



Slutrapport

Växtnäringsbevattning med organiska N-gödselmedel i ekologisk äppelproduktion

Fertigation with organic N-fertilizers in organic apple production

Projekttidsperiod: 2018-01-01 – 2019-12-31

Huvudsökande:

Helene Larsson Jönsson, Biosystem och teknologi, SLU, helene.larsson.jonsson@slu.se

Medsökande:

Helena Persson Hovmalm, SLU

Samarbetspartners:

Ibrahim Tahir, SLU

Henrik Stridh, Äppelriket

Jan Flemming Jensen, Kiviks musterier

Del 1: Summary

During four years, the potential of the liquid organic nitrogen fertilizers, Fontana and Vinass, have been investigated in field trials in the apple variety Aroma. The trials have been conducted in an IP orchard situated in west of Scania and an organic orchard situated in east of Scania, in order to evaluate the organic nitrogen fertilizers in different pest management strategies. The aim of the project was to evaluate and develop the use of liquid organic nitrogen fertilizers in Swedish apple production with focus on fruit quality, yield and storability. The total nitrogen application was 30 g per tree and the viscous liquid organic fertilizers, Fontana and Vinass, were applied in two different strategies; 3.3 g/tree during 9 weeks or first 4 g/tree during 5 weeks + 2.5 g/tree during next 4 weeks. Apart from Fontana and Vinass, ammonium sulphate and water was included as comparison treatments. The aim was to use fertigation but due to a lot of technical problems, the trees were fertilized individually by hand, most of the time, to ensure the scientific value of the project. Nitrogen mineralization and leaf nitrogen analysis was measured several times during the growing season, to be able to see that the organic fertilizers released sufficient amounts of nitrogen in available form, which they did. The apples were weighed and counted at harvest and fruit quality was measured both at harvest and after storage in ULO. The content of plant nutrients were

also analyzed on the harvested apples. For most of the parameters measured during the trials, there was no significant difference between the liquid organic nitrogen fertilizer treatments and the inorganic ammonium sulphate treatment. In summary, the trials showed that the liquid organic fertilizers have great potential to produce apples with high fruit quality and meet the trees with sufficient amounts of nitrogen, regardless of production system. However, continued work is needed to find user-friendly technical solutions for the distribution of these viscous organic fertilizers. This project was a collaboration between SLU, Äppelriket and Kiviks mustereri and it has been co-financed by SLF, PA and Ekoforsk, to be able to allow a four year project.

Del 2:

Inledning

Projektet som startade våren 2016 med finansiering från SLF, Partnerskap Alnarp och Äppelriket (i två år) kom till att innefatta totalt fyra odlingsår då även medel från Ekoforsk beviljades till detta projekt. Denna samfinansiering och detta samarbete med näringen (Äppelriket och Kiviks Mustereri) har inneburit att projektet kunnat löpa under fyra säsonger, vilket ökat kunskapen och säkerheten i resultaten då det tar tid att påverka markens och trädens växtnäingsstatus. Eftersom de olika delprojekten är av alla finansiärers intresse kommer resultaten från de fyra åren att presenteras i en gemensam slutrapport.

Inom IP-äppelproduktion är näringsbevattnings vanligt medan den ekologiska äppelproduktionen i Sverige nästan uteslutande förlitar sig på fasta gödselmedel såsom stallgödsel och Biofer. De ekologiska äppelodlarna brottas med låga skördar, men även med försämrade fruktkvalitet, vilket leder till sämre lagringsduglighet. Detta innebär att de svenska ekologiska äppelna tar slut mycket tidigare än de IP-odlade och på våren finns det inga ekologiska äppel i butik. Den sämre lagringsdugligheten beror både på ökade angrepp av svampsjukdomar och på snabb fasthetsförsämring samt relativt lågt växtnäingsinnehåll, enligt Henrik Stridh på Äppelriket. Kvalitetssänkningen tros till en del bero på en alltför ojämn tillgång på kväve i den ekologiska odlingen. Enligt odlare och rådgivare är det svårt att anpassa kvävegödslingen i ekologisk äppelodling då de fasta organiska gödselmedlen som finns att tillgå medför att det oftast tar lång tid för N att mineraliseras och tas upp av träden. Eftersom N-mineraliseringen bl.a. styrs av temperatur och vattentillgång så vet odlaren inte exakt när träden har tillgång till kväve, vilket kan få konsekvenser både för trädens/fruktens utveckling samt för miljön i form av läckage.

I äppelodling har tidpunkten då N är tillgängligt mycket stor betydelse för trädets och fruktens utveckling. Tre till fyra veckor före bladfallet på hösten, mobiliseras 35 – 70 % av kvävet i bladens ettåriga vävnader för att lagras i rötter, ved och knoppar (Munoz et al., 1993). Under tidig vår hämtas merparten av N från trädets egna reserver och transporten av N från veden till de nya tillväxtzonerna sker oberoende av N-tillgången i marken (Nielsen et al., 2001). En ökad tillförsel av N kan förvisso ge en ökad skörd,

men man riskerar samtidigt att få ett ökat angrepp av sjukdomar och andra skadegörare, försämrad fruktkvalitet, t ex mer stötkänslig frukt (Tahir, 2014) och ökad grund- och ytvattenkontaminering (Wassenaar et al., 2006). I allmänhet leder allt för höga kvävenivåer i marken till att fruktkvaliteten blir sämre. Frukten fasthet vid skörd och efter lagring minskar, den röda färgen utvecklas sämre och känsligheten för lagringssjukdomar som t.ex. pricksjuka och mösk i äpple ökar. Det är också svårt att bestämma den optimala skördetidpunkten eftersom frukten ser omogen ut trots att den inre etenproduktionen fortgår. Resultatet blir att frukten plockas för sent.

Lagringssjukdomar kan bli problematiska då odlingsåtgärder som kan minska problemen i IP- odling ofta är svåra eller t o m omöjliga att använda i ekologisk produktion (Tahir, 2014). I en studie där fruktkvalitet och svampsjukdomar undersöktes i ekologisk respektive IP-odling, visade det sig att ekologiskt odlad Aroma och Karin Schneider efter lagring uppvisade större angrepp av *Gleoesporium*-rötter än IP-odlad frukt (Jönsson et al, 2010). Resultat visar dock på att lagring i kontrollerad atmosfär väsentligen kan förbättra kvalitet och lagringsduglighet hos ekologiska äpplen (Tahir, 2014).

Syfte

Utvärdera och utveckla användningen av organiska N-gödselmedel i droppbevattning med fokus på avkastning, yttre och inre kvalitet samt frukttolerans mot svampangrepp under lagring.

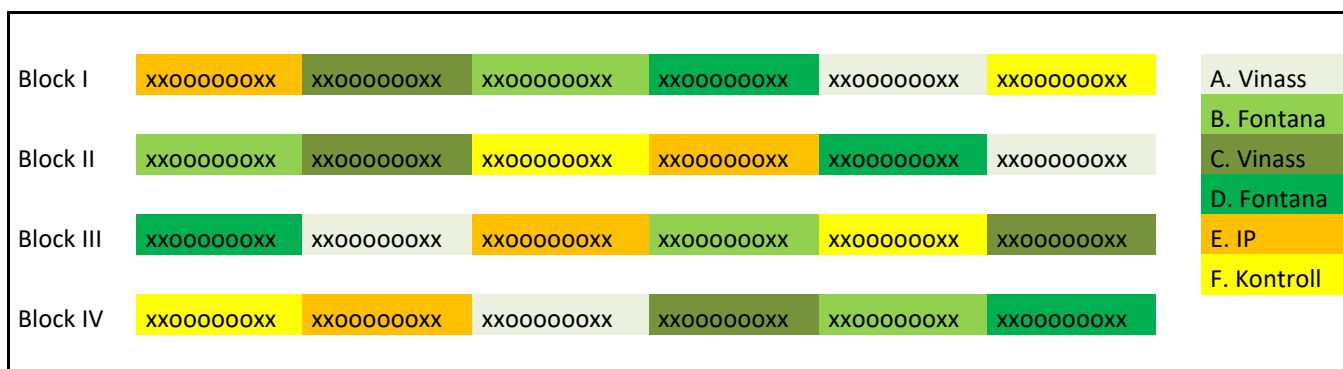
Projekt mål

Det övergripande projektets målsättning är att ta fram avkastnings- och kvalitetshöjande kvävegödslingsstrategier för svensk äppelproduktion, där organiska N-gödselmedel är basen.

Material och metoder

Fältförsök 2016-2019

Försöken är placerade på Solnäs utanför Lund (IPM-produktion) samt i Kivik i södra Skåne (ekologisk produktion) och utgörs av sorten Amorosa. Försöken är randomiserade blockförsök med fyra block, sex olika behandlingar med 10 träd per behandling (figur 1). Av dessa 10 användes de sex mittersta träden för provtagning och analys. Den totala kvävegivan var 30 g per träd och säsong och gödslingsperioden var nio veckor, med start i juni. De trögflytande organiska gödselmedlen Vinass, som är en restprodukt från jästindustrin, och Fontana, som består av fermenterade växtextrakt, jämfördes med ammoniumsulfat, som är ett oorganiskt kvävegödselmedel och med en kontroll som endast fick vatten. Övrig skötsel såsom bladgödsling med mikronäring samt växtskyddsåtgärder har utförts av försöksvärdarna och följde respektive odlings praxis. Under de fyra odlingsäsongerna har det uppstått många tekniska problem med bevattningen och på grund av uteblivet stöd från bevattningsföretaget var vi tvungna att se till vetenskapligheten i projektet och därmed handgödsla varje träd.



A: Vinass (3,3 g N/vecka (9v))
 B: Fontana (3,3 g N/vecka (9v))
 C: Vinass (4 g N/vecka (5v) + 2,5 g N/vecka (4v))
 D: Fontana (4 g N/vecka (5v) + 2,5 g N/vecka (4v))
 E: Ammoniumsulfat (3,3 g N/vecka (9v))
 F: Vatten (9v)

Figur 1. Schematisk bild över fältförsöket och dess behandlingar.

Tabell 1. Försöksplatsdata vid försöksstart 2016. Ca-, K-, Mg- och P-AL anges i mg per 100 g lufttorkad jord, medan Nmin och B anges i mg per kg lufttorkad jord.

	Solnäs 2016	Kivik 2016
Ca-AL	222	137
K-AL	36 (V)	59 (V)
Mg-AL	21	14
P-AL	14 (IV)	29(V)
Bor	1,63	0,74
Nmin NO₃	14,2	6,7
Nmin NH₄	1,0	1,7
pH	6,7	6,8
Mullhalt	3,1	3,4
Lerhalt	15	9
Jordart	mmhsaLL	mmhlSa

Inför försöksstart togs en fullständig jordanalys för att erhålla jordens näringsstatus (tabell 1) sedan togs månadsvisa jordprov under odlingssäsongen för att mäta N-mineralisering, pH och ledningstal. Trädens tillgodogörande av det tillförda kvävet följdes genom regelbundna bladanalyser under säsongen. Bladens kvävestatus mättes en gång/månad från juni till oktober på 60 blad per ruta, med hjälp av en handhållen N-mätare (Yara N-tester). För att undersöka de olika N-gödslingsstrategiernas effekt på tillväxten mättes stamtillväxt, grentillväxt samt fruktavkastning. Vid skörd vägdes och räknades all frukt, varvid äpplen togs undan till växtnäringsanalys, kvalitetsanalys samt sparades för lagring (72 st per ruta). Frukten kvalitets (fasthet, färg, smak (sockerhalt) bedömdes både vid skörd och efter lagring i kontrollerad atmosfär (ULO-lager). Efter några månaders lagring utfördes en visuell bedömning av angreppet av svampsjukdomar samt fysiogena skador.

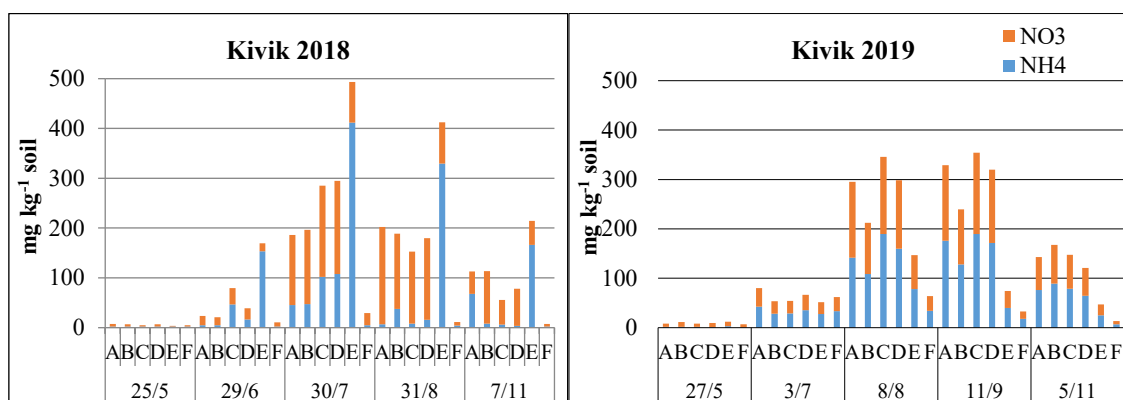
Analyser

Tolv äpplen per ruta sköljdes, skalades och klyftades, varvid två klyftor per äpple togs ut och frystorkades. Sedan maldes proverna och 0,5 g våtförbrändes i HNO₃ (65%) i mikrovågsugn varefter proverna analyserades på ICP-OES (B, Ca, K, Mg, Mn, P, S). För fruktkvalitet analyserades 10 äpplen per ruta. Grundfärg (skala 1-10) och täckfärg (%) bedömdes okulärt. Reduktion i fruktfasthet p.g.a. pektinnedbrytning bedömdes med en penetrometer (kg/cm²). Löslig torrsubstans (SSC) dvs. sockerhalt plus andra lösta ämnen, mättes i äppelsaften med hjälp av en refraktometer och registrerades i procent.

Resultat och diskussion

Kvävestatus i träd och mark

Mängden tillgängligt kväve i form av nitrat och ammonium varierade både över säsong och behandling (figur 2). Mineraliseringen av kväve är till stor del beroende av temperaturen och tillgången på vatten i marken, eftersom dessa processer involverar marklevande mikroorganismer. I maj 2018 och 2019 fanns det väldigt låga nivåer av tillgängligt kväve i Kivik, medan det redan fanns upp emot 100 mg kväve per kg jord på Solnäs. Detta kan bero på att jorden på Solnäs är mer vattenhållande och att våren är tidigare här så att mineraliseringen kommer igång tidigare. Figur 2, visar tydligt att inget år är sig likt, det enda tydliga är att behandlingen med enbart vatten nästan inte har något tillgängligt kväve. Det är då förundransvärt att detta led (F) ändå avkastar så bra som det gör (figur 3).



Figur 2. Mängden tillgängligt kväve i form av nitrat och ammonium i den ekologiska odlingen i Kivik, 2018-2019. Gödningen startade den 21/6 och pågick i nio veckor. A: Vinass 3,3 g/vecka (9v); B: Fontana 3,3 g/vecka (9v); C: Vinass 4 g/vecka (5v) + 2,5 g/vecka (4v); D: Fontana 4 g/vecka (5v) + 2,5 g/vecka (4v); E: Ammoniumsulfat 3,3 g/vecka (9v); F: Vatten.

Ungefär samtidigt med jordprovtagningarna togs bladprov, på vilka kvävestatusen mättes med hjälp av en N-testare. N-testaren mäter ljusreflektion, som är ett mått på mängden klorofyll i bladet, som i sin tur är korrelerat till mängden kväve i bladet. Mätningarna visade endast ett fåtal signifikanta skillnader i kväveinnehåll mellan de träd som gödslats med ammoniumsulfat och de organiska gödselmedlen i led A-D (för Kivik aug/okt 2017 och okt 2019 och för Solnäs juni 2018 och okt 2019; tabell 2). Generellt ökade kväveinnehållet och nådde en topp i mitten på säsongen (juli och

augusti) för att sedan sjunka igen. Under 2019 var mönstret dock något annorlunda då kvävestatusen ökade under säsongen för att i flera fall nå sina högsta värden i oktober.

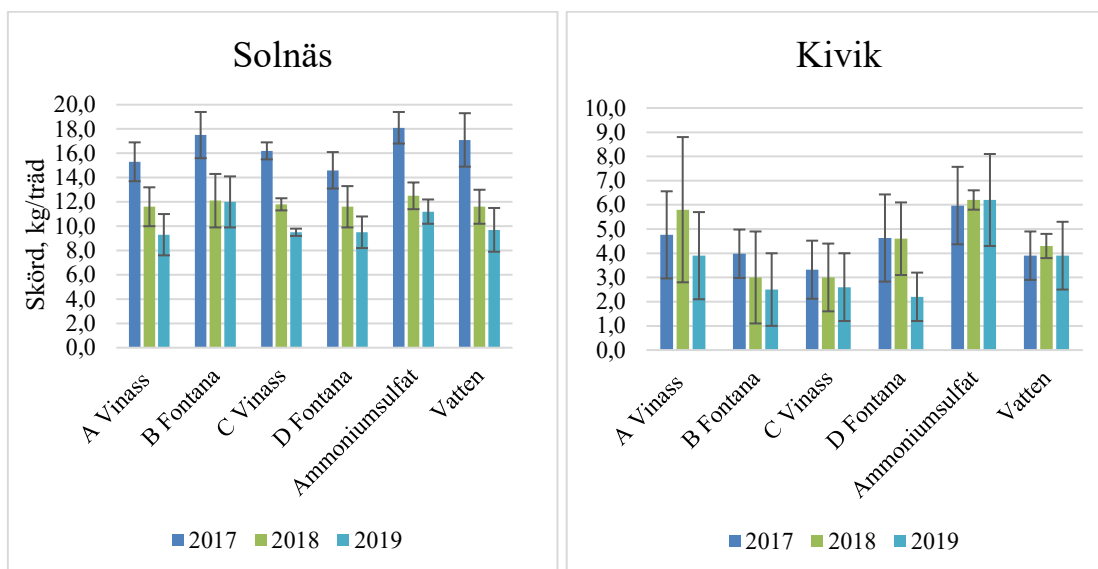
Tabell 2. Kvävestatus i blad för Kivik och Solnäs under 2017, 2018 och 2019.

Kivik	2017				2018				2019			
	Juni	Juli	Aug	Okt	Juni	Juli	Aug	Okt	Juni	Juli	Aug	Okt
A Vinass	446a	527a	517b	422b	497a	523a	514a	484a	464b	501a	543a	511b
B Fontana	459a	559a	555ab	479ab	477a	494a	490a	463a	512a	557a	577a	580a
C Vinass (2/3 + 1/3)	439a	489a	543ab	418b	500a	513a	511a	509a	480ab	534a	550a	543ab
D Fontana (2/3 + 1/3)	449a	556a	545ab	477ab	485a	511a	519a	503a	463b	493a	529a	547ab
E Ammoniumsulfat	472a	579a	615a	555a	475a	501a	504a	499a	474ab	505a	570a	576a
F Vatten	481a	554a	560ab	438b	477a	511a	493a	472a	472ab	514a	546a	553ab
Solnäs	2017				2018				2019			
Led	Juni	Juli	Aug	Okt	Juni	Juli	Aug	Okt	Juni	Juli	Aug	Okt
A Vinass	516a	585a	597a	541ab	595ab	594a	594a	577ab	595ab	630ab	627a	637ab
B Fontana	531a	594a	597a	571a	575b	582a	589a	572ab	600ab	620ab	628a	626b
C Vinass (2/3 + 1/3)	519a	575a	606a	532ab	591ab	594a	593a	575ab	606a	641a	633a	631ab
D Fontana (2/3 + 1/3)	520a	589a	607a	569a	595ab	588a	598a	578ab	594ab	629ab	639a	639ab
E Ammoniumsulfat	520a	584a	615a	565a	606a	605a	602a	603a	622a	653a	646a	663a
F Vatten	538a	589a	583a	487b	576b	587a	582a	549b	575b	603b	595b	583c

Organisk kvävegödsling och avkastning

Avkastningen på de båda platserna har påverkats av olika oförutsägbara faktorer. Äppleträden i Kivik har drabbats av stora sorkangrepp och under sista året drogs alla intilliggande träd upp pga sorkproblem. I en del fall har hela led i ett block dött, vilket påverkat resultatet. Båda försöksplatserna utöver detta haft flertalet incidenter med avkörda bevattningsslangar och dyligt, varför inte bevattningen under torkperioderna varit tillfredsställande.

Det fanns inga signifikanta skillnader mellan de olika behandlingarna, vilket är ett gott betyg för de organiska gödselmedlen, varken på Solnäs eller i Kivik. Försöket på Solnäs gav ett jämnare utslag mellan de olika behandlingarna och visar sig fungera likväl som ammoniumsulfat (figur 3). Skörden i Kivik var mer varierande, vilket antagligen beror på de odlingstekniska problem som uppstod.



Figur 3. Skörd, kg/träd, på Solnäs och i Kivik, 2017-2019. A: Vinass 3,3 g/vecka (9v); B: Fontana 3,3 g/vecka (9v); C: Vinass 4 g/vecka (5v) + 2,5 g/vecka (4v); D: Fontana 4 g/vecka (5v) + 2,5 g/vecka (4v); E: Ammoniumsulfat 3,3 g/vecka (9v); F: Vatten. Felstaplarna visar SE.

Organisk kvävegödsling och fruktqualitet

Angreppet av lagringssjukdomar (figur 4) har varierat under de år som försöken pågått. Mycket beroende av vädret, där t ex 2018 var ett extremt torrt och varmt år, vilket avspeglades i det procentuella angreppet av svampsjukdomar som efter lagring i ULO var mycket lågt, 0-5 % i Kivik och 10-18% på Solnäs. Året innan var angreppet högre i Kivik (20-30 %) medan det låg på samma nivå (15-18 %) på Solnäs. Skillnaden mellan åren kan även bero på att lagringstiden varierat då vi varit beroende av när vår samarbetspartner öppnat ULO-lagret. År 2019 är inte representativt då lådorna glömdes bort av samarbetspartner och därmed aldrig placerades i ULO-lagret, vilket innebar att *Monilia* spred sig bland lådorna.



Figur 4. Lagringssjukdomar; *Colletotrichum* spp (bitterröta) & *Neofabrea* spp (lenticellröta) på bilden till vänster samt *Penicillium expansum* (grönmögel) & *Phacidiopycnis washingtonensis* (gummiröta) till höger (Foto: Helene Larsson Jönsson).

Innehållet av kalcium och bor kan påverka mängden lagringssjukdomar, främst fysiologiska sådana, såsom pricksjuka. Det var endast på Solnäs 2018, som kalciuminnehållet var signifikant högre då en större andel Vinass tillförts i början av

säsongen (Led C). Övriga år var det ingen signifikant skillnad mellan de olika behandlingarna. Skillnaderna mellan platserna är inte relevanta då de fått olika bladgödslingsbehandlingar (tabell 3).

Tabell 3. Kalcium- och borinnehåll i äpple vid skörd i Kivik och Solnäs år 2017, 2018 och 2019. A: Vinass 3,3 g/vecka (9v); B: Fontana 3,3 g/vecka (9v); C: Vinass 4 g/vecka (5v) + 2,5 g/vecka (4v); D: Fontana 4 g/vecka (5v) + 2,5 g/vecka (4v); E: Ammoniumsulfat 3,3 g/vecka (9v); F: Vatten. Olika bokstäver visar på signifikans ($p>0,05$) inom varje försöksplats.

	2017				2018				2019			
	Ca mg/g DW		Bor µg/g DW		Ca mg/g DW		Bor µg/g DW		Ca mg/g DW		Bor µg/g DW	
Led	Kivik	Solnäs	Kivik	Solnäs	Kivik	Solnäs	Kivik	Solnäs	Kivik	Solnäs	Kivik	Solnäs
A Vinass	0,23a	0,42a	19,8a	18,8a	0,20a	0,24b	11,8a	15,1a	0,17a	0,17a	13,8a	16,5a
B Fontana	0,24a	0,36a	19,6a	19,2a	0,27a	0,24b	15,1a	15,3a	0,17a	0,16a	11,9a	17,0a
C Vinass (2/3 + 1/3)	0,23a	0,41a	18,9a	19,3a	0,23a	0,30a	11,8a	15,8a	0,14a	0,17a	11,8a	16,9a
D Fontana (2/3 + 1/3)	0,20a	0,43a	19,7a	19,1a	0,26a	0,26ab	12,7a	15,5a	0,15a	0,17a	11,2a	16,5a
E Ammoniumsulfat	0,27a	0,35a	18,1a	17,0a	0,21a	0,25ab	10,5a	13,3a	0,17a	0,16a	11,2a	14,4a
F Vatten	0,23a	0,36a	19,4a	16,7a	0,24a	0,24b	11,8a	14,2a	0,15a	0,19a	12,7a	16,4a

Det var ingen skillnad mellan de olika behandlingarna vad gäller grundfärg och täckfärg, men äpplena i Kivik har mer färg jämfört med Solnäs. Detta beror troligen till stor del på större radavstånd och mindre mängd blad på dessa träd, vilket ger en högre solinstrålning. När det gäller fasthet skiljer sig de olika platserna åt och på Solnäs (IP-odlingen) påverkas fastheten inte signifikant av de olika behandlingarna, medan ammoniumsulfatledet oftast har lägre fasthet än de olika organiska gödselleden (tabell 4). Under 2018, som var ett mycket torrt år, har led A och B, som båda fått kväve i lika stor mängd under nio veckor gett högst sockerhalt i Kivik, medan fastheten på Solnäsäpplena inte alls påverkades av gödslingsstrategierna (tabell 4).

Tabell 4. Fasthet och sockerhalt (SSC) vid skörd i Kivik och Solnäs år 2017, 2018 och 2019. A: Vinass 3,3 g/vecka (9v); B: Fontana 3,3 g/vecka (9v); C: Vinass 4 g/vecka (5v) + 2,5 g/vecka (4v); D: Fontana 4 g/vecka (5v) + 2,5 g/vecka (4v); E: Ammoniumsulfat 3,3 g/vecka (9v); F: Vatten. Olika bokstäver visar på signifikans ($p>0,05$) inom varje försöksplats.

	2017				2018				2019			
	Fasthet kg/cm ²		SSC %		Fasthet kg/cm ²		SSC %		Fasthet kg/cm ²		SSC %	
Led	Kivik	Solnäs	Kivik	Solnäs	Kivik	Solnäs	Kivik	Solnäs	Kivik	Solnäs	Kivik	Solnäs
A Vinass	8,7a	7,2a	13,8ab	11,5ab	8,1bc	6,4a	15,0ab	12,4a	9,1a	7,6a	13,0ab	13,5a
B Fontana	8,3ab	6,8a	13,7ab	11,5ab	9,0a	6,6a	15,8a	12,7a	9,6a	7,6a	13,3ab	12,7b
C Vinass (2/3 + 1/3)	8,5ab	7,1a	14,0a	11,2ab	8,3ab	6,6a	13,6c	12,5a	8,9a	7,8a	13,0ab	13,2ab
D Fontana (2/3 + 1/3)	8,3ab	7,1a	13,5ab	11,1b	7,7bc	6,4a	14,3bc	12,3a	9,6a	7,6a	13,5a	13,1ab
E Ammoniumsulfat	7,8b	7,0a	13,2b	11,7a	7,4c	6,6a	14,5bc	12,9a	8,6a	7,5a	12,9ab	13,6a
F Vatten	8,2ab	7,1a	13,7ab	11,4ab	8,1bc	6,6a	14,0bc	12,47a	9,2a	7,8a	12,8b	13,4ab

Slutsatser

Den huvudsakliga slutsatsen efter fyra års fältförsök är att det i de flesta fall inte finns några signifikanta skillnader i bladens kväveinnehåll, kvävetillsättningen under odlingsåret eller fruktens kvalitet, mellan de träd som gödslats med de trögflytande organiska kvävegödselmedlen och de som gödslats med ammoniumsulfat. Detta är i sig ett bra resultat och visar att de flytande organiska gödselmedlen i denna studie, Vinass och Fontana, har potential att bli ett hållbart kvävegödselmedelsalternativ för äpple producerade i både ekologiska system och IP system. Det som återstår att göra är att arbeta för att höja skördenivån samt att komma fram till någon teknisk lösning för att enkelt sprida dessa trögflytande organiska gödselmedel.

Nytta för näringen och rekommendationer

Studien har under de fyra säsongerna visat att de flytande organiska gödselmedlen i denna studie, Vinass och Fontana, har gett en god tillgänglighet av kväve då inga skillnader i bladkväve har uppstått. Detta tyder på att dessa gödselmedel kan leverera lättillgängligt kväve under säsongen då träden behöver det. Ett av de målen som inte uppnåddes under denna tidsperiod var att få till ett fungerande bevattningssystem där dessa flytande organiska gödselmedel tillfördes kontinuerligt till träden under säsongen. På grund av den höga viskositeten och innehållet av små partiklar hos de organiska gödselmedlen var det svårt att få pumparna att fungera någon längre tid. Det som framför allt återstår att göra är alltså att arbeta för att komma fram till någon användarvänlig teknisk lösning för att enkelt sprida dessa trögflytande organiska gödselmedel.

Referenser

Jönsson, Å, Nybom, H. och Rumpunen, K. (2010) Fungal disease and fruit quality in an apple orchard converted from integrated production to organic production. *Journal of Sustainable Agriculture*, 34: 15-37

Munoz N., Guerri F., Legaz F., Primo-Millo E.N. 1993. Seasonal uptake of SN-nitrate and distribution of absorbed nitrogen in peach trees. *Plant Soil* 150: 263-269

Neilsen, D., P. Millard, L.C. Herbert, G.H. Neilsen, E.J. Hogue, P. Parchomchuk, och B.J. Zebarth. 2001. Nitrogen uptake, efficiency of use, and partitioning for growth in young apple trees. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 126:144-150.

Tahir, I. (2014) *Fruktodling och efterskördbehandling*. Jordbruksverket. Förlag: Visionmedia Syd. ISBN: 978-91-86417-88-8

Wassenaar, L.I., M.J. Hendry and N. Harrington, N. 2006. Decadal geochemical and isotopic trends for nitrate in a transboundary aquifer and implications for agricultural management practices. *Env. Sci. Technology*. 40(15):4626-4632.

Del 3: Resultatförmedling

Vetenskapliga publiceringar	Preliminär titel: Impact of liquid organic N-fertilizers on fruit quality and nutrient content in apple
Övriga publiceringar	Helene Larsson Jönsson & Helena Persson Hovmalm, 180425. Intervjuad av Tobias Rosengren, journalist åt Viola. Växtnäringsbevattning ska stärka ekologisk äppelodling, Viola nr 6 2018.
	Planerat SLU Faktablاد hösten 2020
Muntlig kommunikation	Helene Larsson Jönsson.160129. Odlardag Äppelriket, Kivik. 60-tal odlare och några rådgivare och branschfolk. Föredrag om nytt växtnäringsförsök i äpple.
	Helene Larsson Jönsson & Helena Persson Hovmalm. 170703. Fältvandring i frukt, LRF. Visade växtnäringsförsök i Kivik för 10-15 odlare, rådgivare.
	Helene Larsson Jönsson. 180201. Frukträff på Helgegården. SLU, PA & LRF Trädgård. Växtnäringsbevattning med organiska N-gödselmedel i svensk äppelproduktion. Seminarium för ett 60-tal odlare/rådgivare
	Helene Larsson Jönsson & Helena Persson Hovmalm, 181206. Fertigation with organic N-fertilizers in Swedish apple production. Seminarium på Inst. för Växtförädling, SLU, Alnarp, 20-tal forskare
	Helene Larsson Jönsson, 190227. Näringstillförsel i äppelodling. Frukträff på Helgegården. SLU, PA & LRF Trädgård. Seminarium för odlare/rådgivare och andra i fruktbranschen.
	Helena Persson Hovmalm, 2018, Research methodology, MSc Crop Science, UR, Rwanda
Studentarbete	Helene Larsson Jönsson, undervisning på Trädgårdsingenjörsprogrammet
	Studenter på Hortonom- och trädgårdsingenjörsprogrammet har deltagit i skörd och kvalitetsmätning