

Slutrapport SLU-Ekoforsk projekt:

## **Produktionssystem för ekologisk odling av trädgårdsblåbär**

**Organic production systems in Northern highbush blueberries**



*foto: Birgitta Svensson*

***Håkan Asp (projektansvarig), Birgitta Svensson, Siri Caspersen, Sammar Khalil***

Institutionen för Biosystem och teknologi, SLU Alnarp. Box 103, 230 53 Alnarp

## Sammanfattning

Projektets syfte var att undersöka hur man kan optimera ekologisk produktion av trädgårdsblåbär i ett nordiskt klimat. Viktiga mål i projektet är: 1. att studera tillväxt och etablering i tunnlar respektive på friland med avseende på sorter och substrat, variation i utveckling, skörd, problem med skadegörare och klimatanpassning samt 2. undersöka betydelsen av mykorrhiza för etablering och tillväxt av plantor och deras upptag av näringsämnen från organiska gödselmedel.

Ett fältförsök med trädgårdsblåbär har utförts på SLU, Rånna försöksstation i Skövde 2011-2013. Sorterna Duke, Reka och Northblue planterades i tunnel och ute samt i två olika substrat: 1. grov torv med inblandning av bark ca 10 procent samt 2. grov torv med bark ca 10 procent och skogsjord ca 10 procent. Försöksrutorna var randomiserade inom tre block i tunnel och inom tre block ute. Den vegetativa tillväxten på buskarna har varit större i tunnel än ute. Volymen av sorterna Duke och Reka var större i tunnel än ute medan sorten Northblue har samma volym i tunnel som ute 2013. Avkastningen var lika för respektive sort i tunnel och ute år 2012 medan den var högre i tunnel 2013 då det hade förekommit både vinterskador och vårfrost i blomningen. Skördeperioden var ca en vecka tidigare i tunnel 2012 jämfört med ute medan det inte var några skillnader i tidighet 2013. Sorterna Duke och Reka har gett signifikant högre avkastning än sorten Northblue. Det har inte förekommit skillnader mellan substraten i utveckling eller avkastning.

Inverkan av olika mykorrhizapreparat och gödselmedel undersöktes för sorterna Duke och Reka i krukförsök vid SLU-Alnarp. Det fanns en tendens till ökad tillväxt för plantor som fått gödselmedlet Biofer jämfört med plantor som fått Biobact. Innehållet av växtnäringsämnen i växterna låg inom normala värden för blåbär med undantag av bor som låg under rekommenderade värden. Mykorrhizabehandlingarna hade ingen signifikant effekt på tillväxten varken i krukförsöket eller ett år efter utplantering på Rånna försöksstation. Både mykorrhizabehandlingen och sorten påverkade sammansättningen av mikrobiella samhällen karakteriserade med hjälp av fosfolipidfettsyror (PLFA) och förekomsten av gener för enzymer involverade i markens omsättning av kväve.

## Summary

The project aims to explore how to optimize organic production of blueberries in a Nordic climate. Key objectives of the project are: 1.study of growth and establishment in plastic tunnels and in the open with respect to variety and substrate, development, yield, pest problems and climate adaptation and 2.examine the role of mycorrhizae in the establishment and growth of plants and their uptake of nutrients from organic fertilizers.

A field trial with blueberries is conducted at SLU, Rånna Experimental Station in Skövde 2011-2013. The varieties Duke, Reka and Northblue are planted in high plastic tunnel and outdoor and in two different substrates: 1. coarse peat mixed with bark approx.10 percent and 2.coarse peat mixed with bark approx. 10 percent and forest soil approx. 10 percent. Plots are randomized within three blocks of the tunnel and within three blocks outdoor. Vegetative growth has been larger in the tunnel than outdoor. The volume of the varieties Duke and Reka are higher in the tunnel than outdoor, while the variety Northblue has the same volume in the tunnel and outdoor in 2013. Yield for each variety was equal in the tunnel and outdoor in 2012, while it was higher in the tunnel in 2013 when there had been both winter injuries and spring frosts at flowering. Harvest period was about a week earlier in tunnel 2012 compared to outdoor while there were no differences in earliness 2013. Varieties Duke and Reka have provided significantly higher yield than the variety Northblue. There have been no differences between the substrates in development or yields.

The influence of different mycorrhizal inocula and organic fertilizers was studied for the varieties Duke and Reka in pot experiments at SLU-Alnarp. There was a tendency to increased plant growth for the fertilizer Biofer compared with Biobact. Shoot or leaf mineral nutrient content was within the normal range for blueberries with the exception of boron which was below recommended values. The mycorrhizal treatments had no significant effect on plant growth neither in the pot experiments or one year after planting at Rånna Experimental Station in Skövde. Both the variety and the mycorrhizal treatment affected the composition of microbial populations characterised with phospholipid fatty acid (PLFA) profiles and the occurrence of genes for enzymes involved in soil nitrogen turnover.

## Inledning

Produktionen av trädgårdsblåbär ökar i världen. Årsproduktionen i världen är 330 000 ton och har fyrdubblats de senaste 30 åren. I Sverige odlas ca 12 hektar blåbär på friland och ytterligare en mindre del i växthus. I dag är den ekologiska produktionen i Sverige mycket begränsad, men det antas finnas en stor potential då blåbär är en populär färskvaruprodukt som även har god hållbarhet.

Detta projekt fokuserar på odling av trädgårdsblåbär i tunnlår och på friland speciellt med avseende på substrat och näring. Då blåbär trivs bäst i relativt sura jordar finns många frågeställningar kring lämpliga substrat i kombination med mykorrhizainokulering och gödsling i ett ekologiskt odlingssystem. Fältförsök på Rånna försöksstation i Skövde, under 2011 -2013 har som mål att optimera en hållbar produktion av trädgårdsblåbär med hög kvalitet. Tre sorter av trädgårdsblåbär har etablerats i två olika substrat: torv med barkinblandning eller torv/bark med inblandning av skogsjord. Effekten av olika organiska gödselmedel och mykorrhiza studeras.

Projektet studerar hur man kan optimera ekologisk produktion av trädgårdsblåbär i ett nordiskt klimat. Huvudmålen är att:

1. Studera tillväxt och etablering i tunnlår respektive på friland med avseende på sorter och substrat, variation i utveckling, skörd, problem med skadegörare och klimatanpassning.
2. Undersöka betydelsen av mykorrhiza för etablering och tillväxt av plantor och deras upptag av näringsämnen från organiska gödselmedel.

Resultaten presenteras som två separata delförsök

## Delförsök 1: Betydelsen av substratval samt odling i tunnel och på friland

### Metodik

Fältförsök på friland med trädgårdsblåbär är utfört på Rånna försöksstation Skövde. (58°27'N, 13°51'E) 2011-2013. Halva försöket odlas i plasttunnel och halva utan tunnel. Substratbäddarna består av: 1. Grov torv (Hasselfors) med inblandning av 10 % bark samt 2. Grov torv, 10 % bark och 10 % sandig skogsjord inhämtat från skog vid Rånna. Bäddarna är 70 cm breda och 20-25 cm djupa. Vatten och växtnäring tillförs via droppbevattning. Växtnäring har tillförts med Biofer (endast 2011) och flytande Bykobakt, 2011 ca 7 gram kväve och 2012-2013 ca 14 gram kväve per planta och säsong. I april 2012 tillfördes gips, kalciumsulfat motsvarande 11 gram kalcium per buske till samtliga plantor. Plantavståndet är 1 m och radavståndet 3 m. Gräs, *Festuca rubra* utan utlöpare, är sått mellan raderna. Plantraderna är till stor del täckta av Mypexväv för att förhindra transport av substrat vid kraftig nederbörd. Tre sorter är planterade, Duke och Reka, båda *Vaccinium corymbosum* samt Northblue som är en *Vaccinium angustifolium*-hybrid. Behandlingarna (sorter, substrat) är randomiserade inom tre block i tunnel respektive ute.

För statistiska beräkningar av tillväxt, avkastning och bärstorlek användes "general linear model, GLM" i SAS 9.3 (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA)

### Resultat

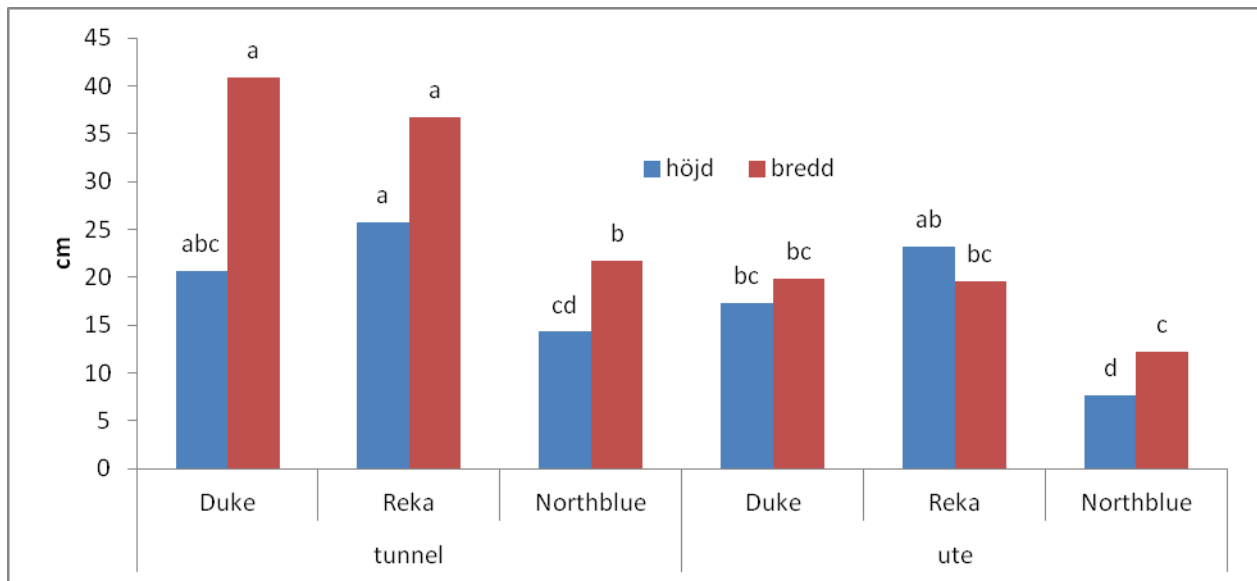
#### Övervintring

Övervintringen 2011 till 2012 gick bra och var helt utan vinterskador. Vintern 2012 till 2013 var däremot svårare och resulterade i omfattande vinterskador i de planterade blåbärsbuskarna. Det var i huvudsak under senvintern, mars 2013, som de flesta skador torde uppstått. Då var det låga nattetemperaturer, soliga dagar och tjäle i jorden som medförde frystorkning av buskarnas övre delar. Under blomningstid i början av juni 2013 förekom enstaka nätter med minusgrader vilket kan ha påverkat blommor och pollinering i den del av planteringen som var ute. Inga större skillnader i känslighet mellan sorterna Duke och Reka i form av vinterskador noterades. Sorten Northblue som är en hybrid med betydligt lägre och kompaktare växtsätt, hade inte särskilt mycket vinterskador 2013.

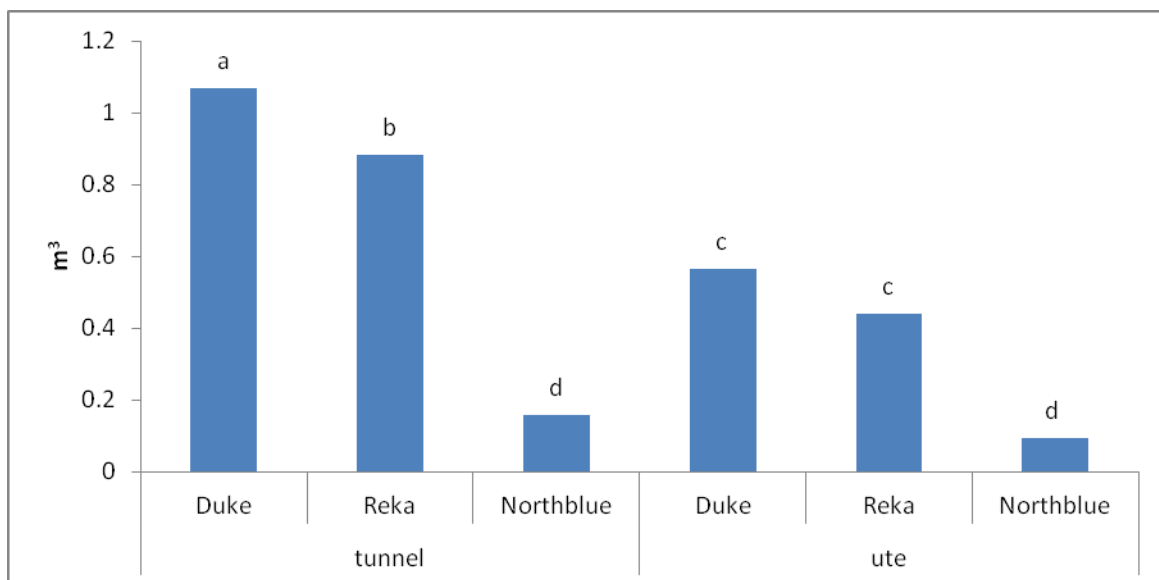
#### Vegetativ tillväxt

Sorterna Duke och Reka var relativt lika i storlek vid plantering medan sorten Northblue var betydligt lägre. Mätningar av buskarnas höjd och diameter har utförts i april 2012, april 2013 samt i november 2013. Tillväxten i både höjd och bredd har varit signifikant ( $p < 0,05$ ) större i tunnel jämfört med ute. Efter

tre växtsäsonger kvarstår skillnaden i storlek mellan sorterna och volymen av Duke är signifikant ( $p < 0,05$ ) högst, följt av Reka, båda i tunnel. Olika substrat har inte gett skillnader i tillväxt (Fig. 1-3).



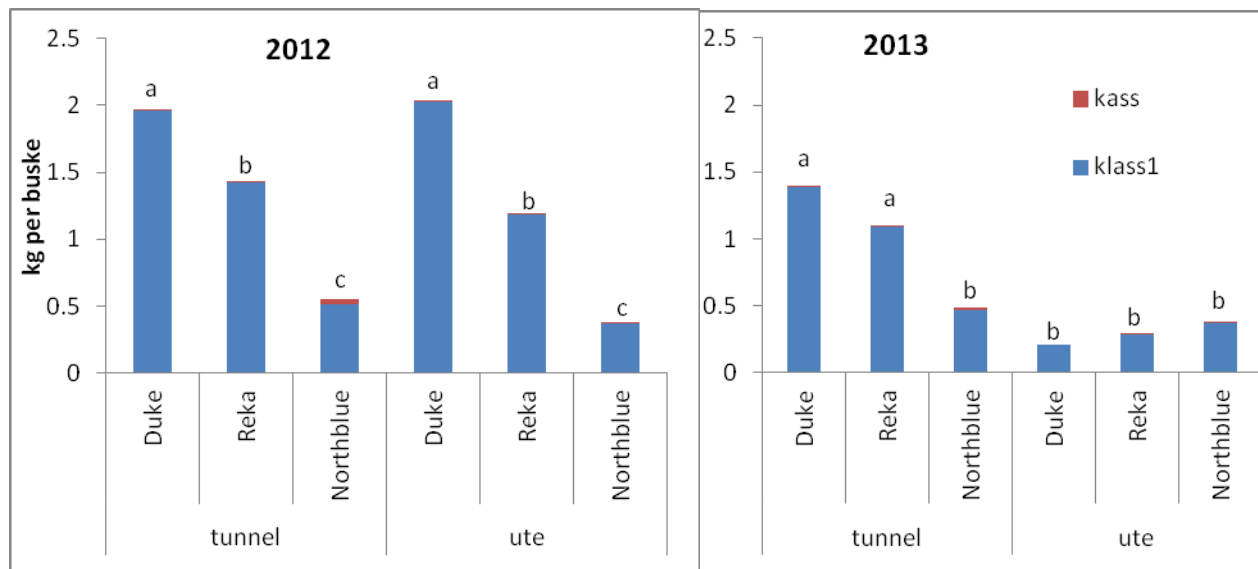
Figur 1. Tillväxt i cm från april 2012 till november 2013. Staplar med samma färg och bokstav är inte signifikant ( $p < 0,01$ ) skilda.



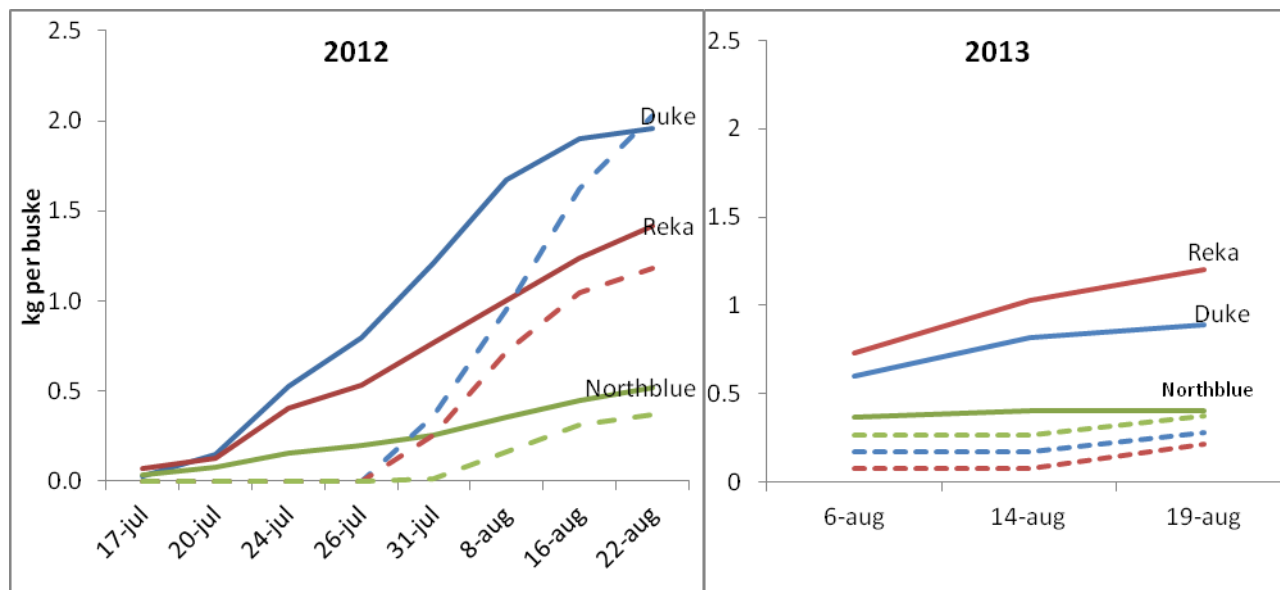
Figur 3. Buskarnas volym,  $m^3$ , november 2013. Olika bokstav anger signifikant ( $p < 0,01$ ) skillnad.

## Avkastning

Buskarnas skördades redan under planteringsåret 2011, men skörden var liten, endast 50-200 gram per buske och redovisas inte. Under 2012 skördades bären vid åtta och 2013 vid tre tillfällen (Fig 4-5).



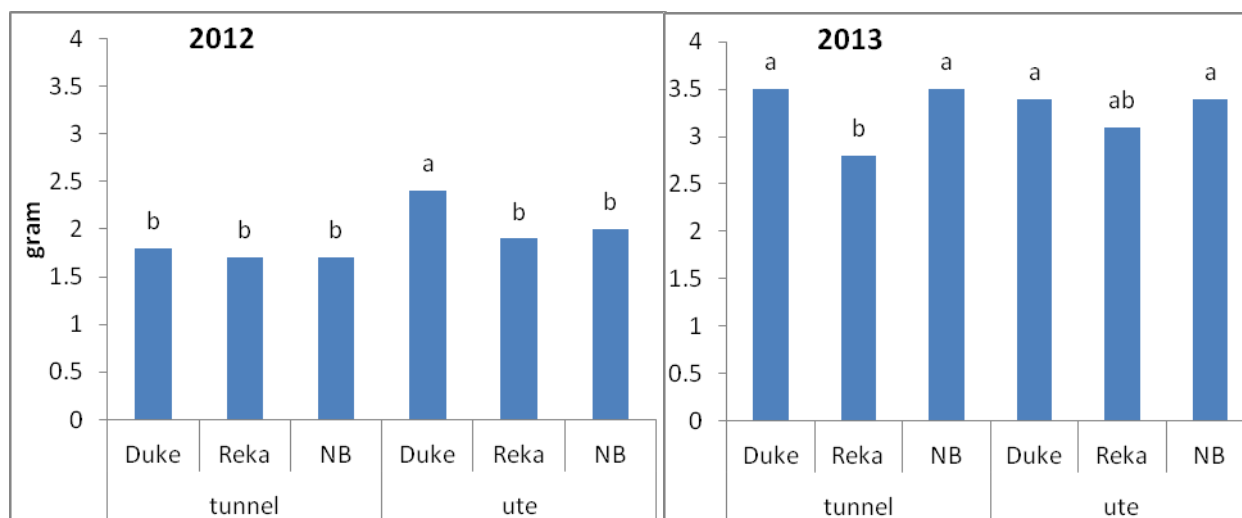
Figur 4. Avkastning, kg per buske, i blåbär 2012 och 2013. Olika bokstav anger signifikant ( $p < 0,01$  år 2012,  $p < 0,05$  år 2013) skillnad mellan sorter respektive år.



Figur 5. Ackumulerad avkastning, kg per buske, i blåbär 2012 och 2013. Helt dragen linje avser tunnel och streckad linje avser odling ute.

### Bärkvalitet

Bärstorlek. Bärens 100 gramsvikt räknades vid skörd tre gånger 2012 och en gång 2013.



Figur 6. Bärstorlek, gram, i blåbär 2012 och 2013. Olika bokstav anger signifikant ( $p < 0,05$ ) skillnad inom respektive år.





Bild 1. Sorten Duke (till vänster) har så gott som felfria bär medan sorten Reka ofta har rester kvar av blomdelar på bäret (mitten). Under 2013 var det omfattande kvalitetsproblem med fläxskador på bären av sorten Northblue (till höger).



Bild 2. *Ericaphis scammelli* (till vänster), naturligt förekommande biologisk kontroll med larver (orange) av bladlusgallmygga, *Aphidoletes aphidimyza* (mitten) och körsbärsbladlus, *Myzus cerasi* på blåbärsblad.

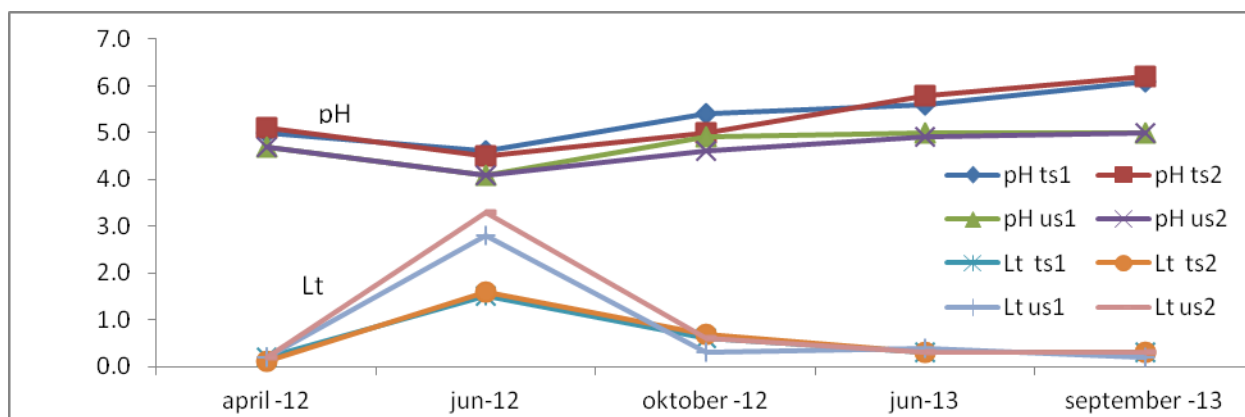
### Växtskyddsproblem

De enda allvarliga växtskyddsproblem som förekommit under 2011-2013 är bladlöss och då främst i tunnelodlingen. Där är det bladlusen *Ericaphis scammelli* (Mason) som är vanligast. Det är en amerikansk bladlusart som ofta förekommer på *Vaccinium corymbosum* och som antas ha följt med plantmaterial från Nordamerika till Europa under 1900-talet. Den har setts på ett flertal ställen i Skåne, ofta i anslutning till blåbärsodlingar, enligt Barbro Nedstam (personligt meddelande). *E. scammelli* är en känd vektor för "Blueberry scorch virus" och bör kontrolleras. Under 2012 var det också en hel del löss på blåbärsodlingen ute, troligtvis körsbärsbladlus, *Myzus cerasi*. Buskarna i tunnel har sprutats både 2012 och 2013 med Raptol i maj och sedan med Eradicoat vid behov under säsongen. De flesta lössen var borta när bären mognade och det var främst under 2012 som sotdagg, rester av bladlössen, blev ett problem i sorten Northblue under skörd.

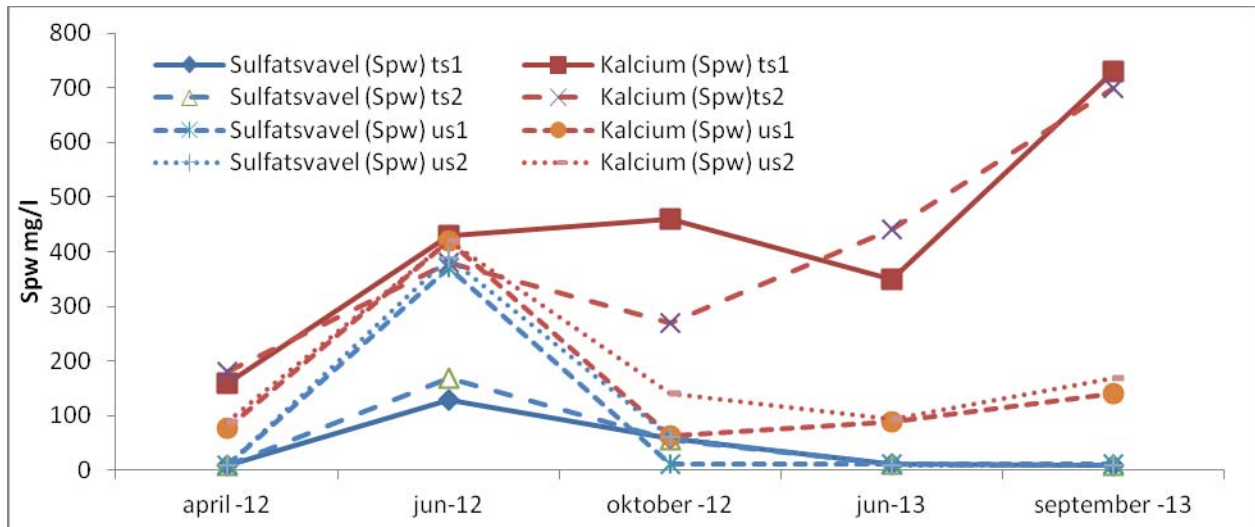
### Växtnäring och substratanalyser i blåbär april 2012-september 2013

Näringsupptagningen var inte var i proportion till tillförseln under maj och juni 2012 då ledningstal, nitrat och ammonium, kalium, fosfor, kalcium, magnesium och mangan var som högst vid provtagningen i juni 2012. I odlingen ute ackumulerades kalium i substratet under 2012 och nivån var fortfarande hög i oktober 2012 för att sedan sjunka under 2013.

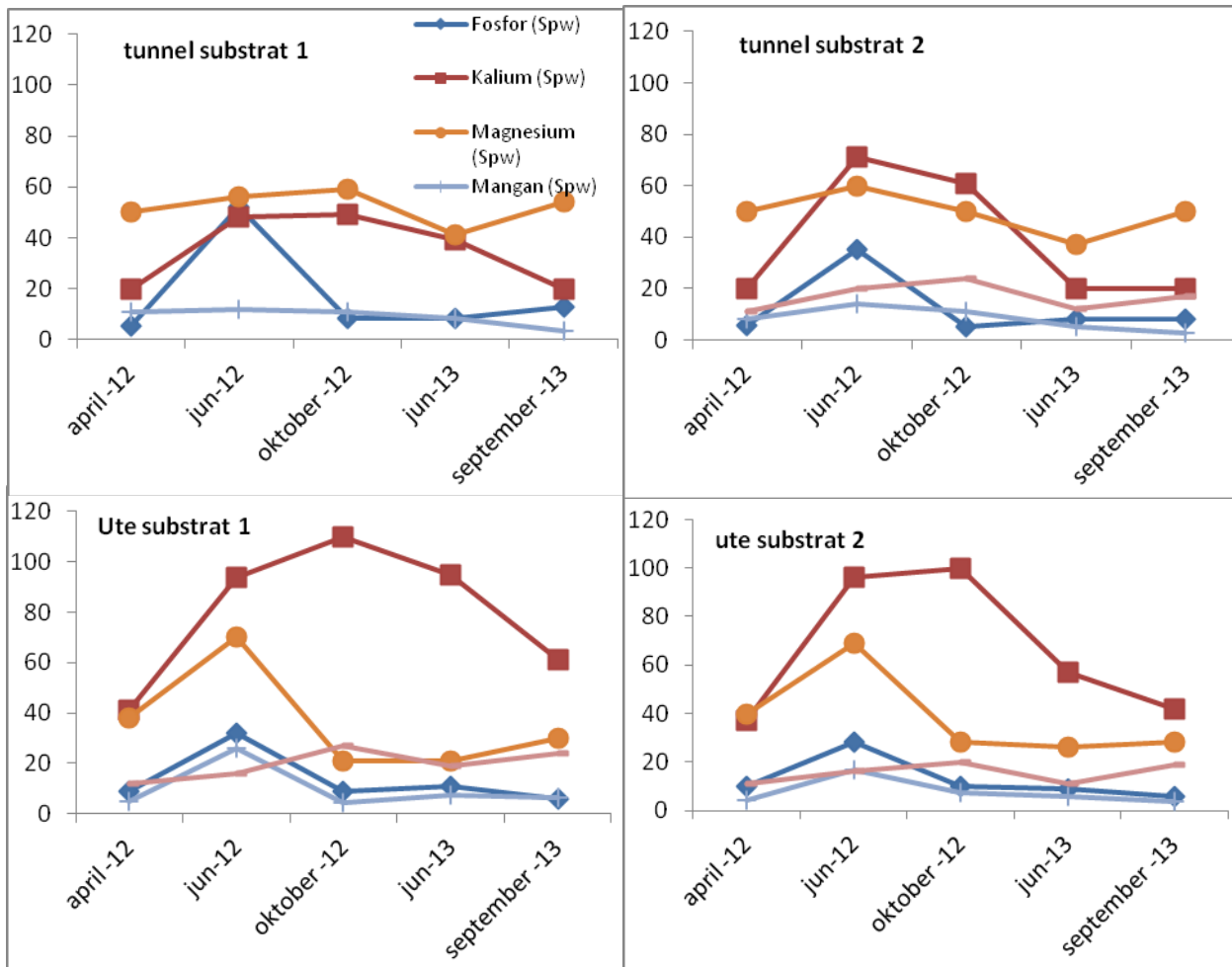
pH sjunker något i samband med den högre näringsnivån i juni 2012 men är sedan relativt stabilt i odlingen ute med pH 5 i september 2013. I tunnelodlingen stiger pH under odlingsperioden och är 6,1-6,2 i september 2013. Tillförsel av gips ger utslag i höga halter av både kalcium och sulfat vid provtagningen i juni 2012. Därefter sjunker halterna av kalcium och sulfat, dock inte i tunnelodlingen där kalciumnivån stiger fram till september 2013. I tunnelodlingen som är skyddad från regn under april tom. augusti, har det inte skett någon naturlig urlakning av kalcium under odlingsperioden. Under 2013 sjunker näringsnivåerna (gäller inte kalcium i tunnel) vilket kan hänföras till en ökad näringsupptagning och större kraftigare vegetativ tillväxten i buskarna. Kväve har analyserats både enligt Spurway (mg/l) och som  $N_{\min}$  (mg/100 g ts) och analysresultaten ger liknande bild av kväveinnehållet i substraten. Generellt är det högre halt av ammoniumkväve vid  $N_{\min}$ -analys.



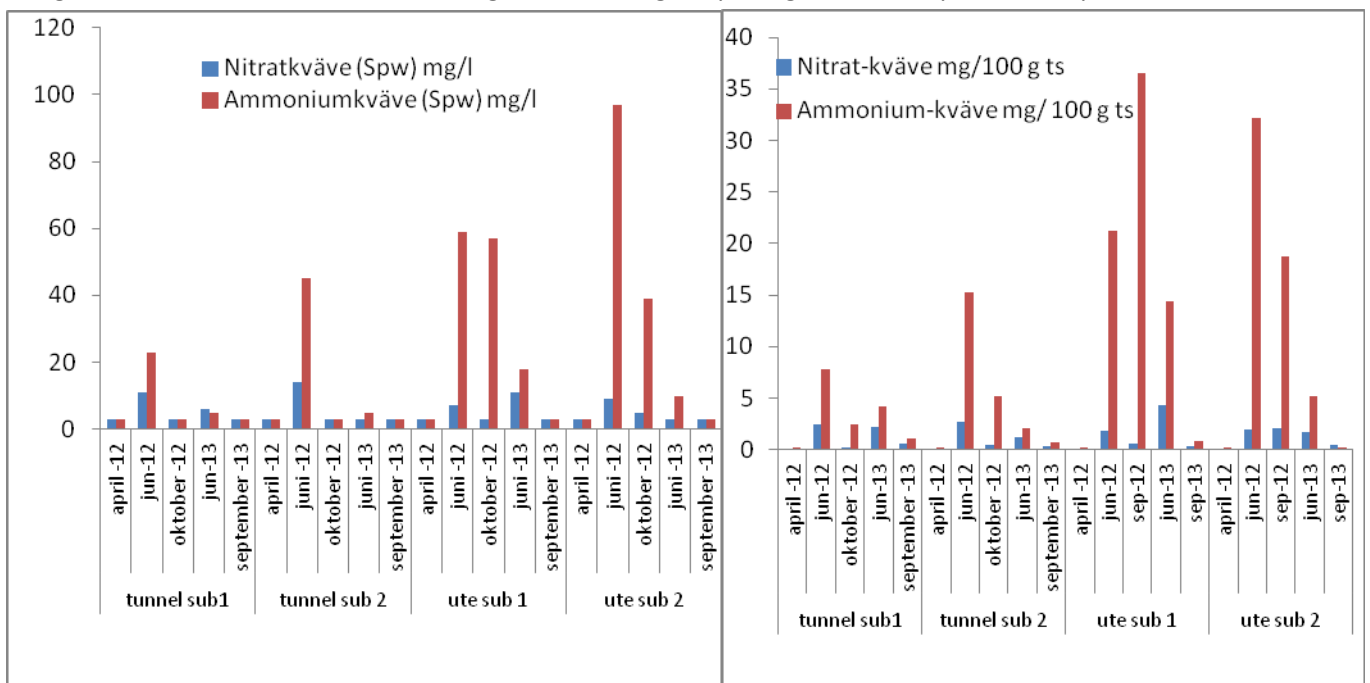
Figur 7. pH och ledningstal LT i blåbär, april 2012-september 2013 vid odling i tunnel (t) och ute (u) samt i två substrat (s1, s2); s1: grov torv (Hasselfors) med inblandning av 10 % bark, s2: grov torv, 10 % bark och 10 % sandig skogsjord.



Figur 8. Innehåll av Sulfatsvavel och kalcium enl. Spurway, mg/l, i blåbär, april 2012-september 2013 vid odling i tunnel (t) och ute (u) samt i två substrat (s1, s2). s1: grov torv (Hasselfors) med inblandning av 10 % bark, s2: grov torv, 10 % bark och 10 % sandig skogsjord.



Figur 9. Innehåll av fosfor, kalium, magnesium, mangan Spw mg/l i blåbär, april 2012-september 2013.



Figur 10. Innehåll av nitratkväve och ammoniumkväve i blåbär, april 2012-september 2013, analyserat enligt Spurway, mg/l samt som  $N_{\min}$  mg/100 g ts.

## Diskussion

Ekologisk odling av trädgårdsblåbär, *Vaccinium corymbosum* och *V. angustifolium*-hybrid i nordiskt klimat är fullt möjligt under förutsättning att odlingssubstratet har ett pH under 5 och att vinterskador kan undvikas.

I försöket var det stor skillnad på buskarnas storlek redan vid planteringen. Sorten Northblue som är en *V. angustifolium*-hybrid bestod av små mycket kompakta buskar som mikroförökats och sedan vidareodlats i en svensk plantskola. Sorterna Duke och Reka som tillhör *V. corymbosum* kom från Tyskland där de sticklingsförökats och frilandsodlats. Erfarenheten av sorten Northblue är att de har en god tillväxt och kan bli 100-150 cm höga. Enligt Elitplantstationen kan mikroförökning ibland medföra sämre tillväxt de första åren men det är inte så vanligt (Elisabet Nilsson personligt meddelande 2014-04-01). Den vegetativa tillväxten har varit bättre i tunnel än i odling ute medan det har inte varit så stora skillnader mellan sorter. Sorterna Duke och Reka har haft den bästa tillväxten i tunnel jämfört med alla andra. Skadorna under vintern 2012/2013 tillsammans med kalla nätter med frost i början av juni 2013 medförde en väsentligt minskad skörd 2013 och allra sämst blir skörden ute. Det beror på att det varmare klimatet i tunneln skyddade från frost i blomningen 3-5 juni och gav plantorna bättre förutsättningar för tillväxt och utveckling under säsongen. Odling i tunnel ger samma storlek på skörden som ute, 2012 men skörden tidigareläggs ca en vecka. Under 2013 är skörden så låg att det inte går att utläsa några tidskillnader. Substraten, med och utan skogsjordblandning, har inte gett några skillnader på uppmätta parametrar men man kan anta att skogsjordstillförseln kan ha betydelse på längre sikt om mykorrhizainnehållet påverkar växtnäringsutnyttjande. Växtnäringsstillförseln var för kraftig under 2012 vilket visade sig i relativt höga analysvärden. Under 2013 var växtnäringsupptagning större i plantorna och obalansen har rättat till sig något. I tunnelodlingen har dock pH stigit under hela odlingsperioden liksom nivån av kalcium. Anledningen till detta är oklar eftersom även tunnelodlingen är utsatt för naturlig nederbörd ovanifrån (med utlakning som följd) under perioden augusti till mitten av april. Fortsatta studier av pH och näringsinnehåll följer 2014-2016.

Ekologisk odling av trädgårdsblåbär

- Det finns flera sorter att välja på, Reka är en pålitlig sort men Duke kan ge hög skörd. Sorten Northblue är hårdig men ger mindre buskar.
- För odling i substrat (torv och barkblandning) krävs noggrann kontroll av näringsnivå och pH. Flytande organisk gödsel kan användas via dropbbevattning. Även kompost kan användas men det är viktigt att kontrollera att inte pH stiger för mycket.
- Bladlöss kan vara ett problem särskilt vid odling i tunnel och de måste kontrolleras då de ger försämrade bärkvalitet samt kan sprida virussjukdomar.
- Odling i tunnel är en fördel när säsongen är kort och kall. Den högre temperaturen ger optimal utveckling under kortare tid och därmed en säkrare skörd i områden där klimatet är osäkert. I områden med varm vår och sommar ger tunneln ingen fördel. Genom att kombinera odling i tunnel och ute kan skördesäsongen förlängas.

## Delförsök 2: Betydelsen av mykorrhiza och gödsling för etablering, tillväxt och näringsupptag

### Metoder

#### Försök 1

Under 2011 producerades plantor av *Vaccinium corymbosum*, sorterna Reka och Duke, från sticklingar vid Elitplantstationen i Balsgård. Plantorna fick fyra olika mykorrhizabehandlingar i samband med stickningen i slutet av maj; oypad kontroll, två kommersiella inokula, samt naturlig jord. Gödsel tillfördes i form av Biofer 6-3-12 eller Biobact. Odlingssubstratet var torv med inblandning av lera och perlit. Plantorna sköttes i enlighet med Elitplantstationens standardmetoder för blåbärsplantor. Skottlängden registrerades i oktober och plantorna fick stå kvar i växthus under vintern. Våren 2012 flyttades plantorna till ett växthus i Alnarp där de krukades om. Biofer och Biobact tillfördes vid plantering och genom gödselbevattning under odlings säsongen. Hösten 2012 skördades plantorna, skotten torkades vid 65 °C och innehållet av växtnäringsämnen analyserades.

#### Försök 2

Våren 2012 köptes ettåriga plantor av Reka och Duke från Wilhelm Dierking Beerenobst, Tyskland. Dessa krukades om i 2 L torvsubstrat och gödslades med Biofer eller Biobact. Plantorna fick tre olika mykorrhizabehandlingar; oypad kontroll (M0) samt två kommersiella inokula (M1, M2). Försöket genomfördes med 9 replikat per behandling.

Krukorna randomiserades och placerades i växthus i Alnarp den 28 mars. Temperaturen var inställd på 12/10°C dag/natt. Den 10 april ökades dagtemperaturen till 15 °C och plantorna fick tilläggs ljus (SON-T lampor) under 12 timmar. Den 3 maj ökades natt-temperaturen till 12 °C, tilläggs ljuset stängdes av och plantorna skuggades under dagen.

I slutet av augusti 2012 registrerades plantlängden och unga, fullt utvecklade blad togs för analys av växtnäringsinnehåll. De plantor som fått Biofer hade saltskador och endast behandlingarna med Biobact planterades därför ut i fält på Rånna försöksstation i augusti 2012. Under 2013 gödslades plantorna med Bycobact den 12 juni samt 12 juli. I början av september 2013 mättes plantornas höjd och diameter.

#### Analys

Alla växtprov torkades vid 65 °C, maldes och uppslutades i koncentrerad salpetersyra (65% HNO<sub>3</sub>) i mikrovågsugn (Mars5, CEM Corporation). Innehållet av mineralnäringsämnen bestämdes därefter med ICP-ES hos Eurofins i Kristianstad. Kväveinnehållet bestämdes enligt Dumasmetsoden med hjälp av en Carlo-Erba elementaranalysator vid Institutionen för biosystem & teknologi, SLU-Alnarp.

Sammanställningen av fosfolipidfettsyror (PLFAs) kan användas som ett fingeravtryck för att detektera förändringar i markens mikrobiella miljö (Frostegård & Bååth 1996). PLFA analys utfördes enligt (Khalil& Alsanius 2001). En mängd på 1,5 g substrat extraherades och separerades till olika lipidklasser

med ökande polaritet: neutrala lipider, glykolipider och polära lipider (fosfolipider). Metylesterar av fettsyror extraherades därefter från fosfolipiderna genom alkalisk methanolys och analyserades i gaskromatograf.

Vid sidan av PLFA-metoden har den molekylära metoden real time PCR också använts för att kvantifiera bakteriella gener involverade i kvävecykeln. Fokus var på gener som koder för ammonium monooxygenase (amoA) och nitrit reduktas (nirK och nirS) enligt Hai et al. (2009). Proverna analyserades av Scanbi diagnostic, Alnarp.

## Statistik

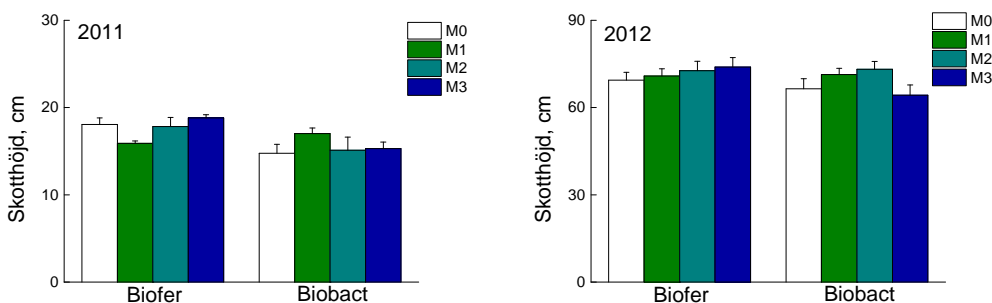
Resultaten för tillväxt och näringsupptag behandlades med variansanalys med hjälp av general linear model (GLM) i SAS 9.3 (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA).

PLFA-data analyserades med Minitab 16. PLFA-data räknades som mol% hos individuella fettsyror och bearbetades med hjälp av multivariat statistik och principalkomponentanalys (PCA). Multivariat ANOVA har använts för bearbetning av data från real time PCR analys. Antal kopior per gram substrat har beräknats och analyserat vidare med ANOVA för signifikanta skillnader.

## Resultat

### Försök 1

Skottlängden hösten 2011 visas i Figur 1. I medel var plantor gödslade med Biofer lite högre än plantor som hade fått Biobact. Det fanns ingen signifikant skillnad mellan mykorrhizabehandlingarna. För plantor ympade med M1 fanns det en tendens till reducerad, respektive ökad, tillväxt när Biofer respektive Biobact användes som gödselmedel. Samspelet mellan gödselmedel och mykorrhiza-behandling var emellertid inte signifikant.



Figur 1. Inverkan av gödselmedlen Biofer och Biobact i kombination med fyra olika mykorrhiza-behandlingar på planthöjden för blåbärsplantor (medelvärde över sort). M0: oympad kontroll, M1 och M2: kommersiella inokula, M3: naturlig jord.

Vid skörden hösten 2012 hade varken gödslingen eller mykorrhizabehandlingen någon signifikant inverkan på skotthöjd (Figur 1) eller näringsupptagning. Torrvikten var emellertid lite högre för Reka jämfört med Duke ( $p < 0,01$ ).

Medelvärden för växtnäringskoncentrationerna i skottet vid skörden hösten 2012 visas i tabell 1. Skillnaderna var små mellan sorterna. Koncentrationerna av Cu, Fe, K, Mg, P, S och Zn var dock signifikant högre för Duke i jämförelse med Reka. Detta berodde sannolikt delvis på att Reka hade lite större skott-biomassa än Duke. Koncentrationen av kväve låg lite lågt, medan koncentrationen av bor låg långt under rekommenderade värden. I övrigt låg halterna av övriga makro- och mikronäringsämnen inom normala koncentrationer i unga, fullt utvecklade blad hos blåbär (Caspersen m.fl. 2013).

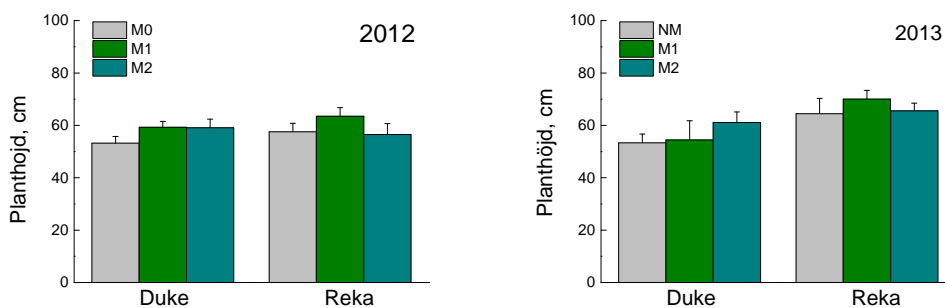
Tabell 1. Koncentrationer av växtnäringsämnen i skottet hösten 2012.

N	P	S	K	Mg	Ca	Fe	Mn	Zn	Cu	B
% av TS						mg/kg TS				
1,1	0,11	0,17	0,81	0,14	0,46	44	225	34	3,5	4,9

Plantor som fick Biofer tog upp mer P, S, K och Na totalt i skottet, medan plantor som fick Biobact tog upp mer N, Ca och B. Med undantag av kväve följde den totala upptagningen i skottet samma mönster som koncentrationerna. För kväve var emellertid koncentrationen för de plantor som fått Biobact inte signifikant högre, något som kan tyda på att den ökade upptagningen av kväve för dessa plantor motsvarades av en ökad tillväxt.

## Försök 2

Planthöjden mätt inför utplanteringen i fält på Rånna försöksstation i slutet av augusti 2012 visas i Figur 2. Det fanns ingen signifikant skillnad mellan sorterna eller mykorrhizabehandlingarna.



Figur 2. Inverkan av ympning med två olika mykorrhizapreparat på planthöjden för blåbärplantor av sorterna Duke och Reka hösten 2012 och hösten 2013. M0: oympad kontroll, M1 och M2: kommersiella mykorrhizapreparat.

Inte heller hösten 2013 fanns någon signifikant effekt av ympningen med mykorrhizapreparat på planthöjden eller på buskarnas diameter (Figur 2). Reka var i medel högre än Duke ( $p < 0,05$ ) medan diametern inte skilde sig signifikant mellan sorterna.



Med undantag av bor, som låg under bristgränsen, var koncentrationerna av växtnäringsämnen i de unga, fullt utvecklade bladen inom normala nivåer för blåbär (Caspersen m.fl. 2013). Duke hade lite högre halter av P, S, K och Ca jämfört med Reka. Sannolikt var detta en utspädningseffekt eftersom Reka hade lite större tillväxt (Tabell 2).

Tabell 2. Koncentrationen av växtnäringsämnen i unga, fullt utvecklade blad hösten 2012.

N	P	S	K	Mg	Ca	Fe	Mn	Zn	Cu	B
% av TS						mg/kg TS				
2,3	0,13	0,27	0,74	0,25	0,59	89	196	21	4,6	7,7

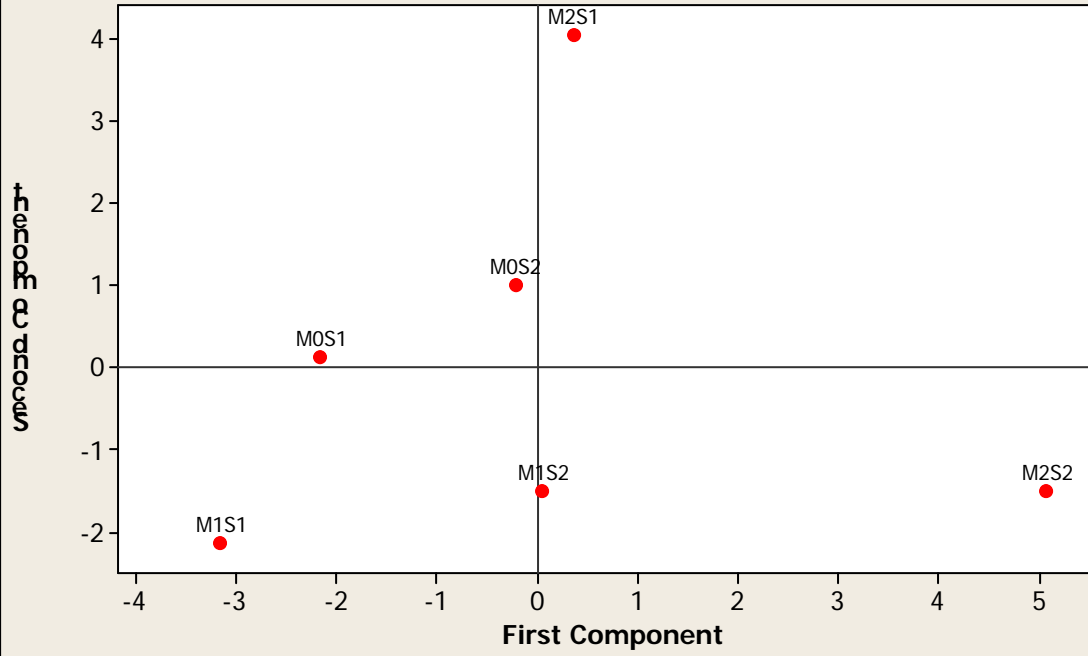
PLFA-profilerna av mikrofloran i odlingssubstratet, uttryckt som mol %, analyserades med principalkomponentanalys (PCA). I proverna från första året (2012), kunde 18,6 % av den totala variationen förklaras av den första principalkomponenten (PC1) och 39,4 % av den andra (PC2) (Figur 3). Både PC1 och PC2 indikerar förändringar i mikrobiella samhällen efter tillsatts av mykorrhizapreparat (Figur 3). Det fanns däremot ingen indikation på att sortvalet påverkade mikrobiella samhällen i frånvaro av mykorrhiza (M0). Av PC2 framgår att sortvalet hade effekt på mikrobiella samhällen i närvaro av M2.

Proverna från år 2013 visar en tydlig effekt av mykorrhizabehandling samt av blåbärssort på mikrobiella samhällen i odlingssubstratet (Figur 3). Cirka 51% av den totala variationen förklaras av den första principalkomponenten och 49% av den andra. Effekten av mykorrhiza indikeras i den första komponenten medan sorteffekten indikerades i den andra.

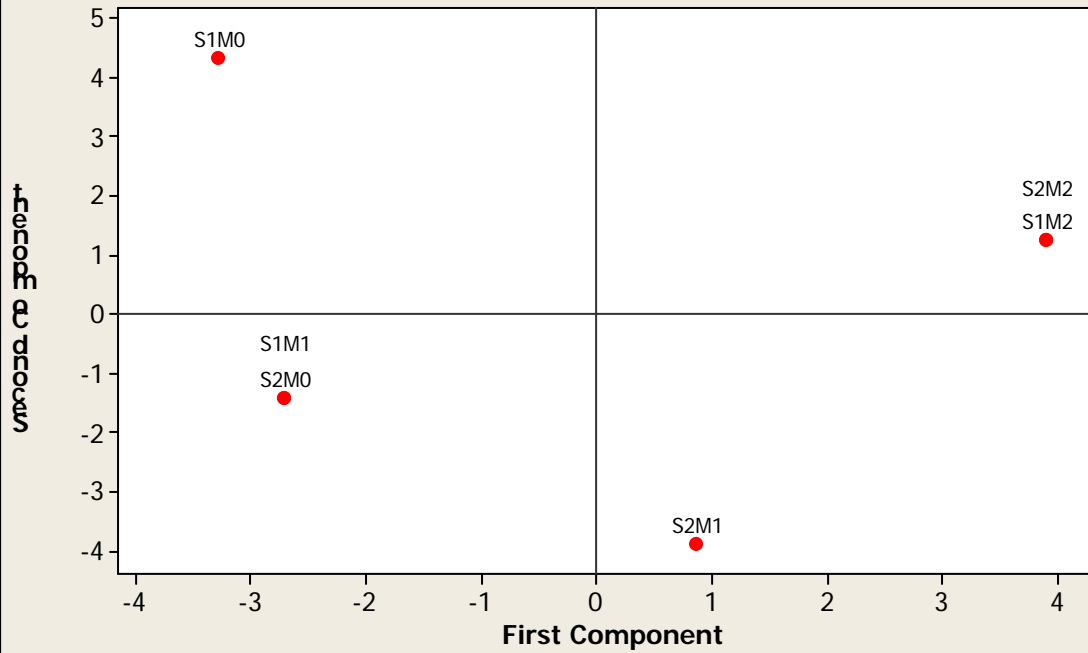
Real time PCR gav en bild av populationsstorleken för bakterier involverade i kvävecykeln i relation till mykorrhizabehandling och sortval. Alla gener testade i denna studie visade en tydlig och varierande respons på de undersökta faktorerna. I proverna från 2012 var antalet kopior av genen för enzymet ammonium monooxygenase (amoA) högre i behandlingen utan mykorrhiza (M0) och med antigen Duke eller Reka som sortval, i jämförelse med generna nirK och nirS (Tabell 3). Inga skillnader kunde däremot påvisas mellan nirK och nirS. Jämfört med amoA var antalet kopior av nirK och nirS högre i behandlingarna med mykorrhizapreparat1 (M1 eller M2), medan ingen skillnad i förekomsten av dessa gener verkade finnas mellan de två blåbärssorterna.

Analyser av proverna från 2013 indikerade också ett högt antal kopior av amoA i behandlingarna utan tillsatts av mykorrhizapreparat (M0) i jämförelse med nirK och nirS (Tabell 3). Antal kopior av nirK var högre i behandlingarna med antigen M1 och Reka som sortval i jämförelse med nirS. Antal kopior av nirS var däremot högre i behandlingen utan mykorrhiza (M0) eller med M2 och med Reka som sortval i båda behandlingar.

2012



2013



Figur 3. Principalkomponentanalys (PCA) av fosfolipid-fettsyra (PLFA) profiler av rotmikrofloran hos ekologiskt odlade blåbär år 2012 och 2013 utan (M0) eller med (M1, M2) tillsatts av mykorrhizapreparat. Två sorter (S1=Duke och S2=Reka) användes. Medelvärden av åtta (2012) eller tre (2013) replikat.

Tabell 3. Antal kopior av gener för tre enzymer involverade i omsättningen av kväve per g odlings-substrat från ekologiskt odlade blåbär utan (M0) eller med (M1, M2) tillsats av mykorrhizapreparat. Två sorter: S1=Duke och S2=Reka, amoA=gen för ammonium monooxygenas och nirK och nirS=gener för nitrit reduktas. År1= 2012 och År2= 2013.

	amoA	nirK	nirS
<b>År 1</b>			
M0S1	3,4*10 <sup>5</sup>	2,9*10 <sup>4</sup>	2,5*10 <sup>4</sup>
M0S2	3,1*10 <sup>5</sup>	3,2*10 <sup>4</sup>	2,8*10 <sup>4</sup>
M1S1	3,8*10 <sup>4</sup>	3,1*10 <sup>5</sup>	3,8*10 <sup>5</sup>
M1S2	3,5*10 <sup>4</sup>	3,3*10 <sup>5</sup>	3,4*10 <sup>5</sup>
M2S1	4,7*10 <sup>4</sup>	5,3*10 <sup>5</sup>	5,5*10 <sup>5</sup>
M2S2	5,1*10 <sup>4</sup>	5,6*10 <sup>5</sup>	6,1*10 <sup>5</sup>
<b>År 2</b>			
M0S1	4,2*10 <sup>5</sup>	2,3*10 <sup>3</sup>	3,6*10 <sup>4</sup>
M0S2	5,3*10 <sup>6</sup>	4,7*10 <sup>4</sup>	5,2*10 <sup>4</sup>
M1S1	6,4*10 <sup>4</sup>	5,8*10 <sup>6</sup>	3,7*10 <sup>5</sup>
M1S2	2,8*10 <sup>5</sup>	4,2*10 <sup>6</sup>	3,9*10 <sup>6</sup>
M2S1	6,5*10 <sup>4</sup>	6,4*10 <sup>5</sup>	5,4*10 <sup>6</sup>
M2S2	3,7*10 <sup>5</sup>	3,2*10 <sup>6</sup>	4,3*10 <sup>6</sup>

## Diskussion

För de högväxande sorterna Reka och Duke var det ingen större skillnad på tillväxten i försök 1 beroende på valet av gödselmedel. Alla växtnäringsämnen låg inom normala nivåer med undantag av bor. Vid odling av trädgårdsblåbär i torvbaserade odlingssubstrat med Biofer och/eller Biobact som gödselmedel kan man alltså behöva se över tillförseln av bor. Eftersom Biofer 6-3-12 är ett av de organiska gödselmedel som innehåller mest bor (Ascard 2013) kan man behöva tillsätta bor i form av ett borgödselmedel i enlighet med KRAVs regler.

Som förväntad var tillväxten lite högre för Reka jämför med Duke, något som sannolikt har varit en bidragande orsak till att koncentrationerna av vissa näringsämnen låg lite högre för Duke (Tabell 1-2).

Varken i försök 1 eller försök 2 hade ympningen med mykorrhizapreparat någon signifikant effekt på tillväxten. Ympning av *V. angustifolium* med mykorrhizasvampar under plantupptragningen i kruka hade inte heller någon signifikant påverkan på tillväxten (Smagula & Litten 1989). Under upptragningen av konventionellt odlade Duke, Reka och Northblue berodde effekten av ympning med mykorrhizapreparat

på sort, substrat och kvävemängd (Caspersen m.fl. 2014). Även i studier på friland har det visats att effekten av ympning med mykorrhizasvampar hos trädgårdsblåbär beror både på kombinationen av sort och svampisolat och på gödslingen (Scagel 2005).

I både försök 1 och 2 finns en tendens till ökad tillväxt för vissa kombinationer av sort och mykorrhiza-preparat. Efter odlingssäsongen 2014 kommer vi att veta om vidare tillväxt och skörd i fält påverkas signifikant av mykorrhizapreparaten för en eller båda blåbärssorter.

Analysen av mikrobiella profiler visar på att förändringar i den mikrobiella sammansättningen samt bakteriernas funktion mätt som förekomsten av gener för enzymer involverade i kvävecykeln påverkades av tillsatsen av mykorrhizapreparat. I 2012 hade behandlingen med mykorrhiza även en effekt på fosfolipidprofilerna. Effekten av sortval var däremot inte tydlig under första året. Detta tyder på att närvaron av mykorrhiza är en viktig faktor för mikrofloran på unga plantor. En effekt av sortval på dessa profiler kunde endast påvisas under andra året, vilket innebär att det behövs en viss tid för sorten att kunna etablera sig i systemet och kunna påverka mikrofloran där.

## Resultatförmedling

Resultat från de bägge delförsöken har presenterats vid:

- Odvardagar på Rånna försöksstation, Skövde i augusti 2011, 2012 och 2013
- Länsstyrelsens och GRO Bärs kursdagar på Hook i nov/dec 2012 och 2013.
- Sydsvenska Rhododendronsällskapet, mars 2013
- NJF Seminarium: Caspersen S., Svensson B., Khalil S., Asp H. 2013. Organic production systems in Northern highbush blueberries. Proceedings: Organic farming systems as a driver for change. NJF Seminar 461, Bredsten, Danmark, 21-23 augusti 2013.
- IHC 2014: Asp H., Svensson B., Caspersen S., Khalil S. 2014. High Tunnels and Mycorrhiza in Organic Production of Northern Highbush Blueberries. The 29<sup>th</sup> International Horticultural Congress, Sustaining lives, livelihoods and landscapes, 17-22 augusti 2014

### Framtiden

Försöket kommer att fortsätta under ytterligare tre år med de plantor som är etablerade på Rånna försöksstation. Påverkan på bärens inre kvalitet och på deras frosthärdighet kommer att ingå i det fortsatta projektet.

### Referenser

Ascard J 2013 Gödselmedel för ekologisk odling 2014. JO 7-11-2v4, Jordbruksverket.

Caspersen S, Håkansson T, Winter C 2013 Trädgårdsblåbär – växtnäringsbehov och gödsling. Fakulteten för Landskap, Trädgård, Jordbruk Rapportserie 2013:10. SLU-Alnarp.

Caspersen S, Nilsson E, Idman A, Rosander M, Holefors A 2014 Trädgårdsblåbär och mykorrhiza – sort, substrat och gödsling avgörande. LTV-fakultetens faktablad 2014:11. SLU-Alnarp.

Frostegård Å., Bååth E. 1996. The use of phospholipid fatty acid analysis to estimate bacterial and fungal biomass in soil. *Biology and Fertility of Soils* 22: pp 59-65

Hai et al. 2009. Quantification of Key Genes Steering the Microbial Nitrogen Cycle in the Rhizosphere of Sorghum Cultivars in Tropical Agroecosystems. *Applied and Environmental Microbiology* 75(15): 4993–5000.

Khalil S., Alsanius BW. 2012. Dynamics of the indigenous microflora inhabiting the root zone and the nutrient solution of tomato in a commercial closed greenhouse system. *Gartenbauwissenschaft*, 66 (4):188–198

Scagel CG 2005 Inoculation with ericoid mycorrhizal fungi alters fertilizer use of highland highbush blueberry cultivars. *HortScience* 40, 786-794.

Smagula JM, Litten W 1989 Effect of ericoid mycorrhizae isolates on growth and development of lowbush blueberry tissue culture plantlets. *Acta Horticulturae* 241, 110-113.