	a	4462	a
Ekogödsel + Physiolit, före sådd	5561	a	5114	a	6924	a	4679	a
Ekogödsel + Quantis, DC 32	5478	a	4998	a	6750	a	4670	a
Ekogödsel + Stimplex, DC 21, 32	5503	a	5193	a	6776	a	4498	a
Ekogödsel + kalk	5396	a	5023	a	6573	a	4597	a
CV	4,36		3,78		2,96		6,67	
P-värde	0,39		0,48		0,21		0,54	

Tabell 8: Skörd i medeltal för 2021 kg/ha (15 % vh) för behandlingar över platser. Jämförelser som är beräknade enligt Tukeys metod och led med olika bokstäver är signifikant olika vid $p < 0,05$.

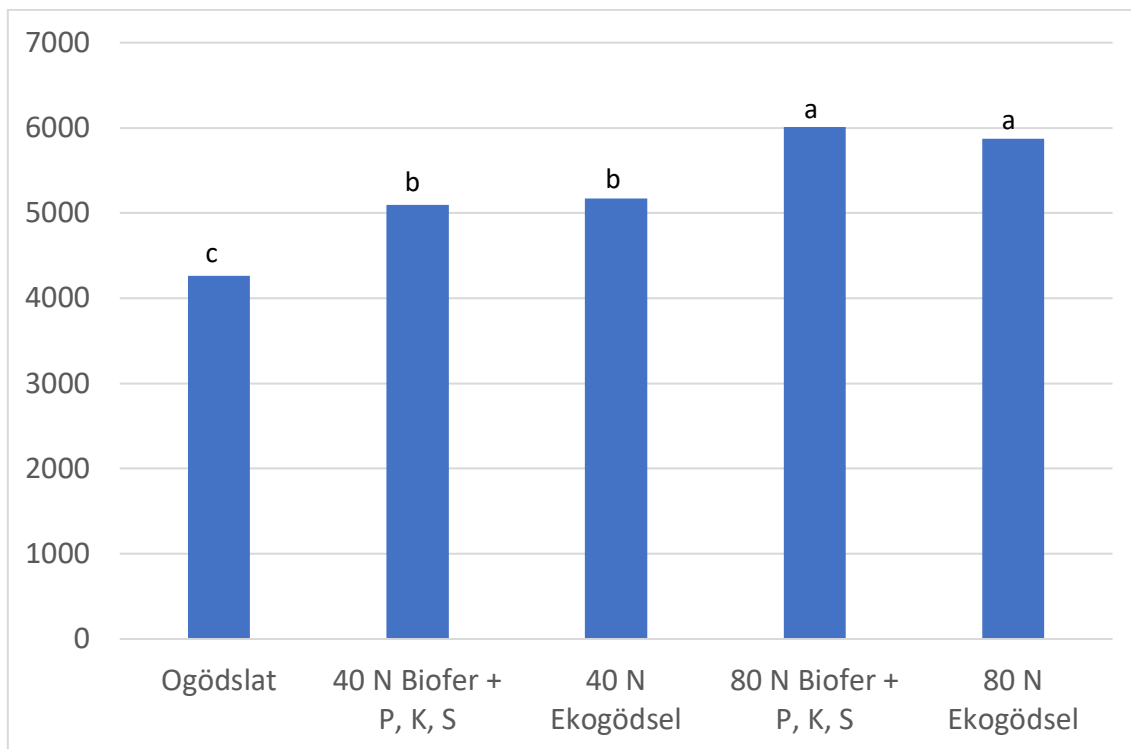
Försöksled	Tillfört tot. N/ha	Skörd kg/ha	
Ekogödsel	40	5311	defgh
Ekogödsel + BlueN, DC 21	40	5097	gh
Ekogödsel + Demetias V, före såd	40	5298	efgh
Ekogödsel + Kelpak, DC 21	40	5049	h
Ekogödsel + Physiolit, före sådd	40	5422	cdefgh
Ekogödsel + Quantis, DC 32	40	5080	gh
Ekogödsel + Stimplex, DC 21, 32	40	5267	fgh
Ekogödsel + kalk	40	5274	fgh
Ekogödsel	80	5778	abc
Ekogödsel + BlueN, DC 14	80	6020	a
Ekogödsel + Demetias V, före sådd	80	5737	abcde
Ekogödsel + Kelpak, DC 14	80	5761	abcd
Ekogödsel + Physiolit, före sådd	80	5701	abcdef
Ekogödsel + Quantis, DC 32	80	5877	ab
Ekogödsel + Stimplex	80	5738	abcde
Ekogödsel + kalk	80	5517	bcdefg
CV		4,36	
P-värde		0,3908	

Gödselmedel

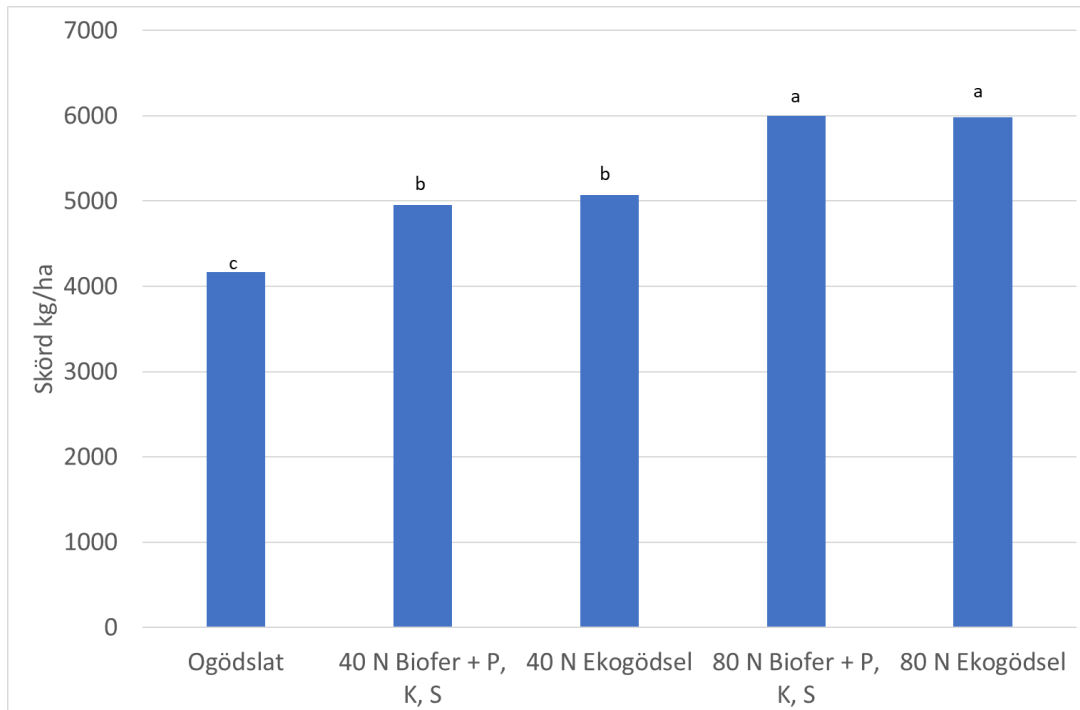
Resultatet av jämförelsen mellan de två gödselmedlen Ekogödsel 8-3-5-3 och Biofer N15+P, K, S ser likadan ut båda åren. Den statistiska analysen är gjord för alla led men i presentationen nedan visas bara de led som är aktuella för gödselmedelsjämförelsen. CV och p-värden som presenteras gäller för alla led.

I figur 4 och tabell 9 redovisas skörden som medeltal för de båda åren. Det är en tydlig signifikans mellan ogödsel och 40 respektive 80 kg totalkväve per hektar ($p < 0,0001$), däremot är det inga signifikanta skillnader mellan gödselmedlen.

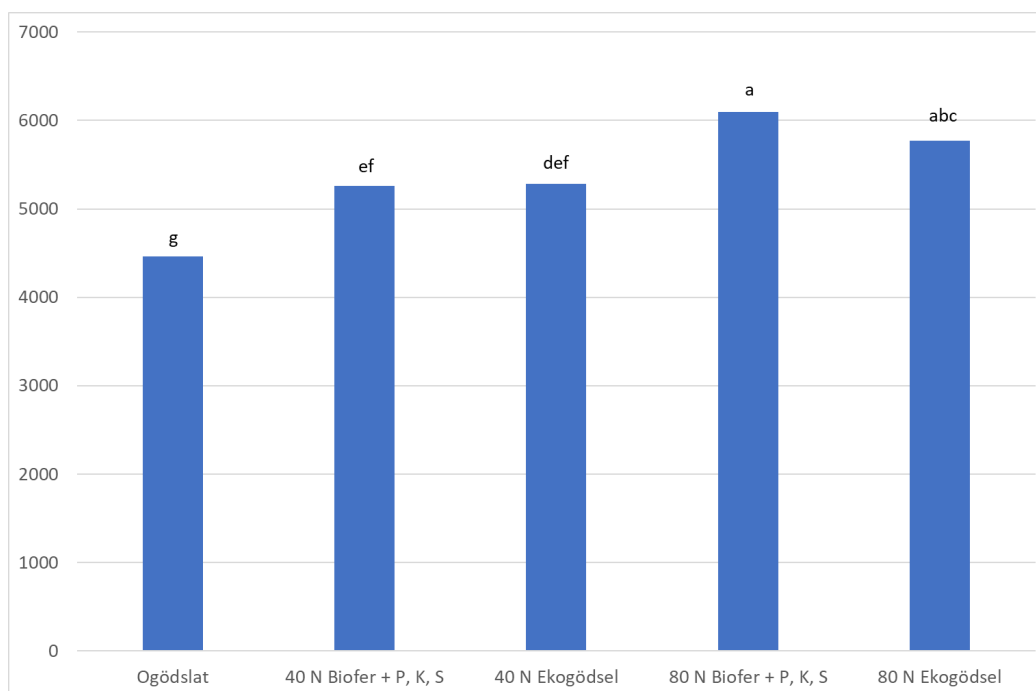
Resultatet för de olika gödselmedlen de enskilda åren visas i Figur 5 och 6. Det är samma resultat med signifikans för kvävegödslingsnivåerna ($p < 0,0001$). Det finns inga signifikanta skillnader mellan Biofer N 15+P, K, S och Ekogödsel 8-3-5-3.



Figur 4: Skörd i medeltal för 2020 och 2021 kg/ha (15 % vh) för kvävegödselmedlen och planerade kvävegivor, över år och platser. Jämförelser som är beräknade enligt Tukeys metod och led med olika bokstäver är signifikant olika vid $p < 0,05$.



Figur 5: Skörd i medeltal för 2020 kg/ha (15 % vh) för kvävegödselmedlen och planerade kvävegivor över platser. Jämförelser som är beräknade enligt Tukeys metod och led med olika bokstäver är signifikant olika vid $p < 0,05$.



Figur 6: Skörd i medeltal för 2021 kg/ha (15 % vh) för kvävegödselmedlen och planerade kvävegivor över platser. Jämförelser som är beräknade enligt Tukeys metod och led med olika bokstäver är signifikant olika vid $p < 0,05$.

Tabell 9: Skörd (15 % vh) i medeltal för 2020 och 2021 kg/ha över alla platser, respektive per plats för kvävegödselmedlen och planerade kvävegivor. Jämförelser som är beräknade enligt Tukeys metod och led med olika bokstäver är signifikant olika vid $p < 0,05$.

Försöksled	Tillfört tot. N/ha	Östergötland		Västergötland	Skåne
		Medel 6 försök	Medel 2 försök	Medel 2 försök	Medel 2 försök
		Skörd kg/ha	Skörd kg/ha	Skörd kg/ha	Skörd kg/ha
Ogödslat	0	4263 c	4827 c	4096 d	3822 f
40 N Biofer + P, K, S	40	5098 b	5357 bc	4771 cd	5158 e
40 N Ekogödsel	40	5174 b	5207 bc	5123 abc	5238 e
80 N Biofer + P, K, S	80	6011 a	6126 a	5763 ab	6089 abcd
80 N Ekogödsel	80	5873 a	5467 abc	5794 ab	6380 a
CV		6,40	6,27	8,1	6,9
P-värde		0,03	0,00	0,21	0,70

De tillförda mängderna varierade något mellan åren, beroende på att analysen av kväveinnehållet i produkten varierade, se tabell 10. I tabell 10 är effektiviteten för gödselmedlen uträknade. Variationen är liten.

Tabell 10: Planerade och verkliga givor av de olika gödslingarna båda åren och medeltalet av de tillförda mängderna.

	Planerad giva	Verklig giva		Medeltal
	kg N/ha	2020	2021	verklig giva
				kg N/ha
40 N Biofer + P, K, S	40	39	40,4	39,7
40 N Ekogödsel	40	40	36,3	38,2
80 N Biofer + P, K, S	80	78	80,7	79,4
80 N Ekogödsel	80	80	72,4	76,2

Tabell 11: Uträknad effektivitet av kvävegödslingen för de olika produkterna och kvävenivåerna i medeltal för 2020 och 2021. Effektiviteten mätt som skillnaden mellan upptagen mängd kväve minus kväveupptaget i ogödslat led relativt tillförd mängd totalkväve i procent.

Försöksled	Tillfört totalkväve	Upptaget kväve	Upptaget kväve relativt ogödslat	Upptaget-ogödslat relativt tillfört totalkväve
	kg N/ha	kg N/ha	kg N/ha	%
Ogödslat	0	66c		
40 N Biofer + P, K, S	39,7	77b	11	28%
40 N Ekogödsel	38,2	78b	12	30%
80 N Biofer + P, K, S	79	93a	27	34%
80 N Ekogödsel	76	90a	24	31%

Värden med olika bokstäver är signifikant skilda åt.

Graderingar och analyser

Beståndet är följt med räkning av plantor, skott och ax. På grund av att en planräkning saknas är den graderingen inte med i sammanställningen. Skörden är analyserad för tusenkornvikt, stärkelse, rymdvikt, protein och kväveupptag.

Biostimulanter

I jämförelsen mellan biostimulanterna finns få signifikanta skillnader. För tusenkornvikt finns skillnader i sammanställningen av de båda åren och alla platser (tabell 12).

Tabell 12: Graderingar och analyser i medeltal för de två åren 2020 och 2021 för biostimulantleden.

Försöksled	Tkv		Stärkelse		Rymdvikt		Protein		Kväve- upptag		Skott		Ax	
	g		%		g		%		kg N/ha		antal/m ²		antal/m ²	
Ekogödsel	54,1	ab	62,3	a	675	a	10,2	a	84,1	a	673	a	624	a
Ekogödsel + BlueN, DC 14	54,4	a	62,3	a	677	a	10,1	a	81,8	a	685	a	632	a
Ekogödsel + Kelpak, DC 14	54,1	ab	62,3	a	676	a	10,2	a	80,5	a	643	a	623	a
Ekogödsel + Physiolith, före sådd	54,3	ab	62,2	a	678	a	10,3	a	84,4	a	661	a	644	a
Ekogödsel + Quantis, DC 32	53,8	b	62,1	a	674	a	10,2	a	81,6	a	671	a	639	a
Ekogödsel + kalk	54,3	ab	62,3	a	675	a	10,2	a	83,6	a	665	a	640	a
CV	1,5		0,8		0,9		3,9		8,2		14,4		9,8	
p	0,03		0,52		0,08		0,48		0,17		0,67		0,65	

Värden med olika bokstäver är signifikant skilda åt.

Resultaten från de enskilda åren visas i tabellerna 13 och 14. I de enskilda årens resultat finns inga statistiskt säkra skillnader mellan graderade och analyserade egenskaper.

Tabell 13: Graderingar och analyser i medeltal för 2020 för biostimulantleden.

Försöksled	Tkv		Stärkelse		Rymd- vikt		Protein		Kväve- upptag		Plantor		Skott		Ax	
	g		%		g		%		kg N/ha		antal/m ²		antal/m ²		antal/m ²	
Ekogödsel	54,3	a	62,5	a	681	a	10,2	a	79	a	290	a	626	a	621	a
Ekogödsel + BlueN, DC 14	54,7	a	62,4	a	683	a	10,1	a	73	a	289	a	635	a	652	a
Ekogödsel + Kalk	54,6	a	62,4	a	678	a	10,3	a	80	a	292	a	619	a	684	a
Ekogödsel + Kelpak, DC 14	54,4	a	62,5	a	681	a	10,2	a	74	a	286	a	614	a	649	a
Ekogödsel + Physiolit, före sådd	54,7	a	62,5	a	683	a	10,2	a	76	a	288	a	631	a	666	a
Ekogödsel + Quantis, DC 32	54,0	a	62,3	a	679	a	10,3	a	74	a	291	a	648	a	652	a
P-värde	0,16		0,83		0,06		0,69		0,08		0,96		0,74		0,19	

Värden med olika bokstäver är signifikant skilda åt.

Tabell 14: Graderingar och analyser i medeltal för 2021 för biostimulantedelen.

Försöksled	Tkv g		Stärkelse %		Rymd- vikt g		Protein %		Kväve- upptag kg N/ha		Plantor antal/m ²		Skott antal/m ²		Ax antal/m ²	
Ekogödsel	54	a	62,1	a	670	a	10,1	a	90	a	441	a	720	a	625	a
Ekogödsel + BlueN, DC 21	54	a	62,3	a	672	a	10,1	a	90	a	429	ab	730	a	614	a
Ekogödsel + Demetias V, före sådd	54	a	62,0	a	672	a	10,1	a	89	a	424	ab	702	a	601	a
Ekogödsel + Kelpak, DC 21	54	a	62,1	a	669	a	10,1	a	88	a	400	b	675	a	594	a
Ekogödsel + Physiolit, före sådd	54	a	61,9	a	674	a	10,5	a	93	a	426	ab	692	a	622	a
Ekogödsel + Quantis, DC 32	54	a	62,0	a	669	a	10,1	a	89	a	427	ab	695	a	626	a
Ekogödsel + Stimplex, DC 21, 32	54	a	61,9	a	673	a	10,0	a	88	a	432	ab	700	a	625	a
Ekogödsel + kalk	54	a	62,1	a	672	a	10,1	a	87	a	410	ab	712	a	595	a
CV	1,40		0,82		0,94		4,58		6,29		7,63		16,70		9,20	
P-värde	0,18		0,36		0,38		0,19		0,16		0,08		0,93		0,46	

Gödselmedel

I de utvalda leden som innehåller gödselmedelsjämförelsen redovisas sammanställningen för båda åren och alla platserna i tabell 15. I tabell 16 och 17 redovisas resultaten för de enskilda åren över platserna. Gödselnivåerna har påverkat flera olika parametrar. Kväveupptaget är signifikant högre vid högre gödselgiva men det är inga skillnader mellan produkterna. Gödslingen har även påverkat beståndet och kärnkvaliteten.

Tabell 15: Graderingar och analyser i medeltal för de två åren 2020 och 2021 för gödslingsleden.

Försöksled	Tillfört tot. N/ha	Tkv g		Stärkelse %		Rymdvikt g		Protein %		Kväve-upptag kg N/ha		Skott antal/m ²		Ax antal/m ²	
Ogödslat	0	52,8	d	62,0	a	672	b	10,4	a	66,1	d	467	c	545	c
40 N Biofer + P, K, S	40	53,9	abc	62,3	a	673	ab	10,2	a	77,4	c	611	b	624	ab
40 N Ekogödsel	40	53,6	bcd	62,4	a	674	ab	10,1	a	77,7	c	659	ab	600	abc
80 N Biofer + P, K, S	80	54,8	a	62,2	a	680	a	10,4	a	93,2	a	746	a	651	ab
80 N Ekogödsel	80	54,7	a	62,1	a	677	ab	10,3	a	90,0	a	687	ab	647	ab
CV		1,5		0,7		0,9		3,9		7,8		14,5		10,3	
P-värde		0,06		0,63		0,10		0,55		0,10		0,75		0,75	

Värden med olika bokstäver är signifikant skilda åt.

Tabell 16: Graderingar och analyser i medeltal för 2020 för gödslingsleden.

Försöksled	Tillfört tot. N/ha	Tkv g		Stärkelse %		Rymdvikt g		Prot-ein %		Kväve-upptag kg N/ha		Plantor antal/m ²		Skott antal/m ²		Ax antal/m ²	
Ogödslat	0	53,4	c	62,5	a	683	a	10,3	a	59,4	e	272	a	452	d	566	c
40 N Biofer + P, K, S	40	54,2	abc	62,4	a	680	a	10,2	a	70,9	bcd e	298	a	557	c	617	ab c
40 N Ekogödsel	40	53,7	bc	62,7	a	679	a	10,1	a	71,1	bcd	294	a	595	bc	598	bc
80 N Biofer + P, K, S	80	54,9	ab	62,3	a	686	a	10,5	a	86,7	a	289	a	679	ab	687	ab
80 N Ekogödsel	80	54,7	abc	62,4	a	684	a	10,3	a	86,1	a	284	a	663	ab	647	ab c
P-värde		0,30		0,72		0,04		0,66		0,05		0,95		0,86		0,32	

Värden med olika bokstäver är signifikant skilda åt.

Tabell 17: Graderingar och analyser i medeltal för 2020 för gödslingsleden.

Försöksled	Tillfört tot. N/ha	Tkv g	Stärkelse %	Rymd-vikt g	Protein %	Kväve-upptag kg N/ha	Plantor antal/m2	Skott antal/m2	Ax antal/m2								
Ogödslat	0	52,4	c	61,5	a	661	b	10,5	a	74	f	406	a	487	b	523	d
40 N Biofer + P, K, S	40	53,6	ab c	62,2	a	668	ab	10,1	a	85	cd e	401	a	666	ab	629	abc d
40 N Ekogödsel	40	53,5	ab c	62,2	a	670	ab	10,0	a	85	cd e	444	a	725	a	604	abc d
80 N Biofer + P, K, S	80	54,7	a	62,2	a	674	a	10,3	a	100	a	407	a	804	a	611	abc d
80 N Ekogödsel	80	54,7	a	61,9	a	671	ab	10,2	a	94	ab cd	439	a	712	a	649	ab
CV		1,50		0,78		0,93		4,24		6,04		7,29		16,41		9,89	
P-värde		0,22		0,41		0,47		0,16		0,04		0,03		0,90		0,67	

Värden med olika bokstäver är signifikant skilda åt.

Rotstudie

Rotstudie 2020

I försöket i Östergötland genomfördes en mindre rotstudie för att undersöka metodiken och titta på effekten på rotsystemet av Physiolit och kalk. Det finns inga statistiskt säkra skillnader mellan leden för längd eller vikt (tabell 18).

Tabell 18: Rotanalys för fyra olika led med Physiolit och kalk i medeltal över kvävenivåer. Rotlängd i cm, våtvikt i gram och torrsvikt i gram.

Led	Rotlängd medel 12 plantor	Våtvikt 12 plantor	Torrsvikt ts 12 plantor
	cm	gram	gram
D Physiolit före sådd 40 N	12,47	4,83	0,51
H Calciprill före sådd 40 N	14,33	5,67	0,66
K Physiolit före sådd 80 N	13,36	4,50	0,53
O Calciprill före sådd 80 N	13,14	5,17	0,59

Rotstudie 2021

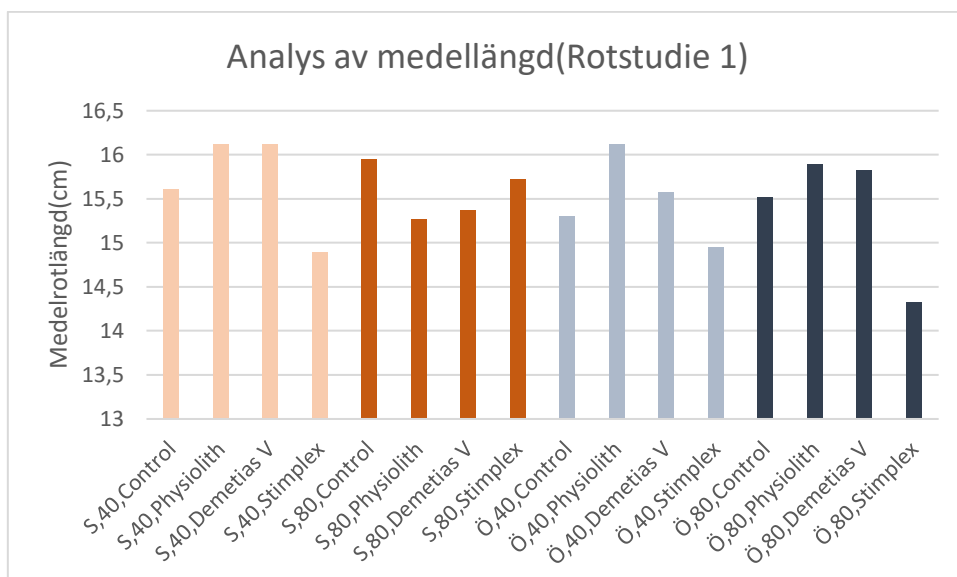
Bara några få av de många variansanalyserna som genomfördes på rotdata visade på signifikanta resultat (Tabell 19). I rotstudie 1 var det inga signifikanta skillnader alls för de testade parametrarna. Däremot så i rotstudie 2 var det signifikanta resultat för rotlängd. Det var effekter för "Biostimulant", "Plats*Biostimulant" och "N*Biostimulant". Torrvikten i rotstudie 2 visade på signifikanta skillnader för "N".

Tabell 19. Analys av rottillväxt i korn efter behandling av biostimulanter vid olika N-nivåer. Tabellen visar vilka rotparametrar som visade signifikanta skillnader jämfört med kontrollen för minst en behandling. - = ingen signifikant skillnad. S = signifikant skillnad.

Rots-tudie	N	Plats*N	Bio-stimulant	Plats *Bio-stimulant	N*Bio-stimulant	Plats *N*Bio-stimulant
1						
Längd	-	-	-	-	-	-
Friskvikt	-	-	-	-	-	-
Torrsvikt	-	-	-	-	-	-
Rotstudie 2						
Längd	-	-	S	S	S	-
Friskvikt	-	-	-	-	-	-
Torrsvikt	S	-	-	-	-	-

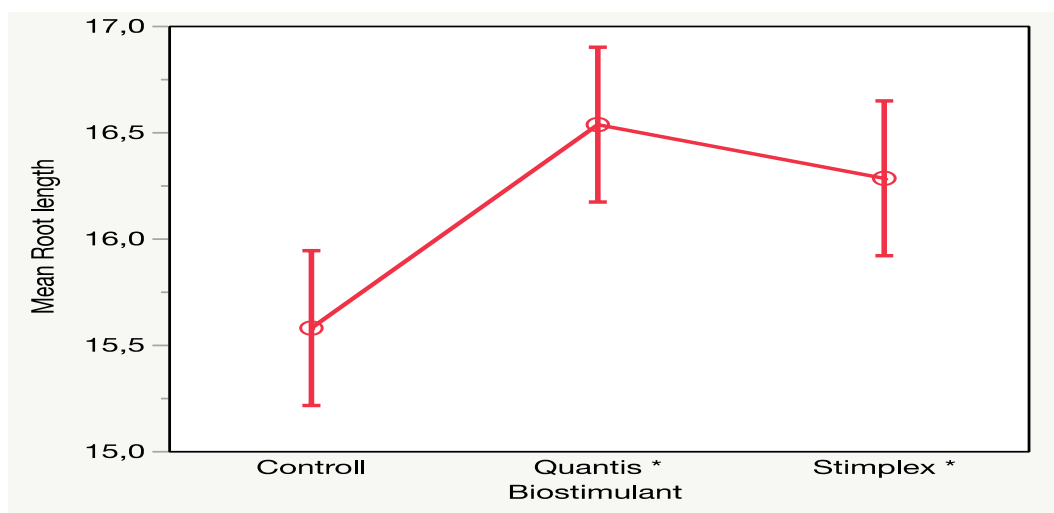
Rotlängd

I rotstudie 1 var inga signifikanta skillnader för rotlängd mellan biostimulanter och kontrollen, men det är möjligt att tyda några tendenser (Figur 7). I Skåne varierade resultaten mellan de två N-nivåerna. Vid 40 kg N fick Physiolit och Demetias V de längsta rötterna med 16,1 cm men vid 80 kg N hade rotlängden minskat och de fick båda kortare rötter än kontrollen och Stimplex. Särskilt Stimplex verkade öka sin rotlängd vid den högre N-nivån. Resultaten från Östergötland hade likande resultat vid båda N-nivåerna. Physiolit fick de längsta och Stimplex de kortaste rötterna men det var inga signifikanta skillnader.



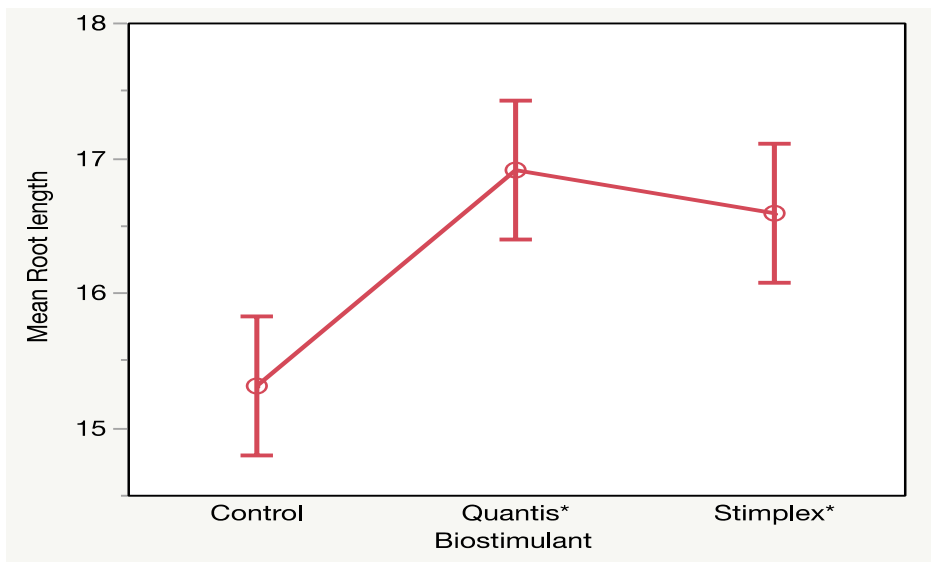
Figur 7. Medelvärden för rotlängd i rotstudie 1. Inga signifikanta skillnader. S = Skåne, Ö = Östergötland. 40 = 40 kg N ha⁻¹ och 80 = 80 kg N ha⁻¹.

I rotstudie 2 så fick biostimulanterna Quantis och Stimplex signifikant längre rötter än kontrollen (Figur 8) när båda platserna och N-nivåerna vägs samman. Både Quantis och Stimplex fick ca 1 cm eller 7 % längre rötter än kontrollen.



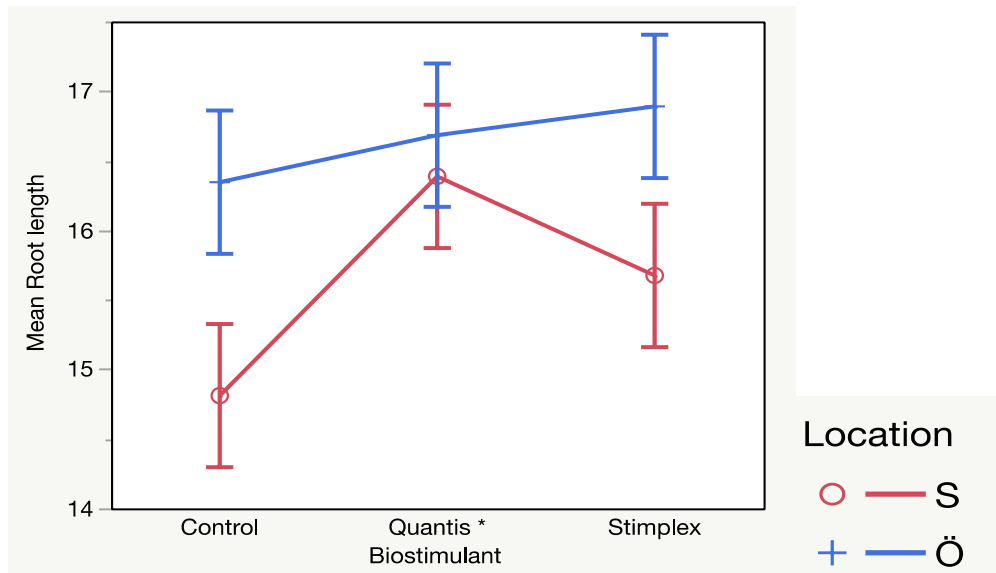
Figur 8. Grafen visar rotlängden för rotstudie 2 när båda platserna och N-nivåerna vägs samman. Både Quantis och Stimplex har signifikant längre rötter. * = resultat signifikanta från kontrollen.

Vid 40 kg N (när båda platserna vägs samman) i rotstudie 2 så var det signifikanta skillnader. (Figur 9). Både Stimplex och Quantis fick signifikant längre rötter än kontrollen. Det var inga signifikanta skillnader mellan Quantis och Stimplex.



Figur 9. Grafen visar rotlängden för rotstudie 2 när båda platserna vid 40 kg N-nivån vägs samman. Både Quantis och Stimplex har signifikant längre rötter. * = resultat signifikanta från kontrollen.

Det var inga signifikanta skillnader mellan biostimulanterna och kontrollen i Östergötland när båda N-nivåerna analyseras tillsammans, däremot var det signifikanta skillnader i Skåne. Quantis fick signifikant längre rötter än kontrollen (Figur 10).



Figur 10. Grafen visar medelrotlängden (båda N-nivåerna analyserade tillsammans) för båda försöksplatserna, Skåde och Östergötland. I Skåne så hade Quantis signifikant längre rötter än kontrollen. S = Skåne, Ö = Östergötland. * = signifikanta resultat jämfört med kontrollen.

Rot färskvikt

Färskvikten för rötterna visade inga signifikanta resultat i rotstudie 1. Vikterna för de olika biostimulanterna i försöket i Skåne visade på väldigt små variationer och skiljde sig mycket lite

från kontrollen vid båda N-nivåerna. I Östergötland var skillnaderna lite större, speciellt vid 40 kg N ha⁻¹ där kontrollen hade den största färskvikten på rötterna men det var fortfarande inga signifikanta resultat. Liknande resultat erhöles i rotstudie 2 med inga signifikanta resultat. I Skåne fick till och med kontrollen den största färskvikten vid båda N-nivåerna. I Östergötland var variansen lite större vid 80 kg N ha⁻¹ men det var fortfarande inga signifikanta skillnader. Kontrollen och Stimplex som provtogs vid båda rotstudierna hade minskat i rotfärskvikt från den första till den andra rotstudien vid båda N-nivåerna.

Rot torrsvikt

Det var inga signifikant skilda resultat i rot torrsvikt mellan biostimulanterna och kontrollen i rotstudie 1. I Skåne visade rot-torrsvikten knappt någon skillnad alls mellan behandlingarna. I Östergötland fick kontrollen den största rot-torrsvikten vid båda N-nivåerna. Precis som i rotstudie 1 så var det inga signifikanta skillnader i rotstudie 2 heller. Märkbart är att skillnaderna i rotstudie 2 är mindre än i rotstudie 1. Som för rotfärskvikten så minskar rot-torrsvikten för kontrollen och Stimplex till rotstudie 2.

Diskussion

Gödselmedelsjämförelse

I projektet har två gödselmedel varit med där Ekogödsel 8-3-5-3 varit referensgödselmedlet. Biofer N15 är en relativt ny produkt baserad på svinborst där det finns frågor om hur snabbverkande produkten är. Resultaten är samstämmiga från båda försöksåren. Det fanns inga signifikanta skillnader mellan de båda gödselmedlen. I jämförelsen har fosfor, kalium och svavel tillförts i ledet med Biofer N15 så att dessa ämnen inte skulle påverka resultaten. Det är en tydlig effekt av gödslingen med signifikanta skillnader mellan ogödslat, 40 kg N/ha och 80 kg N/ha (figur 4). Det finns inga signifikanta skillnader mellan gödselmedlen och det påverkas inte av kvävenivå. För att få ett mått på gödseffektiviteten jämfördes upptagen mängd kväve i kärnan i gödslande led minus upptagen mängd i ogödslat led i förhållande till tillförd mängd kväve i gödselmedlet. Resultatet varierade mellan 28-34 %, vilket är en relativt normal gödseffekt av pelletsgödselmedel. I Dehlin et al (2010) och Dehlin S. (2011) jämfördes gödseffekten av olika råvaror och organiska gödselmedel där fjäder, köttmjöl och benmjöl bland annat ingick. Kvävegödslingvärdet relativt mineralgödsel låg i dessa undersökningen på 55 – 75 % för dessa produkter. I denna studie finns ingen mineralgödselreferens så vi kan inte beräkna ett kvävegödselvärde men om man utgår från en normal effektivitet hos mineralgödsel på ca 50 % (kväve upptaget i kärnan minus ogödslat, relativt tillförd mängd kväve) landar effektiviteten hos de undersökta gödselmedlen på ungefär samma nivå ((tillförd total N * 50 %) * 65 % = 32,5 %). Biofer N15 har även testats i ett försök med organiska gödselmedel till höstvet i Skåne 2019 (opublicerat, pers. medd. Kerstin Andersson, 2019). Där var inga signifikanta skillnader mellan N15 och övriga organiska gödselmedel (t ex Biofer 10-3-1, Organic, Vinass och rötrest från Jordberga biogasanläggning).

Slutsatsen utifrån dessa försök är att Biofer N15 har samma kväveeffektivitet som Ekogödsel 8-3-5-3.

Biostimulanter

I projektet har sex olika biostimulanter provats. Fyra av dem har provats i två år medan två stycken provats i ett år (2021). Jämförelsen av biostimulanter gjordes på de två kvävenivåerna 40 respektive 80 kg totalkväve per hektar. Alla biostimulanter har gödslats med Ekogödsel 8-3-5-3. För att få en korrekt jämförelse för Physiolit har den jämförts mot ett led med Ekogödsel, plus kalk i samma mängd som i Physiolit. Detta för att utesluta att eventuella skillnader berodde på kalkinnehållet i Physiolit.

Resultatet från 2020 gav några få signifikanta skillnader när de tre försöken slogs samman (figur 1). Ekogödsel 8-3-5-3 och Ekogödsel + kalk hade signifikant högre skörd än Ekogödsel + Quantis tillfört i DC 32 (i ett av försöken tillfördes Quantis i DC 69). Övriga led var inte signifikant skilda från Ekogödsel 8-3-5-3.

Under 2021 fanns inga signifikanta skillnader mellan leden (figur 2). I försöken 2021 fanns det två extra produkter med; Stimplex och Demetias V. De hade inga signifikant positiva effekter.

I analysen av alla sex försök sammanslagna fanns inga signifikanta skillnader mellan leden (figur 3). Tittar man på skördarna i kg/ha så finns inga signifikanta skillnader men p-värdet är ganska lågt (0,024) vilket bör betyda att det är ganska nära en signifikans. De högsta skördarna har de två referensleden Ekogödsel 8-3-5-3 och Ekogödsel + kalk. Det är alltså ingen av biostimulantprodukterna som har tendenser till högre skörd.

Under 2020 var det mindre nederbörd i april och maj, jämfört med SMHI:s referensperiod torrare (1991-2020) på alla tre platserna. Detta borde ha kunnat ge en torkstress som skulle kunna gynna effekter från några av biostimulanterna. Trots torkan fanns inga signifikanta skillnader på skörden. Under 2021 var det torrare än medel i april och maj i Östergötland, men inte på övriga platser. I Västergötland var det snarare blötare än normalt. Däremot var juni månad i Skåne mycket torr med endast 2 mm nederbörd. Fältet med försöket bevattades två gånger med 25 mm per bevattning. Detta tog bort den torkstress som fanns i grödan då. Detta har troligen minskat den eventuella påverkan på stress som biostimulanterna kunde ha haft.

Physiolit innehåller en stor del kalk vilket gör att det lades in en separat mätare för Physiolit där kalk tillsattes till Ekogödsel. Det ledet är bara avsett som jämförelse med Physiolit för att bedöma den biostimulerande effekten och ta bort effekten av kalkinnehållet i produkten. Det är inga signifikanta skillnader och mycket små skillnader i kg/ha mellan mätaren och Physiolit. I sammanställningen för båda åren finns inga signifikanta skillnader. Uppdelat på de tre platserna finns inga signifikanta skillnader. Tittar man på skörden i kg/ha har mätaren på två av platserna en något högre skörd och på en plats en något lägre.

Samspel

I analysen av alla sex försök sammanslagna finns ett signifikant trevägssamspel. Plats*Kvävenivå*Behandling har ett p-värde på 0,0066 (tabell 5). Det är framförallt försöken i Västergötland som sticker ut. Kelpak har en skörd som är signifikant lägre än mätaren, som har en tendens till högre skörd än övriga led också. Det är ett förväntat resultat att effekten av biostimulanter varierar beroende på platsens förutsättningar. Det är svårt att se några orsaker i väderleken i Västergötland. De två åren var ganska olika nederbördsmässigt.

Egenskaper

Det är få signifikanta skillnader vad gäller graderade egenskaper. Tusenkornvikten var signifikant lägre för Quantis jämfört med BlueN. Quantis hade den lägsta tusenkornvikten av de jämförda leden. Tittar man på skördarna i medeltal för de två åren (tabell 5) hade Quantis den lägsta skörden tillsammans med Kelpak. En möjlig orsak skulle kunna vara den negativa påverkan på tusenkornvikten. Övriga produkter visade inga signifikanta skillnader.

Rotstudie

Biostimulanterna hade i allmänhet små effekter på rotutvecklingen och skörden i denna studie. Physiolith och Demetias V visade inga signifikanta resultat alls på de uppmätta tillväxtparametrarna. Stimplex och Quantis visade några signifikanta effekter på rotlängden. Rötterna var cirka 7 % längre efter Stimplex och Quantis behandling jämfört med kontrollen. Man kan spekulera i vilka fördelar kornplantan kommer att få på grund av denna relativt lilla ökning i rotlängd. Det fanns inget tydligt mönster i denna studie att den ökade rotlängden för Stimplex och Quantis påverkade spannmålsutbytet. Om rotsystemstorleken på kornplantorna i försöken antas vara medelstor, korrelerar resultaten med ökad rotlängd och ingen effekt på avkastningen med fynden av Chloupek et al. (2010). Om rotsystemstorleken, som delvis påverkas av rotlängden, ökar från en redan medelnivå till en högre nivå kommer inte spannmålsskörden att öka. Å andra sidan Chloupek et al. (2010) fann ett positivt samband mellan rotsystemets storlek och kornavkastning under torra och vattenstressade förhållanden. Försöket i Skåne upplevde vattenstress innan det vattnades och Quantis-behandlade växter hade betydligt längre rötter än kontrollen men skörden av Quantis skiljde sig inte i någon större utsträckning från kontrollen. Det är svårt att uppskatta hur allvarlig vattenstressen i försöket i Skåne var innan den bevattnades så växterna kanske inte hade nått den grad av stress för att uppnå den korrelation som Chloupek et al. (2010) erhållit.

De något torra förhållandena på båda platserna (mer förstärkta i Skåne) för försöken kan förklara de längre rötterna i de Stimplex- och Quantis-behandlade växterna. Båda dessa produkter innehåller aminosyror och applicering av vissa aminosyror på växter under stressade förhållanden kan öka vatten- och K-upptaget (Haghighi et al. 2020). Quantis innehåller glycin som är en av aminosyrorna med denna egenskap. Tångextrakt av *A. nodosum* har visat sig ge samma effekter på rottillväxt som cytokinin (Steveni et al., 1992). Eftersom tångextraktet i Stimplex härstammar från *A. nodosum* är det möjligt att den ökade rotlängden av Stimplex i rotstudie 2 skulle kunna bero på ökade cytokininnivåer i rötterna.

Generellt när man granskar litteraturen finns det ganska många studier som visade effekter på rotutveckling när biostimulanter applicerades under kontrollerade förhållanden som växtkammare och hydroponiskt odlade växter, men när produkterna testades i fältstudier upphörde effekterna. Szczepanek (2017) och Steveni et al. (1992) är exempel på studier som undersökt liknande biostimulanter som följer detta mönster. Data från denna studie indikerar att det är svårt att härleda vad som orsakar potentiella effekter av biostimulanter i fältförsök, men de ger ändå viktig kunskap om deras effekter i fält.

Slutsatser

Utifrån de resultat som kommit fram i försöken drar vi följande slutsatser.

- De två gödselmedlen Ekogödsel 8-3-5-3 och Biofer N15 har samma kväveeffektivitet när de tillförs till vårkorn myllade vid sådd.
- De undersökta biostimulanterna hade ingen signifikant påverkan på skörden av vårkorn och har därmed inte gett några lönsamma effekter av de testade produkterna.
- I rotundersökningen fanns det små signifikanta skillnader på rotlängden vid en av grävningstidpunkterna, men det har inte påverkat skörden på grödan signifikant.



Bild 2: Försöket vid Svalöv 7 juli 2020. Foto: Per Ståhl

Publikationer och resultatförmedling till näringen

Tillfällen där projektet helt eller delvis har presenterats:

- Föredrag på Mellansvenska jordbrukskonferensen 2021 och 2022, Växjömöte 2021 och Uddevallakonferensen 2022.
- Kurs för Hushållningssällskapens ekologiska rådgivare hösten 2020
- Växtnäringskurser för lantbrukare vid tre tillfällen inom HS Konsult under 2020 och vid ett tillfälle hos HIR Skåne.
- Artikel i Arvensis tidskrift våren 2022. Artikel i Lantbrukets affärer 2022
- Löpande under projekttiden har försöken visats och resultaten presenterats för lantbrukargrupper vid ett flertal tillfällen.
- Projektet har redovisats i "Ekologisk försöksrapport 2020" som kom ut februari 2021. De slutliga resultaten kommer att presenteras i "Ekologisk försöksrapport 2022"

Referenser

Alori, E.T., Dare, M.O. & Babalola, O.O. (2017). Microbial Inoculants for Soil Quality and Plant Health. I: Lichtfouse, E. (red.) Sustainable Agriculture Reviews. Cham: Springer International Publishing, 281–307. https://doi.org/10.1007/978-3-319-48006-0_9

Biostimulant Coalition (2021). About. <http://www.biostimulantcoalition.org/about/> [2021-11-02]

Bocanegra, M.P., Lobartini, J.C. & Orioli, G.A. (2006). Plant Uptake of Iron Chelated by Humic Acids of Different Molecular Weights. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 37 (1–2), 239–248. <https://doi.org/10.1080/00103620500408779>

Calvo, P., Nelson, L. & Kloepper, J.W. (2014). Agricultural uses of plant biostimulants. Plant and Soil, 383 (1–2), 3–41. <https://doi.org/10.1007/s11104-014-2131-8>

Canellas, L.P., Olivares, F.L., Aguiar, N.O., Jones, D.L., Nebbioso, A., Mazzei, P. & Piccolo, A. (2015). Humic and fulvic acids as biostimulants in horticulture. Scientia Horticulturae, 196, 15–27. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.09.013>

Cavani, L., Ter Halle, A., Richard, C. & Ciavatta, C. (2006). Photosensitizing Properties of Protein Hydrolysate-Based Fertilizers. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 54 (24), 9160–9167. <https://doi.org/10.1021/jf0624953>

Chloupek, O., Dostál, V., Středa, T., Psota, V. & Dvořáčková, O. (2010). Drought tolerance of barley varieties in relation to their root system size. Plant Breeding, 129 (6), 630–636. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0523.2010.01801.x>

Craigie, J.S. (2011). Seaweed extract stimuli in plant science and agriculture. Journal of Applied Phycology, 23 (3), 371–393. <https://doi.org/10.1007/s10811-010-9560-4>

Delin S., Stenberg B., Nyberg A., Brohede L. 2010 Potentiella mätmetoder för att uppskatta kvävegödslingsvärdet hos organiska gödselmedel. Rapport 6, Institutionen för mark och miljö, SLU.

Delin, S. och Engström, L. 2008. Kvävemineralsförlöpp efter gödsling med organiska gödselmedel vid olika tidpunkter. Sveriges lantbruksuniversitet. Precisionsodling (Online) ; 2008:1

Dehlin, S, 2011. Kväveeffekt av organiska gödselmedel till vårvede, H3-1-2011. Resultat från växtodlingsförsöken, Försök i Väst, Sveaförsöken, och Svensk Raps. Försöksrapport 2011.

EBIC (2012). What are biostimulants.

<https://biostimulants.eu/about/what-are-biostimulants> [2021-11-02]

Fan, X., Gordon-Weeks, R., Shen, Q. & Miller, A.J. (2006). Glutamine transport and feedback regulation of nitrate reductase activity in barley roots leads to changes in cytosolic nitrate pools. Journal of Experimental Botany, 57 (6), 1333–1340. <https://doi.org/10.1093/jxb/erj110>

Haghighi, M., Saadat, S. & Abbey, Lord (2020). Effect of exogenous amino acids application on growth and nutritional value of cabbage under drought stress. Scientia Horticulturae, 272, 109561. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2020.109561>

Ilex envirosciences (2021). Stimplex <https://ilex-envirosciences.com/wp-content/uploads/2021/07/Stimplex-Action-i.pdf> [2021-11-02]

Kelpak 2021 <https://www.kelpak.com/kelpakintro.html>

Market data forecast (2021) Europe Biostimulants Market.

<https://www.marketdataforecast.com/market-reports/europe-biostimulants-market> [2021-09-1]

Rauthan, B.S. & Schnitzer, M. (1981). Effects of a soil fulvic acid on the growth and nutrient content of cucumber (*Cucumis sativus*) plants. *Plant and Soil*, 63 (3), 491–495.

<https://doi.org/10.1007/BF02370049>

Sharma, S.S. & Dietz, K.-J. (2006). The significance of amino acids and amino acid-derived molecules in plant responses and adaptation to heavy metal stress. *Journal of Experimental Botany*, 57 (4), 711–726. <https://doi.org/10.1093/jxb/erj073>

Stirk, W.A., Rengasamy, K.R.R., Kulkarni, M.G. & Staden, J. van (2020). Plant Biostimulants from Seaweed. *The Chemical Biology of Plant Biostimulants*. John Wiley & Sons, Ltd, 31–55. <https://doi.org/10.1002/9781119357254.ch2>

Steveni, C.M., Norrington-Davies, J. & Hankins, S.D. (1992). Effect of seaweed concentrate on hydroponically grown spring barley. *Journal of Applied Phycology*, 4 (2), 173.

<https://doi.org/10.1007/BF02442466>

Symborg 2021 <https://symborg.com/en/biofertilizers/bluen/>

Syngenta (2021) Quantis. <https://www.syngenta.se/product/crop-protection/quantis> [2021-11-02]

Szczepanek, M. (2017). Effect of biostimulant application in cultivation of spring barley.

Acta Scientiarum Polonorum Agricultura, 16 (2), 77–85

Timac Agro (2021a) Physiolith.pdf.

<https://documents.roullier.com/sites/wsr/4E/Physiolith.pdf> [2021-11-02]

Timac Agro (2021b) Demetias Technology. <https://fr.timacagro.com/nos-produits-pour-l-agriculture-biologique/la-technologie-demetias/> [2021-11-02]