

Successiv utveckling av hållbara odlingsystem i långliggande grönsaksförsök

Slutrapport SLF Projektnr H1256181

Per Modig, HIR Skåne; Maria Viketoft, SLU; Lars Mogren, SLU; Anita Gunnarsson, Hushållningssällskapet Skåne

Sammanfattning

Det långliggande odlingsystemförsöket i Önnestad med två konventionella och tre ekologiska växtföljder hade 2006-2015 fokus på grönsaksodling. Frilevande nematoder och rotgallnematoder är ett stort problem i grönsaksodling, både konventionell och ekologisk. När kvaliteten hos konventionellt och ekologiskt odlade grönsaker jämförs är det inte ovanligt att olika sorter jämförs med varandra. I detta projekt analyserades förekomsten av rotgall-, rotsårs-, stubbrots- och nålnematoder (*Meloidogyne*, *Pratylenchus*, *Trichodorus* och *Paratrichodorus samt Longidorus*) i jordprover från försöksplatsen 2012-2016. Vidare analyserades produktkvalitet av grönsaker av samma sorter men i olika odlingsystem åren 2013-2015.

De frilevande nematodsläkten rotsårsnematoder och stubbrotsnematoder förekom i större utsträckning i odlingsystem med vall. För dessa släkten hade de ingående grödorna i odlingsystemen större betydelse än om odlingsystemet var ekologiskt eller konventionellt medan antalet nålnematoder påverkades av odlingsystemet; lägre förekomst i konventionella än i ekologiska system. På grund av väldigt fläckvisa förekomster kunde inga slutsatser dras om odlingsystemeffekter på rotgallnematoder.

För de studerade produktkvalitetsaspekterna hittades inga samband med odlingsystem. Både torrsubstans-, socker- (soluble solids (Brix)) och antioxidanthalt varierade mellan år och odlingsystem men variationerna tyder snarare på skillnader i mognadsstadium än på skillnad mellan ekologisk eller konventionell odling.

Skördar mättes i försöket 2013-2014. De ekologiska skördarna av spannmål låg i medeltal på 78 % av de konventionella. Ekologisk potatis avkastade 10 % lägre än konventionell, rödbetor ca 25 % lägre, morot ca 10 % lägre medan ekologisk lök i medeltal gav ca 10 % högre skörd än konventionell. Ekologisk slåttervall avkastade ca 10 % lägre än konventionell slåttervall.

Innehållsförteckning

Sammanfattning	1
Innehållsförteckning	1
Introduktion	2
Bakgrund om odlingsystemförsöket	2
Nematoder	2
Produktkvalitet.....	2
Syfte	3
Material och metod	3
Odlingsystemförsöket i Önnestad	3
Nematoder	4
Produktkvalitet.....	4
Resultat och diskussion	5
Skördar	5
Frilevande nematoder och rotgallnematoder	5
Produktkvalitet.....	9
Slutsatser	9
Informations spridning	9
Referenser	10

Introduktion

Bakgrund om odlingssystemförsöket

Åren 1987-2015 fanns ett försök i Önnestad med fem odlingssystem: två konventionella och tre ekologiska. Samtliga system innefattade sexåriga växtföljder där alla grödor odlades varje år utan upprepning inom året. Från och med det fjärde växtföljdsomloppet (med start 2006) var fokus på grönsaksodling med rödbetor, morötter och lök (utöver potatis), medan det de föregående åren, hade mer fokus på traditionella skånska jordbruksgrödor. Tre av växtföljderna innehöll tvåårigvall och de båda andra hade sedan 2006 klöverfrödning med i växtföljden. Från och med 1987 till och med 2012 genomfördes ett liknande försök på ytterligare en försöksplats (Bollerup) och 1987 t o m 2006 på en tredje plats (Östra Ljungby). För åren 2013-14 beviljades finansiering för trädgårdsinriktningen i Önnestadsförsöket från SLF, Region Skånes Miljöfond samt från Partnerskap Alnarp och för 2015 fanns finansiering från SLF samt en mindre del från Partnerskap Alnarp. Under dessa sista år har studier av nematoder och produktkvalitet i grönsaksodling stått i fokus.

Nematoder

Under senare år har problem med frilevande nematoder och rotgallnematoder uppmärksammats allt mer, inte minst i morotsodlingar, och därför aktualiserades risken för problem i Önnestadsförsöket. Våren 2012 togs prover för analys av frilevande nematoder och rotgallnematoder i var och en av rutorna i växtföljderna. Anmärkningsvärt höga förekomster av rotgallnematoden, *Meloidogyne hapla*, konstaterades. Medeltal för varje system A – E var 270, 26, 100, 104 respektive 709 nematoder/250 g jord. Stora variationer mellan försöksrutorna förekom, men inga signifikanta systemskillnader.

Värdväxtkretsen för *M. hapla* är mycket stor. Det finns många uppgifter om förekomst och skador av *M. hapla* i olika grönsakskulturer, potatis, sockerbetor och baljväxter (Merrifield, 2000; Davies, 2002). Ogräs inom många olika växtfamiljer är också värdväxter, dock inte gräsfamiljen, *Poaceae*. *Meloidogyne hapla* är spridd i stora delar av världen och är den vanligaste rotgallnematoden i tempererat klimat (Moens *et al.*, 2009).

Morötter infekterade av *M. hapla* blir försenade i sin utveckling och har en långsammare tillväxt, deformerad pålrot (förgrenade rötter), gallbildningar och snabb nytillväxt av sidorötter. Eftersom morötter deformerar av rotgallnematod och därigenom blir osäljbara kan morötter anses ha nolltolerans för rotgallnematod (Potter och Olthof, 1993). Potatisknölar får nekrotiska fläckar i området mellan skal och kärtring, vilka uppkommer när honorna börjar producera ägg. Tidig potatis, som skördas senast i juli, klarar sig utan skador. Knölskador brukar inte märkas förrän i september (Stevensson *et al.*, 2001). Stora skördeförluster har också observerats i flera länder. När temperatur, fuktighet och syrehalt är bra kläcks äggen. De fritt rörliga larverna (J2) är mycket känsligare än äggen och dör om de inte hittar någon värdväxt. Kunskapen är bristfällig och forskning behövs bl. a om hur kläckningen varierar i fält under säsongen och om eller hur den påverkas av värdväxternas ålder (Curtis *et al.*, 2009). Det behövs också mer kunskap om hur rotgallnematoder, men också frilevande nematoder, påverkas av om odlingssystemet är ekologiskt eller konventionellt.

Produktkvalitet

I en litteraturgenomgång om forskning kring ekologiska produktionssystem konstaterade Watson *et al.* (2008) att det finns anmärkningsvärt få publikationer kring produktkvalitet.

Det är vanligt att studier som jämför olika odlingssystem jämför olika sorter av samma gröda (Brandt & Mølgaard, 2001). Det blir därför svårt att säga om det egentligen är sortskillnader som studeras när produktkvaliteten utvärderas istället för skillnader mellan produktionssystemen. Ett argument som framförs är att konsumenten köper en ”ekologisk” eller en ”konventionell” produkt och inte primärt bryr sig om vilken sort det handlar om. Men ur forskningsperspektiv är det mycket viktigt att kunna svara på vad som är den faktiska skillnaden mellan olika system. I en studie, utförd

i östra delen av Sverige, konstaterades att ekologiskt odlad lök gödslad med långsamverkande kväve resulterade i lägre antal skördade ton produkt per ytenhet men lökarna var av lika bra kvalitet och hade lika högt innehåll av flavonoider som konventionellt odlad lök från samma fält (Mogren *et al.*, 2008). År 2001 definierades ett antal vetenskapliga hypoteser angående skillnader mellan ekologiska och konventionella produkter (Brandt & Mølgaard, 2001). Sedan dess har det i några studier visat sig att det ekologiska jordbruket generellt producerar grönsaker med liknande eller något högre polyfenolinnehåll (Faller & Fialho, 2010).

Statistiska analyser av databaser har tidigare visat att ur närings- och toxikologisk synpunkt är ekologiska grönsaker och potatis i allmänhet inte signifikant bättre än konventionella grönsaker och potatis (Hoefkens *et al.*, 2009).

Syfte

Det övergripande syftet med odlingssystemförsöket i Önnestad har varit att, genom framtagandet av objektiv kunskap, bidra till en utveckling av de ingående systemen i en riktning mot ökad hållbarhet. För de ekologiska systemen har ökad skördenivå, vidare optimering av biogas-systemet samt hantering av rotgallnematoder stått i fokus medan de konventionella systemen fokuserat på minskad bekämpningsmedelsanvändning och IPM. Effektivare näringsutnyttjande och minskad läckagerisk har prioriterats i samtliga system.

I föreliggande projekt har frågeställningarna begränsats till följande: Hur påverkas nematodförekomsten i grönsaksväxtföljder av odlingssystemet? Hur påverkas produktkvalitet i grönsaker beroende på odlingssystem?

Material och metod

Odlingssystemförsöket i Önnestad

Odlingssystemförsöket i Önnestad ligger ca en mil nordväst om Kristianstad, i nordöstra Skåne (SWEREF99 TM 6212663, 439550). Jordarten är en måttligt mullhaltig till mullrik lerig sand. Medelavkastningen för konventionell höstråg var under perioden 1993-2012 57 dt/ha. Under perioden 1988-2012 var medelavkastningen i konventionellt vårkorn med insädd 55 dt/ha.

Inriktningen av försöket under den aktuella perioden (2013-2015) var mot traditionella lantbruksgrödor, grönsaker och vitklöverfrö (Tabell 1 och 2). Alla grödor odlades varje år utan upprepning, totalt 30 rutor (12 x 15 m). Varje ruta hade ett omfattande och fullständigt specificerat skötselprogram, anpassat till odlingssystemet och försöksplatsen. Lök, morötter, potatis och rödbetor bevattades vid behov.

Principerna för växtnäringstillförsel har varit följande: Alla system har gödslats med fosfor och kalium motsvarande bortförsel. De två systemen med tänkt kreatursbesättning (B och D) har gödslats med nötflyt så mycket som systemet producerar, och systemet med biogasvall (C) har gödslats med rötrest så mycket som systemet beräknats producera samt en mindre giva Ekogödsel (pellets). De konventionella systemen A och B har gödslats med mineralgödsel motsvarande grödans behov av kväve. System E har gödslats med inköpt ekogodkänd gödsel i form av Ekogödsel (pellets) och vinass.

Ogräsbekämpningen i de ekologiska systemen samt i konventionell potatis har gjorts mekanisk. I övriga konventionella systemen har den gjorts kemiskt, men behovsanpassat. Bekämpning av skadegörare har gjorts kemiskt i system A och B, baserat på behovet.

Åren 2013-14 mättes skördar i alla grödor men eftersom det 2015 endast fanns finansiering till specialstudier gjordes inga skördemätningar.

Tabell 1. Växtföljder i Önnestad i odlingssystemförsökets fjärde växtföljdsomlopp 2007-2012, dvs dessa grödor påverkade provtagningen våren 2012 och 2013

	A Konventionell	B Konventionell	C Ekologisk, KRAV	D Ekologisk, KRAV	E Ekologisk, KRAV
	Utan kreatur	Med kreatur	Utan kreatur	Med kreatur	Utan kreatur
År	Lantbruksgrödor, grönsaker, fröodling	Traditionella lantbruksgrödor	Lantbruksgrödor, grönsaker, rötrest från biogas	Traditionella lantbruksgrödor	Lantbruksgrödor, grönsaker, inköpt växtnäring
1	Morötter	Rödbetor	Morötter	Rödbetor	Morötter
2	Plantlök	Havre	Korn	Havre/ärt + ins rajgräs	Havre/fodervicker + eftersådd oljerättika
3	Potatis	Potatis +oljerättika	Plantlök + råg (fånggröda)	Potatis + oljerättika	Plantlök + råg (fånggröda)
4	Råg + vårinsådd	Korn (foder) + ins	Havre + ins	Korn + ins	Korn
5	Rödklöver (frö)	Fodervall I	Biogasvall I *)	Fodervall I	Råg + vårins
6	Rödbetor	Fodervall II	Biogasvall II *)	Fodervall II	Rödklöver (frö)

*) Vallblandningen i biogasvallen bestod av engelskt rajgräs (70 %), rödklöver (15 %) och vitklöver (15 %) för att optimera biogasutbytet. Fodervallsblandningarna var traditionella blandningar med flera gräsarter samt röd- och vitklöver.

Tabell 2. Växtföljder i Önnestad i odlingssystemförsökets femte växtföljdsomlopp 2013-2015, dvs dessa grödor påverkade nematodprovtagningen våren 2014-2016

År	A Konventionell	B Konventionell	C Ekologisk, KRAV	D Ekologisk, KRAV	E Ekologisk, KRAV
1	Morötter +råg (fånggröda)	Rödbetor	Korn + oljerättika	Rödbetor	Korn + oljerättika
2	Plantlök + råg (fånggröda)	Havre	Morötter + råg (fånggröda)	Havre/ärt + ins rajgräs	Morötter + råg (fånggröda)
3	Potatis	Potatis +oljerättika	Plantlök + råg (fånggröda)	Potatis + oljerättika	Havre/fodervicker + eftersådd oljerättika
4	Råg + vårinsådd	Korn (foder) + ins	Havre + ins	Korn + ins	Plantlök
5	Vitklöver (frö)	Fodervall I	Biogasvall I *)	Fodervall I	Råg + vårinsådd
6	Korn + oljerättika	Fodervall II	Biogasvall II *)	Fodervall II	Vitklöver (frö)

*) Vallblandningen i biogasvallen bestod av engelskt rajgräs, timotej, rajsvingelhybrid och vitklöver men ingen rödklöver för att minska uppförökningen av rotgallnematod. Fodervallsblandningarna var traditionella blandningar med flera gräsarter samt röd- och vitklöver.

Nematoder

Varje år har jordprovtagning gjorts direkt före vårplöjning. För att rotgallnematoder ska ha kläckts ut har det varit minst någon vecka med plusgrader innan provtagningen. Hösten 2013 togs dessutom jordprover den sista veckan i oktober, efter avslutad tillväxt. Proverna har tagits rutvis till 25 cm djup. Sticken har fördelats jämnt över rutan – totalt 1,5 kg/prov. Jordborren har rengjorts mellan rutorna för att undvika kontamination. Efter provtagning har proverna förvarats svalt i förslutna plastburkar tills de skickats till Nematodlaboratoriet i Alnarp för bestämning av rotgall-, stubbrots-, rotsårs- och nålnematoder.

Produktkvalitet

Produktkvaliteten bedömdes utseendemässigt och analyserades med avseende på vattenhalt/torrsubstanshalt, sockerhalt samt för lök även flavonoiden Quercetin.

Enligt planen skulle lök, rödbetor och morot studeras. Säsongen 2013 utgick morot ur försöket eftersom växtföljden lades om för att bättre kunna hantera nematodproblem. Dessutom skördades och slängdes rödbetorna på grund av kommunikationsmiss innan prover togs ut. Därför kunde endast lökprover sparas för fortsatt analys. Säsongerna 2014 och 2015 skördades lök, rödbetor, morot och potatis, transporterades till Alnarp och provbereddes enligt nedan.

Förutom avkastning, sortering och allmänna kvalitetsbedömningar, som gjordes av Hushållningssällskapet i samband med skörd, gjordes laboratorieanalyser vid SLU, Alnarp.

Samtliga grödor skalades och hackades/revs efter skörd för att sedan frystorkas. Genom att bestämma vikten före och efter frystorkning erhöles en exakt bestämning av vattenhalt/torrsubstanshalt.

Samtliga provers sockerhalt (soluble solids) bestämdes. Färskas prover frystes för att vid senare tillfälle tinas och pressas till juice med hjälp av vitlökspress. Sockerhalten bestämdes med en digital refraktometer (Palette 100) och uttrycktes som °Brix i saften. Detta är ett bra mått dels i relation till total skörd som ett mått på fotosyntesen, dels som ett kvalitetskriterium. Även HPLC-analyser av samtliga lökprover har gjorts med avseende på halten av flavonoiden Quercetin (en viktig antioxidant).

Resultat och diskussion

Skördar

Morötter odlades inte 2013 eftersom växtföljden lades om. Insådda grödor där det gjordes ändringar i artval (biogasvall och klöverfrövall) fanns inte heller att skörda 2013. För råg saknas siffror för 2014 eftersom den rutan av misstag harvades upp på våren.

Tabell 3. Skördar i Önnestad, 2013-2014. För morot och lök ton/ha före storlekssortering, för rödbetor och potatis ton/ha säljbar vara (rätt storlek och inga skador). Spannmål dt/ha, klöverfrö kg/ha och grovfoder ton ts/ha. För vall redovisas även baljväxtandelen (%)

År	A Konventionell	B Konventionell	C Ekologisk	D Ekologisk	E Ekologisk
	Morötter	Rödbetor	Korn	Rödbetor	Korn
2013		71	48	51	35
2014	93	59	51	45	50
	Plantlök	Havre	Morötter	Havre/ärt	Morötter
2013	92	32		37	
2014	84	60	80	63	72
	Potatis	Potatis	Plantlök	Potatis	Havre/fodervicker
2013	35	37	101	34	8,3
2014	52	47	96	43	6,4
	Råg	Korn	Havre	Korn	Plantlök
2013	63	66	49	51	89
2014	77	88	53	34	96
	Vitklöver (frö)	Fodervall I	Biogasvall I	Fodervall I	Råg
2013		12 12 %		9,4 54 %	50
2014	530	13 33 %	6,7 46 %	11 58 %	
	Korn	Fodervall II	Biogasvall II	Fodervall II	Vitklöver (frö)
2013	65	8,6 40 %	7,5 61 %	8,7 49 %	
2014	79	11 41 %	3,9 48 %	10 54 %	520

För spannmål år 2013 – 2014 låg de ekologiska skördarna i försöket på i snitt 78 % av de konventionella skördarna. Det är högre än det var i det tidigare omloppet 2007-2012 (råg 54 %, vårkorn 74 % och havre 65 %). Skörden av ekologisk potatis var 90 % av den konventionella skörden vilket även det är något högre än 2007-2012 (80 %). Den ekologiska löken hade bättre skörd än den konventionella vilket kan bero på en mycket stor andel lökar >60 mm båda åren och 2013 även stor andel >80 mm speciellt i de ekologiska systemen. En förklaring till detta kan vara att det var ojämnt antal lökplantor i torvkuberna som planterades och i många kuber var det för få plantor. Med endast ett års skördesiffror för morötter (ekologisk skörd 86 respektive 77 % i system C och E av konventionell i system A) är det vanskligt att dra några slutsatser, men det stämmer ganska väl med totalskörden tidigare år. Frånsorteringen av ekologiska morötter var dock större i ekologiska system än i det konventionella, några år på grund av rötter och fläckar, något år på grund av insektsskador och 2012 på grund av missformade morötter som orsakats av rotgallnematoder.

Frilevande nematoder och rotgallnematoder

Förekomsten av frilevande nematoder och rotgallnematoder har analyserats årligen på våren, från och med 2012 till och med 2016. Detta innebär att nästan alla grödor i en hel växtföljd har undersökts i varje ruta. Utöver detta analyserades även nematodförekomsten hösten 2013, men dessa värden presenteras inte här på grund av att de inte är jämförbara med övriga värden till följd

av nematodernas stora säsongsvariationer. Nematoderna uppvisar även stora årsvariationer vilket kan göra det svårt att uppfatta system- och grödeffekter.

Rotsårsnematoder

Rotsårsnematoder var de frilevande nematoder som förekom i störst mängder. Förekommande arter var *Pratylenchus fallax*, *P. neglectus* och *P. crenatus*. Det var högst antal rotsårsnematoder i odlingsystem B och D och lägst i A och E (Fig. 1). Växtföljden i odlingsystem B (konventionell) och D (ekologisk) var väldigt lika; båda innehöll rödbetor, potatis och tvåårig fodervall. Däremot var växtföljen i odlingsystem A (ekologisk) och E (konventionell) inte helt lika. Båda innehöll morötter och ettårig vitklöver till frö, men potatis och rödbetor (innan den nya växtföljden började våren 2013) ingick i A medan havre/fodervicker ingick i E (tabell 1 och 2). Lika antal rotsårsnematoder i B och D men högre antal i B och D jämfört med A och E, tyder alltså på att de ingående grödorna i växtföljderna har större betydelse än om odlingen är ekologisk eller konventionell. Generellt sett verkar odlingsystem med vall upprätthålla högre populationer av rotsårsnematoder. Den lägre förekomsten av nematoder i odlingsystem C jämfört med B och D skulle kunna kopplas antingen till att lök endast odlades i C alternativt olika vallblandning eller olika effekt av rötrest jämfört med nötflytgödsel.

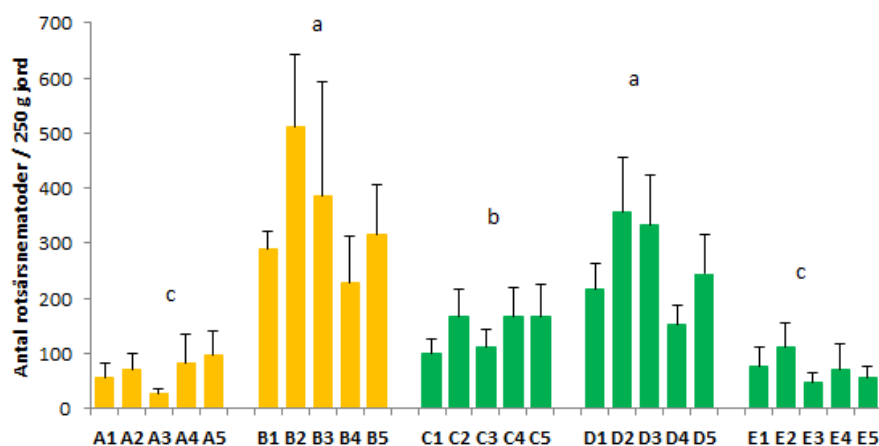


Fig 1. Medelantalet rotsårsnematoder i de fem olika odlingsystemen (A-E) 2012-2016. Konventionella odlingsystem har gula staplar och ekologiska gröna. Staplarna inom varje odlingsystem är i tidsordning (1 år 2012 och 5 år 2016). Felstaplarna visar standardfelet och olika bokstäver ovanför grupperna av staplar indikerar signifikanta systemskillnader (repeated ANOVA).

Stubbrottsnematoder

Stubbrottsnematoder var också allmänt förekommande i hela fältförsöket men förekom i lägre antal än rotsårsnematoderna. Både nematoder tillhörande släktet *Trichodorus* och släktet *Paratrichodorus* förekom. Liksom rotsårsnematoderna förekom även stubbrottsnematoder i högst antal i odlingsystem B och D (Fig. 2). Inte heller för stubbrottsnematoder spelade det någon roll om odlingsystemet var konventionellt eller ekologiskt, utan det är troligtvis de ingående grödorna som har störst betydelse. En fodervall (system B och D) verkar mer uppförökande än en biogasvall (system C), alternativt minskar rötrest (system C) nematodförekomsten jämfört med nötflyt (B och D). Två av tre system med lägre nivåer av stubbrottsnematoder (system A och E) har ettårig vall istället för de andra systemens tvååriga vall vilket tyder på att mer störning i växtföljden i form av plöjning kan minska mängden stubbrottsnematoder. Andra undersökningar har visat samma resultat att antalet stubbrottsnematoder är högre i en ostörd vall jämfört med ett-åriga grödor (Viketoft, 2015).

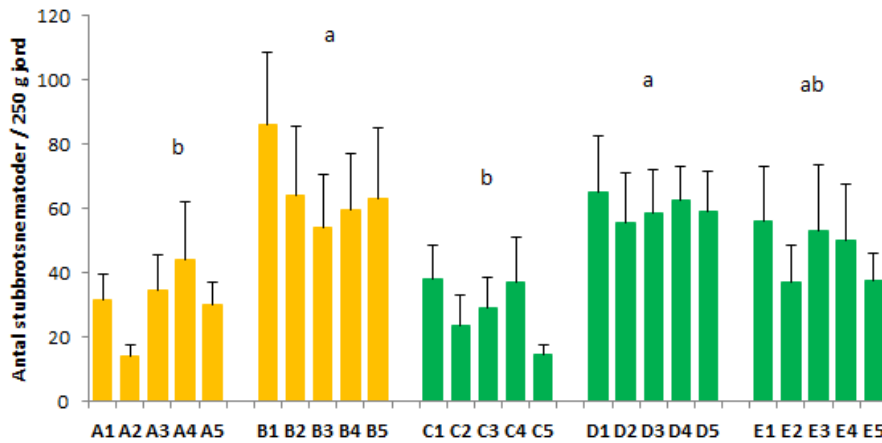


Fig 2. Medelantalet stubbrotsnematoder i de fem olika odlingssystemen (A-E) 2012-2016. Konventionella odlingssystem har gula staplar och ekologiska gröna. Staplarna inom varje odlingssystem är i tidsordning (1 år 2012 och 5 år 2016). Felstaplarna visar standardfelet och olika bokstäver ovanför grupperna av staplar indikerar signifikanta systemskillnader (repeated ANOVA).

Nålnematoder

Nålnematoder (*Longidorus*) var det frilevande nematodsläkte som hade lägst förekomst i fältförsöket. Till skillnad från de andra frilevande nematoderna verkade nålnematoder påverkas av inriktningen med lägre antal i båda de konventionella systemen (A och B) (Fig. 3). Vad som är intressant är att för nålnematoder verkar det inte vara en generell positiv effekt av vall som för rotsårs- och stubbrotsnematoder. Både system C och D med stort antal nålnematoder hade vall i växtföljden (biogasvall respektive fodervall), medan system B som också innehöll fodervall hade låga förekomster.

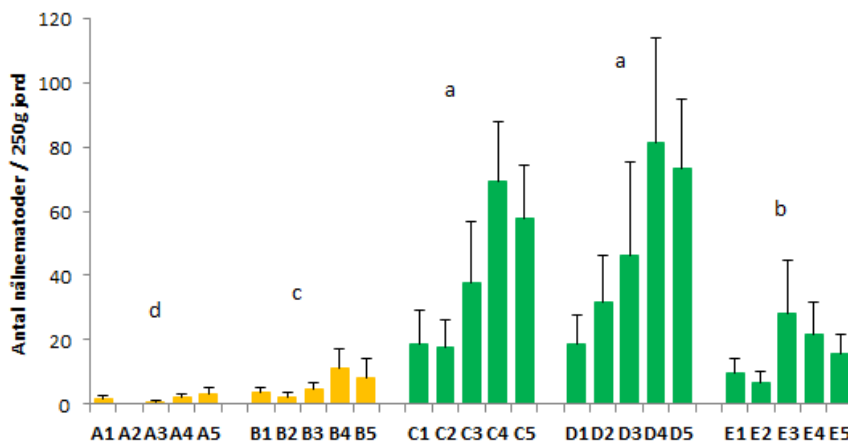


Fig 3. Medelantalet nålnematoder i de fem olika odlingssystemen (A-E) 2012-2016. Konventionella odlingssystem har gula staplar och ekologiska gröna. Staplarna inom varje odlingssystem är i tidsordning (1 år 2012 och 5 år 2016). Felstaplarna visar standardfelet och olika bokstäver ovanför grupperna av staplar indikerar signifikanta systemskillnader (repeated ANOVA).

Rotgallnematoder

Rotgallnematoder förekom väldigt fläckvis i fältet. Från början (2012) var rotgallnematoderna koncentrerade till nedre delen av fältet men har över tiden spridit sig så att de nu förekommer fläckvis över hela fältet (Fig. 4). I växtföljden har en del åtgärder genomförts för att försöka reducera mängden rotgallnematoder. Bland annat etablerades svartträda i tre av rutorna med högst antal rotgallnematoder under 2012, vitklöverfrö odlades istället för rödklöverfrö och oljerättika såddes in efter potatis och korn. Detta har gjort att de extrema mängder som förekom 2012 inte har uppmätts efter det men fortfarande kan man hitta rutor med höga nivåer, runt 500 rotgallnematoder per 250 g jord. Till följd av den fläckvisa fördelningen är det svårt att säga något om system- och grödeffekter. Vår avsikt var att fortsätta studien under en hel sex-årsperiod dvs en växtföljd i alla rutor men pga. brist på finansiering blev det inte möjligt.

Våren 2012

0	0	0	0	0
Morötter	Rödbetor	Morötter	Rödbetor	Morötter
0	0	0	0	15
Lök	Potatis	Potatis	Potatis	Lök
0	0	0	0	0
Korn + ins vall	Råg + ins rödklöver	Havre + ins vall	Korn	Korn + ins vall
19	1	1	0	25
Korn	Gröngödsl.	Havre	Havre/ärt+rajgräs	Lök
0	23	1500	115	250
Fodervall I	Fodervall I	Rödklöverfrö	Biogasvall I	Råg + ins rödklöver
95	450	4000	155	600
Rödbetor	Biogasvall II	Rödklöverfrö	Fodervall II	Fodervall II

Våren 2013

0	0	0	0	0
Korn	Havre/Ärt ins rajgräs	Gröngödsl.	Havre	Plantlök
0	0	11	0	0
Korn, malt	Korn + ins vall	Korn + ins vall	Hybråg ins rödklöver	Havre + ins vall
0	0	65	3	14
Fodervall I	Rödklöverfrö	Biogasvall I	Hybråg ins rödklöver	Fodervall I
12	0	0	0	16
Plantlök	Plantlök	Potatis	Potatis	Potatis
0	90	60	5	800
Fodervall II	Fodervall II	Rödbetor	Biogasvall II	Rödklöverfrö
40	16	43	20	40
Morötter	Morötter	Morötter	Rödbetor	Rödbetor

Våren 2014

0	0	0	0	0
Plantlök + råg (fång)	Potatis + oljerättika	Gröngödsl.	Potatis + oljerättika	Potatis
1	0	250	12	0
Råg + vitklöver	Fodervall I	Fodervall I	Vitklöverfrö	Biogasvall I
0	3	65	30	0
Fodervall II	Vårkorn + oljerättika	Biogasvall II	Vitklöverfrö	Fodervall II
15	0	0	0	2
Havre + ins vall	Plantlök	Vårkorn + ins vall	Vårkorn + ins vall	Råg + vitklöver
2	21	0	0	21
Rödbetor	Rödbetor	Svartråda + råg	Vårkorn + oljerättika	Vårkorn + oljerättika
108	0	0	0	5
Plantlök + råg (fång)	Svartråda + råg	Svartråda + råg	Havre	Havre/ärt + rajgräs

Våren 2015

0	0	0	0	10
Havre + ins vall	Vårkorn + ins vall	Plantlök	Vårkorn + ins vall	Råg + vitklöver
7	0	550	0	17
Vitklöverfrö	Fodervall II	Fodervall II	Vårkorn + oljerättika	Biogasvall II
2	0	27	0	0
Rödbetor	Morötter + råg (fång)	Vårkorn + oljerättika	Vårkorn + oljerättika	Rödbetor
130	11	0	120	130
Biogasvall I	Vårkorn + vitklöver	Fodervall I	Fodervall I	Vitklöverfrö
0	18	0	0	7
Havre	Havre/ärt + rajgräs	Plantlök + råg (fång)	Morötter + råg (fång)	Morötter + råg (fång)
16	0	0	0	2
Potatis	Plantlök + råg (fång)	Gröngödsl.+ oljerättika	Potatis + oljerättika	Potatis + oljerättika

Våren 2016

0	0	0	0	15
Biogasvall I	Fodervall I	Råg + vitklöver	Fodervall I	Vitklöverfrö
5	0	3	0	2
Vårkorn + oljerättika	Rödbetor	Rödbetor	Morötter + råg (fång)	Vårkorn + oljerättika
0	0	1	0	0
Havre/ärt + rajgräs	Plantlök + råg (fång)	Morötter + råg (fång)	Morötter + råg (fång)	Havre
27	430	10	120	0
Biogasvall II	Vitklöverfrö	Fodervall II	Fodervall II	Vårkorn + oljerättika
0	5	0	0	8
Potatis + oljerättika	Potatis + oljerättika	Potatis	Plantlök + råg (fång)	Gröngödsl.+ oljerättika
53	0	0	0	0
Råg + vitklöver	Havre + ins vall	Plantlök	Vårkorn + ins vall	Vårkorn + ins vall

1-5	6-25	26-44	45-89	90-149	150-209	210-349	350-599	600-1000	1001-2000	2001-
-----	------	-------	-------	--------	---------	---------	---------	----------	-----------	-------

Fig. 4. Förekomst av rotgallnematoder i försöksfältets 30 rutor vid de fem provtagningstidpunkterna (antal/250 g jord). I varje ruta är grödan som odlades året innan indikerad.

Produktkvalitet

Torrsubstansinnehåll

Inom varje år skiljde sig inte torrsubstansinnehållet signifikant mellan de olika odlingssystemen. Men det fanns skillnader mellan år 2014 och 2015.

För morötter var torrsubstansen signifikant högre 2014 (14,2 % jämfört med 12,5 % år 2015).

För potatis var torrsubstansen signifikant lägre 2014 (15,9 % jämfört med 16,6 % 2015).

För rödbetor var torrsubstansen signifikant högre 2014 (22,2 % jämfört med 15,1 % år 2015).

För lök var torrsubstansen signifikant lägre 2014 (12,3 % jämfört med 13,3 % år 2015).

Det innebär att två av de grönsaksgrödor som studerades hade högre torrsubstanshalt under 2014, två hade lägre. Några av skillnaderna kan bero på olika skördedatum och olika väderförhållanden, men det är svårt att dra några slutsatser.

Sockethalt (soluble solids)

Sockethalten skiljde sig inte signifikant mellan odlingssystemen för någon av grödorna. För alla grödor skiljde sig dock sockethalten signifikant mellan år 2014 och 2015.

För lök var Brix-värdet signifikant 8 % högre år 2015, för morötter var det signifikant 13 % lägre år 2015, för rödbetor var Brix-värdena signifikant 34 % lägre år 2015 och slutligen för potatis var Brix-värdet signifikant 16 % högre år 2015. Det betyder att vissa grödor hade högre Brix-värden 2014 och några år 2015, därmed kunde skillnaderna inte förklaras av väderförhållandena. Mest sannolikt är att grödorna skördats i olika mognadsstadiet olika år.

Lökens antioxidantinnehåll

Lök var den enda gröda som studerades i 3 år i denna studie (2013, 2014 och 2015) och valdes därför ut för fördjupade studier av antioxidantinnehållet. Den antioxidant som finns i högst halter i lök är flavonoiden Quercetin som ger löken dess gulbruna färg. Halterna av Quercetin varierade måttligt mellan de olika odlingssystemen och åren, men inga tydliga skillnader åt något håll. Det finns därför inte underlag att säga att något av de studerade systemen skulle resultera i vare sig högre eller lägre antioxidanthalter i de skördade produkterna.

Slutsatser

- De frilevande nematodsläkterna rotsårsnematoder och stubbrotsnematoder gynnas av vall i växtföljden.
- För rotsårsnematoder och stubbrotsnematoder har de ingående grödorna i odlingssystemen större betydelse än om odlingssystemet är ekologiskt eller konventionellt
- Antalet nålnematoder är lägre i konventionella än i ekologiska odlingssystem.
- Produktkvalitetsaspekterna torrsubstans-, socker- (soluble solids (Brix)) och antioxidanthalt kan variera mycket mellan år och odlingssystem men variationerna tyder snarare på skillnader i mognadsstadium än på skillnad mellan ekologisk eller konventionell odling.

Informationsspridning

Enligt plan har försöket och resultat presenterats vid följande tillfällen: Vintermöte den 5 mars 2014 och fältvisningar 3 juli 2013, 30 juni 2014 samt 27 maj 2015. Vid dessa tillfällen har 20-40 personer vid respektive tillfälle, både lantbrukare, rådgivare och forskare, deltagit.

Resultaten rörande nematoder kommer att försöka publiceras som en vetenskaplig artikel med den preliminära titeln 'Cropping system effects on free-living nematodes' (förslagsvis till Journal of Nematology) av Maria Viketoft.

Resultat från nematodprovtagningarna 2012 och 2013 har tidigare presenterats i Martin Petterssons examensarbete 'Grödans kontra odlingssystemets effekt på frilevande nematoder' (<http://stud.epsilon.slu.se/6951/>).

Ett faktablad i LTV-fakultetens faktabladsserie med ID 2017:31 kring produktkvalitet är under framställning, men är i skrivande stund inte helt färdigställt.

En del av resultaten avseende produktkvalitet presenterades vid ett muntligt föredrag med titeln "Quality differences between organic and conventional field grown vegetables - experiences from a Swedish long term field trial" av Lars Mogren vid den internationella vetenskapliga konferensen Sustainable Horticulture in Europe, 17-21 oktober 2016 på Kreta, Grekland. En artikel har skickats in till tidskriften *Acta Horticulturae* med samma titel, men den är ännu ej publicerad.

Referenser

- Albertson Juhlin M-L, 2011, Olika grödors inverkan på förekomst av rotgallnematod, *Meloidogyne hapla*, och andra frilevande nematoder i ekologisk växtföljd med morötter http://fou.sjv.se/fou/sok_detalj.lasso?id=3049
- Brandt, K. and Mølgaard, J.P. 2001. Organic agriculture: does it enhance or reduce the nutritional value of plant foods? *Journal of the science of food and agriculture*. 81 924 – 931. <http://dx.doi.org/10.1002/jsfa.903>
- Curtis R H C; Robinson A F and Perry R N, 2009, Hatch and Host Location pp 139-162 in; Perry R N, Moens M and Starr J L, *Root-knot Nematodes*, CAB International, Wallingford, England.
- Davies R M and Raid R N, *Compendium of Umbelliferous Crop Diseases*, The Phytopathological Society, APS Press 2002 s 45-50, (Diseases Caused by Nematodes, prepared by Roberts P A and Mullens T R).
- Faller, A.L.K., and Fialho, E. (2010) Polyphenol content and antioxidant capacity in organic and conventional plant foods. *Journal of food composition and analysis*. 23, 561-568. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jfca.2010.01.003>
- Hoefkens, C., Vandekinderen, I., De Meulenaer, B., Devlieghere, F., Baert, K., Sioen, I., De Henauw, S., Verbeke, W., and Van Camp, J. (2009). A literature-based comparison of nutrient and contaminant contents between organic and conventional vegetables and potatoes. *British food journal*, 111, 1078 – 1097. <http://dx.doi.org/10.1108/00070700910992934>
- Leinhos, G.; Eisemann, S.; Laun, N. 2010 Studies on the sowing of overwintering legumes and reduction of *Meloidogyne hapla* by green manures. *Julius-Kuhn-Archiv Issue: 428 Pages: 86-87 Published 2010*
- Merrifield K, *Root-parasitic Nematode Host Range and Damage Levels on Oregon Vegetable Crops: A Literature Survey Draft: November 2000*, Nematode Testing Service, Extension Plant Pathology. 1089 Cordley Hall, Oregon State University, Corvallis OR 97331-2903
- Mogren, L.M., Caspersen, S., Olsson, M.E., and Gertsson, U.E. 2008. Organically fertilized onions (*Allium cepa* L.): effects of the fertilizer placement method on quercetin content and soil nitrogen dynamics. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 56, 361 – 367. <http://dx.doi.org/10.1021/jf071813a>
- Moens M; Perry R N and Starr J L, 2009, *Meloidogyne* Species – a Diverse Group of Novel and important Plant Parasites, pp1-17 in; Perry R N, Moens M and Starr J L, *Root-knot Nematodes*, CAB International, Wallingford, England.
- Pettersson M, 2014, Grödans kontra odlingssystemets effekt på frilevande nematoder, Examensarbete/SLU, Institutionen för ekologi 2014:1, Uppsala.
- Potter J W och Olthoff Th H A, 1993, Nematode pests of vegetable crops. pp 171-207 in: Evans, K., Trudgill, D. L., and Webster, J. M., eds. 1993. *Plant Parasitic Nematodes in Temperate Agriculture*. CAB International, Wallingford, England.
- Refsgaard, K (Refsgaard, Kristina)1,2; Bjarnholt, N (Bjarnholt, Nanna)2; Moller, BL (Moller, Birger Lindberg)2; Saddik, MM (Saddik, Motawia Mohammed)2; Hansen, HCB (Hansen, Hans Christian Bruun) 2010, Dissipation of cyanogenic glucosides and cyanide in soil amended with white clover (*Trifolium repens* L.), *Soil Biology & Biochemistry*, Volume: 42 Issue: 7 Pages: 1108-1113 DOI: 10.1016/j.soilbio.2010.03.008 Published: JUL 2010
- Stevensson W R; Loria R; Franc G D; Wingartner D P, *Compendium of Potato Diseases*, The American Phytopathological Society, APS Press 2001
- Viketoft M, 2015. Effekt av förfrukt/mellangröda på rotgallnematoder och frilevande nematoder – nematoder inom BoT-A projektet. Slutrapport.
- Wageningen UR. 2011. Aaltjesschema, 2011. Åtkomlig på: http://www.aaltjesschema.nl/Toon_elementen.aspx?ELM=149
- Watson, C.A., Walker, R.L. & Stockdale, E.A. (2008). Research in organic production systems - past, present and future. *Journal of Agricultural Science* 146, 1-19.
- Widmer, TL (Widmer, TL); Abawi, GS (Abawi, GS) 2002, Relationship between levels of cyanide in sudangrass hybrids incorporated into soil and suppression of *Meloidogyne hapla*, *Journal of Nematology* 34, 16-22