

Näringsförsök i ettårig odling av substratodlade long cane-hallon

- Kvävetvets påverkan på skördemängd och skördekvalitet

A fertilization experiment in a one-year cultivation with potted long
cane raspberries

- The effect of nitrogen on yield and quality

Johanna Lindberg, Maria Grymer



Näringsförsök i ettårig odling av substratodlade long cane-hallon

- Kvävet påverkan på skördemängd och skördekvalitet

A fertilization experiment in a one-year cultivation with potted long cane raspberries

- The effect of nitrogen on yield and quality

Johanna Lindberg, Maria Grymer

Handledare: Birgitta Svensson, SLU, Institutionen för biosystem och teknologi

Examinator: Lotta Nordmark, SLU, Institutionen för biosystem och teknologi

Omfattning: 15 hp

Nivå och fördjupning: G2E

Kurstitel: Kandidatarbete i trädgårdsvetenskap

Kurskod: EX0495

Program/utbildning: Trädgårdsingenjör:odling – kandidatprogram

Utgivningsort: Alnarp

Utgivningsår: 2016

Omslagsbild: Maria Grymer

Elektronisk publicering: <http://stud.epsilon.slu.se>

Nyckelord: *Hallon, kväve, näring, long cane, tunnelodling, substrat, gödsling, Tulameen,*

SLU, Sveriges lantbruksuniversitet

Fakulteten för landskapsarkitektur, trädgårds- och växtproduktionsvetenskap

Institutionen för biosystem och teknologi

Förord

I detta arbete har vi haft hjälp av flertalet personer och aktörer både från SLU samt trädgårdsnäringen. Vår finansiär i detta projekt har varit Partnerskap Alnarp med partnerföretaget Hushållningssällskapet Skåne. Vi har även blivit sponsrade med odlingssubstrat från Hasselfors, via Pia Holmgren. Vår handledare Birgitta Svensson som har svarat på många mail, varit ute i vår odling och haft möten för att stötta och vägleda oss framåt i vårt arbete. Calle och Martina på Fruemöllans bär som har hjälpt oss med skördetips, många goda råd och fakta kring odling. Ett stort tack till alla som har hjälpt till att göra detta projekt möjligt. Vi vill även rikta ett stort tack till våra familjer och vänner som har ställt upp med arbetskraft, kaffe och macka ute i odlingen.

Sammanfattning

Long cane-hallon som bärkultur, odlad i substrat och i tunnel under en säsong, är idag ett modernt och mycket framgångsrikt sätt att odla på. Denna odlingsteknik för hallon skiljer sig från andra genom att det är en kultur där man endast tar skörd på plantorna under en säsong och sedan byter ut plantorna. När vi sökte fakta på området i en tidigare kurs kunde vi inte finna någon gödslingsrekommendation som specifikt var riktat mot substratodlade long cane-hallon. Det gjorde att vi ville ta reda på mer kring ämnet och själva göra ett försök med näring i long cane-hallon.

Kväve är en viktig del av de näringsämnen som hallon (*Rubus idaeus* L.) behöver. Men hur påverkar kvävemängden skörden i en kultur där man endast tar skörd på plantorna under en säsong och sedan slänger plantorna? För att bestämma huruvida skördemängden och skörde kvaliteten påverkas av kväve genomfördes ett odlingsförsök. Ett försök sattes upp med tre behandlingar vardera innehållande 6x5 plantor. Försöket bestod av en kontrollbehandling samt en lägre och en högre kvävebehandling. Hypotesen var att se om den totala avkastningen skiljde sig mellan de tre kvävebehandlingarna. Vi undersökte också bärvikt och hållbarhet i konsumentkyl. Resultatet visade att det inte var någon skillnad mellan de tre gödslingsnivåerna på någon av de mätbara variablerna. Vi har, genom vårt försök, fått indikationer på att odlare skulle kunna minska kvävemängden i substratodlade long cane-hallon i tunnel.

Abstract

Protected cultivation of potted long cane raspberries fertilized during one season is a modern and efficient way to grow raspberries. This type of raspberries differ from others in that the plants are only cultured during one season whereafter the plants are replaced. Recommendations of amounts of fertilization was searched for, without results. This is why we wanted to learn more about this subject, and also to make an experiment with different levels of fertigation in long cane raspberries.

Nitrogen is an important part of the essential nutrients for raspberries (*Rubus idaeus* L.). The question asked is in what way the amount of nitrogen influences the yield in such a culture.

In order to determine in what way the harvest of raspberries as well as the quality of the berries is influenced by the amount of nitrogen, the following experiment were set up. The experiment contained three levels of fertigation: one lower, one with the recommend level and one with a higher level. Each group consisted of six replicates each with five plants. The results did not show any differences between the three levels of fertigation on the total weight of the harvest, the mean weight of individual raspberries and how well the raspberries it is preserved in an ordinary fridge. The conclusion of the results indicates that it could be possible to reduce the amount of nitrogen without loss of fruit yield when cultivating long cane raspberries.

Innehåll

Introduktion.....	1
Hallon (<i>Rubus idaeus</i> L.).....	1
Substratodlade hallon i växthus eller tunnel	1
Vad är long cane	2
Odling.....	2
Växtskydd	3
Gödsling.....	3
Hållbarhet.....	5
Syfte och frågeställning	5
Material och metoder	5
Plats för försöket	5
Plantmaterial	6
Odlingstunnel och bevattning	6
Odlingssubstrat	9
Försöksupplägg.....	10
Näringslösningar	12
Mätning av pH och Ledningstal	14
Odlingssäsongen	14
Visuell bedömning.....	14
Statistiska metoder.....	15
Resultat	15
Odlingstekniska åtgärder.....	17
Tillväxt och planthälsa	19
Skördevariationer	20
Bärvikt.....	21
Hållbarhet.....	22
Mätningar av pH och Ledningstal	22
Skadegörare och sjukdomar.....	23
Diskussion	24
Skördevariationer	24
Visuell bedömning.....	25
Mätningar av pH och ledningstal	26
Hållbarhet.....	26
Felkällor	26

Slutsats	27
Förslag till förbättringar och vidare studier	28
Referenslista.....	28
Icke publicerat material	30

Introduktion

Hallon (*Rubus idaeus* L.)

Hallon tillhör släktet *Rubus*, ett släkte inom familjen Rosaceae. *Rubus*-släktet kommer förmodligen ursprungligen från mitten av Kina och har odlats i ungefär 450 år (Funt & Hall 2013). Man kan finna hallon på alla kontinenter utom i Antarktis. Kommersiellt odlade arter har idag sitt ursprung från tre underarter *Rubus idaeus* L. (från Europa) samt *Rubus strigosus* och *Rubus occidentalis* L. (båda från Nordamerika).

Sommarhallon är ett samlingsnamn för de sorter som har ettårig fruktsättning på tvååriga skott med perenna rotsystem (Carew et al. 2000). Sommarhallon ger alltså frukt först efter två år. Sommarhallon toppas ofta före och inte under växtsäsongen. Toppningen kan annars medföra tätare bladverk som påverkar luftflöde och ljusförhållande negativt och därmed öka sjukdomsriskerna (Funt & Hall 2013). Olika hallonsorter behöver olika mycket vila under vintern för att blomknopparna ska bryta och utvecklas på våren. Från blomning till dess att hallonen är mogna går det ca 30-45 dagar (Koester & Pritts 2003).

På hösthallon sker blominitiering kontinuerligt under säsongen på årsskotten, vilket innebär att blomningen sker samma säsong som blominitieringen (Carew et al. 2000). Hösthallon kan producera en skörd på årsskott och en skörd på tvååriga skott som inte utvecklade blommor under det första året (Funt & Hall 2013).

Substratodlade hallon i växthus eller tunnel

För att möta den ökade efterfrågan på färska hallon under så stor del av säsongen som möjligt, odlas hallon i tunnel eller växthus sedan decennier tillbaka (Brennan et al. 1999, Dale 2008). Vid odling i tunnel får de skördade bären en längre hållbarhet och man undviker många sjukdomar som orsakas av regn och fukt som annars hade minskat hallonens kvalitet och hållbarhet (Koester & Pritts 2003). I nordiskt klimat blir det bäst skördemängd om man odlar i växthus, då skörden är mer skyddad från väder och vind (Sønsteby et al. 2009). Hallon som odlas i tunnel ger betydligt större skörd än om man skulle odla på friland. I tempererade klimat

används vanligtvis tunnlar där man kan ta bort gavlarna och höja upp sidorna för bättre luftning. Idag använder man sig oftast av droppbevattning som bevattningsmetod i tunnel och växthus (Lamont 2009).

Vad är long cane

Det finns idag en modern produktionsteknik som kallas "long cane" (Sønsteby et al. 2009). Tekniken innebär att plantskolan driver upp krukodlade, eller ibland barrotade plantor, för en optimerad blominducering under hösten. Plantorna kylförvaras under vintersäsongen. Följande säsong odlas sedan plantan hos odlaren för bärproduktion (Brennan et al. 1999, Sønsteby et al. 2009).

Plantorna levereras till odlaren vid önskad tidpunkt på våren. Detta gör att odlaren kan styra kulturtid och skördetidpunkt. Till exempel kan man vid odling i tunnel få en tidigare skörd vid tidig plantering på våren eller skörd på hösten vid senare leverans av plantorna. En modern hallonodling innebär idag att man odlar long cane-hallon i kruka och i odlingstunnel under ett år, för att optimera hallonskörden och förlänga säsongen.

Odling

Inom odling av long cane-hallon används sorter av *R. idaeus*, i Sverige är 'Tulameen' och 'Glen Ample' vanligast. Hallon har generellt ett brett rotsystem. 'Tulameen' är en sort som även har ett känsligt rotsystem med fina rötter (Funt & Hall 2013). Blominduceringen för sorten 'Tulameen' sker när dagstemperaturen sjunker under 13 grader och vid kortare dagar på under 14 timmar. Tyvärr är sorten mer känslig för vinterkyla än exempelvis sorten 'Glen Ample' vilket gör den mindre hårdig. Sorten 'Tulameen' har sitt ursprung i Kanada (PARC, Agriculture AgriFood Canada, British Columbia år 1989).

Vid skörd på long cane-hallon av sorten 'Tulameen' kan man enligt Sønsteby et al. (2009) få en skörd på upp till 4 kg från en planta med två långskott.

Rötterna hos hallon kan påverkas negativt antingen för mycket vatten som ger syrebrist, eller för lite vatten som torkar ut rötterna. Då sorten 'Tulameen' har

känsliga rötter är de extra känsliga för detta (Muster & Rupp 2012). Nya årsskott plockas bort för att inte ta energi från plantans produktion av årets skörd (Andersson 2016). Hallon som odlas i tunnel har det varmare än på friland, därför sker tillväxten mycket snabbare i tunneln. Den optimala dagstemperaturen för hallon är under 25 grader Celsius (Funt & Hall 2013). I tunnelodling är det viktigt med bra luftning, så att det inte blir för varmt, samt bevattning och optimal gödsling.

Växtskydd

Det är viktigt att plantorna är friska från början för att minska risken för sjukdomar och skadegörare som kan påverka skörden. För bekämpning av skadedjur och sjukdomar, använder man sig idag av minimal bekämpning enligt standard för IPM (Integrated Pest Management). De mest problematiska skadegörarna för odling av hallon i tunnel är bladlöss och spinnkvalster, som lätt förökar sig i värmen som tunneln bidrar med (Winter 2010). För behandling av spinnkvalster finns det spinnrovkvalster att köpa från bland annat Biobasiq Sverige AB (2016) eller Lindesro AB (2016). Spinnrovkvalster (*Phytoseiulus persimilis*) sätts in vid första anblick av spinnkvalster. Enligt Biobasiq (2016) kan man använda sig av parasitsteklar, gallmyggor, Guldögonlarver och insektsåpa i behandling mot bladlöss.

Gödsling

Gödsling påverkar plantornas livslängd, vitalitet och skördekapacitet. I en modern ettårig bärproduktion med long cane-hallon i substrat, är inte livslängden och framtida skördekapacitet väsentlig i och med att odlaren kasserar plantan direkt efter skörd.

Till hallon tillsätts kväve, fosfor, kalium, kalcium, magnesium och sulfat i lite större mängder medan bor, järn, zink, mangan, koppar och molybden tillsätts i mindre mängd. Kväve bör tillsättas i jämna doser under hela säsongen vid odling i tunnel (Funt & Hall 2013).

Kväve och kalium är de viktigaste näringsämnen för hallon (Buskiene & Uselis 2008). Enligt Rempel et al. (2004), fann man att kväve som tillförts vid knoppsprickning främst återfanns i frukten och i de två-åriga skotten. Majoriteten av kvävet som tillfördes två månader senare hittades i de nya årsskotten. I en undersökning av Kowalenko (1994) fann man att koncentrationen av kväve och kalium var ungefär åtta gånger högre i de mogna bären, än koncentrationen av fosfor, kalcium och magnesium. Det kväve som tas upp i rötterna på hösten lagras och används till frukten kommande säsong. Därför är det viktigt för odlaren att köpa in plantor som har framodlats optimalt.

Kväve är viktigt för att växten ska kunna fungera genom alla processer (Evert & Eichhorn 2013). Plantan behöver kväve i bland annat fotosyntesen där det är en del av klorofyll. Fotosyntesen måste fungera för att ge en bra skörd och ge motståndskraft mot sjukdomar. I en undersökning gjord av Rempel et al. (2004) kunde de konstatera att man 30 procent av kvävet övervintrar i skotten till nästa år och att 13 % av kvävet gått förlorat till frukten.

Vid näringsbevattning i hallon bör ledningstalet i näringslösningen som går ut till plantorna vara 1,8-2,0 mS/cm innan blomning och något lägre, 1,4-1,5 mS/cm, efter blomning (Andersson 2016). Det kan kontrolleras genom mätningar direkt i näringslösningen efter korrekt beräkning av koncentration och inställning av utmatning. Optimalt bör pH ligga på 6,0-6,5 i odlingssubstratet (Funt & Hall 2013). Valet av gödselmedel påverkar pH i substratet. Förurning av jorden sker med gödsling av ammoniumkväve. Enligt Funt & Hall (2013) är det en fördel att gödsla precis innan skörd. En gödselgiva vid denna tidpunkt påverkar årets skörd, dock gäller det inte specifikt kväve.

Det saknas inte kunskaper bland odlare och rådgivare när det gäller att starta upp en effektiv odling av long cane-hallon. Men vi har inte kunnat finna vetenskapliga studier som påvisar samband mellan kvävegödsling och skördemängd, kvalitet och smak. Det finns inte heller något vetenskapligt stöd för att hallon till exempel smakar bättre om man ändrar förhållandet mellan kväve och kalium innan skörd. I en intervju med Ellagården (Andersson 2016) framkom det att man bör höja mängden kalium i förhållande till mängden kväve vid blomning just för att förbättra

smaken. Inte heller finns det uppgifter om vilken nytta kvävegödslingen ger i en ettårig long cane-hallonodling under tak och i substrat.

Hållbarhet

Mogna hallon är mycket mottagliga för gråmögel (*Botrytis cinerea*) (Funt & Hall 2013). Vid odling i tunnel minskas problemet med gråmögel tack vare den minskade fuktigheten bland plantorna. Bären har också hög respirationshastighet som gör att hallonen snabbt blir övermogna och mjuka. Hallon lossnar från sin blombotten vid skörd och blir därmed mindre fasta till skillnad från björnbär där blombotten sitter kvar. Hallon kan hållas färska och fasta i upp till 14 dagar under optimala förhållanden i kyl. Optimal temperatur för förvaring är på minus 0,5 grader Celsius (Funt & Hall 2013). Men odlare använder sig av temperaturer mellan 4 och 5 grader Celsius, då det finns risk för kylskador på bären vid lägre temperatur (Laurén & Laurén 2016).

Syfte och frågeställning

Syftet med försöket med long cane-hallon odlade i substrat i tunnel, är att ge odlaren bättre information om vilka nivåer av gödsling som är bäst.

Våra frågeställningar är:

- Hur påverkas skördemängden av tre olika kvävenivåer?
- Skiljer sig hållbarheten i konsumentkyl mellan olika kvävenivåer?
- Skiljer sig de visuella egenskaperna, liksom storleken av bären (gram/styck), sig åt mellan olika kvävenivåer?

Material och metoder

Plats för försöket

Vårt försök är placerat i Vallåkra i västra Skåne. Det är ett flackt landskap och tunneln står på en öppen yta utan vegetativt vindskydd, se figur 1. Vår försöksodling har varit utsatt för mycket hårt väder. Men även veckor av strålände solsken och höga temperaturer.



Figur 1. Platsen för tunneln.

Plantmaterial

Hallon sorten i försöket är 'Tulameen'. Hallonplantorna kommer från Holland (Van Der Avoird Trayplant) och är odlade enligt standard för plantor av typen long cane. Plantorna levererades av Lindflora, Danmark. Plantorna levererades i substrat i 2 liters kruk med två skott per planta. Plantorna har varit kylförvarade hos plantskolan under vintern. När vi fick plantorna planterades de direkt och toppades till en höjd på 160cm.

Odlingstunnel och bevattning

Till försöket byggdes en odlingstunnel (Allskog Group, Uppsala): Allskogshuset, 14m lång, 6,4m bred och 2,87m tillnock, se figur 2,3 & 4. Tunneln är täckt med plast (Allskog Group, Uppsala) som går att rulla upp längs långsidor och gavlar vid fint väder för att undvika att det blir för varmt i tunneln.

I odlingstunneln sattes tre rader med stolpar till uppbindningen med tvärsålar som bildar ett dubbelsidigt "F". Mellan tvärsålar sattes två nivåer av ståltråd och överst ett snöre för att hålla upp hallonskotten (se figur 5). När sidoskotten blivit långa och börjat blomma så sattes det ett extra snöre så att alla skotten hölls bort från gångarna (se figur 6).



Figur 2. montering av tunneln.



Figur 3. Montering av plasten på tunneln.



Figur 4. Montering av tunneln färdig.



Figur 5 & 6. Uppbindning i tunneln.

Till försöket anlades även en bevattningsledning från ett närliggande boningshus till en vattenpost i odlingstunneln. I tunneln installerades sedan en automatventil och en tryckregulator mellan vattenposten och droppslangen för att kunna styra bevattningstid och trycket i slangen, se figur 7. På droppslangen sattes droppknappar med droppinne, två stycken per planta. Bevattningsmaterial införskaffades från Waterboys AB.

Varje droppknapp ger 0,05 liter per minut. Den första månaden gick bevattningen 6 minuter per dag, vilket gav 0,6 liter per dygn och planta. Från 1 maj gick bevattningen 16 minuter per dag, 1,6 liter per dygn och planta. Vid blåsig väderlek eller höga temperaturer har utsatta plantor vattnats manuellt eller alla plantor fått 4 minuter extra bevattning, 0,4 liter per planta. De plantor som är mest utsatta är de som står ut mot gavlarna och de som stått närmast vindriktningen (sydväst). De dagar då vi gödselvattnat har bevattningsautomatiken (Galcon, modell: 9001D-E) varit avstängd.



Figur 7. Automatventil och tryckregulator i bevattningen.

Odlingssubstrat

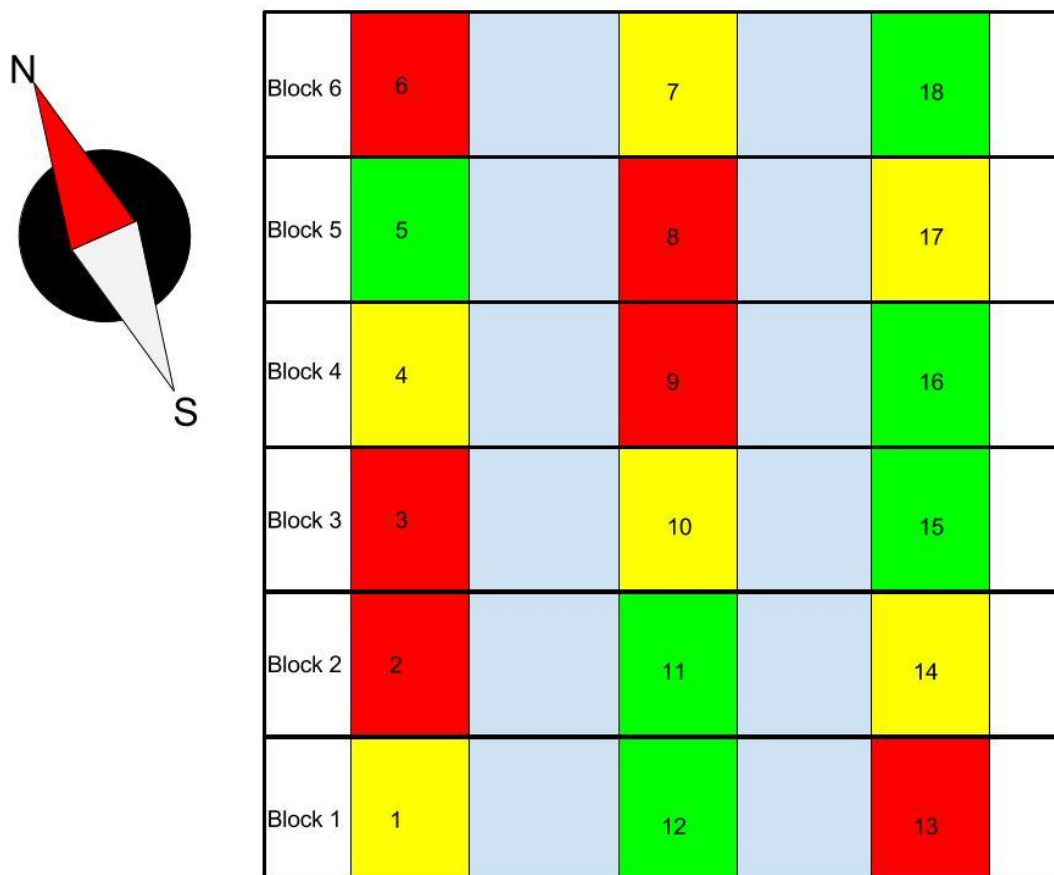
Odlingssubstratet som användes i försöket var en K-jord för växthusodling från Hasselfors Garden. Det är en mildt gödslad jord som innehåller: siktad ljus torv, sand, lera, kalk, mineralgödsel och rotkraft. Substratet är gödslat med NPK 14-7-15 mikro, 1 kg, och mikronäring 0,05 kg per kubikmeter jord. Substratet har ett pH mellan 5,5 - 6,5. För fullständig innehållsförteckning av näringsämnen i substratet, se Figur 8. Plantorna levererades i 2L krukor och planterades om i 20L krukor.

Varedeklaration DK/	
Analyseverdier enligt europæisk standard, CEN.	
Varetyp:	Organisk voksemedium
Findelningsgrad sorteret:	0-35 mm
Omsætningsgrad:	60-80
pH-værdi:	5,6-6,4
Ledningsværdi:	15-35 mS/m
Brugsvolumen, målt ved fyldning iflg CEN norm:	50 l
Sammensætning:	
90 vol% lavhumificeret sphagnumtorv (H2-4), 5 vol% sand, 5 vol% granulert ler, Rotkraft	
Oprindelsesland:	Sverige/Norge
Tilsat per m³:	
Dolomitkalk:	4 kg
NPK 14-7-15 mikro:	1,0 kg
Mikronæring:	0,05 kg
Tilsat mængde næringsstoffer i g/m³	
Kvælstof (NO ₃ -N+NH ₄ -N):	140
Fosfor (P)	70
Kalium (K)	150
Magnesium (Mg):	220
Svovl (S):	80
Bor (B):	0,6
Kobber (Cu):	2,2
Jern (Fe):	5,4
Mangan (Mn):	2,8
Molybdæn (Mo)	0,9
Zink (Zn):	1,4
Næringsstoffer tilført i organisk og uorganisk, fast form.	
Hovednæringsstoffer CAT, mg/l:	
Kvælstof (NO ₃ -N+NH ₄ -N)	90-160
Fosfor (P):	20-50
Kalium (K):	120-170
Calcium (Ca):	300-350
Magnesium (Mg):	170-190
Producent og importør:	
Hasselfors Garden AB	
Box 1813	
SE-701 18 Örebro	
SVERIGE	

Figur 8. Näringsstatus av odlingssubstrat.

Försöksupplägg

Odlingen består av 90 plantor uppdelat på tre behandlingar. Varje behandling består av 30 plantor uppdelade på sex replikat. Replikaten består av vardera 5 plantor. Försöket omfattar tre behandlingar med olika gödslingsnivåer, N+1, N0 och N-1, som upprepas i sex block. Placeringen av replikaten inom blocken slumpades genom lottnings. Se figur 9.



Figur 9. Försöksplan: Röd = N+1, Gul = N0, Grön= N-1.

Resultatet av de skördade bären ska presenteras som vikt i gram per replikat, gram per behandling (30 plantor) och bärstorlek mätt i gram per bär för de olika behandlingarna. Bären skördas varje dag under 31 dagar och varje replikat vägs separat. Bärvikten kommer vägas vid sju tillfällen under skördeperioden, då vägs tio bär från varje replikat.

Vid två tillfällen under skördeperioden kommer en konsumentask (125g) per replikat (1-18) förvarats i konsumentkyl under en vecka, se figur 10. Den tid det har tagit för grämögel att uppkomma på bären registrerades, och genomsnittet redovisas för varje behandling. Temperaturen i konsumentkylen är 3-4 grader Celsius, vilket kontrolleras regelbundet på en termometer som placeras mitt i kylskåpet. Alla askar har förvarats i samma kyl.



Figur 10 Konsumentaskar till hållbarhetsförsök.

Näringslösningar

För gödslingen användes två olika näringslösningar: dels ett standard NPK-gödselmedel, Polyfeed Solo och dels kalciumnitrat. Kalciumnitrat är det gödselmedel som ges i olika dosering till de tre olika näringsbehandlingarna.

Det N-P-K-gödsel vi använder är Polyfeed Solo som innehåller kväve - fosfor - kalium i proportionerna 14-4-21. Detta gödsel gavs i lika stor mängd till alla plantor under hela försöket, 140g kväve, 40g fosfor och 210g kalium per kilo. Se tabell 1. Kalciumnitrat innehåller 15,5 procent kväve och 19 procent kalcium. Detta gavs i tre olika nivåer utifrån den skillnad i kvävemängd som eftersträvades mellan N+1, N0 och N-1. Behandling N0 innehöll 27,24 gram kväve och är vår referens. Den rekommenderade kvävegivan per säsong är 20-30 gram (Månsson 2016). Behandling N+1 innehöll 30% mer kväve i förhållande till N0 och behandling N-1 innehöll 30% mindre kväve i förhållande till N0. Se tabell 1.

Gödselgivorna för de två gödselmedlen har beräknats utifrån rekommendationer från odlare Ellagården (Andersson 2016) och LMI:s rådgivare (Månsson 2016). Utifrån den information odlare gav skulle förhållandet mellan kväve och kalium ändras efter blomstart. För att ändra förhållandet mellan kväve och kalium i försöket, sänktes kvävenivån genom att minska mängden av gödselmedlet

Kalciumnitrat. Denna ändring gjordes då det inte fanns möjlighet att höja givan av kalium till försöket. Det gör att det, i tabell 1, finns olika gödselgivor för kalciumnitrat, den första, 1, gavs innan blomning och den andra, 2, gavs efter blomningen startat. Uppvägning av gödsel har gjorts på hushållsvåg. Vi har vägt med en exakthet på +/-5 gram. Vattnet till näringslösningen mättes upp i en 10 liters spann. Näringslösningen blandades 1 kg gödsel till 100 liter vatten. Vid gödselvattning har ett graderat litermått använts för dosering till varje planta.

Tabell 1. Gödselmängder i de tre olika nivåerna. N0 är den nivå som rådgivare och odlare rekommenderar, alltså vår kontroll.

N-1	antal gödslingstillfällen	N (g)	P (g)	K (g)	Ca (g)
Polyfeed Solo	25	0,58	0,17	0,875	
Kalciumnitrat 1	12	0,27			0,46
Kalciumnitrat 2	13	0			0
Summa	Total	17,74	4,25	21,875	5,52
N0	antal gödslingstillfällen	N (g)	P (g)	K (g)	Ca (g)
Polyfeed Solo	25	0,58	0,17	0,875	
Kalciumnitrat 1	12	0,65			0,79
Kalciumnitrat 2	13	0,38			0,49
Summa	Total	27,24	4,25	21,875	15,85
N+1	antal gödslingstillfällen	N (g)	P (g)	K (g)	Ca (g)
Polyfeed Solo	25	0,58	0,17	0,875	
Kalciumnitrat 1	12	0,98			1,2
Kalciumnitrat 2	13	0,72			0,92
Summa	Total	35,62	4,25	21,875	26,36

Mätning av pH och Ledningstal

I försöket har vi använt oss av handhållna mätare för pH (HI98127) och ledningstal (HI98331) från HANNA instruments. Ledningstalsmätaren är en jordmätare med en pinne som sticks ner i substratet. Det krävs att krukans jord är relativt nyvattnad för att värdet ska vara tillförlitligt. För pH-mätning blandas ca $\frac{1}{3}$ substrat och $\frac{2}{3}$ vatten i en burk, följt av omrörning. Mätningen kan göras efter en stund. Mätning av pH har gjorts i en kruka per replikat och ledningstal har mätts i två krukor per replikat varje vecka. Mätningarna av pH har gjorts i samma kruka varje vecka och ledningstal har mätts i olika krukor varje vecka. Vid bedömningar om fortsatt gödsling har ett genomsnitt för varje kvävenivå räknats ut. Helsingborgs kommunala vatten har använts vid mätningarna.

Odlingssäsongen

Tunneln och bevattningen anlades under de första veckorna i april 2016. Den 13 april planterades hallonplantorna i krukor och placerades ut i tunneln. Gödslingen började den 5 maj med Polyfeed Solo och Kalciumnitrat 1, se tabell 1. Gödsel har därefter givits två gånger per vecka, måndagar och torsdagar. Med undantag för perioden 30 maj till 12 juni då gödsel gavs tre gånger per vecka, måndag, onsdag och fredag. Efter att blomningen startat, den 10 juni, gavs gödsel med Polyfeed Solo och Kalciumnitrat 2, se tabell 1. Från den 14 juli minskades gödslingen till endast en gång per vecka, detta på grund av sjunkande pH- och förhöjda ledningstal. Blomningen startade den 1 juni. Den pågick under sju veckor, de första fyra veckorna var blomningen störst. Skörden började den 30 juni, 78 dagar efter plantering. På förhand bestämde vi att skörden skulle pågå under 30 dagar. Vi baserar våra mätningar på skörden från och med 30 juni till 31 juli.

Visuell bedömning

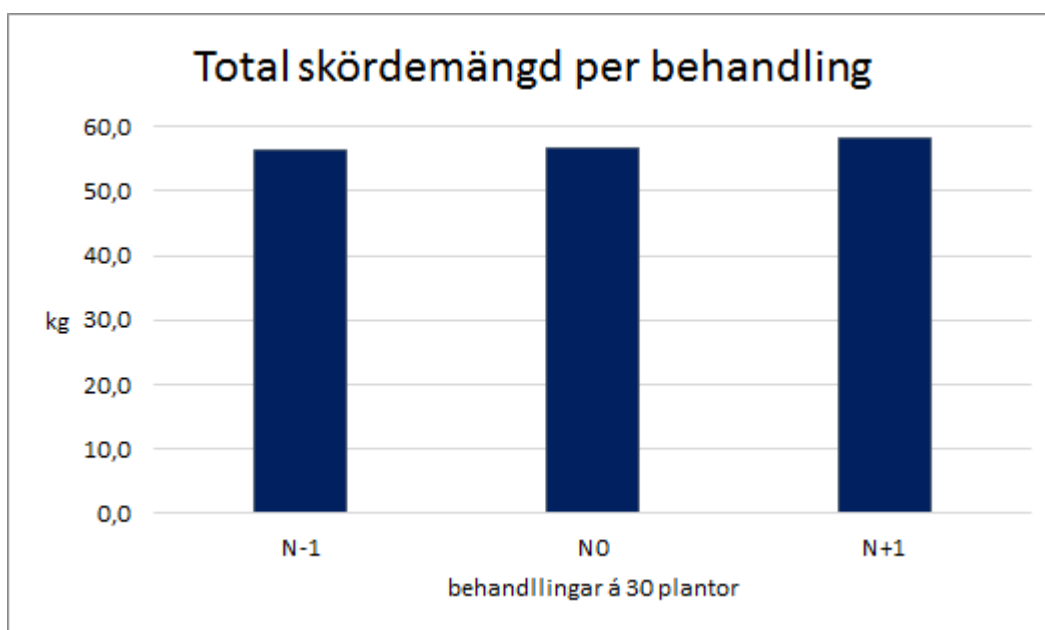
En visuell bedömning utfördes i odlingen, där vi noterade planthälsan, tillväxt och utveckling av bladmassa. Vi förde inte någon statistik på detta utan avsikten var främst att upptäcka eventuella skador eller abnormiteter bland plantorna.

Statistiska metoder

För varje replikat (1-18) beräknades totalvikten av bären. Därefter beräknade vi medelvärde och standardavvikelse för totalvikterna av skörd per replikat i respektive behandling (N-1, N0, N+1) i gram. Det vi ville få fram med det var huruvida det fanns en signifikant skillnad mellan de olika gödselnivåerna och ifall våra resultat beror på naturlig variation eller på behandlingarna. För att se om det föreligger skillnader mellan medelvärdet av skörden i respektive replikat inom vardera behandling användes Student's t-test med oberoende prov.

Resultat

Efter avslutad skördeperiod hade de olika behandlingarna följande sammanlagda skördemängd i kilo per 30 plantor: N+1: 58,4 kg, N0: 56,6 kg, N-1: 56,2 kg, se figur 11. Den totala skördemängden blev 171,2 kg.

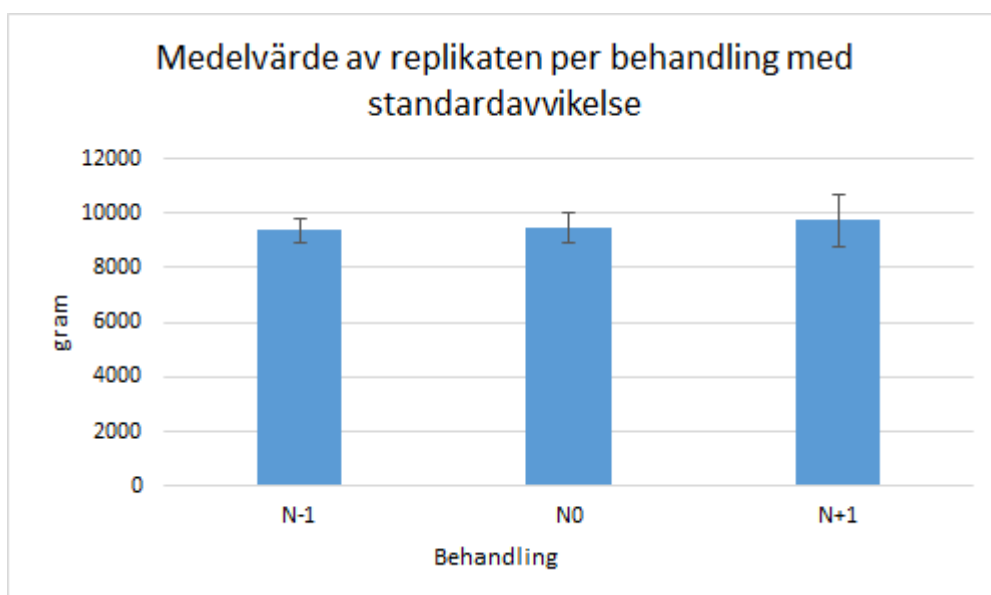


Figur 11. Total skördemängd per behandling.

Från mätningarna av replikat 1-18 har skördevariationer kunnat ses mellan de olika replikaten inom samma behandling, se figur 12. Men vid sammanräkning i de tre behandlingarna, har vi endast kunna se marginella skillnader. Skillnaderna ligger inom rimliga marginaler för variation i en odling. Vid uträkning av t-test

visade det att det inte är någon signifikant skillnad mellan de olika behandlingarna vilket bekräftar vår analys av mätvärdena.

Odlingsförsöket visade således ingen signifikant skillnad mellan de olika gödselnivåerna. I figur 11, kan man se att skörden är nästan lika stor för alla gödselnivåer. I behandlingen N+1 var standardavvikelsen betydligt större än för N0 och N-1, se figur 12. Det tyder på att skördemängden har varit mindre stabil över hela försöket i den högsta kvävebehandling, N+1.



Figur 12. Medelvärdet av totalvikten inom replikaten i varje behandling, 30 plantor, och standardavvikelse.

En planta i replikat 10 har förlorat 1 skott innan skördestart och denna avvikelse har vi inte kompenserat för i resultatet. Skördemängden delat per skott i replikat 10, var 975,7 g per skott. Medel för alla 59 skott i denna gödselnivå (N0) var lägre och låg på 959,5 g per skott. Det kan bero på att det återstående skottet i den plantan kan ha kompenserat för förlusten.

Plantorna i replikat 1 och 2 skadades när plasten blåste av den 27 april. En del nya skott slogs då av på samtliga plantor, dock kunde vi se att dessa snabbt satte nya skott för att kompensera för skadorna. Detta medförde endast en försenad skörd och har inte påverkat resultatet av skördemängden.

Odlingstekniska åtgärder

På gavlarna behölls plasten under den första månaden för att sedan tas bort helt den 9 maj, när nattetemperaturen inte längre riskerade att gå under noll grader Celsius. Se figur 13-21. Plasten på långsidorna lyftes upp den 23 maj och har efter det varit öppna, se figur 16. Gödningen har gjorts totalt 25 gånger under odlingssäsongen. Mellan 30 maj och 12 juni gödslade vi tre gånger per vecka och de två sista veckorna gödslade vi endast en gång per vecka.



Figur 13 & 14. odlingstunnel med täckta / öppna gavlar.



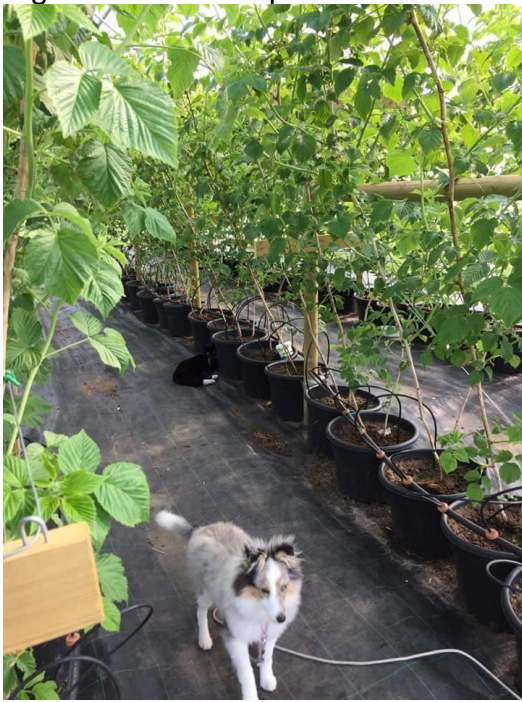
Figur 15. Avtäckning av långsidorna. Figur 16. Långsidorna uppdragna.



Figur 17. Den 14 april.



Figur 18. Den 11 maj.



Figur 18. Den 24 maj.



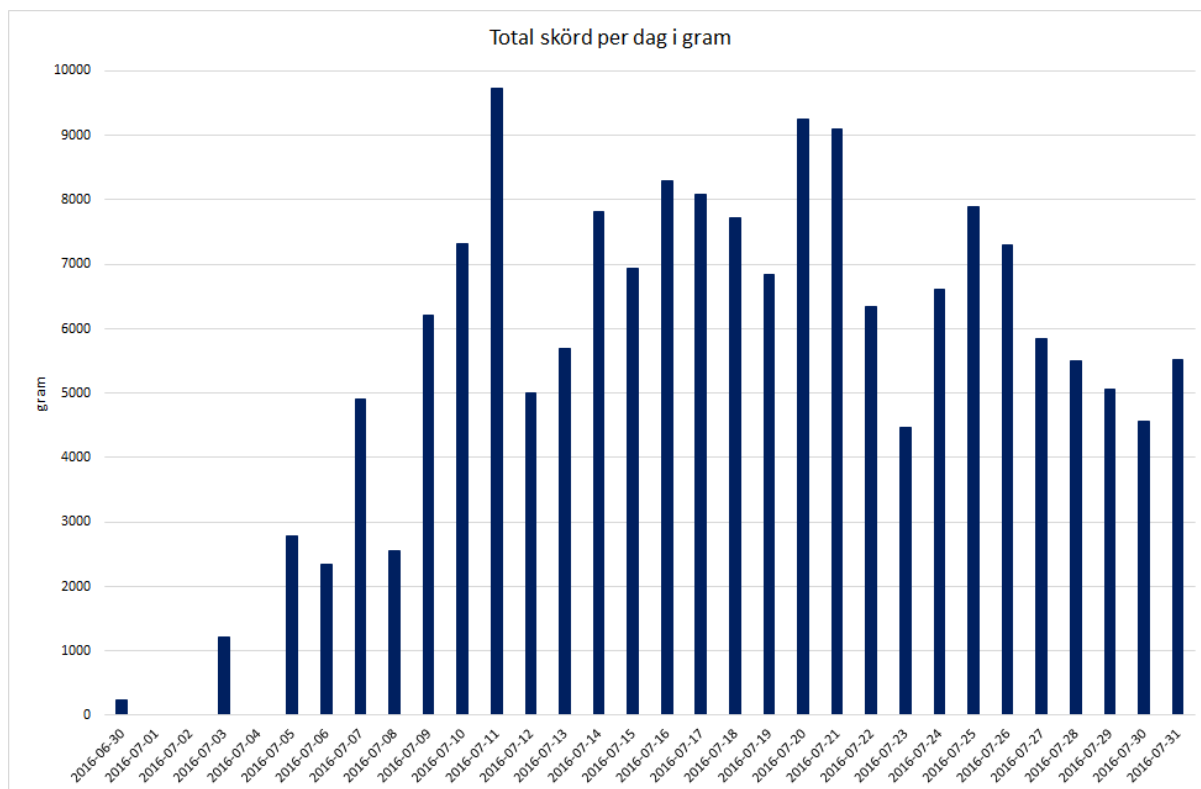
Figur 20 & 21. Skördeperioden.

Tillväxt och planthälsa

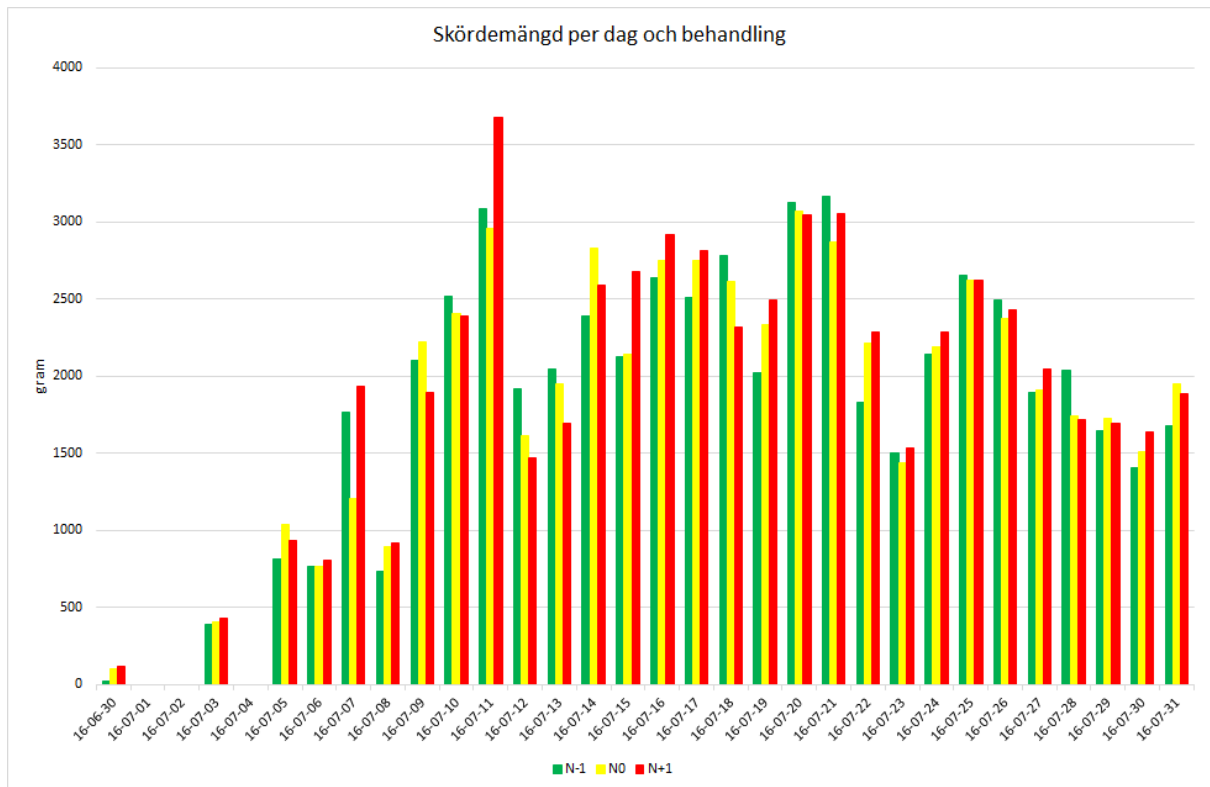
De olika kvävebehandlingarna gav ingen synlig skillnad i vegetativ tillväxt på plantorna. Det har funnits skillnader mellan replikat, där bladverket har varit tätare, detta har dock inte kunnat härledas till gödselnivåerna då det varit spritt på olika replikat. Vi har inte systematiskt registrerat data över bladmassa i odlingen, utan mer fått en känsla av att vissa plantor har tätare bladverken. Detta kan bero på variation i plantmaterialet och har således ingen koppling till behandlingarna. Det har inte heller funnits en tydlig koppling mellan den ökade bladmassan och plantornas placering i tunneln. Plantorna var inte påverkade av några angrepp vid leverans och har inte haft några sjukdomar eller skadegörare under någon del av odlingssäsongen. Vi har inte behövt göra någon skadedjursbekämpning eller andra åtgärder mot skadegörare.

Skördevariationer

Skörden pågick under fyra veckor. Under den första och sista veckan var skörden mindre, medan den var högre vecka två och tre. Se figur 22. Den fjärde veckan i skördeperioden kunde vi se en halvering av skördemängden i förhållande till tidigare veckor, se figur 22 & 23. Andra veckan av skördeperioden hade vi en daglig skörd på 7-9 kg per 90 plantor. Vecka tre, den 23 juli, sjönk skörden till 4,4 kg.



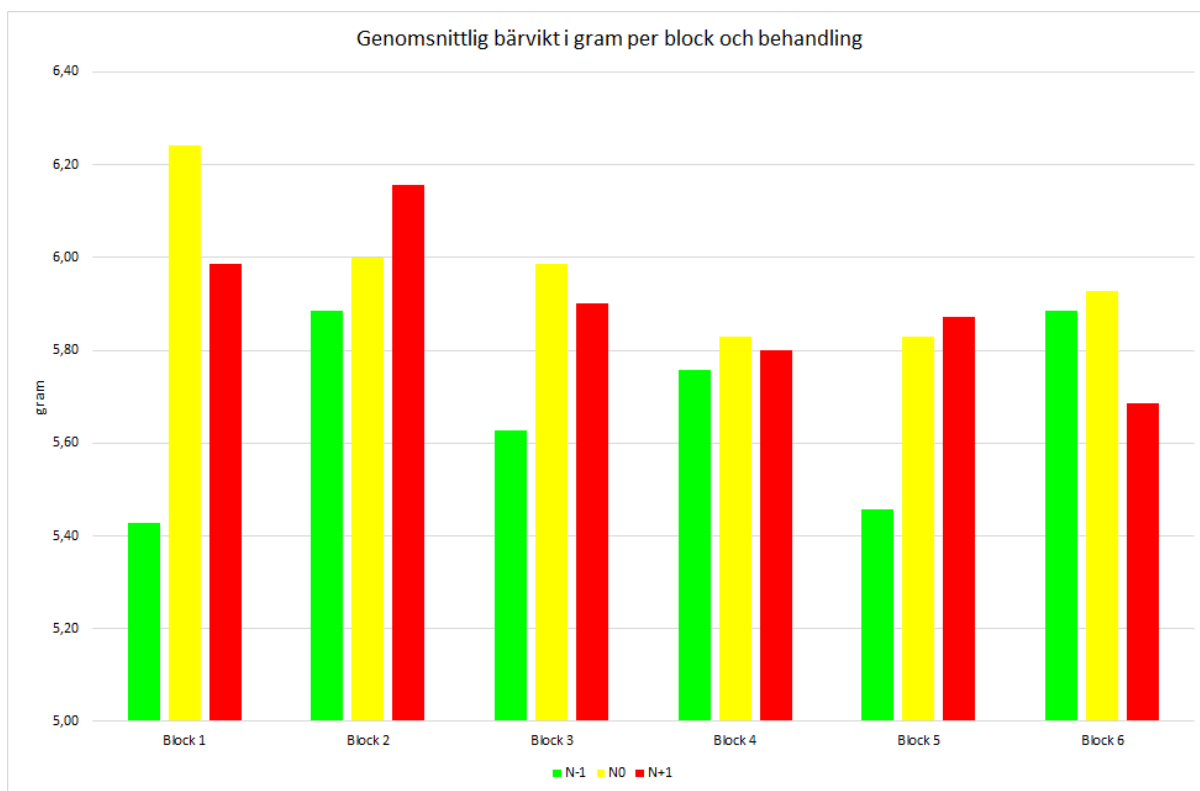
Figur 22. Den totala skördemängden per dag i gram under hela skördeperioden.



Figur 23 . Den dagliga skördemängden per behandling N-1, N0 och N+1, under hela skördeperioden.

Bärvikt

Mätningarna av vikten av tio bär visade att viss variation fanns mellan replikaten, men vid uträkningar av genomsnittlig bärvikt för behandlingarna var skillnaden minimal. Den genomsnittliga vikten per bär per behandling blev; N+1: 5,9 g, N0: 6,0 g, N-1: 5,7 g, se figur 24. Det visar att bärstorleken i de tre olika näringsnivåerna är nästintill identiska. Det vi kunde se var att bärvikten minskade något efter tre veckor, bären minskade i storlek och avmognade ojämnt inom alla replikat. Hela grupp 12, som tillhör N-1, har varit väldigt utsatt då replikatet var placerat ytterst i mittersta raden, se figur 9. Därför har Grupp 12 gett något mindre bär och bären har varit "bubbliga" på grund av ojämn och dålig pollinering.



Figur 24. Översikt över genomsnittliga bärvikten i gram i behandlingarna N-1, N0 och N+1

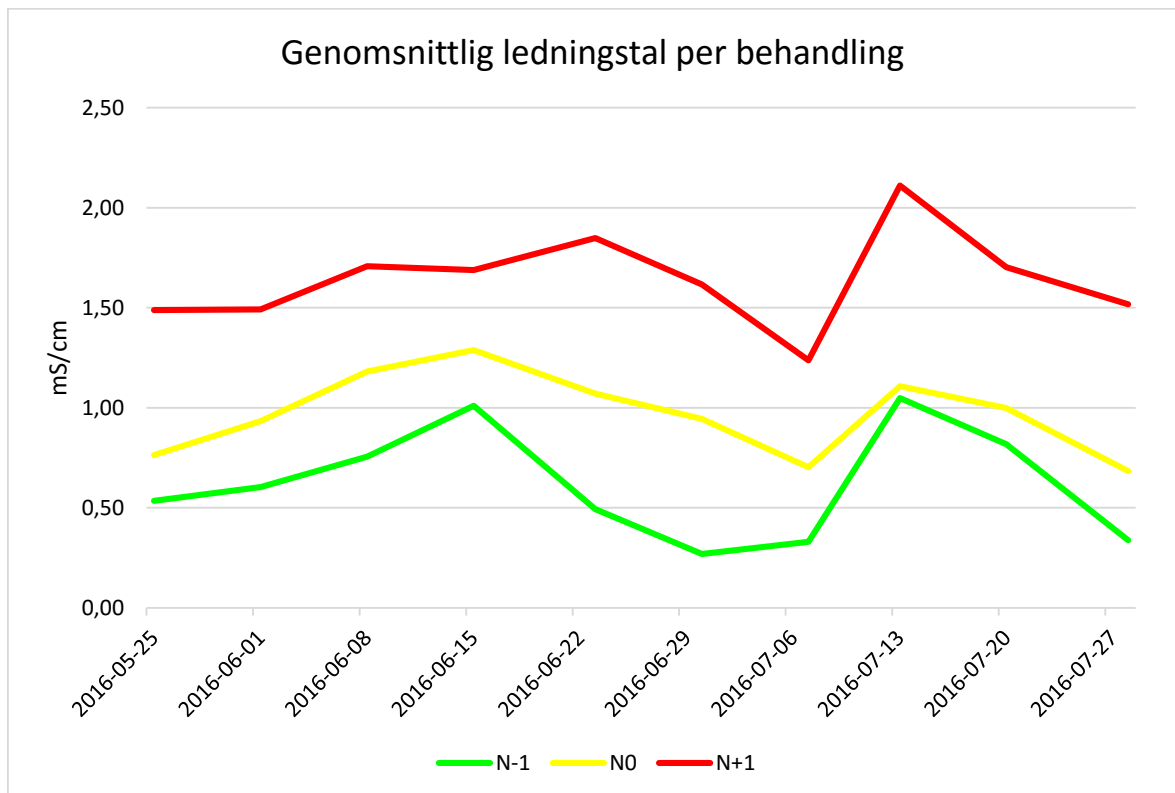
Hållbarhet

Hållbarhetsförsök i konsumentkyl gjordes vid två tillfällen under skördeperioden. Det första försöket startade den 19 juli. Det andra försöket startades den 26 juli. Efter två, fem och sju dygn kontrollerades askarna efter gråmögel. Vi kunde inte vid något av testen se någon uppkomst av mögel i någon utav askarna. Detta är positivt och vad vi kunde se så har kvaliteten vad gäller färg och fasthet inte heller försämrats under den vecka de stått i kyl.

Mätningar av pH och Ledningstal

Resultaten av mätningarna av pH har varit relativt jämnt inom och mellan de olika replikaten och näringsnivåerna. Ledningstal var svårare att mäta då det har varierat kraftigt beroende på var i krukans man har satt mätaren. Vi bestämde vid första mätningen att vi skulle mäta i den ursprungliga rotklumpen, alltså mitt i krukans, se figur 26. Mätvärdena av ledningstal har trots det varierat kraftigt. Vid beräkningar av medelvärden av ledningstalen inom behandlingarna har vi kunnat

se tydliga differenser mellan de olika kvävebehandlingarna och att de konsekvent skiljer sig åt, se figur 25.



Figur 25. Resultatet av ledningstalsmätningen. Behandling N+1 är röd, behandling N0 är gul, behandling N-1 är grön.



Figur 26. Ledningstalsmätare vid mätning i kruka.

Skadegörare och sjukdomar

Behandling N0 ligger inom den rekommenderade kvävenivån, 20-30 g kväve per säsong, och har varit vår referens vid bedömningen. Behandlingen med den högsta kvävenivån, N+1, har inte uppvisat några sjukdomssymtom eller symtom

på övergödning. Inte heller behandlingen med den lägsta kvävenivån, N-1, har uppvisat några bristsymtom eller sjukdomar.

Diskussion

Det huvudsakliga syftet med försöket har varit att kartlägga behovet av kväve i en ettårig hallonodling med long cane plantor. Vår undersökning visar inga signifikanta skillnader i skördemängd när man ökar respektive minskar gödningen med kväve med 30 procent. Detta indikerar att man utan skördeförlost, minskad kvalitet, hållbarhet eller försenad skörd skulle kunna minska kvävegivan i long cane-hallon. Utifrån de resultaten vi fått efter flertalet olika typer av mätningar, såsom skördevikt och bärvikt, har vi inte kunnat se några tydliga skillnader. De små differenser som finns är helt naturliga i en odling och har uppkommit till följd av annan yttre påverkan eller slumpen.

Skördevariationer

Skördeminskningen som skedde den 23 juli, då skörden endast blev 4,4kg, har inget samband med behandlingarna. Skörden minskade jämnt över hela odlingen och minskningen kan inte härledas till någon av de tre behandlingarna. Det kan förklaras med naturliga variationer som långvarigt mulet väder, lägre temperatur och ojämn pollinering tidigare under säsongen.

Skördevariationerna mellan blocken beror på deras placering i tunneln. Vi har odlat i en ganska liten tunnel men lågt i tak och de yttersta raderna har stått endast 1,6m från långsidorna.

De små skillnader som fanns i resultaten mellan de olika näringsnivåerna N+1, N0 och N-1 har kunnat härledas till andra faktorer. I replikat 10, som tillhör behandling N0, är det ett långskott som dött vilket gett någon större skillnad i skördemängd (genomsnittlig skörd per skott i replikat 10 är 975g).

Enligt Dale, (1998) påverkades antalet blommor samt storleken på bären på ett negativt sätt om kvävegödning uteslöts under skördeåret. Vid våra mätningar av bärvikten har vi endast kunnat se marginella viktskillnader på 0,13 gram mellan

N+1 (5,9g/bär) och N-1(5,7g/bär). Dock hade N0, vår kontrollbehandling, den största bärvikten på 6,0 gram. Alltså låg N+1 närmast kontrollen i bärvikt. Skillnaderna är dock små och orsakades troligast av slumpmässiga variationer.

I ett försök av Muster & Rupp (2012) kunde man inte påvisa en positiv effekt på skörden vid en hög kvävegödsling i sorten 'Tulameen'. Det man kunde se i deras försök var att en hög kvävegiva snarare minskade skörden. I försöket av Muster & Rupp (2012) beräknades gödselmängden per hektar, vilket gör det svårt att jämföra med vårt försök, samt att försöket i artikeln var utfört på rik lerjord. Enligt en undersökning på 'Willamette' av Kowalenko (1981), visades att kvävegödsling påverkar skördemängd. Dock var det först år fyra efter startat försök, som det påvisades högre skörd.

Det vi kunnat påvisa i vårt försök stämmer således inte överens med någon av dessa författares resultat. Vi kunde se att varken en minskad eller ökad kvävegiva påverkade skördemängd eller bärstorlek. En slutsats man skulle kunna dra av vårt försök är därmed att man skulle kunna minska kvävegivan i odling av long cane-hallon utan att påverka skörderesultaten. I likhet med vårt försök, så har också Svensson (2012) inte kunnat se någon skördeökning på hallonsorten 'Tulameen', vid högre kvävenivåer. Dock har hon under första skördeåret en ökning av skörden i hallonsorten 'Glen Ample'. Men här är det stor skillnad på odlingsförutsättningar och kvävenivåer mellan sorterna i försöket. 'Glen Ample' odlades på friland i tunnel samt att man använd sig av lägre kvävenivåer.

Visuell bedömning

Plantornas tillväxt visade ingen skillnad mellan behandlingarna. Vi har sett skillnader i vissa replikat där bladverket har varit tätare, detta har dock inte kunnat härledas till gödselnivåerna då bladtätheten är spritt på olika replikat. Enligt Muster & Rupp (2012) ger en hög kvävegiva ökad tillväxt av bladmassa. Vi har i vårt försök inte kunnat se att behandling N+1 har gett någon betydande större bladmassa jämfört med de andra behandlingarna. Troligtvis beror spridningen på att plantmaterialet vi använt haft variationer och har således ingen koppling till vårt försök.

Mätningar av pH och ledningstal

De olika mätningarna på ledningstal och pH, gav varierande resultat och visade inte så mycket om plantans hälsotillstånd. Resultaten visar på skillnader i mS/cm i de olika kvävebehandlingarna. Detta är förväntat eftersom vi har gödslat med olika mycket kväve i de olika behandlingarna. Ledningstal och pH har under säsongen gett oss indikationer på näringsbalansen i odlingssubstratet. Då resultaten stigit avsevärt mellan den 6 och den 13 juli ändrades gödningen till en gång i veckan, från den 14 juli. Detta för att undvika för låga pH-värden och för höga ledningstal.

Hållbarhet

Enligt Funt & Hall (2013) kan hallon hålla i ca 14 dagar om man lagrar hallonen under optimala förhållanden. Hos Fruemöllans bär (Laurén 2016) håller de en temperatur på 4-5 grader i kyl, där de förvarar bären i en vecka utan angrepp av mögel eller kvalitetsförsämring. Vi har gjort ett konsumentkyltest där vi inte fick någon synlig skillnad mellan de olika behandlingarna N-1, N0 och N+1. Vi förvarade konsumentaskarna med hallon i kyl i 7 dagar. Hallonen hade sjunkit ihop lite, men det beror nog på att kylan hade en temperatur på 3 grader och inte den optimala på minus 0,5 grader (Funt & Hall 2013).

Felkällor

Att mäta ledningstalet direkt i krukans var svårt med den mätaren vi hade. Vi har gjort mätningar varje vecka, men resultaten har varierat. Vi tror att det kan bero på fuktigheten i krukans vid mättillfället. Vi har även sett att det kan bli olika resultat beroende på var i krukans man sätter mätaren.

Den 27 april blåste plasten på tunneln av längs den ena långsidan. Då skadades nya skott i replikat 1 och 2. Dock har vi inte kunnat se att dessa plantor orsakat någon skördeförlust.

Under tiden före skörd och vid skörd har flera skott brutits av, både på grund av sin egen tyngd, blåst och den mänskliga faktorn. De skott som har gått av har varit spridda över odlingen.

Ett fjolårsskott i planta nr 46 i replikat 10 har oförklarligen vissnat. Det har orsakat utebliven skörd på halva planta nr 46, motsvarande ca 1-2,5 kg bär. Vi bedömer att detta borde orsaka en skördeförlost på endast ca 1,6 % för behandling N0. Men enligt mätningarna av skördemängden ser man att replikat 10 inte har haft en minskad skörd på grund av detta.

Vid gödselvattning har ett graderat litermått använts för dosering till varje planta. Då våra givor har varit uträknade i liter med två decimaler så har noggrannheten vid uppmätning inte kunnat vara exakt. Därtill tillkommer att vi har varit två personer som skött gödselvattningen.

Uppmätning av gödsel har gjorts på hushållsvåg, vilket inte är garanterat exakt. Vi har även mätt upp vattnet till näringen i en tio liters hink. Öppna gödsel förpackningar tar åt sig en del fukt, därav kan den faktiska gödselmängden i gram bli något mindre. Det gavs dock från samma påse till alla de tre gödselnivåerna (N+1, N0, N-1), varför detta inte kommer att påverka vårt resultat.

Slutsats

Försöket visar att den totala kvävetillförseln kan varieras 30%, upp eller ner, under odlingssäsongen utan att det ger signifikanta skillnader i skörd eller bärkvalitet i long cane-hallon. Vi har även i litteraturen funnit att en ökad kvävenivå riskerar att skada plantorna och minska skörden. Det finns också litteratur som visar på att minskad kvävegödsling inte hämmar plantorna eller minskar skörderesultaten.

Vi har, genom vårt försök, fått indikation på att odlare skulle kunna minska kvävegivan i tunnelodling med long cane-hallon i substrat, utan skördeförlost. Våra mätningar visar på att det tillsatta kvävet hade kunnat minskas med 30% i förhållande till rekommendationerna man idag får från rådgivare. Detta kan medföra besparingar för odlaren, både ekonomiskt och tidsmässigt. Då vårt försök syftade till att se ifall man skulle kunna minska användningen av kväve i en ettårig skördekultur med long cane-hallon, så ser vi försöket som lyckat i detta avseende.

Förslag till förbättringar och vidare studier

Om detta försök skulle göras igen, vore det bra att använda sig av en högre tunnel, som är anpassad för hallon. I utformningen av konsumenttest i kyl skulle man kunna titta på en längre mätperiod, exempelvis 14 dagar, för att se när mögel faktiskt uppkommer. Det hade även varit av intresse att se på övriga kvalitetsaspekter vid förvaring i kyl, så som färg, hållfasthet och när de börjar ge ifrån sig fruktsaft.

Vidare så skulle det vara intressant att undersöka vad som sker om man minskar alla näringsämnen, vid en liknande ettårig kultur. Intressant vore också att se vad som händer med skördemängd och kvalitet om kvävegivan minskades ytterligare. Det hade även varit av intresse att göra analyser för att se hur mycket kväve som faktiskt har tagits upp av växten, i exempelvis blad och bär.

Referenslista

Brennan, R.M., McNicol, R., Gillespie, T. & Raffle, S. (1999). *Factors affecting outofseason Rubus production*. Acta Hort. 505, s. 115–120.

Biobasiq Sverige AB, tillgängligt <http://www.biobasiq.se/swehome.aspx> 2016-08-01

Buskiene, L. & Uselis, N. (2008). *The influence of nitrogen and potassium fertilizers on the growth and yield of raspberries cv. 'Polana'*. Agronomy research. 6(1). s 27-35.

Carew, J.G., Gillespie, T., White, J., Wainwright, H., Brennan, R. & Battey, N.H. (2000). *The control of the annual growth cycle in raspberry*. J. Hort. Sci. Biotech. 75, s. 495–503.

Dale, A., (2008). *Raspberry production in greenhouses: physiological aspects*. Acta Hort. 777, s. 219–223.

Evert, R. F. & Eichhorn, S.E. (2013) *Raven Biology of plants, Eighth edition*, W.H. Freeman and Company. New York.

Funt, R.C. & Hall, H.K. (2013). *Raspberries*. Crop Production Science in Horticulture series, 23. CAB International. CPI Group (UK) Ltd, Croydon ,
Tillgänglig: [2016-07-23]

Koester, K. & Pritts, M. (2003) *Greenhouse Raspberry Production Guide*. Cornell. Department of Horticulture. Publikation 23. [online] Tillgänglig:
<http://www.fruit.cornell.edu/Berries/ghrasp.pdf> [2016-07-18]

Kowalenko, C.G. (1981) *Response of raspberry to soil nitrogen and boron applications. Communications in Soil Science and Plant Analysis*. 12(11) s.1151-1162

Kowalenko, C.G. (1994) *Growing season changes in the concentration and distribution of macroelements in Willamette red raspberry plant parts*. Canadian Journal of Plant Science. 74(4), s. 833-839.

Lamont, W.J. (2009) *Overview of the Use of High Tunnels Worldwide*. HortTechnology. 19, s. 1-29.

Lindesro AB, tillgängligt <http://lindesro.se/index.html> 2016-08-01

Muster, G. & Rupp, D. (2012) *Irrigation in Raspberries - With and Without Fertigation*, Acta Hort. 04/2012 946, s. 367-372

Rempel, H., Strik, B. & Righetti, T. (2004) *Uptake, partitioning and storage of fertilizer nitrogen in red raspberry as affected by rate and timing of application*. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 129, s. 439–448.

Svensson, B. 2012. *Ekologisk odling av hallon och björnbär i tunnel, 2008-2011*. Landskap Trädgård Jordbruk, *Rapportserie SLU*, Rapport 2011:49, Alnarp 2012

Sønsteby, A. & Heide, O.M. (2008). *Environmental control of growth and flowering of Rubus idaeus L. cv Glen Ample*. Sci. Hort. 117, s. 249–256.

Sønsteby, A., Myrheim, U., Heiberg, N. & Heide, O.M. (2009). *Production of high yielding red raspberry long canes in a northern climate*. Sci. Hortic. (Amsterdam) 121 (3), s. 289–297 Tillgänglig: <http://dx.doi.org/10.1016/j.scienta>. [2016-07-14]

Winter, C. (2010), *Börja odla ekologiskt, Starta eko, bär*. Jordbruksverket, Tillgängligt: http://www2.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/trycksaker/Pdf_jo/jo10_4.pdf [2016-07-25]

Icke publicerat material

Andersson, K. (2016), Intervju Ellagårdens bär 2016-08-03

Laurén, C. & Laurén, M. (2016), Intervju Fruemöllans bär 2016-08-06

Månsson, S. (2016), rådgivare på LMI AB, kontakt 2016-04-18