

Fruktflugor ur *Rhagoletis* släktet som hot i odling i Sverige och möjliga bekämpningsmetoder

Fruit flies from the genus *Rhagoletis* as threat in cultivation in Sweden and possible types of control methods

Christoffer Johansson



Fruktflugor ur *Rhagoletis* släktet som hot i odling i Sverige och möjliga bekämpningsmetoder

Fruit flies from the genus *Rhagoletis* as threat in cultivation in Sweden and possible types of control methods

Christoffer Johansson

Handledare: Madeleine Uggla, SLU, Institutionen för växtförädling

Examinator: Paul Becher, SLU, Institutionen för växtskyddsbiologi

Omfattning: 15 hp

Nivå och fördjupning: G2E

Kurstitel: Kandidatarbete i biologi

Kurskod: EX0493

Program/utbildning: Trädgårdsingenjör: odling – kandidatprogram

Utgivningsort: Alnarp

Utgivningsår: 2019

Omslagsbild: Madeleine Uggla

Elektronisk publicering: <http://stud.epsilon.slu.se>

Nyckelord: *Rhagoletis cerasi*, *Rhagoletis batava*, *Rhagoletis alternata*, *Rhagoletis pomonella*, *Rhagoletis mendax*, körsbärsflugan, havtornsflugan, nyponflugan, bekämpning, bekämpningsmetoder

SLU, Sveriges lantbruksuniversitet

Fakulteten för landskapsarkitektur, trädgårds- och växtproduktionsvetenskap

Institutionen för biosystem och teknologi

Förord

När jag reste i Kanadas skogar och trädgårdar väcktes mitt intresse för första gången för växtodling och natur. Intresset tog sedan vid hemma i Sverige och jag började fundera på hur jag skulle kunna använda mitt nyfunna intresse. Jag fick sedan kontakt med en hortonom vid namn Ingela Jagne som inspirerade mig till att söka till Alnarp.

Efter jag gett tigerliljor till min mor som sedermera planterades ut i hennes trädgård upptäckte jag ett år senare att de blivit allvarligt angripna och knappt fanns någon planta kvar. Jag fick vid det tillfället syn på den vackra liljeskalbaggen varför jag började fundera på hur ett sådant angrepp skulle kunna förhindras. Genom denna händelse växte mitt intresse för växtskydd.

Jag vill inledningsvis tacka min kursledare Lotta Nordmark som hjälpte till med idéer och stöd när jag helt fastnade i början av kursen. Jag vill även rikta ett stort tack till min handledare Madeleine Ugglå som gett mig stöd, goda råd och hjälp under hela skrivningsprocessen. Genom min kontakt med Kristen Jensen på Länsstyrelsen Västra Götaland fick jag ett förslag om att skriva om den inkommande havtornsflugan och sedan utvecklades denna idé tillsammans med Madeleine till att skriva ett arbete om flera flugor i *Rhagoletis* släktet.

Jag vill även tacka Lisa Conrad som hjälpt till med korrekturläsning, stöd och idéer och även Simon Kamke som också hjälpt till med korrekturläsning. Slutligen vill jag även tacka mina föräldrar Thure och Elisabeth Johansson som varit ett enormt stöd genom hela arbetet!

Christoffer Johansson

Januari 2019

Sammanfattning

Idag skeppas många varor fram och tillbaka över jorden och risken för att en skadegörare liftar med i en frukt eller växtmaterials jord ökar. I denna studie undersöks hotet av släktet *Rhagoletis* i Sverige och vilka flugor som finns, vilka som är på väg in och eventuella framtida hot. Där *Rhagoletis*-flugorna är etablerade gör de stor skada på frukten till sin värdväxt och kan utgöra stora ekonomiska problem för odlaren. *Rhagoletis* flugorna lägger ägg i omogen/växande frukt och äter sedan upp innehållet. De går i vinterdiapaus som är en slags dvala och ifall förhållandena inte är tillräckligt bra för att de ska vakna ur den så kan de bli liggandes i jorden i 2–5 år. De två flugor som redan är etablerade är *Rhagoletis cerasi* och *R. alternata*. Studien visar på att *R. batava* håller på att etableras eftersom den redan visats på flera ställen och den redan är etablerad i grannlandet Finland. Både *R. pomonella* och *R. mendax* beskrivs som framtida hot men anses inte kunna etableras i den närmsta tiden men möjligheten finns ändå där med ökade klimatförändringar och transporter av frukt och växtmaterial över världen. De anses också vara stora hot ifall de skulle etableras i Sverige då det finns stor tillgång på värdväxterna i både odlat och vilt tillstånd. Det finns få kemiska bekämpningsmedel som är tillåtna att användas i Sverige och det beräknas även att minskas på dem i framtiden. Därför utreder denna studien vilka slags bekämpningsmetoder som används idag och vilka nya bekämpningsmetoder som är på ingång. En genomgång inom 3 olika grupper, kemitekniska åtgärder, odlingstekniska åtgärder och biologisk bekämpning, genomförs. Slutsatsen av studien är att det idag inte finns något metod som ger komplett skydd utan en kombination av olika metoder som t.ex. massfångstfällor, täckning av jord/växt, tidiga sortval och möjligtvis Spinosad eller Mospilan SG som insekticid skulle kunna ge ganska bra skydd. Framtida metoder som anses vara intressanta är utveckling av semiokemikalier i form av honans värdmarkeringsferomon vilket skulle kunna skydda från att honan lägger ägg i frukten och även använda värdfruktsassocierade kairomoner och hanens sexuella hormon som ett lockämne i till exempel massfångstfällor och även studier på möjligheter av biologisk bekämpning med parasitoider.

Summary

There is a lot of transport of goods back and forth over the earth today and the risk of a pests hitchhiking in a fruit or in the soil of plant material increases. This study investigates the threat of the genus *Rhagoletis* in Sweden giving an account on which flies exist, which are on their way in representing future threats. Where the *Rhagoletis* flies are established, they cause major damage to the fruit and can pose major economic problems for the growers. The flies lay eggs in growing fruit which then eats up the pulp. They go into winter diapause and depending on environmental conditions, they can stay in the soil for 2-5 years. The two already established species are *Rhagoletis cerasi* and *R. alternata*. The study shows that *R. batava* is probably about to establish in Sweden soon because it has already been shown in several places and it is already established in the neighbouring country Finland and Germany. Neither *R. pomonella* and *R. mendax* are considered to be established in the nearest future but the potential might increase with climate change and transports of fruit and plant material over the world. These two species are also considered to be major threats if they were to establish themselves in Sweden, as there is a large supply of host plants in both cultivated and wild conditions. There are few chemical pesticides that are allowed to be used in Sweden and they are also expected to decrease in the future. Therefore, this study investigates what kinds of control methods are used today and what new methods of control could be possible in the future. A review is carried out within 3 different groups of chemical engineering measures, plant technical measures and biological control. The conclusion of the study is that there is currently no method that provides complete protection instead a combination of different methods, such as masstrapping, soil or plant coverage, varieties with early harvest and possibly Spinosad or Mospilan SG as insecticide could provide quite good protection. Future methods that are considered interesting are the development of semiochemicals in the form of the host-marking pheromone, which could protect from other females to lay egg in the fruit and also use host fruit-associated kairomones & the male's sexual hormone as a lure substance in for example mass trapping traps and also studies on the possibilities of biological control with parasitoids.

Innehållsförteckning

Förord

Sammanfattning

Summary

Innehållsförteckning

1. Inledning	1
1.1 Introduktion.....	1
1.2 Syfte	2
1.3 Frågeställning.....	3
1.4 Avgränsning	3
2. Material och Metod	3
2.1 Litteraturstudie	3
3. Resultat	4
3.1 Vilka <i>Rhagoletis</i> -flugor finns etablerade idag?.....	4
3.1.1 <i>Rhagoletis cerasi</i> - körsbärsflugan	4
3.1.2 <i>Rhagoletis alternata</i> – nyponflugan	5
3.2 Vilka <i>Rhagoletis</i> -flugor håller på att bli etablerade?	6
3.2.1 <i>Rhagoletis batava</i> – havtornsflugan	6
3.3 Framtida hot inom släktet	7
3.3.1 <i>Rhagoletis pomonella</i> – äppelflugan	7
3.3.2 <i>Rhagoletis mendax</i> - blåbärsflugan	8
3.4 Biologi – allmänt för <i>Rhagoletis</i>	9
3.5 Bekämpningsmetoder.....	11
3.5.1 Kemitekniska åtgärder.....	11
3.5.1.1 Insekticider.....	11
3.5.1.2 Massfångst	12
3.5.1.3 Semiokemikalier.....	13
3.5.1.4 Fysisk barriär	15
3.5.2 Odlingstekniska åtgärder	16
3.5.2.1 Jordbearbetning	16
3.5.2.2 Täckning av träd	16
3.5.2.3 Täckning av jorden	17
3.5.2.4 Sortval med tidig skörd.....	17
3.5.3 Biologisk bekämpning.....	17
3.5.3.1 Svampar	17
3.5.3.2 Parasitoider	18
3.5.3.3 Nematoder.....	18
4. Diskussion	19
4.1 Reflektion.....	19
4.2 Kemitekniska åtgärder	20
4.3 Odlingstekniska åtgärder.....	22
4.4 Biologisk bekämpning	23
4.5 Frågeställningar.....	23
4.6 Slutsats	24
5. Litteraturlista	26
5.1 Figurförteckning.....	37

1. Inledning

1.1 Introduktion

Rhagoletis är ett släkte ur familjen borrflugor (*Tephritidae*), också kallat fruktflugor (Smith & Bush, 1997). I släktet ingår ca 60–70 beskrivna arter som finns utspridda över Eurasien och ”den nya världen”, dvs Nord- och Sydamerika (Smith & Bush, 1997). Alla kända *Rhagoletis* arter lägger ägg i omogen frukt där larven kläcks och varefter de använder fruktmassan som föda (Boller & Prokopy, 1976; Bush, 1992). De flesta arterna är univoltina och oligofaga, dvs de producerar en generation per år och livnär sig på en eller ett fåtal värdväxter. Många av arterna kan bli stora ekonomiska problem som skadegörare hos fruktodlare (Boller & Prokopy, 1976; Hedström, 1995; Smith & Bush, 1997). Vissa av arterna (t.ex. *Rhagoletis pomonella* Walsh) har anpassat sig det senaste seklet och lyckats etablera nya raser som har skiftat värdväxter från inhemska sorter till nyförädlade sorter (Boller & Prokopy, 1976). I Sverige finns idag tre etablerade *Rhagoletis* flygare och de är *Rhagoletis cerasi* Linnaeus (körsbärsflugan), *Rhagoletis alternata* Fallén (nyponflugan) och *Rhagoletis meigenii* Loew (berberisflugan) och en som troligtvis håller på att etableras *Rhagoletis batava* Hering (havtornsflugan) (Hedström, 1995; Stalas & Balalaikins, 2017; Artdatabanken, 2018). Det finns flera stora fruktskadegörare ur *Rhagoletis* i USA som är etablerade i liknande klimat som Sverige och dessa är *Rhagoletis pomonella* Walsh (äppelflugan) (CAB International, 2018a), *Rhagoletis mendax* Curran (blåbärsflugan), (CAB International, 2018b), *Rhagoletis completa* Cresson (valnötsflugan) (CAB International, 2018e) och de tre körsbärsflugorna *Rhagoletis cingulata* Loew (CAB International, 2018c), *Rhagoletis indifferens* Curran (EPPO, 2001) och *Rhagoletis fausta* Osten-Sacken (CAB International, 2018d). Både *R. cingulata* och *R. completa* har hittats i Europa och håller troligtvis på att etablera sig i flera länder (CAB International, 2018c; CAB International, 2018e). Den europeiska *R. cerasi* har även lyckats ta sig åt andra hållet till östra Nordamerika där det 2017 hittades 22 individer från 14 olika platser (Fruit Growers News, 2017).

I en rapport av Jordbruksverket (2008) kom den fram till att det kommer ske en minskning av kemiska växtskyddsmedel i framtiden vilket beror på att EU har för avsikt att sänka miljö- och hälsoriskerna som medlen kan utgöra. Minskningen

undersöktes av Jordbruksverket (2015) där de kunde se att det 2011 för äpple fanns fem ogräsmedel, ett antal glyfosatpreparat, nio svampmedel och 11 insektsmedel. 2014 var 5 av dessa inte längre tillgängliga, varav två ogräsmedel och ett svampmedel. Medvetet har EU varit återhållsamma med att tillåta nya medel, ompröva gamla medel och försöker öka medvetenheten om vad riskerna i medlen kan innebära (Jordbruksverket 2008). Miljörisker mäts genom att man testar halter av växtskyddsmedel i ytvatten, grundvatten, regnvatten och sediment där det i Sverige hittas mest herbicider i testerna, men det förekommer även växtskyddsmedel (Jordbruksverket, 2008). Resthalter i livsmedlen kan utgöra hälsorisker och dessa halter testas kontinuerligt av livsmedelsverket för att säkerställa att de hålls på tillräckligt låg nivå (Jordbruksverket, 2008). Jordbruksverket har tagit fram en handlingsplan för hållbar användning av växtskyddsmedel för åren 2018–2022 och målen för denna är att minska riskerna för miljö och hälsa, att halter av växtskyddsmedel i vatten skall vara nära noll, att resthalter i inhemskt odlade vegetabilier skall vara låga och inte innebära risker, att risker för användare av växtskyddsmedel skall vara små och att utveckla och införa integrerat växtskydd och alternativa metoder eller tekniker för att minska beroendet av bekämpningsmedel. Det finns en problemställning kring att använda ett slags bekämpningsmedel med en verkningsmekanism då en art har genetisk variation och under en lång tids bekämpning kan motståndskraftiga inom arten överleva och utveckla en resistens (Jordbruksverket, 2015). Ifall de har god konkurrens- och överlevnadsförmåga kan de då öka sin population om bekämpningen fortgår. Därför är det av intresse att hitta alternativa bekämpningsmetoder för att undvika dessa risker.

1.2 Syfte

Syftet med arbetet är att undersöka vilken slags bekämpningsmetod som används mot aktuella fruktflugorna idag och vilka nya metoder som har testats i ny forskning. På grund av att det finns ett intresse av att använda andra bekämpningsmetoder än kemiska samt att tillgången till dessa kan förväntas minska kommer arbetet fokusera på att hitta andra metoder än kemiska. Bekämpningsmetoder kommer undersökas för de tre *Rhagoletis* flugor som är aktuella i odling i Sverige idag; *R. cerasi* & *R. alternata* som redan är etablerade i Sverige och *R. batava* som eventuellt är på väg att etableras. Det kanske går att hitta likheter i hur de olika flugorna kan bekämpas och det kommer också undersökas i denna studie.

1.3 Frågeställning

1. Vilka bekämpningsmetoder används idag för att bekämpa dessa tre flugor?
2. Vad finns det för nya metoder för att bekämpa dessa tre flugor?

1.4 Avgränsning

Arbetet kommer undersöka vilka flugor ur *Rhagoletis* släktet som är ett hot i odling i Sverige idag samt vilka som är på väg att etablera sig och vilka som kan bli hot i framtiden. *R. meigenii* kommer inte vara med i studien då värdväxten berberis inte är en frukt som odlas i Sverige.

Som framtida hot har två flugor valts ut; *R. pomonella* (CAB International 2018a) och *R. mendax* (CAB International, 2018b). Dessa två flugorna skulle kunna göra stor skada på både odlad och vild frukt om de kommer till Sverige och kan potentiellt bli nya huvudskadegörare på sina värdväxter. De tre körsbärsflugorna *R. cingulata*, *R. fausta* och *R. indifferens* har redan en motsvarande skadegörare i *R. cerasi* och kommer därför inte undersökas. *R. completa* har ingen större odling att angripa i Sverige så därför kommer inte heller den undersökas. De framtida hoten kommer inte beskrivas med kännetecken utan enbart vilket hot de kan komma att utgöra.

Hur de olika värdväxterna odlas och eventuella negativa eller positiva aspekter kring odlingen gentemot bekämpning av flugorna kommer heller inte tas upp.

2. Material och Metod

2.1 Litteraturstudie

Arbetet är en litteraturstudie och jag kommer främst använda mig av vetenskapliga artiklar och även böcker. De vetenskapliga studierna kommer jag främst söka upp genom SLU's egna sökmotor, Primo och även Web of Science. I min sökning har jag använt mig av sökord som "rhagoletis cerasi", "rhagoletis alternata", "rhagoletis batava", "rhagoletis pomonella", "rhagoletis mendax" och "rhagoletis".

3. Resultat

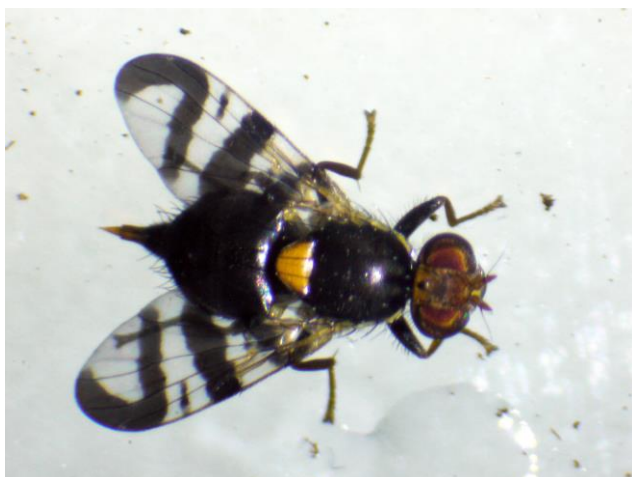
3.1 Vilka *Rhagoletis* -flugor finns etablerade idag?

3.1.1 *Rhagoletis cerasi* - körsbärsflugan

Rhagoletis cerasi är en svår skadegörare i Sverige (Svensson, 1997; Pettersson & Åkesson, 2011). Den är väletablerad på de platser där det har odlats sötkörsbär – *Prunus avium* under en längre period och även där det växer vilda körsbärsträd (Svensson, 1997). Den gör även stor skada på sötkörsbär i hela Europa och upp till 100 % av skörden kan bli förlorad ifall odlaren inte använder några bekämpningsmetoder (Daniel & Grunder, 2012). I Sverige finns gränser för skadetolerans hos färsk frukt och de skiljer sig beroende på vilken kvalitet körsbäret har och då hamnar de i olika klasser (Jordbruksverket, 2004). Den bästa klassen, klass ”extra”, har skadetolerans på 2 % medan klass 1 och klass 2 har en tolerans på högst 4 % (Jordbruksverket, 2004). Ifall körsbären inte håller sig under dessa gränser måste odlaren istället sälja skörden till förädling, vilket innebär en stor ekonomisk förlust då priset är mycket lägre för dessa (Daniel & Grunder, 2012).

Kännetecken

Den vuxna körsbärsflugan har en svart bröstkorg med gult mellanparti med ett karakteristiskt mönster på vingarna – se figur 1 (Daniel & Grunder, 2012). Hanen är ca 4 mm och honan är ca 5 mm. Larverna blir som störst ca 6 mm (Daniel & Grunder, 2012).



Figur 1. [Rhagoletis cerasi](#) av [Drakhub](#) (2014) (CC [BY-SA 3.0](#))

Värdväxter

Rhagoletis cerasi har troligtvis två olika raser – en ”sydlig” och en ”nordlig” (Stalas & Balalaikins, 2017). Den ”sydliga” rasen har spridits från länder med inhemska körsbär som sedan spridits vidare till andra länder dit körsbär har börjat odlas. Arten angriper sötkörsbär – *Prunus avium* och även surkörsbär – *Prunus cerasus*. Den ”nordliga” rasen är inhemsk i norr och öster om Schweiz och angriper arter ur trysläktet - *Lonicera* och snöbärsläktet - *Symphoricarpos* (Stalas & Balalaikins, 2017).

3.1.2 *Rhagoletis alternata* – nyponflugan

Uggla & Carlson-Nilsson (2009) gjorde en undersökning i södra Sverige år 2006 över hur skadebilden såg ut för *R. alternata* på vilda nyponplantor. Frukter plockades från 48 nyponplantor på 16 olika lokaler utspridda i Skåne. Av dessa plantor var 90 % infekterade med larver från nyponflugan och räknat utifrån varje planta var lite mindre än 50 % av frukterna infekterade (Uggla & Carlson-Nilsson, 2009). De jämförde sina resultat med Lipa, Borusiewicz & Balzany (1976) som i sina studier funnit att 40–80 % av plantorna i en nyponodling angripits mellan år 1968 och 1970. Resultatet visade att nyponflugan gjort ungefär lika stor skada på vilda och odlade nyponplantor (Uggla & Carlson-Nilsson, 2009).

Kännetecken

Den vuxna nyponflugan har en mestadels gulaktig eller orange- till brunaktig kropp. Mellanpartiet är gult med svart streck och vingarna har ett karaktäristiskt mönster – se figur 2 (Carroll et al. 2018). Flugans storlek är ca 7–8 mm (Gedling Conservation Trust, u.å.).



Figur 2. [Rhagoletis alternata](#) av [Schoenmakers](#) (2016) (CC0)

Värdväxt

Rhagoletis alternata angriper enbart rosor - *Rosa* ssp (*Rosa canina* Group, *Rosa rugosa*, *Rosa villosa*) (Stalas & Balalaikins, 2017).

3.2 Vilka *Rhagoletis* -flugor håller på att bli etablerade?

3.2.1 *Rhagoletis batava* – havtornsflugan

I Norden påträffades *R. batava* första gången 1970 på vildväxande havtorn - *Hippophae rhamnoides* i Uppland (Jeppsson, 1998). Det finska Naturresursinstitutet (2015) skrev i en artikel att havtornsflugan tagit sig till Finland och att det antas att flugan spritt sig dit på egna vingar och sedan spridits vidare från buske till buske i landet. Det finns därför anledning att tro att den också skulle kunna spridas vidare till Sverige (Naturresursinstitutet, 2015). På Artportalen (2018) är bara en lokal registrerad i Väddö, Norrtälje från 2013. Ytterligare två nya rapporter om angrepp i Uppland, varav det ena är från vilt bestånd i Forsmark och det andra är från en odling utanför Norrtälje, nämns i ett informationsbrev från september för yrkesmässig trädgårdsrådgivning från Länsstyrelsen i Västra Götalands län (Jensen, 2018).

I regionen Altaj kraj i Ryssland är havtorn den industriella huvudgrödan och där anses *R. batava* vara huvudskadegöraren som kan utgöra upp till 100 % av skördeförlusterna (Shamanskaya, 2014). Förr var havtorn även en stor gröda i mellersta Ryssland men odlarna hade så stora problem med *R. batava* att odlingarna försvann (Shamanskaya, 2014). I Europa är havtorn fortfarande en relativt ny gröda och det finns förhållandevis lite information om den men den odlas rätt så mycket i de baltiska länderna och även i Tyskland (Höhne 2014). I Tyskland startades havtornsodlingen med tre hektar på 80-talet som idag har växt till 600 hektar. 2013 hittades *R. batava* i en tysk odling för första gången då det upptäcktes larver i bären vid skörd och efter några dagar hittades flera puppor i marken. Året därpå sattes det upp flera gula klisterfällor och kunde i dessa se att det fanns väldigt många flugor i odlingen (Höhne, 2014).

Kännetecken

Den vuxna havtornsflugan har en svart kropp med ett gult mellanparti och ett karakteristiskt mönster på vingarna – se figur 3 (Csalomontraps, 2016). Flugans kropp är 4–6 mm och vingbredden är 7–9 mm. Den påminner väldigt mycket om *R. cerasi* i både storlek och färg. Det går att skilja dem åt på vingarnas mönster där *R. batava* saknar ett mindre streck i mitten av vingen som *R. cerasi* har (Csalomontraps, 2016). Strecket är smalt och går knappt en tredjedel över vingen - se figur 1 och 3 för jämförelse. Flugans larver är först vit-transparanta och går i det senare stadiet över till gult och i storlek blir de ca 7 mm som störst (Shamanskaya, 2014).



Figur 3. [Rhagoletis batava](#) av Kuhnke (2014) (CC [BY-SA 4.0](#))

Värdväxt

Rhagoletis batava angriper enbart havtorn - *Hippophae rhamnoides* (Stalas & Balalaikins, 2017).

3.3 Framtida hot inom släktet

3.3.1 *Rhagoletis pomonella* – äppelflugan

R. pomonella (Walsh) är etablerad i den nordöstliga delen av USA och sydöstliga delen av Kanada (CAB International, 2018a). I de kyligare och havsnära miljöerna är flugan den största skadegöraren på äpplen. Eftersom klimatet är förhållandevis likt klimatet i Sverige och en stor del av Europa finns en stor möjlighet för *R. pomonella* att etableras i Sverige (Landbrugsstyrelsen, u.å.; CAB International 2018a). Just nu är flugan störst hot mot den stora äppelregionen i British Columbia, Kanada (CFIA,

2016; CAB International, 2018a). 2006 hittades flugan på tre olika platser i regionen och 2013 hittades den på ännu en plats (CFIA, 2016). Den har redan spridit sig till USA:s västkust (CAB International, 2018a). Möjliga sätt för flugan att spridas till Sverige är genom oavsiktlig mänsklig transport med larver i frukt eller puppor i jord. Den ursprungliga värdväxten hagtorn – *Crataegus* ssp. finns både i vilt tillstånd och som prydnadsväxt i alla länder med tempererat klimat och skulle kunna bli en effektiv medhjälpare för *R. pomonella* att sprida sig. Det skulle kunna innebära stora ekonomiska förluster om den etablerar sig, både i form av skördeförluster men även då det kan bli svårare att sälja frukt och växtmaterial på grund av dess karantänstatus (CAB International, 2018a).

Värdväxt

Den ursprungliga värdväxten till *R. pomonella* var inhemska hagtorn – *Crataegus* spp. (Bush, 1992). När äppelodling introducerades till Nordamerika så utvecklades en ny ras inom *R. pomonella* som angriper äpple – *Malus domestica*. Den angriper även andra arter ur familjen Rosaceae som t.ex. chickasawplommon - *Prunus angustifolia*, persika – *Prunus persica* och bärapel - *Malus baccata* (CAB International, 2008). Den har även setts använda sig av frukten av två olika rosarter – vresros – *Rosa rugosa* och glansros – *R. virginiana* som alternativa värdväxter (Prokopy & Berlocher, 1980). Det finns en till ras inom *R. pomonella* som är etablerad i östra Nordamerika som angriper *Cornus florida* ur familjen *Cornaceae*, men den skiljer sig både i gener och beteende mot den äpple- och den hagtornsangripande (Berlocher, 1999; Dambroski et al., 2005).

3.3.2 *Rhagoletis mendax* - blåbärsflugan

Rhagoletis mendax finns etablerad i nordöstra USA och sydöstra Kanada och gör skada på blåbär (Bush, 1966). Den ingår i *R. pomonella* art komplex och är därför mycket lik den men kan skiljas åt på bl.a. vingmönstret och de angriper inte heller varandras värdväxter (CAB International, 2018b). Precis som för *R. pomonella* så stämmer klimatet in väldigt bra för *R. mendax* att sprida sig i Sverige. Det europeiska blåbäret – *Vaccinium myrtillus* har utbredning över centrala och norra Europa och även Ryssland, vilket gör att det finns tillgängliga värdväxter för *R. mendax* ifall den tar sig över atlanten (Åkerström, 2004). Den största risken är också här (se 3.3.1) den oavsiktliga mänskliga transporten med larv i frukt eller puppor i jord (CAB

International, 2018b). Detsamma gäller ekonomiska förluster (se 3.3.1) i form av färre säljmöjligheter av frukt och växtmaterial pga. karantänstatus (CAB International, 2018b).

Värdväxt

Rhagoletis mendax angriper flera arter ur släktena *Vaccinium* och *Gaylussacia*, båda ur familjen *Ericaceae* (Bush, 1966).

3.4 Biologi – allmänt för *Rhagoletis*

Livscykeln av *Rhagoletis* börjar med att den vuxna individen kläcks ur sin puppa i jorden under värdväxten (Boller & Prokopy, 1976). Inom ca två timmar efter att de stigit upp ur jorden kan de ta sina första vingtag och flyga iväg för att börja äta. Vanligtvis stiger honan upp först och sedan vaknar hanen lite senare på säsongen. För att flugorna ska bli könsmogna måste de äta och deras föda är då främst honungsdagg men också olika växtvätskor, vissa bakterier, jäst, svampsporer och fågelavföring. Efter ungefär två veckor av matletande blir flugan könsmogen (Boller & Prokopy, 1976).

När flugan har hittat en boplats där de har värdväxter som ger gott om frukt håller de sig nära värdväxten och gör rörelser såsom matning, äggläggning och parning (Bateman, 1972). När de ännu inte hittat en värdväxt eller när det finns dåligt med frukt, t.ex. pga. frost eller tidig fruktskörd, hos värdväxten, kan de röra sig ganska långt på kort tid och deras riktning kan påverkas av vinden (Bateman, 1972). I ett laborationstest visades *R. cerasi* kunna flyga flera kilometer under 24 timmar (Boller & Prokopy, 1976).

För att flugan ska hitta till den rätta värdväxten så visade Moericke et al (1975) försök att den hittar rätt genom att kolla efter växtens färg, storlek, form och höjd. När flugan anlänt till en möjlig värdväxt upptäcker den frukten enbart utefter dess fysiska drag som form, kontrastfärgen mot bakgrunden och troligtvis även storleken (Boller & Prokopy, 1976). I ett försök med *R. pomonella* såg Prokopy, Moericke & Bush (1973) att flugan lockades av doften från mottagliga frukter från en möjlig värdväxt.

Parning mellan hona och hane sker på eller nära värdväxtens frukt (Boller & Prokopy, 1976). Hanen lockas av att se en hona eller hane röra sig på i närheten eller på samma frukt (Boller & Prokopy, 1976). För att locka till sig en hona utsöndrar hanen ett feromon som lockämne och det måste ha en hög koncentration och honan måste även befinna sig på nära avstånd (Prokopy, 1975). Parningsakten går till på så vis att hanen gör ett hopp eller en kort flygtur upp på honans buk (Boller & Prokopy, 1976). För att honans ägg ska hållas fertila bör parningen ske flera gånger och om det blir för få parningar så kan fertiliteten minska med hälften men däremot påverkas inte antalet ägg (Neilson & McAllan, 1965).

Honan lägger ägg i växande frukt och för att hitta rätt frukt kollar hon efter karaktärsdrag som form, storlek, färg, ytstruktur och fruktens skick (Boller & Prokopy, 1976). De flesta *Rhagoletis* arter lägger ett ägg per frukt och vid optimala förhållanden lägger en hona ungefär 300–400 ägg på en säsong. En speciell teknik hos *Rhagoletis* är att efter äggläggningen är gjord markerar honan frukten med ett feromon genom att dra äggladaren runt på frukten. Feromonet stöter bort andra honor så de vet att frukten redan har fått ett ägg. (Boller & Prokopy, 1976).

Efter några dagar kläcks ägget i frukten och larven börjar äta på fruktköttet (Boller & Prokopy, 1976). Om frukten är tillräckligt mjuk är larven färdigvuxen efter ungefär två veckor. Nästa steg för larven är att tidigt på morgonen borra sig ut ur frukten och sen falla till marken. Väl nere på marken fortsätter larverna att borra sig ner under jord ca 10 cm och inom några dagar förpuppas de. Under mark är det stor risk att puppan torkar ut eller blir attackerad av myror (Boller & Prokopy, 1976).

När puppan blir utsatt för låga temperaturer går den in i en vinterdiapaus och när temperaturen på våren ökas och rätt fuktighetsnivå nås återupptas dess utveckling (Boller & Prokopy, 1976). Vid dåliga förhållanden lyckas ibland inte diapausen avbrytas och då kan pupporna bli kvar i jorden i upp till två till fem vintrar innan de utvecklas till vuxna individer (Boller & Prokopy, 1976).

För att veta när bekämpningen ska sättas igång är det viktigt att hålla kontroll på värmesumman, dvs antal graddagar innan pupporna kläcks vilket skiftar beroende på

fluga och värdväxt. *R. cerasi* kläcks efter 430 graddagar med temperatur över 5 °C (Daniel & Grunder, 2012). *Rhagoletis alternata* undersöktes under 3 år i södra Sverige för att hitta rätt antal graddagar fram tills kläckning varefter två olika resultat togs fram, 537 och 573 graddagar med temperatur över 10 °C (Uggla, u.å.). Försöket fick också fram att kläckningen nådde sin topp samma vecka varje år, vecka 28 (Uggla, u.å.).

3.5 Bekämpningsmetoder

3.5.1 Kemitekniska åtgärder

3.5.1.1 Insekticider

Spinosad är en insekticid som tagits fram ut en aktinobakterie som heter *Saccharopolyspora spinosa* sp. nov. (Mertz & Yao, 1990). Pelz et al (2005) har testat spinosad mot *R. mendax* och *R. pomonella* och resultatet visade reducering i angrepp. Angreppen av *R. mendax* fick en reducering med 85 % år 2002 och 98 % år 2003 och *R. pomonella* fick en reducering med 67 % år 2003. Dessa tester gjordes i en liten skala vilket medför att resultatet kan ha haft påverkan frånflugor från andra närliggande odlingar (Pelz et al. 2005). Spinosad är tillåtet för vissa grödor i ekologisk odling i Sverige men användning av det utgör en risk eftersom det i högre doser är giftigt mot vattenlevande organismer och pollinatörer (Ascard et al. 2017). Det har tidigare använts mot fruktflugan *Drosophila suzukii* Matsumura i Sverige men det har inte fått någon registrering utan har istället fått användas med dispens (Svensson et al. 2017).

Extrakt från neem-trädet (*Azadirachta indica*) har visat hög påverkan på äggutvecklingen och även på överlevnaden av vuxna individer av *Rhagoletis indifferens* Curran då de konsumerat extraktet (vanRanden & Roitberg, 1998). En metod för att ta nytta av extraktets effekt skulle vara att använda det som en spray på bladen i odlingen vid rätt tidpunkt när honan letar efter föda (van Randen & Roitberg, 1998). Honan äter av organiska material som t.ex. honungsdagg och pollen i bladen (Brunner, 1996). Extraktet skulle vid en sådan bekämpningsmetod blandas

med ett proteinrikt lockämne och det skulle behövas en ganska hög dos av extraktet (Brunner, 1996).

Vid ekologisk odling av körsbär finns ett tillåtet bekämpningsmedel vid namn Raptol (Jordbruksverket, 2018). Raptol innehåller pyretrin och rapsolja och enligt Daniel & Grunder (2012) har pyretrin liten effekt mot vuxna individer av *R. cerasi*. Eftersom medlet är skadligt vid direktkontakt och för att skydda nyttoinsekter ska det inte användas på blommande gröda (Kemikalieinspektionen, 2017).

Mospilan SG är ett bekämpningsmedel som får sin effekt från den verksamma beståndsdel acetamiprid som tillhör neokotinoider och har inverkan på det centrala nervsystemet hos skadeinsekten (Nordisk Alkali, u.å.). Det är tillåtet att användas med en behandling per år inom körsbärsodling i Sverige (Jordbruksverket, 2018). Det är ett systemiskt verkande bekämpningsmedel som sprutas på när bären börjar skifta färg (Nordisk Alkali, u.å.). Växten tar upp medlet och transporterar det sedan vidare till tillväxtpunkter. Mot insekten ska det verka som ett maggift och har även kontaktverkan (Nordisk Alkali, u.å.). Ett försök gjordes i Österrike på två olika körsbärssorter, den ena med tidig skörd och den andra med sen skörd (Lux et al. 2016). Medlet funkade bra för att skydda sorten med tidig skörd men gav otillräckligt skydd för den senare, då aktiviteten av medlet hade minskat (Lux et al. 2016).

3.5.1.2 Massfångst

Massfångst eller massbekämpning är en teknik som går ut på att använda en fälla av något slag, till exempel klisterfällor. Inuti fällan tillsätts ett lockämne eller bete för att locka till sig och döda de vuxna fruktflugorna (Dominiak, Ekman & Broughton, 2016).

I ett försök av Tóth et al (2016) visades att det syntetiska lockämnet CSALOMON®, som innehåller en blandning av ammoniumkarbonat och ammoniumacetatsalter med blandning 1:1, fungerar bra för att locka till sig flugor ur släktet *Rhagoletis* och även andra fruktflugor ur familjen *Tephritidae*. De testade även två olika fällor och den bästa effekten uppnåddes av fluorescerande gula klisterfällor, med undantag för *R. batava*, där fällan spelade mindre roll och istället lockämnet var det viktiga (Tóth et al. 2016).

I ekologisk körsbärsodling används en gul klisterfälla som heter Rebell® amarillo (se figur 4) och räknas som en standard i Europa för att bekämpa *R. cerasi* (Daniel & Grunder, 2012). För att uppnå bästa effekt ska fällan placeras högt upp i trädkronan och beroende på trädets storlek bör det användas 1 till 8 fällor per träd (Tóth et al. 2014; Daniel & Grunder, 2012).



Figur 4. Klisterfällan Rebell® amarillo av Uggla (2018)

I Sverige är diammoniumfosfat godkänt som lockämne för massfångstsyfte (Jordbruksverket, 2018). Diammoniumfosfat har visat sig vara ett relativt bra bekämpningsmedel tillsammans med Rebell® amarillo-fällan mot *R. cerasi* (Özdem & Kilincer, 2009).

3.5.1.3 Semiokemikalier

Semiokemikalier är organiska molekyler som är involverade i den kemiska interaktionen mellan två eller flera organismer (Sarles et al. 2015). De delas upp i två olika klasser; allelokemikalier som agerar mellan individer från olika arter och feromoner som agerar inom en art. För *Rhagoletis* flugor har 3 följande huvudgrupper identifierats; allelokemikalier i form av kairomoner som sänds ut av värdväxten för att flugan ska hitta till platsen för äggläggning, sexuella feromoner och värd-markeringsferomoner (Sarles et al. 2015).

Ammoniumacetat används i klisterfällor för att övervaka *R. mendax* då ämnet varit framgångsrikt för att fånga nyligen uppstigna flugor (Liburd, 2004). Däremot

fungerar det sämre mot könsmogna individer och då har istället en kairomonblandning av butylbutanoat och cis-3-hexen-1-ol visat sig vara effektiv. Det behövs dock fler studier för att hitta rätt verktyg som kan utlösa flyktiga ämnen och rätt mängd frigörelse av ämnena för att blandningen ska kunna användas som en effektiv övervakningsfälla (Liburd, 2004). Blandningen av kairomoner skiljer sig beroende på vilka ämnen som flugans värdväxtsfrukt sänder ut (Nojima et al. 2003; Sarles et al. 2015).

En möjlig strategi för att fånga *Rhagoletis* är att utveckla semiokemikalier som motsvarar insekternas feromoner och skulle kunna användas i klisterfällor (Macavei et al. 2018). Fem stycken olika blandningar, som skulle motsvara hanens feromon av *R. cerasi*, testades under två år och en av dessa blandningar, RC1, fångade tre gånger så mycket som kontrollen, vilken enbart var en klisterfälla utan lockämne. RC1 bestod av 2-hexanon, 3-heptanon och nonanal. En av de andra blandningarna, RC2, visade också på god potential med hälften så många fångadeflugor som RC1. RC2 var en blandning av beta-phellandren: geranylacetat: (+) – limonen. Skillnaden mellan blandningarna är att RC1 innehåller ämnen som finns rapporterade som feromon för *R. cerasi* (2-hexanon och 3-heptanon) medan RC2 innehåller ämnen som är involverade i kemisk kommunikation för en större mängd olika insekter. RC1 har därför mer potential då den skulle kunna användas mer selektivt. De föreslår även att RC1 blandningen skulle kunna motsvara hanens sexuella hormon (Macavei et al. 2018).

Den sista gruppen ur semiokemikalier är värd-markeringsferomoner. Honan producerar detta feromon och efter hon utfört sin äggläggning sprider hon ut feromonet på fruktens yta med hjälp av sin äggläggare (Prokopy, 1972). För att ge bästa förutsättning för en god utveckling av sitt ägg så meddelar hon andra honor på detta sätt att frukten redan har blivit angripen med ägg och då är syftet att andra honor ska undvika denna frukt (Prokopy, 1972). Hunter et al. (1987) lyckades ta fram en sammansättning av värd-markeringsferomon för *R. cerasi* som heter N[15(β -glukopyranosyl)oxy-8-hydroxypalmitoyl]-taurin. Feromonet testades i fält och gav 90 % reduktion med två appliceringar över hela sötkörsbärsträd (Katsoyannos & Boller, 1980).

Sarles et al. (2015) gjorde en utvärdering för olika semiokemikalier och dess användning som växtskydd och kom fram till att introducering av dessa ämnen i framtiden kan vara möjlig. Vid ett sådant skydd skulle honans värdmarkeringsferomon användas som en tidig applicering för honorna ska undvika frukten och därmed minska äggläggning och hanens sexuella feromon & kairomoner från värdväxtens frukt skulle kunna användas som lockämnen i klisterfällor för att döda flugorna (Sarles et al. 2015).

3.5.1.4 Fysisk barriär

För att förhindra flugans äggläggning används växtskyddsmedel som fungerar som fysisk barriär. Växtskyddsmedlet hindrar då *Rhagoletis*-flugorna på olika sätt att utföra sin äggläggning (Daniel & Grunder, 2012).

Det har tidigare visats att mineralolja kan verka som bortstötande för en annan tephritid fluga, *Bactrocera tryoni* (Froggatt), där flugan både visuellt undviker en behandlad yta och ifall de landar så flyger de därifrån efter att deras anklar berört ytan (Nguyen et al. 2007). Hidayat, Heather & Hassan (2013) testade både essentiella oljor och vegetabiliska oljor på *B. tryoni*. De essentiella oljorna (från citronrosenmyrten *Leptospermum petersonii*, pepparmynta *Mentha piperita* och *Melaleuca teretifolia*) verkade fungera som bortstötande och desto mer koncentrerad oljan var desto bättre. Däremot fungerade metoden enbart under några timmar. De vegetabiliska oljorna verkade istället fungera som en slags hal yta så att honorna inte lyckas utföra äggläggning på frukten. Den effektivaste vegetabiliska oljan i detta försöket var tistelolja (Hidayat, Heather & Hassan, 2013). En eterisk olja av kanel (*Cinnamomum verum*, syn. *Cinnamomum zeylanicum*) har testats som barriär mot *R. cerasi* men gav dessvärre ingen effekt (Mezőfi et al. 2018).

Daniel (2014a) gjorde ett försök med flera olika oljeprodukter – rapsolja, mineralolja och paraffinolja för att se dess påverkan på *R. cerasi* äggläggning. Slutsatsen var att oljorna reducerade äggläggningen signifikant. Oljorna skapade en hal yta som gjorde att honorna försökte om och om att penetrera med sitt äggläggningsrör men lyckades inte och flög till slut iväg. Skyddet av oljan höll 3–6 dagar innan oljan hade fördärvats (Daniel, 2014a).

En produkt av kaolinlera vid namn Surround™ användes i ett försök med *R. mendax* för att se om produkten påverkade flugans beteende eller äggläggningen (Liburd et al. 2003). Surround™ späddes ut i vatten och sprutades på bären. Resultatet var att produkten inte påverkade de vuxna flugornas flygaktivitet men däremot minskade antalet angrepp med larver hos de behandlade bären.

I ett annat försök användes samma produkt med två appliceringar mot *R. cerasi* och där blev resultatet en minskning av larver med 62 % (Mezőfi et al. 2018).

Ecozin 3% är en produkt framtagen från extrakt ur neemträd (*Azadirachta indica*) som testats som barriär mot *R. mendax* (Liburd et al. 2003). Resultatet visade varken reduktion i antalet larver eller skillnad på de vuxna flugornas aktivitet (Liburd et al. 2003). vanRanden & Roitberg (1998) testade även ett neem baserat kemiskt sammansatt medel som fysisk barriär mot *R. indifferens*. Deras tester visade att medlet inte gjorde någon påverkan mot äggläggningen i laborationsmiljö men däremot förekom en liten reduktion av äggläggningen i fält. De var av uppfattningen att skillnaden var för liten för att dra slutsatsen att det berodde på det tillsatta medlet eller andra påverkande värden som väder, tid på året, närvaro av flugan och tillgång till värdfrukten (vanRanden & Roitberg, 1998).

3.5.2 Odlingstekniska åtgärder

3.5.2.1 Jordbearbetning

Kovanci & Kovanci (2006) testade 7 doser av insekticider i en konventionell odling och testade samtidigt jordplöjning i rader på höst eller vår tillsammans med insekticider i en annan körsbärsodling med reducerad risk. Skillnaden i skadeangrepp var 0,1 % i den konventionella odlingen och 2,2 % i den reducerade risk-odlingen (Kovanci & Kovanci, 2006).

3.5.2.2 Täckning av träd

Täckning av träd nämns av Svensson (1997) som en metod vid mognaden av körsbär. När det är dags för *R. cerasi* att lägga ägg i frukten sätts ett slags nät upp på träden, i form av en ljusgenomsläpplig fiberduk, som hindrar flugan att nå fram till frukten. För att få god effekt ska täckningen göras i god tid innan flygperioden startat

(Svensson, 1997; Daniel & Grunder, 2012). Körsbärsflugan lägger endast ägg under varma perioder och om följande kriterier stämmer in så bör det snart vara dags för äggläggning; de gula klisterskivorna i träden visar förekomst av körsbärsflugor, temperaturen är över 16 grader och bären börjar växla från gult till rött (Svensson, 1997). Näten bör sitta kvar på träden ända fram tills att alla bären har skördats (Daniel & Grunder, 2012). Täckning av träd är idag den vanligaste metoden för att bekämpa *R. cerasi* i dvärgträds-körsbärsodlingar som odlas under tak men för högre körsbärsträd är inte denna metod lämplig (Daniel, 2014b).

3.5.2.3 Täckning av jorden

Genom att täcka jorden med ett finmaskigt nät (högst 0,8 mm i maskbredd) hindras flugorna från att ta sig upp ur jorden efter kläckning (Daniel & Baker, 2013). Nätets kanter bör grävas ned helt då flugorna kan överleva länge i jorden (Daniel & Grunder, 2012). Täckning testades i två olika körsbärsodlingar under två år och gav resultatet att flugans flygaktivitet minskade med 76–77 % och angreppen på frukten minskade med 91 %. I testet kunde de även se att flugan inte förflyttar sig mer än fem meter inom fruktodlingen vilket anses som positivt för att denna metod ska ge en god effekt (Daniel & Baker, 2013).

3.5.2.4 Sortval med tidig skörd

Förr i tiden använde sig körsbärsodlare av växtsorter som hade tidigare skörd och innan insekticiderna kom och var således deras främsta kontrollmetod mot *R. cerasi* (Daniel & Grunder, 2012). Liburd, Alm & Casagrande (1998) gjorde ett försök med *R. mendax* och undersökte antal angrepp på blåbärssorter med tidig skörd jämfört med sorter med senarelagd skörd. De med senarelagd skörd hade signifikant fler angrepp (Liburd, Alm & Casagrande, 1998).

3.5.3 Biologisk bekämpning

3.5.3.1 Svampar

Båda svamparna *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin (ATC 74040) och *Isaria fumosorosea* (Wize) Brown & Smith (isolate 531) har visats fungera bra i laborationsexperiment mot vuxna individer av *R. cerasi* (Daniel & Wyss, 2009). *B.*

bassiana fungerade dock bättre med låga koncentrationer. Produkten som användes av *B. bassiana* heter Naturalis-L (Intrachem Bio Italia S.p.A., Grassobbio (BG), Italy) (Daniel & Wyss, 2009). Naturalis-L har även testats i fält och gav då en reduktion av *R. cerasi* angrepp med 65 % (Daniel & Wyss, 2010). Produkten sprutades ut på träden med en kommersiell handhållen högtryckspistol. För att få optimal effekt av produkten ska den sprutas ut 5–10 dagar efter att flygans flygperiod påbörjats och sedan fortsätta appliceras med mellan 7–10 dagars intervall. Det är viktigt att den sista appliceringen är maximalt sju dagar innan skörd (Daniel & Wyss, 2010).

3.5.3.2 Parasitoider

Det finns 21 beskrivna arter av parasitoider på körsbärsflugan och dessa består av larv-ektoparasiter, larv-endoparasiter och pupariumparasiter (Daniel & Grunder, 2012). Flera av larvparasiterna har visats ge dålig effekt på stora odlade körsbär jämfört med vilda körsbär, vilket beror på att de parasiterade honorna har ett kort ägglägningsrör som gör det svårt att nå in till larven i de stora körsbären. Inom pupariumparasiterna finns det en art *Phygadeuon wiesmanni* (Hymenoptera: Ichneumonidae), från Central-Europa, som visat sig vara rätt så effektiv med en dödlighet på 72 %. Den har dock gett en högre dödlighet på puppor under buskar av *Lonicera* sp., än under körsbärsträd. Enligt Daniel & Grunder (2012) har det inte gjorts några fältstudier med parasitoider som biologisk bekämpning mot körsbärsflugan.

Även för *R. alternata* och *R. batava* finns det flera fiender i form av parasitoider och hittills har det bekräftats nio och fem stycken vardera (Stibick, 2004). *Phygadeuon wiesmanni* som nämns i ovan stycke gör även skada på *R. alternata* (Hoffmeister, 1992).

3.5.3.3 Nematoder

Entomopatogena nematoder, förkortat EPN, är nematoder som parasiterar på insekter (Björkman, 2017). Arten *Steinernema feltiae* Filipjev (Rhabditida: Steinernematidae) är en EPN som är godkänd som biologisk bekämpning i Sverige sedan år 2000 och idag får den användas mot skadeinsekter i växthusodlingar, plantskolor, skogsplanteringar och på friland. Den används mest mot sorgmyggor (*Sciaridae*) och

öronvivlar (*Otiorhynchus sulcatus*) men även vissa andra insekter. *S. feltiae* lever i symbios med en bakterie som heter *Xenorhabdus bovienii* och denna hjälper till för att döda skadeinsekten. Nematoden finns redan etablerad i Sverige och är ganska tolerant för kallare temperaturer. De applicerade individerna överlever inte så länge på grund av abiotiska faktorer och att de eventuellt dödas av naturliga fiender. Om det inte finns föda i marken så minskar population inom 50 dagar (Björkman, 2017). Flera olika EPN testades i ett laborationsförsök mot larver från *R. cerasi* och då visade *S. feltiae* på högst dödlighet (Kepenekci, Hazir & Özdem, 2015). Samma art testades även mot larver, vuxna individer och puppor av *R. indifferens* och gjorde då mest skada på larverna och lite skada på de vuxna medan pupporna inte fick några angrepp alls (Yee & Lacey, 2003). En metod kan därför vara att spruta ut *S. feltiae* i jorden för att predatera på larverna som ramlar ner från frukten (Yee & Lacey, 2003). Herz et al (2006) gjorde ett fältförsök med att spruta ut en nematodprodukt av *S. feltiae* på jorden under körsbärsträd. De tog tester i jorden och i början var aktiviteten av nematoderna hög men den sjönk sedan med ungefär 60 % på en vecka (Herz et al. 2006).

4. Diskussion

4.1 Reflektion

Valet att enbart göra en litteraturstudie på ämnet har ibland varit lite svårt för att kunna utvärdera hur stort hotet faktiskt är i odling idag. En intervju med odlare skulle kunna belysa om odlarna har problem med *Rhagoletis* som skadegörare och även vad de i så fall har för metoder att bekämpa skadedjuret med. Ett problem har varit att hitta källor som beskriver vad som i praktiken används idag för att bekämpa skadegörarna varför intervjuer med odlare hade kunnat belysa detta. Utvärderingen av *R. batava* som ett närliggande hot har varit svårt att konstatera eftersom det var svårt att hitta bra källor som ger stöd för att de håller på att etableras. Både *R. pomonella* och *R. mendax* som kommande hot var ganska enkelt att hitta källor för eftersom de båda är stora skadegörare där de är etablerade i USA.

Eftersom havtorn är en ganska ny gröda i Europa och den forskning som funnits tillgänglig ofta varit på andra språk som t.ex. ryska eller litauiska har svårigheter

funnits att hitta källor beträffande *R. batava*. Det var även svårt att hitta litteratur för *R. alternata* vilket förmodligen beror på att nypon inte funnits som odling så länge i världen utan nyponen har mest plockats från vilda plantor. För *R. cerasi* finns på området mycket mer litteratur och vilket troligtvis beror på att det är en vanlig skadegörare i Europa och marknadens tolerans av skador är väldigt låg varför det krävs bra bekämpningssätt för att få sin frukt såld till färskfruktsmarknaden. På grund av detta underlag av litteratur och även på grund av att *Rhagoletis* flugorna fungerar på ungefär samma sätt så valde jag att leta efter flera olika bekämpningssätt som har testats mot släktet *Rhagoletis*. De flesta av studierna i artiklarna har utfört sina försök i Europa men även något i USA. Därav har det varit problematiskt att dra säkra slutsatser hur bra metoderna skulle fungera i Sverige och många av dem kräver ytterligare forskning och försök för att se om de kan ge ett bra resultat.

Både körsbär- och havtornsodling har jag sedan tidigare kunskap om att det förekommer i Sverige medan nyponodling är ett område jag inte haft kännedom om. Nypon anses dock vara en bra gröda att odla i södra Sverige och 1999 odlades nypon på flera ställen i landet (Martinsson, 1999). Enligt en artikel från Ölandsbladet (2005) fanns det fortfarande odlare på flera ställen i Sverige, däribland några på Öland.

Jag valde att inte fokusera på hur de olika värdväxternas kulturer odlas för jag ansåg att det skulle bli för stort arbete på tiden jag hade på mig. I odlingstekniken finns troligtvis också en del aspekter att ta i beaktning som t.ex. i dvärgträds-körsbärsodlingar som ofta odlas under tak får *R. cerasi* det mycket troligt svårare att göra sin inflygning till frukten.

4.2 Kemitekniska åtgärder

Spinosad är lovande som bekämpningsmedel både genom påvisade försök där den givit reduktion av *Rhagoletis* flugor och även när medlet har fått användas mot dispens för bekämpning av *D. suzukii* i Sverige tidigare. Möjligheten kanske finns att det skulle gå att få dispens även för *Rhagoletis* flugor. Försök som gjorts var på mindre skala så frågan är om det är ekonomiskt och även om det fungerar på en större odling. Mer forskning krävs på metoden att spruta neem-extrakt på bladen eftersom det är osäkert om extraktet skulle kunna ge fytotoxiska (giftiga) effekter på

värdväxten och om honan skulle få i sig tillräckligt med extrakt för att det ska ge effekt (vanRanden & Roitberg, 1998). Pyretrin har inte gett någon större effekt på *R. cerasi* enligt Daniel & Grunder (2012) och därför verkar Raptol inte vara effektivt som bekämpningsmedel.

Massfångst anses vara en dyr metod, förutom kostnaden för fällor och lockämne, är det även för *R. cerasi* en extra arbetskostnad då fällorna ska sättas högt upp i träd. Många ekologiska körsbärsodlare i Europa använder sig av metoden i brist på andra alternativ, men ofta använder de för få fällor och därav blir resultatet inte effektivt (Daniel & Grunder, 2012). För de *Rhagoletis* med lägre växtkulturer skulle arbetskostnaden kunna minskas eftersom det blir lättare att sätta upp fällorna och då kanske det är lättare rent ekonomiskt att välja denna metod. Diammoniumfosfat är tillåtet för användning i massfångst i körsbärsodling i Sverige och är troligtvis en metod som används idag. Därför finns en möjlighet att detta medel skulle kunna bli godkänt i andra odlingar med *Rhagoletis* som skadegörare också.

De studier som gjorts visar på att feromoner är ett intressant ämne för framtida studier och att då använda honans värd-markeringsferomon för att markera frukten och förhindra andra honor att angripa och att använda kairomoner från värdfrukten och hanens sexuella feromon som en fångstteknik tex massfångst med klisterfällor. Sarles et al. (2015) ansåg att med tanke på vilka ekonomiska förluster *Rhagoletis* flugor orsakar är det alldeles för få studier gjorda på semiokemikalier. Nackdel med hanens feromon är att det måste ha en väldigt hög koncentration för att locka till sig honan och det fungerar enbart på korta avstånd (Prokopy, 1975). Aluja & Boller (1992) visade att flugorna utvecklade en resistens om de blev kontinuerligt utsatta för en syntetisk variant av honans värd-markeringsferomon och började ignorera det och utförde äggläggning på frukter som fått appliceringar av det ändå. Därför föreslog de att vissa delar av trädet ska lämnas obehandlade och dessutom använda sig av klisterfällor i tillägg som kan fånga de flugor som blivit berövade av värdväxtens frukt (Aluja & Boller, 1992).

Fysisk barriär är relativt lovande som bekämpningsmetod och de produkter som gett bäst effekt är vegetabilisk olja, mineralolja, paraffinolja och kaolin. De essentiella oljorna visades vara bortstötande men effekten varade endast i några timmar och

Ecozin 3 % (extrakt från neem-trädet) gav inga eller bara lite reducering av angrepp. Mineralolja, vegetabilisk olja och paraffinolja fördärvades efter bara 3–6 dagar varför det inte kan anses vara en hållbar metod. Fler försök krävs för att se om högre koncentrationer hade kunnat göra oljorna mer hållbara (Daniel, 2014a). I en studie testades kaolin produkten Surround™ på *R. mendax* och dess påverkan på parasitoiden *Diachasma allouem* (Muesebeck) (Stelinski et al. 2006). Parasitoider undvek bären som var behandlade med Surround™ (Stelinski et al. 2006) och det är en effekt som bör undvikas då det kan få en negativ effekt på minskade naturliga fiender och biologisk mångfald. Daniel (2014b) nämner att kaolin lämnar vita rester kvar på frukten och är därför inte möjlig att använda till färsk frukt som t.ex. körsbär men däremot går det bra för frukt som ska till förädling som t.ex. havtorn. Det resultatet gjorde mig även funderad på om resterna kan vara farliga som rester i föda men enligt amerikanska EPA (1999) har kaolin testats i stor utsträckning och visats vara säker för människor, även för barn och andra känsligare grupper.

4.3 Odlingstekniska åtgärder

Enligt Kovanci & Kovanci (2016) är jordbearbetning en lovande metod. Försöket utfördes i en körsbärsodling med reducerad risk och på mindre skala så därför anser jag att skulle det behövas fler försök i en mer storskalig omfattning för att se om det är genomförbart. Jag tror även att det finns problematik beroende på vad det är för kultur och hur jordbearbetningen utförs eftersom det är en risk att värdväxten skadas vid t.ex. grunt rotsystem. I en sammanställning av Daniel & Grunder (2012) så tar hon upp flera författare som alla anser att det inte heller är en effektiv metod.

Täckningen av jord är inte alltid lämplig i körsbärsodlingar då gräset under träden används som djurfoder (Daniel & Grunder, 2012). Det går inte heller helt förlita sig på denna metod ifall det finns närliggande odlingar, då flugorna kan migrera därifrån om det finns för lite frukt i dem (Daniel & Baker, 2013). Både täckning av växt och jord nämns som möjliga strategier mot *R. batava* av Daniel (2014b) och jag tror att det gäller för alla *Rhagoletis* flugor som är nämnda här. För dvärgträds-körsbärsodlingar under tak anses täckningen av träd dessutom vara en väldigt kostnadseffektiv metod (Daniel & Grunder, 2012).

Tidiga sortval kan eventuellt bli svårt i Sverige med växtens tidiga blomning och känslighet för frost.

4.4 Biologisk bekämpning

Svampbaserade produkten Naturalis-L gav en god reducering i fältförsök (Daniel & Wyss, 2010) och skulle vara en intressant bekämpningsmetod om den kan godkännas i Sverige.

Alla nämnda *Rhagoletis* har flera naturliga fiender i form av parasitoider men enligt Daniel & Grunder (2012) finns inte några fältstudier gjorda med parasitoider som biologisk bekämpning av *R. cerasi*. Eftersom det finns flera olika parasitoider att tillgå så anser jag att det finns mycket att utforska och att de har visat potential för att minska *Rhagoletis* populationen.

Yee & Lacey (2003) kom fram till att flera EPN, bl.a. *S. fertillae* skulle vara effektivt som bekämpning i hemträdgårdar eller övergivna tomter dvs mindre områden. Problematik med EPN som bekämpningsmetod är att det kan vara svårt att veta exakt när larverna ramlar ner på jorden varefter processen sedan pågår under flera veckor varför det kan bli en lång period som området måste behandlas (Herz et al. 2003). En fördel är att det redan finns en EPN, *S. fertillae*, som är godkänd för att användas på friland idag så det skulle vara intressant att utföra försök med den i Sverige då den är enkel att tillgå.

4.5 Frågeställningar

Min frågeställning ”Vad finns det för bekämpningsmetoder idag?” besvarar jag med att idag finns det lite olika metoder men det är ingen som är tillräckligt effektiv för att ge tillräckligt bra skydd. En kombination av massfångst och täckning av jord/växt kan ge ett relativt bra skydd för frukt som ska gå till förädling men färskvarufrukt har ofta en väldigt låg skadetolerans som t.ex. för körsbär i den bästa klassen har en tolerans på 2 % och de undre 4 % och det går inte lita på att dessa metoder skulle klara hålla sig under den gränsen. Det finns vissa preparat som används idag som t.ex. Raptol och med dispens Spinosad, men inga av dessa två produkter har visat på

tillräckligt bra skydd, även Mospilan SG används men det har visat på sämre effekt på sorter med senare skörd.

Min andra frågeställning ”Vad finns det för framtida bekämpningsmetoder?” anser jag att det finns flera potentiella metoder att utforska. Vård-markerings feromon och kairomoner från frukten och hanens sexuella hormon har mycket potential för utveckling i framtiden. För fysiska barriärer i form av vegetabilisk olja som rapsolja eller tistelolja bör fler försök göras för att se om de kan bilda ett bra skydd med högre koncentration olja. Täckning av både jord och växt borde testas mot olika *Rhagoletis* flugor där det är möjligt då studier visar på att det ska kunna ge god effekt. Både Naturalis-L som svampprodukt och *S. fertillae* som nematodprodukt har också potential och borde testas med fler försök i Sverige.

4.6 Slutsats

Min slutsats är att ingen bekämpningsmetod idag ger komplett skydd utan istället skulle en kombination av olika metoder ge ett någorlunda bra skydd och en kombination är även positivt för att förhindra resistens hos skadegöraren. Det kan vara att kombinera massfångstfällor, täckning av jord/växt, tidiga sortval och eventuellt Mospilan SG eller Spinosad som insekticid. Det finns flera potentiella metoder för framtiden som nämns ovan i min andra frågeställning och där tror jag speciellt på utveckling av feromoner som bekämpning och tycker speciellt att vård-markerings feromon från honan hade varit väldigt intressant att forska vidare på då jag tror det skulle kunna bli en väldigt effektiv metod om man lyckas få den att fungera bra. En stor lucka finns även för parasitoider där inga fältförsök gjorts för dem som biologisk bekämpning och även att se studier på dem hade varit väldigt intressant.

Idag finns inte längre någon nyponodling i Sverige men däremot i Danmark och grödan har även stor potential i Sverige. *Rhagoletis alternata* har tillräckligt med vilda och trädgårdsodlade värdväxter att den troligtvis inte löper någon risk att försvinna från Sverige. *Rhagoletis batava* har visats på flera platser i Sverige och i grannlandet Finland är den redan etablerad så risken för att den kommer in och etableras i snar framtid är ganska trolig. Jag tror att en framtida etablering av *R. mendax* och *R. pomonella* ligger ganska långt bort just nu men med ökade

klimatförändringar och en fortsatt stor transport med frukt och växtmaterial över världen så finns möjligheten för dem där. I Sverige finns massor med äppelodlingar och trädgårdsodlade äpplen och även en del blåbärsodlingar och framförallt vilda blåbär som gör att flugorna troligtvis skulle ha lätt för att etablera sig här.

5. Litteraturlista

Aluja, M. & Boller, E.F. (1992). *Host marking pheromone of Rhagoletis cerasi: foraging behavior in response to synthetic pheromonal isomers*. Journal of Chemical Ecology, 18(8), ss. 1299–1311.

Artdatabanken. (2018). *Sökresultat för "rhagoletis"*. Artfakta. Tillgänglig: <https://artfakta.artdatabanken.se/?&s=rhagoletis&v=1> [2019-01-18]

Artportalen. (2018). *Prickkarta; Sökparametrar: Rhagoletis batava (1970–2018)* <https://www.artportalen.se/> [2019-01-18]

Ascard, J., Löfkvist, K., Mie, A. & Wivstad, M. (2017). *Växtskyddsmedel i ekologisk produktion – användning och risker*. Uppsala: SLU, EPOK – Centrum för ekologisk produktion och konsumtion. Tillgänglig: <https://www.slu.se/globalassets/ew/org/centrb/epok/dokument/vaxtskyddsmedeleko webb.pdf> [2019-01-18]

Bateman, M. (1972). *The Ecology of Fruit Flies*. Annual Review of Entomology, 17(1), ss. 493–518.

Berlocher, S.H. (1999). *Host race or species? Allozyme characterization of the 'flowering dogwood fly', a member of the Rhagoletis pomonella complex*. Heredity, 83(6), ss. 652–662.

Björkman, M. (2017). *Beslut om godkännande av arten Steinernema feltiae för användning som biologiskt bekämpningsmedel i Sverige*. Stockholm: Naturvårdsverket. Ärendenr NV-03418-17. Tillgänglig: <https://www.naturvardsverket.se/upload/miljoarbete-i-samhallet/miljoarbete-i-sverige/bekampningsmedel/biologiska-bekampningsmedel/steinernema-feltiae-NV-03418-17-2017-11-16.pdf> [2019-01-18]

Boller, E.F. & Prokopy, R.J. (1976). *Bionomics and management of Rhagoletis*. Annual Review of Entomology, ss. 223–246.

Brunner, J. (1996). *Biology and distribution of the western and black cherry fruit flies*. pp.25–30. In M. T. AliNiazee and L. E. Long [eds.], *Biology and control of the cherry fruit flies: a worldwide perspective*. Proceedings of the International Cherry Fruit Fly Symposium, The Dalles, Oregon, U.S.A., 1995. Special Report 971, Agricultural Experiment Station, Oregon State University. Tillgänglig: https://www.researchgate.net/profile/Lynn_Long/publication/43404152_Biology_and_control_of_the_cherry_fruit_flies_a_worldwide_perspective/links/54d8ed4d0cf25013d0408c20/Biology-and-control-of-the-cherry-fruit-flies-a-worldwide-perspective.pdf [2019-01-18]

Bush, G. L. (1966). *The taxonomy, cytology and evolution of the genus Rhagoletis in North America (Diptera: Tephritidae)*. *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology*, 134, ss. 431–526.

Bush, G. L. (1992). *Host Race Formation and Sympatric Speciation in Rhagoletis Fruit Flies (Diptera: Tephritidae)*. *Psyche: A Journal of Entomology*, 99(4), ss. 335–357.

CAB International. (2018a). *Rhagoletis pomonella (apple maggot)*. *Invasive Species Compendium*. Senast ändrad: 27 september 2018. Tillgänglig: <https://www.cabi.org/isc/datasheet/47060> [2018-01-18]

CAB International. (2018b). *Rhagoletis mendax (blueberry fruit fly)*. *Invasive Species Compendium*. Senast ändrad: 14 juli 2018. Tillgänglig: <https://www.cabi.org/isc/datasheet/47057> [2018-01-18]

CAB International. (2018c). *Rhagoletis cingulata (cherry fruit fly)*. *Invasive Species Compendium*. Senast ändrad: 19 november 2018. Tillgänglig: <https://www.cabi.org/isc/datasheet/47051> [2019-01-18]

CAB International. (2018d). *Rhagoletis fausta (black cherry fruit fly)*. *Invasive Species Compendium*. Senast ändrad: 14 juli 2018. Tillgänglig: <https://www.cabi.org/isc/datasheet/47055> [2019-01-18]

CAB International. (2018e) *Rhagoletis completa* (walnut husk fly). Invasive Species Compendium. Senast ändrad: 14 juli 2018. Tillgänglig:

<https://www.cabi.org/isc/datasheet/47053> [2019-01-18]

Carroll, L.E., White, I.M., Freidberg, A., Norrbom, A.L., Dallwitz, M.J. & Thompson, F.C. (2018). *Pest fruit flies of the world*. 2002 onwards. Version: 13th September 2018. Tillgänglig: <http://delta-intkey.com> [2019-01-18]

CFIA. (2016). *Apple Maggot – Rhagoletis pomonella* (Walsh). Senast ändrad: 2016-04-05. Tillgänglig: <http://www.inspection.gc.ca/plants/plant-pests-invasive-species/insects/apple-maggot/fact-sheet/eng/1330366145611/1330366375524> [2019-01-18]

Csalomontraps. (2016). *Sea buckthorn fly - Rhagoletis batava* Hering. Tillgänglig: <http://www.csalomontraps.com/4listbylatinname/pdf/fajonkentik/rhagoletisbatava2016.pdf> [2019-01-18]

Dambroski, H.R., Linn, C., Berlocher, S.H., Forbes, A.A., Roelofs, W. & Feder, J.L. (2005). *The genetic basis for fruit odor discrimination in Rhagoletis flies and its significance for sympatric host shifts*. *Evolution*, 59(9), ss. 1953–1964

Daniel, C. (2014a). *Rhagoletis cerasi: Oviposition Reduction Effects of Oil Products*. *Insects*, 5(2), ss. 319–331.

Daniel, C. (2014b). *Experiences of integrated management of European Cherry Fruit Fly (Rhagoletis cerasi) and how to utilize this knowledge for Sea Buckthorn Fly (Rhagoletis batava)*. Schweiz: Research Institute of Organic Agriculture (FiBL).

Daniel, C. & Baker, B. (2013). *Dispersal of Rhagoletis cerasi in Commercial Cherry Orchards: Efficacy of Soil Covering Nets for Cherry Fruit Fly Control*. *Insects*, 4(1), ss. 168–176.

Daniel, C. & Grunder, J. (2012). *Integrated Management of European Cherry Fruit Fly *Rhagoletis cerasi* (L.): Situation in Switzerland and Europe*. Review. *Insects*, 3(4), ss. 956-988.

Daniel, C. & Wyss, E. (2009). *Susceptibility of different life stages of the European cherry fruit fly, *Rhagoletis cerasi*, to entomopathogenic fungi*. *Journal of Applied Entomology*, 133(6), ss. 473–483.

Daniel, C. & Wyss, E. (2010). *Field applications of *Beauveria bassiana* to control the European cherry fruit fly *Rhagoletis cerasi**. *Journal of Applied Entomology*, 134(9-10), ss. 675–681.

Dominiak, B. C., Ekman, J. & Broughton, S. (2016). *Mass trapping and other management option for mediterranean fruit fly and Queensland fruit fly in Australia*. *General and Applied Entomology: The Journal of the Entomological Society of New South Wales*, 44, ss. 1–8. Tillgänglig:

<http://www.entsocnsw.org.au/content/view/12/27/> [2019-01-18]

EPA. (1999). *Kaolin (100104) Fact Sheet*. Environmental Protection Agency. Office of Pesticide Programs. Tillgänglig:

https://www3.epa.gov/pesticides/chem_search/reg_actions/registration/fs_PC-100104_01-Jun-99.pdf [2019-01-18]

EPPO. 2001. *Rhagoletis indifferens (RHAGIN)*. Tillgänglig:

<https://gd.eppo.int/taxon/RHAGIN/distribution> [2019-01-18]

Fruit Growers News. (2017). *European cherry fruit fly confirmed in Niagara County, New York*. Tillgänglig: <https://fruitgrowersnews.com/news/european-cherry-fruit-fly-confirmed-niagara-county-new-york/> [2019-01-18]

Gedling Conservation Trust. (u.å.). *Rose-hip Fly - *Rhagoletis alternata**. Tillgänglig: <http://www.gedlingconservationtrust.org/species/diptera/rose-hip-fly/> [2019-01-18]

Hedström, L. (1995). *Svenska insektynd — rapport 8*. Uppsala: Entomologiska avd. Entomologisk Tidskrift, 116 (3), ss. 101–117.

Herz, A., Köppler, K., Vogt, H., Elias, E., Katz, P. & Peters, A. (2006). *Biological control of the cherry fruit fly, *Rhagoletis cerasi* L. (Diptera, Tephritidae) by use of entomopathogenic nematodes: First experiences towards practical implementation*. In: Boos M, editor. Proceedings of the 12th International conference on cultivation technique and phytopathological problems in organic fruit growing. Weinsberg, Germany. Kernen, Germany: Foerdergemeinschaft Oekologischer Obstbau, ss. 67–72.

Hidayat, Y., Heather, N. & Hassan, E. (2013). *Repellency and oviposition deterrence effects of plant essential and vegetable oils against female Queensland fruit fly *Bactrocera tryoni* (Froggatt) (Diptera: Tephritidae)*. Australian Journal of Entomology, 52, ss. 379–386.

Hoffmeister, T. (1992). *Factors Determining the Structure and Diversity of Parasitoid Complexes in Tephritid Fruit Flies*. Oecologia, 89(2), ss. 288–297.
Tillgänglig: <http://www.jstor.org/stable/4219883> [2019-01-18]

Hurter, J., Boller, E.F., Städler, E., Blattmann, B., Buser, H.-R., Bosshard, N.U., Damm, L., Kozłowski, M.W., Schöni, R., Raschdorf, F., Dahinden, R., Schlumpf, E., Fritz, H., Richter, W.J. & Schreiber, J. (1987). *Oviposition-detering pheromone in *Rhagoletis cerasi* L.: Purification and determination of the chemical constitution*. Experientia. 43(2), ss. 157–164.

Höhne, F. (2014). *Overview of cultivation technologies and their challenges*. Tyskland: Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern.

Jensen, K. (2018). *Nytt om havtornsflugan och *Drosophila suzukii**. Yrkesmässig ekologisk trädgårdsrådgivning. Västra Götalands län: Landsbygdsavdelningen, Länsstyrelsen.

Jeppsson, N. (1998). *Havtorn – framtidsbär med exotisk smak*. Fakta Trädgård nr 2. Uppsala: SLU Reproenheten. Tillgänglig: <https://www.slu.se/globalassets/ew/ew-centrala/forskn/popvet-dok/faktatradgard/pdf98/tr.98-02.pdf> [2019-01-18]

Jordbruksverket. (2008). *Hållbar användning av växtskyddsmedel – förslag till handlingsprogram*. Jönköping: Jordbruksverket. (Rapport 2008:14). Tillgänglig: https://www2.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/trycksaker/Pdf_rapporter/ra08_14.pdf [2019-01-18]

Jordbruksverket. (2004). *Normer för körsbär*. Jönköping: Jordbruksverket. Tillgänglig: http://www2.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/trycksaker/Pdf_kvalitetsnormer/kv9.pdf [2019-01-18]

Jordbruksverket. (2015). *Färre växtskyddsmedel – en utmaning idag och i framtiden*. Jönköping: Jordbruksverket. (Rapport 2015:22). Tillgänglig: https://www2.jordbruksverket.se/download/18.3b6b31a91505a8350957e77/1444632236674/ra15_22.pdf [2019-01-18]

Jordbruksverket. (2017). *Handlingsplan för hållbar användning av växtskyddsmedel*. Senast ändrad: 2017-10-11. Tillgänglig: <https://www.jordbruksverket.se/amnesomraden/miljoklimat/giftfrimiljo/handlingsplanforhallbaranvandningavvaxtskyddsmedel.4.724b0a8b148f52338a3152a.html> [2019-01-18]

Jordbruksverket. (2018). *Växtskyddsmedel 2018 – frukt*. Växtskyddscentralen. Alnarp: Jordbruksverket.

Katsoyannos, B.I. & Boller, E.F. 1980. *Second field application of oviposition-detering pheromone of the European cherry fruit fly, *Rhagoletis cerasi* L. (Diptera: Tephritidae)*. Z. Ang. Entomology. 89, ss. 278–281.

Kemikalieinspektionen. (2017). *Villkor för användning av Raptol*. Tillgänglig: <https://webapps.kemi.se/BkmRegistret/Kemi.Spider.Web.External/Produkt/Details?produktId=16223&produktVersionId=16223> [2019-01-18]

Kepenekci, İ., Hazir, S. & Özdem, A. (2015). *Evaluation of native entomopathogenic nematodes for the control of the European cherry fruit fly *Rhagoletis cerasi* L. (Diptera: Tephritidae) larvae in soil*. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 39(1), ss. 74–79.

Kovanci, O. B. & Kovanci, B. (2006). *Reduced-risk management of *Rhagoletis cerasi* flies (host race *Prunus*) in combination with a preliminary phenological model*. Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection. Turkey: Uludag University.

Landbrugstyrelsen. (u.å.). *Rhagoletis pomonella*.

Tillgänglig: <https://lbst.dk/skadegoererlex/insekter/rhagoletis-pomonella/> [2019-01-18]

Liburd, O.E. (2004). *Identification of Host Volatile Compounds for Monitoring Blueberry Maggot Fly*. Small Fruits Review, 3(3-4), ss. 307-312. Tillgänglig: https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1300/J301v03n03_07?casa_token=0Sgr4dOG2lkAAAAA:yIXFJtyeJ_ImAHDoxDEWGHoteTTHD-cOUWtqhPsixKWmkAybiMNIwQbO5MPJ6q4Wdm4POsGNtOGbA [2019-01-18]

Liburd, O.E., Alm, S.R. & Casagrande, R.A. (1998). *Susceptibility of highbush blueberry cultivars to larval infestation by *Rhagoletis mendax* (Diptera: Tephritidae)*. Environmental Entomology, 27(4), ss. 817–821

Liburd, O.E., Finn, E.M., Pettit, K.L. & Wise, J.C. (2003). *Response of blueberry maggot *Xy* (Diptera: Tephritidae) to imidacloprid-treated spheres and selected insecticides*. The Canadian Entomologist, 135, ss. 427–438.

Lipa, J.J., Borusiewicz, K. & Balzany, S. (1976). *Noxiousness of the rose hip fly (Rhagoletis alternata Meigen) and infection of its purparia by a fungus Scopulariopsis brevicaulis (Sacc.) Bainer*. Bulletin de l'academie polonaise des sciences: Série des sciences biologiques, XXIV, 8.

Lux, S. A., Wnuk, A., Vogt, H., Belien, T., Spornberger, A., & Studnicki, M. (2016). *Validation of Individual-Based Markov-Like Stochastic Process Model of Insect Behavior and a "Virtual Farm" Concept for Enhancement of Site-Specific IPM*. *Frontiers in physiology*, 7, ss. 363. Tillgänglig: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4993809/> [2019-01-18]

Macavei, L.I., Oltean, I., Vasian, I., Florian, T., Varga, M., Băețan, R., Mitre, V. & Maistrello, L. (2018). *Potential for attractive semiochemical lures in rhagoletis cerasi (L.) management: A field study*. *Journal of the Entomological Research Society*, 20, ss. 1–9.

Martinsson, M. (1999). *Nypon för svensk livsmedelsproduktion*. SLU, Institutionen för trädgårdsvetenskap, Torslunda försöksstation. Tillgänglig: http://www.vaxteko.nu/html/sll/slu/utan_serietitel_slu/UST99-17/UST99-17R.PDF [2019-01-18]

Mertz, F.P. & Yao, R.C. (1990). *Saccharopolyspora spinosa sp. nov. Isolated from Soil Collected in a Sugar Mill Rum Still*. *International Journal of Systematic Bacteriology*, 40, ss. 34–39.

Mezőfi, L., Sipos, P., Véték, G., Elek, R. & Markó, V. (2018). *Evaluation of kaolin and cinnamon essential oil to manage two pests and a fungal disease of sour cherry at different tree canopy levels*. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 125(5), ss. 483–490.

Moericke, V., Prokopy, R. J., Berlocher, S. & Bush, G. L., (1975). *Visual stimuli eliciting attraction of Rhagoletis pomonella (Diptera: Tephritidae) flies to trees*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 18, ss. 497–507

Naturresursinstitutet. (2015). *Havtornsflugan har landat i Finland – kan ta hela skörden*. Tillgänglig: <https://www.luke.fi/sv/nyheter/havtornsflugan-har-landat-i-finland-kan-ta-hela-skorden/> [2019-01-18]

Neilson, W. & McAllan, J. (1965). *Effects of Mating on Fecundity of the Apple Maggot, *Rhagoletis pomonella* (Walsh)*. The Canadian Entomologist, 97(3), ss. 276–279.

Nguyen, V.L., Meats, A., Beattie, G.A.C., Spooner-Hart, R., Liu, Z.M. & Jiang, L. (2007). *Behavioural responses of female Queensland fruit fly, *Bactrocera tryoni*, to mineral oil deposits*. Entomologia Experimentalis et Applicata, 122, ss. 215–221.

Nordisk Alkali. (u.å.) *Mospilan SG*. Tillgänglig: <https://www.nordiskalkali.se/wp-content/uploads/mospilan-e-se.pdf> [2019-01-18]

Nojima, S., Linn, C., Morris, B., Zhang, A. & Roelofs, W. (2003). *Identification of Host Fruit Volatiles from Hawthorn (*Crataegus* spp.) Attractive to Hawthorn-Origin *Rhagoletis pomonella* Flies*. Journal of Chemical Ecology, 29(2), ss. 321–336.

Tillgänglig:

https://www.researchgate.net/publication/10769049_Identification_of_Host_Fruit_Volatiles_from_Hawthorn_Crataegus_spp_Attractive_to_Hawthorn-Origin_Rhagoletis_pomonella_Flies [2019-01-17]

Pelz, K., Isaacs, R., Wise, J. & Gut, L. (2005). *Protection of fruit against infestation by apple maggot and blueberry maggot (Diptera: Tephritidae) using compounds containing spinosad*. Journal of Economic Entomology, 98(2), ss. 432–437.

Pettersson, M. & Åkesson, I. (2011). *Trädgårdens växtskydd: [askskottsjuka, bladlöss, fruktträdkräfta, kålfjäril, potatisbladmögel, sköldlöss]* (Omarb. utg. ed.). Stockholm: Natur & kultur

Prokopy, R.J. (1972). *Evidence for a marking pheromone deterring repeated oviposition in apple maggot flies*. Environmental Entomology, 1, ss. 326–332.

Prokopy, R.J. (1975). *Mating behavior in Rhagoletis pomonella (Diptera: Tephritidae): V. Virgin female attraction to male odor*. The Canadian Entomologist, 107(8), ss. 905–908.

Prokopy R.J. & Berlocher S. H. (1980). *Establishment of Rhagoletis pomonella (Diptera: Tephritidae) on rose hips in southern New England*. Canadian Entomologist, 112(12):1319–1320

Prokopy, R.J., Moericke, V. & Bush, G.L. (1973). *Attraction of apple maggot flies to door of apples*. Environmental Entomology, 2, ss. 743–749.

Sarles, L., Verhaeghe, A., Francis, F. & Verheggen, F.J. (2015). *Semiochemicals of Rhagoletis fruit flies: Potential for integrated pest management*. Crop Protection, 78(C), ss. 114–118.

Shamanskaya, L.D. (2014). *Bioecology of the sea-buckthorn fly (Rhagoletis batava obscuriosa Kol.) and pest control treatment in Altai*. Barnaul, Ryssland: The Lisavenko Research Institute of Horticulture for Siberia. Tillgänglig: http://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/486036/luke-luobio_31_2015.pdf?sequence=4&isAllowed=y [2019-01-18]

Smith, J. & Bush, G. (1997). *Phylogeny of the genus Rhagoletis (Diptera: Tephritidae) inferred from DNA sequences of mitochondrial cytochrome oxidase II*. Molecular Phylogenetics and Evolution, 7(1), ss. 33–43.

Stalas, A. & Balalaikins, M. (2017). *Country Checklist of Rhagoletis Loew (Diptera: Tephritidae) for Europe, with Focus on R. batava and Its Recent Range Expansion*. Proceedings of the Latvian Academy of Sciences, Section B: Natural, Exact, and Applied Sciences Review, 71(3), ss. 103–110.

Stelinski, L.L., Pelz-Stelinski, K.S., Liburd, O.E. & Gut, L.J., (2006). *Control strategies for Rhagoletis mendax disrupt host-finding and ovipositional capability of its parasitic wasp, Diachasma alloeum*. Biological Control, 36(1), ss. 91–99.

Stibick J.N.L. (2004). *Natural Enemies of True Fruit Flies (Tephritidae)*. USA: USDA - United States Department of Agriculture. 02/2004-01. Tillgänglig: https://www.aphis.usda.gov/import_export/plants/manuals/domestic/downloads/natural_enemies_fruit_fly.pdf [2019-01-18]

Svensson, B. (1997). *Söta körsbär under tak*. Fakta trädgård nr 11. Uppsala: SLU Repro. Tillgänglig: <https://www.slu.se/globalassets/ew/ew-centrala/forsk/popvet-dok/faktatradgard/pdf97/tr.97-11.pdf> [2019-01-18]

Svensson, B., Tönnerberg, V., Becher, P., Manduric, S. & Håkansson, T. (2017). *Guide till fruktflugan Drosophila suzukii*. Alnarp: SLU: Fakulteten för landskapsarkitektur, trädgårds- och växtproduktionsvetenskap. (Rapport 2017:4). Tillgänglig: https://pub.epsilon.slu.se/14053/1/svensson_b_et_al_170216.pdf [2019-01-18]

Tóth, M., Lerche, S., Holz, U., Kerber, A., Henning, R., Voigt, E. & Kelemen, D. (2016). *Addition of Synthetic Feeding Attractant Increases Catches of Rhagoletis batava Hering and Carpomyia schineri Loew. in Fluorescent Yellow Sticky Traps*. Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica 51 (1), ss. 69–76. Tillgänglig: <https://akademai.com/doi/abs/10.1556/038.51.2016.1.6> [2018-10-07]

Tóth, M., Voigt, E., Baric, B., Pajac, I., Subic, M., Baufeld, P. & Lerche, S. (2014): *Importance of application of synthetic food lures in trapping of Rhagoletis spp. and Strauzia longipennis Wiedemann*. Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica. 49, ss. 25–35.

Uggla, M. (u.å.). *Captures of adult rose hip fly Rhagoletis alternata (FALLEN) to Rebell Amarillo traps in Rosa seedlings*. Opublicerat manuscript. Department of Plant breeding and Biotechnology. Kristianstad: Swedish University of Agricultural Sciences.

Uggla, M. & Carlson-Nilsson, B.U. (2009). *Rose Hip Fly (Rhagoletis alternata Fallen) and Leaf Spot Fungus (Sphaceloma rosarum (Pass.) Jenkins) – Possible Threats against Rose Hip Production?* Department of Plant Breeding and

Biotechnology. Kristianstad: Swedish University of Agricultural Sciences.
Tillgänglig: https://www.actahort.org/books/814/814_146.htm [2019-01-18]

vanRanden E.J & Roitberg B.D. 1998. *Effect of a Neem (Azadirachta indica)-based insecticide on oviposition deterrence, survival, behavior and reproduction of adult western cherry fruit fly (Diptera: Tephritidae)*. Ecology and Behavior, 91, ss. 123–131

Yee, W.L. & Lacey, L.A. (2003). *Stage-specific mortality of Rhagoletis indifferens (Diptera: Tephritidae) exposed to three species of Steinernema nematodes*. Biological Control, 27(3), ss. 349–356.

Åkerström, A. (2004). *Nordliga blåbärsåkrar i kustnära bygder*. Fakta trädgård nr 4. Uppsala: SLU. Tillgänglig: <https://www.slu.se/globalassets/ew/ew-centrala/forskn/popvet-dok/faktatradgard/pdf04/tr04-04.pdf> [2019-01-18]

Ölandsbladet. (2005). *Ölandsnypon säljs som läkemedel mot artros*. Tillgänglig: <http://www.olandsbladet.se/nyheter/olandsnypon-saljs-som-lakemedel-mot-artros/> [2019-01-18]

Özdem, A. & Kilincer, N. (2009). *The effectiveness of the trap types and lures used for mass trapping to control cherry fruit fly [rhagoletis cerasi (L., 1758)] (diptera: tephritidae)*. Munis Entomology & Zoology, 4(2), ss. 371–377.

5.1 Figurförteckning

Figur 1. Drakhub. (2014). *Unidentified Diptera*. [fotografi]. Tillgänglig: https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Rhagoletis_cerasi#/media/File:P1060548-1.jpg [2019-01-18]

Figur 2. Schoenmakers, B.J. (2016). *Rhagoletis alternata (Rhagoletis sp.) female, Texel, the Netherlands*. [fotografi]. Tillgänglig: https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Rhagoletis_alternata#/media/File:Rha

[goletis alternata \(Rhagoletis sp.\) female, Texel, the Netherlands.jpg](#) [2019-01-18]

Figur 3. Kuhnke, K-H. (2014). *Rhagoletis batava*. [fotografi]. Tillgänglig: https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Rhagoletis_batava#/media/File:Sanddornfruchtfliege.jpg [2019-01-18]

Figur 4. Ugglå. (2018). *Bild på klisterfällan Rebell® amarillo*. [fotografi] Tillåtelse för användning av Madeleine Ugglå 2019-01-04.