

Växtskydd i raps, åkerbönor och ärter: kunskapsbehov och forskningsinriktningar

Pernilla Borgström, Milena Jasarevic, Ann-Charlotte Wal-
lenhammar, Peter Anderson, Hanna Friberg, Mattias Lars-
son & Ola Lundin



Uppsala, 2019

Växtskydd i raps, åkerbönor och ärter: kunskapsbehov och forskningsinriktningar

Pernilla Borgström	SLU, Institutionen för ekologi
Milena Jasarevic	Hushållningssällskapet, Uppsala
Ann-Charlotte Wallenhammar	Hushållningssällskapet, Örebro
Peter Anderson	SLU, Institutionen för växtskyddsbiologi
Hanna Friberg	SLU, Institutionen för skoglig mykologi och växtpatologi
Mattias Larsson	SLU, Institutionen för växtskyddsbiologi
Ola Lundin	SLU, Institutionen för ekologi

Utgivningsort:	Uppsala
Utgivningsår:	2019
Omslagsbild:	Ola Lundin
ISBN:	978-91-576-9668-7

Nyckelord: växtskydd, patogener, svampsjukdomar, virussjukdomar, insektsskadegörare, viltskador, ogräs, raps, åkerbönor, ärter

Sveriges lantbruksuniversitet
Fokusgruppen för avbrottsgrödor

Sammanfattning

Denna rapport är framtagen på initiativ av en fokusgrupp för växtskydd i avbrottsgrödor som bildats inom Plattform växtskydd vid SLU. Rapportens syfte är att identifiera betydande kunskapsluckor som behöver fyllas om ett effektivt och hållbart växtskydd ska kunna uppnås i raps, åkerbönor och ärter, som är de arealmässigt viktigaste avbrottsgrödorna till spannmål i Sverige. I sammanställningen beskrivs ett tjugotal av de främsta skadegörarna som angriper dessa grödor samt vilka befintliga växtskyddsåtgärder som finns att tillgå vid angrepp. De mest angelägna kunskapsbehoven och lovande forskningsinriktningarna presenteras också för respektive skadegörare; dessa har fastställts genom litteraturstudier och diskussioner med experter. I rapporten identifieras och diskuteras slutligen också gemensamma teman av kunskapsluckor för flera olika skadegörare. Vi konstaterar att det för flera virus och markburna patogener finns stora kunskapsluckor vad gäller den grundläggande biologin och skadegörarnas förekomst och utbredning i Sverige. Det finns också bristande kunskap om flera skadegörares spridningsmönster, till exempel flygavstånd för insekter. Resistensförädling identifieras som en övergripande och lovande väg framåt för att utveckla växtskyddet mot speciellt patogener som inte kan bekämpas kemiskt, som kransmögel, klumprotsjuka och Turnip Yellow Virus i raps, samt rotrötter i ärter och åkerbönor. Vidare illustrerar vår sammanställning att odlingssystemet, speciellt växtföljden, är central för att hantera många patogener, ogräs och insekter. Särskilt för en del markburna patogener är långa odlingsuppehåll det enskilt viktigaste sättet att begränsa angrepp. Förändringar i hur grödorna odlas, såsom samodling eller etablering med reducerad markbearbetning, påverkar hela samhällen av skadegörare, men oftast studeras bara effekterna på en skadegörare åt gången, utan att hänsyn tas till eventuella samspelseffekter mellan olika skadegörare. Rapporten belyser också att det finns kunskapsluckor som behöver fyllas för att vi genom ett integrerat växtskydd ska få bästa möjliga effekt av direkt bekämpning mot skadegörare, till exempel utveckling av tillförlitliga prognosmetoder och/eller välgrundade bekämpningströsklar. Vi drar slutsatsen att en förväntat omfattande framtida odling av raps, åkerbönor, ärter och närbesläktade kål- och ärtväxter i Sverige, i ett förändrat klimat och med en begränsad tillgång till kemiska bekämpningsmedel, kommer att ställa växtskyddet inför stora utmaningar. För att möta dessa utmaningar kommer det krävas forskning som kan ta fram motståndskraftiga grödor, odlingssystem som missgynnar skadegörare samt kompletta strategier för integrerat växtskydd som kan hantera uppkomna skadegörarproblem genom behovsanpassad bekämpning med låg miljöbelastning.

Innehållsförteckning

1	Bakgrund till rapporten	10
1.1	Fokusgruppens syfte	10
1.2	Rapportens syfte och upplägg	10
1.3	Val av grödor	11
1.4	Val av skadegörare	13
2	Skadegörare i raps	16
2.1	Patogener	16
2.1.1	<i>Sclerotinia sclerotiorum</i> (Bomullsmögel)	16
2.1.2	<i>Plasmidiophora brassicae</i> (Klumprotsjuka)	18
2.1.3	<i>Verticillium longisporum</i> (Kransmögel)	20
2.1.4	<i>Leptosphaeria maculans</i> och <i>L. biglobosa</i> (Torröta)	21
2.1.5	Turnip Yellows Virus (TuYV)	23
2.2	Insekter	24
2.2.1	Blygrå rapsvivel (<i>Ceutorhynchus obstrictus</i>) och skidgallmygga (<i>Dasineura brassicae</i>)	24
2.2.2	Blåvingad rapsvivel (<i>Ceutorhynchus sulcicollis</i>) och fyrtandad rapsvivel (<i>Ceutorhynchus pallidactylus</i>)	26
2.2.3	Jordloppor (<i>Phyllotreta</i> spp.)	27
2.2.4	Kålmal (<i>Plutella xylostella</i>)	29
2.2.5	Lilla kålflugan (<i>Delia radicum</i>)	31
2.2.6	Rapsbagge (<i>Meligethes aeneus</i>)	33
2.2.7	Rapsjordloppa (<i>Psylliodes chrysocephala</i>)	34
2.3	Sniglar	36
3	Skadegörare i åkerbönor och ärter	38
3.1	Patogener	38
3.1.1	<i>Botrytis fabae</i> (Chokladfläcksjuka)	38
3.1.2	<i>Fusarium</i> spp. (<i>Fusarium</i> -rottröta)	40
3.1.3	<i>Phytophthora pisi</i> (<i>Phytophthora</i> -rottröta)	41
3.1.4	<i>Aphanomyces euteiches</i> (Ärtrottröta)	42
3.1.5	Pea Necrotic Yellow Dwarf Virus (PNYDV)	43
3.2	Insekter	44
3.2.1	Bönbladlus (<i>Aphis fabae</i>)	44
3.2.2	Bönsmyg (<i>Bruchus rufimanus</i>)	46
3.2.3	Ärtbladlus (<i>Acyrtosiphon pisum</i>)	47

3.2.4	Ärtvecklare (<i>Laspeyresia nigricana</i>)	49
4	Vilt	51
5	Ogräs	54
6	Diskussion	58
6.1	Grundläggande biologi	58
6.2	Resistensförädling	59
6.3	Odlingssystem	60
6.4	Integrerat växtskydd	61
6.5	Klimatförändringar	62
6.6	Slutsats	63
	Referenslista	65
	Tack	74

1 Bakgrund till rapporten

1.1 Fokusgruppens syfte

Denna kunskapssammanställning är framtagen inom en fokusgrupp för växtskydd i avbrottsgrödor som bildats inom Plattform växtskydd vid SLU. Kunskapssammanställningen är ett led i gruppens arbete med att utforma nya forskningsinitiativ och samarbeten. Fokusgruppens mål är att öka och främja kommunikationen mellan aktörer inom forskningen och jordbruksnäringen samt att identifiera viktiga kunskapsbehov inom växtskydd i avbrottsgrödor. Målet är även att hitta breda forskningsområden som kan engagera SLU-forskare med olika bakgrund och att etablera nya kontakter mellan olika ämnesområden inom växtskydd, samt med andra relevanta, relaterade ämnen.

1.2 Rapportens syfte och upplägg

Rapporten redogör för de främsta skadeorganismerna i tre viktiga avbrottsgrödor: raps, åkerbönor och ärter. I sammanställningen identifieras betydande kunskapsluckor som behöver fyllas om ett effektivt och hållbart växtskydd ska kunna uppnås i dessa grödor. Vidare redogör sammanställningen för skadeorganismer som kan komma att bli ett betydande problem i grödorna inom en snar framtid. Syftet med sammanställningen är att ge ett underlag för utveckling av nya forskningsinitiativ.

I sammanställningen presenteras biologi och problembild kort för varje skadegörare, varpå i nuläget tillgängliga växtskyddsåtgärder sammanfattas. Växtskyddsåtgärder delas in i förebyggande och direkta åtgärder. Varje avsnitt avslutas med kunskapsluckor och förslag på forskningsinriktningar som framtagits i diskussion med expertkontakter i och utanför fokusgruppen (se författarnas tack) och genom litteratursökningar från aktuell vetenskaplig litteratur.

1.3 Val av grödor

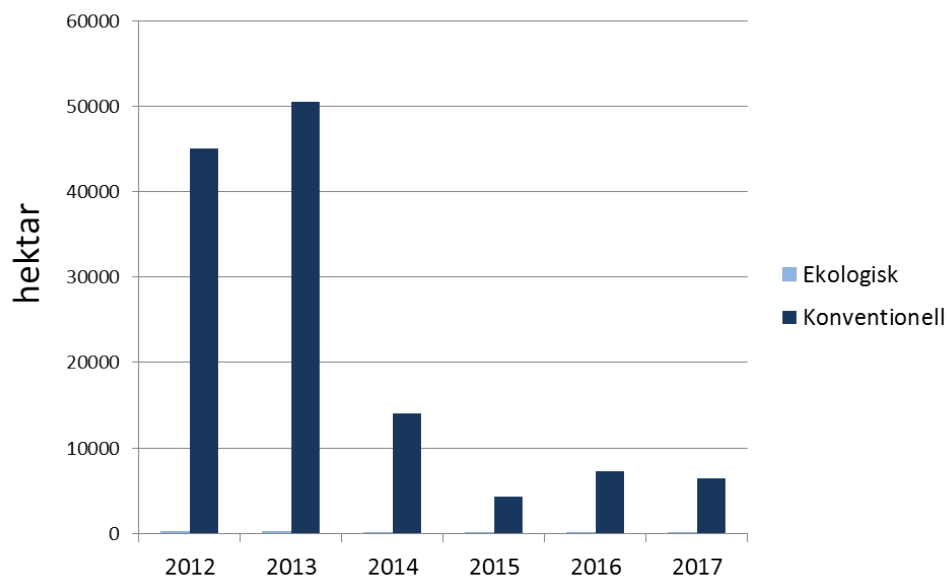
Grödorna som valts ut för denna sammanställning – raps, åkerbönor och ärter – är avbrottsgrödor av särskild arealmässig och ekonomisk relevans inom svensk växtodling. Bortsett från vall och spannmålsgrödor som dominerar svensk växtodling är höstraps, åkerbönor och ärter de arealmässigt största jordbruksgrödorna i Sverige (SCB 2018). Tillsammans utgjorde skördearealen för raps, åkerbönor och ärter drygt sex procent av den totala åkerarealen 2017 (SCB 2018). Raps, åkerbönor och ärter bryter i många fall av grödsekvenser som domineras av spannmål och de ger därför mer varierade växtföljder med friskare och mer högavkastande spannmålsgrödor (se t.ex. Lindén 2008). Samtidigt ger grödorna eftertraktade skördeprodukter i form av vegetabilisk olja och lokalt odlat protein. Ett ökande intresse och utökad produktionsareal för dessa grödor gör att även behovet av växtskydd i grödorna ökar.

Den totala odlingsarealen har under de senaste åren ökat för höstraps, åkerbönor och ärter, medan arealen av vårraps minskat kraftigt (Fig. 1-4). Både konventionell och ekologisk odling förekommer, men den ekologiska odlade andelen av arealen varierar mellan grödorna och 2017 uppgick den för höstraps till 8%, vårraps 2%, åkerbönor 37 % och ärter 13 % (SCB 2018).



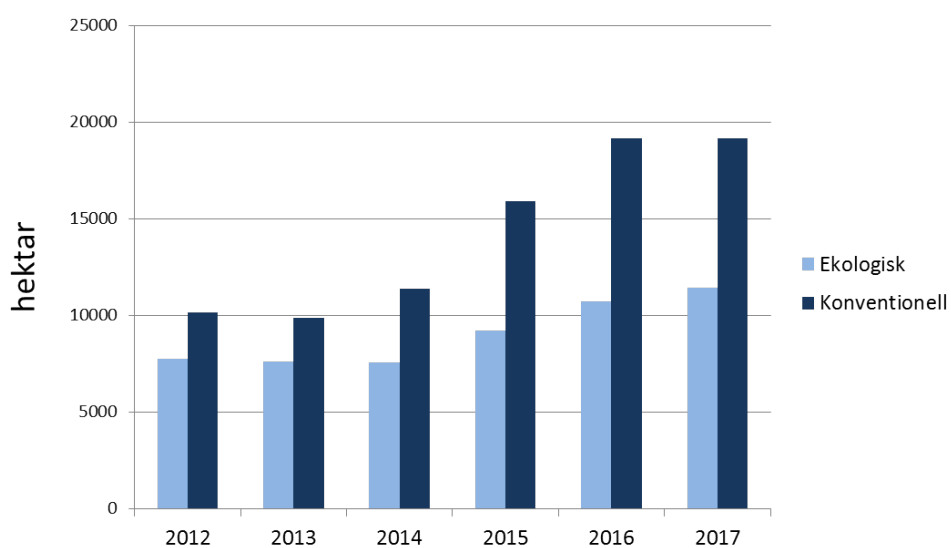
Figur 1. Skördearealer för höstraps i ekologisk (ljusblått) och konventionell (mörkblått) odling 2012-2017. Källa: SCB.

Skördearealer för våraps 2012-2017



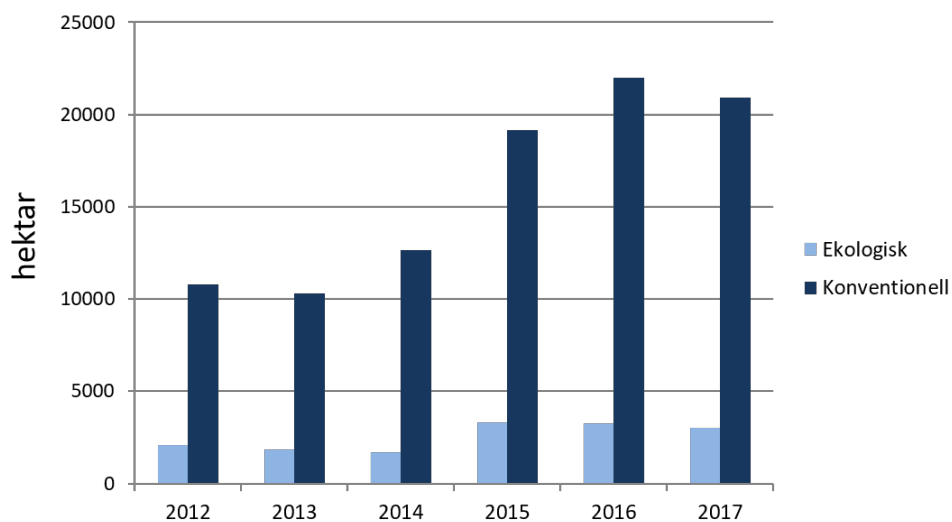
Figur 2. Skördearealer för våraps i ekologisk (ljusblått) och konventionell (mörkblått) odling 2012-2017. Källa: SCB.

Skördearealer för åkerbönor 2012-2017



Figur 3. Skördearealer för åkerbönor i ekologisk (ljusblått) och konventionell (mörkblått) odling 2012-2017. Källa: SCB.

Skördearealer för ärter 2012-2017



Figur 4. Skördearealer för ärter i ekologisk (ljusblått) och konventionell (mörkblått) odling 2012-2017. Källa: SCB.

1.4 Val av skadegörare

En förteckning över skadegörare i raps, åkerbönor och ärter har tagits fram genom diskussioner inom gruppen och material från Jordbruksverket (2015, 2018). Ett urval av skadegörare har därefter gjorts genom diskussioner inom fokusgruppen där gruppens medlemmar har fått lämna förslag på skadegörare som utgör särskilt angelägna växtskyddsproblem. Dessa förslag har diskuterats inom gruppen för att säkerställa att de viktigaste skadegörarna har inkluderats, och prioriteringar har gjorts givet sammanställningens tidsram (se Tabell 1 och 2).

Tabell 1. Förteckning över viktiga skadegörare i raps. De som prioriterats av fokusgruppen och ingår i sammanställningen är fetstilta.

Skadegörare	Grupp
Bomullsmögel	Patogen
Gråmögel	Patogen
Klumprotsjuka	Patogen
Kransmögel	Patogen
Kålbladmögel	Patogen
Kålmjöldagg	Patogen
Ljus bladfläcksjuka	Patogen
Svartfläcksjuka	Patogen
Torröta	Patogen
Turnip Yellow Virus	Patogen
Blygrå rapsvivel	Insekt
Blåvingad rapsvivel	Insekt
Fyrtandad rapsvivel	Insekt
Jordloppor	Insekt
Kålbladlus	Insekt
Kålbladstekel	Insekt
Kålfjäril	Insekt
Kålgallmygga	Insekt
Kålmal	Insekt
Lilla kålflugan	Insekt
Ludet ängsstinkfly	Insekt
Rapsbagge	Insekt
Rapsjordloppa	Insekt
Rapsfluga	Insekt
Rapsstjälkfluga	Insekt
Skidgallmygga	Insekt
Åkertrips	Insekt
Sniglar	Sniglar
Vilt	Vilt
Ogräs	Ogräs

Tabell 2. Förteckning över viktiga skadegörare i åkerböna och ärter. De som prioriterats av fokusgruppen och ingår i sammanställningen är fetstilta.

Skadegörare	Grupp	Åkerböna	Ärter
Bomullsmögel	Patogen		X
Bönbladmögel	Patogen	X	
Bönfläcksjuka	Patogen	X	
Bönrost	Patogen	X	
Chokladfläcksjuka	Patogen	X	
Fusarium-rotröta	Patogen	X	X
Gråmögel	Patogen		X
Pea Necrotic Yellow Dwarf Virus	Patogen		X
Phytophthora-rotröta	Patogen	X	X
Ärtbladmögel	Patogen		X
Ärtfläcksjuka	Patogen		X
Ärtmjöldagg	Patogen		X
Ärtrotröta	Patogen		X
Bönbladlus	Insekt	X	
Bönsmyg	Insekt	X	
Ärtbladlus	Insekt	(X)	X
Ärtgallmygga	Insekt		X
Ärttrips	Insekt		X
Ärtvecklare	Insekt		X
Ärtvivel	Insekt	X	X
Vilt	Vilt	X	X
Ogräs	Ogräs	X	X

2 Skadegörare i raps

2.1 Patogener

2.1.1 *Sclerotinia sclerotiorum* (Bomullsmögel)

Problembild

Sclerotinia sclerotiorum orsakar bomullsmögel på många tvåhjärtbladiga kulturväxter. Svampen gynnas av fuktig väderlek och kan vissa år orsaka mycket stora skördeförluster (Jordbruksverket, u.å.). Långlivade vilkroppar och en bred värdväxtkrets bland ogräs gör att svampen kan finnas kvar i marken mycket länge, även om mottaglig gröda inte odlas under denna tid (Twengström 1999). Bomullsmögel är en betydelsefull sjukdom i vårraps under nederbördsrika somrar, men med varierande angreppsgrad mellan olika år och områden (Twengström 1999). Höstrapsodlingen har de senaste åren tagit plats i områden med en historik av kraftiga bomullsmögelangrepp i vårraps och under år med tillräcklig fuktighet och temperaturer som generellt inte överstiger 20 °C kan angreppen bli betydelsefulla även i höstraps. Exempelvis blev angreppen 2016 och 2017 kraftiga i enskilda höstrapsfält i södra och mellersta Sverige (Blackert 2017).

Biologi och spridning

S. sclerotiorum överlever de perioder när ingen värdväxt finns tillgänglig i form av vilkroppar (sklerotier) i marken (Twengström 1999). Dessa vilkroppar kan fortfarande vara livsdugliga efter tio år. När det blir tillräckligt fuktigt och temperaturen i markytan överstiger 7-8 °C börjar vilkropparna gro och fruktkroppar (apothecier) bildas. Sporer sprids från fruktkropparna genom undertryck uppåt i beståndet och kan också spridas med vinden. Infektionen börjar ofta i ett bladveck där kronblad och andra blomdelar fastnar. DNA-analyser har visat att sporspridning sker innan

blomningen börjar (Almquist & Wallenhammar 2015), men i höstraps 2017 bidrog väderleksförhållandena till att sporspridningen ägde rum först när blomningen var avslutad. Fleråriga studier visar att med DNA-analys av blad kan behandlingsbehovet för ett fält identifieras (Wallenhammar et al. 2017). Norska undersökningar baserade på den svenska metodutvecklingen visar störst förklaringsgrad av angrepp (65 %) för DNA-förekomst i prov tagit vid full blom på tredje bladet (Ficke et al. 2018). Övriga värdväxter bland kulturgrödor är t.ex. ärter, bönor, klöver, potatis, solros och morötter. Särskilt ärter kan fungera som en brygga i växtföljden till angrepp i raps (Gunnarson 2018c). Även ogräs som målla, lomme, och baldersbrå kan bära smittan. Viktiga spridningsfaktorer är vind och växtföljd, men sporer kan även spridas med bin och andra blombesökande insekter. Spridningen på landskapsnivå är viktig eftersom att angreppen i höstraps visats vara större i fält med närhet till fält som tidigare varit angripna (Blackert 2017).

Växtskyddsåtgärder

Förebyggande

Förebyggande åtgärder inkluderar att undvika odling av oljeväxter eller andra mottagliga grödor oftare än vart 6:e år och att bekämpa spillraps och mottagliga ogräsarter (Blackert 2017, Jordbruksverket, u. å.).

Förebyggande åtgärder omfattar även att kontrollera angreppet i fältet, notera detta och använda information i riskvärdering vid kommande odling, samt att även ha koll på angrepp i angränsande odlingar (Blackert 2017).

Inga resistent sorter finns tillgängliga på marknaden, men skillnader i mottaglighet mellan sorter och förädlingslinjer har identifierats och möjligheterna för mer motståndskraftiga sorter undersöks, bland annat i Kina (t.ex. Gyawali et al. 2016).

Direkta

En rad fungicider med olika verkningsmekanismer kan användas för att behandla mot bomullsmögel i förebyggande syfte. Rekommenderad behandlingstidpunkt är senast i full blom. Med utvecklad spordetektion kan tidpunkten för sporspridning fastställas och med en sammanvägd bedömning av rådande klimat och grödans tillväxt kan tidpunkt för optimal behandling fastställas (pers. medd. Ann-Charlotte Wallenhammar).

Biologisk bekämpning i form av mikroorganismer har undersökts i drygt trettio år (sammanställning finns i Smolinska & Kowalska 2018). Exempel är stammar av *Bacillus subtilis*, som i Kina visat sig kunna minska angreppsnivån i raps med 50-70 % (Gao et al. 2014, Hu et al. 2014). Svampar i släktet *Trichoderma* parasiterar på *S. sclerotiorum* och minskar dess apothecieantal (Smolinska & Kowalska 2018),

men har hittills inte använts i Sverige. Den parasitiska svampen *Coniothyrium minitans*, klassad som lågriskmedel i EU, finns dock tillgänglig för biologisk bekämpning (Daniel & Hommes 2015), även i Sverige i produkten Contans.

Kunskapsbehov och forskningsinriktningar

Kunskap saknas om vilka isolat som finns i svenska fält, och om de skiljer sig åt i aggressivitet.

Sporerna sprids bland annat med vinden, och andra grödor samt många ogräs kan agera värdväxter. Utökad kunskap om hur landskapet och växtföljden styr populationsstorlekar och spridning är därför viktigt för att förutspå och motverka angrepp av sjukdomen.

Mer precisa och praktisk tillämpbara metoder för att fastställa bekämpningsbehovet behöver utvecklas.

2.1.2 *Plasmodiophora brassicae* (Klumprotsjuka)

Problembild

Klumprotsjuka orsakas av den jordbundna patogenen *Plasmodiophora brassicae* och är ett allvarligt och ökande problem i svensk rapsodling. *P. brassicae* kan orsaka klumprotsjuka i raps, rybs, kål, kålrot, rova och senap, och många ogräsarter i familjen Brassicaceae. Angreppen blir allvarligast på vattenhållande jordar, och börjar ofta i vattensjuka områden i ett fält. Det krävs mycket långa odlingsuppehåll, uppemot 20 år, för att bli av med patogenen om den finns i marken (Wallenhammar 1996). Den långa överlevnaden gör att angreppen byggs upp efterhand. Detta har visats i svenska långliggande försök där angrepp av klumprotsjuka var kraftiga efter tio omlopp med vårrens vart 4:e år i växtföljden (Jonsson et al. 2016).

Biologi och spridning

P. brassicae bildar vilsporor, som kan överleva i marken upp till 20 år. Livscykeln hos denna obligata biotrof karaktäriseras av två faser. Vilspororna omvandlas till zoosporer (rörliga sporer), och infekterar rothåren där den primära fasen sker. Den sekundära fasen äger rum i cortex och stele hos hypokotyl och rötter och associeras med både delning och förlängning av cellerna orsakade av förändringar i hormonbalansen i växten, och resulterar i svulstbildning. Infektionen styrs av markens egenskaper och klimatiska faktorer som pH, temperatur, och tillgång på fritt vatten. Mest gynnsam temperatur för infektionsförloppet är 18–25 °C, men infektion kan även ske vid betydligt lägre temperaturer (Jordbruksverket, u.å.).

Växtskyddsåtgärder

Förebyggande

Förebyggande åtgärder är det främsta sättet att motverka angrepp. Det är känt att kalcium-joner har stor betydelse för att hämma patogenens utveckling och i svenska försök har kalkkväve visats motverkat angrepp. Regelbunden kalkning är ett bra sätt att motverka att patogenen får fäste i ett fält. Vid höga smittonivåer är de flesta nu kända åtgärder verkningslösa. En gammal tumregel är att 5-6 år bör gå mellan odling av mottagliga grödor. En jordanalys för identifiering av förekomst av *P. brassicae* rekommenderas för att möjliggöra ett anpassat sortval (Wallenhammar et al. 2016). För att förhindra fortsatt uppförökning och spridning är det viktigt att bekämpa spillraps i ett tidigt skede, även klumprotresistent raps. Bekämpning av mottagliga ogräs som åkerkål, åkersenap, penningört och lomme är också viktigt. Korsblommiga fånggrödor, inklusive oljerättika, uppförökar klumprotsjuka. Dränering av vattensjuka områden är en ytterligare förebyggande åtgärd som rekommenderas (Jordbruksverket, u.å.). Gödsling med kitin har visats kunna minska sjukdomsnivån vid regelbunden applicering under ett flertal år (Daniel & Hommes 2015).

Det finns ett antal marknadssorter av höstraps med resistens mot sjukdomen. Att odla en resistent sort innebär dock att sjukdomen fortsatt uppförökas då sorterna angrips i viss mån. *P. brassicae* har dessutom brutit denna resistens på några platser i Skåne (Jordbruksverket, u.å.). Det är viktigt att kontrollera den resistenta rapsgrödan för att få en uppfattning om angreppsnivån.

Direkta

Ingen kemisk bekämpning finns att tillgå.

Kunskapsbehov och forskningsinriktningar

Växtförädling och sortresistens är särskilt intressanta forskningsinriktningar, givet avsaknaden av kemisk bekämpning mot sjukdomen. Sorternas resistens behöver karaktäriseras och ett samarbetsprojekt pågår om detta mellan HS Konsult och RISE (pers. medd. Ann-Charlotte Wallenhammar). Kunskap behövs om hur svenska isolat reagerar på de resistenta sorter som finns att tillgå. Det finns även behov av att förstå hur resistens kan samverka med andra odlingsfaktorer som näringstillgång. Exempelvis har en fransk studie visat att kvävenivån i marken kan påverka sortresistensen mot klumprotsjuka i raps (Laperche et al. 2017).

Det behövs också mer kunskap om art- och sortskillnader i mottaglighet för klumprotsjuka hos olika mellangrödor som oljerättika och vitsenap.

Om samodling av raps med andra växter kan minska angreppet på fält med låg smitta är en frågeställning som bör undersökas.

2.1.3 *Verticillium longisporum* (Kransmögel)

Problembild

Kransmögel finns i alla regioner med intensiv höstrapsodling. Främsta förekomsten är lokalt i Skåne och i Östergötland. Generellt är förekomsten svår att notera eftersom symptomen uppträder sent, vilket kan leda till att förekomsten av angrepp underskattas (pers. medd. Christina Dixelius).

Biologi och spridning

Svampen har inget sexuellt stadium och förväntas därför inte kunna utvecklas snabbt. Europeiska populationer av svampen är genetiskt snarlika. Klimatmässigt gynnas svampen av en varm december och en nederbördsrik maj (Dixelius 2017). Frekvent odling av höstraps, spillfrö, samt många korsblommiga ogräs ökar spridningen av kransmögel (pers. medd. Christina Dixelius). *V. longisporum* sammanblandas ofta med *V. dahliae* som inte angriper oljeväxter. Det är svampens vilsporor (mikrosklerotier) som ger problem för planering av växtföljden, eftersom de lätt kan spridas mekaniskt. Däremot finns inget som tyder på spridning genom frösmitta (Dixelius 2017).

Växtskyddsåtgärder

Förebyggande

Med hjälp av DNA-teknik går det att göra en viss riskvärdering av kransmögel genom analys av jordprover; gränsvärden behöver dock utvecklas. Det finns inga företag som i dagsläget erbjuder analyser av *Verticillium* i jord; förhoppningen är att det kommer inom en snar framtid (Dixelius 2017).

Växtföljden och markbearbetningen är viktiga redskap för att minska mikrosklerotiernas överlevnad i marken. Som med andra patogener är det viktigt att undvika olje- och kålväxter för ofta i växtföljden (5-6 års uppehåll rekommenderas). Spillraps och ogräs som kan uppföröka svampen bör kontrolleras. Aktivering av marklevande mikroorganismer genom t.ex. gröngödsling minskar också mikrosklerotiernas överlevnad (Daniel & Hommes 2015). Stråsåd och vall fungerar relativt bra som omväxlingsgrödor, medan potatis och ärter eventuellt kan hålla liv i smittan i marken (Atterwall 1994).

Toleranta sorter finns (Daniel & Hommes 2015), men det är svårt att utläsa ur den svenska sortprovningen vilka sorter som är mindre mottagliga. Det har dock funnits bättre sorter än dagens; ofta uteblir information om resistens mot kransmögel i sortbeskrivningen. Det finns resistens i accessioner av *B. oleracea*/*B. rapa*. Det är

viktigt att förädlarna får med sig egenskaperna i linjerna som utnyttjas för hybridframställning (pers. medd. Christina Dixelius).

Direkta

Det finns ingen kemisk bekämpning att tillgå. Kemisk bekämpning är mycket svår att utveckla, eftersom svampen är en markburen kärparasit, vilket gör den mycket svår att komma åt med fungicider (Atterwall 1994).

Kunskapsbehov och forskningsinriktningar

V. longisporum är en arthybrid, men det är oklar vilken svampart som har hybridiserat med *V. dahliae* för att ge upphov till den. Denna fråga är viktig eftersom sådan information kan beskriva de populationsskillnader som börjar ses på internationell nivå, och ökad kunskap om detta skulle kunna hindra att nya, skadliga arthybrider uppstår.

Resistensförädlingen bör utvecklas, och hänsyn bör tas inte bara till gener för resistens, utan även gener för mottaglighet, för utveckling av möjligheter till riktade mutationer av dessa (Dixelius 2017).

Ingen biologisk bekämpning finns tillgänglig på marknaden. Dock har bekämpning med mikroorganismer undersökts med viss framgång av t.ex. Rybakova et al. (2017) och potentialen för denna metod bör studeras mer.

2.1.4 *Leptosphaeria maculans* och *L. biglobosa* (Torröta)

Problembild

Torröta orsakas av svampen *Leptosphaeria maculans* (tidigare *Phoma lingam*) och *L. biglobosa*. Sjukdomen är framförallt ett problem i södra Sverige, men förekommer även i norra Götaland och mellersta Sverige. Alla växter inom familjen Brassicaceae kan angripas. Svåra angrepp, kallade rothalsröta, orsakas av *L. maculans* och är ovanliga. Rothalsröta orsakar liggbildning och brådmognad och har ofta kopplats samman med frysskador eller förekomst av andra patogener som *Verticillium* spp. *L. biglobosa* orsakar mindre allvarliga angrepp som ger fläckar på stjälkarna men sällan leder till stjälbrytning

Biologi och spridning

Skörderester anses vara den viktigaste smittkällan. På skörderesterna bildas såväl sexuella fruktkroppar (pseudothecier) som asexuella pyknidier. Därifrån sprider sig svamparna både med vindburna, sexuellt producerade askosporer och med asexuella konidier, som sprids med regnstänk. Askosporerna är av störst betydelse för primärfektionen och långväga spridning, medan konidierna är viktiga för spridning

inom fältet. Bildningen av båda sportyperna gynnas av hög luftfuktighet, och regn gynnar spridningen av konidier inom fältet. Växten är som mest mottaglig för infektion vid ett- till tvåbladsstadiet, eller i samband med någon typ av mekanisk skada.

L. maculans och *L. biglobosa* kan även spridas med frön, men den utsädesburna smittan anses vara av mindre betydelse än den från skörderester. Eventuellt kan det finnas geografiska skillnader i virulens hos svampen, vilket gör att man bör vara försiktig vid import av utsäde för att undvika introduktion av nya, mer virulenta varianter.

Växtskyddsåtgärder

Förebyggande

Det är generellt stor variation i känslighet för *L. maculans* mellan olika sorter, men skillnader mellan de sorter som saluförs i Sverige är dåligt kända. Resistensen är inte stabil för *L. maculans*, utan bryts lätt genom skadesvamparnas evolution. Eftersom skadade plantor angrips lättare är det också viktigt att grödans allmäntillstånd är gott (Bousset et al. 2018). En varierad växtföljd med minst 4 år mellan oljeväxtgrödor och noggrann nedbrukning av växtrester rekommenderas, även om svampens askosporer kan spridas långa sträckor (West et al. 2001).

Direkta

Kemisk bekämpning rekommenderas i allmänhet inte, och behandling med fungicider har gett varierande resultat. En anledning till variationen kan vara att det är svårt att avgöra en lämplig tidpunkt för behandling. Variationen kan också bero på förekomst och fungicidkänslighet hos *L. maculans* jämfört med *L. biglobosa* (Huang et al. 2011), där den senare påvisar lägre fungicidkänslighet.

Möjligheten att använda biologisk bekämpning har undersökts med olika typer av strategier. Skörderester har behandlats med svamparna *Cyathus striatus* eller *C. olla*, vilket kan minska inokulumproduktionen (Tewari et al. 1997). Bakterien *Pae-nibacillus polymyxa* har visat sig kunna hämma tillväxten hos *L. maculans*, både på växter och på skörderester (Kharbanda et al. 1999).

Kunskapsbehov och forskningsinriktningar

Inventeringar av utbredning och skadebild för *L. maculans* och *L. biglobosa* saknas och är viktiga för att bättre förstå problemen och utveckla lämpliga motåtgärder. Problemen med torröta förväntas bli större med mildare klimat, vilket gör att sjukdomen kan komma att öka i betydelse i framtiden.

Växtförädling för bättre och mer stabil motståndskraft mot torröta är viktigt. Skillnader i angrepp mellan sorter för speciellt den mindre allvarliga formen av torröta orsakad av *L. biglobosa* behöver utredas närmare.

2.1.5 Turnip Yellows Virus (TuYV)

Problembild

TuYV är ett virus som drabbar höstoljeväxter världen över (Stevens et al. 2008). Kunskapen om virusets förekomst och betydelse i Sverige är dock begränsad (Sigvald 2005). Infekterade plantor uppvisar symptom som lätt kan förväxlas med näringsbrist eller stress, som röd- eller guldfärgning av bladen (Stevens et al. 2008). Infekterade plantor kan få minskad tillväxt, mindre bladyta, färre skott och färre antal frön per balja (Jay et al. 1999). Skördenedsättningen i infekterade fält har uppmätts vara 11-26% (Jay et al. 1999).

Biologi och spridning

Viruset överförs till nysådda rapsplantor på hösten av bladlöss, främst persikbladlusen (*Myzus persicae*). Flera vanliga ogräs som lomme, baldersbrå och våtarv är alternativa värdväxter för TuYV och dessa kan ha betydelse som smittkällor (Sigvald 2005). Milda höstar gynnar bladlössen som sprider TuYV (Stevens et al. 2008).

Växtskyddsåtgärder

Förebyggande

Genom att undvika tidig sådd minskar risken för hög bladlusförekomst i den nysådda grödan (Jordbruksverket, u.å.).

Resistensegenskaper har identifierats (Dreyer et al. 2001). Kommersiellt tillgängliga höstrapssorter som är resistent mot TuYV finns i t.ex. Storbritannien (se t.ex. www.tuyv.co.uk) och under 2018 provades resistent sorter i den svenska sortprovningen (pers. medd. Karl-Oskar Andersson).

Direkta

Den direkta bekämpningen riktas mot bladlössen som sprider viruset. Förekomsten av persikbladlus räknas i sugfällor och resultaten kan ge vägledning om lämplig bekämpningstidpunkt, men bekämpningströskel saknas (Jordbruksverket, u.å.). Bekämpning med sprutning försvåras av att lössen sitter på undersidan av bladen och att persikbladlusen uppvisar resistens mot de pyretroider som är registrerade för bekämpning i Sverige (Jordbruksverket, u.å.). Betning av raps med neonikotinoiden tiametoxam har tidigare gett ett visst skydd, medan diamiden cyantraniliprol, som

förväntas ersätta betning med neonicotinoider i Sverige (Gunnarson 2018b) inte är effektiv för kontroll av persikbladlus eller spridningen av TuYV i raps (Conrad et al. 2018).

Kunskapsbehov och forskningsinriktningar

Förståelsen av virusets förekomst, geografiska utbredning, årsvariation och skördepåverkan i Sverige i dagsläget och i ett förändrat klimat behöver öka.

Sugfällfångster kan indikera lämpliga tidpunkter för bekämpning av bladlöss som sprider TuYV, men bekämpningströskel och effektiva bekämpningsmetoder för persikbladlus behöver utvecklas.

2.2 Insekter

2.2.1 Blygrå rapsvivel (*Ceutorhynchus obstrictus*) och skidgallmygga (*Dasineura brassicae*)

Blygrå rapsvivel

Problembild

Blygrå rapsvivel förekommer allmänt i oljeväxter och har sin främsta negativa påverkan genom att möjliggöra angrepp av skidgallmygga. De två skadegörarnas starka koppling gör att Jordbruksverkets rekommendationer för bekämpning och växtskyddsåtgärder avhandlar båda arter samtidigt. Bekämpningströskeln för skidgallmygga hänvisar till densamma för blygrå rapsvivel. Ofta är bekämpningseffekten mot rapsviveln under 50 % (Jordbruksverket, u.å.). Populationerna av den blygrå rapsviveln har ökat de senaste åren (Gunnarsson 2016), framförallt i södra Sverige, men under 2018 var problemen större i Mellansverige (pers. medd. Alf Djurberg).

Biologi och spridning

Blygrå rapsvivel har en generation per år, och den övervintrar som fullbildad i det övre markskiktet i till exempel skogskanter utanför fälten. Blygrå rapsvivel förekommer i raps från och med att blomningen börjar. Äggen läggs i skidorna från skidsättningens början, och den fullvuxna larven gnager sig ut ur skidan för att förpupas i jorden. Gnaghål vid födosök och äggläggning kan utnyttjas av skidgallmyggan för att lägga ägg i skidorna.

Växtskyddsåtgärder

Förebyggande

Mycket forskning på framtagande av motståndskraftiga sorter genom införelse av resistensegenskaper från vitsenap har utförts i Kanada, där motståndskraftigt material tagits fram som avkastar nästan lika mycket som kommersiella sorter (se sammanställning i Hervé 2018).

Blygrå rapsvivel är värd till minst 31 arter av parasitoider, varav åtminstone tre arter förekommer i Sverige, och jordlöpare kan också äta rapsviveln, men det är osäkert i vilken utsträckning (Williams 2010).

Direkta

Kemisk bekämpning finns, med tröskel baserad på antalet vivlar per planta (Jordbruksverket, u.å.). Bekämpning görs i blomning, vilket utgör ett potentiellt problem; allmänt rekommenderas stor återhållsamhet med insekticidbekämpning i blommande raps för att inte skada pollinatörer, samt naturliga fiender som begränsar skadedjurspopulationernas tillväxt (Williams 2010, Gunnarson 2016, EPPO 2017, Jordbruksverket, u.å.). Det är svårt att få god effekt vid bekämpning; risken är stor att man istället skadar parasitsteklar och andra nyttodjur, vilket kan leda till större problem kommande år (pers. medd. Alf Djurberg).

Kunskapsbehov och forskningsinriktningar

En ökad förståelse för landskapets roll i den blygrå rapsvivelns populationsdynamik är nödvändig för att förstå bakomliggande orsaker till ökningarna. Utöver detta behövs en ökad förståelse av samspelet med de många naturliga fienderna, samt kunskap om hur detta samspel påverkas av kemisk bekämpning.

Skidgallmygga

Problembild

Skidgallmyggan angriper rapsens skidor och kan orsaka stora skador. Gallmygglarverna äter på rapsfrön i skidan och förorsakar att skidorna öppnar sig före skörd och släpper kvarvarande frön. Under flera årtionden har skidgallmyggan, med få undantag, orsakat mycket begränsade skador, men under de senaste åren har den utgjort ett stort problem. Betydande och ibland svåra angrepp har observerats framförallt i Skåne.

Biologi och spridning

Utan påverkan från andra skadeinsekter lägger skidgallmyggan sina ägg i små späda skidor hos raps. Dock kan den även utnyttja gnaghål från den blygrå rapsviveln för

äggläggning i skidorna. Detta möjliggör för skidgallmyggan att angripa rapsskidorna under längre tid (Åhman 1987, Stephansson och Åhman 1998). Angreppen av skidgallmygga blir oftast störst i fältkanter eftersom skidgallmyggan inte sprider sig över långa avstånd (Jordbruksverket, u.å.). Vid betydande angrepp sker spridning successivt in i större delar av fältet.

Växtskyddsåtgärder

Förebyggande

Skidgallmyggan är värd för ett stort antal parasitoider som förekommer i stora delar av Europa, inklusive Sverige (Williams 2010). Eftersom skidgallmyggan övervintrar i jorden i det rapsfält där den utvecklades, kan jordbearbetning efter skörd troligen ha potential att minska utkläckningen. Detta kan emellertid även påverka parasitoider som också övervintrar i fältet. Att hålla avstånd från föregående års rapsfält bör vara en god förebyggande åtgärd eftersom skidgallmyggan har mycket begränsad spridningsförmåga (Panahi 2018).

Direkta

Bekämpningströsklar anges inte för skidgallmyggan, då det inte finns några praktiskt användbara övervakningsmetoder för denna art (Nilsson 2009). Tröskeln byggs istället på antalet blygrå rapsvivel och det är mot dessa som bekämpning sätts in.

Kunskapsbehov och forskningsinriktningar

Skidgallmyggans potential att orsaka skador i frånvaro av blygrå rapsvivel är inte helt klarlagd och behöver utredas närmare.

Avsaknaden av effektiva metoder för att inventera förekomsten av skidgallmyggan utgör ett allvarligt hinder för att utarbeta och tillämpa en integrerad växtskyddsstrategi för denna skadegörare (Nilsson 2009). Utveckling av feromonfällor för att detektera förekomst av skidgallmyggor pågår vid SLU, men denna kunskap behöver sedan vidareutvecklas med bekämpningströsklar och kontrollåtgärder.

2.2.2 Blåvingad rapsvivel (*Ceutorhynchus sulcicollis*) och fyrtandad rapsvivel (*Ceutorhynchus pallidactylus*)

Problembild

Arterna orsakar märke-skador i oljeväxter, främst höstoljeväxter (Ekbohm 1996). Risken för allvarlig skada på grödan benämns allmänt som liten (Jordbruksverket, u.å., Ekbohm 1996). Båda arterna har sina största förekomster och största risken för skador

i den norra delen av odlingsområdet; norra Götaland och Svealand (Jordbruksverket, u.å.). Utöver direkta skador kan larvernas skador öppna upp för svampinfektioner (Ekbom 1996).

Biologi och spridning

Inflygning av blåvingad rapsvivel sker under september till fält med höstoljeväxter, där viveln sedan övervintrar. Fyrtandad rapsvivel övervintrar utanför fälten, och inflygningen sker under april och början av maj, följt av äggläggning. Äggläggning sker på blad och bladskäft tidigt på våren. Larven äter sig in till stjälkarnas märke, där de födosöker fram tills de borrar sig ut från stjälken för att förpupas i marken (Jordbruksverket, u.å.).

Växtskyddsåtgärder

Förebyggande

Det bästa förebyggande försvaret mot vivlarna är åtgärder som gynnar plantorna, eftersom friska och välmående plantor kan tolerera relativt starka märengrepp (Ekbom 1996).

Det finns minst en parasitstekelart i Sverige som endast har fyrtandad rapsvivel som värdjur. Parasiteringsgraden på larver av fyrtandad rapsvivel har uppmätts till ca 50 % (Nilsson 2006).

Direkta

Kemisk bekämpning i form av pyretroider finns tillgänglig, men tröskel saknas och bekämpningsbehovet har hittills bedömts som litet (Jordbruksverket, u.å.). Bekämpningen bör ske på hösten eller tidigt på våren, innan äggläggning (Ekbom 1996).

Kunskapsbehov och forskningsinriktningar

Förhållandet mellan inflygningar, larvskador och skörd behöver studeras närmare eftersom det är oklart vilka förekomster av vivlar som leder till betydande skörde-nedsättningar.

Betydelsen av naturliga fiender, speciellt för den blåvingade rapsviveln, kan utredas närmare.

2.2.3 Jordloppor (*Phyllotreta* spp.)

Problembild

Våroljeväxter är hårdast drabbade av jordloppor, främst olika arter av *Phyllotreta*. Varmt och soligt väder kan på kort tid ge kalätta våroljeväxter i groddplantstadiet

(Jordbruksverket, u.å.). Angreppen blir svårast under varma och torra vårar eftersom plantorna då växer långsamt, samtidigt som det varma vädret gynnar jordloppornas aktivitet (Ekbom 2005).

Biologi och spridning

De olika arterna har liknande livscyklar. Fullbildade, övervintrade jordloppor kommer fram i april-maj, för att sedan leta upp fält med oljeväxter. Jordlopporna kan under varma dagar flyga avsevärda sträckor för att hitta lämpliga fält. I det utvalda fältet gnager de på plantorna och parar sig (Ekbom 2005). Äggen läggs i marken, nära plantan. Larverna livnär sig på rötterna och den nya generationen börjar kläckas i början av augusti (Jordbruksverket, u.å.). Nykläckta, fullbildade jordloppor gnager på kålväxter under sensommaren och tidig höst, dessa senare skador har dock ingen ekonomisk betydelse. De förflyttar sig sedan till skyddade övervintringsplatser, t.ex. under löv, växtrester, jordkokor eller i grästuvor (Ekbom 2005).

Många naturliga fiender finns. Mikroorganismer, t.ex. protozoer och nematoder, kan påverka fortplantning och överlevnad under vinterhalvåret. Parasitsteklar från familjerna Braconidae och Ichneumonidae lägger ägg i nykläckta jordloppor under sensommaren, varpå larven följer med under övervintringen, för att sedan döda jordloppan under våren (Ekbom 2005). Det är okänt i vilken utsträckning parasitoiderna påverkar födointaget hos den parasiterade jordloppan så länge den är vid liv (Ekbom 2010). Generalistiska predatorer, såsom jordlöpare, guldögonsländor, bärfisar och vargspindlar, har observerats äta jordloppor i fält. Eftersom jordloppor är förhållandevis tidiga skadegörare i vårraps kan de vara en viktig födokälla för dessa generalistiska predatorer under en period när andra byten är sällsynta (Ekbom 2010).

Växtskyddsåtgärder

Förebyggande

Ingen insektsresistent rapssort finns för närvarande tillgänglig på marknaden (Hervé 2018). Tre generella inriktningar har undersökts för att ta fram resistent alternativ: introduktion av transgener i rapsgenomet (t.ex. endotoxiner från *Bacillus thuringiensis*, och försvarssubstanser från andra grödor som påverkar insektens matsmältningssystem), exploatering av naturlig resistens som redan finns i genomet, och införelse av resistens från andra *Brassica*-arter. När det gäller resistens hos andra arter har vitsenap (*Sinapis alba*) visat potential som resistenskälla mot jordloppor (Hervé 2018).

En rekommendation är att få till en snabb och jämn uppkomst, till exempel genom höstharvning och grund sådd (Jordbruksverket, u.å.). Direktsådd och högre utsädesmängd ger mindre angrepp (Doddall et al. 1999, Doddall & Stevenson 2005).

En svensk studie visade lägre skadenivå vid tidigare sådd i försök utförda under två år (Lundin et al. 2018a), men det finns även exempel på nordamerikanska studier där senarelagd sådd gav lägre angrepp av jordloppor (Carcamo et al. 2008).

Skadedjurstätheterna kan vara för höga för att det ska gå att förlita sig på att naturliga fiender kan hålla tätheterna nere. För att motverka detta problem och ge fördelen åter till de naturliga fienderna föreslår Ekbom (2010) en modell där oljevästodling uppehålls under ett år på ett stort område. Om åtgärder samtidigt tas för att gynna de naturliga fienderna under detta uppehållsår, kan det vid odlingens återupptagning nästkommande år finnas goda förutsättningar för låga skadedjurstätheter och samtidig god tillgång på naturliga fiender, som kan hålla jordloppornas antal nere. Frågan är dock hur realistisk en sådan modell skulle vara i svensk vårrapsodling.

Direkta

Olika preparat med entomopatogena svampar (*Beauveria bassiana*, *Metarhizium brunneum*), nematoder (*Steinernema feltiae*) och bakterier (*Burkholderia* sp.) har framgångsrikt använts mot jordloppor i fältförsök i Nordamerika (Briar et al. 2018).

Kemisk bekämpning med pyretroider finns tillgänglig; riktvärdet är att bekämpningen görs då gnagskadorna utgör mer än 30 % av hjärtbladens yta (Jordbruksverket, u.å.).

Kunskapsbehov och forskningsinriktningar

Möjligheterna till ökad växtresistens mot jordloppor, speciellt genom införsel av resistens från närbesläktade arter, kan undersökas vidare.

Man bör undersöka de underliggande orsakerna till jordloppornas årsvariation, där populationsstorlekarna verkar styras av mer än bara väderförhållanden.

Ekbom (2010) föreslår att de generalistiska predatorernas påverkan bör undersökas närmre, eftersom de har god potential att hålla nere jordloppetätheterna.

Möjligheterna för bekämpning av jordloppor med biologiskt verkande preparat, t.ex. nematoder eller svampar, kan undersökas för svenska förhållanden.

Potentialen för utveckling av resistens mot pyretroider behöver övervakas.

2.2.4 Kålmal (*Plutella xylostella*)

Problembild

Hittills har kålmalen endast drabbat våroljeväxter, framförallt genom gnagskador på skidorna. Betydande skördepåverkan förekommer bara under år med massförekomst. Detta har sedan mitten av 1940-talet inträffat vid fem tillfällen, varav tre är efter 1995.

Biologi och spridning

De senaste massförekomsterna har uppstått genom fjärrtransport av malen via ostliga och sydostliga vindar (Jordbruksverket, u.å.). Malen kan på så vis förflyttas upp till 30 mil per dygn (pers. medd. Albin Gunnarson). Övervintring sker endast undantagsvis under svenska förhållanden. När kålmalen anlant i fältet sker äggläggning på undersidan av bladen och på bladskäften. Larven kan livnära sig på flera korsblommiga växter, t.ex. raps, rybs, olika sorters kål, kålrot, rättika, rova och pepparrot (Nehlin & Mörner 1991). Den förpuppas efter 3-4 veckor, och puppan kläcks efter ytterligare ett par veckor. Fullbildade fjärilar och larver förekommer samtidigt. (Jordbruksverket, u.å.).

Växtskyddsåtgärder

Förebyggande

Eftersom förekomsten i Sverige är väderberoende, och delvis även beroende av väder- och odlingsförhållanden på platser i östra Europa är prognoser svåra att utforma.

Globalt finns 135 arter av parasitoider som har kålmalen som värd, men de flesta av dessa har evolverat under tropiska eller subtropiska förhållanden (Dodd & Mason 2010). Ett antal palearktiska arter har emellertid noterats som betydelsefulla parasitoider i Europa, inklusive norra Europa (Furlong et al. 2013). På många platser i kålmalens utbredningsområde utgör parasitoider och naturliga fiender en viktig faktor i kontrollen av malens populationsstorlek (Furlong et al. 2013, Gurr et al. 2018).

Direkta

Biologisk bekämpning finns i form av *Bacillus thuringiensis* (Nehlin & Mörner 1991) men är i Sverige endast registrerad för användning i trädgårdsodling.

Kemisk bekämpning med pyretroider finns tillgänglig, men tröskel saknas (Jordbruksverket, u.å.) och internationellt sett uppvisar kålmalen bred resistens mot insekticider (Hervé 2018). Vid såväl biologisk som kemisk bekämpning måste preparatet nå bladundersidorna för att ha främsta verkan (Nehlin & Mörner 1991), även om en del larver kan finnas mer lättåtkomliga i plantornas övre delar.

Kunskapsbehov och forskningsinriktningar

Växtskyddsåtgärder kan underlättas om det finns en beredskap för eventuella angrepp, t.ex. genom internationell samverkan och prognosutveckling tillsammans med de länder varifrån kålmalen blåser in.

Det är oklart vilken roll parasitoider och andra naturliga fiender spelar för att kontrollera angrepp i Sverige,

2.2.5 Lilla kålflugan (*Delia radicum*)

Problembild

Larverna hos denna art angriper rötterna hos kål- och oljeväxter, men även korsblommiga ogräs. I våroljeväxter får angreppet framförallt betydelse vid torr väderlek. Angrepp i höstoljeväxter kan påverka övervintringen. Arten har inte tidigare ansetts vara en allvarlig skadegörare i den svenska oljeväxtodlingen, men omfattande skador under 2014 i framförallt västra Götalands län och delar av Mälardalen har lett till ökat fokus på denna skadegörare. Ökande skador de senaste åren har också uppmärksammat på höstraps i Skåne (Jordbruksverket, u.å.).

Biologi och spridning

Övervintring sker i puppstadiet i marken och den vuxna flugan kläcks vanligtvis fram i maj. Äggläggning görs i jorden, nära rothalsen. Generationen som övervintrar är liten; nästkommande generation är huvudgeneration, med populationstopp i slutet av juli. Om sensommaren är varm kan en tredje generation förekomma, det är denna som då kan lägga ägg i höstraps. Detta har bland annat observerats i Skåne, lokalt under 2013 och mer utbrett under 2014 (Jordbruksverket, u.å.).

Växtskyddsåtgärder

Förebyggande

D. radicum hanteras främst genom förebyggande åtgärder. Jordbruksverket rekommenderar att undvika tidig sådd i höstraps (Jordbruksverket, u.å.). Andra förebyggande åtgärder är att begränsa odlingen av mottagliga grödor i växtföljden, att förstöra skadade rötter direkt efter skörd, och att hålla avstånd till andra fält där kålväxter odlas samma eller tidigare år (Daniel & Hommes 2015).

Det finns flera naturliga fiender som angriper lilla kålflugan, till exempel stekeln *Trybliographa rapae* och kortvingen *Aleochara bilineata*. Hos den senare äter adulterna ägg och larver av flugan, och larverna är parasitoider på kålflugans puppor (Williams 2010); deras roll som både parasitoid och predator på kålflugan gör dem därför särskilt intressanta. *T. rapae* har relativt långsam förökning och är främst intressant för att reglera populationstoppar från år till år. Honor av *T. rapae* attraheras av växtdofter från den angripna plantan och attraktionen föreslås bli extra stark om det finns lämpliga födokällor för honorna själva i närheten (Nilsson et al. 2012).

Så kallade push-pull-metoder för att hantera flugan är under utveckling i bland annat Frankrike, där dimetyl-disulfid (repellerande, *push*) och kinakål (fångstgröda, *pull*) visat potential i detta syfte att minimera kålflugans skador i broccoliodlingar (Lamy et al. 2017).

Direkta

Insektspatogena nematoder (*Steinernema feltiae*) har testats med framgång i europeiska fältförsök inriktade på trädgårdsodling av kålväxter (Daniel & Hommes 2015)

En kombination av bevarandebiologisk bekämpning, d.v.s. att utnyttja de naturliga fiender som finns tillgängliga i naturen, t.ex. genom skalbaggsåsar, och att tillsätta fler naturliga fiender, t.ex. insektspatogena svampar, kan ge en förhöjd biologisk bekämpning av lilla kålflugan. Det finns dock risker att den insektspatogena svampen då även angriper andra naturliga fiender som angriper flugan, såsom jordlöpare och parasitoider (Rännbäck 2015). Detta har dock endast testats för trädgårdsodling av kålväxter.

Kemisk bekämpning rekommenderas inte eftersom förekomsten är svårbedömd och det därmed är svårt att bestämma lämplig tid för bekämpning. Det finns dessutom i nuläget inga effektiva preparat, vare sig för betning eller för behandling i fält. Om nya betningsmedel kommer behöver dessa utvärderas i fältförsök. Övrig insektsbekämpning bör behovsanpassas för att så gott som möjligt skona naturliga fiender (Jordbruksverket, u.å.).

Kunskapsbehov och forskningsinriktningar

En EU-finansierad fokusgrupp om IPM i raps och andra *Brassica*-grödor fastställde 2015 att bekämpning av *D. radicum* kräver utveckling av nya metoder, särskilt med tanke på att kemisk bekämpning inte är ett alternativ (Daniel & Hommes 2015). Bland annat föreslogs vidareutveckling av ”insektssäkra staket”, som skulle kunna fungera bättre än insektsnät, eftersom de släpper in naturliga fiender. Dessa har exempelvis testats mot *D. radicum* i kålrot (Meadow & Johansen 2005) och rädisodling (Siekmann & Hommes 2007), med viss framgång. De behöver dock bli lättare att använda om det ska vara ett gångbart alternativ i jordbruket.

Nilsson et al. (2012) föreslår att samodling av värdväxter (i det här fallet raps) och blommande växter som bovete skulle kunna göra parasitstekeln *T. rapae* mer effektiv, eftersom de då inte behöver röra sig mellan olika platser för att hitta både mat till sig själva och lämpliga ägglägningsplatser. Hur blomsterremсор och skalbaggsåsar kan leda till förbättrad biologisk bekämpning behöver dock utredas mer.

2.2.6 Rapsbagge (*Meligethes aeneus*)

Problembild

Rapsbaggen förekommer i korsblommiga grödor under hela säsongen, och drabbar våroljeväxter särskilt hårt, med kraftigaste angreppen i norra Götaland och delar av Svealand. Allvarligast blir angreppen på små späda plantor, i tidigt knoppstadium. Angreppen kan bli betydande vid varmt väder (Jordbruksverket, u.å.). Exempelvis var angreppen i höstraps unikt kraftiga i Mellansverige under den varma våren 2018.

Biologi och spridning

Rapsbaggarna övervintrar utanför åkermark, som fullbildade individer. När temperaturen på våren ökar till 12-15 grader påbörjas inflygningen till oljeväxtfält, där äggen läggs i knoppar. Larverna utvecklas i knopparna, och förpuppning sker sedan i marken (Jordbruksverket, u.å.). Skalbaggarna äter på olika vilda och odlade växter, särskilt arter inom eller närbesläktade till *Brassica*. Det är de fullbildade rapsbaggarna som orsakar skador, genom att äta av knopparna, medan larverna, som äter på ståndarknapparna, generellt inte orsakar några skador (Nilsson 1995). Skellern et al. (2017) visade att mängden raps som odlats i landskapet föregående år korrelerade positivt med mängden rapsbaggar som anlände i ett fält. Väderfaktorer såsom vindriktning och vindhastighet tycks dock vara viktigare.

Växtskyddsåtgärder

Förebyggande

Det finns flera naturliga populationsbegränsande faktorer. Det finns till exempel ungefär 10 arter av parasitsteklar som lägger ägg i rapsbaggelarver. Parasiteringsgraden är kraftigt varierande, ibland kan mer än hälften av larverna vara angripna. Under puppfasen i marken infekteras arten av svampar och bakterier, och 70-90% av pupporna kan angripas och dödas (Nilsson 1995). Jordlöpare är också en viktig grupp av naturliga fiender i raps som äter rapsbaggelarver, men deras preferens för rapsbaggelarver jämfört med andra byten varierar från art till art (Williams et al. 2010).

Direkta

Kemisk bekämpning finns. Pyretroidresistens förekommer dock, med vissa undantag, i hela utbredningsområdet, särskilt i områden med mycket rapsodling (Riggi et al. 2015). På senare år görs årliga resistenstester på rapsbaggar i Sverige; i dessa undersöks även andra preparatgrupper än pyretroider. Sena rapsbaggebekämpningar

bör undvikas eftersom de skadar rapsbaggens naturliga fiender (Jordbruksverket, u.å.).

Kunskapsbehov och forskningsinriktningar

Inga insektsresistenta rapssorter finns. Hervé & Cortesero (2016) påvisade viss skillnad i mottaglighet för rapsbagge mellan några olika rapsgenotyper, men ingen genotyp kunde klassas som resistent. Eftersom sortresistens är ett grundläggande verktyg i integrerat växtskydd är undersökningar av möjligheterna till framtagande av just resistent sorter en viktig väg framåt (Hervé 2018). Att screena och/eller förädla genotyper som producerar flyktiga ämnen som är repellerande för rapsbaggar framhävs av Mauchline et al. (2017) som en av de mest lovande vägarna framåt.

Förutsättningar för push-pull-strategier för rapsbaggar finns testade i flera studier (frånstötande ämnen i form av t.ex. botaniska oljor och tilldragande ämnen i form av t.ex. kemiska ämnen från värdväxten) men har inte testats tillsammans, d.v.s. både frånstötande och tilldragande ämnen i samma studie (Eigenbrode et al. 2016). En fördel med att utveckla denna kombination av flera kontrollmetoder är att metoderna var för sig har relativt svag effekt, och därför är risken låg för resistensselektion hos skadedjuret (Mauchline et al. 2017). Det behövs studier för att anpassa detta för större produktionsenheter och för lokala förhållanden.

Förutsättningarna för att använda just doftämnen för att fånga eller dra bort rapsbaggar från grödan har nyligen sammanställts av Mauchline et al. (2017). I artikeln går författarna igenom möjligheterna för sådan kontroll i olika stadier i rapsbaggens livscykel. En kunskapslucka som lyfts är exempelvis vilka möjligheter som finns att hitta ett aggregationsferomon eller dylikt som kan möjliggöra utveckling av fällor för att fånga rapsbaggar på väg till övervintring, och därmed begränsa den övervintrande populationen.

Det finns ett behov att uppdatera bekämpningströsklarna för rapsbaggar eftersom det är troligt att moderna sorter som ger kraftigare plantor som odlas med lägre planttätheter gör bestånden mindre känsliga för angrepp.

2.2.7 Rapsjordloppa (*Psylliodes chrysocephala*)

Problembild

Rapsjordloppa angriper korsblommiga växter och har främst betydelse i höstoljeväxter. Den förekommer främst i södra Sverige och på Gotland. Larvskadorna är allvarligast, eftersom dessa kan försämra grödans vinterhärdighet (Rufelt 1995). Angreppen har en tydlig periodicitet om 6-7 år. Södra Sverige har sett stora populationer de senaste åren; den senaste toppen i Skåne kom 2014 (Gunnarson 2017a). I Mellansverige finns sällan behov av bekämpning (Jordbruksverket, u.å.).

Biologi och spridning

Rapsjordloppan kläcks i början av juni. Den lämnar efter en kortare tid med näringsgnag kläckningsfältet för att gå i sommarvila. Att den går i sommarvila istället för vintervila är en egenskap som skiljer denna art från andra jordloppor (Gunnarson 2017a).

I augusti och september söker den sig till höstoljeväxtodlingar. Äggläggning görs i jorden nära värdväxtens stjälk. Nykläckta larver äter sig in i bladskafat där de övervintrar. Efter vintern söker sig larverna sedan in i plantans stjälkar, oftast i den nedre delen. (Jordbruksverket, u.å.).

Växtskyddsåtgärder

Förebyggande

Sex arter av parasitoider har observerats i larverna (Ferguson et al. 2010). Jordlöpare kan eventuellt vara naturliga fiender för rapsjordloppa, men det är oklart om de kommer åt att äta äggen i jorden, samt om de äter fullbildade larver när dessa lämnar rapsplantan för förpuppning (Williams et al. 2010).

Direkta

I Schweiz tillsätts i ekologisk rapsodling ibland kisel, som stärker plantans försvar mot angrepp av rapsjordloppa (Daniel & Hommes 2015).

Kemisk bekämpning och riktvärden för denna finns, men begynnande pyretroidresistens har noterats på flera håll i Skåne (Jordbruksverket, u.å., EPPO 2017).

Kunskapsbehov och forskningsinriktningar

Förhållandet mellan inflygningar, larvskador och skörd behöver studeras närmare eftersom det är oklart vilka insektsförekomster som leder till betydande skördenedsättningar.

Man kan undersöka om rybs kan fungera som fångstgröda eftersom den är mer attraktiv för rapsjordloppan än raps (EPPO 2017), t.ex. genom att utsädet blandas med 2 % rybs (Nilsson 2010).

Resistens mot pyretroider bör övervakas och följas upp kontinuerligt.

Utöver detta behöver nya betningsmedels effekt undersökas.

2.3 Sniglar

Problembild

Sniglar, främst åkersnigel *Deroceras reticulatum*, är ett återkommande problem som kan orsaka stora skador vid etableringen av höstraps (Jordbruksverket 2017a). Skadorna ökar i samband med minskad jordbearbetning (Glen et al. 2003). De största angreppen ses i västra delarna av landet, där det generellt är mer nederbörd vilket gynnar förekomsten av sniglar (Jordbruksverket 2017a).

Biologi och spridning

Följande avsnitt om sniglarnas biologi bygger på uppgifter hämtade från South (1992) och Jordbruksverket (2017a). Sniglar är hermafroditer, vilket innebär att varje individ är tvåkönad. De brukar fortplanta sig genom parning men självbefruktnings förekommer också. De runda äggen är vita eller genomskinliga och har en diameter på några millimeter. Äggen läggs vanligtvis i grupper. Sniglar har en kraftig produktion av slem som fungerar som ett skyddande lager på huden och hjälper till att minska avdunstning. Slemmet är också ett viktigt skydd mot fiender. Sniglar är känsliga mot uttorkning och gynnas av fuktigt väder. Mikroklimatet är viktigt. Det kan vara idealiskt för sniglar under ett halmtäcke, även om det ovanför täcket är fullt solsken och stark vind. Sniglarna är generalister och äter många olika växter, men trivs bäst i grödor som erbjuder en fuktig miljö, som vallgrödor, höstoljeväxter och ärter.

Växtskyddsåtgärder

Förebyggande

Sandiga och lätta jordar ger vanligen mindre snigelproblem (Jordbruksverket 2017a).

All typ av markbearbetning innan sådd, men speciellt plöjning, missgynnar sniglar (Glen et al. 2003). Även fint såbruk, och vältning efter sådd om såbruket är grovt, missgynnar sniglarna (Glen et al. 2003).

Förfrukten spelar roll. Om förfrukten är vall, ärter eller åkerböna är det mycket växtmassa kvar, vilket gör att det blir fuktigt och därmed bättre förutsättningar för sniglarna (Jordbruksverket 2017a).

När det gäller naturliga fiender är en del jordlöpare predatorer på framförallt ägg och juvenila sniglar (t.ex. Symondson et al. 1996, El-Danasoury & Iglesias-Piñeiro 2017). Detta kan exempelvis utnyttjas för att stöta bort sniglar genom att använda luktämnen från jordlöparna, som verkar fränstötande på sniglarna (Bursztyka et al.

2016). Anläggning av obrukade fältkanter kan gynna sniglarnas naturliga fiender, men även sniglarna (Eggenschwiler et al. 2013).

Direkta

Det finns ett tillgängligt nematodpreparat (Nemaslug), som dock är dyrt och därför främst används i trädgårdsgrodor (Jordbruksverket 2017a).

Sniglar kan bekämpas både konventionellt och ekologiskt med järnfosfatmedel (Jordbruksverket 2017a). Prognoser kan göras med hjälp av snigelfällor; i raps är tröskeln en snigel per fälla och dag (Jordbruksverket, u.å.).

Kunskapsbehov och forskningsinriktningar

Det finns kunskapsluckor om grundbiologin hos olika snigelarter, och hur dessa eventuellt skiljer sig åt vad gäller t.ex. hur vintertåliga de är. Det behövs även kunskap om deras livscyklar.

Bättre prognosmetoder behöver tas fram, t.ex. genom utveckling av enklare och mer effektiva snigelfällor. Möjligheten att prognosticera angreppen genom detektion av sniglar i jordprov tagna i förfrukten kan utredas.

Möjligheterna att utnyttja naturligt förekommande naturliga fiender, såsom jordlöpare, för kontroll av sniglar skulle kunna utredas för svenska förhållanden.

3 Skadegörare i åkerbönor och ärter

3.1 Patogener

3.1.1 *Botrytis fabae* (Chokladfläcksjuka)

Problembild

Botrytis fabae är vanlig i områden där regelbunden odling av åkerböna sker. Ett angrepp kan börja under försommaren, men symtomen på chokladfläcksjuka syns först under blomningen. Om sjukdomsutvecklingen är långsam (vilken den oftast är) har den mindre betydelse för skörden, men i fält med högt infektionstryck kan den vid varmt och fuktigt väder gå över i en aggressiv fas. Detta leder till tidigt bladavfall och nedvissning, med betydande skördebortfall som följd (Jordbruksverket, u.å.).

Biologi och spridning

Svampen sprids främst med luftburna sporer, där smittkällan är växtrester av åkerböna från tidigare angrepp (Harrison 1979). Vid fuktiga förhållanden bildas sporer som lätt sprids med vinden, framförallt till närliggande fält men även längre avstånd. Om växtresterna inte brukas ned efter skörd ökar därför sjukdomstrycket påföljande år i närliggande odling av åkerböna (Jordbruksverket, u.å.).

Växtskyddsåtgärder

Förebyggande

Förebyggande åtgärder mot chokladfläcksjuka är att hålla ordentligt uppehåll mellan bönor i växtföljden (6-8 år), att plöja ned smittade skörderester för att undvika spridning med vinden till omgivande fält påföljande år, och att undvika insådd i

åkerböna för att motverka vindspridning av sporer från skörderester till omgivningen påföljande år (Jordbruksverket, u.å.). Låg planttäthet och brett mellan såraderna föreslås också som förebyggande åtgärder (Karkanis et al. 2018).

Olika sorter har olika mottaglighet för angrepp från *B. fabae* (Sillero et al. 2010, Holmberg 2013, De Ron 2015), men hittills har ingen total resistens rapporterats (Sillero et al. 2010). Vissa skillnader i mottaglighet för chokladfläcksjuka finns i de sorter som odlas i Sverige, där angreppen i brokblommiga sorter generellt är något lägre än i vitblommiga sorter (se Hagman et al. 2018). Mottagligheten tycks kunna samspela med abiotiska faktorer som temperatur (Bouhassan et al. 2007), och sorter som visar på stabil resistens över flera olika miljöförhållanden är därmed särskilt intressanta för förädling (Villegas-Fernandez et al. 2009). Linjesorter har identifierats som kan ge kombinerad resistens mot chokladfläcksjuka, bönrost och bönfläcksjuka (Villegas-Fernández et al. 2011, Maalouf et al. 2016).

Samodling med spannmål har visat sig kunna minska angreppsnivån av chokladfläcksjuka i Etiopien (Agegnehu et al. 2008, Sahile et al. 2008) och i ett flertal länder med medelhavsklimat (Fernández-Aparicio et al. 2011). I svenska fältförsök med samodling kunde inte någon minskad angreppsnivå påvisas vid samodling med vårvete, men samodling av olika sorter av åkerböna (där sorterna hade olika mottaglighet) visades kunna ge en angreppsnivå som är lägre än medelvärdet för de enskilda sorterna (Carlsson 2016). Det gick dock inte att utreda om detta var ett resultat av att den mer mottagliga sorten fick ökad resistens tack vare den mindre mottagliga sorten, eller om den mindre mottagliga sorten helt enkelt dominerade blandningen. I en annan svensk studie med samodling av åkerböna och majs påvisades dock signifikant lägre nivåer av chokladfläcksjuka i samodlade led jämfört med åkerböna i renbestånd (Stoltz et al. 2018).

Direkta

Isolat av *Trichoderma viride*, *T. harzianum* och *Bacillus subtilis* har visats kunna minska problemen med chokladfläcksjuka i åkerböna, i såväl växthus- som fältförsök (Mbazia et al. 2016).

Kemisk bekämpning finns, men trösklar saknas.

Kunskapsbehov och forskningsinriktningar

Karkanis et al. (2018) framhåller i sin litteratursammanställning att framtagandet av resistent sorter är en viktig väg framåt för utvecklingen av integrerat växtskydd i åkerböna, och specificerar vilka genotyper som visat god resistens mot *B. fabae*.

Det vore värdefullt att ta fram en bekämpningströskel eller andra typer av beslutsstöd, som prognoser eller riskindex, som kan användas för att bedöma behovet av bekämpning mot chokladfläcksjuka.

3.1.2 *Fusarium* spp. (*Fusarium*-rotträta)

Problembild

Angrepp av *Fusarium* spp. i svensk bön- och ärtodling har mindre betydelse än ärtrotträta och *Phytophthora*-rotträta, som är de övriga rotträtor som ingår i den här sammanställningen. Till skillnad från de senare som främst orsakar problem under våta förhållanden, kan *Fusarium*-rotträta förekomma även om det är varm och torr väderlek.

Biologi och spridning

Fusarium spp. bildar sporer som kan leva länge i jorden. När fröet gror stimuleras även svampens sporer att gro. Sjukdomen uppträder ofta fläckvis i fälten, framförallt vid varmt och torrt väder när plantorna blir stressade. (Jordbruksverket 2017b).

Växtskyddsåtgärder

Förebyggande

Förebyggande åtgärder är att ha bra växtföljd och djup jordbearbetning för att minska markpackningen. Odling bör också ske på väl-dränerade fält. (Jordbruksverket 2017b).

Direkta

Kemisk och biologisk behandling av utsädet motverkar primärangreppet men skyddar inte mot senare infektion (Jordbruksverket 2017b). Biologiska betningspreparat finns tillgängliga på marknaden; i Sverige finns Cedress registrerat för ärtodling. I dessa utnyttjas den naturliga jordbakterien *Pseudomonas chlororaphis* biofungicida egenskaper (pers. medd. Mariann Wikström).

Kunskapsbehov och forskningsinriktningar

En fråga som inte utretts tillräckligt är om det finns något samband mellan *Fusarium*-angrepp och grobarhet i åkerböna.

3.1.3 *Phytophthora pisi* (*Phytophthora*-rotträta)

Problembild

Sjukdomen drabbar både åkerböna och ärter, och har framförallt uppmärksammats i södra Sverige upp till Västergötland och Östergötland. Det är oklart om den förekommer i andra delar av landet. Sjukdomen kan vara mycket allvarlig och orsaka skördeförluster på över 50 % (Jordbruksverket, u.å.).

Biologi och spridning

Denna oomycet gynnas av fuktig väderlek och blöta markförhållanden, och överlever som vilkroppar i marken. Hur länge vilkropparna överlever är okänt, men troligtvis handlar det om många år. Uppförökningen av smitta beror på hur ofta mottagliga grödor odlas i växtföljden, och hur stora angreppen varit (Jordbruksverket, u.å.).

Växtskyddsåtgärder

Förebyggande

Växtföljden bör ha minst 6 år mellan ärtgrödorna, och odlingen bör ske på väl-dränerade fält. På fält med svårdränerade jordar bör längre tid gå mellan odling av ärtgrödorna (Jordbruksverket, u.å.). Jordprov bör tas i god tid innan sådd, för test av eventuell förekomst av *P. pisi*; provtagning går till på liknande sätt som jordprovtagning för analys av ärtrotträta (*Aphanomyces euteiches*) och finns kommersiellt tillgänglig i Sverige (pers. medd. Mariann Wikström).

Mottagligheten för angrepp varierar mellan olika sorter. I fältförsök har åkerbönsorterna Tattoo, Julia och Gloria visat sig vara mindre känsliga (Jordbruksverket 2013).

Direkta

De enda hittills kända åtgärderna mot denna patogen är förebyggande.

Kunskapsbehov och forskningsinriktningar

Eftersom *P. pisi* fortfarande är relativt nyupptäckt (arten beskrevs 2013) saknas fortfarande mycket grundläggande kunskap om dess biologi, utbredningsmönster, överlevnadsmöjligheter i marken, och vilka möjligheter som finns för resistensförädling. Sorter bör testas mer ingående för eventuella skillnader i mottaglighet.

Heyman et al. (2013) lyfter särskilt vikten av kunskap om eventuella samspel med andra patogener, då särskilt andra rotträtor, och förståelse om i vilken grad olika patogener bidrar till det totala skördebortfallet vid saminfektion.

3.1.4 *Aphanomyces euteiches* (Ärtrotträta)

Problembild

Ärtrotträta är den allvarligaste sjukdomen på ärter i Sverige. Den drabbar främst ärter, men även vicker, gul sötväppling, lusern och *Phaseolus*-bönor som brytbönor och bruna bönor. Angreppen gynnas av fuktig väderlek och blöta markförhållanden, samt lågt kalciumtal och lågt pH. Sjukdomen förekommer i hela landet och kan ge betydande skördeföruster. Vid starka angrepp kan sjukdomen ge totalförlost.

Biologi och spridning

Denna oomycet överlever som vilsporor i marken. Sporererna kan finnas kvar i ett fält i minst 15 år, i tillräcklig mängd för att orsaka ett angrepp. Uppförökningen av *A. euteiches* beror på hur ofta mottagliga grödor odlas i växtföljden, och på de tidigare angreppens storlek (Jordbruksverket, u.å.).

Växtskyddsåtgärder

Förebyggande

Förebyggande åtgärder är en växtföljd som har minst 6 år mellan ärtgrödorna, och att ha väl-dränerade fält (Jordbruksverket, u.å.). Det enda sättet att undvika allvarliga skador är att inte odla ärter på fält med högt smittotryck. Jordprov kan tas och analyseras för att försäkra sig om detta. Två typer av test finns. Det mer traditionella är ett väl utarbetat biotest i växthus; detta har mycket god detektionsnivå. Detektionsnivån för nyare, DNA-baserade tester behöver förbättras; arbete pågår för att åstadkomma detta (se t.ex. Gangneux et al. 2014).

Odling av sanerande mellangrödor och grön gödsling med olika senapsarter kan minska smittotrycket i marken (Hossain et al. 2014).

Det finns sorter som är mer resistent mot angrepp. Forskning som ska öka kunskapen för bättre resistensförädling mot ärtrotträta pågår bland annat i Frankrike (t.ex. Desgroux et al. 2016, Desgroux et al. 2018).

Direkta

De biologiska betningspreparatet Cedress (se *Fusarium*-rotträta) har i ett fåtal försök visats ha effekt mot ärtrotträta (pers. medd. Mariann Wikström).

Kunskapsbehov och forskningsinriktningar

Mer forskning behövs med mål att ta fram kommersiella sorter med resistens mot ärtrotträta.

Verkningsgraden för biologisk betning behöver undersökas ytterligare och en bättre förståelse av verkningsmekanismen behövs innan rekommendationer kan ges.

3.1.5 Pea Necrotic Yellow Dwarf Virus (PNYDV)

Problembild

Symptom på PNYDV utgörs av hoprullade, gulnande blad och förkrympta plantor. Viruset sprids med bladlöss: främst ärtbladlus (*Acyrtosiphon pisum*), men även bönbladlus (*Aphis fabae*). Första rapporten om förekomst av detta nanovirus i Europa kom 2010, från Tyskland (Grigoras et al. 2010), men det har funnits i Afrika sedan länge. Viruset orsakade stora problem i Tyskland och Österrike 2016. Viruset angrep då ärter, åkerböna och vicker, men upptäcktes inte på t.ex. klöver eller lupiner. I Sverige vet vi inte hur stor förekomsten är. Viruset är endast upptäckt i ett prov, från Findus, i Helsingborg. Bristen på övriga upptäckta förekomster beror dock troligen på att ingen specifikt har letat efter det (pers. medd. Anders Kvarnheden).

Biologi och spridning

Det finns fortfarande väldigt lite kunskap om virussjukdomar, och just detta virus har det inte forskats mycket på i Europa. Det finns dock en risk för ökade problem eftersom det förekommer i Tyskland, som klimatmässigt liknar södra Sverige. Mildare vintrar och varmare klimat passar viruset bättre.

Viruset är upptäckt även i vicker (Gaafar et al. 2016), dock visar vicker inga symptom. Möjligen skulle viruset kunna finnas i andra, icke odlade, växter som inte heller visar symptom, men som kan vara viktiga för virusets överlevnad och spridning till grödor (pers. medd. Anders Kvarnheden).

Växtskyddsåtgärder

Såväl förebyggande som direkta åtgärder mot PNYDV riktar sig för närvarande mot de tänkbara vektorerna, ärtbladlus och bönbladlus. För detaljer, se information om dessa skadegörare i sammanställningen.

Kunskapsbehov och forskningsinriktningar

Kunskap om såväl virusets biologi, spridning, samt dess förekomst i Sverige är mycket bristande, och kartläggning av detta behövs för att bättre förstå problembilden.

3.2 Insekter

3.2.1 Bönbladlus (*Aphis fabae*)

Problembild

Bönbladlus angriper åkerböna, sockerbeta och potatis. Utöver detta är flera örtogräs värdväxter. Angrepp är vanligast i södra Sverige, och kan ge stora skördeförluster (Jordbruksverket, u.å.). Skadorna får störst omfattning när växten är i blom- och baljsättningsstadiet. Dessutom är *A. fabae* vektor för över 30 virussjukdomar (Ekbom 2012).

Biologi och spridning

Bönbladlusen värdväxlar under året. Den vanligaste vintervärden är benved, men även olvon och schersmin kan fungera som vintervärdar. Äggen läggs i barksprickor eller intill knoppar. De första bladlössen som kommer fram på våren är vinglösa honor som fortplantar sig partenogenetiskt. En enda hona kan föda upp till 120 ungar. Efter ett par generationer på vintervärden utvecklar större delen av bladluspopulationen vingar och flyttar vidare till sommarvärdar. Utvecklingen från nyfödd nymf till vuxen bladlus tar 7-18 dagar, beroende på den omgivande temperaturen. Frammot hösten föds både hanar och honor som flyttar till vintervärden, där de parar sig och honorna lägger ägg för övervintring (Ekbom 2012). Bönbladlusen lokaliserar *V. faba* bland annat genom lukt (Webster 2012). Bönbladlusen kan förekomma i mutualism med myran *Lasius niger*, som skyddar den mot angrepp från predatorer. Detta kan markant öka bladlusens populationsstorlek och dess påverkan på grödan (Styrsky & Eubanks 2007).

Växtskyddsåtgärder

Förebyggande

Bönbladlusen tenderar att kolonisera främst fältkanterna och därför kan odling i fält med stor yta relativt kantlängden förebygga större angrepp (Stoddard et al. 2010).

Danska försök har visat att samodling av åkerböna med spannmål minskar angreppen av bönbladlus och detta beror troligtvis på att åkerbönplantorna blir svårare för bladlössen att lokalisera i samodlade bestånd (Hansen et al. 2008).

Sen sådd anses öka risken för allvarliga angrepp av bönbladlus i tempererade klimat eftersom plantorna då kan drabbas av allvarliga angrepp vid ett tidigare utvecklingsstadium (Stoddard et al. 2010).

Olika sorter av åkerböna har olika mottaglighet för angrepp av *A. fabae* (Hansen et al. 2008, Meradsi & Laamari 2016). Det är dock oklart hur det ser ut bland de sorter som odlas i Sverige idag.

Naturliga fiender till bönbladlusen är vanliga i jordbruksfält. Parasitoider spelar exempelvis en viktig roll i den naturliga kontrollen av bönbladlusen (Karkanis et al. 2018). Karkanis et al. (2018) nämner i sin litteratursammanställning parasitoiden *Lysiphlebus fabarum* (naturligt förekommande i Sverige) som en särskilt intressant naturlig fiende till bönbladlusen, och som potentiellt viktig för biologisk bekämpning av denna. Ett svenskt forskningsprojekt pågår för att undersöka om naturliga fiender till bönbladlus kan gynnas genom anläggning av blomremсор vid åkerbönfält (Lundin et al. 2018b).

Insektspatogena svampar från gruppen Entomophthora kan orsaka upp till 70 % dödlighet bland kolonier av bönbladlusen, men dessa svampar är beroende av såväl fuktiga förhållanden som hög bladlustäthet och kan sällan hålla bladlusantalet så pass lågt att ekonomiska förluster undviks (Ekbom 2012a).

Växtresistens och biologisk bekämpning mot bönbladlus kan samverka negativt. Växthusförsök har visat att sorter med lägre mottaglighet för angrepp kan ge sämre förutsättningar för biologisk bekämpning, eftersom de naturliga fiendernas tillväxt kan hämmas av att bladlössens näringsvärde minskar (Shannag & Obeidat 2008).

Direkta

Botaniska oljor, t.ex. från pepparmynta och pulejmynta, är giftiga för *A. fabae*, men om de används bör de sättas in innan eventuella naturliga fiender (t.ex. nyckelpigor) eftersom dessa också påverkas starkt negativt av oljorna (Kimbaris et al. 2010).

Kombinationer av biologisk bekämpning har utforskats, t.ex. har den entomopatogena svampen *Lecanicillium muscarium* i kombination med nyckelpigan *Adalia bipunctata* i växthusförsök visats minska bladlusantalet på *V. faba* mer än vad som förväntades givet respektive organisms bekämpningspotential. *A. bipunctata* verkade undvika svampinfekterade bladlöss och kombinationen av nyckelpigan och svampen tycktes därför ge en synergistisk minskning av bladluspopulationens tillväxt (Mohammed 2018).

Kemisk bekämpning finns och ett riktvärde för bekämpning är 10-15% angripna plantor (Jordbruksverket, u.å.).

Kunskapsbehov och forskningsinriktningar

Skillnader i mottaglighet för bönbladlus bland de sorter som för närvarande odlas i Sverige, samt möjligheterna till ökad växtresistens kan undersökas.

Möjligheten till direkt bekämpning med fysikaliskt (t.ex. oljor) eller biologiskt verkande preparat i fält kan också utredas.

3.2.2 Bönsmyg (*Bruchus rufimanus*)

Problembild

De senaste åren har angrepp av bönsmyg, som troligen kommit till Sverige med importerade bönor, observerats i åkerbönor, framförallt i Skåne och Västra Götalands län. Den ökande odlingen av åkerböna gör att bönsmygen blivit en betydande skadegörare. Värdiväxterna är åkerböna, andra bönsorter, ärter och lupiner (Jordbruksverket, u.å.).

Biologi och spridning

Skalbaggen har troligen en generation per år. Den övervintrar som fullvuxen, antingen frilevande eller i bönor. De frilevande individerna övervintrar exempelvis under trädbark eller i förna. De vuxna djuren lämnar vintervilan på sensåren och livnär sig på pollen och nektar, men kan också äta blad och blommor. Bönsmygen kan observeras i åkerbönor i samband med blomningen, eller något tidigare. Honorna lägger ägg på baljorna och larverna borrar sig genom baljorna efter kläckning, och in i fröna där de utvecklas till fullbildade insekter. Bönsmygen kan spridas till nya platser både genom utsäde och genom kolonisering från fjolårets fält (Jordbruksverket, u.å.).

Växtskyddsåtgärder

Förebyggande

Förebyggande åtgärder är att försäkra sig om att utsädet är fritt från bönsmyg, och att sådd undviks nära tidigare angripna fält (Jordbruksverket, u.å.).

Samodling med andra grödor tycks inte minska angreppsnivån (Roubinet 2016). I ett polskt försök observerades en något lägre mängd skadade frön i åkerböna samodlad med *Phacelia*, men endast under ett par av försökets år. Författarnas slutsats var att samodling i slutändan inte hade någon betydelsefull påverkan på angreppsnivån (Wnuk 2010).

Försök i Polen, Tjeckien och Egypten har visat att olika bönsorter skiljer sig åt i såväl motståndskraft som attraktivitet för äggläggande honor (Kaniuczak 2004, Ebadah et al. 2006, Szafirowska 2012, Seidenglanz & Huňady 2016). Generellt har man funnit högre angrepp i tidigblommade och storfröiga sorter, men inga tydliga skillnader i angrepp mellan vit- och brokblommiga sorter (Seidenglanz & Huňady 2016, Carillo-Perdomo et al. 2019). I Sverige odlas i dagsläget ingen av de sorter som testades i studierna.

Det finns parasitsteklar som angriper både ägg och larver, och äggen kan ibland ätas av ett rovkvalster, men väldigt lite information finns om förekomst och betydelse av dessa naturliga fiender (Ekbom 2012b).

Direkta

Bekämpning med entomopatogena svampar (t.ex. *Beauveria bassiana*) har testats i Egypten och visats ge ett visst skydd (Sabbour & E-Abd-El-Aziz 2007). Botaniska oljor har testats som ett möjligt bekämpningsmedel, och det finns exempel där dessa har visats fungera fränstötande på bönsmygen (Roubinet 2016).

Kemisk bekämpning finns, men bekämpningströskel saknas (Jordbruksverket, u.å.).

Kunskapsbehov och forskningsinriktningar

Bönsmygens livscykel för svenska förhållanden skulle kunna undersökas närmare. Till exempel saknas kunskap om vinteröverlevnad i Sverige, och tidpunkt för invintring.

Bönsmygens spridning behöver utredas närmare, särskilt hur viktig spridning via utsäde är jämfört med spridning från föregående års odlingar. Om spridning av utsädet är viktigt bör metoder för behandling av utsädet mot bönsmyg, t.ex. genom värmebehandling, utformas.

Det behöver klargöras vilka angreppsnivåer som krävs för att ge betydande problem i utsäde, foder och livsmedel.

Skillnader i mottaglighet för bönsmyg bland de sorter som för närvarande odlas i Sverige, samt möjligheterna till ökad växtresistens kan undersökas.

Betydelsen av naturligt förekommande fiender, och möjligheterna till bevarandebiologisk bekämpning, skulle också behöva utredas.

3.2.3 Ärtbladlus (*Acyrtosiphon pisum*)

Problembild

Ärtbladlusen förekommer på de flesta baljväxter, men har en preferens för ärter. Den kan orsaka stora skador, framförallt i södra Sverige, medan allvarliga angrepp sällan förekommer i Mellansverige (Jordbruksverket, u.å.). Som exempel på bladlössens påverkan kan nämnas att odlingen av ärter på ekologisk fokusareal har minskat betydligt när kemisk bekämpning av bladlöss ej längre är tillåten, eftersom bladlössen helt kan förstöra grödan (pers. medd. Gunilla Berg). Ärtplantan är som känsligast för angrepp under blomning och tidig balsättning. Ett angrepp leder till minskad tillväxt och kvävefixering, och mindre antal baljor. Ärtbladlusen kan även agera

vektor för ett flertal virussjukdomar (Bommarco 1993), se t.ex. Pea Necrotic Yellow Dwarf Virus i denna sammanställning.

Biologi och spridning

Vingade löss anländer i ärtfälten sent i maj eller tidigt i juni. De föder sedan levande ungar utan parning (partenogenes), varpå ärtbladlössen suger näring från blad och baljor, främst högt upp på plantan. Bladlusen övervintrar som ägg på fleråriga baljväxter, såväl vilda som odlade, t.ex. klöver, lucern och gökärt (Jordbruksverket, u.å.). Populationsutvecklingen är kraftigt väderberoende, där regn kan minska tillväxten och varmt väder ökar den (Bommarco 1993).

Växtskyddsåtgärder

Växtskyddsåtgärder mot ärtbladlus är också i praktiken det som utgör skydd mot patogener som PNYDV, för vilka bladlusen är vektorer.

Förebyggande

En förebyggande åtgärd är att så ärterna tidigt (Jordbruksverket 2016).

Inga resistenta sorter finns tillgängliga. Källor till resistens är under utredning, men arbetet är i ett tidigt skede (t.ex. Aznar-Fernández & Rubiales 2018).

Flera naturliga fiender finns. Exempelvis kan flyttblomflugan (*Episyrphus balteatus*), som är en av Sveriges vanligaste blomflugor, i sitt larvstadium äta hundratal bladlöss per individ (Leroy et al. 2010).

Samodling med vete (som verkar repellerande på ärtbladlössen) kombinerat med utsläpp av E- β -farnesen (en komponent i bladlössens stressferomoner) minskade bladlustätheterna i ett belgiskt experiment (Xu et al. 2018).

Direkta

Blomflugan *Episyrphus balteatus* har testats för sin potential för tillsättande biologisk bekämpning mot ärtbladlöss i bl.a. Belgien, där forskarna kunnat inducera äggläggning hos vuxna flugor, för att sedan placera ut äggen i fält. Studiens resultat var lovande, då 15 utplacerade ägg kunde leda till eliminering av 500 bladlöss (Leroy et al. 2010). I praktiken skulle effektiv kontroll av bladlustätheter dock kräva stora mängder utplanterade ägg, och den praktiska tillämpningen är oklar.

Endofytiska svampar kan ge plantan ökat skydd mot angrepp. Möjligheterna att behandla utsädet (åkerböna) med sådana svampar har testats och visats kunna avsevärt minska populationstillväxten hos ärtbladlus (Akello & Sikora 2012).

Precis som för *A. fabae* är botaniska oljor, t.ex. från pepparmynta och pulejmynta, giftiga för *A. pisum* och skulle kunna användas, men behöver då sättas in innan eventuella naturliga fiender, eftersom dessa också påverkas negativt av oljorna (Kimbaris et al. 2010).

Betning med vitaminen tiamin har visats verka repellerande på ärtbladlusen, och minska dess fortplantning i grödan (Hamada & Jonsson 2013, Hamada et al. 2018).

Kemisk bekämpning finns, men den kan ha otillräcklig effekt på löss som sitter gömda inne i knopparna (Jordbruksverket, u.å.). Bekämpningströsklar finns (Jordbruksverket 2018).

Kunskapsbehov och forskningsinriktningar

Förutsättningarna för naturliga fiender att kontrollera populationer av ärtbladlusen i fält behöver klargöras, inklusive vilka specifika predatorer och parasitoider som begränsar populationstillväxt och hur dessa kan gynnas.

Bekämpningspotentialen hos de föreslagna alternativa bekämpningsmetoderna behöver testas i fält.

3.2.4 Ärtvecklare (*Laspeyresia nigricana*)

Problembild

Ärtvecklaren förekommer i princip uteslutande i ärtodlingar. Konservärter, matärter och utsädesodling är känsligare för angrepp än foderärter, eftersomvecklarens gnag försämrar kvaliteten. Det är alltså kvaliteten snarare än skördemängd som påverkas. Störst förekomst av ärtvecklare finns i områden med intensiv ärtodling (Jordbruksverket, u.å.).

Biologi och spridning

Övervintring sker i kokonger, i fält där ärter odlats. Fjärilen kläcks på försommaren och letar sig till nya ärtfält där den lägger ägg. I sin sökning kan fjärilen flyga ungefär två kilometer. Äggen läggs på plantornas blad, stipler och unga baljor. Efter kläckning letar sig larven till en balja och äter sig in i den, varpå den efter ca tre veckor äter sig ut igen, gräver ner sig i jorden och bildar en kokong (Jordbruksverket, u.å.). Varmt väder påskyndar utvecklingen, då ägg- och larvutveckling är starkt temperaturberoende (Ekbom 2001).

Det finns ett positivt samband mellan risken för angrepp och mängden ärtodling i landskapet föregående år inom en 1 km radie (Thöming et al. 2011), men 2015-2017 har detta samband inte syns i Uppsala-regionen (pers. medd. Lina Norrlund).

Växtskyddsåtgärder

Förebyggande

Förebyggande åtgärder inkluderar att undvika odling av konservärter där ärtodling till mogen skörd förekommer (Ekbom 2001).

Att välja sorter som kan sås tidigt och mognar fort kan ge god förebyggande effekt mot ärtvecklaren (Thöming et al. 2011).

500 meters avstånd mellan nuvarande och tidigare ärtodlingar har föreslagits kunna ge förebyggande effekt, speciellt i kombination med tidigare sådd (Thöming et al. 2011).

Det finns feromonfällor för att övervaka ärtvecklare. I Sverige har de hittills främsta använts i konservärtsodling i södra Sverige för att få en uppfattning om fjärrilen finns i fälten.

Direkta

Kemisk bekämpning finns i form av pyretroider, men trösklar saknas (Jordbruksverket, u.å.). Bekämpningsbehovet är svårbedömt och måste baseras på erfarenheter av tidigare angrepp i samma område, inte enbart på den egna gården (Ekbom 2001).

Kunskapsbehov och forskningsinriktningar

Markbearbetningens påverkan på överlevnaden av övervintrande kokonger är något som inte är undersökt.

En bättre bedömning av bekämpningsbehovet behövs, bland annat genom bättre prognoser och bekämpningströsklar.

De senaste åren har det antagna positiva sambandet mellan angreppsnivå och odlingsareal fallerat, och möjligen spelar väderleken en viktig roll i detta. En utredning av detta, eventuellt kombinerat med en noggrannare utvärdering av de tillgängliga feromonfällorna, skulle kunna ge information om riskerna för angrepp av ärtvecklare.

4 Vilt

Problembild

Viltskador är viktiga orsaker till skördebortfall i raps, åkerbönor och ärter. 2014 uppskattades skördebortfallet till följd av viltskador till 1.9% i höstraps, 1.2% i åkerbönor och 3.4% i ärter (SCB 2014). Andelen skördebortfall på grund av viltskada är störst i skogs- och mellanbygder i södra och östra Sverige (SCB 2014). Djurslag som årligen ger stora skador i jordbruket är vildsvin, dovhjort, kronhjort, älg, rådjur, gäss, svanar och tranor. Vildsvin orsakade mer än hälften av skördebortfallet i ärter och åkerbönor, medan älg, hjortar och rådjur orsakar relativt större skada i höstraps där de tillsammans stod för nästan hälften av skördebortfallet (SCB 2014). Förutom skördeföruster påverkar förekomst av vilt även många lantbrukares val av grödor. Det är till exempel svårt att odla ärter och raps i områden med stora vildsvinsbestånd (SCB 2014), vilket kan försvåra upprättandet av varierade växtföljder.

Förutom skador orsakade av klövvilt orsakar även gäss, svanar och tranor skador på grödorna. Fågelskador är generellt ett ökande problem i jordbruket där populationerna av de flesta stora fåglarna i Sveriges odlingslandskap ökar (Månsson et al. 2015). Prognosen för till exempel grågäss är att den västeuropeiska populationen kommer att fördubblas inom fem år. Anledningen till en sådan kraftig populationsökning är minskad jakt, mildare klimat och intensivare jordbruk i form av vintergröna grödor, större brukningsenheter och fler vallskördar per säsong som gynnar gässen (Elmberg et al. 2017). Gäss, sångsvanar och tranor har även visat ett förändrat beteende de senaste 30-40 åren och nyttjar i större utsträckning intensivt brukade åkrar istället för naturliga gräsmarker som erbjuder mindre näringsrik föda (pers. medd. Johan Månsson). Fågelskador förekommer i hela landet, men framförallt i södra Sverige (Månsson et al. 2015).

Biologi och spridning

Skador av vildsvin och annat klövvilt beror bland annat på årstid, väderförhållanden och tillgång på mat i skogen och i fältet. Vildsvinskadorna t.ex. blir ofta störst i fält och delar av fältet som är nära skog eller bevuxna fältkanter där viltet lätt kan söka skydd (Thurfjell et al. 2009). Även närhet till foderplatser kan öka risken för vildsvinskadorna (Månsson et al. 2011a). Beroende på ägar- och brukarförhållanden kan det uppstå en intressekonflikt mellan lantbrukare och jägare i ett område där viltet orsakar skador i lantbruket men också tillför ekonomiska värden i form av viltkött och jaktarrenden (Jordbruksverket 2010, Månsson et al. 2011a).

Fågelskadorna i jordbruket är oftast en följd av fåglarnas födosök där det är den odlade grödan i sig som attraherar fåglarna, men ibland kan det istället vara insekter och larver i ett fält som lockar till sig fåglar, varpå grödan trampas ner (Månsson et al. 2011b). Höstsådda och vintergröna grödor (t.ex. höstraps) är vanligare idag och de är attraktiva för gäss och svanar (Elmberg et al. 2017).

Många av fåglarna flyttar och skapar återkommande skador och belastning på vissa platser, då de samlas på samma plats år efter år för att rasta, häcka eller rugga (byte av fjädrar). Konflikter mellan olika samhällsintressen ökar när stora betande fåglar som tidigare varit sällsynta får en ökad populationstillväxt. Då kan de hinna skapa stora problem och skador i jordbruket innan artens förvaltning hinner anpassas till den vändande trenden.

Växtskyddsåtgärder

Förebyggande

Jaktorn underlättar jakt av vildsvin och annat klövvilt, och elstängsel kan hålla dem ifrån odlingar. Även avledningsåkrar kan fungera som förebyggande åtgärd för vildsvin och annat klövvilt så att det finns platser där de kan få beta ostört (Månsson et al. 2011a).

Fågelskadorna kan minskas genom skrämning med t.ex. gasolkanoner, flaggor, fågelskrämmor, fyrverkerier, mänsklig närvaro och spegelskrämmor. Detta måste dock kombineras med anpassade odlingsstrategier. Om fåglarna skräms bort från ett fält bör det finnas områden i närheten där fåglarna kan beta ostört (naturliga betesområden eller anlagda avledningsåkrar), annars riskerar man att bara flytta runt problemet i landskapet (Månsson et al. 2015). Ett alternativ är att locka dem med mat på en annan plats, exempelvis genom att lämna stubbåkrar eller strö ut korn under en viss tidsperiod. Även våtmarker lockar fåglarna och kan vara till hjälp att avleda dem. Genom att undvika tidig skörd i fält som ligger i direkt anslutning till fält som man vill skydda kan man minska fågeltrycket eftersom de inte gärna landar i en hög, stående och oskördad gröda (pers. medd. Johan Månsson). Växtföljden kan planeras

så att mindre attraktiva grödor, exempelvis havre eller lin, hamnar mellan tidigskördade fält och attraktiva grödor som ärter och raps.

Direkta

Om attraktiva grödor som ärter odlas i områden med både vildsvin och hjort krävs oftast både skadeförebyggande åtgärder i form av t.ex. elstängsel och en omfattande jakt på dessa marker för att undvika skador (Månsson et al. 2011a). Genom allmän jakt och skydds jakt finns även möjlighet att minska antalet fåglar (Månsson et al. 2015).

Kunskapsbehov och forskningsinriktningar

Effektiva metoder för att mäta vildsvinens skador på mark och grödor är efterfrågade (LRF 2018).

Det behövs mer forskning kring kopplingen mellan populationsstorleken för olika vilt och skador i jordbruket. Ytterligare forskning behövs också kring kopplingen mellan jordbruk och skogsbruk och hur mattillgången i skogen påverkar skadetrycket i jordbruket.

Det behövs ytterligare forskning kring vilka grödor och fält som de stora betande fåglarna dras till.

I USA finns ett betningspreparat som gör att utsädet smakar illa, vilket kan skydda mot fåglar och annat vilt. Betningspreparatet är dock inte tillåtet i EU, men skulle kunna vara av intresse för vidare forskning (pers. medd. Johan Månsson).

5 Ogräs

Problembild

Ogräs utgör en allvarlig orsak till skördebortfall i raps, åkerbönor och ärter genom att konkurrera med grödan om ljus, näring och vatten. Höstraps kan ofta konkurrera bra mot ogräs om etablering och tillväxt är god, men grödans övervintringsförmåga är en viktig faktor, då luckor i beståndet kan ge ogräsen möjlighet att föröka sig. Sådd tidigt på hösten gör att höstgroende ogräs har goda möjligheter att växa till sig och bli konkurrenskraftiga. Ofta finns det spillplantor av vår- eller höstsäd som inte fryser bort under vintern; detta hämmar också höstrapsens tillväxt (Lundkvist 2014). Ogräs som vanligen kan orsaka besvär i höstraps är t.ex. baldersbrå, snärjmåra och spillsäd (Gunnarson 2008). Renkavle är ett viktigt exempel på en ogräsart som i allt större utsträckning ger problem i raps (och flera andra grödor) i stora delar av Europa (Moss 2017). Den har gynnats av en ökad andel höstsädd, tidigare sådd på hösten, minskad markbearbetning och utvecklad resistens mot flera herbicider (Moss 2017). I vårraps är åkersenap särskilt problematisk eftersom det kan uppkomma betydande kvalitetsproblem om åkersenapfrön kommer med i den skördade varan (Lundkvist 2014).

Ärter och bönor konkurrerar generellt sämre än raps mot ogräs. I ekologisk odling är ogräsgenomslag i ärter en stor riskfaktor som gör att odling av grödan ofta undviks. I åkerbönor går det ofta bättre att hantera ogräsen, men även för dessa kan ogräskonkurrensen orsaka ordentliga problem eftersom bönornas tillväxt är långsam (Boström 2004). För åkerbönor är det framförallt tidigt på säsongen som grödan uppvisar dålig konkurrenskraft mot ogräsen (Lundkvist 2014), men ogräsen har också goda chanser att hinna sprida sina fröer på sensommaren och hösten eftersom åkerbönorna tröskas sent och beståndet öppnar upp sig och släpper ner ljus till markytan vid mognaden, vilket kan ge ogräsproblem senare i växtföljden (Boström 2004).

Förutom att konkurrera med grödan om resurser kan ogräsen skapa växtskyddsproblem som en följd av att de bidrar till spridning av växtpatogener som bomullsmögel, klumprotsjuka, kransmögel och Turnip Yellow Virus (Pettersson 2012, se även respektive skadegörare i denna sammanställning). Korsblommiga ogräs är speciellt viktiga för spridning av sjukdomar, som klumprotsjuka, i raps på grund av sitt släktskap med grödan.

Biologi och spridning

Fröogräsen - d.v.s. de ettåriga (annuella) ogräsen - delas in i grupper efter hur de gror och om de kan övervintra. *Sommarannueller* är ettåriga arter som gror på våren och blommar och sätter frö samma år. De överlever sedan som frö. De sommarannuella arterna uppföras lätt i en växtföljd som domineras av vårsådda grödor. *Vinterannueller* är ettåriga arter som kan gro både på våren och på hösten. De frön som gror på våren blommar och sätter frö samma år. De frön som gror på hösten övervintrar i rosettstadium och blommar och sätter frö det följande året. Höstgrodda plantor blir större än vårgrodda och mognar tidigare. De vinterannuella ogräsen uppföras lätt i en växtföljd som domineras av höstsådda grödor när man inte använder kemisk bekämpning.

Rotogräsen, de fleråriga (perenna) ogräsen, indelas efter hur de förökar sig vegetativt. Rotogräsen kan även spridas med frön. Maskros och skräppa har pålrötter och saknar utlöpare. De kallas *platsbundna rotogräs*. Dessa arter är känsliga för mekanisk bearbetning. Maskrosfrön sprids med vinden och har kort livstid medan skräppafrön kan bevara sin grobarhet under många år i marken. Rotogräs med utlöpande rötter eller stamdelar kallas *vandrande rotogräs*. Utlöparna ligger på olika djup för olika arter. De vandrande rotogräsen har en stark spridningsförmåga. De vegetativa delarna kan ge nya plantor från små delar. Rotogräs med utlöpare är motståndskraftiga mot mekanisk bearbetning. De missgynnas av ljuskonkurrens från grödan.

Maskiner som flyttar mellan fält kan ge ökad spridning av ogräs.

Växtskyddsåtgärder

Förebyggande

En varierad växtföljd samt alla odlingsåtgärder som kan stärka grödans konkurrenskraft är viktiga för att förebygga ogräsproblem (Lundkvist 2014). Lemerle et al. (2017) nämner särskilt val av konkurrenskraftiga sorter, högre utsädesmängd och optimerade radavstånd som viktiga förebyggande åtgärder mot ogräs i raps.

En betydande del av ogräsfröna äts av djur, t.ex. fröätande jordlöpare och gnagare, vilka på så sätt bidrar med biologisk kontroll av ogräsen (Westerman et al. 2003a, Westerman 2003b).

För att reducera fröbanken av ogräsfrön kan man skapa så kallade falska såbäddar för att stimulera groningen och sedan bekämpa ogräsen med en ny harvning.

Direkta

Ogräsen kan bekämpas mekaniskt i raps med ogräsharvning eller radhackning (Lundkvist 2014). Radhackning rekommenderas för åkerbönor och ogräsharvning för ärter (Swensson 2006). Ärter kan ogräsharvas fram till att grödan börjar bilda klängen (Lundkvist 2014). Vid radhackning i åkerbönor används radavstånd på 25-50 cm och i höstraps normalt 50 cm (Jordbruksverket 2012). I åkerbönor är det viktigt att man behåller full utsädesmängd när radavståndet utökas för att möjliggöra radhackning eftersom grödan sällan bildar sidoskott, medan 85-100% av normal utsädesmängd rekommenderas i höstraps vid 50 cm radavstånd (Jordbruksverket 2012). För höstraps rekommenderas två radhackningar på hösten och en till två hackningar på våren där den sista hackningen görs senast strax innan blomning, medan en till tre hackningar rekommenderas för åkerbönor, där den sista görs senast när grödan är ca 50 cm hög (Jordbruksverket 2012, Lundkvist 2014). Mängden radhackningar och tidpunkten för hackning styrs av ogrästrycket och ogräsens utvecklingsstadium.

Det brukar alltid finnas behov av någon form av kemisk ogräsbekämpning i höstraps (Lundkvist 2014). I vårraps har möjligheterna till kemisk bekämpning av örto-gräs varit begränsade, men förutsättningarna har nyligen förbättrats genom att herbicidresistenta så kallade Clearfield-sorter av vårraps blivit tillgängliga i Sverige tillsammans med en herbicid med bredare ogrässpektrum och längre möjlig behandlingstid (Gunnarson 2018a).

Kemisk bekämpning är den främsta åtgärden som används för att kontrollera ogräs i konventionell åkerbönodling i Europa (Karkanis et al. 2018).

Kunskapsbehov och forskningsinriktningar

Det finns ett behov av att studera långsiktiga effekter på ogräsfloran av hela växtföljder med olika sekvenser av grödor. Metoder för att långsiktigt minska biomassan och frösätningen hos ogräsen genom jordbearbetning och andra förebyggande metoder behöver identifieras.

Det är känt att predation av ogräsfrön är vanligt förekommande, men vilken betydelse detta har för ogräsens populationsutveckling samt hur ogräspredation kan gynnas behöver undersökas närmare.

Lemerle et al. (2017) sammanfattar kunskapsbehov och önskvärda forskningsinriktningar för ogräshantering i raps och förespråkar bland annat att ta fram mer konkurrenskraftiga sorter genom förädling. Egenskaper som allelopati samt snabbare groningen och tillväxt kan förstärkas för att göra rapsplantorna till bättre konkurrenter

gentemot ogräsen. Stärkande av konkurrenskraften genom en kombination av förädling och förbättrade odlingsmetoder framhålls av Lemerle et al. (2017) som viktigt inom ogräshanteringen i raps, eftersom flera ogräs (t.ex. renkavle) uppvisar bred resistens mot herbicider.

Det behövs ytterligare forskning på integrerat växtskydd mot ogräs där konkurrensstarka grödor i växtföljder som förebygger ogräsproblem kombineras med mekanisk och reducerad kemisk bekämpning. Den mekaniska bekämpningen av ogräs behöver utvecklas för att få en högre målverkan mot ogräs utan att skada grödan, t.ex. genom utveckling av sensorstyrd radhackning i raps och åkerbönor.

6 Diskussion

I vår genomgång av de viktigaste skadegörarna i de tre mest odlade avbrottsgrö-
dorna i Sverige, raps, åkerbönor och ärter har vi identifierat viktiga kunskapsluckor
som behöver fyllas för att uppnå ett mer hållbart växtskydd. Här diskuterar vi ge-
mensamma teman av kunskapsluckor som rör flera av skadegörarna.

6.1 Grundläggande biologi

För några av skadegörarna finns det stora kunskapsluckor vad det gäller den grund-
läggande biologin och förekomsten i Sverige. Detta gäller till exempel Pea Necrotic
Yellow Dwarf Virus, Turnip Yellow Virus och *Phytophthora pisi*. För
Phytophthora-rottröta t.ex. saknas grundläggande kunskap om patogenens förekomst
och överlevnad i marken. Det är generellt problematiskt för hantering av rottrötorna
i åkerbönor och ärter att de tillsammans bildar ett komplex, där det är svårt att sär-
skilja arterna. Detta gör det svårt att ge råd om hantering av växtskyddsproblem
eftersom detta är beroende av vilken patogen som orsakat skadorna. Bönsmyg är ett
annat exempel där det behövs bättre grundläggande kunskap om biologin. Det finns
stora kunskapsluckor om bönsmygens spridning, förutsättningar för angrepp och
påverkan på skördens kvantitet och kvalitet, vilket försvårar utformning av växt-
skyddsrekommendationer.

Generellt behövs det ofta mer kunskap om skadegörarnas spridningsmönster, till
exempel flygavstånd för insekter. Kartläggning av olika skadegörarens spridning från
föregående års odling likt det exempel som beskrivs för ärtvecklaren (Thöming et
al. 2011) gör det möjligt att bättre bedöma och ge mer detaljerade rekommendat-
ioner om riskavstånd. Lantbrukarens faktiska möjligheter för odlingsplanering på
landskapsnivå för att undvika kraftiga angrepp kan dock vara begränsad av markens
arrondering, växtföljdplanering m.m., men i vissa fall, som vid kontraktsodling,

finns det möjligheter för beställaren att ställa krav på avstånd m.m. och därmed underlätta för växtskyddsplanering på landskapsnivå.

6.2 Resistensförädling

Vi identifierar resistensförädling som en utvecklingsmöjlighet för förbättrat växtskydd mot ett flertal skadegörare, främst för skydd mot patogener, såsom kransmögel, klumprotsjuka och Turnip Yellow Virus i raps, rotrötter i ärter samt chokladfläcksjuka i åkerböna. Resistensförädling är för flera av dessa patogener extra viktig eftersom de inte är möjliga att bekämpa kemiskt. Hur långt man kommit i utvecklingen av resistent sorter skiljer sig mellan olika skadegörare. För klumprotsjuka till exempel finns det sorter med viss tillgänglig resistens på marknaden, men denna har brutits på en del håll. Även för de patogener där man kommit längre i utvecklingen av resistent sorter krävs bättre förståelse för hur sorternas resistens fungerar mot svenska isolat och samverkar med andra odlingsaspekter, som grödans näringstillgång.

Resistensförädling är även viktig för förbättrat växtskydd mot insekter. Hos åkerböna finns det exempelvis betydande skillnader mellan olika sorter och förädlingslinjer i känslighet för angrepp av både bönbjälk och bönsmyg, samt för ärtbladlus i ärter, men detta utnyttjas i dagsläget inte på ett systematiskt sätt i förädlingsarbetet. Även i raps finns det potential för resistensförädling mot insekter. Det finns dock specifika svårigheter med framtagande av sorter som är resistent mot insektsangrepp (sammanfattat i Hervé, 2018); en av de främsta flaskhalsarna är att etablera laboratorieodlingar av insekter för snabb och effektiv kartläggning av resistens i omfattande växtmaterial. Hervé (2018) föreslår att introduktion av nytt genetiskt material i rapsgenomet, t.ex. i exemplen med *Bacillus thuringiensis*, är en riskabel väg framåt eftersom flera skadeinsekter snabbt tycks utveckla resistens mot dessa nya sorter. Den mest lovande inriktningen är enligt Hervé (2018) att försöka exploatera den naturliga resistens som finns i rapsgenomet och hos andra närbesläktade Brassica-arter, speciellt vitsenap.

Den genetiska förstärkningen av resistensegenskaper genom växtförädling är starkt beroende av att det finns en genetisk variation hos dessa egenskaper. Till exempel har åkerböna i grunden en stor genetisk diversitet, men det finns ett stort behov av att samla in och utvärdera lokala genetiska resurser som kan användas i ett förädlingsarbete av nya sorter med bättre motståndskraft mot angrepp från skadeorganismer (Karkanis et al. 2018). Resistensförädling mot flera olika skadegörare (multiresistens) är en viktig framtida inriktning som kan lösa flera olika angreppsproblem och därmed kan spara tid och pengar i arbetet med att ta fram resistent

sorter (Villegas-Fernandez et al. 2011). Resistensförädling är ett tids- och resurskrävande arbete. En europeisk fokusgrupp för växtskydd i raps och andra kålväxter drar slutsatsen att resistensförädlingen bör koordineras i Europa (EIP-AGRI 2016). De pekar också ut att mycket av förädlingen sker i privata företag och att ett större utbyte av allmänt tillgänglig information krävs för sådan koordinering (EIP-AGRI 2016). Samtidigt behöver sådana samordningsvinster vägas mot behovet att utveckla sorter som är lokalt anpassade för svenska förhållanden. En väg framåt skulle vara att initiera ny svensk forskning kring resistensförädling främst inom ramen för grödor där svenskt förädlingsarbete vid SLU eller privata företag redan pågår, t.ex. inom ramen för det nystartade kunskapsnavet för växtförädling i Sverige, SLU Grogrund.

6.3 Odlingssystem

Växtföljden är en central faktor som påverkar angrepp av patogener, insekter, sniglar och ogräs i raps, åkerbönor och ärter. När en gröda, till exempel höstraps, odlas med tätare mellanrum i växtföljden av flera lantbrukare i ett område får detta lokala effekter i fältet i form av uppförökning av patogener, insekter och ogräs kopplade till grödan. Det kan även ge effekter på landskapsnivå med ökad spridning av både patogener och insekter till nästkommande års höstrapsgrödor eftersom avstånden från föregående års odling minskar. För markburna patogener är tillräckligt långa uppehåll i odlingen ofta den enskilt viktigaste åtgärden för att begränsa angreppen. Ogräsen har i jämförelse med patogener och insekter inte en lika stark koppling till den enskilda grödan, men en varierad växtföljd är fortfarande central i växtskyddet. Genom att variera mellan höstsådda och vårsådda grödor samt mellan ettåriga och fleråriga grödor som vall minimeras risken att enskilda ogräsarter uppförökas i växtföljden. I rapsodling är korta odlingsuppehåll som riskerar att uppföröka patogener och insekter troligen ett större problem än i åkerböna och ärter, eftersom raps för många lantbrukare är en viktig inkomstkälla snarare än en avbrottsgröda. I dagens växtföljder ligger odlingsuppehållet för raps troligen precis på gränsen, d.v.s. långt nog för att större utbrott undviks, men inte långt nog för att undvika långsam uppförökning av skadegörare. Det behövs mer forskning på vad nettoeffekterna blir vad gäller förekomst av flera skadegörare när en gröda odlas oftare i växtföljden. Därutöver behövs också större kunskap om korsinfektionsrisker när närbesläktade arter odlas i samma växtföljd som till exempel raps och olika Brassica-mellangrödor. Att sådan kunskap är viktig för att uppnå hållbart växtskydd i hela växtföljden kan illu-

streras med exemplet oljerättika, som kan odlas efter ärter för att sanera mot ärttröta, men samtidigt kan öka risken för klumprotsjuka i efterföljande raps (Gunnarsson 2017b).

Förändringar i hur grödorna odlas, som samodling eller etablering av grödor med reducerad markbearbetning, påverkar hela samhällen av skadegörare, men ofta görs studier av åtgärdens effekter enbart på en skadegörare åt gången. Det finns generellt en stark tradition att studera skadegörare enskilt och i de fall där flera skadegörare studeras samtidigt har det mestadels gjorts inom traditionella discipliner, till exempel ogräsbiologi, entomologi eller växtpatologi. Det är viktigt att studera den totala påverkan på flera skadegörare, dels eftersom det från det tillämpade perspektivet är viktigt att växtskyddsstrategier mot en skadegörare inte leder till större problem med en annan skadegörare, men också eftersom skadegörarna kan ha samverkans effekter på skörden. Exempelvis har raps som angripits av både frätande och stjälkminerande vivlar visats kunna ge högre fröskörd när den angrips av båda skadegörare samtidigt jämfört med vid angrepp av varje skadegörare enskilt (Gagic et al. 2016). Sammanfallande angrepp av flera skadeorganismer kan alltså ändra den enskilda skadeorganismens påverkan på skörden, såväl genom compensation som förstärkning av skadorna.

Konventionellt och ekologiskt odlad raps, åkerbönor och ärter angrips av samma skadegörare, men konsekvenserna av angreppen varierar beroende på tillgången och effektiviteten av konventionell kemisk bekämpning mot skadegörarna i jämförelse med alternativa kontrollmetoder. Eftersom en förhållandevis större andel av arealen av åkerböna och ärter brukas ekologiskt spelar den alternativa bekämpningen en större roll här än den gör för raps. Detta förstärks av att kemisk bekämpning inte är tillåten på den konventionella arealen där åkerbönor och ärter odlas på ekologiska fokusarealer.

6.4 Integrerat växtskydd

Det behövs mer forskning kring vilken potential den biologiska bekämpningen har för att bidra till kontroll av patogener, insekter och ogräs. Detta gäller dels den bevarandebiologiska bekämpningen, där åtgärder vidtas för att maximalt gynna de naturliga fienderna och öka deras födosökningsaktivitet, dels finns i en del fall möjligheter för tillsättande biologisk bekämpning, där naturliga fiender aktivt tillsätts till grödan. Kunskapsläget vad gäller naturliga fiender för de utvalda skadegörarna är bristfällig i en del fall. När det gäller till exempel frilevande predatorer (t.ex. jordlöpare) har mycket av den tidigare forskningen fokuserat på överlapp i tid och rum mellan fienderna och skadeinsekterna (t.ex. Warner et al. 2003, Williams et al.

2010). Dock är kunskapen mer knapphändig gällande huruvida predatorerna faktiskt inkorporerar skadeinsekterna i sin diet, och i så fall i vilken utsträckning (men se t.ex. Roubinet et al. 2017).

Det behövs också ytterligare forskning på hur man genom integrerat växtskydd kan få bästa effekt av kemisk bekämpning mot skadegörare givet en successivt minskande tillgång till kemiska bekämpningsmedel (Jordbruksverket 2015). Detta illustreras väl genom till exempel förbudet mot betning med neonikotinoider inom EU, som lett till minskad tillgång till kemisk bekämpning inom rapsodlingen. Användningen av den tillgängliga kemiska bekämpningen behöver optimeras, vilket innebär att bekämpningen sätts in endast vid tillräckligt behov, och vid rätt tidpunkt i enlighet med de grundläggande principerna för integrerat växtskydd. För detta krävs tillförlitliga prognosmetoder och detaljerad kunskap om relationen mellan skadegörarförekomst och skördenedsättning för att utforma bekämpningströsklar, och i nuläget är kunskapen om skadegörarens biologi och skördepåverkan ofta inte god nog för detta. För skadegörare där det finns framtagna bekämpningströsklar finns det ofta ett behov av att validera, uppdatera och anpassa dessa till moderna förhållanden. Detta gäller till exempel för rapsbaggar eftersom beståndsuppbyggnaden i raps har förändrats kraftigt över tid med allt färre men kraftigare plantor per ytenhet. När kemisk bekämpning utförs med mindre variation ökar också behovet av att utvärdera möjlig utveckling av resistens mot bekämpningen hos skadegöraren. Det finns till exempel ett behov att följa upp möjlig resistens mot pyretroider hos rapsjordloppa och Phyllotreta-jordloppor. Den förväntade fortsatt minskande tillgången på kemiska bekämpningsmedel gör det också angeläget att utforska alternativ bekämpning med biologiskt eller fysikaliskt verkande preparat samt genom mekanisk bekämpning av ogräs.

6.5 Klimatförändringar

Klimatförändringarna påverkar vilka grödor som kan odlas och var, samt i vilken omfattning redan odlade grödor kommer odlas i framtiden. Med ett varmare klimat är det till exempel troligt att den nordliga gränsen för redan flitigt odlade grödor som höstraps kommer flytta norrut i landet, samtidigt som odlingen av mer värmekrävande avbrottsgrödor, som sojabönor, kan komma att öka från en idag relativt låg nivå i södra Sverige. Klimatförändringarna kommer även påverka vilka skadegörare som kommer att uppträda, deras populationsstorlekar och utbredning (Jordbruksverket 2012b). En ökad temperatur kommer att förlänga vegetationsperioden för grödor. Det ändrade klimatet och grödans utvecklingsstadium påverkar både när på året skadegörarna är aktiva och hur många generationer de kan fullborda. Det

kan leda till att populationerna av skadegörarna kan byggas upp under längre period och påverka grödor under en längre period av året. Ett varmare klimat kommer också påverka vinteröverlevnaden hos skadegörarna. Det kan också leda till att den geografiska utbredningen förskjuts norrut för vissa skadegörare där de kan bli ett problem i områden där de tidigare inte förekommit.

Den största effekten av klimatförändringar på ogräsfloran är förmodligen den indirekta, det vill säga den som följer med ökad odling av konkurrenssvaga grödor med lång växtperiod som majs och soja i ett varmare klimat (Jordbruksverket 2012a). Detta kan gynna ogräs som också kräver en lång växtperiod, som hönshirs, svinamarant och åkervinda (Jordbruksverket 2012a).

Rotgallnematoder är ett exempel på en grupp skadegörare som kan få större betydelse i framtiden på grund av att deras äggkläckning är temperaturberoende. Med en förlängd växtsäsong med högre sommartemperaturer kan deras förökning gynnas (Andersson 2018). De senaste två åren har dessutom två nya arter av rotgallnematoder upptäckts i Sverige, *Meloidogyne chitwoodi* och *M. fallax*. En av arterna som har funnits sedan tidigare, *M. hapla*, har hittills mest uppmärksamats för de skador den orsakar på morötter men olika baljväxter som klöver, ärtor och åkerböna är också mycket bra värdväxter (Andersson 2018). I Nederländerna skadar alla tre nämnda rotgallnematodararter ärtor och *M. hapla* skadar dessutom åkerböna (WUR 2018). För de två nya nematodararterna är det däremot oklart om de uppförökas på, eller skadar, raps eller åkerböna.

6.6 Slutsats

En förväntat omfattande framtida odling av raps, åkerbönor, ärtor och närbesläktade kål- och ärtväxter i Sverige i ett förändrat klimat med en begränsad tillgång till kemiska bekämpningsmedel kommer att ställa växtskyddet inför stora utmaningar. För att möta dessa utmaningar kommer det krävas forskning som kan ta fram motståndskraftiga grödor, odlingssystem som missgynnar skadegörare samt kompletta strategier för integrerat växtskydd som kan hantera uppkomna skadegörarproblem genom behovsanpassad bekämpning med låg miljöbelastning.

Referenslista

- Agegnehu, G., Ghizaw, A., Sinebo, W. 2008. Yield potential and land-use efficiency of wheat and faba bean mixed intercropping. *Agronomy for Sustainable Development* 28(2): 257–263.
- Akello, J., Sikora, R. 2012. Systemic acropetal influence of endophyte seed treatment on *Acyrtosiphon pisum* and *Aphis fabae* offspring development and reproductive fitness. *Biological Control* 61(3): 215–221.
- Almquist, C., Wallenhammar, A-C. 2015. Monitoring of plant and airborne inoculum of *Sclerotinia sclerotiorum* in spring oilseed rape using real-time PCR. *Plant Pathology* 64: 109-118.
- Andersson, S. 2018. Nematoder som växtskadegörare. Atremi, Mjölby.
- Atterwall, S. 1994. Kransmögel. SLU: Faktablad om Växtskydd: Jordbruk. 72 J.
- Aznar-Fernández, T., Rubiales, D. 2018. Identification and characterisation of antixenosis and antibiosis to pea aphid (*Acyrtosiphon pisum*) in *Pisum* spp. germplasm. *Annals of Applied Biology* 172(3): 268–281.
- Blackert, C. 2017. Grannens bomullsmögel kan bli din. *Arvensis*. 8: 14-17.
- Bommarco, R. 1993. Ärtbladlus. SLU: Faktablad om Växtskydd: Jordbruk, 30 J.
- Boström, U. 2004. Åkerböna eller lupin ett alternativ till ärter? *Forskningsnytt* 4: 12-13.
- Bouhassan, A., Sadiki, M., Tivoli, B. 2007. Effets de la température et de la dose de l'inoculum sur les composantes de la résistance partielle de la fève au *Botrytis fabae* Sard. - *Acta Botanica Gallica* 154(1): 53–62.
- Bousset, L., Sprague, S., Thrall, P.H., Barrett, L.G. 2018. Spatio-temporal connectivity and host resistance influence evolutionary and epidemiological dynamics of the canola pathogen *Leptosphaeria maculans*. *Evolutionary Applications* 11(8): 1354-1370.
- Briar, S.S., Antwi, F., Shrestha, G., Sharma, A., Reddy, G.V.P. 2018. Potential biopesticides for crucifer flea beetle, *Phyllotreta cruciferae* (Coleoptera: Chrysomelidae) management under dryland canola production in Montana. *Phytoparasitica* 46(2): 247-254.
- Bursztyka, P., Lafont-Lecuelle, C., Teruel, E., Leclercq, J., Brin, A., Pageat, P. 2016. The foraging behaviour of the slug *Deroceras reticulatum* (Muller, 1774) is modified in the presence of cuticular scents from a carabid beetle. *Journal of Molluscan Studies* 82(2): 314-319.
- Cárcamo, H.A., Otani, J.K., Dosedall, L.M., Blackshaw, R.E., Clayton, G.W., Harker, K.N., O'Donovan, J.T., Entz, T. 2008. Effects of seeding date and canola species on seedling damage by flea beetles in three ecoregions. *Journal of Applied Entomology* 132(8): 623-631.
- Carrillo-Perdomo, E., Raffiot, B., Ollivier, D., Deulvot, C., Magnin-Robert, J. B., Tayeh, N., Marget, P. 2019. Identification of novel sources of resistance to seed weevils (*Bruchus* spp.) in a faba bean germplasm collection. *Frontiers in Plant Science* 9: 1914.

- Carlsson, G. 2016. Odlingssäkerhet hos sortblandningar av åkerböna: Slutrapport till SLU EkoForsk.
- Conrad, N., Brandes, M., Will, T., Verreet, J-A., Ulber, B., Heimback, U. 2018. Effects of insecticidal seed treatments and foliar sprays in winter oilseed rape in autumn on insect pests and TuYV infection. *Journal of Plant Diseases and Protection* 125(6): 557-565.
- Daniel, C., Hommes, M. 2015. Plant protection in organic production of Brassica vegetables and oilseed rape. EIP-AGRI Focus group IPM Brassica: Mini paper 4.
- De Ron, A.M. 2015. Grain Legumes. Springer Science+Business Media, New York.
- Desgroux, E., L'Anthoëne, V., Roux-Duparque, M., Rivière, J-P., Aubert, G., Tayeh, N., Moussart, A., Mangin, P., Vetel, P., Piriou, C. et al. 2016. Genome-wide association mapping of partial resistance to *Aphanomyces euteiches* in pea. *BMC Genomics* 17: 124.
- Desgroux, A., Baudais, V.N., Aubert, V., Le Roy, G., de Larambergue, H., Miteul, H., Aubert, G., Boutet, G., Duc, G., Baranger, A. et al. 2018. Comparative genome-wide-association mapping identifies common loci controlling root system architecture and resistance to *Aphanomyces euteiches* in Pea. *Frontiers in Plant Science* 8:2195.
- Dixelius, C. 2017. DNA avslöjar kransmögel. *Svensk Frötidning* 5: 20-23..
- Dosdall, L.M., Dolinski, M.G., Cowle, N.T., Conway, P.M. 1999. The effect of tillage regime, row spacing, and seeding rate on feeding damage by flea beetles, *Phyllotreta* spp. (Coleoptera: Chrysomelidae), in canola in central Alberta, Canada. *Crop Protection* 18(3): 217-224.
- Dosdall, L.M., Stevenson, F.C. 2005. Managing flea beetles (*Phyllotreta* spp.) (Coleoptera: Chrysomelidae) in canola with seeding date, plant density, and seed treatment. *Agronomy Journal* 97(6): 1570-1578.
- Dosdall, L.M., Mason, P.G. 2010. Key pests and parasitoids of oilseed rape or canola in North America and the importance of parasitoids in integrated management. Kapitel i: Williams, I. (red.). Biocontrol-based integrated management of oilseed rape pests. Springer Science+Business Media, Dordrecht, Tyskland.
- Dreyer, F., Graichen, K., Jung, C. 2001. A major quantitative trait locus for resistance to Turnip yellows virus (TuYV, syn. Beet western yellows virus, BWYV) in rapeseed. *Plant Breeding* 120(6): 457-462.
- Ebadah, I.M.A., Mahmoud, Y.A., Moawad, S.S. 2006. Susceptibility of some faba bean cultivars to field infestation with some insect pests. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences* 2(6): 537-540.
- Eggenschwiler, L., Speiser, B., Bosshard, A., Jacot, K. 2013. Improved field margins highly increase slug activity in Switzerland. *Agronomy for Sustainable Development* 33(2): 349-354.
- Eigenbrode, S.D., Birch, A.N.E., Lindzey, S., Meadow, R., Snyder, W.E. 2016. A mechanistic framework to improve understanding and applications of push-pull systems in pest management. *Journal of Applied Ecology* 53(1): 202-212.
- EIP-AGRI 2016. Focus Group IPM for Brassica. Final Report. The agricultural European Innovation Partnership. https://ec.europa.eu/eip/agriculture/sites/agri-eip/files/eip_agri_fg_ipm_brassica_final_report_2016_eip-en.pdf
- Ekbom, B. 1996. Blåvingad rapsvivel och fyrtandad rapsvivel. SLU: Faktblad om Växtskydd: Jordbruk 43 J.
- Ekbom, B. 2001. Ärtvecklaren. SLU: Faktblad om Växtskydd: Jordbruk 15 J.
- Ekbom, B. 2005. Jordloppor i våroljeväxter. SLU: Faktblad om Växtskydd: Jordbruk 45 J.
- Ekbom, B. 2010. Pests and their enemies in spring oilseed rape in Europe and challenges to integrated pest management. Kapitel i: Williams, I. (red.). Biocontrol-based integrated management of oilseed rape pests. Springer Science+Business Media, Dordrecht, Tyskland.
- Ekbom, B. 2012a. Betbladlus/bönbladlus. SLU: Faktblad om Växtskydd: Jordbruk 131 J.
- Ekbom, B. 2012b. Bönsmyg. SLU: Faktblad om Växtskydd: Jordbruk 129 J.

- El-Danasoury, H., Iglesias-Piñeiro, J. 2017. Predation by polyphagous carabid beetles on eggs of a pest slug: potential implications of climate change. *Journal of Applied Entomology* 142(3): 340-348.
- Elmberg, J., Månsson, J., Olsson, C., Liljebäck, N. 2017. Gäss – ny kunskap krävs. *Vår Fågelvärd* 2017(4): 36-38.
- EPPO (European and Mediterranean Plant Protection Organization). 2017. Conclusions and recommendations: EPPO Workshop on integrated management of insect pests in oilseed rape, Berlin, 20-22 Sep. 2017.
- Kuusk, A.-K., Dixelius, C. 2010. Torröta. SLU: Faktablad om växtskydd: Jordbruk 102J.
- Ferguson, A., Williams, I.H., Castle, L.M., Skellern, M. 2010. Key parasitoids of the pests of oilseed rape in Europe: a guide to their identification. Kapitel i: Williams, I. (red.). *Biocontrol-based integrated management of oilseed rape pests*. Springer Science+Business Media, Dordrecht, Tyskland.
- Fernández-Aparicio, M., Shtaya, M.J., Aa, E., Allagui, M.B., Kharrat, M., Rubiales, D. 2011. Effects of crop mixtures on chocolate spot development on faba bean grown in Mediterranean climates. *Crop Protection* 30(8): 1015–1023.
- Ficke, A., Grieu, C., Brurberg, M.B., Brodal, G. 2018. The role of precipitation, and petal and leaf infection in *Sclerotinia* stem rot of spring oilseed Brassica crops in Norway. *European Journal of Plant Pathology* 152(4): 885-900.
- Furlong, M.J., Wright, D.J., Dossall, L.M. 2013. Diamondback moth ecology and management: problems, progress, and prospects. *Annual Review of Entomology* 58: 517-541.
- Gaafar, Y., Grausgruber-Gröger, S., Ziebell, H. 2016. *Vicia faba*, *V. sativa* and *Lens culinaris* as new hosts for Pea necrotic yellow dwarf virus in Germany and Austria. *New Disease Reports* 34, 28.
- Gagic, V., Riggi, L. G., Ekbom, B., Malsher, G., Rusch, A., & Bommarco, R. 2016. Interactive effects of pests increase seed yield. *Ecology and Evolution* 6(7): 2149-2157.
- Gangneux, C., Cannesan, M.A., Bressan, M., Castel, L., Moussart, A., Vitré-Gibouin, M., Driouich, A., Trinsoutrot-Gattin, I., Laval, K. 2014. A sensitive assay for rapid detection and quantification of *Aphanomyces euteiches* in soil. *Phytopathology* 104(10): 1138-1147.
- Gao, X., Han, Q., Chen, Y., Qin, H., Huang, L., Kang, Z. 2014. Biological control of oilseed rape *Sclerotinia* stem rot by *Bacillus subtilis* strain Em7. *Biocontrol Science and Technology* 24(1): 39-52.
- Glen, D., Symondson, W.O.C. 2003. Influence of soil tillage on slugs and their natural enemies. Kapitel i: El Titi, A. (red.) *The role of soil tillage in agroecosystems*. CRC Press, Boca Raton, USA.
- Grigoras, I., Gronenborn, B., Vetten, H.J. 2010. First report of a nanovirus disease of pea in Germany. *Plant Disease* 94(5): 642.
- Gunnarson, A. 2008. Höstraps ogräsbekämpas tidigt. *Svensk Frötidning* 5/08: 16-17.
- Gunnarson, A. 2016. Nya trösklar för blygrå rapsvivel och skidgallmygga 2016. *Svensk Frötidning* 3/16:22-23.
- Gunnarson, A. 2017a. Rapsjordloppan följer en cykel. *Svensk Frötidning* 5/17: 24-25.
- Gunnarson, A. 2017b. Mellangrödor och klumprotsjuka. *Betodlaren* 2: 31-33.
- Gunnarson, A. 2018a. Clearfield öppnar möjligheter. *Svensk Frötidning* 1/18: 10-12.
- Gunnarson, A. 2018b. Lumiposa – ny insekticidbetning är nära. *Svensk Frötidning* 3/18: 6-17.
- Gunnarson, A. 2018c. Ärtor är en brygga för bomullsmögel i växtföljden. *Svensk Frötidning* 4/18: 21-23.

- Gurr G.M., Reynolds O.L., Johnson A.C., Desneux N., Zalucki M.P., Furlong M.J., Li Z.Y., Akutse K.S., Chen J.H., Gao X.W., You M.S. 2018. Landscape ecology and expanding range of biocontrol agent taxa enhance prospects for diamondback moth management. A review. *Agronomy for Sustainable Development* 38: 23.
- Gyawali, S., Harrington, M., Durkin, J., Horner, K., Parkin, I.A.P., Hegedus, D.D., Bekkaoui, D., Buchwaldt, L. 2016. Microsatellite markers used for genome-wide association mapping of partial resistance to *Sclerotinia sclerotiorum* in a world collection of *Brassica napus*. *Molecular Breeding* 36: 72.
- Hagman, J., Halling, M.A., Barrlund, M., Larsson, S. 2018. Stråsåd Trindsåd Oljeväxter. Sortval 2018. Institutionen för växtproduktionsekologi, Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala.
- Hamada, A.M., Fatehi, J., Jonsson, L.M.V. 2018. Seed treatments with thiamine reduce the performance of generalist and specialist aphids on crop plants. *Bulletin of Entomological Research* 108(1): 84-92.
- Hamada, A.M., Jonsson, L.M.V. 2013. Thiamine treatments alleviate aphid infestations in barley and pea. *Phytochemistry* 94: 135-141.
- Hansen, L. M., Lorentsen, L., Boelt, B. 2008. How to reduce the incidence of black bean aphids (*Aphis fabae* Scop.) attacking organic growing field beans (*Vicia faba* L.) by growing partially resistant bean varieties and by intercropping field beans with cereals. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B — Soil & Plant Science*. 58(4): 359–364.
- Harrison, J.G. 1979. Overwintering of *Botrytis fabae*. *Transactions of the British Mycological Society* 72(3): 389-394.
- Hervé, M., Cortesero, A.M. 2016. Potential for oilseed rape resistance in pollen beetle control. *Arthropod-Plant Interactions* 10(6): 463-475.
- Hervé, M.R. 2018. Breeding for insect resistance in oilseed rape: Challenges, current knowledge and perspectives. *Plant Breeding* 137(1): 27–34.
- Heyman, F., Blair, J.E., Persson, L., Wikström, M. 2013. Root rot of pea and faba bean in southern Sweden caused by *Phytophthora pisi* sp nov. *Plant Disease* 97(4): 461–471.
- Holmberg, I. 2013. Åkerböna i ekologiska odlingssystem. (Examensarbete). SLU, Institutionen för biosystem och teknologi, Alnarp.
- Hossain, S., Bergkvist, G., Berglund, K., Glinwood, R., Kabouw, P., Mårtensson, A., Persson, P. 2014. Concentration- and time-dependent effects of isothiocyanates produced from Brassicaceae shoot tissues on the pea root rot pathogen *Aphanomyces euteiches*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 62(20): 4584-4591.
- Hu, X., Roberts, D.P., Xie, L., Maul, J.E., Yu, C., Li, Y., Jiang, M., Liao, X., Che, Z., Liao, X. 2014. Formulations of *Bacillus subtilis* BY-2 suppress *Sclerotinia sclerotiorum* on oilseed rape in the field. *Biological Control* 70: 54-64.
- Huang, Y.J., Hood, J.R., Eckert, M.R., Stonard, J.F., Cools, H.J., King, G.J., Rossall, S., Ashworth, M., Fitt, B.D.L. 2011. Effects of fungicide on growth of *Leptosphaeria maculans* and *L. biglobosa* in relation to development of phoma stem canker on oilseed rape (*Brassica napus*). *Plant Pathology* 60(4): 607-620.
- Jay, C.N., Rossall, S., Smith, H.G. Effects of beet western yellows virus on growth and yield of oilseed rape (*Brassica napus*). *The Journal of Agricultural Science* 133(2): 131-139.
- Jonsson, A., Katarzyna, M-S., Börjesson, G., Wallenhammar, A-C. 2016. Quantitative PCR shows propagation of *Plasmodiophora brassicae* in Swedish long term field trials. *European Journal of Plant Pathology* 145: 573-581.
- Jordbruksverket, u.å.. Växtskyddsinfo. (webbresurs). <https://fou.jordbruksverket.se/vxinfo/>
- Jordbruksverket 2010. Vildsvin - Hur stora kostnader orsakar vildsvin inom jordbruket? Rapport 2010: 26. Jordbruksverket, Jönköping.

- Jordbruksverket. 2012a. Radhackning från sådd till skörd i lantbruksgrödor. Jordbruksverket, Jönköping.
- Jordbruksverket. 2012b. Vässa växtskyddet för framtidens klimat. Jordbruksverket Jönköping.
- Jordbruksverket. 2013. Ekologisk odling av åkerböna: råd i praktiken. Jordbruksinformation 7: 1–8.
- Jordbruksverket. 2015. Färre växtskyddsmedel – en utmaning idag och i framtiden. Jordbruksverket, Jönköping.
- Jordbruksverket. 2016. Ekologisk odling av ärtor. Jordbruksinformation 10: 1-8.
- Jordbruksverket. 2017a. Snigeln – en besvärlig skadegörare i yrkesmässig odling. Jordbruksverket, Jönköping.
- Jordbruksverket. 2017b. Utsäde – skadegörare, analys och behandling. Jordbruksverket, Jönköping.
- Jordbruksverket. 2018. Bekämpningsrekommendationer. Svampar och insekter. Jordbruksverket, Jönköping.
- Kaniuczak, Z. 2004. Seed damage of field bean (*Vicia faba* L. var. minor harz.) caused by bean weevils (*Bruchus rufimanus* Boh.) (Coleoptera : Bruchidae). *Journal of Plant Protection Research* 44(2): 125-129.
- Karkanis, A., Ntatsi, G., Lepse, L., Fernández, J.A., Vågen, I.M., Rewald, B., Alsina, I., Kronberga, A., Balliu, A., Olle, M. et al. 2018. Faba bean cultivation - revealing novel managing practices for more sustainable and competitive European cropping systems. *Frontiers in Plant Science* 9:1115.
- Kharbanda, P.D., Yang, J., Beatty, P., Jensen, S., Tewari, J.P. 1999. Biocontrol of *Leptosphaeria maculans* and other pathogens of canola with *Paenibacillus polymyxa* PKB1. *Proceedings of the 10th International Rapeseed Congress, 1999. Canberra, Australia.*
- Kimbaris, A.C., Papachristos, D.P., Michaelakis, A., Martinou, A.F., Polissiou, M. 2010. Toxicity of plant essential oil vapours to aphid pests and their coccinellid predators. *Biocontrol Science and Technology* 20(4): 411-422.
- Lamy, F., Dugravot, S., Cortesero, A.M., Chaminade, V., Faloya, V., Poinso, D. 2017. One more step toward a push-pull strategy combining both a trap crop and plant volatile organic compounds against the cabbage root fly *Delia radicum*. *Environmental Science and Pollution Research* 25: 29868–29879.
- Laperche, A., Aigu, Y., Jubault, M., Ollier, M., Guichard, S., Glory, P., Strelkov, S.E., Gravot, A., Manzanares-Dauleux, M.J. 2017. Clubroot resistance QTL are modulated by nitrogen input in *Brassica napus*. *Theoretical and Applied Genetics* 130: 669-684.
- Lemerle, D., Luckett, D.J., Wu, H., Widderick, M.J. 2017. Agronomic interventions for weed management in canola (*Brassica napus* L.): A review. *Crop Protection* 95:69-73.
- Leroy, P.D., Verheggen, F.J., Capella, Q., Francis, F., Haubruge, E. 2010. An introduction device for the aphidophagous hoverfly *Episyrphus balteatus* (De Geer) (Diptera: Syrphidae). *Biological Control* 54(3): 181-188.
- Lindén, B. 2008. Efterverkan av olika förfrukter: inverkan på stråsädegrödors avkastning och kvävetillgång – en litteraturöversikt. Avdelningen för precisionsodling, Institutionen för markvetenskap, Sveriges lantbruksuniversitet, Skara.
- LRF. 2018. LRFs vildsvinspolicy. Lantbrukarnas Riksförbund, Stockholm.
- Lundin, O., Myrbeck, Å., Bommarco, R. 2018a. The effects of reduced tillage and earlier seeding on flea beetle (*Phyllotreta* spp.) crop damage in spring oilseed rape (*Brassica napus* L.). *Crop Protection* 107: 104-107.
- Lundin, O., Raderschall, C., Bommarco, R., Lindström, S. 2018b. Pollinering och växtskydd lyfter skörden i åkerbönor. *Arvensis* 1: 30-31.
- Lundkvist, A. 2014. Ogräskontroll på åkermark. Jordbruksverket, Jönköping.

- Maalouf, F., Ahmed, S., Shaaban, K., Bassam, B., Nawar, F., Singh, M., Amri, A. 2016. New faba bean germplasm with multiple resistances to *Ascochyta* blight, chocolate spot and rust diseases. - *Euphytica* 211(2): 157–167.
- Mauchline, A.L., Hervé, M.R., Cook, S.M. 2017. Semiochemical-based alternatives to synthetic toxic insecticides for pollen beetle management. *Arthropod-Plant Interactions* 12(6): 835-847.
- Mbazia, A., Omri Ben Youssef, N., Kharrat, M. 2016. Tunisian isolates of *Trichoderma* spp. and *Bacillus subtilis* can control *Botrytis fabae* on faba bean. *Biocontrol Science and Technology* 26(7): 915-927.
- Meadow, R., Johansen, T.J. 2005. Exclusion fences against brassica root flies (*Delia radicum* and *D. floralis*). *Integrated Control in Field Vegetable Crops IOBC wprs Bulletin* 28(4): 39-43.
- Meradsi, F., Laamari, M. 2016. Population dynamics and biological parameters of *Aphis fabae* Scopoli on five broad bean cultivars. *International Journal of Biosciences* 9(2): 58–68.
- Mohammed, A.A. 2018. *Lecanicillium muscarium* and *Adalia bipunctata* combination for the control of black bean aphid, *Aphis fabae*. *BioControl* 63: 277-287.
- Moss, S. 2017. Black-grass (*Alopecurus myosuroides*): Why has this weed become such a problem in Western Europe and what are the solutions? *Outlooks on Pest Management* 28(5): 2017-212.
- Månsson, J., Jansson, G., Levin, M., Lindblom, S. 2011a. Skador av vildsvin: omfattning och fördelning i ett mellansvenskt jordbrukslandskap. *Faktablad från Viltskadecenter 2011: 1. Viltskadecenter (SLU), Grimsö, Riddarhyttan.*
- Månsson, J., Levin, M., Larsson, I., Hake, M., Ångsteg, I., Wiberg, A. 2011b. Besiktning av viltskador på gröda – med inriktning på fredade fåglar. *Viltskadecenter (SLU), Grimsö, Riddarhyttan.*
- Månsson, J., Risberg, P., Ångsteg, I., & Hagbarth, U. 2015. Riktlinjer för förvaltning av stora fåglar i odlingslandskapet – åtgärder, ersättningar och bidrag. *Rapport: Naturvårdsverket och Viltskadecenter (SLU).*
- Nehlin, G., Mörner, J. Kålmalen (*Plutella xylostella*). *SLU: Faktablad om Växtskydd: Jordbruk 32 J.*
- Nilsson, C. 1995. Rapsbaggar. *SLU: Faktablad om Växtskydd: Jordbruk 35 J.*
- Nilsson, C. 2006. Vivlar vill inte rapsen väl. *Svensk Frötidning* 2006(2): 6-7.
- Nilsson, C. 2009. Ligg lågt med myggan. *Svensk Frötidning* 2009(2): 27-28.
- Nilsson, C. 2010. Impact of soil tillage on parasitoids of oilseed rape pests. Kapitel i: Williams, I. (red.). *Biocontrol-based integrated management of oilseed rape pests. Springer Science+Business Media, Dordrecht, Tyskland.*
- Nilsson, U., Eriksson, A., Rämert, B., Anderson, P. 2012. Male and female *Trybliographa rapae* (Hymenoptera: Figitidae) behavioural responses to food plant, infested host plant and combined volatiles. *Arthropod-Plant Interactions* 6(2): 251-258.
- Pettersson, M. 2012. Alternativa värdväxter för växtpatogener i svensk växtodling. (Examensarbete). *Institutionen för växtproduktionsekologi, SLU, Uppsala.*
- Panahi, M.S. 2018. Den blygrå rapsviveln och skidgallmyggan - ett växande problem i svensk rapsodling. (Examensarbete). *Institutionen för ekologi, SLU, Uppsala.*
- Riggi, L., Gagic, V., Bommarco, R., Ekbom, B. 2015. Insecticide resistance in pollen beetles over 7 years – a landscape approach. *Pest Management Science* 72(4): 780–786.
- Roubinet, E. 2016. Management of the broad bean weevil (*Bruchus rufimanus* Boh.) in faba bean (*Vicia faba* L.). *Institutionen för ekologi, SLU, Uppsala.*
- Roubinet, E., Birkhofer, K., Malsher, G., Staudacher, K., Ekbom, B., Traugott, M., Jonsson, M. 2017. Diet of generalist predators reflects effects of cropping period and farming system on extra- and intraguild prey. *Ecological Applications* 27(4):1167-1177.
- Rufelt, S. 1995. Rapsjordloppa. *Faktablad om växtskydd: Jordbruk 54 J. SLU.*

- Rybakova, D., Rack-Wetzlinger, U., Cernava, T., Schaefer, A., Schmuck, M., Berg, G. 2017. Aerial warfare: a volatile dialogue between the plant pathogen *Verticillium longisporum* and its antagonist *Paenibacillus polymyxa*. *Frontiers in Plant Science* 8: 1294.
- Rännbäck, L-M. 2015. Biological control strategies of the cabbage root fly. Doktorsavhandling. SLU. Acta Universitatis agriculturae Sueciae 2015:53.
- Sabbour, M.M., E-Abd-El-Aziz, S. 2007. Efficiency of some bioinsecticides against broad bean beetle, *Bruchus rufimanus* (Coleoptera: Bruchidae). *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*, 3(2): 67-72.
- Sahile, S., Fininsa, C., Sakhujia, P.K., Ahmed, S. 2008. Effect of mixed cropping and fungicides on chocolate spot (*Botrytis fabae*) of faba bean (*Vicia faba*) in Ethiopia. *Crop Protection* 27(2): 275–282.
- SCB. 2014. Viltsskador i lantbruksgrödor 2014. Sveriges officiella statistik. JO 16 SM 1502.
- SCB. 2018. Skörd för ekologisk och konventionell odling 2017: Spannmål, trindsäd, oljeväxter, matpotatis och slåttervall. Sveriges officiella statistik. JO 14 SM 1801.
- Seidenglanz, M., Huňady, I. 2016. Effects of faba bean (*Vicia faba*) varieties on the development of *Bruchus rufimanus*. *Czech Journal of Genetics and Plant Breeding* 52(1): 22-29.
- Shannag, H. K. och Obeidat, W. M. 2008. Interaction between plant resistance and predation of *Aphis fabae* (Homoptera: Aphididae) by *Coccinella septempunctata* (Coleoptera: Coccinellidae). *Annals of Applied Biology* 152: 331–337.
- Siekmann, G., Hommes, M. 2007. Exclusion fences against cabbage root fly and carrot fly. *Integrated Protection of Field Vegetables IOBC/wprs Bulletin* 30(8): 107-11.
- Sigvald, R. 2005. Virus i höstoljeväxter. SLU: Faktablad om Växtskydd: Jordbruk 126 J.
- Sillero, J., Villegas-Fernández, A.M., Thomas, J., Rojas-Molina, M.M., Emeran, A.A., Fernández-Aparicio, M., Rubiales, D. 2010. Faba bean breeding for disease resistance. *Field Crops Research* 115(3): 297–307.
- Skellern, M.P., Welham, S.J., Watts, N.P., Cook, S.M. 2017. Meteorological and landscape influences on pollen beetle immigration into oilseed rape crops. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 241: 150-159.
- Smolinska, U. och Kowalska, B. 2018. Biological control of the soil-borne fungal pathogen *Sclerotinia sclerotiorum* — a review. *Journal of Plant Pathology* 100(1): 1-12.
- South, A. 1992. Terrestrial slugs: Biology, ecology and control. London: Chapman & Hall.
- Stephansson, D., Åhman, I. 1998. Blygrå rapsvivel och skidgallmygga. SLU: Faktablad om växtskydd: Jordbruk 57 J.
- Stevens, M., McGrann, G.R.D., Clark, B. 2008. Turnip yellows virus (syn Beet western yellows virus): an emerging threat to European oilseed rape production. *HGCA Research Review* 69.
- Stoddard, F. L., Nicholas, A.H., Rubiales, D., Thomas, J., Villegas-Fernández, A.M. 2010. Integrated pest management in faba bean. *Field Crops Research* 115(3): 308–318.
- Stoltz, E., Wallenhammar, A-C., Nadeau, E. 2018. Functional divergence effects of intercropping maize in organic production for forage increases mineral contents and reduces leaf spots. *Agricultural and Food Science* 27(2): 110-123.
- Styrsky, J. D. och Eubanks, M. D. 2007. Ecological consequences of interactions between ants and honeydew-producing insects. – *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 274(1607): 151–164.
- Swensson, C. 2006. Proteinfodermedel i ekologisk mjölkproduktion. Svensk Mjök: Rapport nr 7056-P.

- Symondson, W.O.C., Glen, D.M., Wiltshire, C.W., Langdon, C.J., Liddell, J.E. 1996. Effects of cultivation techniques and methods of straw disposal on predation by *Pterostichus melanarius* (Coleoptera: Carabidae) upon slugs (Gastropoda: Pulmonata) in an arable field. *Journal of Applied Ecology* 33(4): 741-753.
- Szafirowska, A. 2012. The role of cultivars and sowing date in control of broad bean weevil (*Bruchus rufimanus* Boh.) in organic cultivation. *Vegetable Crops Research Bulletin* 77: 29–36.
- Tewari, J.P., Shinnars, T.C., Briggs, K.G. 1997. Production of calcium oxalate crystals by two species of *Cyathus* in culture and in infested plant debris. *Verlag der Zeitschrift für Naturforschung* 52c, 421 – 5.
- Thurfjell, H., Ball, J. P., Åhlén, P. A., Kornacher, P., Dettki, H., Sjöberg, K. 2009. Habitat use and spatial patterns of wild boar *Sus scrofa* (L.): agricultural fields and edges. *European Journal of Wildlife Research* 55(5): 517-523.
- Thöming, G., Pöhlitz, B., Kühne, A., Saucke, H. 2011. Risk assessment of pea moth *Cydia nigricana* infestation in organic green peas based on spatio-temporal distribution and phenology of the host plant. *Agricultural and Forest Entomology* 13(2): 121-130.
- Twengström, E. 1999. Bomullsmögel. SLU: Faktablad om växtskydd: Jordbruk. 25 J.
- Villegas-Fernandez, A., Sillero, J.C., Emeran, A.A., Winkler, J., Raffiot, B., Tay, J., Flores, F., Rubiales, D. 2009. Identification and multi-environment validation of resistance to *Botrytis fabae* in *Vicia faba*. *Field Crops Research* 114(1): 84–90.
- Villegas-Fernández, A. M., Sillero, J.C., Emeran, A.A., Flores, F., Rubiales, D. 2011. Multiple-disease resistance in *Vicia faba*: Multi-environment field testing for identification of combined resistance to rust and chocolate spot. *Field Crops Research* 124(1): 59–65.
- Wallenhammar, A-C. 1996. Prevalence of *Plasmodiophora brassicae* in a spring oilseed rape growing area in central Sweden and factors influencing soil infestation levels. *Plant Pathology* 45(4): 710–719.
- Wallenhammar, A-C., Gunnarson, A., Hansson, F., Jonsson, A. 2016. Quantification of *Plasmodiophora brassicae* using a DNA- based soil test facilitates sustainable oilseed rape production. *Plants* 5, 21.
- Wallenhammar, A-C., Algerin, M., Tilevik, D. 2017. Ny metod bedömer risken för bomullsmögel. *Arvensis* 4:33.
- Warner, D. J., Allen-Williams, L. J., Warrington, S., Ferguson, A. W., Williams, I. H. 2003. Mapping, characterisation, and comparison of the spatio-temporal distributions of cabbage stem flea beetle (*Psylliodes chrysocephala*), carabids, and Collembola in a crop of winter oilseed rape (*Brassica napus*). *Entomologia Experimentalis et Applicata* 109(3): 225-234.
- Webster, B. 2012. The role of olfaction in aphid host location. *Physiological Entomology*. 37(1): 10–18.
- West, J.S., Kharbanda, P.D., Barbetti, M.J., Fitt, B.D.L. 2001. Epidemiology and management of *Leptosphaeria maculans* (phoma stem canker) on oilseed rape in Australia, Canada and Europe. *Plant Pathology* 50(1): 10-27.
- Westerman, P. R., Wes, J. S., Kropff, M. J., Van der Werf, W. 2003a. Annual losses of weed seeds due to predation in organic cereal fields. *Journal of Applied Ecology* 40: 824-836.
- Westerman, P. R., Hofman, A., Vet, L. E. M., Van Der Werf, W. 2003b. Relative importance of vertebrates and invertebrates in epigeic weed seed predation in organic cereal fields. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 95: 417-425.
- Williams, I.H., Ferguson, A.W., Kruus, M., Veromann, E., Warner, D.J. 2010. Ground beetles as predators of oilseed rape pests: incidence, spatio-temporal distributions and feeding. Kapitel i: Williams, I. (red.). *Biocontrol-based integrated management of oilseed rape pests*. Springer Science+Business Media, Dordrecht, Tyskland.

- Williams, I.H. (red.). 2010. Biocontrol-based integrated management of oilseed rape pests. Springer, Dordrecht, Tyskland.
- Wnuk, A. och Wojciechowicz-Żytka, E. 2010. The influence of intercropping broad bean with phacelia on the occurrence of weevils (*Sitona* spp.) and broad bean beetles (*Bruchus rufimanus* Boh.). *Folia Horticulturae* 22: 33–37.
- WUR. 2018. Aaltjesschema. <http://www.aaltjesschema.nl/>. [Besökt 2018-12-17]
- Xu, Q., Hatt, S., Lopes, T., Zhang, Y., Bodson, B., Chen, J., Francis, F. 2018. A push–pull strategy to control aphids combines intercropping with semiochemical releases. *Journal of Pest Science* 91(1): 93-103.
- Åhman I. 1987. Oviposition site characteristics of *Dasineura brassicae* Winn (Dipt, Cecidomyiidae). *Journal of Applied Entomology-Zeitschrift Fur Angewandte Entomologie* 104: 85-91.

Tack

Författarna vill tacka Karl-Oskar Andersson, Lars Andersson, Gunilla Berg, Riccardo Bommarco, Georg Carlsson, Christina Dixelius, Alf Djurberg, Göran Gustafsson, Albin Gunnarson, Elisabeth Gunnarsson, Oskar Hansson, Mattias Jonsson, Sandra Lindström, Anna Linnell, Per-Johan Lööf, Anders Kvarnheden, Åsa Lankinen, Eva Mellqvist, Johan Månsson, Anders TS Nilsson, Ulf Nilsson, Lina Norrlund, Rodomiro Ortiz, Maria Viketoft, Mariann Wikström och Linda Öhlund för information, kommentarer och synpunkter som bidragit till denna sammanställning. Arbetet har finansierats av Plattform växtskydd vid SLU.