



Sveriges lantbruksuniversitet



Bekämpningsstrategier mot nattskatta med miniträda och avbrottsgrödor i en ekologisk växtföljd med färskpotatis, morot, lök och spannmål

- Slutredovisning till SLU Ekoforsk och Jordbruksverket
för odlingsåren 2014-2019

David Hansson och Sven-Erik Svensson

SLU Alnarp
Institutionen för biosystem och teknologi
September 2020

Förord

Denna rapport redovisar två projekt som genomfördes under 2017-2019 och hade titlarna:

- "Control strategies against nightshade and hairy nightshade, including short fallow and cover crops, in an organic crop rotation with potatoes, carrots, onions and cereals". Detta projekt finansierades av SLU Ekoforsk.
- "Ogräs och kväveläckage kontrolleras i en ekologisk växtföljd med färskpotatis, morot, lök och spannmål via miniträda, mellangröda och anpassad jordbearbetning". Detta projekt finansierades av Jordbruksverket.

Två inledande projekt med samma inriktning genomfördes under perioden 2014-2016, och de finansierades av Stiftelsen Lantbruksforskning (SLF) och Jordbruksverket.

Vi vill rikta ett stort tack till fältförsöksledare Fredrik Persson, och hans medarbetare, vid Hushållningssällskapet Skåne, Helgegården, som har haft det praktiska ansvaret för att utföra försöket som genomfördes på en sandjord vid Norra Åsum, söder om Kristianstad. Lars Andersson prof. vid Inst. för växtproduktionsekologi, SLU Uppsala, har varit till stor hjälp med forskningsmetodiken kring fröbanksanalys. Anders TS Nilsson Inst. för biosystem och teknologi, SLU Alnarp, har under alla år varit ett bollplank för att diskutera avläsningsmetodik och som även deltagit praktiskt vid olika ogräsavläsningar. Jan-Eric Englund Inst. för biosystem och teknologi, SLU Alnarp, har hjälpt till med att utveckla den statistiska analysen av försöket. Under alla år har Hortonom Ingvar Jonsson varit till stor hjälp vid ogräsavläsningarna. Vidare vill vi även tacka medarbetarna på SITES, Lönnstorps försöksstation, SLU Alnarp, för hjälp med fröbanksprovtagning, m.m.

Summary

The focus of this project was to evaluate the weed control effect on Black Nightshade (*Solanum nigrum*) and other seed propagated weeds, in an organic crop rotation with new potatoes, carrots, onions and cereals. In the crop rotation, we tested mainly three weed control methods; short fallow (stale seed beds), cover crops and under-sown cover crops in cereals. In addition, the population of free-living nematodes as well as nitrogen dynamics in the soil were studied.

The field experiment included the following main crops: new potatoes, planted onions, carrots, winter rye and winter triticale. Triticale was replaced by winter barley 2017-2018. The cover crops in the experiment were Phacelia (*Phacelia tanacetifolia*), which was intercropped with Persian clover (*Trifolium resupinatum*) in 2017-2018, Oilseed radish and Ryegrass under-sown into winter cereals.

Seed bank analyses and weed assessments showed that seed propagated weeds were affected by the weed control measures, but also by the preceding and the current crop. The results indicate that the number of weeds in the seed bank is affected more by the preceding crop than by the current crop and the weed control measures in the last growing season. The experiment showed that mainly onions, but also carrots, compete poorly with weeds, which is in accordance with previous experience. However, when onions and carrots were grown in the year after new potatoes in combination with a short fallow and a cover crop, there was no significant increase of weeds in the seed bank.

An important experience from the experiment is that when there is a lot of Black Nightshade in a field, it is important to make an effort to control it and if possible to avoid growing onions or carrots. We also found that it is difficult to limit Black Nightshade when you grow rye harvested as a whole crop, followed by oilseed radish. A good way to control Black Nightshade is to grow new potatoes, mechanically control the weeds through a short fallow in the middle of the summer and then establish Phacelia and Persian clover. By using this method, the number of Black Nightshade seeds in the seed bank were reduced by on average 75%, in the crop rotation.

In the first experimental year, some seedlings of Loose Silky-bent (*Apera spica-venti*) were present in the spring cereals. When winter cereals replaced spring cereals in the following years, the Loose Silky-bent became the dominant weed. At the seed bank measurements in the fall, in 2017 and 2018, there was by far the most Loose Silky-bent in the experimental plots with carrot and onions grown after winter cereals followed by an oilseed radish cover crop. In the winter barley cultivated the year before onions and carrots, Loose Silky-bent was abundant. The number of Loose Silky-bent plants was significantly lower when the same crops, carrot and onion, were grown after new potatoes, a short fallow and a phacelia cover crop. In general, it turns out that carrot, onion and new potatoes are good crops for reducing problems with Loose Silky-bent.

It was concluded that the influence of the cropping system on the weed flora is best studied by seed bank analysis, while assessments of weeds in the field plots during the growing season are more useful for evaluating the weed control effect of different weed control measures.

In the experiment, planted onions and carrots resulted in a large reduction of the nematodes *Trichodorus* and *Paratrichodorus*. On average, the total numbers of these nematodes were 30

and 37, per 250 g of soil, after carrot and onions, respectively. The other crops in the crop rotation, i.e. new potatoes with phacelia, winter cereals with oilseed radish, winter cereals with ryegrass, however, increased the number of *Trichodorus* and *Paratrichodorus*.

Planted onions, carrots and winter cereals with under-sown ryegrass gave a large reduction in the number of the nematode *Pratylenchus*, compared to the other crops in the crop sequence (new potatoes with phacelia and winter cereals with oilseed radish). On average, the numbers of *Pratylenchus* in these crops were 71, 84 and 86 per 250 g of soil after carrot, onion and winter cereal with under-sown ryegrass, respectively.

The difference in plant-available nitrogen (N-min), in the whole soil profile (0-90 cm), between autumn and spring differed significantly depending on the main crop and the cover crop. Onions and carrots with subsequent winter cereals (rye and triticale, respectively) appeared to lose plant-available N-min in the soil profile from autumn to spring. On the other hand, when the other main crops were combined with the cover crops Phacelia, Oilseed radish or Ryegrass, there was comparatively more plant-available nitrogen left in the top soil layer, 0-30 cm, in the spring.

The harvest data from the experiment show that we achieved a high production of onions, carrots and new potatoes. Carrots, new potatoes and the Phacelia-Persian clover cover crop were the best crops for utilizing the added nitrogen. Nitrogen efficiency for carrots, new potatoes and the Phacelia-Persian clover cover crop was about 125% (average of 2017 and 2018). This means that there was about 25% more nitrogen in the harvested crops (the whole aboveground biomass), than what was added by organic fertilizers. The crop that was the least successful at utilizing the added nitrogen was onions, which had a nitrogen efficiency of about 40%.

In summary, the result from this crop rotation experiment shows that Black Nightshade can be controlled with the new weed control strategy; new potatoes, a short fallow and intercropping of Phacelia and Persian clover thereafter. The number of weeds in the seed bank was most affected by the preceding crop and less by the crop and weed control efforts of the last growing year. The study also shows that onions and carrots, which normally have poor weed-competing properties, can be grown without increasing the number of weeds to a great extent, when they are grown after "preceding crops" with good weed-competing properties.

Sammanfattning

Projektets huvudinriktning var att i en femårig växtföljd utvärdera ogräsbekämpningseffekten på nattskatta och andra (frö)ogräs i ett ekologiskt odlingssystem via miniträda (falska såbäddar) och mellangrödor respektive insådd av bottengrödor i höstspannmål. Dessutom studerades populationsutvecklingen av frilevande nematoder i växtföljden samt kvävedynamiken mer översiktligt.

I fältförsöket ingick följande huvudgrödor; färskpotatis, plantlök, morot, höstråg och rågvete (ersattes av höstkorn 2017-2018). I försöket ingick mellangrödorna facelia (numera ofta kallad honungsört), vilket samodlades med persisk klöver (numera kallat doftklöver) år 2017-2018, oljerättika samt engelskt rajgräs (insådd bottengröda i spannmål).

Fröbanksanalyser och ogräsräkning visar att (frö)ogräsen påverkas beroende på vilka förfrukter, grödor och ogräsbekämpningsinsatser som ingått i försöket. Resultatet pekar på att antalet ogräs i fröbanken påverkas mest av förfrukten och i mindre utsträckning av det senaste odlingsårets grödor och ogräsbekämpningsinsatser.

Försöket visar, precis som tidigare erfarenheter, att framför allt lök, men även morot, är grödor med dålig ogräskonkurrerande förmåga. En ogräskonkurrerande förfrukts positiva effekt på ogrässituationen visas dock i lök och morot när de odlas året efter färskpotatis, i kombination med miniträda och facelia, respektive efter vårkorn med eftersådd oljerättika. I dessa fall ökar inte antalet ogräs i fröbanken, i någon större utsträckning.

En viktig erfarenhet från försöket är att om det finns mycket nattskatta i odlingen så är det viktigt att de bekämpas och att man undviker att odla framför allt lök, men även morot. Vidare är det svårt att begränsa nattskatta med råg som skördas som helsäd, följt av oljerättika. Ett bättre sätt att bekämpa nattskatta är att under ett år odla färskpotatis, mekanisk bekämpa ogräset genom miniträda under högsommaren och därefter samodla odla facelia och persisk klöver. I genomsnitt från alla odlingsår, var reduktionen av antalet nattskatta i fröbanken 75 % efter odlingsåret med färskpotatis, miniträda (med 2 falska såbäddar) och facelia samodlad med persisk klöver.

Vårspannmål odlades under det första försöksåret och då fanns det några få plantor av åkerven i försöket. När vårspannmål byttes ut mot höstspannmål under följande år blev åkerven det dominerande ogräset i höstspannmålen. Vid fröbanksprovtagningen hösten 2017 och 2018 fanns det i särklass mest åkerven i försöksleden med morot och lök som odlades efter höstkorn med eftersådd oljerättika. I höstkornet som odlades året före lök och morot var det en kraftig förekomst av åkerven. Antalet åkerven var betydligt lägre då samma grödor, morot och lök, odlades efter ledet med färskpotatis, miniträda och facelia. Generellt visar det sig att morot, lök och färskpotatis är bra grödor att odla om man vill minska problem med åkerven.

Slutsatsen rörande avläsningsmetodik i projektet för att utvärdera ogräseffekten i odlingssystemet visade sig att odlingssystemets inverkan på ogräsfloran studeras bäst genom fröbanksanalyser, medan direkta avläsningar i fält under odlingssäsongen är mer användbara för att mer direkt kunna utvärdera ogräseffekten av olika bekämpningsåtgärder.

I försöket gav plantlök och morot en stor reduktion av antalet stubbrotsnematoder (*Trichodorus*+*Paratrichodorus*). I genomsnitt var antalet stubbrotsnematoder 30 resp. 37 st per 250 g jord efter morot resp. efter lök. De övriga grödorna i växtföljden, d.v.s. färskpotatis

+ facelia, höstspannmål + oljerättika, höstspannmål + rajgräs, ökade däremot antalet stubb-rotsnematoder.

I försöket gav plantlök, morot och höstspannmål med insått rajgräs en stor reduktion av antalet rotsårsnematoder (*Pratylenchus*) jämfört med de andra grödorna i växtföljden, (färskpotatis + facelia samt höstspannmål + oljerättika). I genomsnitt var antalet rotsårsnematoder 71, 84 resp. 86 st per 250 g jord efter morot, lök resp. höstspannmål + insått rajgräs.

Mängden växttillgängligt kväve, mätt som N-min, i jordprofilen 0-90 cm förändras starkt från höst till vår beroende på vilken huvudgröda samt vilka mellan- och bottengrödor som odlas. Lök och morot med efterföljande höstspannmål (råg resp. rågvete) verkar förlora växttillgängligt N-min i jordprofilen från höst till vår. När de andra huvudgrödorna kombineras med mellangrödorna facelia, oljerättika eller rajgräs, så fanns det förhållandevis mer växttillgängligt kväve kvar i det översta jordskiktet, 0-30 cm på våren, i form av N-min.

Skörderesultatet från försöket visar att vi uppnådde en hög produktion av plantlök, morot och färskpotatis. Morot och färskpotatis + mellangrödorna facelia med persisk klöver var bäst på att utnyttja det tillförda kvävet från gödseln. Kväveeffektiviteten för morot och färskpotatis + mellangrödorna facelia med persisk klöver var ca 125 % (medeltal av 2017 och 2018). Det innebär att det fanns ca 25 % mer kväve i de skördade grödorna (inkl. blast) jämfört med det tillförda kvävet i form av gödsel. Den gröda som var sämst på att utnyttja tillfört kväve var lök, som hade en kväveeffektivitet på ca 40 %.

Sammanfattningsvis visar resultatet från växtföljdsförsöket att problemogräset nattskatta går att kontrollera med hjälp av den valda strategin. Antalet ogräs i fröbanken påverkas mest av förfrukten och mindre av det senaste odlingsårets grödor och ogräsbekämpningsinsatser. Försöket visar att lök och morot, som normalt har dåliga ogräskonkurrerande egenskaper, kan odlas utan att uppföröka ogräs i någon större utsträckning, när de odlas efter ”förfrukter” med goda ogräskonkurrerande egenskaper som färskpotatis i kombination med miniträda och mellangrödan facelia alt. vårkorn med eftersådd oljerättika.

Innehållsförteckning

Förord	2
Summary	3
Sammanfattning	5
Inledning	8
Litteraturgenomgång	8
Material och metod	10
Resultat och diskussion	13
Fröbanksanalys (vårprovtagning) för de fem grödsekvenserna odlingsåren 2013-2018.....	13
Fröbanksanalys (höstprovtagning) för odlingsåren 2017 - 2019	15
Kvardröjande ogräseffekt i växtföljden - avläsningar i fält 2019.....	17
Nematodförekomst för de enskilda odlingsåren 2013-2018.....	19
Nematodförekomst - genomsnitt för alla odlingsår 2014-2018.....	21
Markvävedynamikens förändring för enskilda år	23
Markväve – genomsnitt för alla odlingsår 2014-2018.....	26
Markväve i olika led med mellangrödor och insådd under odlingsåren.....	28
Kväveeffektiviteten från tillförd gödsel.....	30
Skörd av huvudgrödorna 2014-2018	31
Skörd av mellangrödor 2014-2018	32
Referenser	33

Inledning

Denna redovisning sammanfattar resultatet från sex års fältförsök, 2014-2019, i en femårig ekologisk växtföljd med färskpotatis, plantlök, morot och spannmål. I försöket ingick även sommarmellangrödorna facelia (numera ofta kallad honungsört) samodlad med persisk klöver (numera kallad doftklöver) och oljerättika samt en bottengröda av engelskt rajgräs i spannmål. Efter fullbordad växtföljd såddes 2019 vårkorn på hela fältet för att studera de kvardröjande effekterna från växtföljden på ogrässituationen. Fokus har varit att hitta nya bekämpningsstrategier mot nattskatta och andra annuella ogräs i växtföljden. I projektet har även växtföljdens inverkan på frilevande nematoders populationsutveckling samt kvävedynamiken i marken och i grödorna också studeras.

I ett tidigare deltagardrivet projekt, finansierat av Jordbruksverket, som pågick under nio år, 2006-2014, utvecklades ogräsbekämpningsstrategier för främst sådd ekologisk morot. En slutsats av det projektet var att det är mycket viktigt med en bra växtföljd för att hålla nere ogrästrycket (Hansson *et al.*, 2012) och för att kunna kontrollera olika typer av problemogräs t.ex. nattskatta.

Litteraturgenomgång

Konkurrensstarka grödor som stråsäd och flerårig vall konkurrerar bra med ogräsen medan konkurrenssvaga grödor som ärter, potatis och sockerbetor konkurrerar sämre (Lundkvist, 2014). Grödorna och grödsekvensen i en växtföljd har därför stor betydelse för mängden ogräs och dess kontroll. Ogräsregleringen är relativt tidskrävande i många trädgårdsgrödor, t.ex. i morot, främst p.g.a. det stora handrensningsbehovet. Man bör välja en växtföljd och förfrukt som minskar ogrästrycket under morotsåret (Ögren *et al.*, 2003). Resultaten från ett ogräsförsök inriktat på integrerad odling av lök var bl.a. att löken inte har någon speciellt bra förmåga att konkurrera med ogräsen. Lökens placering i en växtföljd bör därför vara efter en ”ogrässanerande” huvudgröda eller mellangröda och inte efter grödor med dålig ogräskonkurrerande förmåga (Hansson *et al.*, 2015).

I södra Sverige är nattskatta och bägarnattskatta problemogräs och då speciellt i grödor med stora radavstånd såsom lök, morot, majs, sockerbetor och potatis. Nattskattorna har grunda rotsystem vilka gynnas av bevattning (Wuolo, 2003). Sen sådd eller sättning på försommaren gynnar nattskattorna som fordrar relativt hög groningstemperatur. Ett varmare klimat i Sverige riskerar att nattskattans utbredningsområde utvidgas norrut (Eckersten *et al.*, 2007). Bägarnattskattan är extra problematisk eftersom den kan angripas av potatisbladmögel (Andersson *et al.*, 2003; Grönberg *et al.*, 2012). Bekämpning av bägarnattskatta är därför en viktig strategi mot potatisbladmögel.

Båda arterna av nattskatta är vårgroende. Groningsvila induceras av höga temperaturer under juli-augusti. Denna groningsvila bryts av låga temperaturer på senhösten. Upprepade grunda såbäddsharvningar (falska såbäddar) utförda i mitten av april inducerar nattskattorna till att gro även vid relativt låga marktemperaturer (Hansson & Svensson, 2007). Groning och uppkomst är dock normalt som störst under perioden slutet av maj till mitten av juli (Taab & Andersson, 2009a). Optimal temperatur för groning hos nattskatta är 26-30 °C (Taab & Andersson, 2009b), vilket förklarar den relativt sena uppkomsten i fält.

Vid kontroll av ogräs finns ett stort behov av effektiva strategier som kombinerar både indirekta (passiva) åtgärder, som varierad växtföljd med konkurrensstarka huvud- och

mellangrödor, vilka missgynnar ogräsen, hindrar eller minskar fröproduktionen och därmed nyrekryteringen till fröbanken. Vidare kan ogräskontrollen ske med direkta (aktiva) åtgärder t.ex. i form av miniträda (upprepade falska såbäddar), radhackning, kupning och handrensning. Falska såbäddar stimulerar ogräsfrön till att gro, som sedan dödas vid en senare harvning alternativt vid flamning. Viktigt vid denna typ av aktiv reducering av fröbanken är att bearbetningen sker vid rätt tidpunkt, d.v.s. när fröna är som mest gröningsvilliga och det finns fukt i marken.

I den nu studerade växtföljden på Norra Åsum maximerar vi ogräsbekämpningen genom att kombinera aktiva åtgärder (miniträda med falska såbäddar) efter tidig skörd av färskpotatis respektive helsäd. Vidare använder vi passiva åtgärder i form av mellangrödor, höstsådd spannmål samt insådd av rajgräs på våren i höstspannmål. Vårgroende ogräs som nattskatta missgynnas av höstsådda grödor med ett konkurrenskraftigt bestånd vid tidpunkten för ogräsens uppkomst.

Risken för växtnäringsläckage i ekologiska odlingssystem kan vara stor, främst på grund av användning av ettåriga kvävefixeringsgrödor och användning av organiska gödselmedel som mineraliserar långsamt under växtodlingsåret. Risken för växtnäringsläckage är speciellt stor när man gödslar för hög skörd med organiska gödselmedel och mineraliseringen inte kan styras.

Enligt Söderberg (2005) som citerar Aronsson och Torstensson har följande fem odlingsfaktorer stor betydelse för växtnäringsutnyttjandet och risken för utlakning: 1. Tidpunkt för jordbearbetning 2. Gödselgiva i förhållande till grödans behov 3. Tidpunkt och teknik för spridning av gödsel 4. Grödors kväve-efterverkan 5. Höstväxande grödors kväveupptag.

Utöver dessa fem punkter spelar även markfukten mycket stor roll för organiska gödselmedels mineralisering och därmed tillgänglighet för växtnäring samt risk för utlakning. Tillgång till bevattning kan därför vara viktig för att styra mineralisering under den tid grödan behöver växtnäring. Enligt Torstensson *et al.*, (2007) visar flera undersökningar att grödor som har god vattenförsörjning också utnyttjar växtnäringen i marken effektivare. Bevattnade grödor ökar i genomsnitt kväveupptagningen med 15-20 % vid oförändrad gödslings. Den ökade upptagningen av kväve beror dels på att tillfört kväve utnyttjas bättre och dels på att mineraliseringen av markens kväve ökar vid god vattenförsörjning, vilket resulterar i att växtnäringen i marken utnyttjas effektivare (Malm *et al.*, 2006).

Kväveutlakningen minskar med 1 till 4 kg per ha beroende på jordart när höstsäd (råg) odlas eller används som fånggröda. Jordbearbetningen som krävs för att etablera höstsäd ökar kväveutlakningen med 1 till 2 kg per ha på lerjord och med ca 4 till 6 kg på en lättare jord. Detta betyder att den ökade kväveutlakningen p.g.a. jordbearbetningen kan balanseras av rågens kväveupptag på hösten. (Torstensson *et al.*, 2007).

De Notaris *et al.* (2018) visar att fånggrödor i snitt kan minska kväveutlakningen med 23 kg N per hektar, under danska förhållanden, oberoende om det är i konventionella eller ekologiska odlingssystem. Det visade sig att fånggrödor med baljväxtinslag var lika effektiva att minska kväveutlakningen som fånggrödor utan baljväxter.

Aronsson *et al.* (2016) har sammanställt resultat från 11 utlakningsförsök i Norden, där olika fånggrödors förmåga att minska kväveläckaget till vattenmiljön har undersökts. Den genomsnittliga kvävereduktionen var 43 %. Den varierade dock mellan en ökning på 62 %,

för rödklöver på en lerjord, till en minskning med ca 87 % (en minskning med 36 till 51 kg per hektar), för insatt rajgräs på sandjord.

Material och metod

Försöket genomfördes vid Norra Åsum, söder om Kristianstad, på en sandjord. All skötsel av försöket har utförts av HS Skåne, Helgegården. En femårig ekologisk växtföljd tillämpas i försöket och den har följande huvudgrödor: färskpotatis, lök/morot, höstråg (första året 2014 korn), morot/lök och höstkorn 2017-2018 respektive rågvete 2015-2016 (första året 2014 havre) (Figur 1). I försöket ingår även odling av mellangrödor efter skörd av vissa av huvudgrödorna. Facelia (numera ofta kallad honungsört) och oljerättika har använts som eftersådda mellangrödor samt engelskt rajgräs som insådd bottengröda i höstråg och i rågvete under 2014-2016. Försöket upprepades i fyra block med alla grödor odlade varje år. Varje parcell var 12 m bred och 18 m lång. Parcellerna med lök och morot var delade på mitten så att de blev 6 m breda och 18 m långa. På så sätt kunde ogrässituationen, växtföljdseffekterna etc. bättre studeras för lök och morot. Under det avslutande året 2019 odlades vårkorn på hela försöksfältet för att kunna beskriva sluteffekten från växtföljden, d.v.s. ogrässituationen och skördenivån i vårkornet för 2019.

1	2a	2b	3	4a	4b	5
Färskpotatis	Plantlök	Morot	Råg	Morot	Plantlök	Rågvete
Miniträda med falska såbäddar	Råg	Råg	(Under 2014 Korn)	Rågvete	Rågvete	Insådd av engelskt rajgräs
i juli	+	+	Tröskas			på våren
+	Insådd av	Insådd av	Jordbearbetning	(Sådd sker efter skörd av morot)	(Sådd sker efter skörd av morot)	(Under 2014 Havre med insådd av rajgräs)
Mellangröda	Engelskt rajgräs	Engelskt rajgräs	+			Helsädesskörd
Facelia	(höst eller vår)	(höst eller vår)	Mellangröda			(Rajgräset växer vidare efter helsädesskörden och myllas ner på senhösten)
sås ca 1 aug			Oljerättika			
			Sås ca 1 aug			

Figur 1. Försöksplan för växtföljdsförsöket med ekologiska grödor på Norra Åsum åren 2014-2016.

1	2a	2b	3	4a	4b	5
Färskpotatis	Plantlök	Morot	Höstkorn	Morot	Plantlök	Höstråg
Miniträda med falska såbäddar	Höstkorn	Höstkorn	Tröskas	Höstråg	Höstråg	Insådd av engelskt rajgräs
i juli	(Sådd sker efter skörd av morot)	(Sådd sker efter skörd av morot)	i mitten av juli	(Sådd sker efter skörd av morot)	(Sådd sker efter skörd av morot)	på våren
+			Miniträda 1-2 veckor			Helsädesskörd
Mellangröda			+			(1:a veckan i Juli)
Facelia + Persisk klöver			Mellangröda			
			Oljerättika			

1	2a	2b	3	4a	4b	5
sås 25 juli-1 aug			med anpassad gödslingsgiva sås 1 aug			(Insådd av engelskt rajgräs på våren, som skördas under senhösten)

Figur 2. Försöksplan för växtföljdsförsöket med ekologiska grödor på Norra Åsum åren 2017-2018.

Förfrukten till de olika grödorna under åren framgår av Figur 1 och Tabell 1. Första året var vårkorn förfrukt till alla grödorna. Eftersom alla grödor i växtföljden odlades varje år så fanns det fem olika grödsekvenser (GS1-GS5) (Tabell 1). Detta försöksupplägg innebär att ogräsförekomsten (fröbanken och i växande gröda), nematodförekomst och kvävedynamiken kan analyseras separat för varje grödsekvens i växtföljden.

Tabell 1. Grödsekvenser (GS1-GS5) som ingick i växtföljdsförsöket på Norra Åsum. Varje grödsekvens hade en fast placering på fältet under hela växtföljden, d.v.s. i samma försöksruta (Plot) och upprepat i fyra block

Sekvens	2013	2014		2015		2016		2017		2018	
GS1/ Plot1	Vårkorn	Färskpotatis miniträda facelia (led 1)		Lök (led 2a)	Morot (led 2b)	Råg oljerättika (led 3)		Morot (led 4a)	Lök (led 4b)	(Råg+rajgräs) (led 5)	
GS2/ Plot2	Vårkorn	Lök (2a)	Morot (2b)	Råg oljerättika (3)		Morot (4a)	Lök (4b)	(Råg+rajgräs) (5)		Färskpot. minit. Facelia+persisk klöver (1)	
GS3/ Plot3	Vårkorn	Vårkorn oljerättika (3)		Morot (4a)	Lök (4b)	Rågvete rajgräs (5)		Färskpot. minit. facelia (1)		Lök (2a)	Morot (2b)
GS4/ Plot4	Vårkorn	Morot (4a)	Lök (4b)	Rågvete rajgräs (5)		Färskpot. minit. facelia+persisk klöver (1)		Lök (2a)	Morot (2b)	Höstkorn oljerättika (3)	
GS5/ Plot5	Vårkorn	Havre rajgräs (5)		Färskpot. minit. facelia (1)		Lök (2a)	Morot (2b)	Höstkorn oljerättika (3)		Morot (4a)	Lök (4b)

Jordprover:

Jordprover för fröbanksanalys och för att bestämma förekomsten av frilevande nematoder togs i mitten av mars varje vår (provdjup 0-25 cm). Jordprover för att bestämma markens kväveinnehåll (N-min) togs varje höst och vår. Provtill N-min-analysen togs på djupen 0-30 cm, 30-60 cm resp. 60-90 cm. Under de tre första åren i växtföljden (2014-2016) utfördes kväveprovtagningen i oktober före putsning och nedmyllning av facelia, oljerättika respektive rajgräs. Provtagningen upprepades i början av april före jordbearbetningarna till de olika huvudgrödorna. Jordprovningen för kväveanalys fortsatte på samma sätt de två följande åren (2017-2018). Den enda skillnaden var att de eftersådda mellangrödorna (facelia samodlad med persisk klöver resp. oljerättika) samt den insådda bottengrödan (rajgräs) skördades och togs bort från fältet.

Ogräskontroll i försöket:

I plantlök och morot har radhackning och handrensning utförts för att kontrollera ogräsen. I morot utfördes även flamning strax före grödans uppkomst. I färskpotatisen har det utförts upprepade kupningar. I miniträdan efter skörd av färskpotatisen har falska såbäddar, ca 5 cm djupt, utförts under högsommaren. Selektiv ogräsharvning utfördes i höstspannmålen på våren.

Fröbanksanalys:

Utvärderingen av hur ogräset påverkas av grödorna och olika ogräsbekämpningsåtgärder i växtföljden utfördes genom att studera förändringar i ogräsets fröbank. Genom jordprovtagning i mars varje försöksår avlästes hur ogräsförekomsten i fröbanken hade förändrats sedan förra våren. Odlingslådor med jordprover placerades i växthus på SLU Alnarp, därefter räknades och artbestämdes alla uppkomna ogräs efter 7 veckor i växthuset. Under åren 2017 till 2019 togs även fröbanksprover på hösten för att bättre kunna studera de höstgroende ogräsarternas utveckling.

Avläsningsmetodik för att utvärdera ogräseffekten i odlingssystemet:

Förändringar i ogräsfloran i försöket studerades genom ogräsavläsningar i fält under odlingsåren. Avläsningarna har utförts av SLU Alnarp vid 4 tillfällen per år. De finns redovisade för åren 2014-2016 i (Hansson et al., 2017a; Hansson et al., 2017b), d.v.s. i tidigare projektredovisningar till SLF och Jordbruksverket. För åren 2017-2018 har vi också gjort 4 avläsningar per år, men dessa är inte redovisade i denna rapport. Under dessa år flyttades fokus i projektet till att utvärdera ogräseffekten av olika åtgärder via fröbanksanalyser både höst och vår. Fröbanksanalyser visade sig vara bättre för att beskriva ogrässituationen för odlingssystemet. Under projektets gång blev det allt mer tydligt att ogräsavläsningarna i fält under odlingssäsongen endast gav en ögonblicksbild, men som ej gav svar på hela ogrässituationen. Avläsningstidpunktens närhet under odlingssäsongen till olika ogräsbekämpningsåtgärder t.ex. handrensning, hackning påverkar avläsningsresultatet. Vi valde därför att endast redovisa resultatet fröbanksproven som bättre avspeglar insatsernas effekt på ogräsen.

Slutsatsen rörande avläsningsmetodik i projektet för att utvärdera ogräseffekten i odlingssystemet visade sig att odlingssystemets inverkan på ogräsfloran studeras bäst genom fröbanksanalyser, medan direkta avläsningar i fält under odlingssäsongen är mer användbara för att mer direkt kunna utvärdera ogräseffekten av olika bekämpningsåtgärder.

Resultat och diskussion

Om inget annat anges, så är resultatet signifikant med ett p-värde $<0,05$. Om resultatet har ett p-värde mellan 0,05 och 0,10, så anges det att resultatet är en trend. Är resultatet inte signifikant, så anges det med (ns. = ej signifikant).

Fröbanksanalys (vårprovtagning) för de fem grödsekvenserna odlingsåren 2013-2018

Nedan redovisas ogräseffekten från fröbanksanalysen som utfördes varje vår, våren efter själva odlingsåret, d.v.s. provtagningarna har genomförts våarna 2014 - 2019.

Mot bakgrund av att förfrukten har en avgörande roll för antalet ogräs i matjordslagret, i den efterföljande grödan, så har vi valt att beskriva ogrässituationen uppdelat för de fem olika grödsekvenserna GS1-GS5 under hela försöksperioden (Tabell 1). Den första fröbanksanalysen våren 2014 efter odling av vårkorn på hela fältet 2013, visade att det var en mycket liten variation i ogräsförekomsten på försöksfältet.

I grödsekvens 1 (GS1) visas att antalet ogräs i fröbanken halveras efter odling av färskpotatis, miniträda och facelia under 2014 (Figur 2). Antalet ogräsfrö i fröbanken uppförökas inte i någon större utsträckning i lök och morot under 2015. Råg med eftersådd oljerättika resulterade inte heller i någon större uppförökning av ogräs under 2016. Under 2017 uppförökades antalet ogräs i främst lök (85 %), men även i morot (51 %). I löken var det framförallt svinmålla och korsört som ökade och i morot var det gråbo. Under 2018 reducerade, höstrågen i kombination med insått rajgräs, antalet ogräs med 52 % efter lök som förfrukt och med ca 41 % efter morot som förfrukt (ns.).

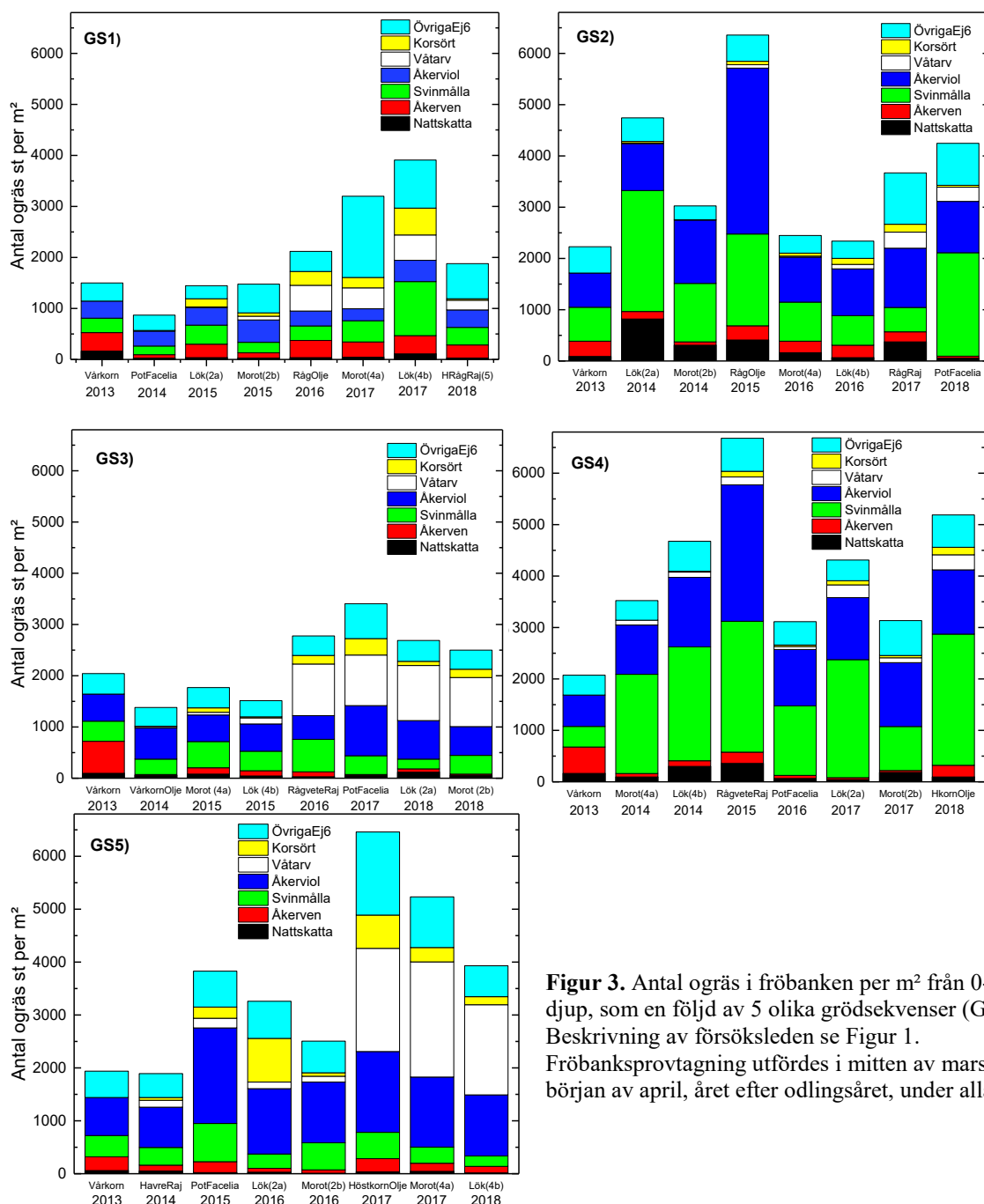
I grödsekvens 2 (GS2) där lök och morot odlades under 2014, med vårkorn utan mellangröda som förfrukt, så ökar antalet ogräs i lök 3,1 gånger och i morot 2,0 gånger (ns.). Denna förhöjda nivå av antalet ogräsfrö i fröbanken reduceras inte av den efterföljande rågen med eftersådd oljerättika under 2015. Under 2016 när lök och morot odlades efter råg och eftersådd oljerättika minskade antalet ogräs med ca 60 %. Under 2017 uppförökades antalet ogräs med ca 50 % i höstråg med insått rajgräs (ns.). De arter som ökade var främst nattskatta, kanadabinka och våtarv. Det finns en tendens till att våtarv ökar på hösten i rajgräset som sås in i höstspannmål (se GS2, GS3). Odlingsåret 2018 då det odlades färskpotatis och därefter facelia i samodling med persisk klöver påverkades inte det totala antalet ogräs i någon större utsträckning, jämfört med det föregående årets odling av råg + insått rajgräs. Uppförökning av svinmålla var dock stor under odlingsåret 2018 (ns.).

I grödsekvens 3 (GS3) minskar antalet ogräs i fröbanken med ca 35 % efter odling av vårkorn med eftersådd oljerättika under 2014. Antalet ogräsfrö i fröbanken uppförökas inte i någon större utsträckning i lök och morot under 2015. I rågvetet med insått rajgräs under 2016, ökade antalet ogräs i fröbanken med ca 84 % med lök som förfrukt under 2015 och med ca 57 % med morot som förfrukt under 2015 (ns.). Under 2017 uppförökades inte antalet ogräs vid odling av färskpotatis följt av miniträda och facelia. I rågvete med bottengrödan rajgräs 2016 uppförökades framför allt våtarv. Det relativt höga antalet våtarv i rågvete + rajgräs (2016) låg på samma nivå 2017 i "potatisledet". Året därpå odlades lök och morot, som hade en något reducerande effekt på antalet ogräs i fröbanken (27 % för lök resp. 36 % för morot, ns.).

I grödsekvens 4 (GS4) där morot och lök, under 2014, odlas efter vårkorn utan mellangröda under 2013, så ökar antalet ogräs i lök 2,3 gånger (trend) och 1,7 gånger i morot (ns.). Antalet ogräs i fröbanken reduceras inte under 2015 av den efterföljande rågvetet med bottengrödan

rajgräs. Under 2016 reducerades antalet ogräs i fröbanken med 53 % i ledet med potatis + miniträda + facelia, jämfört det föregående året med rågvete och insått rajgräs. Från 2016 till 2017 var antalet ogräs ungefär på samma nivå i morot och lök. Under 2018 ökade mängden ogräs i fröbanken efter odling av höstkorn och oljerättika (ns.) (jfr 2017 då det odlades morot 65 % resp. 20 % för lök).

I grödsekvens 5 (GS5) där havre med insådd av rajgräs odlas efter vårkorn 2013 bibehålls antalet ogräs i fröbanken under 2014. I efterföljande gröda under 2015 med färskpotatis, miniträda och facelia ökade antalet ogräs något i fröbanken. År 2016 i lök och morot förändrades inte antalet ogräs i fröbanken. Efter odlingsåret 2017 med höstkorn med insått rajgräs uppförökades antalet ogräs kraftigt. De arter som ökade främst var våtarv (sign.), men även korsört ökade (ns.). Året därpå 2018 reducerades antalet ogräs i fröbanken med ca 20 % efter morot (ns.) och ca 40 % efter lök (sign.).



Figur 3. Antal ogräs i fröbanken per m² från 0-25 cm djup, som en följd av 5 olika grödsekvenser (GS1-GS5). Beskrivning av försöksleden se Figur 1. Fröbanksprovtagning utfördes i mitten av mars till i början av april, året efter odlingsåret, under alla år.

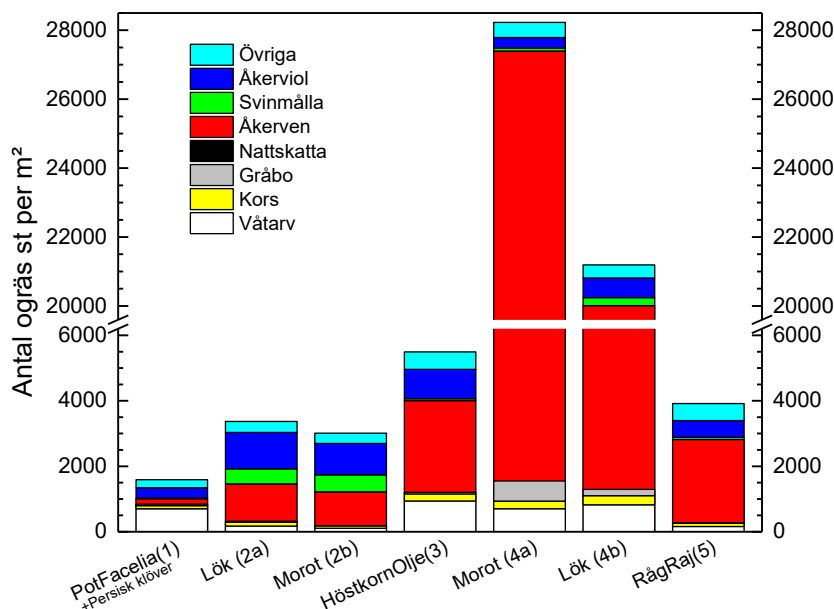
Erfarenheter av att bekämpa nattskatta i växtföljden

Om man har nattskatta i odlingen så är det viktigt att de bekämpas och att man undviker att odla framför allt lök men även morot. Vidare är det svårt att begränsa nattskatta med råg som skördas som helsäd följt av oljerättika. Ett sätt att bekämpa nattskatta är att under ett år odla färskpotatis, mekanisk bekämpa ogräset genom miniträda under högsommaren och därefter odla facelia + persisk klöver. I genomsnitt så var reduktionen av antalet nattskatta i fröbanken 75 % efter odlingsåret med färskpotatis, miniträda (med 2 falska såbäddar), facelia (+persisk klöver 2017, 2018). Detta gäller för alla grödsekvenser med undantag av grödsekvens 3, där det fanns mycket få nattskattor.

Fröbanksanalys (höstprovtagning) för odlingsåren 2017 - 2019

Nedan redovisas resultatet från fröbanksanalyserna som utfördes hösten 2017, 2018 och 2019. Tidigare år utfördes endast fröbanksanalyser på våren.

Vid fröbanksprovtagningen hösten 2017 fanns det i särklass mest ogräs i försöksleden med morot (led 4a) och lök (led 4b) som odlades efter höstspannmål med eftersådd oljerättika (Figur 4). Antalet ogräs var betydligt lägre då samma grödor, morot (led 2b) och lök (led 2a), odlades efter ledet med potatis, miniträda och facelia. Den kraftiga ökningen av antalet ogräs till fröbanken i led 4a och 4b beror på ett stort tillskott av åkervenfrön, som drösade strax före skörden av höstråg¹ 2016 (led 3). Under 2016 utfördes ingen selektiv harvning på våren i höstspannmålen, vilket gav ett stort antal fröbärande åkervenplanter. För att bättre kontrollera åkerven så utfördes upprepade selektiva harvningar på våren 2017 och 2018 i höstspannmålen. I led 4a (morot) och led 4b (lök) var antalet åkerven signifikant fler än i de övriga leden. Under odlingsåret 2017 växte det få åkervensplanter i dessa led (4a och 4b) och inga av plantorna blev fröbärande. Det innebär att den stora mängden åkerven på hösten 2017 kom från odlingsåret 2016.



Figur 4. Antal ogräs i fröbanken per m² från 0-25 cm djup hösten 2017.

¹ (Led 3: år 2016 odlades höstråg/oljerättika, år 2017 odlades höstkorn/oljerättika).
(Led 5: år 2016 odlades rågvete/rajgräs, år 2017 odlades råg/rajgräs).

Vidare var det signifikant fler åkerven i led 3 (höstkorn med eftersådd oljerättika) jämfört med led 1, 2a och 2b (Figur 4). De åkervensplantor som avlästes hösten 2017 i led 3 kommer till största delen från odlingsåret 2017, eftersom inga av de åkervensplantor, som växte i lök (2a) och morot (2b) under 2016 fröade av sig.

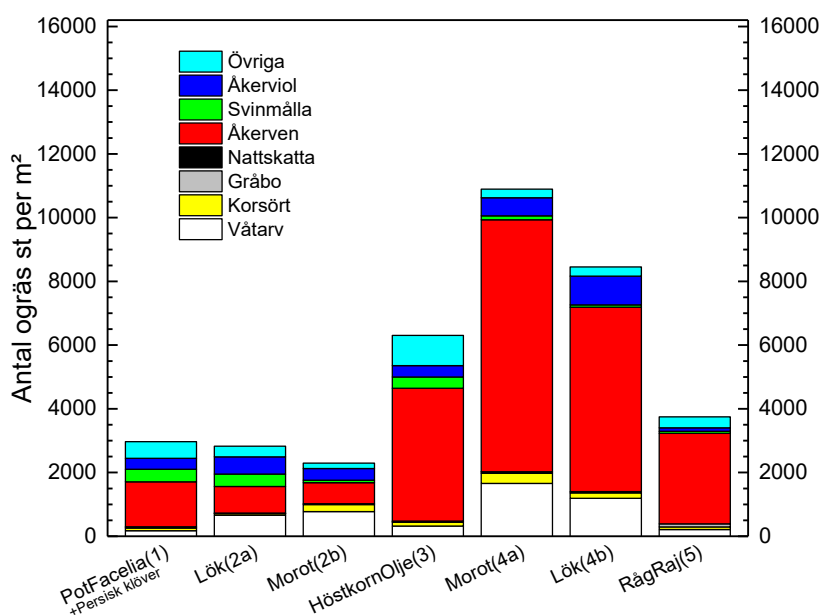
Det var signifikant fler åkerven i led 5 (råg med insått rajgräs) jämfört med led 1 och 2b.

Åkerven, som är ett vinterannuellt ogräs, var det i särklass mest förekommande ogräset vid höstavläsningen 2017, medan förekomsten var betydligt lägre vid vårprovtagningen 2018. Det var upptill 90 gånger fler åkervensplantor hösten 2017 jämfört med våren 2018 (i ett spann på 15 till 90 gånger fler åkervenplantor, medelvärde 46 gånger fler).

Det vinterannuella ogräset våtarv har under de senaste åren blivit allt mer förekommande på försöksplatsen. Det beror förmodligen på att det fick växa relativt ostört i framförallt rajgräset, men även i oljerättikan och till viss del även vid odling av facelia och persisk klöver.

Fröbanksprovtagningen hösten 2017, 2018 och 2019 visade att antalet nattskattor i fröbanken, som är ett sommarannuellt ogräs, var mycket få (0-25 st per m² på djupet 0-25 cm).

Den största förändringen i fröbanken från hösten 2017 till hösten 2018 var att antalet ogräs blev betydligt lägre 2018 i led 4a (morot) och i led 4b (lök) (Figur 4 & 5). År 2017 odlades här höstkorn följt av oljerättika. Denna reduktion av antalet ogräs under odlingssäsongen 2018 beror på en effektivare bekämpning av åkerven 2017 genom bl.a. två effektivt utförda ogräsharvningar i slutet av mars och i början av maj. Under våren 2016 utfördes inga ogräsharvningar i höstrågen (led 3). Det växte mycket åkerven i både höstkornet och i höstrågen, men genom att höstrågen skördades som helsäd och höstkornet tröskades, blev antalet åkerven betydligt lägre året efter rågen jämfört med året efter höstkornet. Vid helsädesskörden av höstråg kunde åkervensfröna tas bort från fältet innan de drösade.

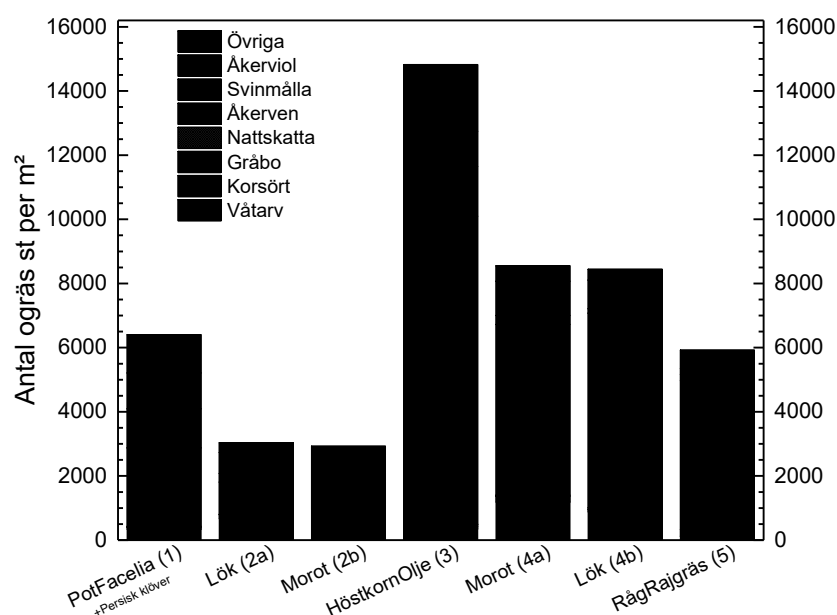


Figur 5. Antal ogräs i fröbanken per m² från 0-25 cm djup, hösten 2018.

I försöket observerades att om det var mycket våtarv i en gröda 2017, så ökade antalet våtarv i den följande grödan i växtföljden 2018 (någon statistisk analys ej utförd) (Figur 4 & 5).

Det ser ut som att morot, lök och färskpotatis är bra grödor att odla om man vill minska problem med åkerven, p.g.a. av att åkerven har ingen möjlighet bilda fröbärande ax i dessa grödor

I början av juli 2018 växte ca 250 åkervenplanter per m² i rågen med det insådda rajgräset och ca 16 planter per m² i höstkornet (visas ej i diagram). Rågen skördades som helsäd i början av juli, medan höstkorn tröskades några veckor senare (led 3). Det resulterade i att fler åkervensplanter kunde uppföras i höstkornet jämfört med i rågen, se fröbanksanalysen i Figur 6. Vid skörden av råg som helsäd kunde det mesta av åkervenfröna tas bort före de drösade, medan vid tröskningen av höstkornet hade åkervenfröna redan drösats.



Figur 6. Antal ogräs i fröbanken per m² från 0-25 cm djup. Avläsning i vårkorn hösten 2019, efter olika förfrukter ett år efter avslutat växtföljdsförsök. De olika grödorna (led 1-5) som anges i diagrammet växte på försöksfältet under 2018.

Kvardröjande ogräseffekt i växtföljden - avläsningar i fält 2019

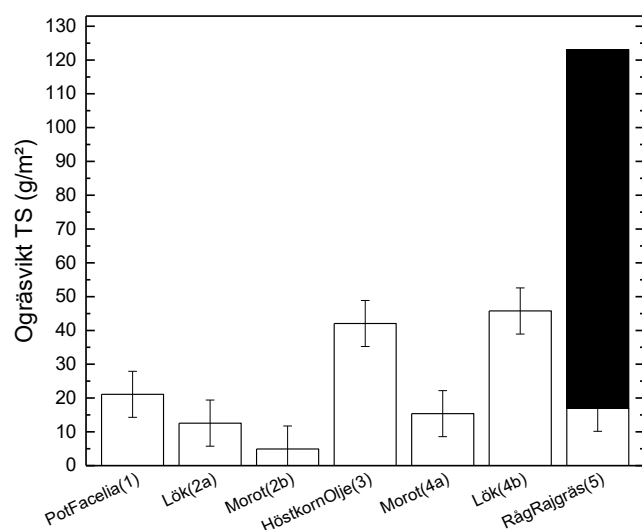
Den kvardröjande ogräseffekten från olika bekämpningsåtgärder och de olika grödsekvenserna i det femåriga växtföljdsförsöket (2014-2018) avlästes i vårkorn sommaren 2019.

I vårkornet, året efter odling av morot och lök (förfrukter) är ogräsvikten lägre om förförfrukten var färskpotatis + miniträda + facelia jämfört med om förförfrukten var höstkorn + oljerättika. Den lägsta ogräsvikten i vårkornet fanns där morot var förfrukt (led 2b) och färskpotatis + miniträda + facelia var förförfrukt (Figur 7). Ogräsvikten var något högre i förfrukten morot (led 4a) med förförfrukten höstkorn + oljerättika. Ogräsvikten var betydligt lägre i lökledet (led 2a) där förförfrukten var färskpotatis + miniträda + facelia, jämfört med lökledet (led 4b) som hade förförfrukten höstkorn + oljerättika.

I en jämförelse mellan ”förfrukterna” morot och lök, så ser det ut som att ogrästrycket (ogräsvikten) är lägre efter odling av morot.

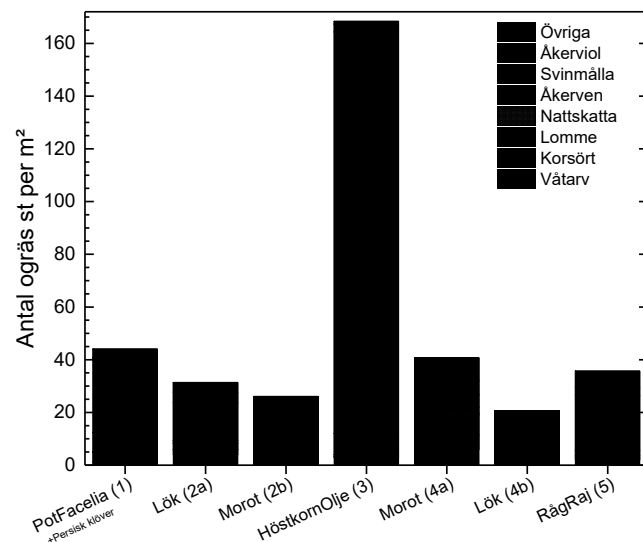
I vårkornet 2019 fanns den högsta ogräsvikten i led 5, som hade förfrukten höstråg + insått rajgräs (Figur 7). Rajgräset hade inte bekämpats tillräckligt bra (led 5) före etableringen av vårkornet. Om man inte betraktar rajgräset som ett ogräs, så fanns den högsta ogräsvikten i

vårkornet 2019, efter odling av lök (led 4b) med höstkorn + oljerättika som förförfrukt. Ogräsvikten var även hög i vårkornet där förfrukten varit höstkorn + oljerättika (led 3).



Figur 7. Ogräsvikt g per m² i vårkorn 2019, efter olika förfrukter (led 1-5) år 2018. Avläsning 2019-07-01 i växande gröda. (Skuggad del av stapel = rajgräs som inte kunnat bekämpas tillräckligt bra i vårkornet resp. i förfrukten råg + rajgräs).
1 g ogräs per m² = 10 kg per ha.

Bilden ser lite annorlunda ut om man utvärderar den kvardröjande ogräseffekten i vårkornet 2019 med avseende på antalet ogräs i stället för ogräsvikten (Figur 8). Det lägsta antalet ogräs fanns efter lök (led 4b) och efter morot (led 2b). Ogräsen var dock relativt stora i led 4b (lök som förfrukt), medan de var relativt små i led 2b (morot som förfrukt). Det var i särklass flest ogräs i led 3 p.g.a. av en stor dominans av svinmålla, som hade förökats upp i både höstkornet och oljerättikan.



Figur 8. Antal ogräs per m² i vårkorn 2019, efter olika förfrukter (led 1-5) år 2018. Avläsning 2019-07-01 i växande gröda.

Nematodförekomst för de enskilda odlingsåren 2013-2018

I försöket studerades hur växtföljden påverkar frilevande nematoder. Under alla försöksår bevattnades fältet regelbundet, vilket har resulterat i en fuktig jord med goda tillväxt-betingelser för nematoder.

Nematoderna är relativt platsbundna. Analysen av nematodernas populationsdynamik utförs därför i varje enskild försöksruta. Det innebär att nematoderna analyseras på samma sätt som ogräset i försöket, d.v.s. i de 5 olika grödsekvenserna (GS1-GS5).

Det fanns ingen signifikant skillnad i antalet rotsårsnematoder (*Pratylenchus spp.*), 39-51 st per 250 g jord, eller i antalet stubbrotsnematoder (*Trichodorus spp.* och *Paratrichodorus spp.*), 105-171 st per 250 g jord, över försöksfältet våren 2014 då växtföljdsförsöket startades. Året före hade det odlats vårkorn på fältet. Nya nematodprover togs under alla följande år på våren. Provtagningarna som utfördes i försöket gav ett svar på hur nematoderna hade utvecklats under det föregående året.

Vid odling av lök och morot är gränsvärdet för antalet rotsårsnematoder *Pratylenchus spp.* <250 per 250 g jord. För *Pratylenchus penetrans* så gäller en lägre nivå som toleransgräns <50 per 250 g jord, än för övriga rotsårsnematoder. Skadetröskeln för stubbrotsnematoder ligger runt 30 individer per 250 g jord. (Hassoun, pers. medd., 2015).

Efter odlingsåret 2014 var det signifikant lägre antal stubbrots- och rotsårsnematoder efter odling av lök och morot jämfört med färskpotatis + miniträda + facelia, korn + miniträda + oljerättika samt havre + rajgräs. Reduktionen av stubbrots- och rotsårsnematoder efter odling av lök och morot var ca 80 % resp. ca 85 %. Det var ingen skillnad i antalet stubbrots- och rotsårsnematoder mellan lök och morot.

Mängden rotsårsnematoder ökade kraftigt i färskpotatis + miniträda + facelia (4,5 gånger), korn + miniträda + oljerättika (3,2 gånger) samt i havre + rajgräs (2,4 gånger) från 2013 till 2014. Antalet stubbrotsnematoder låg kvar på ungefär samma nivå för dessa grödor. Det var inte heller någon skillnad på antalet stubbrotsnematoder och rotsårsnematoder mellan färskpotatis, korn och havre, som växte på försöksfältet 2014.

Under alla år med odling av färskpotatis följt av miniträda och facelia uppförökades kraftigt antalet rotsårsnematoder. Under åren 2015-2017 var antalet rotsårsnematoder över gränsvärdet på 250 st per 250 g jord (Figur 9). Det följande året i växtföljden odlades lök resp. morot. Det visade sig att lök och morot var effektiva grödor för att reducera antalet rotsårsnematoder som hade uppförökats under året i ledet med potatis, miniträda och facelia.

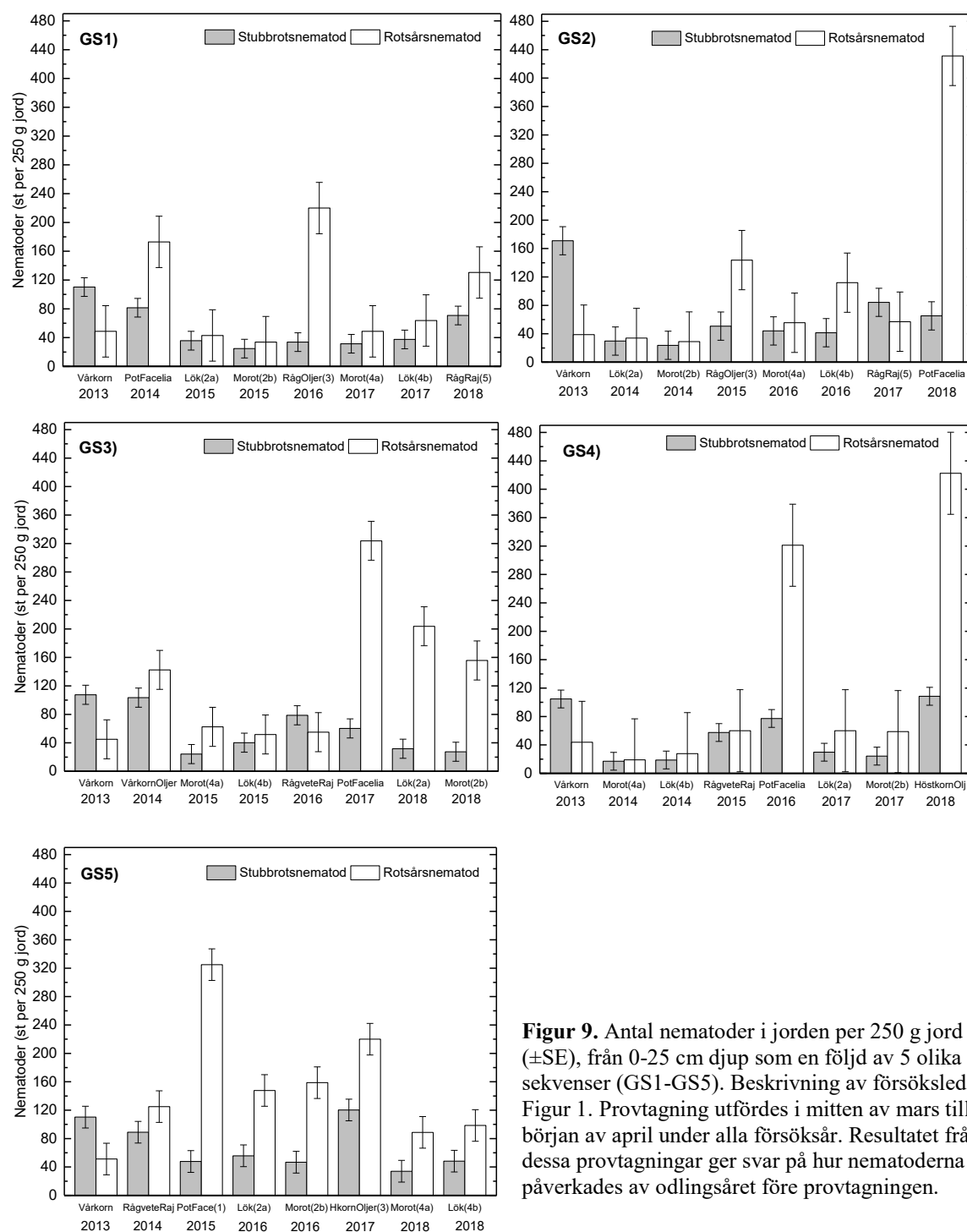
Enligt Hassoun (pers. medd., 2015) ökar normalt inte antalet rotsårsnematoder vid odling av färskpotatis. Detta måste innebära att det är facelia (mellangrödan som odlas efter skörden av färskpotatis) som ökar antalet rotsårsnematoder i detta fall.

Under de flesta försöksåren var det ett lägre antal stubbrottsnematoder efter odling av lök och morot jämfört med året med färskpotatis, miniträda och facelia. Under 2016 låg dock antalet stubbrotsnematoder i lök och morot på samma nivå som det föregående året med färskpotatis, miniträda och facelia. Antalet stubbrotsnematoder i lök och morot låg under de flesta åren strax under eller på gränsvärdet, d.v.s. 30 individer per 250 g jord.

I försöket gav plantlök och morot en stor reduktion av antalet rotsårsnematoder (*Pratylenchus*) och stubbrotsnematoder (*Trichodorus*+*Paratrichodorus*). Antalet rotsårsnematoder reduceras med 75 % för plantlök resp. 80 % för morot, när de odlas efter färskpotatis, med facelia som mellangröda. Reduktionen blev 71 % för lök och 78 % för morot när de odlas efter råg, med oljerättika som mellangröda (GS1). Efter förfrukten

vårkorn, med oljerättika som mellangröda (GS3), gav lök och morot en reduktion av antalet rotsårsmatoder med 64 % för lök resp. 56 % för morot.

Vårkorn med oljerättika som mellangröda, under 2014, gav ca 3,7 gånger fler rotsårsmatoder när vårkorn varit förfrukt (GS3). Detta kan eventuellt bero på att oljerättika ökar antalet rotsårsmatoder, men inte vårkornet. Det finns en tendens till ett ökat antal rotsårsmatoder i råg med oljerättika (GS2) och i höstkorn med oljerättika (GS5) när lök resp. morot varit förfrukter.



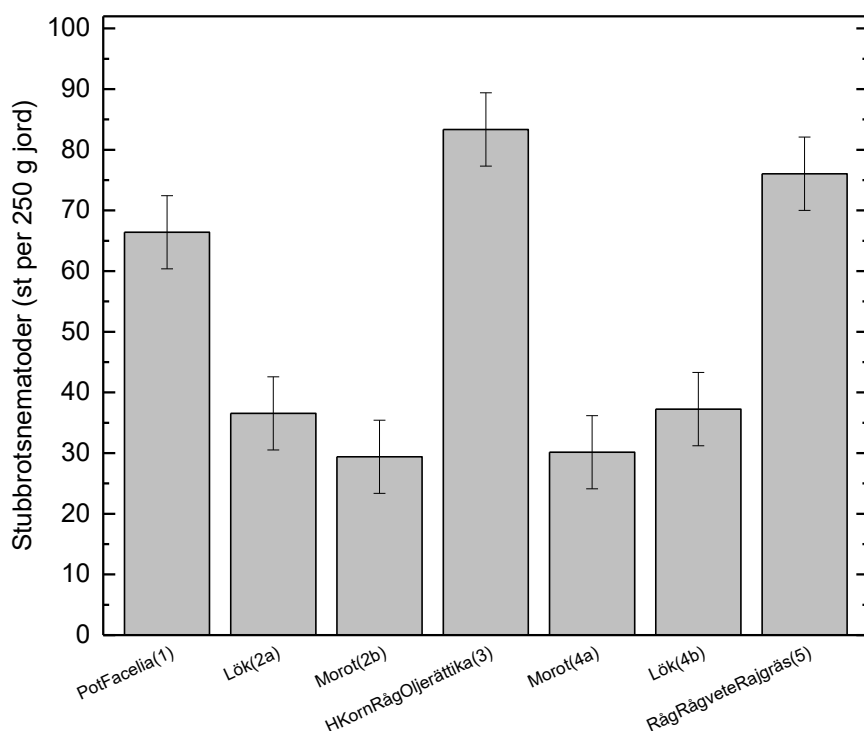
Figur 9. Antal nematoder i jorden per 250 g jord ($\pm$ SE), från 0-25 cm djup som en följd av 5 olika grödsekvenser (GS1-GS5). Beskrivning av försöksleden se Figur 1. Provtagning utfördes i mitten av mars till i början av april under alla försöksår. Resultatet från dessa provtagningar ger svar på hur nematoderna påverkades av odlingsåret före provtagningen.

Nematodförekomst - genomsnitt för alla odlingsår 2014-2018

Om man slår ihop nematodanalyserna från alla odlingsår (2014-2018) blir det sammanlagda resultatet från de olika åren i växtföljden mer tydligt.

Antalet stubbrotsnematoder var signifikant lägre efter odlingsåren med morot och lök jämfört med de övriga åren i växtföljden. I genomsnitt var antalet stubbrotsnematoder 30 och 37 st per 250 g jord efter morot resp. efter lök (Figur 10). Antalet stubbrotsnematoder ligger med andra ord på eller strax över skadetröskeln för morot och lök som är ca 30 individer per 250 g jord.

Efter de andra odlingsåren fördubblades antalet stubbrotsnematoder, d.v.s. efter färskpotatis + miniträda + facelia (led 1), höstspannmål + oljerättika (led 3), höstspannmål + insått rajgräs (led 5). Här var antalet stubbrotsnematoder 66, 83 och 76 st per 250 g jord i led 1, 3 resp. 5. Inom dessa två grupper (morot och lök) och (led 1, 3 och 5) var antalet stubbrotsnematoder inte signifikant skilda från varandra.

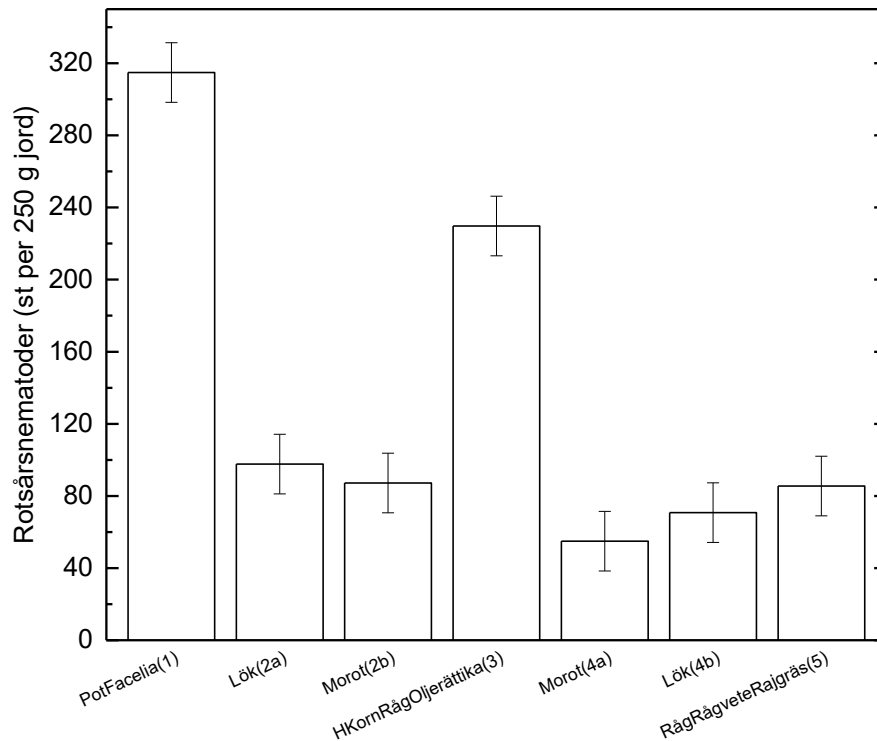


Figur 10. Medeltal av antalet stubbrotsnematoder från alla odlingsår 2014-2018. Antal nematoder i jorden per 250 g jord ($\pm$ SE), från 0-25 cm djup efter olika grödor i den femåriga växtföljden. Beskrivning av försöksleden se Figur 1.

Antalet rotsårsnematoder är signifikant lägre efter odlingsåren med morot, lök och höstspannmål + insått rajgräs (led 5) jämfört med de andra grödorna som odlades under de andra åren i växtföljden. I genomsnitt var antalet stubbrotsnematoder 71, 84 och 86 st per 250 g jord efter morot, lök resp. höstspannmål + insått rajgräs (Figur 11). Antalet stubbrotsnematoder ligger under skadetröskeln för morot och lök, som är ca 250 individer per 250 g jord.

Jämfört med, morot, lök och höstspannmål + insått rajgräs, ökade antalet rotsårsnematoder ca 4 gånger efter färskpotatis + miniträda + facelia (led 1) och ca 3 gånger efter höstspannmål + oljerättika (led 3).

Det var ingen signifikant skillnad i antalet rotsårsnematoder mellan morot, lök och led 5. Vidare var det 315 st rotsårsnematoder per 250 g jord efter färskpotatis+ miniträda + facelia (led 1), vilket var signifikant fler rotsårsnematoder än efter höstspannmål + oljerättika (led 3), där antalet rotsårsnematoder var 230 st per 250 g jord.



Figur 11. Medeltal av antalet rotsårsnematoder från alla odlingsår 2014-2018. Antal nematoder i jorden per 250 g jord ($\pm$ SE), från 0-25 cm djup efter olika grödor i den femåriga växtföljden. Beskrivning av försöksleden se Figur 1.

Markvävedynamikens förändring för enskilda år

Även om projektets huvudsyfte var att effektivt kontrollera nattskatta och andra annuella ogräs i en växtföljd bl.a. via miniträddor (kortare svartträda med falska såbäddar) och mellangrödor, så behövs kunskap om hur miniträda påverkar kvävedynamiken och risken för växtnäringssläckage. Växtnäringssläckaget från en svartträda kan ju vara relativt stort (Jordbruksverket, 2006), framförallt om svartträdan genomförs under högsommaren efter skörd av en kort kultur, såsom färskpotatis, som gödslats med organiska gödselmedel, vilka mineraliseras långsamt under försommaren, och särskilt om man gödslar för en hög skörd.

De grödor som växte på sensommaren och hösten, d.v.s. facelia (led 1) efter färskpotatis, oljerättika (led 3) efter höstkorn samt (led 5) höstråg med insatt rajgräs, skördades före jordprovtagningen senhöstarna 2017 och 2018. Denna biomassaskörd gjordes för att undersöka om bortförsel av mellangrödans biomassa kan reducera kväveförlusterna från odlingsystemet under vintern samt om det är ett effektivt sätt nyttja kvävet i mellangrödans biomassa i form av biogasgödsel följande vår, i en ny huvudgröda. Tidigare i försöket, 2014-2016, putsades och myllades mellangrödorna ner i marken efter provtagningen på senhösten.

Kväveinnehållet i marken mättes som N-min (kg/ha) efter de olika grödorna i växtföljden. N-min togs varje höst och upprepades varje vår, se Tabell 2 och 3 som avser åren 2016-2017 resp. 2017-2018 (Tabell 3 och 4). Skillnad i markens N-min (kg/ha) tidig vår jämfört med hur det var på hösten redovisas i Figur 12 och 13. I Tabell 2 framgår det att försöksleden med höstkorn och oljerättika, höstråg och rajgräs resp. färskpotatis och facelia har ökat sitt kväveinnehåll i marken (0-90 cm djup) från hösten till våren, med 2 till 17 kg N per ha, fast mellangrödornas biomassa bortförts på hösten.

De tre försöksleden utan mellangröda, men med höstspannmål etablerad, och med lök/morot som förfrukt, har i sju fall av åtta minskat sitt kväveinnehåll i marken, från hösten till våren, med 10 till 21 kg N-min per ha, på djupet 0-90 cm (Tabell 2) och har en större andel, i flera fall > 50 %, av sitt N-min-kväve på större djup i markprofilen, 60-90 cm (Tabell 3). I Tabell 3 framgår att höstråg med rajgräs har en mycket liten kvävemängd på djupet 60-90 cm, jämfört med alla de andra försöksleden. Leden med höstkorn och oljerättika resp. färskpotatis och facelia har dock en stor andel, ca 2/3, av N-min i skiktet 0-60 cm, jämfört med de andra försöksleden.

Tabell 2. Kväveinnehåll (kg N-min per ha) i marken 0-90 cm djup under hösten (H) och våren (V) efter odlingsåren 2016 resp. 2017, med bortförsel av mellangrödornas biomassa. Post-hoc-test utfördes med Tukey's metod och med signifikansnivån $P < 0.05$. Standard error (SE) har samma värde för alla försöksled höst resp. vår i en och samma kolumn, och anges under varje kolumn

Försöksled	Provdjup 0-90 cm			Provdjup 0-90 cm		
	H2016	V2017	*	H2017	V2018	*
Potatis/facelia(1)**	23,0AB	25,4A	2,4AB	38,2	42,8	4,6AB
Lök(2a)***	36,1AB	22,4A	-13,7 BC	39,1	25,1	-14,0BCD
Morot(2b)***	34,8AB	24,8A	-10,0BC	28,3	29,5	1,2ABC
Höstkorn/oljerättika(3)**	16,7AB	33,9A	17,2A	24,3	39,7	15,4A
Morot(4a)***	34,9AB	20,5A	-14,4C	37,2	19,2	-18,0CD
Lök(4b)***	37,2A	23,9A	-13,3BC	48,1	27,1	-21,0D
Höstråg/rajgräs(5)**	14,4B	23,3A	8,9BC	16,1	19,8	3,7AB
± S.E.	4,70	3,27	3,59	3,37	3,00	4,11

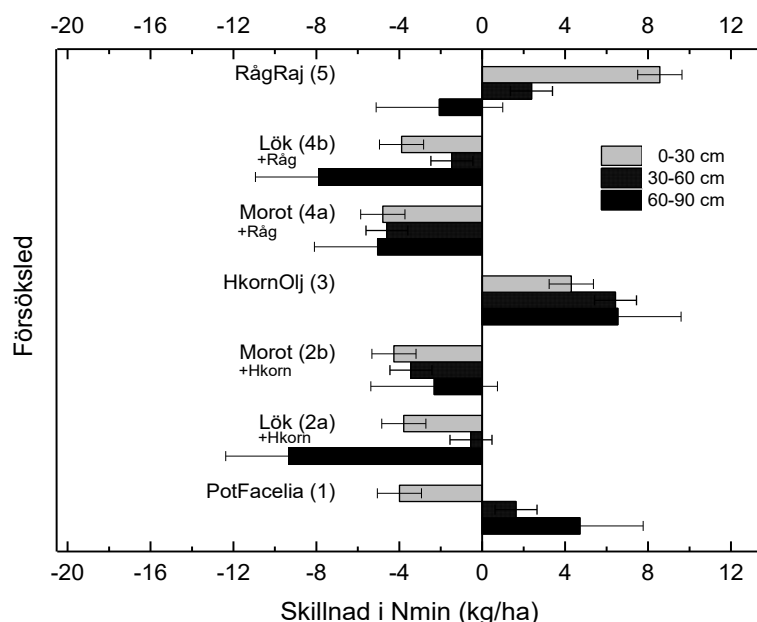
*Förändring i N-min från höst till vår. Ett positivt värde medför att kvävemängden för N-min är högre på våren jämfört med på hösten. Utöver kvävemängden i jordprofilen på våren, så finns det även kväve lagrat i "biogasbanken" från de skördade mellangrödorna. Denna lagrade växtnäring kan spridas på våren till en ny efterföljande huvudgröda.

** Öppen mark under vintern, efter nedmyllning av mellangrödornas stubb.

***Efter skörd av lök och morot har höstspannmål etablerats, vilken växer över vintern.

Tabell 3. Kväveinnehåll i marken efter odlingsåret 2016, som N-min i kg per ha, i de olika försöksleden på hösten och på våren. Provtagningen av markkvävet utfördes dels i mitten av december efter skörd av facelia, oljerättika resp. rajgräs och dels i mitten av mars. Post-hoc-test utfördes med Tukey's metod och med signifikansnivån $P < 0.05$. Standard error (SE) har samma värde för alla försöksled höst resp. vår i en och samma kolumn, och anges under varje kolumn. Kväveinnehåll i marken (kg N-min per ha) under hösten (H) och våren (V) efter odlingsåret 2016

Försöksled	Provdjup 0-30 cm			Provdjup 30-60 cm			Provdjup 60-90 cm		
	H2016	V2017	*	H2016	V2017	*	H2016	V2017	*
Potatis/facelia(1)**	10,6	6,6	-4,0B	4,1	5,8	1,6B	8,3	13,0	4,7A
Lök(2a)***	11,0	7,2	-3,8B	4,8	4,2	-0,5BC	20,3	11,0	-9,3B
Morot(2b)***	9,7	5,4	-4,3B	6,7	3,3	-3,4C	18,4	16,1	-2,3AB
Höstkorn/oljerättika(3)**	9,1	13,4	4,3A	3,9	10,3	6,4A	3,7	10,2	6,5A
Morot(4a)***	9,0	4,2	-4,8B	7,1	2,6	-4,6C	18,7	13,7	-5,0AB
Lök(4b)***	9,9	6,0	-3,9B	5,2	3,7	-1,5BC	22,1	14,2	-7,9B
Höstråg/rajgräs(5)**	7,2	15,7	8,5A	2,1	4,4	2,4AB	5,2	3,1	-2,1AB
± S.E.	0,72	0,68	1,06	0,71	0,83	1,01	4,07	2,54	3,05



Figur 12. Skillnad i markens N-min (kg/ha) ±S.E. tidig vår 2017 jämfört med hösten 2016.

Tabell 4. Kväveinnehåll i marken efter odlingsåret 2017, som N-min i kg per ha, i de olika försöksleden på hösten och på våren. Provtagningen av markkvävet utfördes dels i mitten av december efter skörd av facelia, oljerättika resp. rajgräs och dels i mitten av mars. Post-hoc-test utfördes med Tukey's metod och med signifikansnivån $P < 0.05$. Standard error (SE) har samma värde för alla försöksled höst resp. vår i en och samma kolumn, och anges under varje kolumn.

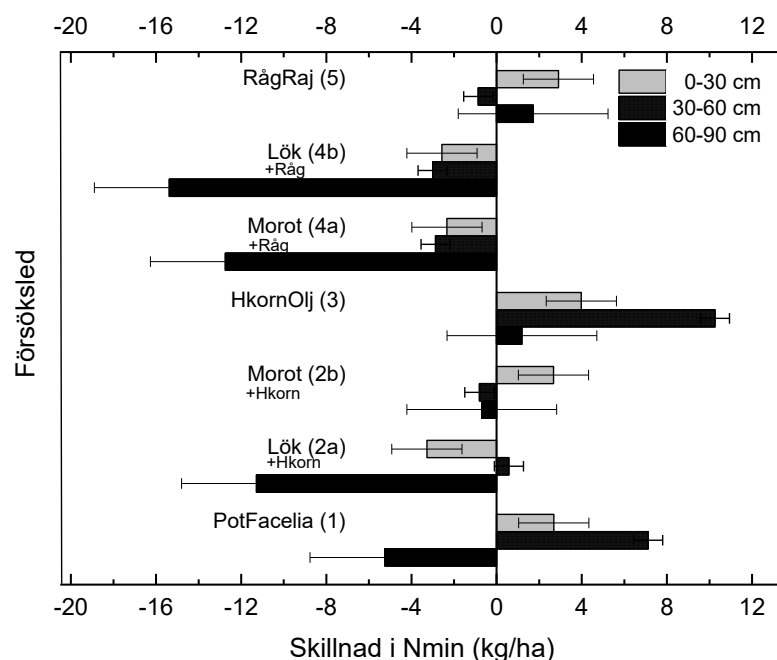
Kväveinnehåll i marken (kg N-min per ha) under hösten (H) och våren (V) efter odlingsåret 2017

Försöksled	Provdjup 0-30 cm			Provdjup 30-60 cm			Provdjup 60-90 cm		
	H2017	V2018	*	H2017	V2018	*	H2017	V2018	*
Potatis/facelia(1)**	12,6	15,3	2,7A	5,6	12,7	7,1A	20,0	14,8	-5,2AB
Lök(2a)***	10,4	7,1	-3,3A	4,6	5,2	0,6B	24,1	12,8	-11,3AB
Morot(2b)***	8,5	11,2	2,7A	5,2	4,4	-0,8BC	14,6	13,9	-0,7 AB
Höstkorn/oljerättika(3)**	12,9	16,9	4,0A	3,5	13,8	10,3A	7,8	9,0	1,2A
Morot(4a)***	11,2	8,8	-2,4A	6,5	3,7	-2,8C	19,5	6,7	-12,8AB
Lök(4b)***	12,4	9,8	-2,6A	6,8	3,8	-3,0C	29,0	13,6	-15,4AB
Höstråg/rajgräs(5)**	9,0	11,9	2,9A	3,6	2,7	-0,9BC	3,5	5,2	1,7A
± S.E.	0,82	1,46	1,65	0,55	0,78	0,68	2,91	1,83	3,52

*Förändring i N-min från höst till vår. Ett positivt värde medför att kvävemängden för N-min är högre på våren jämfört med på hösten. Utöver kvävemängden i jordprofilen på våren, så finns det även kväve lagrat i "biogasbanken" från de skördade mellangrödorna till en ny huvudgröda på våren.

** Öppen mark under vintern, efter nedmyllning av mellangrödornas stubb.

***Efter skörd av lök och morot har höstspannmål etablerats, vilken växer över vintern.



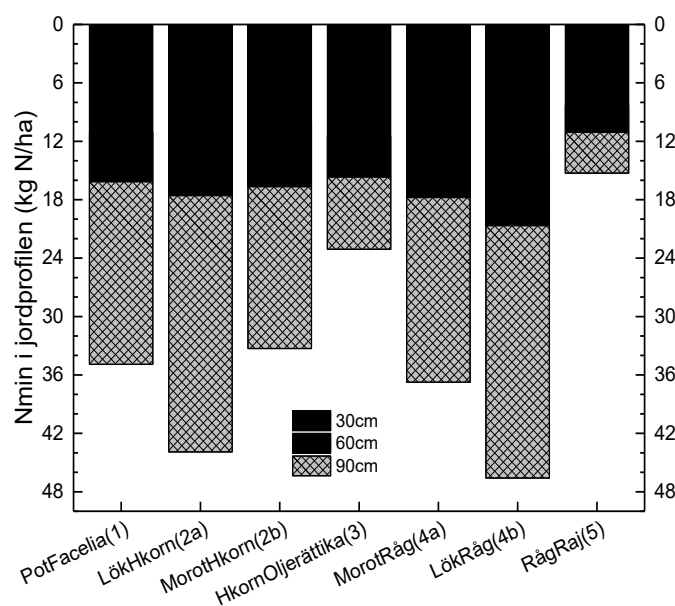
Figur 13. Skillnad i markens N-min (kg/ha) ± S.E. tidig vår 2018 jämfört med hösten 2017.

Markväve – genomsnitt för alla odlingsår 2014-2018

Höstavläsning

Vid höstprovtagningen (0-90 cm djup) fanns den lägsta mängden N-min i leden med höstspannmål (Figur 14). Det var ca 15 kg N per ha i led 5 (höstspannmål + insått rajgräs) följt av 23 kg N per ha i led 3 (höstspannmål + oljerättika). Av detta kväve fanns 27 % (led 5) och 32 % (led 3) på 60 till 90 cm djup. På 60-90 cm djup antar vi att det kväve som finns här inte kan tas upp av växten och därmed får det anses vara förlorat.

I hela profilen (0-90 cm) fanns den största mängden kväve efter odling av främst lök (45 kg N per ha), men även efter odling av morot och färskpotatis +facelia (35 kg N per ha). Av detta kväve fanns 58 %, 51 % och 54 % på 60 till 90 cm djup i ”lök”leden, ”morots”leden resp. i led 1 (färskpotatis +facelia).



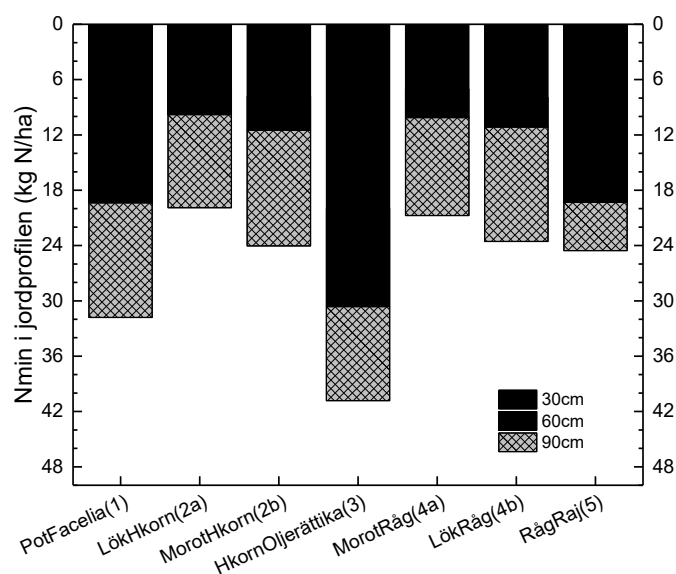
Figur 14. Mängden N-min (kg N/ha) i jordprofilen (0-30 cm, 30-60 cm och 60-90 cm) på **hösten (2014-2017)**. Medeltal av alla försöksår.

Våravläsning

I denna studie antar vi att mängden växttillgängligt kväve i jordprofilen finns främst i 0 till 30 cm djup, men ev. även i 0 till 60 cm djup beroende på grödans rot djup.

Det fanns signifikant mest N-min i jordprofilen (0-30 cm, 0-60 cm, 0-90 cm) på våren efter odling med höstkorn med efterföljande oljerättika (led 3) jämfört med de övriga leden (Figur 15). I led 3 var det ca 31 resp. 41 kg N per ha på 0-60 cm resp. 0-90 cm djup. Av detta kväve fanns 25 % på djupet 60 till 90 cm.

Mängden tillgängligt N-min i jordprofilen (0-30, 0-60 cm) var något lägre efter odling av råg + rajgräs (led 5) och efter potatis med efterföljande facelia (led 1) jämfört med led 3. Den lägsta mängden N-min i jordprofilen (0-30, 0-60 cm) fanns efter odling av lök och morot (10-11 kg N per ha i jordprofilen 0-60 cm djup).

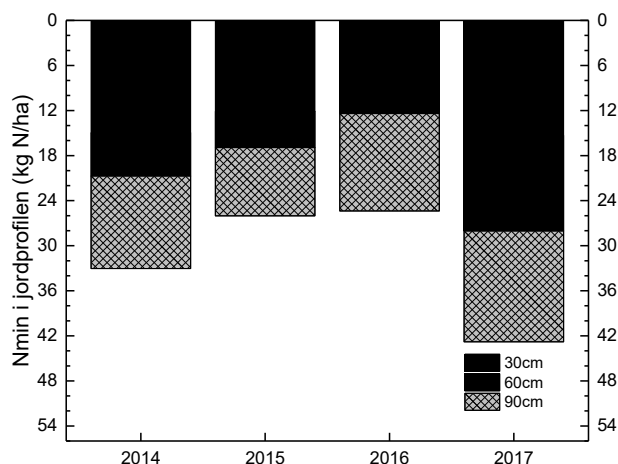


Figur 15. Mängden N-min (kg N/ha) i jordprofilen (0-30 cm, 30-60 cm och 60-90 cm) på våren (2015-2018). Medeltal av alla försöksår.

Det är intressant att notera att ett av de led som hade lägst N-min i hela jordprofilen (led 3) på hösten (23 kg N per ha) hade högst N-min på våren (41 kg N per ha), varav 31 kg N per ha, d.v.s. den största delen fanns i markprofilen på 0 till 60 cm djup, vilket kan betraktas som växttillgängligt för kommande grödor. En förklaring till detta extra tillskott av N-min (ca 18 kg N per ha) kan vara den oljerättika som odlades på sensommaren och hösten som mellangröda.

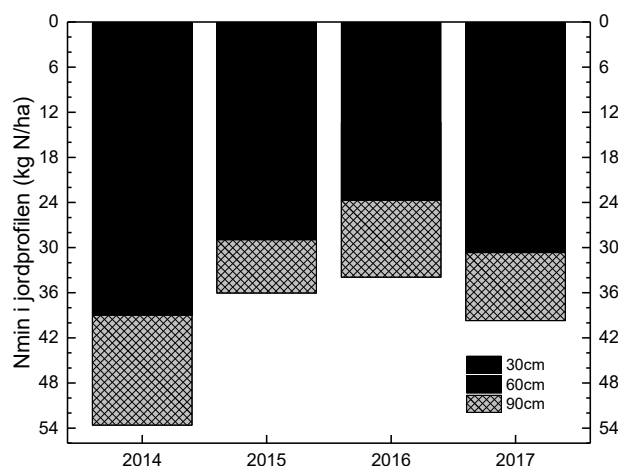
Markväve i olika led med mellangrödor och insådd under odlingsåren

Den höga mängden markkväve i jordprofilen i led 1 (ca 43 kg N per ha, 0-90 cm djup) efter odlingsår 2017 beror troligen främst på att facelia det året samodlades med persisk klöver (Figur 16). Mellangrödorna som odlades 2017 skördades och togs bort från fältet. Åren dessförinnan (2014-2016) då facelia odlades i renbestånd var N-min 25-33 kg per ha (0-90 cm djup). Under åren 2014-2016 putsades och myllades facelian ned på senhösten. Det extra markkvävet i jordprofilen efter odlingsår 2017 bör komma från rötterna och stubben.



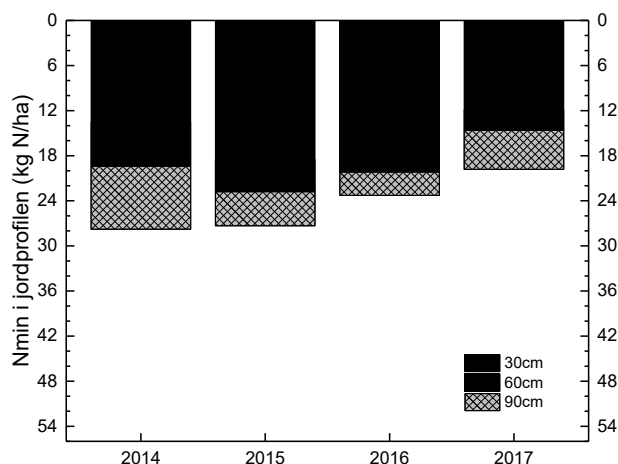
Figur 16. Försöksled 1 "facelia efter färskpotatis och miniträda" på våren efter odlingsåren 2014-2017. Mängden N-min (kg N/ha) i jordprofilen (0-30 cm, 30-60 cm och 60-90 cm). Anm. Odlingsår 2017 samodlades facelia med persisk klöver.

I led 3 där oljerättikan odlades, gick det inte att se att den bortförda oljerättikan år 2017 minskade N-min i marken (0-90 cm djup) jämfört med de tidigare åren då oljerättikan myllades ned (Figur 17).



Figur 17. Försöksled 3 "oljerättika efter höstspannmål" på våren efter odlingsåren 2014-2017. Mängden N-min (kg N/ha) i jordprofilen (0-30 cm, 30-60 cm och 60-90 cm).

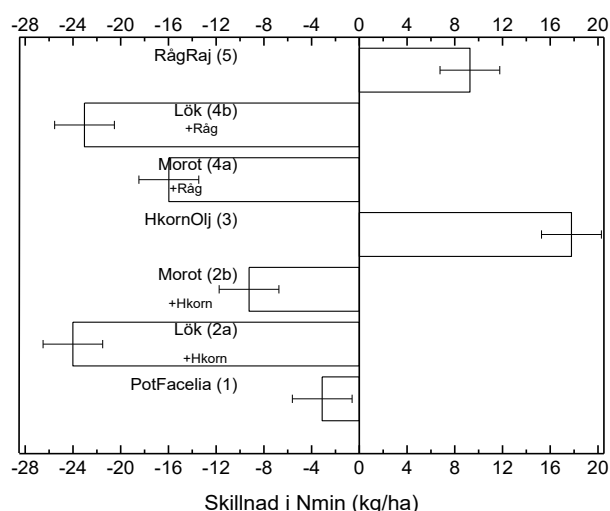
Fram till och med 2016 myllades, i led 5, det rajgräs som såddes in i höstspannmål ned i jorden. Under 2017 skördades rajgräset och togs bort från fältet. Det bortförda rajgräset 2017 minskade inte N-min i marken (0-90 cm djup) jämfört med 2016 då rajgräset myllades ned på hösten (Figur 18). Det var däremot signifikant mer N-min på våren i jordprofilen (0-90 cm) efter odlingsår 2014 och 2015 jämfört med 2017.



Figur 18. Försöksled 5 ”rajgräs efter höstspannmål” på våren efter odlingsåren 2014-2017. Mängden N-min (kg N/ha) i jordprofilen (0-30 cm, 30-60 cm och 60-90 cm).

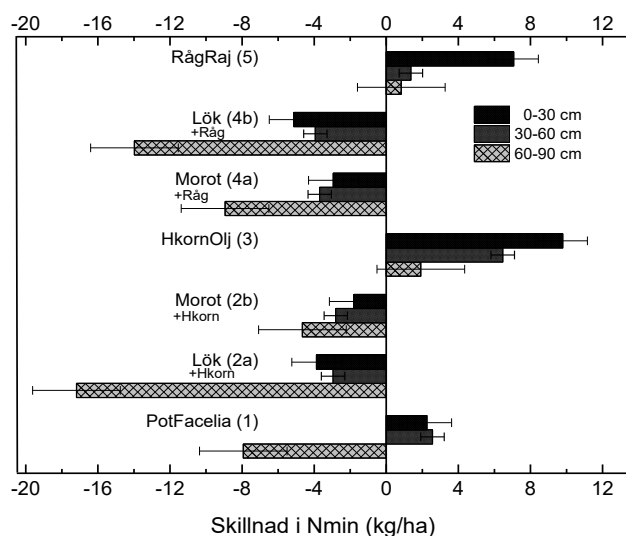
Nedan (Figur 19) redovisas skillnaden i markens N-min (kg N per ha) på våren jämfört med hösten som ett medeltal för odlingsåren 2014-2017. Här visas att i genomsnitt var mängden N-min i marken (0-90 cm djup) högre på våren jämfört med på hösten i främst led 3 (18 kg N-min per ha) men även i led 5 (ca 9 kg N-min per ha).

I följande led var kvävemängden (kg N-min per ha) på 0-90 cm djup lägre på våren, ca 24 kg för lök, 13 kg för morot och 3 kg för potatis + facelia.



Figur 19. Skillnad i markens N-min (kg/ha) ±S.E. på 0-90 cm djup tidig vår jämfört med hösten efter odlingsåren 2014-2017.

Nedan (Figur 20) redovisas skillnaden i markens N-min (kg N per ha) på våren jämfört med hösten som ett medeltal för odlingsåren 2014-2017 uppdelat på tre olika djup i markprofilen (0-30, 30-60, 60-90 cm). Här se man tydligt att mängden ej tillgängligt kväve i jordprofilen (djup 60-90 cm) ökade mycket för framför allt efter odling av lök, men även efter odling av morot.



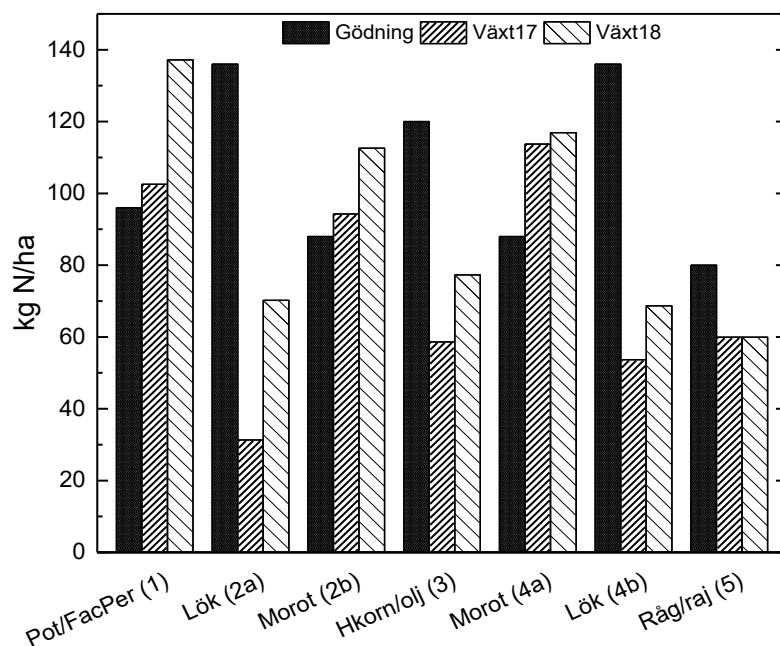
Figur 20. Skillnad i markens N-min (kg/ha) ±S.E. på tre olika djup tidig vår jämfört med hösten åren 2014-2018.

Kväveeffektiviteten från tillförd gödsel

Kväveeffektiviteten var generellt ca 17 % bättre år 2018 än 2017 om man ser till hela växtföljden (Figur 21). Kväveeffektiviteten definieras här som förhållandet mellan mängden kväve i grödornas biomassa och den tillförda mängden N-gödsel.

Morot och färskpotatis + mellangröderna facelia i samodling med persisk klöver var de led som var bäst på att utnyttja det tillförda kvävet från gödseln. Kväveeffektiviteten för morot och färskpotatis + mellangröderna facelia i samodling med persisk klöver var 124 % resp. 125 % (medeltal av 2017 och 2018). Det innebär att det fanns ca 25 % mer kväve i de skördade grödorna (inkl. blast) jämfört med det tillförda kvävet i form av gödsel (finrötter från de olika grödorna var ej medräknade).

Kväveeffektiviteten var för ledet med råg med insått rajgräs ca 75 % och höstkorn följt av oljerättika gav en kväveeffektivitet på ca 57 % (medeltal av 2017 och 2018). Den gröda som var sämst på att utnyttja kvävet var lök. Kväveeffektivitet var ca 41 % (medeltal av 2017 och 2018).



Figur 21. Kväve (kg N/ha) i grödornas biomassa under odlingsåren 2017 och 2018, samt tillförd gödning. För varje enskilt led (1-5) var N-givan den samma för odlingsåren 2017 och 2018.

Skörd av huvudgrödorna 2014-2018

I försöket under 2014 har en hög produktion av färskpotatis (skörd några dagar före midsommar), plantlök, morot, vårkorn (helsäd) och havre (kärnskörd) uppnåtts (Tabell 5). Även under 2015 har en hög produktion av färskpotatis, plantlök, morot uppnåtts. Löbsköörden 2015 var ca 76 ton per ha (brutto), d.v.s. ca 13 ton per ha högre jämfört med 2014. Morotssköörden 2015 var ca 84 ton per ha (brutto), d.v.s. ca 5 ton per ha högre jämfört med 2014, denna skillnad var inte signifikant. Färskpotatissköörden var störst 2014 ca 31 ton och 2016 ca 26 ton per ha. De övriga åren pendlade färskpotatissköörden mellan 15-22 ton per ha. Rågskörden till tröskmognad 2015 var endast 2,9 ton per ha.

År 2016 blev det en hög skörd av lök 78 ton per ha. Skörden för färskpotatis blev hela 52 ton per ha ($\pm$ SD 16,0). Morotssköörden blev endast 35 ton per ha ($\pm$ SD 5,2), vilket berodde på sensommartorkan. Kärnsköörden av råg blev 3,2 ton per ha ($\pm$ SD 0,2). Helsädessköörden av rågvete var 7,1 ton ts per ha ($\pm$ SD 0,6).

Skörden 2018 blev jämfört med 2017 något lägre, vilket främst berodde på den torra sommaren (Tabell 5). Fältet bevattnades under hela odlingsäsongen, vilket var helt avgörande för att skördenivån ändå blev relativt hög. Löbsköörden var dock lägre 2017 ca 25 ton per ha år 2017 jämfört med 2018 då löbsköörden var ca 40 ton per ha. Skillnaden berodde på ett kraftigt angrepp av lökflugor år 2017.

Tabell 5. Skörden i våtvikt (VV), torrsvikt (TS) (ton/ha) för olika grödor och år. Standardavvikelse anges i parentes

Led	Grödor 2014	Grödor 2015-16	Grödor 2017-18	Skörd 2014 (ton/ha)	Skörd 2015 (ton/ha)	Skörd 2016 (ton/ha)	Skörd 2017 (ton/ha)	Skörd 2018 (ton/ha)
1	Potatis (VV)	-----	-----	30,8 (0,7)	15,4 (2,2)	26,4 (7,6)	22,4 (3,9)	17,0 (5,4)
2a4b	Lök (VV)	-----	-----	62,9 (8,4)	75,6 (9,1)	75,2 (18,0)	25,3 (8,9)	40,3 (8,1)
2b4a	Morot (VV)	-----	-----	78,7 (7,8)	83,8 (11,9)	35,2 (5,2)	60,1 (10,8)	51,1 (4,2)
3	Korn (TS)	Höstråg (VV)	Höstkorn (VV)	5,1 (0,4)	2,9 (0,4)	3,2 (0,2)	4,0 (0,2)	2,7 (0,8)
5	Havre (VV)	Rågvete (TS)	Höstråg (TS)	4,6 (0,4)	5,9 (0,5)	7,1 (0,6)	7,7 (0,8)	6,0 (0,8)

Avkastningen i försöket var under alla år generellt hög till mycket hög för de flesta grödorna. Löken var den gröda som gav bäst avkastning jämfört med medelsköörden, med undantag av år 2017 då löken fick ett kraftigt angrepp av lökflugan. Den stora skillnaden i löbsköörd, kan bero på att vi i försöket hade plantlök i stället för direktsådd lök. Det var höga skördar med morot under alla år då vi lyckades med att bevattningen under hela säsongen. Höstrågen som odlades i försöket gav ungefär samma avkastning som den ekologiska odlingen i medeltal, medan höstkornet i försöket gav en högre avkastning jämfört med genomsnittet. Till sist så kan vi konstatera att även skörden av färskpotatis var hög under alla år. Skördenivån på färskpotatis i försöket var de flesta åren t.o.m. högre än medelsköörden för ekologisk odling av matpotatis. Matpotatis ger oftast högre skördar än färskpotatis, eftersom den har en betydligt längre odlingsäsong.

År 2017 var avkastningen i medeltal för ekologisk odling av: morot 57,9 ton per ha och 21,1 ton per ha för matlök (Jordbruksverket, 2020). Vidare var medelavkastningen i ekologisk odling ca 20 ton/ha för matpotatis, 2,98 ton/ha höstråg, 2,10 ton/ha för höstkorn (Statistiska centralbyrån, 2019).

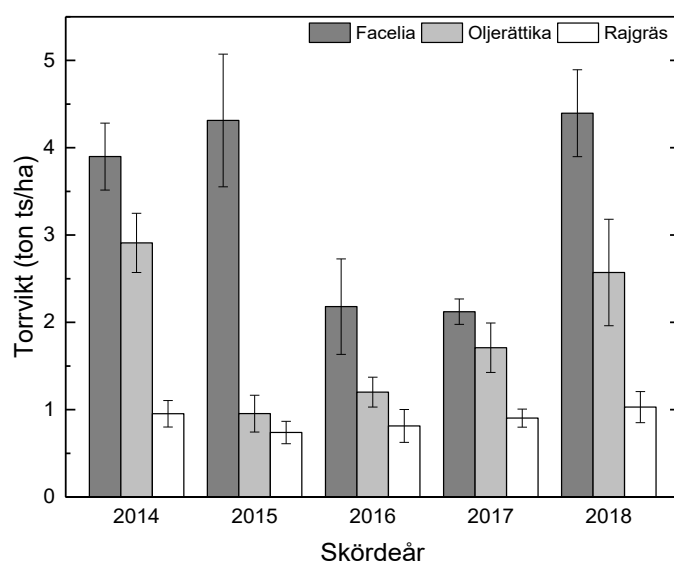
Skörd av mellangrödor 2014-2018

Mellan- och bottengrödornas biomassapotentialet mättes 20-30 oktober varje år genom att ta skördeprover på mellangrödorna; facelia (facelia + persisk klöver 2017-2018) och oljerättika samt på bottengrödan rajgräs. Efter provtagningen på biomassan 2014-2016 putsades och myllades mellangrödorna ner med en jordfräs. Efter provtagningen på biomassan 2017-2018 skördades den, för att simulera en situation då biomassa kan användas som foder eller som råvara i den nya biobaserade ekonomin, t.ex. genom att användas som biogassubstrat.

Skörden av **facelia** var mellan 3,9 ($\pm$ SD 0,4) och 4,3 ($\pm$ SD 0,8) ton ts per ha för åren 2014 och 2015 (Figur 22). År 2016 var skörden av facelia endast 2,2 ($\pm$ SD 0,5) ton ts per ha, vilket berodde på sensommartorkan, utan möjlighet till bevattning av försöksfältet. Skörden var 2,1 ($\pm$ SD 0,1) ton ts per ha år 2017. En väl genomförd bevattning under sommartorkan 2018 resulterade i att skörden blev hela 4,4 ($\pm$ SD 0,5) ton ts per ha. Under 2018 blev det en svag uppkomst av facelia, vilket troligtvis berodde på höga marktemperaturer vid tiden för groningen. Den svaga uppkomst av facelia kompensades dock av en mycket god utveckling av persisk klöver som samodlades med facelian.

Den högsta skörden av **oljerättika** på 2,9 ($\pm$ SD 0,3) ton ts per ha erhöles 2014. Året därpå (2015) var skörden av oljerättika endast ca 1,0 ($\pm$ SD 0,2) ton ts per ha, vilket ev. beror på 2 veckors senare sådd (14 augusti). År 2016 såddes oljerättikan 2 augusti, men p.g.a. torkan blev skörden endast 1,2 ($\pm$ SD 0,2) ton ts per ha. Därefter ökade skörden för varje år. År 2017 var biomassan för oljerättika 1,7 ($\pm$ SD 0,3) och för 2018 var den 2,6 ($\pm$ SD 0,6) ton ts per ha.

Rajgräs insådd på våren som bottengröda i rågvete gav en skörd på 0,7-1,0 ton ts per ha under åren 2014-2018.



Figur 22. Skörd $\pm$ S.D. (ton ts/ha) från de olika mellangrödorna och det insådda rajgräset år 2014-2018.

Erfarenheterna från försöket visar att sommarmellangrödorna inte skall sås för sent, helst inte efter första veckan i augusti om man vill få tillräckligt hög skörd som kan vara lönsamt att skörda. Facelia har såtts i slutet av juli till i början av augusti under alla försöksåren. Facelia har gett relativt höga skördenivåer, förutom den torra sensommaren 2016 och år 2017. Vidare har det observerats att oljerättika bör gödslas med en mindre mängd kväve för att utvecklas bra (Hansson *et al.*, 2017). I detta försök gödslades oljerättikan under 2015-2018 med 40 kg N per ha i form av biogasgödsel, men detta resulterade inte i någon högre biomassaskörd. Detta resultat stämmer bra överens med försök där man har studerat etableringstidpunktens

inverkan på tillväxten. Här visade det sig att tillväxten efter kvävegödsel (40 kg N/ha) var betydande vid tidig etablering (i början av juli), medan när mellangrödor som etablerades i början av augusti gav extra N-gödsel ingen större tillväxtökning (Prade pers. medd., 2020).

Referenser

- Andersson B, Johansson M & Jönsson B. 2003. First report of *Solanum physalifolium* as a host plant for *Phytophthora infestans* in Sweden. *Plant Disease*, **87** (12), 1538.
- Aronsson H, Hansen E M, Thomsen I K, Liu J, Øgaard A F, Känkänen H & Ulén B. 2016. The ability of cover crops to reduce nitrogen and phosphorus losses from arable land in southern Scandinavia and Finland. *Journal of Soil and Water Conservation*. January 2016, 71 (1) 41-55; DOI: [Till tidskriftens hemsida](#)
- Eckersten, H. Andersson, A., Holstein, F., Fogelfors, B., Lewan, E., Sigvard, R., Torssell, B. & Karlsson, S. 2008. Bedömningar av klimatförändringars effekter på växtproduktion inom jordbruket i Sverige. Report from the Department of Crop Production Ecology (VPE), No. 6. Swedish University of Agricultural Sciences (SLU) Uppsala, ISSN 1653-5375, ISBN 978-91-576-7237-7.
- Grönberg L, Andersson B & Yuen J 2012. Can Weed Hosts Increase Aggressiveness of *Phytophthora infestans* on Potato? *Ecology and Epidemiology* **102** (4), 429-433.
- Hansson D, Svensson S-E, Nilsson A, Andersson L 2017a. Bekämpningsstrategier med miniträda och avbrottsgrödor mot nattskatta och bägarnattskatta i en ekologisk växtföljd – Slutrapport till SLF för projekt H1356158. 10 s.
- Hansson D, Svensson S-E, Nilsson A, Andersson L 2017b. Bekämpningsstrategier med miniträda och avbrottsgrödor mot nattskatta och bägarnattskatta i en ekologisk växtföljd - Redovisning för åren 2014 till 2016. November 2017 – Rapport till Jordbruksverket.
- Hansson D & Svensson S-E 2007. Bra att kombinera olika metoder för bekämpning. *Viola* **7**, 42-43.
- Hansson D, Svensson S-E & Björkholm A-M 2015. Integrerad ogräsbekämpning i sådd lök 2015. Rapport till LRF, projektet Minor-use och Partnerskap Alnarp. Inst. f. biosystem och teknologi, SLU Alnarp. 14 s.
- Hansson D, Svensson S-E, Ögren E, Nilsson A, Andersson A, Johansson O, Malmström J, Hanson M, Ascard J 2012. Ogräsbekämpande åtgärder i ekologiska grönsaker före grödans uppkomst och i dess tidiga utvecklingsstadiet. Slutrapport till Jordbruksverket i projektet. Mars 2012. Omr. Agrosystem, SLU Alnarp. 68 s.
- Jordbruksverket 2006. Miljöeffekter av träda och olika växtföljder – rapport från projektet CAP:s miljöeffekter. Jordbruksverket Rapport 2006:4. [Pdf på Jordbruksverkets hemsida](#)
- Jordbruksverket 2020. Ekologisk trädgårdsodling 2017. Statistik från Jordbruksverket. Statistikrapport 2020:03.
- Lundkvist A. 2014. Ogräskontroll på åkermark. Tredje upplagan. Jordbruksverket. 120 s. ISBN 9188264-38-6.
- Malm P, Berglund P & Sandin H (red.) 2006. Bevattnings- och växtnäringssystem. Greppa näringen. Jordbruksverket. 36 s.
- Notaris C D, Rasmussen J, Sørensen P & Olesen J E 2018. Nitrogen leaching: A crop rotation perspective on the effect of N surplus, field management and use of catch crops. *Agriculture, Ecosystems and Environment* **255** (2018) 1–11.

- Statistiska centralbyrån 2019. Jordbruksstatistisk sammanställning 2019 med data om livsmedel – tabeller. 314 s
- Söderberg T 2005, Växtnäringsförsörjning inom ekologiska produktionsformer – rapport från projektet CAP:s miljöeffekter. Jordbruksverket. Rapport 2005:13, 92s
- Taab A & Andersson L 2009a. Seasonal changes in seed dormancy of *Solanum nigrum* and *S. physalifolium*. *Weed Res.* **49**, 90-97.
- Taab A & Andersson L 2009b. Seed dormancy dynamic and germination characteristics of *Solanum nigrum*. *Weed Res.* **49**, 490-498.
- Torstensson G, Ekbladh G & Linnér H 2007. Kväveutnyttjande i potatis- och grönsaksodling. Jordbruksinformation 6 – 2007.
- Wuol A 2003. Fältobservationer 2003 Nattskatta - *Solanum nigrum*, Bägarnattskatta - *Solanum physalifolium*. 1-6. SJV, Växtskyddscentralen Alnarp, Alnarp.
- Ögren E, Rölin Å, Ivarsson P, Persson G & Ekerwald L 2003. Odlingsbeskrivningar för ekologiska grönsaker. Jordbruksinformation. Ekologisk odling av grönsaker på friland. Jordbruksverket. p. 1-32.
-