



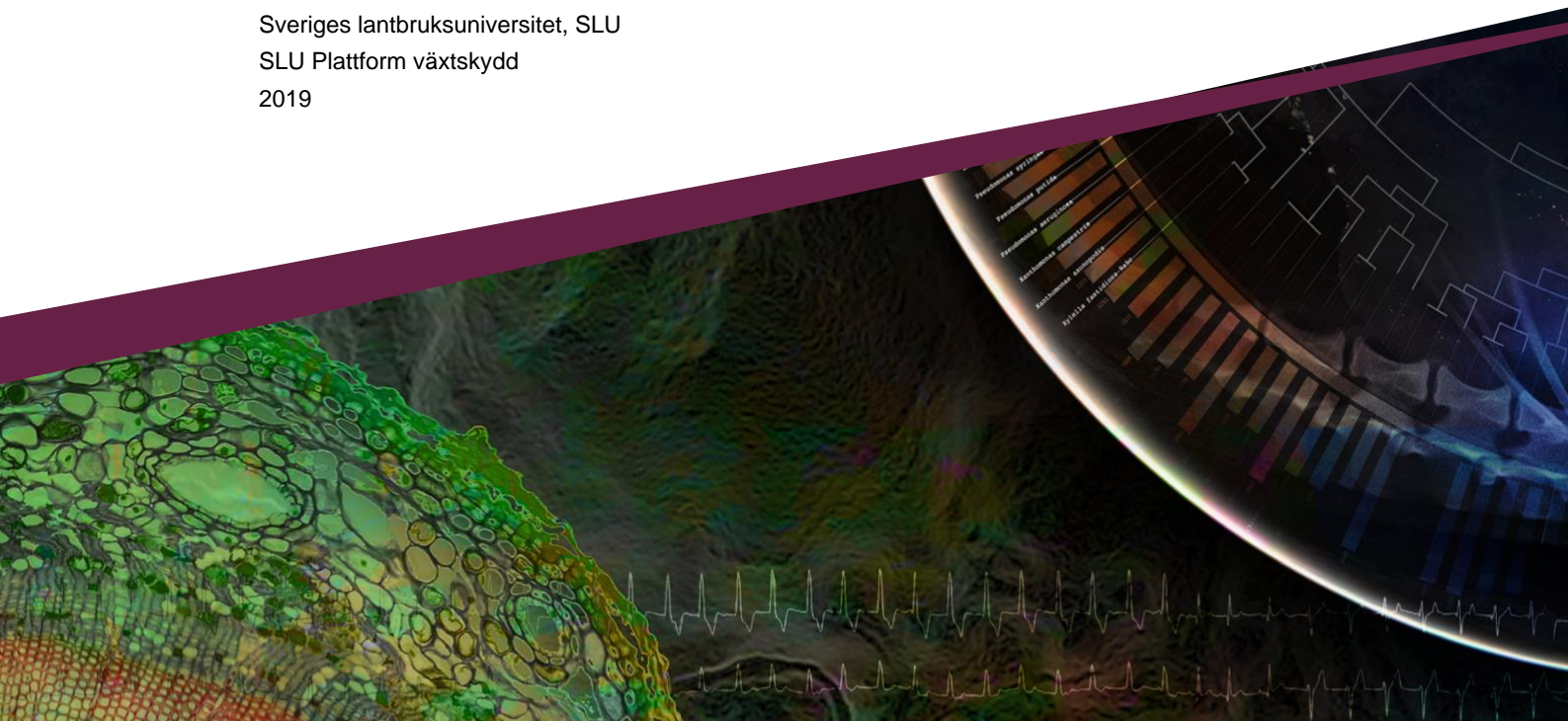
# Skadegörare och växtskydd i rot- och knölgrödor

---

*Slutrapport*

Maria Viketoft, Eva Edin, David Hansson, Johannes Albertsson, Sven-Erik Svensson, Åsa Rölin, Anders Kvarnheden, Björn LE Andersson, Erland Liljeroth

Sveriges lantbruksuniversitet, SLU  
SLU Plattform växtskydd  
2019



## Skadegörare och växtskydd i rot- och knölgrödor

Maria Viketoft	SLU, institutionen för ekologi
Eva Edin	SLU, institutionen för skoglig mykologi och växtpatologi
David Hansson	SLU, institutionen för biosystem och teknologi
Johannes Albertsson	SLU, institutionen för biosystem och teknologi
Sven-Erik Svensson	SLU, institutionen för biosystem och teknologi
Åsa Rölin	Potatiskonsult Åsa Rölin AB
Anders Kvarnheden	SLU, Institutionen för växtskyddsbiologi
Björn LE Andersson	SLU, institutionen för skoglig mykologi och växtpatologi
Erland Liljeroth	SLU, Institutionen för växtskyddsbiologi

**Utgivare:** Sveriges lantbruksuniversitet, SLU Plattform växtskydd  
**Utgivningsår:** 2019  
**Utgivningsort:** Uppsala  
**ISBN:** 978-91-576-9698-4

Detta är en uppdaterad version av rapporten, 2021-11-24. Rapporten har tillgänglighetsanpassat. Innehållet har inte ändrats.

# Innehållsförteckning

<b>Sammanfattning</b> .....	<b>5</b>
<b>1. Insekter, virus och nematoder</b> .....	<b>7</b>
1.1. Skadegörare på flera rot- och knölgrödor .....	8
1.1.1. Insekter .....	8
1.1.2. Nematoder .....	11
1.2. Specifika skadegörare på lök .....	13
1.2.1. Insekter .....	13
1.2.2. Virus.....	16
1.2.3. Nematoder .....	16
1.3. Specifika skadegörare på morot .....	17
1.3.1. Insekter .....	17
1.3.2. Virus.....	20
1.3.3. Nematoder .....	21
1.4. Specifika skadegörare på sockerbetor.....	21
1.4.1. Insekter .....	21
1.4.2. Virus.....	23
1.4.3. Nematoder .....	25
1.5. Specifika skadegörare på potatis .....	26
1.5.1. Insekter .....	26
1.5.2. Virus.....	27
1.5.3. Nematoder .....	29
1.6. Slutsatser .....	30
1.7. Referenser till insekter, virus och nematoder .....	32
<b>2. Svampar, svampliknande organismer och bakterier</b> .....	<b>37</b>
2.1. Polyfaga växtpatogener .....	38
2.1.1. Svampar som angriper flera grödor.....	38
2.1.2. Kunskapsläget för polyfaga växtpatogener .....	38
2.1.3. Sjukdomar i rot- och knölgrödor som en konsekvens av växtföljd med nya eller små grödor.....	41

2.1.4.	Patogener som angriper ogräs vilka kan utgöra en brygga till nästkommade gröda.....	41
2.1.5.	Agrara motåtgärder .....	42
2.1.6.	Risker.....	45
2.2.	Översikt över sjukdomar specifika för respektive gröda .....	46
2.2.1.	Lök.....	46
2.2.2.	Morot.....	48
2.2.3.	Sockerbetor .....	50
2.2.4.	Potatis.....	51
2.3.	Referenser till svampar, svampliknande organismer och bakterier .....	53
<b>3.</b>	<b>Ogräs .....</b>	<b>61</b>
3.1.	Lök.....	62
3.1.1.	Problembild - lök.....	62
3.1.2.	Kunskapsläge .....	62
3.1.3.	Framtida utvecklingsarbete .....	64
3.2.	Morötter .....	65
3.2.1.	Problembild - morot .....	65
3.2.2.	Kunskapsläge .....	65
3.2.3.	Framtida utvecklingsarbete .....	67
3.3.	Sockerbetor .....	67
3.3.1.	Problembild – sockerbetor.....	67
3.3.2.	Kunskapsläge .....	67
3.4.	Potatis.....	70
3.4.1.	Problembild – potatis .....	70
3.4.2.	Kunskapsläge .....	70
3.4.3.	Framtida utvecklingsarbete .....	71
3.5.	Interaktionen mellan ogräs och skadegörare alt. svampsjukdomar .....	72
3.5.1.	Interaktion mellan ogräs – potatisbladmögel och torrfläcksjuka .....	72
3.5.2.	Interaktion mellan ogräs – nematoder.....	73
3.6.	Fröpredation .....	73
3.7.	Övrigt.....	74
3.7.1.	Några framtida ogräsproblem.....	74
3.7.2.	Exempel på framtida utvecklingsarbete .....	74
3.8.	Referenser till ogräs .....	75

# Sammanfattning

Det finns ett stort antal rot- och knölgrödor och många av dessa odlas på en liten areal i Sverige. Några håller på att introduceras (t.ex. sötpotatis) och kanske kan odlingen bli mer omfattande i framtiden. De flesta radodlade rot och knölgrödor har under en period i utvecklingen en stor yta av oöväxt mark som gynnar utvecklingen av ogräs och flera markbundna patogener/skadegörare, både svampar och skadedjur kan angripa flera av dessa grödor.

Denna litteraturöversikt har arbetats fram inom ett fokusgrupp-projekt inom Plattform Växtskydd vid SLU 2017–2019.

För att få en rimlig avgränsning valde vi att fokusera på de för närvarande större grödorna potatis, sockerbetor, lök och morot.

Rapporten är indelad i tre delar som behandlar:

- Insekter, virus och nematoder
- Svampar, svampliknande organismer och bakterier
- Ogräs

Syftet med fokusgruppen var att i samverkan mellan forskare, rådgivare och näring beskriva de viktigaste växtskyddsproblemen i rot- och knölgrödor samt att bidra till och försöka hitta vägar till att öka finansieringen till forskning för att underlätta innovation och genomförande av ett hållbart växtskydd i dessa grödor. Vi har lagt ett särskilt fokus på potatis, lök, morötter och sockerbetor.

Några generella slutsatser om prioriterade forskningsområden:

- Behovet av forskning utifrån ett odlingssystemperspektiv (växtföljd, odlingsåtgärder etc) där man kan undersöka flera skadegörare samtidigt. Att försöka få till fler projekt med deltagardriven forskning där odlare involveras och där odlarexperiment ingår.
- Sjukdomar orsakade av svampen *Rhizoctonia solani* är generellt viktiga och skördeförlusterna orsakade av angrepp är dåligt kända i många fall och behöver utredas noggrannare. Svampen har ett brett spektrum av

värdväxter, särskilt rot och knölgrödor och det finns interaktioner med flera andra skadegörare, t.ex. nematoder som är viktiga att studera vidare.

- Viktigt att utreda konsekvenser och ta fram alternativa metoder till bekämpningsmedel som riskerar att försvinna och en förmodad framtida generellt minskad tillgång till effektiva kemiska medel.
- Osäkerheten vad gäller ett framtida förbud för användning av glyfosat gör att utvecklingen av alternativa ogrässtrategier måste ges hög prioritet.
- Stort behov av utveckling av alternativa bekämpningsmetoder och utveckling av appliceringsteknik anpassad till dessa.
- Behov av teknisk utveckling kring prognosmodeller, sensor- och robotteknik för tidig detektion av olika skadegörare.
- Behov av studier av skadegörarens spridningsbiologi (vind-vektorer-maskin-utsäde).
- Behov av bättre och säkrare diagnostik

Det finns stort behov av ökad finansiering till den tillämpningsnära växtskyddsforskningen i samverkan med rådgivning och näring.

Ledningsgruppen för fokusgrupparbetet har bestått av: Erland Liljeroth, Björn LE Andersson, Anders Kvarnheden, David Hansson, Peter Anderson, Lars Andersson

# 1. Insekter, virus och nematoder

Våra rot- och knölgrödor hotas i framtiden av ökande skador från insekter, virus och nematoder. För insekter är den brinnande frågan tillgången på bekämpningsmedel och utvecklande av andra effektiva bekämpningsmetoder och förebyggande åtgärder. De senaste åren har ett stort antal bekämpningsmedel förbjudits, och det är troligt att ytterligare försvinner de kommande åren, och det är ännu för tidigt att säga hur stor påverkan detta kommer att ha på skador och skördeförlost. En annan viktig aspekt rörande kemiska bekämpningsmedel är att de preparat som ännu får användas alla är baserade på pyretroider/pyretriner och därigenom ökar risken för uppkomst av resistens hos skadeinsekterna. Ett led i detta är också tillförlitliga metoder för bestämning av populationsstorlekar (knäppare och jordflyn) och framtagande av prognosmodeller (morotsminerarflugor) för att endast bekämpa när det är nödvändigt. Detta skulle även vara positivt för skadeinsekternas naturliga fiender som också slås ut av de kemiska bekämpningsmedlen.

Förekomsten av virus styrs till stor del av förekomsten av deras vektorer. Då många virus sprids med insekter, främst bladlöss, kommer även troligtvis förekomsten av virus att öka till följd av den bristande tillgången på kemiska bekämpningsmedel. Med ett varmare klimat kommer de växtskadliga nematoderna att kunna ha flera generationer per år än i dagsläget vilket medför att även skadorna av dessa troligen kommer att öka. Med tanke på att vi de senaste två åren även fått in två nya arter av rotgallnematoder, så är det inte heller omöjligt att fler följer i deras spår. Därför är det av största vikt att få klarlagt vilken förekomst och utbredning de skadliga nematoderna har i Sverige, ta fram en optimal provtagningsmetod för rotgallnematoder och praktiskt genomförbara åtgärder för drabbade lantbrukare.

## 1.1. Skadegörare på flera rot- och knölgrödor

### 1.1.1. Insekter

*Knäpparlarver (Agriotes spp.)*

**Problembild:** Knäpparlarver är viktiga skadegörare på en mängd olika grödor som till exempel potatis, spannmål, morötter och sockerbetor. De viktigaste effekterna av att larverna äter på grödorna är ökad plantdödlighet och avkastningsförluster. Hos potatis och morötter orsakar dessutom knäpparlarverna larvgångar inne i potatisen/morötterna vilket ger kvalitetsfel.

**Biologi:** Knäpparlarverna lever i jorden ca 4 år innan de blir puppor och sedan fullbildade skalbaggar. Äggen läggs i maj-början av juni och honorna föredrar att lägga sina ägg i gräsmark framför åkermark (Sufyan 2012). Larverna har två aktivitetsperioder, en på försommaren och en på hösten från mitten av augusti till början av oktober. Under högsommaren rör sig larverna nedåt i marken pga att det då är för torrt högre upp (Jones & Jones 1984). För att bestämma mängden knäppare kan markprover och betesfällor användas för larver samt feromonfällor för vuxna insekter, och helst bör en kombination av dessa metoder användas. Knäppare/knäpparlarver förekommer väldigt fläckvis och det finns inget klart samband mellan vuxna knäppare ovan jord och mängden larver i marken (Benefer et al. 2012).

**Växtskyddsåtgärder:** För kontroll av knäpparlarver är det viktigt att känna till vilken/vilka arter man har och deras livscykel för att kunna sätta in kontrollåtgärder vid rätt tidpunkt (Barsics et al. 2013). För det första behöver man veta när de vuxna individerna kommer fram för att förhindra att de etablerar sig och för att öka dödligheten för ägg och första larvstadiet. För det andra är det viktigt att veta när larverna aktivt äter med hänsyn till tidpunkten för odling av känsliga grödor. Möjliga kontrollåtgärder är: i) undvika gräs/vall i växtföljden eftersom denna gynnar äggläggning samt ökar överlevnaden av ägg och larver, ii) markbearbetning försommar (slutet av april - mitten av juni) och sensommar/höst (slutet av augusti - oktober) när ägg och larver är i de översta jordlagren, för att öka dödligheten genom uttorkning, mekaniska skador och att de utsätts för predatorer, samt iii) undvika grödor med hög planttäthet och fånggrödor. Till följd av att mängden knäppare minskar med markbearbetning behöver effekten av reducerad bearbetning, som tillämpas allt mer, utredas. Knäpparlarver har många antagonister, t.ex. bakterier, svampar och nematoder, men forskning om biologiska bekämpningsmedel mot knäpparlarver är i sin linda och mycket av forskningen är baserad på laboratoriestudier och inte på fältstudier (Traugott et al. 2015).



### *Jordflylarver (Agrotis segetum)*

**Problembild:** Jordflyet är en nattfjäril och dess larver äter på blad, stjälkar och knölar på bland annat sockerbetor, lök, morötter och potatis. Potatisknölarna kan fullständigt genomborras av hål och gångar och morötter blir osäljbara. Gropar och gångar skapar också en inkörspport för sjukdomar som till exempel stjälkbakterios, vilken orsakas av ett komplex av bakterier från släktena *Pectobacterium* och *Dickeya*.

**Biologi:** Angreppen av jordflylarver blir störst när det är varmt och torrt under tillväxtperioden, och vissa år kan stora skador uppkomma främst på lätta jordar och mulljordar i de södra delarna av landet. Genom att fånga flygande vuxna jordflyn med fällor kan man försöka förutse populationerna av larver i marken, med hänsyn tagen till väderleksförhållandena (Esbjerg & Sigsgaard 2014). Vissa år hinner insekterna att ge upphov till en andra generation men om sommaren inte är riktigt lång och varm kommer dessa inte hinna utvecklas till sjätte larvstadiet vilket innebär att de inte överlever vintern (Esbjerg & Sigsgaard 2014).

**Växtskyddsåtgärder:** De första larvstadierna är mycket känsliga för fuktig jord och låga temperaturer och kan därför bekämpas genom bevattning (Esbjerg & Sigsgaard 2014). Jordflylarver kan också vid behov bekämpas kemiskt med pyretroider, och det är vid övergången till fjärde larvstadiet som är den optimala tiden för kemisk bekämpning (Esbjerg & Sigsgaard 2014). Liksom för knäpparlarver bedrivs forskning om biologisk kontroll av jordflylarver med nematoder, bakterier och virus (Wennmann et al. 2013; Gökce et al. 2015; Jallouli et al. 2018).

### *Bladlöss*

**Problembild:** Skador av bladlöss förekommer dels som direkta sugskador där lössen suger näring från plantan, dels från virusspridning. Flera bladlusarter har våra rot- och knölgrödor som värdväxter. På potatis är det främst getapelbladlusen (*Aphis nasturtii*) och brakvedslusen (*Aphis frangulae*), på sockerbetor betbladlusen (*Aphis fabae*) och persikbladlusen (*Myzus persicae*), på morot dillbladlusen (*Cavariella aegopodii*) och morothagtornbladlusen (*Dysaphis crataegi*) och på lök persikbladlusen och lökbladlusen (*Myzus ascalonicus*). Bladlöss är vektorer för flera viktiga virus för samtliga våra rot- och knölgrödor. Bladlössen gör ofta provstick på plantor när de flyger igenom en gröda och därför kan en del virusjukdomar spridas även av andra bladlöss än de som normalt förknippas med grödan. Stora angrepp av bladlöss på potatis förekommer allmänt i Sydsverige, speciellt varma somrar.

**Växtskyddsåtgärder:** Förr betades allt sockerbetsfrö normalt med neonikotinoider vilket gav god effekt mot tidiga angrepp av bladlöss. Detta är nu förbjudet och för närvarande finns inget effektivt preparat registrerat för sprutning av bladlöss i sockerbeter. Bladlöss som direkta skadegörare i potatis bekämpas kemiskt genom sprutning. På potatis där bladlöss har varit ett återkommande problem har resistent bladlöss påträffats. Kemisk bekämpning av bladlöss har ingen effekt på spridningen av icke-persistenta virus, i stället kan förebyggande bekämpning med mineralolja genomföras för att minimera virusspridning i potatis. Bladlöss har många naturliga fiender, både predatorer och parasitoider (parasitsteklar), men dessa påverkas negativt av den kemiska bekämpningen av bladlöss (Desneux et al. 2007).

### *Stinkflyn*

**Problembild:** Stinkflyn tillhör underordningen skinnbaggar (Heteroptera) och angriper blad på sockerbets- och potatisplantor. Bladen blir krusiga och vridna och på bladytan uppträder även nekroser och missfärgningar vilket beror av den växthämmande saliven som stinkflyna avger vid sugningen. Unga plantor blir dessutom starkt tillbakasatta i utvecklingen, och i potatis kan ibland hela bladverket ätas upp. I Norge klassas stinkflyn som problemskadegörare även på morötter (NiBio 2018), och det finns alla möjligheter att stinkflyn skulle kunna bli problemskadegörare på morötter även i Sverige.

**Växtskyddsåtgärder:** Stinkflyn kontrollerades tidigare genom betning av utsädet med neonikotinoider. Idag finns endast ett godkänt betningsmedel (pyretroid), vilket inte skyddar plantan lika länge (fram till 1–2 örtblad).

### *Spinnkvalster (Tetranychus urticae)*

**Problembild:** Varma somrar kan spinnkvalster angripa potatis och sockerbeter. Spinnkvalstren suger växtsaft och försvagar därigenom plantorna, och i svåra fall kan angreppen leda till nedvissning. Spinnkvalster trivs när det är torrt och varmt, och problem med spinnkvalster kommer troligtvis därför att öka i framtiden.

**Växtskyddsåtgärder:** Spinnkvalster är svårt att kontrollera kemiskt på grund av brist på registrerade medel (Jakubowska et al. 2017). Mängden spinnkvalster på andra grödor har kunnat reduceras genom biologisk bekämpning med rovkvalster (Vacacela Ajila et al. 2019). Det är också bra att försöka undvika plantorna utsetts för stress på grund av brist på vatten, då spinnkvalstren klarar sig bättre på dessa plantor (Sinaie et al. 2019).

## 1.1.2. Nematoder

### *Rotgallnematoder (Meloidogyne spp.)*

**Problembild:** Fyra arter av rotgallnematoder har hittats i Sverige och tre av dessa, *Meloidogyne hapla*, *M. chitwoodi* och *M. fallax*, angriper rot- och knölgrödor. Den fjärde arten *M. naasi* har lök och sockerbetor som värdväxter men skador uppkommer främst på stråsäd (Andersson 2018). Angrepp av rotgallnematoder leder till ett onormalt förgrenat rotsystem och det kan bildas svullnader, s.k. galler, på rötterna. Rotgallnematoder förekommer främst på lätta jordar (Andersson 2018). Rotgallnematodernas äggkläckning är temperaturberoende och till följd av den pågående klimatförändringen kan betydelsen av dessa nematoder komma att öka. Rotgallnematoder har generellt väldigt många värdväxter, vilket också inkluderar ett stort antal ogräs. *Meloidogyne hapla* orsakar stora skördeföruster i morotsodlingen, men även sockerbetor och potatis är bra värdväxter fastän dessa skadas bara måttligt (Andersson 2018). *Meloidogyne chitwoodi* skadar främst potatis och morötter medan sockerbetor är en sämre värdväxt.

**Växtskyddsåtgärder:** Förebyggande bekämpning består i att odla icke värdväxter/dåliga värdväxter som resistent oljerättika ett till två år innan en känslig gröda (Andersson 2018). *Meloidogyne hapla* har inga värdväxter i gräsfamiljen, vilket gör att skador kan hållas nere om en eller två ogräsfria stråsådesgrödor föregår känsliga grödor som morot, palsternacka, rotselleri och sallat. Tagetes kan minska populationerna av både *M. hapla* (Hooks et al. 2010) och *M. chitwoodi* (Wesemael & Moens 2008), liksom svarträda (Chen & Tsay 2006; Gamon & Lenne 2012).



Morötter angripna av rotgallnematoder (*Meloidogyne hapla*).

Foto: Institutionen för växtskyddsbiologi (<http://vsb1.se/Default.aspx>.)

#### *Rotsårsnematoder (Pratylenchus spp.)*

**Problembild:** Rotsårsnematoder är vanligt förekommande i hela Sverige, och de arter som har påträffats är *Pratylenchus penetrans*, *P. neglectus*, *P. crenatus*, *P. fallax* och *P. thornei* (Andersson 2018). Rotsårsnematoderna lever och äter inuti rötterna vilket ger upphov till missfärgade partier inuti rötterna som på utsidan kan ses som rodnader. *Pratylenchus penetrans* är den mest aggressiva arten och kan bland våra rot- och knölgrödor skada morötter, lök och potatis.

**Växtskyddsåtgärder:** Samtliga rotsårsnematoder har en bred värdväxtkrets och är därigenom svåra att kontrollera med växtföljden. Tagetes kan odlas för att reducera populationen av rotsårsnematoder men effekten är beroende av nematodart och tagetes-sort (Hooks et al. 2010), och svarthavre har visats minska populationer av *P. penetrans* (Townshend 1989; LaMondia 2006) och *P. neglectus* (Townshend 1989).

#### *Stubbrottsnematoder (Trichodorus spp. och Paratrichodorus spp.)*

**Problembild:** Stubbrottsnematoder förekommer i princip i hela Sverige och de största förekomsterna finns på lättare jordar. Stubbrottsnematoder kan upprätthålla populationer på nästan alla vanliga grödor och baljväxter, vallgräs och stråsåd är alla goda värdväxter (Andersson 2018). Symptom på angrepp av stubbrottsnematoder är minskad tillväxt och förkortade, stubbade rötter. Direkta skador av stubbrottsnematoder förekommer i Sverige på lök, morötter och sockerbetor. I potatis orsakar nematoderna i sig också fläckar med dålig tillväxt, men de sprider också tobaksrattelvirus (TRV) som är en av orsakerna till rostringar i potatis.

**Växtskyddsåtgärder:** På grund av deras breda värdväxtkrets är stubbrottsnematoder svåra att kontrollera med växtföljden, men korn och baljväxter bör undvikas som förfrukt till rot- och knölgrödor. Om en sämre värdväxt odlas är det viktigt att hålla efter ogräs eftersom många av dessa är goda värdväxter för stubbrottsnematoder. En del försök har genomförts med mellangrödor som vitsenap och oljerättika men resultaten har varit varierande.

#### *Nålnematoder (Longidorus spp.)*

**Problembild:** Nålnematoder förekommer i de södra delarna av Sverige och är mer förekommande på lättare jordar än i tyngre. Nålnematoden har många värdväxter och den angriper rotspetsarna vilket gör att längdtillväxten avstannar och rotspetsen sväller upp. Morot är en dålig värdväxt men den kan ändå skadas vid höga nematodtätheter, medan lök och sockerbetor både är värdväxter och skadas.

**Växtskyddsåtgärder:** Åtgärden för att komma till rätta med nålnematoder är att se över växtföljden. Nålnematoden har endast en generation per år, men en del individer kan bli 2–5 år gamla vilket gör att det kan ta tid innan populationen går ner på en låg nivå även om ingen uppförökning sker (Andersson 2018).



Skador av nål- och stubbrotsnematoder på matlök (frisk planta till vänster). Foto: Institutionen för växtskyddsbiologi (<http://vsbl.se/Default.aspx>.)

## 1.2. Specifika skadegörare på lök

Utöver de redan nämnda skadegörarna jordflyn, bladlöss och nematoder (flera arter) så angrips lök också av ett antal specialiserade skadegörare.

### 1.2.1. Insekter

*Nejliktrips (Thrips tabaci)*

**Problembild:** Tidiga angrepp ger bladen ett krokigt, skruvat utseende samt silvriga fläckar eller strimmor på blad och stjälkar. Vid starka angrepp kan bladen gulna och dö. Skadorna leder till skördesänkning och dessa kan även vara en inkörsport för andra patogener. Förutom de direkta skadorna på löken kan nejliktrips också överföra ett virus (iris yellow spot virus) till löken, men detta virus har ännu inte detekterats i Sverige (Bag et al. 2015).

**Biologi:** Nejliktrips är en av de vanligaste tripsarterna i Sverige och den förekommer både på friland och i växthus, och på friland hinner den med 2–4 generationer på en säsong (Åsman & Forsberg 1995). Nejliktripsen trivs när det är varmt och torrt och minskar i antal när det är regnigt, och det är därför omfattande angrepp för det mesta uppkommer under torra och varma somrar (Diaz-Montano et

al. 2011). Lökplantor som hålls saftspända, till exempel med bevattning angrips också mer sällan än plantor som är försvagade.

**Växtskyddsåtgärder:** Kemisk bekämpning är idag tillåten med en pyretroid. Preparatet får endast användas i kepalök och purjolök, och det ska omregistreras 2020. För att hållbart kunna fortsätta med insekticider behövs preparat med nya verkningsätt för att undvika resistensbildning samt att man använder bekämpningströsklar. Övriga åtgärder är att hålla ogräsfritt i och kring fälten eftersom nejliktripsen då inte har någonstans annat att söka föda eller övervintra, och jordbearbetning som kan minska mängden överlevande trips och puppor i jorden. Det är också viktigt att ta bort de lökar som blivit kvar på fälten efter skörd. Samodling av morötter och lök har också en reducerande effekt på antalet nejliktrips (Diaz-Montano et al. 2011). Test av olika löksorter för resistens mot nejliktrips pågår, men än så länge finns inga sorter med hög resistens kommersiellt tillgängliga (Gill et al. 2015). Det finns en mängd naturliga fiender till nejliktripsen men dessa finns vanligtvis i tillräckligt antal först senare på sommaren när skador av tripsen redan har uppkommit (Gill et al. 2015).

*Lökflugan (Delia antiqua), bönstjälkflugan (D. florilega) och borststjälkflugan (D. platura)*

**Problembild:** Det första tecknet på angrepp av dessa tre flugor är gula slappa blad och vissnande, döende plantor. De olika flugorna startar sin äggläggning vid olika tidpunkter vilket betyder att tidpunkten för skadan avgör vilken fluga som varit framme. Lökplantorna skadas när larverna borrar sig in i löken strax efter det att löken börjat svälla. De hål som då uppstår blir inkörspart för svampar och bakterier. Den skadade löken utsöndrar också mer av de svavelhaltiga ämnen som stimulerar vitmögelsvampen till att gro.

**Biologi:** Lökflugan förekommer i hela odlingsområdet och kan lokalt vara en svår skadegörare. Hos oss är det vanligast att lökflugan hinner med en, kanske två generationer, varav den första gör störst skada (von Freytag-Loringhoven 1995).

**Växtskyddsåtgärder:** Lökflugan, bönstjälkflugan och borststjälkflugan bekämpas bäst genom betning av utsädet. Det finns för tillfället ingen insekticid godkänd för betning mot dessa flugor i Sverige, men det är tillåtet att importera betat lökfrö. Så länge denna möjlighet finns kvar kan problemet med flugor hanteras. Övriga åtgärder är att i) ta bort all lök från fälten i samband med skörd och att försöka undvika mekaniska skador på lökarna (Finch 1989), ii) inte odla lök efter lök och undvik också att odla närbesläktade grödor intill varandra, iii) hålla ogräsfritt i och kring fälten vilket missgynnar flugorna eftersom de då inte har någonstans att söka föda, och iv) senarelagd sådd vilket medför att det inte finns någon lök att angripa

när lökflugorna kläcks (Nault et al. 2011). Dessutom bör man undvika organiskt material på markytan vilket verkar attraherande för åtminstone bönstjälk- och borststjälkflugorna (Ellis & Scatcherd 2007). I Nederländerna används laboratorieuppfödda, steriliserade lökflugehanar kommersiellt för kontroll av lökflugan (Finch 1989). Det finns också en mängd naturliga fiender till flygorna, och det bedrivs forskning om kontroll med nematoder (Ellis & Scatcherd 2007), entomopatogena svampar (Davidson & Chandler 2005) och rovlevande insekter och parasitoider (Finch 1989).



Skador av lökfluga. Foto: Institutionen för växtskyddsbiologi (<http://vsb1.se/Default.aspx>.)

#### *Minerarflugor (Liriomyza spp.)*

**Problembild:** Minerarflugornas larver skapar gångar (minor) i lökbladen allteftersom de äter sig nedåt på plantan. Dessa skador kan innebära att den fotosyntetiska aktiviteten i växten störs och vid svåra angrepp kan bladen torka ut och så småningom dö. Minerarflugor, som redan börjar bli ett problem på kontinenten (Eder et al. 2003), kan också komma att bli ett problem i lökodlingen i Sverige till följd av klimatförändringen.

**Biologi:** När larven är färdigvuxen, faller den till marken och förpuppas. I Europa förekommer oftast endast en generation (Åsman & Forsberg 1995). Om en andra generation uppträder blir skadorna aldrig allvarliga, eftersom lökplantorna då är större och bättre kan stå emot ett angrepp.

**Växtskyddsåtgärder:** Populationer av minerarflugor hålls naturligt nere av naturliga fiender, parasitoider, men dessa är känsliga för insekticider (Reitz et al. 2013). Vid höga populationer kan det finnas behov av kemisk bekämpning, men minerarflugor utvecklar snabbt resistens mot insekticider (Reitz et al. 2013).

## 1.2.2. Virus

### *Lökmosaikvirus*

**Problembild:** Det virus som kan orsaka skördeförkluster hos lök i Sverige är lökmosaikvirus (onion yellow dwarf virus, OYDV). Detta virus kan också infektera vitlök, men har sällan påträffats i purjolök (Fernández-Tabanera et al. 2018). Hos lök orsakar viruset gula streck på bladen, förvriden stjälk, reducerat antal blommor och frön, samt reducerad frökvalité (Katis et al. 2012). Angripna lökar är också sämre på att klara lagring och skjuter tidigt skott.

**Biologi:** Lökmosaik sprids inte med frö, utan viruset sprids istället icke-persistent av fler än 50 bladlus-arter, där lökbladlusen (*Myzus ascalonicus*), persikbladlusen (*M. persicae*), majsbladlusen (*Rhopalosiphum maidis*) och ärtbladlusen (*Acyrtosiphon pisum*) är de viktigaste vektorerna (Katis et al. 2012). De flesta av dessa bladlöss koloniserar inte lök, utan viruset sprids när migrerande bladlöss besöker grödan tillfälligt. I Europa sprids viruset framför allt under våren och sommaren (Van Dijk, 1994), och infektionskällor är överliggare, närliggande infekterade fält eller lökar omplanterade för fröproduktion (Katis et al. 2012).

**Växtskyddsåtgärder:** Nuvarande kontrollåtgärder för lökmosaikvirus är i) plantskolor och fält med virusfritt material bör ha flera hundra meter till närmsta mottagliga gröda, ii) inspektion av importerade lökar, iii) inte odla lök efter lök och iv) håll koll på den växande grödan och ta bort alla infekterade plantor (Katis et al. 2012). Eftersom överföringen av viruset är icke-persistent kan inte viruset kontrolleras genom kemisk bekämpning av bladlössen (Perring et al. 1999).

## 1.2.3. Nematoder

### *Stjälknematod (Ditylenchus dipsaci)*

**Problembild:** Stjälknematoden infekterar från marken och tar sig in och livnär sig i jordstammar, lökar, stjälkar och blad, men däremot normalt inte i rötter. Nematoden gör så att lökbladen blir slappa, missformade och spricker upp samt ger mörkfärgade ringar i själva löken. I Norden har främst skador noterats i rödklöver, lusern, havre, lökväxter och höstflox men i Europa har även skador noteras på våra andra rot- och knölgrödor morötter, potatis och sockerbeter (EPPO 2017).

**Biologi:** Stjälknematoden uppträder i ett stort antal raser där en ras är specialiserad på lökväxter (Andersson 2018), men lök, potatis och sockerbeter kan vara värdväxt åt flera olika raser av stjälknematod (Whitehead et al. 1987). Nematoden kan spridas både med lökar och med lökfrön.



**Växtskyddsåtgärder:** Kontrollåtgärder mot stjälnematoden innefattar att undvika smittspridning, använda rent utsäde och försöka ha växtföljder med icke-värdväxter där lök bör inte odlas oftare än vart fjärde år (Gentzsch 2002). Man behöver också bekämpa ogräs eftersom dessa kan vara värdväxter för stjälnematoden (Fonseca et al. 1999).

### 1.3. Specifika skadegörare på morot

Utöver de redan nämnda skadegörarna knäpparlarver, jordflyn, bladlöss och nematoder (flera arter) så angrips morot också av ett antal specialiserade skadegörare.

#### 1.3.1. Insekter

*Morotsfluga (Psila rosae)*

**Problembild:** Det är morotsflugans larver som orsakar skador på morötterna. Angrepp på små plantor av första generationens larver ger greniga eller missformade rötter, dålig rotutveckling eller plantbortfall medan andra generationens larver gör brunfärgade, slingrande gångar i den nedre halvan av pålroten, vilket gör angripna morötter osäljbara. Varmare klimat öppnar också upp för en eventuell tredje generation som skulle kunna hinna göra skada. Lagring av morötter under halm istället för i kyllager har redan ökat antalet morotsflugor eftersom ägg och larver från den sena andra generationen har möjlighet att utvecklas och övervintra som larv eller puppa under halmen, och den ökningen kommer fortsätta så länge halmlagring pågår (Collier & Finch 2009).



Morötter angripna av morotsfluga. Foto: Institutionen för växtskyddsbiologi (<http://vsb1.se/Default.aspx>.)

**Växtskyddsåtgärder:** Kemisk utsädesbehandling fungerar mot första generationens morotsfluga, men man måste använda frö som betats i Europa eftersom inga preparat är godkända i Sverige. Betningen är mycket dyr, men den kommer troligtvis att spela en allt större roll framöver för att hjälpa till att hålla nere antaletflugor i andra generationen. För vuxna morotsflugor finns kontaktverkande pyretroider att tillgå, men de vuxnaflugorna måste bekämpas upprepade gånger vilket medför risk för uppkomst av resistens.

Skador av morotsflugans larver på morötterna uppkommer först efter att 500 daggrader (med 3° som bastemperatur) uppnåtts (Jönsson 1992). Genom att skörda morötterna innan dess kan kemisk bekämpning uteslutas. Övriga åtgärder är att undvika tidig sådd och välja öppna, blåsiga fält med minst 500 m till fjolårsfält då morotsflugan är en dålig flygare (Collier & Finch 2009). Vilda värdväxter uppförkar vanligtvis morotsfluga i mindre omfattning än morötter, men vildpersilja och odört bör bekämpas för att begränsa uppförkningen av morotsfluga. Samodling med andra grödor kan minska skador av morotsflugan (Wierzbicka & Majkowska-Gadomska 2012). Morotsflugor kan i vissa fall hanteras genom att grödan täcks med väv eller nät, men när nätet eller väven tas bort för ogräsbekämpning, gödsling mm måste kemisk bekämpning göras innan materialet läggs på igen (Collier & Finch 2009). Forskning om resistens och biologisk kontroll pågår också (Finch & Collier 2000).

#### *Morotsbladloppa (Trioza apicalis)*

**Problembild:** Övervintrande fullbildade morotsbladloppor angriper de små morotsplantorna på försommaren. Deras sugande tillsammans med ett toxin som förs in i plantan gör att bladen krusar sig och tillväxten minskar. Morotsbladloppan fungerar dessutom som vektor för *Candidatus Liberibacter solanacearum*, en bakterie som gör att morötterna får krusiga, gul-, brons- eller lilafärgade blad samt minskad tillväxt (EPPO 2013).

**Växtskyddsåtgärder:** Vuxna morotsbladloppor måste bekämpas kemiskt med pyretroider så fort som de första lopporna förekommer i fältet och bekämpningen måste upprepas minst var sjunde dag så länge bladlopporna är aktiva, vanligen mellan 4 och 8 veckor. De idag tillgängliga medlen och strategierna ger inte fullgod effekt och bristen på verksamma substanser gör att det finns risk för resistensbildning.

Mer förebyggande åtgärder är att flytta morotsodlingen till nya områden, långt bort från tidigare morotsfält och från bladloppans vintervärd (barrträd) (Ellgardt 2008). Detta kan dock vara svårt att genomföra i intensiva morotsodlingsdistrikt. Det är också möjligt att senarelägga sådden tills morotsbladloppan inte längre är

aktiv, men detta fungerar endast de år bladlopporna kommer tidigt och har en begränsad tid då de är aktiva. Morotsbladloppor kan i vissa fall hanteras genom att grödan täcks med väv eller nät (Ellgardt 2008). Ett annat sätt är att odla en mer attraktiv morotssort som fånggröda närmast fältkanten (Cotes et al. 2018). Denna behöver sås tidigare än huvudgrödan för att vara mer attraktiv för morotsbladloppan.

#### *Morotsminerarflugan (Napomyza carotae)*

**Problembild:** Flughonorna lägger ägg i blad eller bladskäft, och när äggen kläcks börjar larven äta sig in i bladet och ner genom stjälken till moroten. Efter 5–7 veckor börjar ytliga, torra gångar synas i morotens övre del, vilket gör att angripna morötter blir osäljbara. Förutom morot angriper flugan också palsternacka, selleri, persilja och andra flockblomstriga växter, men hos dessa växter skadas endast bladstjälkarna.

**Växtskyddsåtgärder:** För kemisk behandling finns endast kontaktverkande preparat att tillgå och därför måste de vuxna flugorna bekämpas. Detta är dock problematiskt eftersom det inte finns någon metod för att prognostisera när de vuxna flugorna befinner sig i fältet för äggläggning. Bekämpning när födostick visar att äggläggning påbörjats bör ha effekt. I de fall då produktens utseende inte har någon betydelse finns inget bekämpningsbehov. En annan åtgärd i förebyggande syfte är täckning med fiberduk eller insektsnät under äggläggningsperioden.

#### *Stritar (Macrosteles spp.)*

**Problembild:** Stritar förekommer idag i morotsodlingar, men har hittills inte klassats som skadegörare. I andra länder är stritar ett stort bekymmer och vi kan förvänta oss liknande problem här (Schneller et al. 2016). Både nymfer och vuxna stritar suger växtsaft, och skadorna utgörs av tillväxthämning, gula prickar och ibland krusighet. Stritar fungerar dessutom som vektor för till exempel Aster yellows, en fytoplasma som ger många bladrosetter och abnorm tillväxt av sidorötter på moroten.

**Växtskyddsåtgärd:** Kontrollåtgärder innefattar att inte odla morot nära stråsåd och att bekämpa gräsgräs (Szendrei 2012).

#### *Vivel (Liparus coronatus)*

**Problembild:** Denna vivel lever på morot och andra flockblomstriga växter på torra och varma marker, främst sandmark. På Irland har viveln observerats som en ny skadegörare på morot och enstaka fall har även rapporterats i Frankrike

(Ragnarsson 2014). Arten är livskraftig i Sverige och skulle kunna vara ett potentiellt problem.

### 1.3.2. Virus

Morot kan drabbas av ett flertal virus (se nedan). Kontroll kan ske genom att försöka begränsa vektorn, se tidigare avsnitt om bladlöss. Man bör också undvika att odla morötter nära andra morotsfält, undvika övervintrande morötter samt att begränsa förekomsten av vilda växter som kan vara bärare av virusen, som t.ex. hundkäs, i och i närheten av morotsfältet.

#### *Parsnip yellow fleck virus (PYFV)*

**Problembild:** Viruset sprids av dillbladlusen (*Cavariella aegopodii*) och har orsakat svåra sporadiska utbrott i Storbritannien och Nederländerna (Elnagar & Murrant 1976; Binks et al. 2003). Typiska symptom är dålig tillväxt och plantdöd tidigt på säsongen och ett karakteristiskt fläckigt gulaktigt bladverk under sensommaren och höst. Även rotens utveckling påverkas genom ökad förgrening och missbildning.

#### *Carrot motley dwarf complex (CMD)*

**Problembild:** Sjukdomen orsakas av ett virus-komplex bestående av carrot red leaf virus (CtRLV) och carrot mottle virus (CMoV) som sprids med bladlöss. Symptomen syns framförallt på bladverket som blir missfärgat i gult eller rödlila och infektionen orsakar försämrade tillväxt och stora skördeförstuster (Gungoosingh-Bunwaree et al. 2009).

#### *Carrot yellow leaf virus (CYLV)*

**Problembild:** Viruset sprids av bladlöss (*Cavariella* spp.) och ger upphov till gulnande blad. Nyligen har viruset även konstaterats vara en viktig orsak till nekros i morötternas ledningsvävnad (Adams et al. 2014).

#### *Carrot torrado virus 1 (CaTV1)*

**Problembild:** Carrot torrado virus är ett relativt nyligen beskrivet virus som associerats med morötter i England (van der Vlugt et al. 2015). Dessa morötter uppvisade mörkfärgade nekros i pålroten. Viruset har senare även rapporterats från Frankrike (Rozado-Aguirre et al. 2017). Försök har visat att viruset skulle kunna spridas med persikbladlusen och dillbladlusen (Rozado-Aguirre et al. 2016).

### 1.3.3. Nematoder

*Morotcystnematod (Heterodera carotae)*

**Problembild:** Nematoden angriper morotsrötterna vilket ger onormalt förgrenat rotsystem och påverkar tillväxten.

**Växtskyddsåtgärder:** En utdragen växtföljd är den enda möjliga kontrollåtgärden. Nematodpopulationen minskar med ca 30 % i frånvaro av morot, vilket innebär att morötter endast bör odlas vart nionde år för att skador helt ska kunna undvikas (Andersson 2018).

*Paratylenchus bukowinensis*

**Problembild:** Nematoden kan ge svåra skador i flockblommiga växter, dit bland annat morot, palsternacka och rotselleri hör. Hos morot gör nematoden att det bildas abnormt många smårötter, men många av dessa dör vilket ses som rostbruna fläckar på huvudmoroten. *Paratylenchus bukowiensis* verkar vara rikligt förekommande på de lättaste jordarna i nordvästra Skåne (Andersson 2018) medan skador inte är kända från andra delar av Sverige.

**Växtskyddsåtgärder:** *Paratylenchus bukowinensis* har en smal krets av värdväxter och kan därigenom kontrolleras genom växtföljden. Då kålväxter också är goda värdväxter bör dessa inte ingå i växtföljder med flockblommiga grödor där *P. bukowinensis* förekommer.

## 1.4. Specifika skadegörare på sockerbetor

Utöver de redan nämnda skadegörarna knäpparlarver, jordflyn, bladlöss, stinkflyn samt stubbrots- och nålnematoder så angrips sockerbetor också av ett antal specialiserade skadegörare.

### 1.4.1. Insekter

*Hoppstjärtar (Onychiurus spp.)*

**Problembild:** Hoppstjärtar inom släktet *Onychiurus* kan angripa sockerbetor i groddplantstadiet men även själva fröet innan grodden kommit fram. Gnag av hoppstjärtarna orsakar små smala fläckar på plantorna som snart mörknar. Hoppstjärtarna är beroende av markfuktigheten och skadorna blir störst under våta kalla vårar.

**Växtskyddsåtgärder:** De tidigare använda betningsmedlen, som numera inte är tillåtna, gav ett gott skydd mot hoppstjärtar. Tillförsel av friskt organiskt material kan minska skadorna eftersom det är en alternativ föda för hoppstjärterna.

*Dubbelfotingar (Blaniulus spp.) och kortborstdvärgfoting (Scutigerella immaculata)*

**Problembild:** Några grupper av dubbelfotingar kan angripa sockerbetsplantorna och gnager då runt hypokotylen (skottdelen under hjärtbladen) och lämnar kärlsträngen bar som sedan svartnar. Kortborstdvärgfotingen skadar sockerbeterna genom att äta på rothåren på unga rötter, direkt på rötterna eller på hypokotylen, vilket i värsta fall leder till att plantorna dör.

**Växtskyddsåtgärder:** Då de tidigare använda betningsmedlen inte längre är tillåtna, finns det idag inget bra skydd mot dubbelfotingar och dvärgfotingar.

*Lilla betbaggen (Atomaria linearis)*

**Problembild:** Lilla betbaggen angriper både blad och hypokotyl på sockerbetor, men kan också angripa rödbeta, mangold och spenat. Plantorna är känsliga för angrepp från groddplanta till tvåbladsstadiet. Risken för omfattande skador av lilla betbaggen mångdubblas vid odling av betor efter betor.

**Växtskyddsåtgärder:** De tidigare använda betningsmedlen, som numera inte är tillåtna, gav ett gott skydd mot lilla betbaggen. Sprutning är än så länge möjligt, men det kan vara svårt att få god effekt, särskilt i torrt väder, då baggarna ofta befinner sig under markytan.

*Åkertrips (Thrips angusticeps)*

**Problembild:** Åkertripsen har två generationer per år och det är den första övervintrande generationen som är skadegörare på sockerbetor. När de kommer upp ur marken angriper de groddplantorna och skadar bladen genom att suga ur cellerna. Skadorna yttrar sig i form av svart- eller rödfärgade bladkanter eller silverfärgade sår på bladen där tripsen sugit näring.

**Växtskyddsåtgärder:** Betodling efter betor eller lin ökar risken för angrepp. De tidigare använda betningsmedlen, som numera inte är tillåtna, gav ett gott skydd mot åkertrips. Sprutning är än så länge möjligt, men det kan vara svårt att få god effekt.

*Betjordloppa (Chaetocnema concinna)*

**Problembild:** Betjordloppan livnär sig främst på sockerbetor, mangold, trampört, åkervinda och åkerpilört. Betjordloppan gör runda gnagmärken på båda sidor av

bladen men även grodden kan skadas. Angreppen blir störst vid varmt och soligt väder och betan är som mest känslig för angrepp vid uppkomsten.

**Växtskyddsåtgärder:** De tidigare använda betningsmedlen, som numera inte är tillåtna, gav ett gott skydd mot betjordloppor. Sprutning är än så länge möjligt.

*Betfluga (Pegomya hyoscyami)*

**Problembild:** Betflugan övervintrar som puppa i marken och flugan kommer fram i maj-juni för att para sig och lägga ägg på betbladen. Larverna kläcks efter 2–6 dagar och kryper då in i bladen där de äter och orsakar s.k. minor tills de förpuppar sig i jorden. Betflugan har 2–3 generationer per år i Sverige, varav den första generationen oftast ställer till störst skada.

**Växtskyddsåtgärder:** Förebyggande åtgärder är en god växtföljd och att undvika odling av sockerbetor efter sockerbetor (Ekbom 2012). Betflugan föredrar naken jord runt betplantan vid äggläggning och därför kan insådd mellan betraderna minska angreppen. Man bör se upp med ogräsplantor som svinmålla och våtarv, vilka är värdväxter för betflugan (Ekbom 2012). De tidigare använda betningsmedlen, som numera inte är tillåtna, gav ett gott skydd mot betflugan. Sprutning är än så länge möjligt, men effekten är osäker eftersom larverna befinner sig inne i betbladen.

*Gammafly (Autographa gamma)*

**Problembild:** Gammaflyet är ett nattfly som lägger ägg på sockerbetsbladen och larverna livnär sig sedan på bladen. Larverna gör störst skada vid torrt och varmt väder. Gammaflyet kan övervintra i Sverige men stora angrepp förekommer främst de enstaka år stora mängder kommer in med vindar söderifrån.

**Växtskyddsåtgärder:** Gammafly kan inte kontrolleras genom betning, utan bekämpning med pyretroider rekommenderas när 20–25 % av bladmassan är uppäten.

#### 1.4.2. Virus

*Rhizomania*

**Problembild:** Rhizomania orsakas av viruset beet necrotic yellow vein virus (BNYVV) som endast angriper sockerbetor och dess släktingar; foderbetor, rödbetor och spenat. Rhizomania kan orsaka mycket stora skördesänkningar, både genom minskad rotskörd och genom markant låga sockerhalter. Vid angrepp blir betans blad upprättstående och onormalt långsträckta, med en speciell, klart ljusgrön färg. Roten blir deformerad, ofta bildas ingen riktig pålrot, utan roten blir

vinglasformad som en rödbeta. Roten blir också mer eller mindre skäggig, med onormala mängder smårötter. Om man delar huvudroten så är kärldrängarna mörkfärgade.

**Biologi:** Viruset övervintrar och sprids via en jordburen protist, *Polymyxa betae*. Viruset hittades för första gången i Sverige 1997 (Elfström 2000), och sjukdomen kräver mycket värme och god tillgång på vatten. Spridning från fält till fält sker via jordtransport, till exempel genom jordbemängt utsäde, med maskiner eller genom jordflykt, eller via bevattning.

**Växtskyddsåtgärder:** *Rhizomania* uppförökas varje gång man odlar betor men den naturliga minskningen vid odling av icke mottagliga grödor är mycket liten. Det finns dock toleranta sorter som knappast skadas alls av viruset, men man får räkna med att en viss uppförökning sker. Växtföljd och sortval kan således hålla *Rhizomanian* på en rimlig nivå, men man kan inte räkna med att någonsin bli av med smittan. Att samtliga toleranta sorter är baserade på samma resistensgen kan medföra problem i framtiden. Andra möjliga åtgärder är att så tidigt och att undvika för hög markfuktighet. Forskning pågår om biologisk kontroll av vektorn med *Trichoderma* (t.ex. Jakubikova et al. 2006).

*Mild betvirusgulsot (Beet mild yellowing virus - BMV)*

**Problembild:** Viruset sprids med flera arter av bladlöss, men den viktigaste är persikbladlusen. Viruset kan vara kvar i vektorn i mer än 50 dagar. Det är först några veckor efter det att viruset överförs till en betplanta som bladen börjar visa gulaktiga symptom och tidiga angrepp ger störst skördereduktion.

**Växtskyddsåtgärder:** Den tidigare allmänna användningen av neonikotinoider i Sverige och resten av Europa gjorde att angrepp av virusgulsot knappt förekom (Hauer et al. 2017). Nu när neonikotinoider förbjudits kommer virusgulsot att återigen bli ett stort problem. Eftersom äldre plantor är mindre attraktiva för bladlössen (Williams 1995), så är en möjlig kontrollåtgärd att så tidigt. Forskning har nyligen påbörjats inom SLU Grogrund för att ta fram nya sorter som är resistenta mot BMV och andra virus som orsakar virusgulsot.

*Allmän betvirusgulsot (Beet yellows virus - BYV)*

**Problembild:** Även detta virus sprids av bladlöss, men här bär bladlössen bara viruset i några dagar. Även detta virus orsakar att betans blad blir gula.

**Växtskyddsåtgärder:** För att förhindra spridning av viruset är det viktigt att eliminera övervintrande betplantor som annars kan fungera som smittkällor.





Virusgulsot på sockerbetor. Foto: Institutionen för växtskyddsbiologi (<http://vsb1.se/Default.aspx>.)

*Beet chlorosis virus (BChV)*

**Problembild:** Orsakar även det gulsot, och är tillsammans med BMYV och BYV ett stort potentiellt problem.

### 1.4.3. Nematoder

*Vit betcystnematod (Heterodera schachtii)*

**Problembild:** Betcystnematoden har ett stort antal värdväxter, i första hand inom familjerna amarantväxter (i synnerhet mållväxter) och korsblommiga växter, inklusive ogräs inom dessa växtfamiljer. Grödor som angrips förutom sockerbetor är rödbetor, spenat, oljeväxter, kålrötter och olika slags kål. Skadorna som uppkommer är tillväxthämning och en kort, grenad huvudrot med många sidorötter. På sockerbetor kan betcystnematoden ha upp till tre generationer per år och den är spridd i de områden där sockerbetor odlas.

**Växtskyddsåtgärder:** En fyra-årig växtföljd räcker inte för att hålla betcystnematodpopulationerna nere utan andra åtgärder behövs också som till exempel odling av toleranta sorter (Andersson 2018). Förädlingen av sockerbetor har inriktats mot tolerans istället för resistens, men odling av de toleranta sorterna medför även mindre uppförökning av nematoden. Odling av förädlade nematodresistenta våroljeväxter som sanerande grödor, t.ex. oljerättika eller vitsenap, är också möjligt och det är viktigt att köra ner spillraps. Det är också bättre att så höstraps än vårraps då de nematoder som infekterar höstrapsen på hösten dör under vintern. Nematoden kan angripas av parasitsvampar, inte minst i äggstadiet, och utan denna naturliga biologiska kontroll skulle problemen vara större än de är idag.

*Gul betcystnematod (Heterodera betae)*

**Problembild:** Den gula betcystnematoden ger liknande symptom som vit betcystnematod, har också en vid värdväxtkrets och angriper samma kulturväxter.

**Växtskyddsåtgärder:** Sockerbetssorter med resistens eller tolerans mot vit betcystnematod är också resistent respektive toleranta mot den gula nematoden och det gäller även de oljerättika- och vitsenapsorter som används som sanerings- och fånggrödor (Andersson 2018). Genom att odla icke-värdväxter är det lätt att få ner populationstätheten av gul betcystnematod eftersom det förekommer en stor, årlig spontan äggkläckning.

## 1.5. Specifika skadegörare på potatis

Utöver de redan nämnda skadegörarna knäpparlarver, jordflyn, bladlöss, stinkflyn och nematoder (flera arter) så angrips potatis också av ett antal specialiserade skadegörare.

### 1.5.1. Insekter

*Stritar (Empoasca spp.)*

**Problembild:** Stritarna flyger in i juni månad och lägger ägg i potatisblasten. Äggen kläcks i slutet av juli och nymferna från äggen kryper sedan omkring och suger växtsaft ur växten vilket gör att angripna blad vissnar ner i förtid med minskad assimilation, lägre knölskörd och lägre stärkelsehalt som följd. Tre olika stritararter förekommer i potatisodlingen.

**Växtskyddsåtgärder:** Då möjligheten att beta potatisen med Prestige precis har försvunnit så är det oklart hur väl stritar kan hanteras framöver. Gula klisterfällor används för att ta reda på när stritarna kommer till fälten. Efter inflygningen till fälten dröjer det en viss tid innan äggläggningen börjar, och därför är det lagom att bekämpa ca 10–14 dagar efter den första inflygningen. Men bekämpning med pyretroider medför ofta att man får större bekymmer med bladlöss senare under säsongen eftersom man då även tar bort nyttodjuren.

*Koloradoskalbaggen (Leptinotarsa decemlineata)*

**Problembild:** Både larver och fullbildade skalbaggar äter glupskt av potatisblasten. Larverna åstadkommer dock de största skadorna. Angripna potatisplantor blir totalskadade, då larverna inte lämnar plantan förrän den är helt kaläten. Koloradoskalbaggen har ännu inte etablerat sig i Sverige utan förekommer bara sporadiskt då den kan blåsa in från andra sidan Östersjön om vind- och

temperaturförhållanden är gynnsamma. Vid normal väderlek i södra Sverige kan dock en fullständig generationscykel genomföras och koloradoskalbaggen har därmed troligen möjlighet att etablera sig i vårt land.

### 1.5.2. Virus

Potatis kan drabbas av en mängd virus (se nedan), och i och med att potatis förökas vegetativt så kan smittan spridas vidare från år till år med infekterade sättknölar. Bladlöss och andra vektorer kan sedan plocka upp viruset och sprida det vidare till friska plantor. För alla virussjukdomar gäller att man bör använda certifierat utsäde. I övrigt sker kontroll främst genom att försöka begränsa vektorn, se tidigare avsnitt om bladlöss och stubbrotsnematoder. Infekterade plantor bör också tas bort kontinuerligt under säsongen. Oftast är det inte ett problem med primärinfektion via bladlöss utan sekundärinfektion via virusmittat utsäde eftersom symptomen då blir mycket kraftigare. Infektion via bladlöss är oftast ett problem för utsädesodling.

#### *Potatisvirus Y (PVY)*

Potatisvirus Y är ett virus som överförs med bladlöss (Fox et al. 2017). Bladlössen förlorar dock den virusöverförande förmågan mycket snabbt (ett par timmar) om de inte får tillgång till nytt smittämne. Symtomen på PVY är att bladen får omväxlande gröna och ljusgröna partier och de små bladen blir starkt krusiga med inrullade kanter. Vissa stammar av PVY orsakar också nekroser på knölarnas yta. Viruset kan ge betydande skördeförluster vid starka angrepp, och hur angripet ett fält blir och hur spridd sjukdomen blir i landet ett visst år beror främst på antalet smittkällor (infekterade sättknölar) och mängden bladlöss (Sandgren & Rydén 1994). Vissa skillnader i mottaglighet för PVY finns mellan potatissorterna.



Krussjuka (PVY) på potatis. Foto: Institutionen för växtskyddsbiologi (<http://vsb1.se/Default.aspx>.)

### *Potatisvirus A (PVA)*

Potatisvirus A är också det ett virus som överförs med bladlöss på samma sätt som PVY (Fox et al. 2017), men kan också överföras mekaniskt (troligtvis ej av praktisk betydelse). Symptomen på PVA är mosaik och buckliga blad och dessa är ofta ganska vaga men utvecklas mer vid kall väderlek. Skördenedsättningen kan vara kraftig, men i Sverige endast om PVA infekterar tillsammans med PVX eller PVY.

### *Potatisvirus X (PVX)*

Potatisvirus X ger ofta upphov till en mild eller symptomlös infektion. Tillsammans med PVA blir dock symptomen vanligen allvarligare och uppträder som s.k. krusmosaik (Sandgren & Rydén 1994). Potatisvirus X överförs inte med bladlöss, men sprids däremot mycket lätt mekaniskt, till exempel med redskap och annan beröring.

### *Potatisvirus S (PVS)*

Potatisvirus S kan överföras mekaniskt och med bladlöss och på samma sätt som PVY. Vid infektion av PVS får plantorna ett glest och öppet växtsätt och bladspetsarna kan bli nedåtböjda.

### *Potatisvirus M (PVM)*

Potatisvirus M överförs med bladlöss och angrepp av PVM förekommer ofta tillsammans med PVS. Symptomen kan beskrivas som rullmosaik, ofta i toppen av plantan. Vid mycket varm väderlek försvinner symptomen.

### *Bladrullvirus (PLRV)*

Bladrullvirus sprids också det med bladlöss. I motsats till överföringen av PVY och övriga potatisvirus behåller bladlössen sin infektionsförmåga länge och kan föra virusmittan vidare långa avstånd. Bladlusinfekterade plantor visar symptom främst på de yngre bladen, vilka får ett upprätt växtsätt, rullar sig uppåt och blir bleka till färgen. Symptom från infekterade sättnölar visar sig först på de nedre bladen som rullar sig uppåt. Bladen blir också styva, torra och läderaktiga. Plantorna blir starkt tillväxthämmade och deras färg blir blekare än normalt.

### *Potatismopptoppvirus (PMTV)*

Mopptoppviruset är jordburet och förekommer i stora delar av Sverige (Beuch et al. 2014) där smittan förs vidare med vilsporer från en protist, pulverskorvsvampen (*Spongospora subterranea*). Liksom för rhizomania finns smittan kvar i jorden under en längre tid. Viruset orsakar rostringar, vilket gör att knölnarna får fläckar och ringbildningar. Typiskt för infektion av PMTV är att plantorna får ett hoptryckt växtsätt. Om man upptäckt angrepp av rostringar i sin odling bör man fortsättningsvis välja en tolerant sort.

### *Tobaksrattelvirus (TRV)*

Tobaksrattelviruset är också jordbundet men överförs med stubbrotsnematoder. Liksom mopptopp orsakar TRV rostringar i knölarna. Angrepp av TRV kan också ge småfläckiga och missformade blad om sättknölen varit smittad. Tobaksrattelvirus kan förutom i nematoderna även bevaras i ogräsfrön av bl.a. arterna spergel, våtarv och viol (Sandgren & Rydén 1994). Även här gäller att välja toleranta sorter.

### *Tobaksnekrosvirus (TNV)*

Tobaksnekrosvirus är ett jordbundet virus som sprids med zoosporer av den markbundna svampen *Oplidium brassicae*. Ett flertal ogräs liksom ett stort antal kulturväxter kan härbärgera TNV jämte dess vektor i rötterna. Hos potatis orsakar viruset skalnekros och symptomen utgörs inledningsvis av ljusbruna fläckar med parallella eller stjärnformade, ytligt belägna sprickor (Nilsson 1986). Det är dock endast vissa sorter som utvecklar dessa symptom, t.ex. Melody (Beuch et al. 2014). Senare, under lagringen, kan det uppstå blåbildningar i skalet som senare övergår i svartbruna, rundade, insjunkna fläckar. Missfärgningen, skarpt avgränsad från frisk vävnad, kan gå djupt in i potatisknölen.

### *Potato spindle tuber viroid (PSTVd)*

En viroid är ett smittämne som är mindre i storlek än ett virus, och potato spindle tuber viroid är en viroid som framförallt angriper potatisväxter. Den är en karantänskadegörare men är nu spridd i stora delar av världen inklusive en del europeiska länder. Sverige är i dagsläget fritt från den. Viroiden kan göra så att plantan helt stannar i växten, bladen kan bli klenare, mer upprätt och ha mindre blad än en frisk planta, knölarna kan vara mindre och mer avlånga än friska knölar samt ögonen vara mer markerade. Potato spindle tuber viroid kan reducera skörden med mer än 50 procent i potatisodlingar. Viroiden sprids genom vegetativ förökning, mekanisk överföring, infekterade frön eller pollen och bladlöss och därför är förbyggande åtgärder som friskt utsäde eller friska småplantor samt hygien av största vikt (Verhoeven et al. 2018). Bladluspopulationen bör också hållas på en låg nivå. Om smittan kommer in i odlingen måste omfattande och noggranna destruktionsåtgärder och desinficering av utrustning och maskiner ske.

## 1.5.3. Nematoder

### *Potatiscystnematoder (Globodera rostochiensis och Globodera pallida)*

**Problembild:** Den gula potatiscystnematoden (*G. rostochiensis*) är idag förekommande i hela Sverige, medan den vita (*G. pallida*) är mer ovanlig. Potatiscystnematoderna har en generation årligen och äggkläckningen är

värdväxtstimulerad. I frånvaro av värdväxter kan cystorna ligga 15–20 år i jorden innan alla äggen är kläckta eller döda. Symptom på angrepp av potatiscystnematoder är ett grunt och buskigt rotsystem, små och få knölar samt dåligt utvecklade plantor som kan vissna ner i förtid.

**Växtskyddsåtgärder:** Utsädespotatis med vidhängande jord är det viktigaste sättet för potatiscystnematoderna att spridas på såväl långt som nära håll, men för spridning på kort avstånd är också överföring med maskiner och redskap viktigt. Situationen för fabriks- och matpotatisodlingen är dock under kontroll eftersom det finns tillgång till resistent sorter, åtminstone för den gula potatiscystnematoden. Den bästa åtgärden är att ha en växtföljd med omväxlande mottaglig och resistent potatis. Man behöver också bekämpa potatis som blivit kvar på fältet efter skörden och kommit upp i nästföljande gröda.

*Potatisrötnematod (*Ditylenchus destructor*)*

**Problembild:** Potatisrötnematoden var en viktig skadegörare i potatis på 1960-talet men till följd av rationell drift med effektiv ogräsbekämpning har skadorna i potatis i princip försvunnit (Andersson 2018). Som framgår av namnet orsakar nematoden rötter i knölar, och den är en karantänsskadegörare (Jeger et al. 2016). På grund av kopplingen till ogräs kan nematoden möjligen ställa till med problem i ekologisk odling.

**Växtskyddsåtgärder:** Potatisrötnematoden är knuten till näringsrika växtdelar under markytan som jordstammar, knölar och lökar samt i viss mån näringsrika rötter, och den klarar sig inte en längre tid i jord utan högre växter. Åtgärder för att undvika skador är att hålla efter ogräs (t.ex. åkermynta, knölsyska, gråbo, bergssyra, gåsört) samt att inte använda knölar från infekterade fält som utsäde. I övrigt testas olika potatissorter för resistens och tolerans (Mwaura et al. 2015), och det forskas också på biologisk kontroll med svampar (Szabo 2018).

## 1.6. Slutsatser

Dagsläget för växtskydd i våra rot- och knölgrödor ser väldigt olika ut när det gäller insekter, virus och nematoder. Lök kan angripas av många olika skadedjur varav de flesta inte ställer till några större bekymmer, och de största problemen är nematoder, trips och lök- och stjälkflugor. Morötter däremot kan angripas av många olika skadedjur varav flera kan vålla stora bekymmer. Morotsfluga och morotsbladloppa är de allvarligaste skadegörarna, men även nematoder, morotsminerarflugan, bladlöss och jordflyn ställer till problem. Även sockerbeter kan få betydande skador av ett flertal insekter som t.ex. lilla betbaggen, åkertrips, gammafly och bladlöss. Potatis kan angripas av olika skadeinsekter varav stritar, knäpparlarver och bladlöss

är de allra viktigaste. Bladlössens spridning av virussjukdomar ställer också till stora bekymmer.

Eftersom samtliga våra rot- och knölgrödor angrips och skadas av insekter, så är den framtida odlingen starkt hotad av att allt fler kemiska preparat försvinner, detta är framförallt uppenbart i morötter och sockerbetor. Då bladlöss också kommer att bli svårare att kontrollera kommer troligtvis även förekomsten av virussjukdomar att öka. För nematodernas del är det mer den pågående klimatförändringen med ökande temperaturer som kan förvärra skadorna då antalet generationer per år kan komma att öka.

## 1.7. Referenser till insekter, virus och nematoder

- Adams IP, Skelton A, Macarthur R, Hodges T, Hinds H, Flint L, Nath PD, Boonham N, Fox A. 2014. Carrot yellow leaf virus is associated with carrot internal necrosis. PLoS ONE 9, e109125. doi:10.1371/journal.pone.0109125.
- Vacacela Ajila HE, Colares F, Lemos F, Marques PH, Franklin EC, Santos do Vale W, Oliveira EE, Venzond M och Pallini A. 2019. Supplementary food for *Neoseiulus californicus* boosts biological control of *Tetranychus urticae* on strawberry. Pest Management Science, doi:10.1002/ps.5312
- Andersson S. 2018. Nematoder som växtskadegörare. Atremi, 214 sidor.
- Bag S, Schwartz HF, Cramer CS, Havey MJ och Pappu HR. 2015. Iris yellow spot virus (Tospovirus: Bunyaviridae): from obscurity to research priority. Molecular Plant Pathology 16, 224-237.
- Barscis F, Haubruge E och Verheggen FJ. 2013. Wireworms' management: an overview of the existing methods, with particular regards to *Agriotes* spp. (Coleoptera: Elateridae). Insects 4, 117-152.
- Benefer CM, Knight ME, Ellis JS, Hicks H och Blackshaw RP. 2012. Understanding the relationship between adult and larval *Agriotes* distributions: The effect of sampling method, species identification and abiotic variables. Applied Soil Ecology 53, 39-48.
- Beuch U, Persson P, Edin E och Kvarnheden A. 2014. Necrotic diseases caused by viruses in Swedish potato tubers. Plant Pathology 63, 667-674.
- Binks RH, Morgan D, Spence, Blood-Smyth J. 2003. Parsnip yellow fleck virus in carrots: development of a disease management strategy. Bulletin OILB/SROP 26, 217.
- Chen P och Tsay TT. 2006. Effect of crop rotation on *Meloidogyne* spp. and *Pratylenchus* spp. populations in strawberry fields in Taiwan. Journal of Nematology 38, 339-344.
- Collier R och Finch S. 2009. A review of research to address carrot fly (*Psila rosae*) control in the UK. EPP0 Bulletin 39, 121-127.
- Cotes B, Rämert B och Nilsson U. 2018. A first approach to pest management strategies using trap crops in organic carrot fields. Crop Protection 112, 141-148.
- Davidson G och Chandler D. 2005. Laboratory evaluation of entomopathogenic fungi against larvae and adults of onion maggot (Diptera: Anthomyiidae). Journal of Economic Entomology 98, 1848-1855.
- Desneux N, Decourtye A och Delpuech JM. 2007. The sublethal effects of pesticides on beneficial arthropods. Annual Review of Entomology 52, 81-106.
- Diaz-Montano J, Fuchs M, Nault BA, Fail J och Shelton AM. 2011. Onion thrips (Thysanoptera: Thripidae): A global pest of increasing concern in onion. Journal of Economic Entomology 104, 1-13.
- Eder R, Baur R och Schmid A. 2003. Lauchminierfliegen auch in der Schweiz. Der Gemüsebau/Le Maraîcher 7/2003.
- Ekbom B. 2012. Betflugan. Faktablad om växtskydd 130J, SLU.
- Elfström K. 2000. Rhizomania. Rapport från växtodlings- och växtskydds dagar i Växjö den 6 och 7 december 2000.
- Ellgardt K. 2008. Morotsbladloppan, *Trioza apicalis* – en litteraturgenomgång, kvalitativa intervjuer och ett fältförsök. Master thesis, SLU.



- Ellis SA och Scatcherd JE. 2007. Bean seed fly (*Delia platura*, *Delia florilega*) and onion fly (*Delia antiqua*) incidence in England and an evaluation of chemical and biological control options. *Annals of Applied Biology* 151, 259-267.
- Elnagar S och Murant AF. 1976. Relations of semi-persistent viruses, Parsnip yellow fleck and Anthriscus yellows, with their vector, *Cavariella aegopodii*. *Annals of Applied Biology* 84, 153-167.
- EPPO. 2013. 'Candidatus *Liberibacter solanacearum*'. *EPPO Bulletin* 43, 197–201.
- EPPO. 2017. PM 7/87 (2) *Ditylenchus destructor* and *Ditylenchus dipsaci*. *EPPO Bulletin* 47, 401–419.
- Esbjerg P och Sigsgaard L. 2014. Phenology and pest status of *Agrotis segetum* in a changing climate. *Crop Protection* 62, 64-71.
- Fernández-Tabanera E, Fraile A, Lunello P, García-Arenal F och Ayllón MA. 2018. First report of Onion yellow dwarf virus in leek (*Allium ampeloprasum* var. *porrum*) in Spain. *Plant Disease* 102, 256.
- Finch S. 1989. Ecological considerations in the management of *Delia* pest species in vegetable crops. *Annual Review of Entomology* 34, 117-137.
- Finch S och Collier RH. 2000. Integrated pest management in field vegetable crops in northern Europe - with focus on two key pests. *Crop Protection* 19, 817-824.
- Fonseca HS, Jaehn A och Silva MFA. 1999. Association of *Ditylenchus dipsaci* with weeds harvested after the garlic crop. *Nematologia Brasileira* 23, 100-102.
- Fox A, Collins LE, Macarthur R, Blackburn LF och Northing P. 2017. New aphid vectors and efficiency of transmission of Potato virus A and strains of Potato virus Y in the UK. *Plant Pathology* 66, 325–335.
- Gamon A och Lenne N. 2012. *Meloidogyne chitwoodi* and *Meloidogyne fallax* in France: initial management experiences. *EPPO Bulletin* 42, 122–126.
- Gentzsch D. 2002. The importance of pauses in growth and rotation in members of the onion family. *Gemuse* 38, 8-13.
- Gill HK, Garg H, Gill AK, Gillett-Kaufman JL och Nault BA. 2015. Onion thrips (Thysanoptera: Thripidae) biology, ecology, and management in onion production systems. *Journal of Integrated Pest Management* 6, 6, <https://doi:10.1093/jipm/pmv006>
- Gungoosingh-Bunwaree A, Menzel W, Winter S, Vally V, Seewoogoolam R, Beni Madhu SP, Vetten HJ. 2009. First report of Carrot red leaf virus and Carrot mottle virus, causal agents of carrot motley dwarf, in carrot in Mauritius. *Plant Disease* 93, 1218.
- Gökce C, Erbas Z, Yilmaz H, Demirbag Z och Demir I. 2015. A new entomopathogenic nematode species from Turkey, *Steinernema websteri* (Rhabditida: Steinernematidae), and its virulence. *Turkish Journal of Biology* 39, 167-174.
- Hauer M, Hansen AL, Manderyck B, Olsson Å, Raaijmakers E, Hanse B, Stockfisch N och Märlander B. 2017. Neonicotinoids in sugar beet cultivation in Central and Northern Europe: Efficacy and environmental impact of neonicotinoid seed treatments and alternative measures. *Crop Protection* 93, 132-142.
- Hooks CRR, Wang KH, Ploeg A och McSorley R. 2010. Using marigold (*Tagetes* spp.) as a cover crop to protect crops from plant-parasitic nematodes. *Applied Soil Ecology* 46, 307-320.

- Jakubíková L, Šubíková V, Nemčovič M och Vladimír Farkaš V. 2006. Selection of natural isolates of *Trichoderma* spp. for biocontrol of *Polymyxa betae* as a vector of virus causing rhizomania in sugar beet. *Biologia* 61, 347-351.
- Jakubowska M, Fiedler Z, Bocianowski J. 2017. Possibilities of using of selected acaricides and their mixtures in controlling of spider mites (*Tetranychus urticae* Koch) in sugar beet – laboratory conditions. *Progress in Plant Protection* 57, 75-81.
- Jallouli W, Boukedi H, Sellami S, Frikha F, Abdelkefi-Mesrati L och Tounsi S. 2018. Combinatorial effect of *Photorhabdus luminescens* TT01 and *Bacillus thuringiensis* Vip3Aa16 toxin against *Agrotis segetum*. *Toxicon* 142, 52-57.
- Jeger M, Bragard C, Caffier D, Candresse T, Chatzivassiliou E, Dehnen-Schmutz K, Gilioli G, Gregoire JC, Miret JAJ, Alan MacLeod A, Navarro MN, Niere B, Parnell S, Potting R, Rafoss T, Rossi V, van Bruggen A, van Der Werf W, West J, Winter S, Mosbach-Schulz O och Urek G. 2016. Risk to plant health of *Ditylenchus destructor* for the EU territory. *EFSA Journal* 14, 4602.
- Jones FGW, Jones MG. 1984. *Pests of field crops*. 3rd ed. Edward Arnold Ltd.
- Jönsson B. 1992. Forecasting the timing of damage by the carrot fly. *IOBC WPRS Bulletin* 15, 43–48.
- Katis NI, Maliogka VI och Dovas CI. 2012. Viruses of the genus *Allium* in the Mediterranean Region. *Advances in Virus Research* 84, 163-208.
- LaMondia JA. 2006. Management of lesion nematodes and potato early dying with rotation crops. *Journal of Nematology* 38, 442-448.
- Mwaura P, Niere B och Vidal S. 2015. Resistance and tolerance of potato varieties to potato rot nematode (*Ditylenchus destructor*) and stem nematode (*Ditylenchus dipsaci*). *Annals of Applied Biology* 166, 257–270.
- Nault BA, Werling BP, Straub RW och Nyrop JP. 2011. Delaying onion planting to control onion maggot (Diptera: Anthomyiidae): efficacy and underlying mechanisms. *Horticultural Entomology* 104, 1622-1632.
- NiBi. 2018. *Plantevernguiden*, [www.plantevernguiden.no](http://www.plantevernguiden.no). [Sidan besökt 2018-09-27]
- Nilsson B. 1986. Tobaksnekrosvirus - egenskaper, förekomst och spridning. *Växtskyddsnotiser* 50, 136-141.
- Perring TM, Gruenhagen NM och Farrar CA. 1999. Management of plant virus diseases through chemical control of insect vectors. *Annual Review of Entomology* 44, 457–481.
- Ragnarsson S. 2014. Risk- och konsekvensanalys för morot – skadedjur. Jordbruksverket.
- Reitz SR, Gao Y och Lei Z. 2013. Insecticide use and the ecology of invasive *Liriomyza* leafminer management. I (ed. Trdan S): *Insecticides - development of safer and more effective technologies*, InTechOpen, kapitel 8.
- Rozado-Aguirre Z, Adams I, Collins L, Fox A, Dickinson M och Boonham N. 2016. Detection and transmission of Carrot torrado virus, a novel putative member of the Torradovirus genus. *Journal of Virological Methods* 235, 119–124.
- Rozado-Aguirre Z, Marais A, Svanella-Dumas L, Faure C, Latour F, Villeneuve F, Dickinson M, Fox A, Boonham N och Candresse T. 2017. First report

- of Carrot torradovirus 1 (CaTV1), a member of the Torradovirus genus, infecting carrots in France. *Plant Disease* 101, 1333.
- Sandgren M och Rydén K. 1994. Virussjukdomar på potatis. Faktablad om växtskydd 54 T, SLU.
- Schneller H, Reißler D, Zgraja G, Zunker M, Zimmermann O, Kost W, Lasch E och Schrameyer K. 2016. First report of aster-yellows disease in carrots and in the leafhopper *Macrostelus sexnotatus* (Fallén 1806) in Germany – monitoring and diagnosis. *Journal für Kulturpflanzen* 68, 281-294.
- Sinaie S, Sadeghi-Namaghi H och Fekrat L. 2019. Effects of elevated CO<sub>2</sub> and water stress on population growth of the two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae), on sweet pepper under environmentally controlled conditions. *Journal of Asia-Pacific Entomology* 22, 96-102.
- Sufyan M. 2012. Biology, monitoring and management of economically important wireworm species (Coleoptera: Elateridae) in organic farming. Diss. Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität. Bonn. DOI: [hss.ulb.uni-bonn.de/2013/3202/3202.pdf](https://hss.ulb.uni-bonn.de/2013/3202/3202.pdf)
- Szabo G. 2018. Application of the fungic formulation *Arthrotrix oligospora* against the nematode *Ditylenchus destructor*. Scientific papers series: Management, economic engineering in agriculture and rural development 18, 489-492.
- Szendrei Z. 2012. The impact of plant associations on *Macrostelus quadrilineatus* management in carrots. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 143, 191–198.
- Townshend JL. 1989. Population densities of four species of root-lesion nematodes (*Pratylenchus*) in the oat cultivars, Saia and OAC Woodstock. *Canadian Journal of Plant Science* 69, 903-905.
- Traugott M, Benefer C, Blackshaw R, van Herk W och Vernon R. 2015. Biology, ecology, and control of Elaterid beetles in agricultural land. *Annual Review of Entomology* 60, 313-334.
- van der Vlugt RAA, Verbeek M, Dullemans AM, Wintermante WM, Cuellar WJ, Fox A och Thompson JR. 2015. Torradoviruses. *Annual Review of Phytopathology* 53, 485-512. Van Dijk P. 1994. Virus diseases of *Allium* species and prospects for their control. *Acta Horticulturae* 358, 299–306.
- Verhoeven JJJ, Vullings GWM, Voogd JGB, Janssen FJA och Roenhorst JW. 2018. Potato germplasm poses the highest risk of introducing potato spindle tuber viroid in potatoes in the Netherlands: analysis and evaluation of an outbreak in potato breeding. *European Journal of Plant Pathology* 151, 201–211.
- Von Freytag-Loringhoven B. 1995. Lökflugan. Faktablad om växtskydd 25 T, SLU.
- Wennmann JT, Alletti GG och Jehle JA. 2013. Baculoviruses for the biological control of cutworms (*Agrotis* spp.). *IOBC/WPRS Bulletin* 90, 183-186.
- Wesemael WML och Moens M. 2008. Vertical distribution of the plant-parasitic nematode, *Meloidogyne chitwoodi*, under field crops. *European Journal of Plant Pathology* 120, 249-257.
- Whitehead AG, Fraser JE och Nichols AJF. 1987. Variation in the development of stem nematodes, *Ditylenchus dipsaci*, in susceptible and resistant crop plants. *Annals of Applied Biology* 111, 373-383.
- Wierzbicka B och Majkowska-Gadomska J. 2012. The effect of biological control of the carrot fly (*Psila rosae*) on the yield and quality of carrot (*Daucus*

- carota* L.) storage roots. Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus 11, 29-39.
- Williams CT. 1995. Effects of plant age, leaf age and virus yellows infection on the population dynamics of *Myzus persicae* (Homoptera: Aphididae) on sugarbeet in field plots. Bulletin of Entomological Research 85, 557 – 567.
- Åsman K och Forsberg AS. 1995. Insekter på lök. Faktablad om växtskydd 148 T, SLU.

## 2. Svampar, svampliknande organismer och bakterier

I denna del av rapporten beskrivs först några polyfaga, nekrotrofa patogener som orsakar sjukdom på flera olika rot- och knölgrödor. Vad gäller dessa sjukdomar finns det begränsad kunskap om motståndskraft hos olika växtsorter. I det längre perspektivet skulle det behövas forskningsinsatser kring hur växter försvarar sig mot nekrotrofa svampar. För att uppnå ett hållbart växtskydd behövs tänkande och forskning i ett odlingssystemperspektiv. Rot- och knölgrödor måste odlas i ett system med andra grödor för att få en rimlig växtföljd. Ofta är detta traditionella grödor som stråsäd eller raps men det finns också en strävan att introducera nya grödor bl.a. inom gruppen baljväxter. Med dessa nya grödor ökar också risken för problem med både nya och redan etablerade sjukdomar, och några av dessa kan påverka sjukdomsbilden även hos rot- och knölgrödorna.

Detta pekar på behovet av mer omfattande forskning på hur olika skadegörare samspelar med varandra. Några exempel nämns i rapporten, t.ex. samspelet mellan *Rhizoctonia solani* och nematoder, men det skulle behövas mer omfattande studier för att kartlägga samspelet mellan olika typer av skadegörare på olika trofiska nivåer. En ökad kunskap om förvarsmekanismer skulle vara av värde för framtida resistensförädling. Det behövs också utveckling av metodik för detektering och kvantifiering av olika skadegörare samt förbättrade kunskaper om effektiva motåtgärder. För flera av sjukdomarna behöver man i högre grad implementera användningen av prognosmodeller/beslutsstödsystem. En viktig uppgift för den framtida växtskyddsforskningen är att belysa effekterna av klimatförändringen på växtsjukdomar, där ytterligare studier är nödvändiga för att kunna minimera effekter av skadegörare i ett framtida, med all sannolikhet, varmare klimat.

Förutom sjukdomar orsakade av polyfaga skadegörare, har varje gröda sina specifika sjukdomar. De viktigaste sjukdomarna för de fyra största rot- och knölgrödorna potatis, sockerbetor, morot och lök beskrivs i särskilda avsnitt.

## 2.1. Polyfaga växtpatogener

I detta avsnitt behandlas patogener som kan angripa flera olika grödor, betydelsen av växtföljd, motåtgärder samt interaktioner med ogräs och andra skadegörare

### 2.1.1. Svampar som angriper flera grödor

- *Fusarium oxysporum* f.sp. *cepae*, lök, vitlök, purjolök
- *Fusarium culmorum*, sockerbeta, stråsäd
- *Fusarium avenaceum*, sockerbeta, stråsäd, potatis (USA)
- *Fusarium redolens*, sparris, kikärt, lins och durumvete (USA & Canada)
- *Haematonectria haematococca* (f.d. *Fusarium solani*), potatis, sojaböna, bondböna
- *Rhizoctonia solani*, flertalet anastomosgrupper, sockerbeta, majs, morot, oljeväxter, potatis
- *Verticillium dahliae*, sockerbeta, potatis, jordgubbar, solros, spenat och oljeväxter. Flertalet ogräsarter kan också vara värdväxter.
- *Cercospora* sp., sockerbeta och potatis
- *Botrytis cinerea*, morot, jordgubbar, oljeväxter

### 2.1.2. Kunskapsläget för polyfaga växtpatogener

Polyfaga växtpatogena svampar är ofta jordburna eller överlever på skörderester i jorden. Som en följd av detta har odlingssystem och växtföljd stor påverkan på hur sjukdomsepidemier orsakade av dessa svampar utvecklas under säsongen. Ett exempel är svampen *Verticillium dahliae* som orsakar vissnesjuka på sockerbetar. Vid en undersökning av förekomst av *V. dahliae* i sockerbetsfält i området runt Kristianstad återfanns svampen i varierande mängd i 28 % av fälten med potatis i växtföljden, medan enbart spår av svampen hittades i sockerbetsfält utan potatis i växtföljden (Olsson & Persson, 2016). I Sverige är raps och andra oljeväxter den förväntade värdväxten för *V. dahliae*, men det finns ett fåtal observationer av angrepp i potatis (Atterwall, 1994). I Nordamerika är vissnesjuka på potatis ett allvarligt problem, och där har växtföljd och odlingsåtgärder, som till exempel gödslingsstrategier, visat sig ha stor effekt på hur allvarliga angreppen blir (Conn & Lazarovits, 1999; Johnson & Dung, 2010; Larkin et al., 2011). De genotyper av *V. dahliae* som kan angripa potatis kan delas in i flera regionalt förekommande vegetativa kompatibilitetsgrupper (VCG) där VCG 4A och VCG 4B förekommer i Nordamerika medan VCG 2A och VCG 4B har observerats i Israel (Johnson & Dung, 2010). Det är oklart vilka VCG som finns i Sverige men i Nederländerna finns en som kallas NL-I, som är kompatibel med VCG 3 och VCG 4 i USA medan den som kallas NL-II, är kompatibel med VCG 1 och VCG 2 i USA (Hiemstra & Rataj-Guranowska, 2003). VCG kan vara av betydelse för svampens möjligheter

att angripa olika värdväxter. Det pågår undersökningar om de genetiska faktorer som ligger bakom interaktionen mellan *V. dahliae* och dess värdväxter och bl.a. undersöks vilka patogenitetsfaktorer, effektorgener och enzymer som är inblandade (Daayf, 2015). Ökade kunskaper om genetiska faktorer och resistensmekanismer skulle underlätta förädling för bättre motståndskraft i sortmaterial.

***Rhizoctonia solani*** orsakar groddbränna och lackskorv på underjordiska växtdelar av bland annat potatis, sockerbeta och morot. Svampen kan vara både utsädesburen och förekomma i odlingsjorden i form av sklerotier på växtrester och jordpartiklar. I en studie fann man att kombinerad utsädes- och jordburen smitta ökade angreppsgraden av groddbränna och lackskorv (Tsrer (Lahkim) & Peretz-Alon, 2005) medan en annan studie inte visade på någon additiv effekt av de två inokulumkällorna (Brierley et al., 2016). *Rhizoctonia solani* har flera anastomosgrupper (AG) som ibland kan vara värdspecifika, exempelvis på ris (Vidhyasekaran et al., 1997) men flertalet av dessa grupper kan angripa mer än en värdväxt (Bolkan & Ribeiro, 1985; Sturrock et al., 2015). Förmågan att angripa olika värdväxtarter kan delvis förklaras av värdspecifika toxiner som svampen producerar (Vidhyasekaran et al., 1997). Anastomosgrupp 3 (AG3) anses vara den vanligaste på potatis men även AG2 kan orsaka problem i denna gröda, speciellt i form av groddbränna på grodden och stjälkarna (Woodhall et al., 2008; Muzhinji et al., 2015). Både AG3 och AG2 finns i Sverige men AG2 anses vara mindre aggressiv, och det har rapporterats att den formar färre sklerotier på knölnarna än andra anastomosgrupper (Bång, 2008; Lehtonen et al., 2009).



Groddbränna och lackskorv på potatis som orsakas av *Rhizoctonia solani*. Foto: Eva Edin och Institutionen för växtskyddsbiologi (<http://vsb1.se/Default.aspx>)

Det behövs mer kunskap om aktuella skördeförluster orsakade av *R. solani* i flera grödor, bättre bekämpningsmetoder och kunskaper som underlättar förädling för bättre resistens. I en doktorsavhandling (Holmqvist, 2018) undersöktes genomet hos *R. solani* (AG2-2) som orsakar rotröta på sockerbetar och några effektorer som kan ha betydelse för angreppsförmågan identifierades. Även genuttrycket från

sockerbetslinjer med olika grad av resistens undersöktes och några gener som potentiellt har betydelse för försvaret mot *R. solani* identifierades och detta kan bli en grund för framtida resistensförädling.

Vanlig skorv på potatis orsakas främst av bakterien *Streptomyces scabies*, men även andra arter inom *Streptomyces*-släktet kan orsaka skador i flera rot- och knölgrödor, såsom potatis, morot och betor (Dees 2012; Roberts 2017; Ragnarsson, R & Andersson, G, muntlig kommunikation). Motståndskraftiga sorter är den främsta motåtgärden i potatis. Fukthalt, pH och mikrofloran i jorden påverkar graden av angrepp (Dees, 2012). Flera arter från släktena *Pectobacterium* och *Dickeya* orsakar blötröta i en rad grödor, exempelvis i potatis, morötter och betor. Arter av *Pectobacterium* och *Dickeya* orsakar även stjälkbakterios i potatis.

#### *Samspel med andra arter och skadegörare*

*Fusarium* sp. överlever som jordinokulum på infekterade skörderester (Leoni et al., 2013). Ett antal gräsarter, som havre, vete, majs och sudangräs, och tvåhjärtbladiga arter som svarta bönor, ögonbönor, och olika lupinarter kan kolonieras av *F. oxysporum* f. sp. cepae, och därigenom öka mängden inokulum i jorden. Växtparasitära nematoder kan samspele med *V. dahliae* och *R. solani* så att skadorna förvärras. Ett exempel är den sjukdom som i Nordamerika kallas ”potato early dying complex”, där nematoder tycks medverka till att även låga populationer av *V. dahliae* kan ge skador i fält (Kotcon et al., 1985). Biotester med *V. dahliae* på sockerbetor visar att angreppen av vissnesjuka blev signifikant större när svampen förekommer tillsammans med stubbrotsnematoder (*Trichodorus* spp.) och rotgallnematoder (*Meloidogyne*). Dessa samband kunde dock inte påvisas vid försök under fältbetingelser (Olsson & Persson, 2016). Rotgallnematodarerna *Meloidogyne chitwoodi* och *Meloidogyne fallax*, vilka båda är karantänskadegörare, har hittats på ett fåtal platser i Sverige under 2017 och 2018, något som hotar att ge stora problem i potatisodlingen framöver. Förutom odlingsrestriktioner kan problemen med *R. solani* och *V. dahliae* öka eftersom synergistiska interaktioner med de tre rotgallnematodarerna och rotsårsnematoden *Pratylenchus neglectus* har observerats i potatis (Scholte & Jacobs, 1989). Kombination av rotsårsnematoden *Pratylenchus* sp. och *R. solani* gav en minskad knölskörd i växthusförsök under kontrollerade betingelser (Viketoft et al., 2017). Effekter av infektion med jordburen *R. solani* kan ofta ses i fält i form av fläckar med dålig uppkomst eller reducerad tillväxt. Under en fältstudie av sådana fläckar i åtta fält hittades fler stubbrotsnematoder nära plantor med groddbränna (Björnell et al., 2017). Andra nematodarter som interagerar med *R. solani* och förvärrar skadorna på potatis är potatiscystnematoderna *Globodera rostochiensis* (Back et al., 2006, 2010) och *Globodera pallida* (Bhattarai et al., 2009, 2010). I sojaböna påträffades stora mängder av rotsårsnematoder (*Pratylenchus* spp.) och nematoden *Tylenchorhynchus* spp. (eng. stunt nematodes) i fält med partier med plantor som



var svårt angripna av *R. solani* (Liu et al., 2016). *Tylenchorhynchus dubius* har påträffats i Danmark där den fläckvis kan göra stor skada i stråsåd och vall (Andersson, 2018).

### 2.1.3. Sjukdomar i rot- och knölgrödor som en konsekvens av växtföljd med nya eller små grödor

Sojaböna är en ny gröda i Sverige, men har potential att bli en viktig inhemsk proteinkälla, speciellt som foderprotein (Fogelberg & Lagerberg Fogelberg, 2008). Sojaböna kan få allvarliga angrepp av *Rhizoctonia solani* AG3 (Liu et al., 2016), vilket är den anastomosgrupp som företrädesvis angriper potatis. Även angrepp av AG-1 har rapporterats i USA (Yang et al., 1990). Majs är en god värdväxt för *R. solani* AG2 och borde därmed inte vara förfrukt till sockerbeter, medan icke-värdväxter såsom vete och havre kan vara att föredra (Buhre et al., 2009).

Arter inom svampsläktet *Fusarium* kan också orsaka sjukdom på sojaböna (*Fusarium*rotröta). *Fusarium oxysporum* och *Haematonectria haematococca* (f.d. *Fusarium solani*) är de två allvarligaste skadegörarna (Hadi & Malvick, 2016). Andra arter av *Fusarium* som är kända för att orsaka rotröta i sojaböna är *F. culmorum*, *F. graminearum* och *F. redolens* (Leoni et al., 2013) och alla dessa förekommer i Sverige. Med en ökande omfattning av sojabönsodling är det mycket viktigt att följa upp dessa sjukdomars utveckling och om dessa även kan orsaka problem i rot och knölgrödor. Ärt (*Pisum sativum*) är också värdväxt åt flertalet arter av *Fusarium*, såsom *F. avenaceum* och *H. haematococca* (Bødker et al., 1993; Pflughöft et al., 2012), *V. dahliae* (Isaac & Rogers, 1974) samt flera anastomosgrupper av *R. solani* (Sharma-Poudyal et al., 2015). Bondböna (åkerböna, *Vicia faba*) kan också vara värdväxt åt *R. solani* (Djéballi et al., 2014).

### 2.1.4. Patogener som angriper ogräs vilka kan utgöra en brygga till nästkommande gröda

Alla anastomosgrupper av *Rhizoctonia solani* har flera ogräs som värdväxter. Exempelvis har AG-1, som angriper sojabönor, många gräs- och örtogräs som värdväxter och smitta kan spridas genom rotkontakt (Black et al., 1996). Även AG-3 och AG-5 av *R. solani* har påträffats i ett trettiotal ogräsarter i Kanada (Sturz et al., 1995) men AG-5 har inte bekräftats i Sverige. I en litauisk studie av ogräs som värdväxter för *F. graminearum* hittades svampen på 41 arter, varav 25 inte tidigare hade rapporterats som värdväxter. De ogräsarter där svampen var vanligast förekommande på var åkermolke (*Sonchus arvensis*), maskros (*Taraxacum officinale*), revormstörel (*Euphorbia helioscopia*), vitgröe (*Poa annua*) och åkerbinda (*Fallopia convolvulus*). Även det invasiva ogräset hönshirs (*Echinochloa crus-galli*) visade sig vara värdväxt till *F. graminearum* (Suproniene et al., 2019). Andra *Fusarium*-arter som angriper olika ogräs är *F. avenaceum* och *F. culmorum*

där gemensamma värdväxter var till exempel korsört (*Senecio vulgaris*), smörblomma och revsmörblomma (*Ranunculus acris* respektive *R. repens*), penningört (*Capsella bursa-pastoris*), brännässla (*Urtica dioica*) och åkerviol (*Viola arvensis*) (Jenkinson & Parry, 1994). Våtarv (*Stellaria media*) och snärjmåra (*Galium aparine*) angrips av *F. avenaceum*, och *Fusarium poe* kan infektera några av de ovan uppräknade ogräsen. Potatispatogenerna *Alternaria solani* och *Phytophthora infestans* angriper även ogräs och dessa kan utgöra ett bekymmer i form av inokulumkälla. *Alternaria solani* har vanlig nattskatta (*Solanum nigrum*) (Edin et al., 2019), medan *P. infestans* har bägarnattskattan (*Solanum physalifolium*), fliknattskattan (*Solanum triflorum*) och besksöta (*Solanum dulcamara*) som värdväxter (Dandurand et al., 2006; Grönberg et al., 2012). Vanlig nattskatta och andra ogräs som är vanliga i Sverige kan även vara värdväxter för *V. dahliae* i USA (Frederick et al., 2017). I växthusförsök med *V. dahliae* producerade svampen flest mikrosklerotier på mjukplister (*Lamium amplexicaule*), besksöta och flyghavre (*Avena fatua*) (Frederick et al., 2017).

### 2.1.5. Agrara motåtgärder

#### Växtföljd

Odling av ofta återkommande grödor i växtföljden kan leda till lägre skördar (Hopkins et al., 2004; Wright et al., 2015). En del av förklaringen av detta kan vara att olika grödor påverkar det mikrobiella samhället i marken på olika sätt. En studie visade att andelen bakterier i jorden ökade om raps ingick i en potatisväxtföljd (Bernard et al., 2012). Hur sådana faktorer kan påverka skörden har sällan undersökts. En 14-årig studie visade att växtföljder som inkluderar grödor med mykorrhiza, såsom potatis och lusern, kan bidra till ökad tillgång på mikronäringsämnen för efterföljande gröda (Mohr et al., 2015). Potatis kan även påverkas av flera andra växtföljdrelaterade faktorer, möjligen andra mikroorganismer, eftersom avkastningen inte ökade vid frånvaro av *V. dahliae*, *R. solani* och *Streptomyces* spp. (Schippers et al., 1987).

Växtföljden har mindre betydelse när det gäller bakteriesjukdomar, jämfört med sjukdomar orsakade av svampar. Merparten av de växtpatogena bakterierna överlever inte länge i jorden, men de (t.ex. *Ralstonia solanacearum*, mörk ringröta, i besksöta) kan överleva i rhizosfären på vilda värdväxter samt i skörderester. De kan även överleva på perenna ogräs (Roberts & Elphinstone, 2017). Spridningen av bakterier sker inom och mellan fält med vatten, regnstänk och aerosoler samt med maskiner, djur och insekter (Roberts & Elphinstone, 2017; van der Wolf, J., muntlig kommunikation).

### *Bekämpning och andra motåtgärder*

Kemisk bekämpning av polyfaga markbundna patogener är oftast inte särskilt effektiv. Applicering av fungicider i sättfåran i potatis görs i andra länder. I Sverige är det tillåtet endast i utsädesodling av potatis men effekterna mot dessa patogener är tveksamma. Användning av biologiska medel ökar världen över och i Sverige tillämpas de företrädesvis i växthus. Användningen i fältodlade grödor är mycket begränsad. Det kan dock finnas en potential för att motverka jordburna patogener med biologiska medel. Behandling med bakterien *Bacillus subtilis* och svampen *Trichoderma virens* i fältförsök minskade angreppen av *Rhizoctonia solani* och resulterade i både ökad skörd och mindre lackskorv, d.v.s. ökad säljbar vara (Larkin, 2016). Antagonisterna *Trichoderma polysporum*, *Bacillus subtilis* och *Penicillium chrysogenum* som isolerats från ginseng stoppade in vitro effektivt myceltillväxt av patogenen *R. solani* också isolerad från ginseng (Park et al., 2017).

Forskarna testade etylacetat-extrakt från *T. polysporum* och detta hade speciellt god effekt mot *Cylindrocarpon destructans* och *Pythium* sp. (Park et al., 2017). En avirulent linje av *R. solani*, Rhs1A1, har visat antagonistisk verkan mot patogena stammar av *R. solani* (Jian et al., 1997; Bernard et al., 2014). Jordinblandning av *T. virens* och Rhs1A1 medförde förändringar i mikrobiomet, ökad mikrobiell aktivitet och större biomassa av bakterier (Bernard et al., 2014).

Den mest effektiva åtgärden mot bakteriesjukdomar är att se till att förökningsmaterialet, såsom frö, sticklingar och knölar, är fritt från patogener. Noggrann hygien, rengöring och desinfektion är andra viktiga åtgärder. Snabb upptorkning av den nyskördade grödan och låg lagringstemperatur minskar eller förhindrar utveckling av rötter. Det finns skillnader i mottaglighet för patogena bakterier mellan olika potatissorter (Roberts & Elphinstone, 2017; van der Wolf, J., Wageningen University & Research, muntlig kommentar). Urval görs bland befintliga sorter medan egentlig resistensförädling ännu inte kommit så långt (Roberts & Elphinstone, 2017). Det har inte identifierats några kemiska växtskyddsmedel mot bakteriesjukdomar under de senaste tjugo åren. För vissa bakteriesjukdomar har de äldre preparaten kopparoxiklorid och andra kopparpreparat visat effekt i ett antal försök (Roberts & Elphinstone, 2017). Kopparoxiklorid finns inte registrerat i Sverige enligt KEMI. I Jordbruksverkets förteckning av växtskyddsmedel i frilandsgrönsaker finns inga medel angivna mot bakteriesjukdomar (Jordbruksverket, 2019).

Det finns många exempel på lovande forskning om användning av biologiska växtskyddsmedel (BCA), mestadels antagonistiska bakterier, mot växtsjukdomar. Hittills har endast ett fåtal kommersiella preparat mot bakteriesjukdomar registrerats. Några exempel på kommersiella produkter mot bakteriesjukdomar är *Rhizobium rhogenogenes* K-84, *Pseudomonas fluorescens* A50, *Pantoea agglomerans* C9-1, E325 och P10c eller produkter där *Bacillus subtilis* BD170 ingår. Det finns även produkter godkända för bekämpning av svampsjukdomar som

kan ge viss allmän hämning av växtpatogena bakterier, exempelvis Serenade ASO (*Bacillus subtilis* QST713) och Amylo-X (*Bacillus amyloliquefaciens* subsp. *plantarum* D747) (Roberts & Elphinstone, 2017). De i Sverige registrerade växtskyddsmedlen Serenade, bestående av bakterien *Bacillus subtilis* (QST 713), och Proradix (*Pseudomonas fluorescens*) mot svampsjukdomar, anges av respektive företag även ha effekt mot bakteriesjukdomar (Bayer, Organox).

Regelverk och registreringskostnader begränsar utvecklingen av kommersiella preparat för de flesta grödor, eftersom interaktionen mellan BCA, värd och patogen, ofta är specifik (Roberts & Elphinstone, 2017). Det finns kommersiella produkter med bakteriofager som har effekt mot blötröta (*Pectobacterium*) (Roberts & Elphinstone, 2017). Ett i Europa registrerat växtskyddsmedel, Biolyse, bestående av några olika bakteriofager, insamlade från tvättvatten av potatis, används vid behandling av potatis och andra grödor efter skörden (Blackwell, 2016; [www.apsbiocontrol.com](http://www.apsbiocontrol.com)).

#### *Interaktioner med fungicider*

Mikrofloran i jorden kan påverkas av pesticidanvändningen i fält men det saknas en bredare kunskap om långvariga effekter av fungicider. En av de få publicerade studierna av hur fungicider påverkar mikrosamhället på längre sikt visade på förändringar i både svampsamhället och bakteriesamhället i en fältjord sex veckor efter att fungiciderna cycloheximide och captan blandats ner i jorden (Pan et al., 2019). Det innebär att även organismer som fungiciden inte avses att motverka påverkas. Sporgroning och rotkolonisering av arbuskulära mykorrhizasvampar (AMF) påverkades inte av fungiciderna azoxystrobin, pencykuron och flutolanil vid nivåer motsvarande vanlig utsädesbetning av potatis (Buysens et al., 2015). Fungiciderna, speciellt de systemiska, hade emellertid en negativ inverkan på mykorrhizatillväxt i roten.

#### *Stallgödsel och grüngödsling*

Stallgödsel från kycklingstallar och flytgödsel från svin kan minska angreppen av vissnesjuka (*V. dahliae*) och vanlig skorv på potatis, orsakad av *Streptomyces* sp. (Conn & Lazarovits, 1999). Kycklinggödsel visade även en tydlig reducerande effekt på växtparasitära nematoder såsom rotsårsmematod, nålnematod och rotgallnematod. Grüngödsling med senapsarter såsom vitsenap (*Sinapis alba*) och sareptasenap (*Brassica juncea*) samt sudangräs (*Sorghum drummondii*) upprepade gånger under en växtföljds cykel kan minska förekomsten av vissnesjuka liksom lackskorv och vanlig skorv (Larkin et al., 2011).

Kompost med inblandning av flytgödsel och fast stallgödsel kan också ha en reducerande effekt på angrepp av *Fusarium oxysporum* f. sp. *lini* på lin (Senechkin et al., 2014). Ammonium-oxiderande bakterier (AOB) i kombination med högt

kolinnehåll i jorden påverkade sjukdomsangreppen. Angrepp av *F. oxysporum* var negativt korrelerad med pH, d.v.s. att ett högre pH ledde till en lägre angreppsgrad. Det fanns även en stark korrelation mellan aktiviteten hos AOB och pH där ett högre pH främjade bakterierna. Flertalet stora studier på fusarioser och odlingsåtgärder för att minska mängden fusarioser citeras av Senechkin et al. (2014).

## 2.1.6. Risker

### *Fungicidresistens*

Ett flertal svamparter har blivit toleranta mot kemiska bekämpningsmedel. Ett av de senaste exemplen i raden av växtpatogena svampar som visar minskad fälteffektivitet av fungicider är *Rhizoctonia solani* som har blivit tolerant mot den aktiva substansen azoxystrobin (en strobilurin) (Muzhinji et al., 2018). Behandling med azoxystrobin gav dock fortfarande en lägre angreppsgrad än obehandlad kontroll, men de andra undersökta fungiciderna och bakterien *Bacillus subtilis* hade bättre effekt mot groddbränna och lackskorv under fältförhållanden. Applicering av azoxystrobin i sättfåran har använts flitigt i Sydafrika, vilket troligen har bidragit till en minskad känsligheten mot fungiciden. Några år tidigare rapporterades från Tunisien att myceltillväxten hos *R. solani* inte hämmades lika effektivt in vitro av azoxystrobin (Djebali et al., 2014).

I Sverige har *Alternaria solani* (torrfläcksjuka på potatis) förlorat känsligheten mot fungicider. Speciellt i Sydsverige har en större del av populationen av *A. solani* mutationer som innebär ändrad aminosyrasammansättning i proteinet som är målet för fungiciderna. Dessa mutationer leder till tolerans mot fungicider baserade på strobiluriner (Odilbekov et al., 2016, 2019; Edin et al., 2019) och mot vissa succinatdehydrogenaser (SDHI; Landschoot et al., 2017; Edin, opubl.). I försök och i praktisk odling har betydande effektförluster observerats vilka lett till stora skördeförluster. På några platser i Sydsverige har *P. infestans* förlorat känsligheten mot metalaxyl (Olofsson, 1989) men hur situationen är idag är inte väl undersökt. I Nederländerna har klonala linjer (EU33A2, EU37A2) påträffats som har en minskad känslighet mot fluazinam (Schepers et al., 2018), vilket använts flitigt i förebyggande syfte i Sverige. Efter registrering i Sverige av nya aktiva substanser har dock användandet av fluazinam minskat.

## 2.2. Översikt över sjukdomar specifika för respektive gröda

### 2.2.1. Lök

Gråmögelbladfläcksjuka orsakas av *Botrytis squamosa*. De första symtomen uppkommer först på äldre blad som små, ljus gråvita fläckar, 1–3 mm långa, omgärdade av vit vävnad. Senare på säsongen blir fläckarna insjunkna och brunaktiga. Kärldsystemet påverkas och nedvissningen av bladen börjar i bladspetsarna och vandrar nedåt tills bladen slutligen dör. Yngre plantor har bättre motståndskraft än äldre plantor. Svampen bildar sporer, konidier, på den döda, nekrotiska vävnaden, och dessa sprids med vinden och vattendroppar. Sklerotier bildas på bladen, och senare på säsongen infekteras även löken. Svampen övervintrar på skörderester, i jorden och på lök i högar vid åkerkanten. På våren bildas sporer på sklerotierna och sprids med vinden till nästkommande lökgröda. Sklerotierna överlever sällan mer än två år i jorden. Sjukdomsutvecklingen går snabbare vid långa perioder med regn och varma temperaturer (16–28 °C). Likaså bör bevattning under morgnar och kvällar undvikas för att minimera tiden för bladfukt. Stora, frodiga bestånd gynnar svampen, och en minskad kvävegiva och ökat plantavstånd kan motverka sjukdomsutvecklingen. Sådd i den vanligast förekommande vindriktningen främjar luften att cirkulera mellan plantorna så att beståndet snabbare kan torka upp. *Botrytis squamosa* orsakar även rötskador på löknacken. Rötan kan börja redan ute i fält men är störst problem under lagring eftersom rötan utvecklas vidare då. Löken blir gråaktig och grått mögel kan bildas på ytan. Inne i löken blir det en tydlig separering mellan friska och infekterade lökfjäll. Vid senare utvecklingsstadier bildas svarta sklerotier på den infekterade vävnaden. Rötningssymtomen påminner om röta orsakad av bakterier även om bakterier kommer som sekundära patogener. Till slut faller hela löken sönder.



Groddbränna och lackskorv på potatis som orsakas av *Rhizoctonia solani*. Foto: Eva Edin och Institutionen för växtskyddsbiologi (<http://vsb1.se/Default.aspx>)

Oomyceten *Peronospora destructor* orsakar lökbladmögel som förekommer varje år i Sverige. Angreppsgraden beror på luft- och bladfuktighet samt temperaturen. De första symtomen i form av brungröna fläckar på bladen uppstår efter 8–16 dagar efter infektionen skett. Efter 1–3 dagar produceras lila-grå sporer i fläckarna under nätterna om temperaturen är 4–22 °C under minst 5–6 timmar med bladfukt. Sporerna kräver även bladfukt i ytterligare 5–6 timmar för att gro. Sporerna kan överleva upp till tre dagar och kan gro både kvällstid, under natten och på morgnarna vid gynnsam bladfuktighet. Solstrålning förstör dock sporerna och patogenen trivs inte i temperaturer över 24 °C. Regndroppar stör sporbildning och sporgroning, och bevattning mellan klocka 04–06 på morgonen kan därför vara en god motåtgärd. Frodiga grödbestånd p.g.a. kraftig kvävegödsling och ogräs skapar ett gynnsamt mikroklimat för patogenen samtidigt som det skuggar sporerna från de skadliga UV-strålarna. *Peronospora destructor* växer systemiskt ner till löken men orsakar ingen större röta. Den infekterade löken tjänar dock som inokulumkälla nästkommande år som sättlök, spillplantor och avskrädeshögar. Därför är det fördelaktigt att ha fält med planterade sättlökar och fält sådda med lökfrö avskilda från varandra. Det behövs mer kunskap om livscykel hos *P. destructor* för att kunna utforma en optimal växtföljd. Speciellt viktigt är det att ta reda på om den producerar oosporer och hur viktiga detta är för överlevnad och infektionseffektivitet. Det finns beslutsstödsystem (DSS) för bekämpning av lökbladmögel baserat på biologin hos patogenen *P. destructor* och väderbetingelser. Detta hjälpmedel har kunnat öka precisionen vid fungicidbehandling, och minskat antalet nödvändiga behandlingar. Dock krävs det att odlarna har tillgång till minst ett kurativt preparat att använda när prognosen indikerar att en riskperiod inträffat.

Purpurbladfläcksjuka orsakas av *Alternaria porri* och sjukdomen förekommer regelbundet i sydöstra Sverige medan den är ovanlig i andra regioner. Sjukdomen kan ge stora skördeförkluster eftersom förloppet är mycket snabbt. Latensperioden är enbart fem dagar under gynnsamma förhållanden. De första symtomen som bildas är 2–3 mm långa vattniga fläckar på bladen. Fläckens mitt blir vit och fläcken växer utåt i zoner, likt koncentriska ringar. Till slut blir fläcken brunfärgad eller lila med rödfärgade kanter som även kan övergå till lila. Gula, stora kloroser omgärdar fläcken. Sporerna utvecklas inne i fläcken nattetid vid hög luftfuktighet och temperaturer runt 25 °C. Sporerna lossnar på morgonen då luftfuktigheten sjunker och sprids med vinden. Gamla blad är mer mottagliga för *A. porri* än yngre blad tidigt på säsongen men när plantan börjar mogna blir även unga blad känsliga för patogenen, vilket gör det svårare att bekämpa sjukdomen vid avmognad. Lökar kan också infekteras under mognadsprocessen via nacken eller mekaniska skador vid skörd. Svampen växer inåt genom löklagren och leder till att löken ruttnar, speciellt under lagringsperioden. Praktiska råd är att undvika avskrädeshögar, spillplantor och ha en god dränering. Längre avstånd mellan sättlökarna eller

lökfröna vid sådd samt lagom stor kvävegiva ger ett mindre frodigt bestånd, vilket fortare torkar upp plantan. Svampen kan överleva på lökfrön, vilket också är en spridningsrisk inför kommande säsong.

Det finns ett antal bakterier som angriper lökväxter. *Burkholderia gladioli* pv *alliicola* (tidigare *Pseudomonas gladioli*) är en av dem och orsakar slemmig skal och röta i lök (Roberts & Elphinstone, 2017; Holden, 2012). Det finns flera andra bakterier som också orsakar röta i lök och odlarna analyserar sällan vilken art som orsakat problemen. Även *Burkholderia cepacia*, *Pectobacterium carotovorum* subsp *carotovorum*, *Enterobacter cloacae*, *Pantoea allii*, *Pantoea ananatis* samt flera andra arter ger röta i lök. Motåtgärder är låg temperatur vid lagring och undvikande av mekaniska skador (Roberts & Elphinstone, 2017). *Xanthomonas axonopodis* pv *allii* orsakar sjukdom på blasten (Roberts & Elphinstone, 2017).

Källa löksjukdomar: Jordbruksverket, 2011. Risk- och konsekvensanalys av sjukdomar i lök.

### 2.2.2. Morot

*Acrothecium carotae* orsakar acrotheciumröta och är en av de allvarligaste patogenerna på morot. I Sverige förekommer den i hela odlingsområdet och kan årligen ge stora skördeföruster.



*Acrotheciumröta på morot orsakad av Acrothecium carotae. Foto: Institutionen för växtskyddsbiologi*

*Alternaria dauci* orsakar bladfläcksjuka på morot. Sjukdomen kan motverkas genom fungicidbehandling av utsäde och blast samt att genom minska mängden inokulum i jorden genom en god växtföljd som minskar mängden inokulum i marken.

*Cercospora carotae* är en annan svamp som orsakar bladfläcksjuka på morot, och som ger små till medelstora skördebortfall i hela det svenska odlingsområdet. Höga kvävegivor, upp till 110 kg ha<sup>-1</sup>, kan öka morötternas motståndskraft mot



både *A. dauci* och *C. carotae*, vilket kan vara ett komplement till flera fungicidbehandlingar (Saude et al., 2014).

Bomullsmögel orsakas av *Sclerotinia sclerotiorum* och kan ge varierande skördeförluster, från små till mycket stora beroende på hur odlingsförutsättningarna är på odlingsplatsen. Patogenen förekommer i hela odlingsområdet men är av mindre betydelse på Gotland.

Groddbrand orsakas av ett artkomplex från tre släkten, *Pythium* spp. *Fusarium* spp. och *Rhizoctonia* ssp., vilka kan ha stor betydelse lokalt under vissa år. Alla dessa skadegörare har flera värdväxter varvid en planerad växtföljd och borttagande av värdväxter, såsom spillplantor och ogräs är effektiva motåtgärder.

Skorv, orsakad av bakterien *Streptomyces* sp., förekommer på morot (Ragnarsson, S, Jordbruksverket, muntlig kommentar) och andra grödor som sockerbetor, potatis, palsternacka, rädisor och kålrot (Lerat et al., 2009). Skorv angreppen på ökar då det är torrt i jorden och angrepp kan minskas med hjälp av bevattning enligt försök i morötter (Groves, 1998). Vitbakterios, *Pectobacterium carotovorum* subsp *carotovorum*, finns i odlingsområden med rotgrönsaker men uppträder bara sporadiskt. När den uppträder kan det vara allt från små till måttliga problem. Vitbakterios kan även ses någon enstaka gång i lök (Ragnarsson, S, Jordbruksverket, muntlig kommentar). Bakterierna ger en mjuk, vattnig blötröta, som kan tränga djupt in i moroten och helt förstöra den. Växtföljd, dränering, skonsam hantering och lagring vid +4°C motverkar angrepp (Pettersson & Åkesson, 1998; Nilsson & Åhman, 1991). Bakterien *Xanthomonas hortorum* pv *carotae* angriper morotsblast (Roberts & Elphinstone, 2017). Den sprids med frö och kan spridas vidare i fält med regnstänk och bevattning.

*Candidatus Liberibacter solanacearum* (CLso) av haplotyperna C, D och E angriper även morot, selleri och palsternacka. Vektor är morotsbladloppan *Trioza apicalis* (Roberts, 2017). I Sverige finns sjukdomen beskriven och artbestämd från Halland där den förekommer i 70% av undersökta morotsfält (Munyaneza et al., 2012). Den har även hittats på Gotland men där finns det ännu bara preliminära resultat (Ragnarsson, S, Jordbruksverket, muntlig kommentar). I Finland har CLso av haplotyp C (nordeuropeisk variant) påvisats i potatisöverliggare som växte inne i morotsodlingar, och även i potatisfält angränsande till morotsodlingar. Inga symptom utvecklades på potatisplantorna (Haapalainen et al., 2018). Resultaten är oroväckande trots att morotsbladloppan inte trivs i potatisodlingar. Symtom på morot består av krusiga blad, gul och lila missfärgning av blast, försvagad tillväxt av skott och rötter och en ökning av sekundära rötter (Munyaneza et al., 2012). Sjukdomen motverkas av friskt frö, att ta bort plantor med symptom, samt att minska population av morotsbladloppa (Haapalainen et al., 2018). I Australien har krav på test och varmvattenbehandling av importerat frö införts för att minska spridningen (Government Western Australia, 2019).

Källa morot: Ragnarsson, S. 2014. Jordbruksverket, Risk- och konsekvensanalys för morot – svampar och bakterier.

### 2.2.3. Sockerbetor

*Ramularia beticola* orsakar bladfläcksjuka på sockerbetor. Angreppsgraden ökar under kalla väderförhållanden, regniga somrar och milda höstar. Symptomen visar sig som 4–12 mm ljusbruna oregelbundna fläckar och uppkommer först på äldre blad och betorna använder då inlagrat socker för att kompensera bladförlusten. Skördeförlusten kan vara påtaglig om sjukdomsutvecklingen börjar tidigt under säsongen. Korta växtföljder, bevattning och avståndet mellan betorna påverkar angreppsgraden.

Bladfläcksjuka i sockerbetor orsakas även av *Cercospora beticola*. Fritt vatten eller en luftfuktighet på över 95% är nödvändig för konidiernas groning och för att svampen ska kunna infektera växten (Cordsen Nielsen, 1990). Sjukdomen gynnas därför av varm och fuktig väderlek, och andra faktorer som till exempel tätt bladverk, korta avstånd mellan betorna och bevattning. Sporena sprids via vind- och regndroppar, och symtomen är små, runda skador med skarpa mörkbruna kanter. *Cercospora* är en allvarlig sockerbetsjukdom i stora delar av världen. I Sverige förekommer den dock än så länge i begränsad omfattning på grund av att den kräver en hög temperatur för optimal tillväxt.



Bladfläcksjuka på sockerbetor orsakad av *Ramularia beticola*. Foto: Institutionen för växtskyddsbiologi (<http://vsb1.se/Default.aspx>.)

*Erysiphe betae* som orsakar betmjöldagg förekommer i hela produktionsområdet för sockerbetor i Sverige och är jämte *R. beticola* en av de allvarligaste patogenerna på sockerbetor. Svampen förebyggs oftast väl genom fungicidbehandling av blasten. Varmt och torrt väder samt hög luftfuktighet under natten gynnar svampen varvid sjukdomen vanligtvis börjar i kustområdena.

*Peronospora farinosa* f.sp. *betae*, bladmögel på sockerbeta, kan ibland förekomma i svenska sockerbetsodlingar. Patogenen är en oomycet och kan ses som en grå beläggning främst på unga blad. De angripna bladen blir deformerade och

förtjockade. Optimala förhållanden för sjukdomsutveckling är 7–15 °C och hög luftfuktighet (Hanson, 2009).

*Aphanomyces cochlioides* är en oomycet och är vanligt förekommande i Sverige. Den sprids med jord. Optimalt för sjukdomsutvecklingen är varma och blöta jordar, där optimal temperatur är omkring 25 °C. Angreppen kan ses på betor i olika utvecklingsstadium. Om angreppen sker tidigt kan plantan få en mörkfärgad insnörpning under bladfästet och det kan leda till plantbortfall, ofta kallat rotbrand. På äldre betor ses angrepp ofta som en kraftigt deformerad huvudroten, nacken på betan kan dock förefalla frisk och därför uppmärksammas inte alltid skadorna före skörd. Sjukdomen kan orsaka stora skördeförluster under optimala förhållanden, men kan i ett tidigt stadium kontrolleras med betningsmedel och i ett senare genom att odla resistent/toleranta sockerbetsorter. Vidare kan angreppen minska genom god dränering och växtföljd. Även kalkning kan verka hämmande på sjukdomen (Widels & Harveson, 2009). Rotbrand kan även orsakas av andra patogener så som *Phoma*, *Pythium*, *Rhizoctonia* och *Fusarium*. Symptomen liknar *Aphanomyces* med mörkfärgad hypokotyl, för att vara säker på vilken patogen som orsakar problemen krävs undersökning i labb. *Pythium* och *Rhizoctonia* kan även angripa fröet innan det grott och gör då att uppkomsten blir sämre. *Phoma* är en av de viktigaste fröburna sockerbetsjukdomarna. Den gynnas av kallt och vått klimat och kan både orsaka rotbrand och rotröta på äldre rötter (Harveson, 2009).

Syndrome Basses Richesses (SBR) kan orsaka stora förluster i sockerskörd och kan därmed få betydande ekonomiska konsekvenser. Sjukdomen orsakas av  $\gamma$ -proteobakterien *Candidatus arsenophonus* och eventuellt har även fytoplasman *Candidatus Phytoplasma solani* en roll. Sjukdomen beskrevs för första gången i Frankrike 1991 (Rau et al., 2018). Bladloppan *Pentastiridius leporinus* anses vara en viktig vektor. Symptom ses på sensommaren då de äldre bladen blir gula och de yngre deformerade, lansettformade och klorotiska. Bladloppan *P. leporinus* skall även kunna förekomma i Sverige (EPPO, 2016).

*Källa sockerbeter: Svensson, R. 2011, Cordsen Nielsen, G. 1990 och Jordbruksverket, Skadegörare i sockerbetsfält*

#### 2.2.4. Potatis

*Synchytrium endobioticum* orsakar potatiskräfta och är klassad som en karantänskadegörare. Fyra raser har påträffats i Sverige: ras 1 har funnits länge, och förekommer på flertalet lokaliteter från södra Sverige upp mot Dalarna och Gävleborgs län. Under 2017 och 2018 påträffades raserna 8, 18 och 40 i enstaka fält i östra Skåne och västra Blekinge. *Synchytrium endobioticum* angriper underjordiska växtdelar och gör att cellerna förökar sig okontrollerat. Knölkvaliteten, särskilt skalkkvaliteten, försämras samtidigt som antalet dotterknölar minskar. Svampen producerar vilsporer som kan överleva mer än 20

år i jord. Det finns potatissorter som är toleranta mot *S. endobioticum*, vilket innebär att svampen inte kan föröka sig vidare (Björklund & Boberg, 2018 och EPPO Global Database).

*Phytophthora infestans*, som orsakar bladmögel på potatis, har studerats åtskilligt genom åren. Trots detta förblir bladmögel ett stort problem. Potatisodlingen förlitar sig på en mycket stor användning av fungicider, vilket inte är hållbart i ett längre perspektiv. Detta faktum, och att denna patogen uppvisar en stor anpassningsförmåga till sortresistens och klimatförändringar, innebär att kontinuerliga forskningsinsatser behövs för att bemästra denna sjukdom. Förändringar i populationsbiologin hos *P. infestans* har medfört nya, jordburna smittokällor. Bladmögel har under de senaste två decennierna uppträtt allt tidigare under säsongen (Lehsten et al., 2017) och det finns tecken på en minskad känslighet för vissa fungicider (Schepers et al., 2018). En viktig fråga är vilken potential det finns i alternativa metoder, och hur dessa kan implementeras. Det finns prognosmodeller som i fleråriga fältförsök visat sig fungera bra och kan minska bekämpningsbehovet (Wiik et al., 2017). Dessa används till en del framförallt i stärkelsepotatis men i alltför begränsad omfattning i matpotatis. För en mer omfattande implementering behöver man utveckla mer lättanvända applikationer.

*Alternaria solani* anses vara den patogen som orsakar torrfläcksjuka på potatis, även om det finns indikationer i Europa att det även kan vara andra arter inom *Alternaria*-släktet som orsakar torrfläcksjuka (Landshoot et al., 2017). Med tanke på utvecklingen av fungicidresistens finns här behov av att implementera prognosystem (Abuley et al., 2017) och att undersöka betydelsen av odlingsåtgärder och potentialen för alternativa behandlingar.

Cercospora leaf blotch (inget svenskt namn) orsakas av *Mycovellosiella concors* (syn. *Cercospora concor*), *Cercospora solani* eller *Cercospora solani-tuberosi*, och är en utbredd sjukdom i Nordamerika, Bolivia och Indien (Morante, 2016; Weingartner et al., 2010; Mahapatra et al., 2011). Cercospora leaf blotch är, liksom torrfläcksjuka, en sjukdom som uppträder vid stress. Angreppen kan motverkas med kvävegödsling (Mahapatra et al., 2011). Det finns opublicerade indikationer på att sjukdomen förekommer i Sverige.

Stjälkbakterios och blötröta i potatis orsakar stora ekonomiska förluster och är en vanlig orsak till nedklassning av utsäde. Stjälkbakterios orsakas av icke sporbildande bakterier från två släkten, *Pectobacterium* och *Dickeya*. Bakterierna bildar pektolytiska enzym som gör att potatisens växtvävnad löses upp, vilket orsakar blötröta på knölar och olika former av stjälkröta. Bakterierna är fakultativt anaeroba, det vill säga att de kan leva både med och utan tillgång till syre. De kan sprida sig i jorden om det finns fritt vatten. Stjälkbakterios är framförallt en utsädesburen sjukdom och bakterier kan överleva symtomlöst strax innanför eller utanpå skalet. De arter som har påträffats i Sverige är *Pectobacterium atrosepticum*, *P. carotovorum* subsp. *carotovorum*, *Pectobacterium parmentieri* (syn. *wasabiae*)

samt *Dickeya solani* (Persson & Rölin, 2014). Under 2018 analyserades potatisstjälkar från en svensk odling där utsädet var importerat och provsvaren visade på *Pectobacterium brasiliense*, en ny art för svenska förhållanden. Flera bakteriearter kan förekomma tillsammans i växtmaterial och det finns sortskillnader i mottaglighet mot stjälbakterios och blötröta (Persson & Rölin, 2014; Acuna et al., 2018).

Mörk ringröta orsakad av *Ralstonia solanacearum* förekom under 1970-talet men är utrotad i Sverige. Enstaka fall av ljus ringröta orsakad av *Clavibacter michiganensis* subsp. *sepedonicus* förekommer i Sverige. Spridningen har då skett med importerat utsäde. Båda arterna är karantänskadegörare och vid förekomst sker sanering (Andersson, 2017).

*Candidatus Liberibacter solanacearum* (CLso) är en bakterie av typen fytoplasma. Fytoplasma är en typ av bakterier som inte har någon cellvägg utan omsluts endast av ett cellmembran. Fytoplasma är beroende av levande växter och kan överföras med insekter. CLso har grupperats i fem haplotyper, A-F och finns i USA, Mexiko, Centralamerika och Nya Zeeland (Swisher Grimm & Gacxynski, 2019). Haplotyperna A och B finns främst i Nordamerika och angriper växter av släktet Solanum. CLso orsakar sjukdomen Zebra chip på potatis och den har inget svenskt namn. Vektor är bladloppan *Bactericera cockerelli* (Storey, 2014; Roberts & Elphinstone 2017). Ytterligare fynd är haplotyp F som också orsakar Zebra chip (Swisher Grimm & Gacxynski, 2019). Sjukdomen orsakar randiga missfärgningar som framförallt orsakar ekonomiska förluster i friterade chips och den förekommer i USA, Sydamerika och Nya Zeeland (Storey, 2014). Det finns en oro att den ska sprida sig till Europa där andra haplotyper av CLso förekommer (se under morot).

### 2.3. Referenser till svampar, svampliknande organismer och bakterier

- Abuley IK & Nielsen BJ. 2017. Evaluation of models to control early blight (*Alternaria solani*) in Denmark. Crop Protection 102, 118-128.
- Acuna I, Sandoval C, Mancilla S & Bermúdez A. 2018. Evaluation of the resistance to soft rot of commercial potato varieties in Chile. Institute of Agricultural research INIA Chile. Abstract, Euphresco III Dickeya/Pectobacterium workshop 15-16 November NAK, Emmeloord, The Netherlands
- Andersson L. 2017. Utsädeskadegörare, analys och behandling. Jordbruksverket.
- Andersson S. 2018. Nematoder som växtskadegörare. Atremi, 214 sidor.
- Atterwall, S. 1994. Kransmögel. Faktablad om Växtskydd, 72J. SLU Uppsala.
- Back M, Haydock P & Jenkinson P. 2006. Interactions between the potato cyst nematode *Globodera rostochiensis* and diseases caused by *Rhizoctonia solani* AG3 in potatoes under field conditions. European Journal of Plant Pathology 114, 215-223.

- Back M, Jenkinson P, Deliopoulos T, & Haydock P. 2010. Modifications in the potato rhizosphere during infestations of *Globodera rostochiensis* and subsequent effects on the growth of *Rhizoctonia solani*. *European Journal of Plant Pathology* 128, 459-471
- Bernard E, Larkin RP, Tavantzis S, Erich MS, Alyokhin A & Gross SD. 2014. Rapeseed rotation, compost and biocontrol amendments reduce soilborne diseases and increase tuber yield in organic and conventional potato production systems. *Plant and Soil* 374, 611-627.
- Bhattarai S, Haydock PPJ, Back MA, Hare MC & Lankford WT. 2009. Interactions between the potato cyst nematodes, *Globodera pallida*, *G. rostochiensis*, and soil-borne fungus, *Rhizoctonia solani* (AG3), diseases of potatoes in the glasshouse and the field. *Nematology* 11, 631-640.
- Bhattarai S, Haydock PPJ, Back MA, Hare MC & Lankford WT. 2010. Interactions between field populations of the potato cyst nematode *Globodera pallida* and *Rhizoctonia solani* diseases of potatoes under controlled environment and glasshouse conditions. *Nematology* 12, 783-790.
- Björklund N & Boberg J. 2018. *Synchytrium endobioticum* – pathotypes, resistance of *Solanum tuberosum* and management. REPORT SLU ua 2018.2.6-1762. Swedish University of Agricultural Sciences. Unit for Risk Assessment of Plant Pests.
- Björnsell P, Edin E & Viketoft M. 2017. Interactions between some plant-parasitic nematodes and *Rhizoctonia solani* in potato fields. *Applied Soil Ecology* 113, 151-154,
- Black B, Griffin J, Russin J & Snow J. 1996. Weed hosts for *Rhizoctonia solani*, causal agent for *Rhizoctonia foliar* blight of soybean (*Glycine max*). *Weed Technology* 10, 865-869.
- Blackwell A. 2016. The potential for bacteriophage to control post-harvest soft rot development. Presentation vid EAPR Post Harvest Section Meeting 29 June – 1st July 2016. <https://potatoes.ahdb.org.uk/sites/default/files/publicationupload/APS%20Biocontrol%20L td.pdf>.
- Bolkan HA & Ribeiro WRC. 1985. Anastomosis groups and pathogenicity of *Rhizoctonia solani* isolates from Brazil. *Plant Disease* 69, 599-601.
- Brierley JL, Hilton AJ, Wale SJ, Woodhall JW & Lees AK. 2016. The relative importance of seed- and soil-borne inoculum of *Rhizoctonia solani* AG-3 in causing black scurf on potato. *Potato Research* 59, 181-193.
- Buhre C, Kluth C, Bürcky K, Märländer B & Varrelmann M. 2009. Integrated control of root and crown rot in sugar beet: combined effects of cultivar, crop rotation, and soil tillage. *Plant Disease* 93, 155–161.
- Buysens C, Dupré de Boulois H & Declerck S. 2015. Do fungicides used to control *Rhizoctonia solani* impact the non-target arbuscular mycorrhizal fungus *Rhizophagus irregularis*? *Mycorrhiza* 25, 277-288.
- Bång, U. 2008. *Rhizoctonia solani* - Marksmitta finns det, vilka stammar förekommer? Slutrapport för projekt Dnr 0242016.
- Bødker L, Leroul N & Smedegaard-Petersen V. 1993. Influence of pea cropping history on disease severity and yield depression. *Plant Disease* 77, 896-900.
- Conn KI & Lazarovits G. 1999. Impact of animal manures on verticillium wilt, potato scab, and soil microbial populations. *Canadian Journal of Plant Pathology* 21, 81-92.
- Cordsen Nielsen G. 1990. Grön Viden Landbrug, 45, 3-5.

- Daayf F. 2015. Verticillium wilts in crop plants: Pathogen invasion and host defence responses. *Canadian Journal of Plant Pathology* 37, 8-20.
- Dandurand LM, Knudsen GR & Eberlein CV. 2006. Susceptibility of five nightshade (*Solanum*) species to *Phytophthora infestans*. *American Journal of Potato Research* 83, 205-210.
- Dees M & Wanner L. 2012. In search for a better management of potato common scab. *Potato Research* 55, 249-268.
- Djebali N, Elkahoui S, Taamalli W, Hessini K, Tarhouni B & Mrabet M. 2014. Tunisian *Rhizoctonia solani* AG3 strains affect potato shoot macronutrients content, infect faba bean plants and show in vitro resistance to azoxystrobin. *Australasian Plant Pathology* 43, 1-12.
- Edin E, Liljeroth E & Andersson B. 2019. Long term field sampling in Sweden reveals a shift in occurrence of cytochrome b genotype and amino acid substitution F129L in *Alternaria solani*, together with a high incidence of the G143A substitution in *Alternaria alternata*. *European Journal of Plant Pathology* 155, 627-641.
- EPPO, 2016. Mini data sheet on 'Syndrome des basses richesses'. <https://gd.eppo.int/download/doc/985minidsARSEPH.pdf>
- Fogelberg F & Lagerberg Fogelberg C. 2008. Sojabönor är en svensk framtidsgröda! Forskningsnytt om økologisk landbruk i Norden 1. Sveriges lantbruksuniversitet (SLU). ISSN 1400-8688.
- Frederick ZA, Cummings TF & Johnson DA. 2017. Susceptibility of weedy hosts from Pacific Northwest potato production systems to crop-aggressive isolates of *Verticillium dahliae*. *Plant Disease* 101, 1500-1506.
- Groves S. 1998. Carrots, The control of common scab with irrigation. Final Report, Project FV195. ADAS Gleadthorpe Research centre. Horticultural Development Council, Great Britain.
- Grönberg L, Andersson B. & Yuen J. 2012. Can weed hosts increase the aggressiveness of *Phytophthora infestans* on potato? *Phytopathology* 102, 429-433.
- Haapalainen M, Latvala S, Rastas M, Wang JH, Hannukkala A, Pirhonen M, Nissinen AI. 2018. Carrot pathogen 'Candidatus Liberibacter solanacearum' haplotype C detected in symptomless potato plants in Finland. *Potato Research* 61, 31-50.
- Hanson LE. 2009. Downy mildew. I : (ed. Harveson RM, Hanson LE, Hein GL) : Compendium of Beet diseases and pests, second edition, American Phytopathological Society. 17-19. Harveson RM. 2009. Root diseases caused by fungi and oomycetes. I : (ed. Harveson RM, Hanson LE, Hein GL) : Compendium of Beet diseases and pests, second edition, American Phytopathological Society. 21-24.
- Hiemstra JA & Rataj-Guranowska M. 2003. Vegetative compatibility groups in *Verticillium dahliae* isolates from the Netherlands as compared to VCG diversity in Europe and in the USA. *European Journal of Plant Pathology* 109: 827-839.
- Holden NJ. 2012. Reducing Bacterial Infection in Seed Onions through the Use of Plant Elicitors. FV 393 Final Report. AHDB Horticulture, Stoneleigh, UK
- Holmquist L. 2018. *Rhizoctonia solani* and sugar beet responses. Doctoral thesis, Sveriges lantbruksuniversitet, Acta Universitatis Agriculturae Sueciae, 1652-6880; 2018:63. ISBN 978-91-7760-266-8, eISBN 978-91-7760-267-5. <https://pub.epsilon.slu.se/15726/>

- Hopkins BG, Hutchinson PJS, Patterson P, Miller J, Thornton M, Hafez S & Alvarez J. 2004. Cropping sequence and rotation: impact on potato production and soil condition. Idaho Potato Conference; Jan 22; 12 pp.
- Isaac I. & Rogers WG. 1974. Verticillium wilt of pea (*Pisum sativum*). *Annals of Applied Biology* 76, 27-35.
- Jenkinson P & Parry DW. 1994. Isolation of *Fusarium* species from common broad-leaved weeds and their pathogenicity to winter wheat. *Mycological Research* 98, 776-780.
- Jian J, Lakshman DK & Tavantzis SM. 1997. Association of distinct double-stranded RNAs with enhanced or diminished virulence in *Rhizoctonia solani* infecting potato. *Molecular Plant-Microbe Interactions* 10, 1002–1009.
- Johnson D & Dung D. 2010. Verticillium wilt of potato – the pathogen, disease and management. *Canadian Journal of Plant Pathology* 32, 58-67.
- Jordbruksverket, 2011. Risk- och konsekvensanalys av sjukdomar i lök.
- Jordbruksverket, 2019. Växtskyddsmedel 2019 - frilandsgrönsaker. Jordbruksverkets växtskyddscentraler broschyr.
- Kotcon JB, Rouse DI & Mitchell JE. 1985. Interactions of *Verticillium dahliae*, *Colletotricum coccodes*, *Rhizoctonia solani* and *Pratylenchus penetrans* in the early dying syndrome of Russet Burbank potatoes. *Phytopathology* 75, 68-74.
- Landschoot S, Vandecasteele M, De Baets B, Hofte M, Audenaert K & Haesaert G. 2017. Identification of *A. arborescens*, *A. grandis*, and *A. protenta* as new members of the European *Alternaria* population on potato. *Fungal Biology* 121, 172-188.
- Landschoot S, Carrette J, Vandecasteele M, De Baets B, Höfte M, Audenaert K & Haesaert G. 2017. Boscalid-resistance in *Alternaria alternata* and *Alternaria solani* populations: An emerging problem in Europe. *Crop Protection* 92, 49-59.
- Larkin RP, Honeycutt CW & Olanya OM. 2011. Management of Verticillium wilt of potato with disease-suppressive green manures and as affected by previous cropping history. *Plant Disease* 95, 568-576.
- Larkin RP. 2016. Impacts of biocontrol products on Rhizoctonia disease of potato and soil microbial communities, and their persistence in soil. *Crop Protection* 90, 96-105.
- Lehsten V, Wiik L, Hannukkala A, Andreasson E, Chen D, Ou T, Liljeroth E, Lankinen Å & Grenville-Briggs L. 2017. Earlier occurrence and increased explanatory power of climate for the first incidence of potato late blight caused by *Phytophthora infestans* in Fennoscandia. *PLoS One* 12, e0177580. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0177580>.
- Lehtonen M, Wilson P, Ahvenniemi P & Valkonen J. 2009. Formation of canker lesions on stems and black scurf on tubers in experimentally inoculated potato plants by isolates of AG2-1, AG3 and AG5 of *Rhizoctonia solani*: a pilot study and literature review. *Agricultural and Food Science* 18, 223-233.
- Leoni C, de Vries M, ter Braak C, van Bruggen A & Rossing W. 2013. *Fusarium oxysporum* f.sp. cepae dynamics: in-plant multiplication and crop sequence simulations. *European Journal of Plant Pathology* 137, 545-561.
- Lerat S, Simao-Beauvoir A.M. & Beaulieu C. 2009. Genetic and physiological determinants of *Streptomyces scabies* pathogenicity. *Molecular Plant Pathology* 10, 579–85.



- Liu B, Shen W, Wei H, Smith H, Frank J Louws SH, James R. Steadman JR & Correll JC. 2016. Rhizoctonia communities in soybean fields and their relation with other microbes and nematode communities. *European Journal of Plant Pathology* 144, 671-686.
- Mahapatra S, Ahmed Z, Chakraborty A & Das S. 2011. Effects of different levels of nitrogen against foliar diseases of potato under different fertility gradient soil on field condition. *Journal of Mycopathological Research* 49, 273-278.
- Mohr R, Nelson A, Tomasiewicz D, McLaren D, Monreal M, Irvine B, Khakbazan M, Moulin A, Derksen D & Volkmar K. 2015. Nutrient status and crop productivity following a 14-year irrigated potato rotation study. *Canadian Journal of Plant Science* 95, 351-360.
- Morante C. 2016. Emergent potato leaf spot diseases in the Highland and Lowland Regions of Bolivia. *Journal of Plant Pathology and Microbiology* 7, 372-377.
- Munyanzeza JE, Sengoda VG, Stegmark R, Arvidsson AK, Anderbrant O, Yuvaraj JK, Rämert B & Nissinen A. 2012. First report of "*Candidatus Liberibacter solanacearum*" associated with psyllid-affected carrots in Sweden. *Plant Disease* 96, 453.
- Muzhinji N, Truter M, Woodhall JW & van der Waals JE. 2015. Anastomosis groups and pathogenicity of *Rhizoctonia solani* and binucleate *Rhizoctonia* from potato in South Africa. *Plant Disease* 99, 1790-1802.
- Muzhinji N, Woodhall JW, Truter M & van der Waals JE. 2018. Variation in fungicide sensitivity among *Rhizoctonia isolates* recovered from potatoes in South Africa. *Plant Disease* 102, 1520-1526.
- Nilsson L & Åhman G. 1991. Kompendium i växtpatologi - Sjukdomar hos trädgårdsväxterna Titel: 8. Morot, *Daucus carota*. SLU, Institutionen för växt- och skogsskydd; SLU Info/Växter.
- Odilbekov F, Edin E, Garkava-Gustavsson L, Persson Hovmalm H & Liljeroth E. 2016. Genetic diversity and occurrence of the F129L substitutions among isolates of *Alternaria solani* in south-eastern Sweden. *Hereditas* 153, 1-10.
- Odilbekov F, Edin E, Mostafanezhad H, Coolman H, Grenville-Briggs L & Liljeroth E. 2019. Within-season changes in *Alternaria solani* populations in potato in response to fungicide application strategies. *European Journal of Plant Pathology*. <https://doi.org/10.1007/s10658-019-01826-8>.
- Olofsson B. 1989. Metalaxylkänsligheten hos svenska stammar av potatisbladmögel (*Phytophthora infestans*). *Växtskyddsnotiser* 6. SLU, Konsulentavd./växtskydd.
- Olsson A & Persson L. 2016. Förekomst och påverkan av *Verticillium* i sockerbetor – slutrapport H1144056.
- Pan Y, Wu Y, Li X, Zeng J & Lin X. 2019. Continuing impacts of selective inhibition on bacterial and fungal communities in an agricultural soil. *Microbial Ecology*. <https://doi.org/10.1007/s00248-019-01364-0>.
- Park Y-H, Kim Y, Mishra RC & Bae H. 2017. Fungal endophytes inhabiting mountain- cultivated ginseng (*Panax ginseng* Meyer): Diversity and biocontrol activity against ginseng pathogens. *Scientific Reports* 7, article 16221.
- Persson P & Rölin Å. 2014. Stjälkbakterios-kartläggning av nya skadegörare i Sverige. Slutrapport till SLF projekt H1142175.
- Pettersson M & Åkesson I. 1998. Växtskydd i trädgård, s 195. LT förlag.

- Plughöft O, Merker C, von Tiedeman A & Schäfer BC. 2012. Zur Verbreitung und Bedeutung von Pilzkrankheiten in Körnerfuttererbsen (*Pisum sativum* L.) in Deutschland. *Gesunde Pflanzen* 64, 39-48.
- Ragnarsson S. 2014. Risk- och konsekvensanalys för morot – svampar och bakterier. Jordbruksverket PM 2014.
- Rao GP, Bertaccini A, Fiore N & Liefting LW. (eds). 2018. Phytoplasmas: Plant Pathogenic Bacteria 1, Chapter 4 Phytoplasma Diseases of Industrial Crops. S 101. Springer, Singapore. ISBN 978-981-13-0118-6.
- Roberts SJ & Elphinstone JG. 2017. Review of bacterial pathogens of economic importance to UK crops. Project CP 174 Final report, AHDB.
- Saude C, McDonald M & Westerveld S. 2014. Nitrogen and fungicide applications for the management of fungal blights of carrot. *Hortscience* 49, 608-614.
- Schepers HTAM, Kessel GJT, Lucca F, Förch MG, van den Bosch GBM, Topper CG, Topper CG & Evenhuis A. 2018. Reduced efficacy of fluazinam against *Phytophthora infestans* in the Netherlands. *European Journal of Plant Pathology* 151, 947-960.
- Schippers B, Bakker AW & Bakker P. 1987. Interactions of deleterious and beneficial rhizosphere microorganisms and the effects of cropping practices. *Annual Review of Phytopathology* 25, 339-358.
- Scholte K & Jacobs J. 1989. Synergistic interactions between *Rhizoctonia solani* Kuhn, *Verticillium dahliae* Kleb., *Meloidogyne* spp. and *Pratylenchus neglectus* (Rensch)
- Chitwood & Oteifa, in potato. *Potato Research* 32, 387-395.
- Senechkin I, van Overbeek L & van Bruggen A. 2014. Greater Fusarium wilt suppression after complex than after simple organic amendments as affected by soil pH, total carbon and ammonia-oxidizing bacteria. *Applied Soil Ecology* 73, 148-155.
- Sharma-Poudyal D, Paulitz TC, Porter LD & du Toit LJ. 2015. Characterization and pathogenicity of *Rhizoctonia* and *Rhizoctonia*-like spp. from pea crops in the Columbia Basin of Oregon and Washington. *Plant Disease* 99, 604-613.
- Storey M. 2014. Zebra Chip - an emerging threat? Storage 2020 International Storage Conference Presentations AHDB.  
[https://potatoes.ahdb.org.uk/sites/default/files/publication\\_upload/Zebra%20chip%20an%20emerging%20threat%20-%20Mike%20Storey.pptx.pdf](https://potatoes.ahdb.org.uk/sites/default/files/publication_upload/Zebra%20chip%20an%20emerging%20threat%20-%20Mike%20Storey.pptx.pdf).
- Sturrock CJ, Woodhall J, Brown M, Walker C, Mooney SJ & Ray RV. 2015. Effects of damping-off caused by *Rhizoctonia solani* anastomosis group 2-1 on roots of wheat and oil seed rape quantified using X-ray computed tomography and real-time PCR. *Frontiers in Plant Science* 6: 461.
- Sturz AV, Johnston HW & Mac Williams CK. 1995. Weed hosts of *Rhizoctonia solani* in Prince Edward Island. *Canadian Journal of Plant Pathology* 17, 346-352.
- Suproniene S, Kadziene G, Irzykowski W, Sneideris D, Ivanauskas A, Sakalauskas S, Serbiak P, Svegzda P, Auskalniene O & Jedryczka M. 2019. Weed species within cereal crop rotations can serve as alternative hosts for *Fusarium graminearum* causing Fusarium head blight of wheat. *Fungal Ecology* 37, 30-37.
- Svensson, R. 2011. Utvärdering av bekämpningströsklar för bladsvampar i sockerbetor. Sveriges lantbruksuniversitet. Fakulteten för naturresurser

- och lantbruksvetenskap. Institutionen för skoglig mykologi och patologi. (Examensarbete).
- Swisher Grimm KD & Gacxynski SF. 2019. Identification of a new haplotype of ‘*Candidatus* Liberibacter solanacearum’ in *Solanum tuberosum*. *Plant Disease* 103, 468-474.
- Tsrer (Lahkim) L & Peretz-Alon I. 2005. The influence of the inoculum source of *Rhizoctonia solani* on development of black scurf on potato. *Journal of Phytopathology* 153, 240-244.
- Vidhyasekaran P, Ponmalar TR, Samiyappan R, Velazhahan R, Vimala R, Ramanathan A, Paranidharan V & Muthukrishnan S. 1997. Host-specific toxin production by *Rhizoctonia solani*, the rice sheath blight pathogen. *Phytopathology* 87, 1258-1263.
- Viketoft M, Andersson A & Edin E. 2017. Cultivar effects on the interaction between free-living plant-parasitic nematodes and the fungal pathogen *Rhizoctonia solani* in potato. *American Journal of Potato Research* 94, 314–322.
- Widels CE & Harveson RM. 2009. Aphanomyces root rot I : (ed. Harveson RM, Hanson LE, Hein GL): Compendium of Beet diseases and pests, second edition, American Phytopathological Society. 24-27.
- Wiik L, Aldén L, Gerdtsen A, Nilsson A, Liljeroth E. 2017. Kan man minska bekämpningen mot bladmögel i matpotatis. LTV-fakultetens faktablad 2017:7.
- Woodhall, JW, Lees AK, Edwards SG & Jenkinson P. 2008. Infection of potato by *Rhizoctonia solani*: effect of anastomosis group. *Plant Pathology* 57, 897-905.
- Wright PJ, Falloon RE & Hedderley DI. 2015. Different vegetable crop rotations affect soil microbial communities and soilborne diseases of potato and onion: literature review and a long-term field evaluation. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science* 43, 85-110.
- Yang XB, Berggren GT & Snow JP. 1990. Seedling infection of soybean by isolates of *Rhizoctonia solani* AG-1, causal agent of aerial blight and web blight of soybean. *Plant Disease* 74, 485-488.

### Internetkällor

- Bayer Crop Science, <https://www.cropscience.bayer.se>
- EPPO Global Database, *Synchytrium endobioticum*  
<https://gd.eppo.int/taxon/SYNCEN/photos>
- Hadi B & Malvick D. 2016. Fusarium root on soybean. Center for Invasive Species and Ecosystem Health, University of Georgia.  
<https://wiki.bugwood.org/NPIP:Fusariumrootonsoybean>,
- Government of Western Australia, Department of Primary Industries and regional development. 2019.
- Haematonectria haematococca* (dry rot of potato). CABI, Invasive Species Compendium. <https://www.cabi.org/isc/datasheet/24697>. Updated July 2018.
- KEMI.se
- Pesticide Environmental Stewardship. <https://pesticidestewardship.org/>
- Ragnarsson, S. Risk- och konsekvensanalys för morot – svampar och bakterier. Jordbruksverket PM 2014-12-15.

Swedish Board of Agriculture. Skadegörare i sockerbetsfält  
<http://www.jordbruksverket.se/amnesomraden/odling/jordbruksgrador/sockerbetor/skadegorare.4.32b12c7f12940112a7c800035052.html>

Weingartner DP & Hooker WJ. 2010. Diseases of Potato (*Solanum tuberosum* L.). Primary collators, updated by Walter R. Stevenson (last update 10/29/01).  
<https://www.apsnet.org/publications/commonnames/Pages/Potato.aspx>

Organox.se

### 3. Ogräs

Ogräs svarar för större skördepåverkan än skadedjur och sjukdomar globalt. I en studie från 2001–2003, med grödorna potatis, majs, vete, ris, sojabönor och bomull, visade att globalt gav ogräsen skördeförluster på upp till 34 procent medan skadedjur och sjukdomar minskade skörden med upp till 18 respektive 16 procent (Oerke, 2006).

De grödor som är mest konkurrensutsatta för ogräs är de som sås direkt i fält och som är långsamtgroende t.ex. morötter, palsternacka, lök, purjolök, rödbeta och dill (Jönsson, 2001). I denna översikt har vi dock fokuserat på ogräsproblemen i lök, morot, sockerbeter och potatis.

För att lösa de grundläggande ogräsproblemen i alla grödor kan vi inte enbart utveckla bekämpningsmetoder, -strategier för de olika grödorna. Vi måste även beakta hur hela odlingssystemet och växtföljden skall utformas för att uppnå en effektiv ogräskontroll.

Lök är en av de grödor där ogräsen är extra svåra att kontrollera. Den sådda lökens långsamma start och dess glesa öppna växtsätt gör att grödan inte har så stor konkurrenskraft mot ogräset. Hur framgångsrik den framtida lökodling kommer att vara beror till stor del på hur effektivt ogräsen kan kontrolleras. Förutsättningarna för att lyckas har blivit svårare, efter det att flera effektiva herbicider har förbjudits under senare år.

Även morot är en gröda som utvecklas långsamt och tidigt utsätts för konkurrens från ogräs. Morotens konkurrenskraft mot ogräset ökar dock senare på säsongen när den har växt till sig. Om ingen ogräsbekämpning görs, eller om bekämpningen misslyckas kan ogräsen helt konkurrera ut grödan och skördeförlusten kan bli mycket stor. Utförs ogräsbekämpningen med en väl genomtänkt ogräsbekämpningsstrategi där de enskilda bekämpningsåtgärderna utförs vid ”rätt” tidpunkt, finns det dock stora möjligheter att kontrollera ogräsen.

De problem som har identifierats vid odling av sockerbeter är bl.a. hur ogräsen närmast plantan effektivast bekämpas vid mekanisk bekämpning. När det gäller den kemiska ogräsbekämpningen så finns en oro att herbiciden Betanal kommer att försvinna eftersom denna produkt ingår i nästan alla bekämpningsstrategier.

Ett av ogräsproblem i potatisodling finns i slutet av säsongen efter att blasten vissnat ner. Efter blastdödningen försvinner konkurrensen från grödan och då kan ogräsen växa tills sig och producera frö.

**Identifierade problem:** I Sverige finns det finns en hel del kunskapsluckor hos odlare, myndigheter, rådgivare och forskare när det gäller ogräsbekämpning i lök, morot, sockerbetor och potatis. Viss kunskap kan dock inhämtas från grannländer. De länder som är speciellt intressanta är Danmark, Norge, Tyskland, Holland, England och Kanada. Vidare finns det en hel del kunskap som inte tillämpas, p.g.a. att den inte har blivit presenterad för rådgivare och odlare. Det är därför viktigt att den kunskap som tas fram för att utveckla näringen sprids till berörda personer på alla nivåer.

## 3.1. Lök

### 3.1.1. Problembild - lök

Hur skall ogräsen kontrolleras i lökodling nu när flera effektiva herbicider har förbjudits under senare år? I lök är det framför allt på fält med en stor ogräsfröbank som det är svårt att klara ogräsen med de nuvarande ogräsmedlen, med tillåtna hektardoser och med de karenstider som krävs mellan sista behandling och skörd. Den sådda lökens långsamma start och dess glesa öppna växtsätt gör att grödan inte har så stor konkurrenskraft mot ogräsen. Det innebär att i lök behöver ogräsen bekämpas under hela växtsäsongen (Melander et al., 2005).



*Försök med integrerad ogräsbekämpning i sådd lök. Legeved, Skåne. Foto: David Hansson, Inst. för biosystem och teknologi.*

### 3.1.2. Kunskapsläge

Kemisk ogräsbekämpning i lökodling utförs oftast genom bredspridning av herbicider. För att minska hektardosen kan den kemiska bekämpningen utföras med

bandspruta i raden i kombination med radhackning mellan radera (Hansson et al., 2017).

Utöver de kemiska ogräsbekämpningsmetoderna finns det flera olika icke kemiska metoder för ogräsbekämpning att välja mellan; mekanisk bekämpning via fingerhjul, skrappinnar, selektiv ogräsharvning, radhackning, kamerastyrad radhackning utanför raderna alternativt hackor som kan gå in i raden och ta bort ogräset utan att skada den klustersådda, alternativt planterade löken. Även flanning kan användas i lökodling både vid lökens uppkomst fram till bygelstadiet och senare under säsongen. Planterad lök etableras senare under säsong jämfört med sådd lök. Det innebär att före etableringen av planterad lök, går det att utföra förebyggande ogräsbekämpning t.ex. flera falska såbäddar. Det leder till färre ogräs att bekämpa i den planterade löken, samt en möjlighet till att utföra mekanisk bekämpning (hacka) mellan plantorna.

För att lyckas med mekanisk bekämpning inne i raden är det viktigt att ogräsen är små (hjärtbladsstadiet) och att grödan är relativt stor och kraftigt förankrad. Blior ogräset större fordras det en intensivare bearbetning, vilket leder till ökad risk för att kulturen skadas (Hatcher & Melander, 2003). Om behandlingar med fingerhjul och skrappinnar utförs skonsamt, så är det dock möjligt att bekämpa ogräs inne i raden redan när grödan har 2–4 blad (Ascard, 2005). För att få en bra ogräsbekämpningseffekt vid bekämpning med skrappinnar i lökodling bör bekämpningen upprepas med ett tidsintervall på ca 7 dagar (Ascard & Fogelberg, 2004).

Ogräsbekämpning med skrappinnar i lökodling vid hög körhastighet (3,8–5,4 km/h) gav bättre ogräseffekt och mindre handrensningstid än låg hastighet (1,5–3,0 km/h) utan att skada grödan (Ascard & Fogelberg, 2004). På Stockholmsgården lyckas man bra vid bearbetning med fingerhjul vid ett radavstånd på 48 cm. Här påbörjar man bearbetning med fingerhjul när lökblasten är 10–15 cm hög. Vid bearbetning med fingerhjul skall fingrarna inte gå in i lökraden, utan endast bearbeta jorden strax utanför lökraden. Bearbetningen med fingerhjul utförs i 7–8 km/h (Hansson & Björkholm, 2013).

Sådd lök är mycket känslig för mekaniska skador strax efter uppkomst, men blir mer tolerant när den har 1–2 örtblad (Melander & Hartvig, 1995). Den sådda löken bör vara mer än 10 cm för att klara av direktkontakt med mekanisk ogräsbekämpningsutrustning (Ascard & Bellinder, 1996; Melander & Hartvig, 1995). I planterad lök gav en selektiv ogräsharvning (lökens 2-bladstadie, 8 cm hög lökblast) och tre hackningar med skrappinnar 85 % lägre antal ogräs i raden och reducerade handrensningstiden med 73 % utan att skörden minskade i jämförelse med en normal strategi med en ogräsharvning och vanliga radhackningar (Ascard & Fogelberg, 2008). Fingerhjul är enklare att använda än skrappinnar, och med mindre risk för att skador uppkommer på grödan.

Ett sätt att kontrollera ogräs är flamning. Denna metod fungerar bra fram till grödans uppkomst, speciellt i grödor som har en relativt lång gröningsperiod, bl.a. lök, morot och majs (Ascard & Dock-Gustavsson, 2003; Melander et al., 2005). Flamning (termisk ogräsbekämpning) kan användas i sådd lök fram till åtminstone bygelstadiet (Hansson et al., 2017). Efter grödans uppkomst finns det billigare mekaniska metoder som kan komplettera flamningen, t.ex. fingerhjul och skrappinnar (Ascard pers. medd., 2011; Melander et al., 2005).

I dag finns det nya ”robothackor” som kan klara av att rensa ogräs inne i raden i planterad lök t.ex. Robocrop (England), Robovator (Danmark) och Steketee (Nederländerna). Gemensamt för maskinerna är att skären på radhackan är kamerastyrd. Hackskären går in i raden och tar bort ogräset utan att skada den planterade eller klustersådda grödan. Robovator och Steketee kan bekämpa båda sidor om plantan, i en överfart. Robocrop kan inte bekämpa runt hela plantan i en överfart. Detta betyder att Robocrop bör köras två gånger, d.v.s. en gång i vardera riktningen, för att allt ogräs skall tas bort.

Dessa ”ogräsrobotar” går dock inte att använda i sådd lök, eftersom lökplantorna står för tätt i raden. I planterad lök är inte kamerastyrda hackor överlägsna enklare mekanisk utrustning som t.ex. skrappinnar och fingerhjul (Melander et al., 2015). Melander et al., (2015) visade att för att bekämpa ogräs med kamerastyrda hackor bör man hacka närmare i planterad lök jämfört med planterad kål.

Tiden för handrensning i ekologisk odling av direktsådd lök, purjolök och morot varierar mellan 100 till 400 timmar per ha. Om löken planteras istället för att sås direkt i fält, så kan handrensningstiden minska till 10–50 timmar per ha med hjälp av noggrann utförd mekanisk bearbetning (Melander et al., 2005).

### 3.1.3. Framtida utvecklingsarbete

Det finns ett behov av en fortsatt kunskapsinhämtning med fokus på bl.a. förfruktens betydelse för bekämpningsbehovet i lökodling. Det finns ett intresse av att studera ny teknik som t.ex. kamerastyrda ogräsrobotar och GPS-styrda radhackor för att utvärdera dess potential i lök. Idag finns det bl.a. ett behov av att öka kapaciteten hos ogräsrobotar som bekämpar enskilda ogräs i ett tätt bestånd av grödan, tex. i sådd lök. Klustersådd kan vara ett sätt att etablera lök som möjliggör ogräsbekämpning med kamerastyrda ogräsrobotar (Bleeker et al., 2007).

Vid ogräsbekämpning med robotar i lök, är det intressant att studera hur nära grödan man kan bekämpa ogräset utan att skada grödan. Om ogräs växer mycket nära grödan ställs man inför valet att 1) ta bort ogräset, 2) låta ogräset växa vidare, 3) ta bort både ogräs och gröda, d.v.s. om ogräset står för nära grödan är det inte möjligt att ta bort ogräset utan att grödan påverkas mycket negativt.

Det finns fortfarande ett behov av att utveckla integrerade ogräsbekämpningsstrategier anpassade till lökodling. För att minska



behovet/beroendet av herbicider i lökodling bör man kombinera kemisk bekämpning med termisk- och mekanisk bekämpning.

Det kan vara intressant att utveckla ett odlingssystem med Strip-till för direktsådd lök. I ett sådant system sker sådden av lök i ogräskontrollerad yta från föregående gröda med t.ex. spannmål.

## 3.2. Morötter

### 3.2.1. Problembild - morot

Det finns ett forskningsbehov kring kontroll och spridning av svårare ogräs på mulljordar. Den typen av jordar finns bl.a. på Gotland där en betydande del av den svenska produktionen av ekologisk och konventionellt odlade morötter bedrivs. Problematiska ogräs för denna odling är: vattenpilört, vitblåra, nattglim, bägnattskatta, klabbig korsört. Det finns även behov av att titta på andra problemogräs på lätta jordar där morötter odlas.



*Nattskatta som växer i en morotsodling. Norra Åsum, Skåne. Foto: David Hansson, Inst. för biosystem och teknologi.; SLU*

### 3.2.2. Kunskapsläge

Morötter är en radodlad gröda som utvecklas långsamt och tidigt utsätts för konkurrens från ogräs. Om ingen ogräsbekämpning görs, eller om bekämpningen misslyckas kan ogräsen helt konkurrera ut grödan och skördeförlusten kan bli mycket stor (Ragnarsson, 2014).

I ett deltagardrivet projekt där det utvecklades bekämpningsstrategier för ekologisk odling av relativt sent etablerade grödor (mitten av maj till början av juni) bl.a. morötter fokuserade man på olika ogräsbekämpningsåtgärder före grödans

uppkomst (förebyggande ogräsbekämpning), eftersom sådana åtgärder är helt avgörande för att minska det kostsamma handrensningsarbetet senare under säsongen. I ekologisk odling är sådda radodlade grödor mycket utsatta för konkurrens av ogräs och för känsliga växtslag är ogräset ett stort hot mot tillväxten i grödans tidiga utvecklingsstadier. Vid morotsodling infaller denna känsliga period från och med morötternas uppkomst tills de är några cm höga. Utöver handrensning finns det inga effektiva ogräsbekämpningsmetoder i detta skede. Då grödorna nått 2–4 bladsstadiet, kan man använda andra bekämpningsmetoder som ogräsborstning, skrappinnar och fingerhjul (Hansson et al., 2012).

I kulturer som etableras tidigt på våren finns det färre möjligheter till att bekämpa ogräset före grödans sådd eller plantering jämfört med senare etablering. I ett deltagardrivet projekt om ogräsbekämpning i tidigt etablerad morot i ekologisk odling studerades olika metoder för att ogräsbekämpning t.ex. falska såbäddar, selektiv harvning i raden, radhackning nära raden samt mörkersådd (Hansson & Svensson, 2015). Ångning av jord i smala band kan vara ett sätt att kontrollera ogräset i tidigt radsådda grödor (Hansson & Svensson, 2006)

Mekanisk ogräsbekämpning i form av radhackning, fingerhjul, skrappinnar, fräsning eller borstning tillämpas efter grödans uppkomst i radodlade grödor som t.ex. morot (Hansson & Hansson, 2012; Jönsson, 2001). Radborstning är en känsligare metod som används i begränsad omfattning. Flamning av ogräs har blivit en etablerad och vanlig metod som effektiviserat den ekologiska odlingen. Metoden används främst i långsamgroende sådda grödor. I ekologiskt odlad morot används flamning fram till grödans uppkomst (Jönsson, 2001).

I integrerad odling av morötter kan delar av de bekämpningsstrategier som utvecklats för ekologisk odling användas. Det gäller främst bekämpningsmetoder före grödans uppkomst t.ex. falska såbäddar i kombination med fördröjd sådd och flamning, men även alternativa metoder som används efter grödans uppkomst kan användas i integrerad odling. I praktiken används ofta falska såbäddar före plantering eller före etableringen av sent sådda grödor (Melander et al., 1999).

Olof Widegren odlare på Gotland säger att misslyckade ekologiska odlingar kostar mycket pengar, så man får vara noggrann med urvalet av odlingsmark, förberedelser innan sådd samt följa ogräsutvecklingen hela tiden. Att missa ogräsbekämpningen har man helt enkelt inte råd med idag. Ett problem för oss idag är att urvalet av ekologisk areal som är lämplig för att odla ekologiska morötter är mycket begränsat i vårt närområde.

På Widegrens gård på Gotland börjar kampen mot ogräsen redan året innan när man väljer vilka fält där det skall odlas ekologiska morötter. Om det finns fleråriga rotogräs som t.ex. kvickrot eller tistel i fälten, väljs de fälten bort. Örtogräsen är lättare att bekämpa med mekaniska åtgärder (Ryegård, 2005).

### 3.2.3. Framtida utvecklingsarbete

En kunskapssammanställning bör utföras med fokus på bl.a. förfruktens, sortvalets, och såtidpunktens betydelse för bekämpningsbehovet i morotsodling. Det finns ett intresse av att studera ny teknik som t.ex. kamera- och GPS-styrda radhackor för att se dess potential i morot.

Ogräsproblemen är mycket stora på mulljordar. Det finns därför ett behov av en kunskapsinsamling om de ogräsproblem som finns i morotsodlingar på mulljordar.

## 3.3. Sockerbetor

### 3.3.1. Problembild – sockerbetor

Vid mekanisk bekämpning i sockerbetsodlingen är det svårt att få bort ogräsen närmast plantan. Detta är ett problem även då t.ex. en ”ogräsrobot” används för att rensa i raden eftersom dessa ännu inte är tillräckligt bra på att få bort ogräsen tätt intill plantan. När det gäller den kemiska ogräsbekämpningen så finns en oro att herbiciden Betanal kommer att försvinna, eftersom denna produkt ingår i nästan alla bekämpningsstrategier (Joakim Ekelöf, NBR, pers. medd., 2018).

De ogräs som ställer till mest problem vid odling av sockerbetor i Sverige är trampört, åkerbinda, mållor, baldersbrå och spillraps (Gunnarsson, 2000; Ekelöf, pers. medd., 2018).

### 3.3.2. Kunskapsläge

Sockerbetor är en gröda som är mycket känslig för konkurrens från ogräs, med skördeminskningar upp till 95 % om inga ogräsbekämpningsåtgärder utförs (Kunz, 2017). Känsligheten beror dels på det stora radavståndet och dels på sockerbetans långsamma tillväxt i de tidiga utvecklingsstadierna (Kunz, 2017). I konventionell svensk sockerbetsodling bekämpas vanligtvis ogräsen 3–4 gånger (under en period om tre till fyra veckor) med olika typer av herbicidblandningar, ofta med början då sockerbetan har sina hjärtblad helt utvecklade (BBCH 10) (Olsson, 2010). Ibland kombineras eller ersätts någon av behandlingarna med en eller flera radhackningar. Aktiva substanserna som får användas i sockerbetsodling för att bekämpa ogräs 2018 är: *fenmedifam*, *desmedifam*, *cykloxidim*, *kletodim*, *Propakizafop*, *klopyralid*, *metamitron*, *triflusulfuron-metyl*, *Etofumesat*, *lomazon*, *Foramsulfuron* och *Tienkarbazonmetyl* (Nordic Sugar, 2018). De två sista aktiva substanserna ingår i ett nytt koncept där sockerbetsorter, resistent mot ALS-hämmare, kombineras med specifika herbicider (Pedersen & Pålsson, 2015). Detta koncept testades kommersiellt på ett antal hektar i Sverige under 2018 (Ekelöf, pers. medd., 2018). Glyfosat får också användas, dock endast före betornas uppkomst (Nordic Sugar, 2018). För första gången sedan 2005 så odlades det 2018 också ekologiska

sockerbetor hos svenska lantbrukare. Det är ett 10-tal odlare som odlar ekologiska sockerbetor på ca 100 hektar (Ekelöf, pers. medd., 2018). Ogräsen i de ekologiska sockerbetorna bekämpas med radhacka och handrensning. I Danmark pågår det dock försök med en rensningsrobot som till viss del skall försöka ersätta handrensningen (Ekoweb.nu, 2018).

Ett flertal försök har utförts under de senaste åren av NBR för att undersöka möjligheten att minska herbicidanvändningen i den konventionella sockerbetsodlingen. Bland annat har flera försök utvärderat hur ogräsförekomsten och betans skörd påverkas av avståndet mellan radhackans skär och betraden (2 cm, 4 cm eller 6 cm) då ingen kemisk bekämpning används (Olsson & Ekelöf, 2014). Försöken visar att både den bästa ogräsbekämpningseffekten och den högsta betskörden uppmättes i de behandlingar där skärens avstånd till raden var kortast (2 cm). Detta trots att många av sockerbetsplantorna ”tappades” på grund av denna ”aggressiva” körning. Resultaten pekar dock på att endast radhackning inte är tillräckligt för att få en tillräckligt bra ogräsbekämpning. I samma serie av försök kombinerades också kemisk bekämpning (reducerad dos eller reducerat antal bekämpningstillfällen) med radhackning. Resultaten från dessa försök visar att ogräs mellan sockerbetsraderna bekämpas effektivt oavsett radhackans avstånd till sockerbetsplantorna, men att det är svårt att få bort ogräsen i raden. Bäst ogräsbekämpande effekt i sockerbetsraden erhöles när avståndet mellan radhackans skär och raden var 2 cm i kombination med att jord kupades in mot raden (Olsson & Ekelöf, 2014). För att komma så nära som 2 cm till sockerbetsraden så styrdes radhackor och traktorer i försöken med hjälp av GPS-RTK teknik och/eller kameror. Olsson & Ekelöf (2014) menar att styrsystemen fungerade tillfredställande under projektens gång och klarade av hastigheter upp till 12 km/h. Försök med GPS- alt. kamerastyrda radhackor i sockerbetor har nyligen också utförts i Tyskland (Kunz et al., 2015). Slutsatserna från de tyska försöken stämmer väl överens med försöken som NBR gjort, nämligen att tekniken har potential, men att ogräsen i raden är ett stort problem trots att utrustningen kan köras mycket nära sockerbetsraden. En annan begränsning med mekaniska bekämpningsmetoder är att dessa är mycket beroende av väderleken. Kurstjens & Kropff (2001) visade t.ex. att jordfuktigheten har en mycket stor betydelse för om en ogräsplanta dör eller överlever en mekanisk bekämpning.

Försök har även genomförts med en konceptutrustning som kombinerar bandsprutning med radrensning i en körning (Ekelöf & Olsson, 2015). Utrustningen i dessa försök bestod av en 18-radig kamerastyrd radhacka från Thyregod där det monterats på en bandsprutsutrustning från Dubex. Sprutmunstyckena (AirTech) hade vinklats för att få en appliceringsbredd på 12 cm och hackan ställdes in för att få en 10 cm obearbetad yta över raden. Försöken visar på lovande resultat och kan när ogrästrycket inte är alltför stort, och vädret tillåter, ersätta en eller två

bredsprutningar. De problem som upptäcktes under försökens gång kopplas bland annat till att den optimala bekämpningstidpunkten för radrensning samt bandsprutning inte alltid sammanfaller, att bandsprutsutrustningen är vindkänslig och att den kombinerade utrustningen är mer känslig för markens fuktighet jämfört med vanlig bredsprutning (Ekelöf & Olsson, 2015).

Som tidigare nämnts har NBR utfört tester med en ogräsrobot som kan ta bort ogräs inne i sockerbetsraden (NBR, 2017). Roboten som testades har utvecklats av F. Poulsen Engineering och är kopplad baktill på en traktor med en kamera till varje rad. Resultaten från försöken visar att den får bort mellan 48 och 73 % av ogräsen, vilket är lovande men inte tillräckligt bra. Tester visar att det framförallt är mjukvaran i roboten som behöver förbättras, så att den på ett säkrare sätt kan särskilja sockerbetsplantorna ifrån ogräsen. Arbete med att göra detta pågår (NBR, 2017). Det pågår också mycket forskning och utveckling på andra håll när det gäller robotar i fält som kan se skillnad på sockerbetsplantor och ogräs (Chebrolu et al., 2017; Lottes et al., 2017; Sabanci & Aydin, 2017). Studier har också visat att foto från drönare och förarlösa fordon med hög säkerhet kan detektera åkertistel (*Cirsium arvensis*) i sockerbetsfält (Kazmi et al., 2015; Garcia-Ruiz et al., 2015). Åkertistlar förekommer oftast fläckvis och kan vid så få som 5–6 plantor per m<sup>2</sup> halvera sockerbetsskörden (Miller et al., 1994). Information om var tistlarna befinner sig i fältet kan hjälpa till att styra appliceringsutrustningar, vilket kan möjliggöra att herbicidanvändningen kan begränsas (Kazmi et al., 2015).

I mitten av nittiotalet utfördes en hel del försök i Sverige, främst för ekologiska sockerbetsodlingar, där olika icke kemiska ogräsbekämpningsmetoder utvärderades (Sockernäringens samarbetskommitté, 1995; Sockernäringens samarbetskommitté, 1997). En av dessa metoder var flamning, både före och efter betornas uppkomst. Flamning efter uppkomst påverkade i de flesta fall betorna negativt, och eftersom metoden är dyr och ogräsbekämpningseffekten osäker blev slutsatsen att metoden inte var lämplig för sockerbetsodling i Sverige (Gunnarsson, 2000). När det gäller flamning före uppkomst blev resultaten mer varierande. Dock var slutsatsen från projekten att metoden endast skulle kunna vara intressant för ekologisk odling, men att ett flertal mekaniska bekämpningsmetoder var att föredra framför flamning (Sockernäringens samarbetskommitté, 1997). I ett danskt sockerbetsförsök varierade ogräseffekten av flamning innan uppkomst avsevärt mellan försöksåren (Rasmussen et al., 2011). Troligtvis berodde variationen till största delen på när ogräsen grodde i förhållande till sockerbetorna och vilka ogräsarter som fanns i fälten. Rasmussen et al. (2011) påpekade också att flamning troligtvis har större effekt i grödor som gror långsammare än sockerbeter, som t.ex. morot, vilket också Gunnarsson (2000) poängterar. Försök utfördes också med så kallade skrappinnar och hydrauldrivna borstar som monterats som efterredskap på en radrensare (Sockernäringens samarbetskommitté, 1997). Dessa försök indikerar att de skulle kunna vara möjligt att ersätta den sista herbicidbehandlingen med en

körning med skrappinnar eller borstar utan att väsentligt negativt påverka ogräseffekt och sockerskörd. Slutsatsen från projektet blev att skrappinnarna var den mest intressanta metoden på grund av att dessa är robusta, enkla, billiga och har en högre kapacitet jämfört med de hydrauliska borstarna (Sockernäringsens samarbetskommitté, 1997).

I Tyskland har ett flertal olika integrerade ogräslösningar testats de senaste åren i sockerbeter (Kunz, 2017). Bland annat har mellangrödor i renbestånd och i blandningar utvärderats i perioden mellan en spannmålsgröda och sockerbeter (Kunz et al., 2017). Resultaten visar att alla mellangrödor som testades reducerade groning av ogräs innan den första herbicidbehandlingen sattes in i sockerbeterna, jämfört med kontrollen, samt att en mix av olika mellangrödor gav störst ogräseffekt med en reduktion på över 60 %. I en annan studie undersökte Kunz et al. (2016) hur olika täckgrödor som såtts in efter sockerbetsådden påverkade ogräsförekomsten och sockerskörden. Studien visade att ogräsen reducerades med upp till över 70 % men att kontrollbehandlingen där ogräsen bekämpades med herbicider hade en något högre skörd av socker. De tyska studierna pekar på att mellangrödor och täckgrödor/bottengrödor har stor potential att ingå i framtidens integrerade ogräsbekämpningsstrategier för sockerbeter (Kunz et al., 2016; Kunz et al., 2017).

## 3.4. Potatis

### 3.4.1. Problembild – potatis

I potatisodling är ogräsproblemen ofta som störst i slutet av säsongen efter att blasten vissnat ner. Efter blastdödningen försvinner konkurrensen från grödan och då kan ogräs som nattskatta, våtarv, svinmålla etc. växa tills sig och producera frö.

### 3.4.2. Kunskapsläge

Ogräs i potatis leder till lägre skördar och de kan uppföröka vissa skadedjur och sjukdomar (Davies, 2007). Bägarnattskattan (*Solanum physalifolium*) kan t.ex. angripas av och uppföröka potatisbladmögelsvampen (*Phytophthora infestans*) (Andersson et al., 2003; Grönberg et al., 2012). Nattskatta (*Solanum nigrum*) och bägarnattskatta (*S. physalifolium*) kan även angripas av och sprida torrfläcksjuka i potatisodlingar (*Alternaria solani*, *A. alternata*) (Eckersten et al., 2007). Det är extra viktigt att bekämpa ogräsen efter grödans uppkomst under en period av 6–8 veckor tills dess att grödan sluter sig. Därefter konkurrerar potatisen bra mot ogräsen genom beskuggning (Davies, 2007).

För att underlätta mekanisk ogräsbekämpning bör potatisen sättas relativt djupt. På så sätt minskas risken för mekaniska skador på knölarna vid ogräsbekämpningen

samtidigt som risken grönfärgning av knölnarna minskar. Enligt Rölin & Holstmark (2017) bör fältet kupas vid sättningen, gärna samma dag. Om man efter sättningen senarelägger kupningen med ca 1 vecka, ges det dock en möjlighet till att bekämpa små ogräsplantor. Ettåriga ogräs är ofta lätta att mekaniskt bekämpa, medan rotogräs är betydligt svårare. De senare bör därför bekämpas i föregående grödor. (Rölin & Holstmark, 2017). I ekologisk odling av potatis är kupning en viktig åtgärd för att bekämpa ogräsen (Davies, 2007). Ogräsen lockas till att gro och bekämpas genom upprepade kupningar eller harvningar med nätharvar, långfingerharvar alt. rullhackor. Senast en vecka efter sättning av potatis bör ogräsharvningen påbörjas. Potatisens stjälgar är som mest känsliga för mekaniska skador då de håller på att bryta igenom markytan. Harvning bör undvikas under denna period, men både före och efter potatisens uppkomst fungerar det bra att harva. (Lundkvist, 2014; Rölin & Holstmark, 2017). Jorden bearbetas därefter med 7–10 dagars intervall fram till slutkupningen, som utförs strax innan beståndet sluter sig helt.

I potatisodling kan man även använda sig av redskap som t.ex. turbokup eller rullharv med markdrivna, roterande kuporgan, så kallade stjärnhjul. Redskapet har även gåsfotskär i radmellanrummen. Turbokupen är effektiv mot fröogräs och till viss del även mot kvickrot p.g.a. att den luckrar och rör om i jorden samt rycker upp ogräset till ytan så att det kan torka. Redskapet kan användas både före och efter potatisens uppkomst (Rölin, 2008).

Nattskatta (*Solanum nigrum*) har sedan länge setts som ett problemogräs i radodlade grödor, medan bägarnattskatta (*S. physalifolium*) först under de senaste decennierna etablerat sig som ett allvarligt ogräsproblem i södra Sverige särskilt i radodlade grödor med låg konkurrens såsom potatis, sockerbetor, majs och morot. Sen sådd eller sättning av grödan gynnar nattskattorna som fordrar relativt hög groningstemperatur. Framförallt bägarnattskattan har ett grunt rotsystem som gynnas av bevattning. Nattskattorna kan dock bekämpas via odling av färskpotatis, miniträda med ett par falska såbäddar och därefter etablering av någon snabbväxande sommarmellangröda (Hansson et al., 2017).

### 3.4.3. Framtida utvecklingsarbete

Det finns ett behov av en kunskapssammanställning med fokus bl.a. på hur ogräsen kan bekämpas senare på säsongen när blasten börjar vissna.

### 3.5. Interaktionen mellan ogräs och skadegörare alt. svampsjukdomar

Även ogräs kan vara mottagliga för sjukdomar och angripas av olika skadedjur. På grund av ogräsens nära släktskap med kulturväxterna kan de fungera som viktiga reservoarer eller bärare av skadedjur och patogener, se tabell 1. (Hill, 1977).

Tabell 1. Exempel på ogräs som värdväxt för olika skadegörare och svampsjukdomar (Hill, 1977). Publicerad i Cobb & Reade 2010

Tabell 1. Sammanställning av skadegörare och svampsjukdomar indelat på grupperna svamp, virus, nematod och insekter.

Patogen eller skadedjur		Ogräs	Gröda
<b>1. Svamp</b>			
<i>Claviceps purpurea</i>	Mjöldryga	Renkavle ( <i>Alopecurus myosuroides</i> )	Vete
<i>Gaeumannomyces graminis</i>		Kvickrot ( <i>Elytrigia repens</i> )	Spannmål
<i>Plasmodiophora brassicae</i>	Klumprotsjuka	Korsblommiga ( <i>Brassicaceae</i> )	Kålväxter
<b>2. Virus</b>			
Tobacco ringspot	Tobakringfläck-virus	Maskros ( <i>Taraxacum officinale</i> )	Tobak
Cucumber mosaic	Gurkmosaik-virus	Våtarv ( <i>Stellaria media</i> )	Flera grödor
<b>3. Nematod</b>			
<i>Ditylenchus dipsaci</i>		Våtarv ( <i>Stellaria media</i> ) Åkerspergel ( <i>Spergula arvensis</i> )	Flera grödor
<b>4. Insekter</b>			
<i>Aphis fabae</i>	Långrörs-bladlöss	Svinmålla ( <i>Chenopodium album</i> )	Bondbönor

#### 3.5.1. Interaktion mellan ogräs – potatisbladmögel och torrfläcksjuka

Ogräs som kan angripas av potatisens sjukdomar. Bägarnattskattan utgör ett problem inte bara genom konkurrensen med grödan utan också genom att den kan



angripas av och uppföröka potatisbladmögelsvampen (*Phytophthora infestans*) (Andersson et al., 2003; Grönberg et al., 2012). Det har visat sig att uppförökningen av bågarnattskatta kan selektera fram aggressivare populationer av potatisbladmögel med kortare latenstid och ökad sporulering (Andersson et al., 2003). Kontrollen av bågarnattskatta utgör därför en viktig del i strategier för integrerad bekämpning av potatisbladmögel. Enligt Rölin & Holstmark (2017) är både nattskatta och bågarnattskatta värdväxter för potatisbladmögel. Båda arterna av nattskatta kan även angripas av och sprida torrfläcksjuka (*Alternaria solani*, *A. alternata*). Torrfläcksjukan är en allvarlig potatissjukdom som ökat under de senaste åren. Vårt klimat förutspås bli varmare i framtiden och detta kan medföra att bågarnattskattans och nattskattans utbredningsområde utvidgas norrut (Eckersten et al., 2007).

### 3.5.2. Interaktion mellan ogräs – nematoder

Rotgallnematod (*Meloidogyne* spp.) är en av de nematoder som kan orsaka mycket stor skada på fältodlade grödor. Det beror bl.a. på dess förmåga att parasitera på en lång rad av olika kulturväxter och ogräs (Anwar et al., 2009). Rotgallnematoden är mycket utbredd i norra Europa. Den förekommer även i Sverige och då främst på lätt jord. Värdväxterna är många; morötter, palsternacka, lök, purjo, potatis, sallat, selleri, rovor, kål m.fl. Dessutom är flera ogräs värdväxter. Nematoderna kan reduceras genom att odla enhjärtbladiga växter som inte är värdväxter eller hålla svartråda en hel säsong. Nematodbeståndet kan kraftigt reduceras om spannmål odlas under 1 till 2 års tid i kombination med en effektiv ogräsbekämpning (Andersson, 2009).

Ett flertal ogräsarter är värdväxter för rotsårnematoden (*Paratrichodorus* spp.). Denna nematod kan överföra virussjukdomen ”corky ringspot disease” (rostringar och proppbildningar i knölen) till potatis (Brown 2009; Mojtabehi et al., 2003).

## 3.6. Fröpredation

Biologisk ogräsbekämpning kan utföras av olika fröpredatorer. Bekämpningen sker genom att nyproducerade ogräsfrön äts innan de når fröbanken. Under gynnsamma förhållanden kan nästan alla nydrödade ogräsfrön ätas upp (Pannwitt et al., 2017). De viktigaste fröpredatorerna på norra halvklotet är; Jordlöpare (*Harpalus* spp.), vissa syrsor t.ex. *Gryllus pennsylvanicus*, myror (*Messor barbarus*) (Baraibar et al., 2011) och gnagare, såsom mindre skogsmus (*Apodemus sylvaticus*) (Baraibar et al., 2012). En studie visade att jordlöpare föredrar frön från åkerviol (*Viola arvensis*) och lomme (*Capsella bursa-pastoris*) (Petit et al., 2014). Det kan dock vara svårt att förutse hur effektiv fröpredationen kommer att vara. Den kan variera mycket

från en vecka till en annan vecka och från ett fält till ett annat fält (Westerman et al., 2003).

## 3.7. Övrigt

### 3.7.1. Några framtida ogräsproblem

Hur hanterar vi nya ogräs som etableras sig på grund av ett förändrat klimat? Kan dessa utgöra ett problem för de grödor som studeras i fokusgruppen? Exempel på ogräs som kan ge ökade problem framöver: Hönshirs (*Echinochloa crus-galli*), hårgängel (*Galinsoga quadriradiata*), brunskära (*Bidens tripartita*) och vissa amaranthusarter.

Hur hanteras ogräs i de odlingsystem där lök, morot, potatis och sockerbetor ingår när/om glyfosat förbjuds?

### 3.7.2. Exempel på framtida utvecklingsarbete

- Fokusera på generell/hållbar kunskap och IPM-lösningar.
- Utveckla växtföljder med t.ex. lök och morot som ger goda förutsättningar att kontrollera ogräset.
- Utveckla ogräsbekämpningsstrategier för kulturer som t.ex. lök där det finns svårigheter att klara av ogräset. Detta sker genom att kombinera termisk, kemisk och mekanisk ogräsbekämpning till en hel strategi.
- Studera olika ogräskonkurrerande odlingsåtgärder, som t.ex. sortval, utsädesmängd och såtidpunkt.
- Studera ogräsbekämpning med miniträda och fånggrödor.
- Utveckla odlingskonceptet strip-till.
- Utveckla/tillämpa tekniken med precisionsradhackning med GPS, RTK.
- Arbeta tvärvetenskapligt för att identifiera viktiga interaktioner mellan skadegörare. Till exempel kan lökbladfluga bli problem vid mekanisk bearbetning (lökdoft).
- Kunskapsinhämtning om vilka potentiella problem som framtida problemogräs kan utgöra i lök, morot, sockerbetor och potatis.
- Det finns behov av kunskap om vilken effekt ett eventuellt framtida förbud mot glyfosat kommer att ha vid odling av lök, morot, sockerbetor och potatis.

### 3.8. Referenser till ogräs

- Andersson B, Johansson M & Jönsson B (2003) First report of *Solanum physalifolium* as a host plant for *Phytophthora infestans* in Sweden. *Plant Disease* 87, 1538.
- Andersson S (2009) Rotgallnematod, ett ökande problem i morotsodling. *Skånska Lantbruk* 2, sid 35-37.
- Anwar SA, Zia A, Javed N & Shakeel Q (2009) Weeds as reservoir of nematodes. *Pakistan Journal of Nematology* 27: 145-153.
- Ascard J (2005) Fingrar på maskinen minskar behovet av mänskliga fingrar. *Ekologiskt Lantbruk* (7), 13-14.
- Ascard J (2011) Personligt meddelande. Jordbruksverket. Alnarp.
- Ascard J & Bellinder M (1996) Mechanical in-row cultivation in row crops. Pages 1121–1126 in *Proceedings Second International Weed Control Congress*. Copenhagen, Denmark: International Weed Science Society.
- Ascard J & Dock-Gustavsson AM (2003) Ogräs och ogräsreglering i ekologisk grönsaksodling. In: *Jordbruksinformation*, 23pp. Jordbruksverket, Jönköping.
- Ascard J & Fogelberg F (2004) Ogräsreglering i ekologisk odling av lök 2000-2002. Årsrapport 2003. Torslunda försöksstation 2003, 15-23.
- Ascard J & Fogelberg (2008) Mechanical in-row weed control in transplanted and direct-sown bulb onions. *Biological Agriculture & Horticulture* 25, 235-251.
- Baraibar B, Carrión E, Recasens J & Westerman PR (2011) Unravelling the process of weed seed predation: developing options for better weed control. *Biological Control* 56, 85–90.
- Baraibar B, Daedlow D, De Mol F & Gerowitt B (2012) Density dependence of weed seed predation by invertebrates and vertebrates in winter wheat. *Weed Research* 52, 79–87.
- Bleeker P, Schans DA & Weide RY (2007) New ways of sowing or planting onions for innovative intra-row weeders. 7th EWRS Workshop on Physical and Cultural Weed Control. S103 Salem, Germany.
- Brown CR, Mojtahedi H, Crosslin JM, James S, Charlton B, Novy RG, et al. (2009) Characterization of resistance to corky ringspot disease in potato: A case for resistance to infection by tobacco rattle virus. *American Journal of Potato Research* 86, 49-55.
- Chebrolu N, Lottes P, Schaefer A, Winterhalter W, Burgard W & Stachniss C (2017) Agricultural robot dataset for plant classification, localization and mapping on sugar beet fields. *The International Journal of Robotics Research* 36, 1045-1052.
- Davies K (2007) Weed control in potatoes. British Potato Council. Agronomy, Crop Protection, and Application Technology. 11 s., UK.
- 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
- Ekoweb.nu (2018) Åter ekologiska sockerbetor på svenska fält. Tillgänglig: <http://www.ekoweb.nu/?p=11663> [2018-06-27]

- Ekelöf J & Olsson R (2015) Kombinerad radrensning och bandsprutning. Tillgänglig: <https://www.nordicbeet.nu/publikationer/> [2018-06-27]
- Garcia-Ruiz FJ, Wulfsohn D & Rasmussen J (2015) Sugar beet (*Beta vulgaris* L.) and thistle (*Cirsium arvensis* L.) discrimination based on field spectral data. *Biosystems Engineering* 139, 1-15.
- Grönberg L, Andersson B & Yuen J (2012) Can weed hosts increase aggressiveness of *Phytophthora infestans* on potato? *Phytopathology* 102, 429-433.
- Gunnarsson A (2000) Ekologisk odling av sockerbeter. *Jordbruksinformation* 14. Jordbruksverket.
- Hanson M & Hansson D (2012) Effektiv ogräsbekämpning i ekologisk morot. Fakta från Tillväxt Trädgård. SLU. LTJ-fakultetens faktablad. 2010:34 (4).
- Hansson D & Björkholm A-M (2013) Integrerad ogräsbekämpning i lök 2013. Resultatredovisning till Minor Use. December 2013. Inst. f. biosystem och teknologi, SLU Alnarp. 10 s.
- Hansson D, Björkholm A-M & Svensson S-E (2017) Integrerad ogräsbekämpning i sådd lök. SLU Alnarp. LTV-fakultetens faktablad 2017:36. 4 s.
- Hansson D & Svensson S-E (2006) Ångning av jord i smala band för bekämpning av ogräs i ekologiska radodlade grödor. Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionen för landskaps- och trädgårdsteknik Alnarp. Kompendium 2006:1, 27 s.
- Hansson D, Svensson S-E (2015) Nya ogräsbekämpningsmetoder vid tidig etablering av radodlade grönsaker i ekologisk. SLU Alnarp. LTV-fakultetens faktablad 2015:23. 4 s.
- Hansson D, Svensson S-E, Nilsson A, Andersson L (2017) Bekämpningsstrategier med miniträda och avbrottsgrödor mot nattskatta och bågarnattskatta i en ekologisk växtföljd – Slutrapport till SLF för projekt H1356158. 10 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 utvecklingsstadier. Slutrapport till Jordbruksverket i projektet (25-11976/10). Mars 2012. Omr. Agrosystem, SLU Alnarp. 68 s.
- Hatcher PE & Melander B (2003) Combining physical, cultural and biological methods: prospects for integrated non-chemical weed management strategies. *Weed Research* 43, 303-322.
- Jönsson (2001) Trädgårdsnäringsens växtskyddsförhållanden. Jordbruksverket, Jönköping, Rapport 2001:7A.
- Kazmi W, Garcia-Ruiz FJ, Nielsen J, Rasmussen J & Andersen HJ (2015) Detecting creeping thistle in sugar beet fields using vegetation indices. *Computers and Electronics in Agriculture* 112, 10-19.
- Kunz C (2017) Integrated weed control in sugar beet (*Beta vulgaris*), using precision farming technologies and cover cropping. Dissertation. University of Hohenheim, Faculty of Agricultural Sciences, Institute of Phytomedicine, Department of Weed Science.
- Kunz C, Sturm DJ, Sökefel DM & Gerhards R (2017) Weed suppression and early sugar beet development under different cover crop mulches. *Plant Protection Science* 53, 187-193.
- Kunz C, Sturm DJ, Peteinatos GG & Gerhards R (2016) Weed suppression of living mulch in sugar beets. *Gesunde Pflanzen* 3, 145-154.

- Kunz C, Weber JF & Gerhards R (2015) Benefits of precision farming technologies for mechanical weed control in soybean and sugar beet—comparison of precision hoeing with conventional mechanical weed control. *Agronomy* 5, 130-142.
- Kurstjens D & Kropff M (2001) The impact of uprooting and soil-covering on the effectiveness of weed harrowing. *Weed Research* 41, 211-228.
- Lottes P, Hörferlin M, Sander S & Stachniss C (2017) Effective vision-based classification for separating sugar beets and weeds for precision farming. *Journal of Field Robotics* 34, 1160-1178.
- Lundkvist A (2014) Ogräskontroll på åkermark. Tredje upplagan. ISBN 9188264-38-6. Jordbruksverket.
- Melander B & Hartvig P (1995) Weed harrowing in seeded onions. 9th EWRS Symposium Budapest 1995: Challenges for Weed Science in a Changing Europe, 543-549.
- Melander B, Korsgaard M & Willumsen J (1999) Results and experiences with weed control in organic outdoor vegetables. Proceedings 16th Danish Plant Protection Conference/Crop Protection in Organic Farming/Pests and Diseases. Nyborg, Denmark: Danish Inst. of Agricultural Sciences. 85–95.
- Melander B, Lattanzi B & Pannacci E (2015) Intelligent versus non-intelligent mechanical intra-row weed control in transplanted onion and cabbage. *Crop Protection* 72: 1-8.
- Melander B, Rasmussen IA & Barberi P (2005) Integrating physical and cultural methods of weed control - Examples from European research. *Weed Science* 53: 369-381.
- Miller S, Fornstrom K & Mesbah A (1994) Canada thistle control and competition in sugarbeets. *Journal of Sugar Beet Research* 31, 87–96.
- Mojtahedi H, Boydston RA, Thomas RE, Crosslin JM, Santo GS, Riga E, et al. (2003) Weed hosts of *Paratrichodorus allius* and tobacco rattle virus in the Pacific Northwest. *American Journal of Potato Research* 80, 379-385.
- NBR (2017). Faglig beretning Verksamhetsberättelse 2016. Tillgänglig: <https://www.nordicbeet.nu/wp-content/uploads/2017/03/webnbraarsberetning2016.pdf> [2018-07-05]
- Nordic sugar (2018) Växtskyddsmedel som får användas i betodlingen 2018. Aktuell förteckning april 2018. Tillgänglig: <https://www.sockerbetor.nu/cps/rde/xbcr/SID-F36771FC-D277AB29/agriportal/Vaxtskyddsfor-teckning%2020189151444snapshot.pdf> [2018-06-27]
- Oerke E-C (2006) Crop losses to pests. *Journal of Agricultural Science* 144, 31-43.
- Olsson R & Ekelöf J (2014) GPS-styrd ogräsbekämpning– möjligheter och begränsningar i sockerbetor. Slutrapport. Tillgänglig: <https://www.nordicbeet.nu/wp-content/uploads/2016/04/Radrensning-RTK-proj-nr-11144051-Slutrapport-red-gbl-RO-JE.pdf> [2018-06-27]
- Olsson R (2010) Lösningar- finns men ställer krav. Tillgänglig: <https://www.nordicbeet.nu/publikationer/> [2018-06-27]
- Pannwitt H, Westerman PR, De Mol F, Selig C & Gerowitt B (2017) Biological control of weed patches by seed predators; responses to seed density and exposure time. *Biological Control* 108, 1-8.
- Pedersen M & Pålsson H (2015) Conviso Smart. En innovativ lösning för framtidens problem. *Betodlaren*. Tillgänglig:

- <https://www.kws.se/aw/Sockerbetor/Aktuellt/En-innovativ-loesning-foer-framtidens-og/~haei/> [2018-07-03]
- Petit S, Boursault A & Bohan DA (2014) Weed seed choice by carabid beetles (Coleoptera: Carabidae): Linking field measurements with laboratory diet assessments. *European Journal of Entomology* 111, 615-620.
- Rasmussen J, Henriksen CB, Griepentrog HW & Nielsen J (2011) Punch planting, flame weeding and delayed sowing to reduce intra-row weeds in row crops. *Weed Research* 51, 489-498.
- Ryegård C (2005) Ekologiska morötter – en ständig kamp mot ogräs. EkoWeb. <http://www.ekoweb.nu/?p=9204>. (2018-05-21).
- Rölin Å (2008) Ogräsåtgärder i ekopotatisen. Nyhetsbrevet Ekopotatis nr 4, Hushållningssällskapet i Värmland och Jordbruksverket, Skara.
- Rölin Å & Holstmark K (2017) Ekologisk odling av matpotatis. *Jordbruksverket*. ISSN 1102-8025. JO17:3. 40 s.
- Sabancı K & Aydin C (2017) Smart robotic weed control system for sugar beet. *Journal of Agricultural Science and Technology* 19, 73-83.
- Sockernäringsens samarbetskommitté (1995) Försöksverksamhet i sockerbetor 1994. *Jordbruksteknik*.
- Sockernäringsens samarbetskommitté (1997) Försöksverksamhet i sockerbetor 1996. *Jordbruksteknik*.
- Westerman PR, Wes JS, Kropff MJ & Van der Werf W (2003) Annual losses of weed seeds due to predation in organic cereal fields. *Journal of Applied Ecology* 40, 824-836.
- WWW ROBOCROP; <http://www.garford.com/productsrobocropinrow.html>. (2018-03-14)
- WWW ROBOVATOR; <http://www.visionweeding.com/>. (2018-03-14)
- WWW STEKETEE; <http://www.steketee.com/product/Steketee-IC>. (2018-03-14)