

Habitatmanipulering, en tveeggad bekämpningsmetod?

- Potentiella möjligheter och risker med alternativa födoresurser och skyddande habitat

Habitat manipulation, a double-edged control strategy?

- Potential opportunities and risks with alternative food sources and shelter habitats

Hampus Åkerman Hoffman



Habitatmanipulering, en tveeggad bekämpningsmetod?

- Potentiella möjligheter och risker med alternativa födoresurser och skyddande habitat

Habitat manipulation, a double-edged control strategy?

- Potential opportunities and risks with alternative food sources and shelter habitats

Hampus Åkerman Hoffman

Handledare: Johan Stenberg, SLU, Institutionen för växtskyddsbiologi

Examinator: Boel Sandskär, SLU, Institutionen för växtskyddsbiologi

Omfattning: 15 hp

Nivå och fördjupning: G2E

Kurstitel: Kandidatarbete i trädgårdsvetenskap

Kurskod: EX0495

Program/utbildning: Trädgårdsingenjör:odling - kandidatprogram

Examen: Trädgårdsingenjör, kandidatexamen i trädgårdsvetenskap

Ämne: Trädgårdsvetenskap

Utgivningsort: Alnarp

Utgivningsmånad och -år: mars 2015

Omslagsbild: Linda-Marie Rännbäck

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

Nyckelord: biologisk bevarande bekämpning, habitatmanipulering, skyddande habitat, alternativa födoresurser

SLU, Sveriges lantbruksuniversitet

Fakulteten för landskapsarkitektur, trädgårds- och växtproduktionsvetenskap

Institutionen för biosystem och teknologi

Sammanfattning

Bevarande biologisk bekämpning är en bekämpningsstrategi som används för att bevara eller öka mängden av en specifik naturlig fiende till den skadeorganism som ska bekämpas. En skillnad i jämförelse med andra strategier inom biologisk bekämpning är att inga biologiska bekämpningsorganismer tillförs, istället främjas de naturliga fiender som redan finns i odlingen och det omgivande landskapet. Habitatmanipulering är en metod inom bevarande biologisk bekämpning som bygger på en förändring av de naturliga fiendernas habitat som skall resultera i en förbättrad tillgång av nödvändiga resurser så som alternativ föda, skyddande habitat och alternativa bytes- och värddjur. Den här litteraturstudien undersöker potentiella möjligheter och risker med två metoder inom habitatmanipulering. Den ena metoden bygger på att inkludera blommande växter i en odling för att skapa en förbättrad tillgång av *alternativa födoresurser*, så som pollen och nektar, till naturliga fiender. I den andra metoden används växter för att skapa *skyddande habitat* som ska bidra till att förbättra naturliga fienders förutsättningar att övervintra, fortplanta sig och undfly störningsmoment så som jordbearbetning och användning av kemiska bekämpningsmedel. Litteraturstudien visar att tillgång till alternativa födoresurser kan främja naturliga fienders fortplantning, livslängd och parasitering av värddjur. En risk med att inkludera alternativa födoresurser i en odling är att de kan utnyttjas av skadegörare istället för naturliga fiender. För att undvika att fel insekter utnyttjar blomsterresurserna kan selektiva födoresurser användas, det är växter som naturliga fiender kan utnyttja i högre grad än skadegörarna. Skyddande habitat kan reducera negativ inverkan från störningsmoment och skapa goda övervintringsplatser för naturliga fiender. Det finns dock en ekonomisk nackdel med att inkludera skyddande habitat inuti ett fält eftersom att odlingens produktionsyta reduceras.

Summary

Conservation biological control is a control strategy in which a specific natural enemy is either protected or enhanced. This strategy is distinguished from other strategies of biological control in that no biological control agents are released, instead natural enemies in the field and the surrounding landscape is enhanced. Habitat manipulation, a method within conservation biological control, is based on an alteration of the environment with the aim of improving the availability of resources that are necessary for natural enemies. This literature review examines the possible opportunities and risks involved in practicing two different methods of habitat manipulation. In the first method flowering plants are used to create an improved availability of *alternative food sources* such as pollen and nectar. In the second method plants are used to create *shelter habitats* with the aim of improving the conditions for overwintering and reproduction. The shelter habitat can also act as a refuge from disturbing farming practices such as tillage and use of pesticides. This literature review shows that an increased availability of alternative food sources can enhance fecundity, longevity, sex ratio and parasitism. A risk associated with supplying alternative food sources to a cropping system is that the flowering plants can be utilized by pests instead of natural enemies. To avoid this risk, selective food plants can be used. Selective food plants can be utilized by the natural enemies to a greater extent than pests. This literature review showed that shelter habitats can reduce the negative effects from disturbance regimes and provide suitable overwintering sites for natural enemies. However there is an economic disadvantage in including shelter habitats within a field since some of the arable land is taken out of production.

Förord

Jag valde att fördjupa mig i habitatmanipulering eftersom att jag tyckte att det vore intressant att undersöka en förebyggande växtskyddsstrategi som kan minska behovet av direkta bekämpningsåtgärder så som användning av bekämpningsmedel. Eftersom att jag innan arbetets början endast kände till möjligheterna med habitatmanipulering tänkte jag att det vore intressant att nyansera min bild och undersöka vilka risker som bekämpningsmetoden kan innebära.

Tack till min handledare Johan Stenberg för bra stöd och intressanta synpunkter under arbetets gång. Jag vill även tacka Birgitta Rämert för att ha bidragit med goda litteraturtips under arbetets uppstartsfas. Till sist vill jag passa på att tacka Linda-Marie Rännbäck för att jag fick använda hennes bild på en blomstergräsremsa som omslagsbild.

Innehållsförteckning

1 Introduktion	1
1.1 Bakgrund & avgränsning	1
1.2 Biologisk bekämpning.....	1
1.3 Bevarande biologisk bekämpning	3
1.4 Naturliga fiender.....	3
1.5 Mål.....	3
1.6 Frågeställning	3
2 Metod	4
3 Resultat	4
3.1 Habitatmanipulering.....	4
3.2 Alternativa födoresurser (pollen & nektar)	4
3.3 Skyddande habitat	5
3.4 Möjligheter med alternativa födoresurser	6
3.4.1 Livslängd & fortplantningsförmåga.....	6
3.4.2 Parasitering av värdjur	7
3.5 Risker med alternativa födoresurser.....	7
3.5.1 Selektiva födoresurser	7
3.5.2 Identifiering av selektiva födoresurser	8
3.6 Möjligheter med skyddande habitat	10
3.6.1 Störningsmoment.....	10
3.6.2 Övervintring.....	11
3.7 Risker med skyddande habitat	13
3.7.1 Ekonomisk lönsamhet.....	13
4 Diskussion	14
5 Slutsatser	16
Referenslista	17

1 Introduktion

1.1 Bakgrund & avgränsning

Enligt Letourneau (1998) utgör vissa agroekosystem olämpliga miljöer för många av skadegörarnas naturliga fiender. Ett skäl är att omfattande störningsmoment så som gödsling, jordbearbetning, skörd och användning av bekämpningsmedel är ett återkommande inslag (Nilsson & Ullvén 2014). Letourneau (1998) skriver att naturliga fienders mångfald vanligtvis är låg i konventionella agroekosystem och att det är arter som kan anpassa sig till de kraftiga störningarna som överlever i så pass instabila förhållanden. Nilsson och Ullvén (2014) skriver att monokulturer främjar specialiserade växtskadegörare i högre grad än naturliga fiender. Även Landis et al. (2000) skriver att årliga odlingsystem där endast ett växtslag odlas är särskilt utsatta miljöer för naturliga fiender. Exempel på begränsande faktorer i sådana odlingsystem kan vara brist på alternativ föda i form av pollen och nektar, brist på alternativa värd- och bytesdjur och en avsaknad av skyddande habitat där naturliga fiender kan övervintra och söka skydd mot störningsmoment (Landis et al. 2000). Med hjälp av habitatmanipulering som är en metod som bygger på att förändra de naturliga fiendernas habitat är det dock möjligt att förbättra tillgången av nödvändiga resurser som de naturliga fienderna är beroende av (Landis et al. 2000).

Kandidatarbetet avgränsas genom att undersöka två metoder inom habitatmanipulering som är en del av bevarande biologisk bekämpning. Arbetet fokuserar främst på eventuella möjligheter och risker som de två metoderna medför. Inledningsvis presenteras en översiktsskild över biologisk bekämpning. I arbetets resultatdel presenteras de två metoderna och de potentiella möjligheterna och riskerna beskrivs.

1.2 Biologisk bekämpning

Biologisk bekämpning är ett stort vetenskapligt område som inkluderar forskare med vitt skilda bakgrunder (Eilenberg et al. 2001). Eilenberg et al. (2001) skriver att forskare som arbetar med biologisk bekämpning exempelvis kan vara specialiserade inom områdena entomologi, ogräsbiologi, växtpatologi, ekologi och mikrobiologi. För att sammanföra disciplinerna har ett flertal vetenskapliga artiklar skrivits med syftet att skapa en gemensam terminologi inom biologisk bekämpning (Eilenberg et al. 2001; Crump et al. 1999). Eilenberg et al. (2001) definierar biologisk bekämpning som användning av levande organismer med målsättningen att minska populationstätheten och den negativa effekten av en specifik skadegörare. Artikelförfattarna ger en överblick över fyra olika strategier inom biologisk bekämpning. Dessa fyra strategier kallar Eilenberg et al. (2001) för klassisk biologisk bekämpning, inokulativ biologisk bekämpning, inundativ biologisk bekämpning och bevarande biologisk bekämpning. I biologisk bekämpning

används vanligtvis naturliga fiender till de skadeorganismer som ska bekämpas (Kemikalieinspektionen 2014). De naturliga fienderna kan vara mikroorganismer som exempelvis svampar, bakterier och virus eller makroorganismer så som insekter, spindeldjur och nematoder. I Miljöbalken definieras ett biologiskt bekämpningsmedel som ”En bioteknisk organism som framställts särskilt för att förebygga eller motverka att djur, växter eller mikroorganismer, däribland virus, förorsakar skada eller olägenhet för människors hälsa eller skada på egendom” (Kemikalieinspektionen 2014). Precis som kemiska bekämpningsmedel måste biologiska bekämpningsmedel registreras av Kemikalieinspektionen för att få användas eller säljas.

Klassisk biologisk bekämpning används för att reglera främmande skadegörare som av misstag har introducerats i ett nytt område där den tidigare inte varit etablerad (Caltagirone 1981). Världsomfattande handel av växtmaterial och odling av grödor utanför dess ursprungsmiljö medför etablering av främmande skadegörare i nya områden. Caltagirone (1981) skriver att det i det nya området vanligtvis är ont om naturliga fiender som kan reglera den oavsiktligt introducerade skadegöraren. De gynnsamma förhållandena på den nya platsen leder ofta till att skadegöraren får en högre populationstäthet än vad den har i sitt naturliga utbredningsområde (Caltagirone 1981). Eilenberg et al. (2001) definierar klassisk biologisk bekämpning som medveten introduktion av en importerad biologisk bekämpningsorganism för permanent etablering och långvarig bekämpning av en skadegörare.

Inokulativ biologisk bekämpning kan definieras som utsättning av en biologisk bekämpningsorganism med förhoppningen att den ska uppföras och reglera en skadegörare under en längre period (Eilenberg et al. 2001). Med biologisk bekämpningsorganism menas någon form av levande organism, inom inokulativ biologisk bekämpning är predatorer och parasitoider vanligt förekommande bekämpningsorganismer. Både inokulativ biologisk bekämpning och klassisk biologisk bekämpning bygger vanligtvis på utsättning av relativt små mängder biologiska bekämpningsorganismer. En skillnad mellan de två strategierna är att etableringen av bekämpningsorganismerna i klassisk biologisk bekämpning är permanent medan inokulativ biologisk bekämpning bygger på upprepad utsättning (Eilenberg et al. 2001). Den mängd levande organismer som släpps ut vid användning av den inokulativa bekämpningsmetoden är i sig självt inte tillräcklig för att bekämpa skadegöraren. För att bekämpningsmetoden skall bli lyckosam krävs att de utsläppta biologiska bekämpningsorganismerna uppföras så att även dess avkomma bidrar till regleringen av skadegöraren (Eilenberg et al. 2001).

Vid användning av *Inundativ biologisk bekämpning* är det enbart de utsläppta biologiska bekämpningsorganismerna som bidrar till regleringen av skadegöraren (Eilenberg et al. 2001). Till skillnad från inokulativ biologisk bekämpning är metoden inte beroende av bekämpningsorganismernas reproduktion. Istället är en lyckad applicering av de biologiska

bekämpningsorganismerna en grundförutsättning för att få en framgångsrik reglering av skadegöraren (Eilenberg et al. 2001). Vanligtvis appliceras de biologiska bekämpningsorganismerna i stora mängder för att få en omedelbart reglerande effekt mot skadegöraren.

Bevarande biologisk bekämpning skiljer sig från de andra strategierna inom biologisk bekämpning genom att inga nya biologiska bekämpningsorganismer släpps ut i odlingen (Eilenberg et al. 2001).

1.3 Bevarande biologisk bekämpning

Eilenberg et al. (2001) skriver att bevarande biologisk bekämpning används för att bibehålla eller öka antalet av en specifik naturlig fiende. Främjandet av den naturliga fienden sker genom en förändring av odlingslandskapet eller genom en modifiering av praktiserade odlingsåtgärder (Eilenberg et al. 2001). Inom bevarande biologisk bekämpning tillförs inga biologiska bekämpningsorganismer, istället främjas de naturliga fiender som redan förekommer naturligt i odlingen och dess omgivande landskap.

1.4 Naturliga fiender

De naturliga fiender som behandlas i arbetet är framförallt predatorer och parasitoider. En predator är ett djur vars föda består av andra djur. Nilsson et al. (2014) skriver att predatorer vanligtvis är större än sina bytesdjur och att de vanligtvis konsumerar stora antal bytesdjur under sin livstid. En parasitoid är ett djur vars larvstadium antingen utvecklas inuti eller utanpå ett värddjur (Nilsson et al. 2014). Parasitoiden dödar alltid sitt värddjur efter att ha förbrukat dess näring. Det skiljer parasitoiden från parasiten som försvagar sitt värddjur utan att nödvändigtvis döda det (Nilsson et al. 2014).

1.5 Mål

Målet med det här kandidatarbetet är att sammanställa information från vetenskapliga artiklar och skapa ett lättöverskådligt dokument som belyser potentiella möjligheter och risker med alternativa födoresurser och skyddande habitat.

1.6 Frågeställning

Vilka potentiella möjligheter och risker finns det med att inkludera alternativa födoresurser och skyddande habitat i en odling?

2 Metod

Arbetet är en litteraturstudie som framförallt är baserat på information från vetenskapliga artiklar. De vetenskapliga artiklarna har främst inhämtats från den internationella litteraturdatabasen Web of Science. Även SLU-bibliotekets söktjänst Primo har använts för att hitta relevant litteratur.

Sökorden som har använts för att finna relevanta vetenskapliga artiklar i litteraturdatabasen är framförallt conservation biological control, habitat manipulation, shelter habitats och alternative food sources. Förutom information från vetenskapliga artiklar har en bok och en faktaskrift studerats. Boken som användes heter *Conservation biological control* och är redigerad av Pedro Barbosa. Den ger en helhetsbild av biologisk bevarande bekämpning och tar både upp teoretiska och praktiska aspekter av bekämpningsstrategin. Faktaskriften som användes heter *Gynna nyttiga insekter med blommande växter* och är skriven av Ulf Nilsson och Karin Ullvén. Skriften var till stor hjälp eftersom att den utöver att beskriva möjligheterna med habitatmanipulering även skildrar potentiella risker som metoden medför.

3 Resultat

3.1 Habitatmanipulering

Habitatmanipulering är en metod vars målsättning är att skapa en välanpassad livsmiljö för naturliga fiender (Landis et al. 2000). Enligt Landis et al. (2000) bygger metoden på en förändring av de naturliga fiendernas habitat som skall resultera i en förbättrad tillgång av resurser som de behöver för att överleva och effektivt reglera skadegörare. Exempel på nödvändiga resurser för naturliga fiender är alternativ föda i form av pollen och nektar, alternativa värd- och bytesdjur och tillgång till skyddande habitat. Landis et al. (2000) skriver att habitatmanipulering kan variera i omfattning. Metoden kan användas inom ett specifikt fält, på gårds- eller landskapsnivå.

3.2 Alternativa födoresurser (pollen & nektar)

Utöver bytesdjur äter många naturliga fiender även alternativ föda (Nilsson & Ullvén 2014). Det finns naturliga fiender som genomgår fullständig förvandling och äter alternativ föda när de är fullvuxna. Exempelvis äter blomflug- och parasitstekellarver bytesdjur medan de som vuxna äter pollen och nektar (Nilsson & Ullvén 2014). Naturliga fiender kan även utnyttja alternativ föda då mängden bytes- eller värdjur är otillräcklig. Ett exempel är spindlar som kan äta nektar då mängden bytesdjur är bristfällig (Taylor & Pfannenstiel 2009).

Att bidra med alternativ föda då det inte finns tillräckligt med bytesdjur ökar sannolikheten att naturliga fiender stannar kvar i odlingens omgivning och därmed kan de reglera skadegörare vid angrepp (Nilsson & Ullvén 2014). För att öka tillgången av pollen och nektar kan blomsterrensor

inkluderas i odlingen. För att habitatmanipulering med hjälp av alternativa födoresurser ska få god effekt är det viktigt att rätt växter används, alla blommande växter är inte lämpliga att använda (Nilsson & Ullvén 2014). Exempelvis skriver Nilsson och Ullvén (2014) att många naturliga fiender har svårt att komma åt nektar i djupa och smala blommor med gömda nektarier. Wäckers (2005) skriver att många parasitoider och predatorer har korta mundelar och därför väljer blommor med grunda nektarier eftersom att nektarn mer lättillgänglig.

Nilsson och Ullvén (2014) skriver att nektar är en resurs som många naturliga fiender utnyttjar för att få i sig kolhydrater. Energi från nektarn kan bidra till ökad flygkapacitet, förbättrad fortplantningsförmåga och förlängd livslängd (Nilsson & Ullvén 2014). Nilsson och Ullvén (2014) skriver att en del växter kan producera nektar utanför blommorna i så kallade extra-florala nektarier. Nektarn från de extra-florala nektarierna produceras i mindre mängder och är ofta tillgänglig under en längre tidsperiod. För många naturliga fiender är pollen en viktig källa till aminosyror och proteiner (Nilsson & Ullvén). Exempel på naturliga fiender som kan utnyttja pollen som födoresurs är nyckelpigor, skinnbaggar, rov kvalster och blomflugor.

Habitatmanipulering med hjälp av alternativa födoresurser är ingen riskfri metod. Exempelvis kan blomsterresurser som används för att främja de naturliga fienderna även utnyttjas av växtskadegörare, hyperparasitoider och predatorer som äter naturliga fiender (Nilsson & Ullvén 2014). Hyperparasitoider är parasitoider som lever av primära parasitoider. Ett sätt att förhindra att fel insekter främjas är att använda växtarter som naturliga fiender kan utnyttja i högre grad än skadegörare (Baggen & Gurr 1998). Dessa växter kallar Baggen och Gurr (1998) för selektiva födoresurser.

3.3 Skyddande habitat

Landis et al. (2000) skriver att det i årliga odlingssystem kan vara viktigt att försöka maximera antalet övervintrande naturliga fiender för att säkerställa en god reglering av skadegörare under efterkommande odlingssäsong. Griffiths et al. (2008) menar att ett av målen med att inkludera skyddande habitat i odlingssystem är att skapa goda möjligheter för naturliga fiender att övervintra. De skyddande habitaterna tillhandahåller också förutsättningar för fortplantning, estivering och kan fungera som tillflyktsorter från störningsmoment så som jordbearbetning och användning av kemiska bekämpningsmedel. Skyddande habitat kan därmed underlätta återinförandet av naturliga fiender i områden där det inträffat beståndsminskningar.

Griffiths et al. (2008) skriver att skyddande habitat antingen kan vara placerade i fältets ytterkant eller inuti fältet utmed de odlade grödorna. Vanliga former av skyddande habitat i fältets ytterkant är lähäckar, diken, gräsbevuxna fältkanter och okultiverad mark intill stängsel. De skyddande habitaterna i fältets ytterkant kan innehålla ett örtartat marklager, ett mellanlager med buskar och ett

övre lager med träd som reser sig över den omgivande vegetationen (Griffiths et al. 2008).

Habitatets uppbyggnad och sammansättning av växter påverkar de naturliga fiendernas mångfald och antal (Burel & Baudry 1995). Landis et al. (2000) skriver att naturliga fiender som övervintrar i fältets ytterkant inte ger optimal reglering av skadegörare i en del årliga odlingsystem. Det beror på att de naturliga fienderna inte koloniserar den odlade grödan tillräckligt snabbt under våren. För att skapa förutsättningar för tidig kolonisation av grödan kan skyddande habitat inkluderas i fältet (Griffiths et al. 2008).

Griffiths et al. (2008) skriver att skyddande habitat inuti fältet vanligtvis består av ett örtartat marklager med årliga eller perenna växter. De skyddande habitaterna är ofta utformade på ett sätt så att inte maskin användning och andra odlingsåtgärder påverkas (Griffiths 2008). En vanlig form av skyddande habitat är skalbaggsåsen som består av en upphöjd jordbädd med insädd av perenna, tuvbildande gräsarter (Landis 2000). Griffiths et al. (2008) skriver att skalbaggsåsar kan ge goda övervintringsmöjligheter för polyfaga predatorer. Genom att bibehålla predatorerna i fältet under vintern kan de kolonisera grödan tidigt under vårsäsongen vilken är den tidpunkt som de har godast möjlighet att reglera skadegörare (Griffiths et al. 2008). Skalbaggsåsen kan ses som en konstgjord fältkant inuti odlingen som reducerar fältets storlek och gör att avståndet till de skyddande habitaterna blir mindre för de naturliga fienderna.

3.4 Möjligheter med alternativa födoresurser

3.4.1 Livslängd & fortplantningsförmåga

Målet med att inkludera pollen- och nektarkällor i en odling är att främja naturliga fiender och i förlängningen stärka regleringen av skadegörare (Landis et al. 2000). Landis et al. (2000) skriver att studier som har undersökt nektarkällors inverkan på parasitoiders livslängd och fortplantningsförmåga har bidragit med nyttig information om vilka blommande växtarter som bör bevaras eller tillföras i odlingsystem. I ett nyzeeländskt laboratorieförsök undersöktes blommande växters inverkan på livslängd, fortplantningsförmåga och könsfördelning hos parasitstekeln *Dolichogenidea tasmanica* (Berndt & Wratten 2005). I försöket jämfördes parasitsteklar med och utan tillgång till en födokälla i form av blommande *Lobularia maritima*, strandkrassing. Försöket visade att honor med tillgång till strandkrassing i genomsnitt levde sju gånger längre än de som var utan. Hanarna som hade tillgång till strandkrassing fick också förlängd livslängd, de levde i genomsnitt tre gånger längre än de som inte hade tillgång till den blommande strandkrassing. I laboratorieförsöket undersöktes även de blommande växternas inverkan på parasitstekelns fortplantningsförmåga. Under den totala livstiden hade honorna med tillgång till strandkrassing i genomsnitt åtta gånger så god fortplantningsförmåga jämfört med kontrollgruppen. Det var däremot ingen skillnad i den dagliga fortplantningen under den period då kontrollgruppen fortfarande var vid

liv. Förbättringen var alltså en effekt av förlängd livslängd och inte en direkt effekt av förbättrad näringstillgång. Avkommans könsfördelning påverkades också av tillgången av blommande strandkrassing. Bland parasitsteklarna som inte hade tillgång till de blommande växterna var avkomman kraftigt dominerad av hanar. Vid tillgång till strandkrassing skapades en mer jämlig fördelning mellan honor och hanar. Berndt och Wratten (2005) skriver att studien visar att tillgängligheten av alternativa födoresurser spelar en viktig roll för fullvuxna parasitsteklars överlevnad. På grund av strandkrassingens positiva inverkan på parasitstekelns överlevnad kan den i förlängningen även påverka parasitstekelns effektivitet som biologisk bekämpningsorganism i fält (Berndt & Wratten 2005).

3.4.2 Parasitering av värddjur

Winkler et al. (2006) skriver att det är vanligast att effekterna av habitatmanipulering studeras i laboratorieförsök. Eftersom att laboratorieförsök inte alltid representerar situationen i fält utförde forskargruppen ett semi-fältförsök där effekten av tillgång till alternativa födoresurser undersöktes. I försöket släpptes individer av parasitstekeln *Diadegma semiclausum* ut i stora tält. I hälften av tälten hade parasitsteklarna tillgång till både alternativa födoresurser och värddjur. I den andra hälften av tälten hade parasitsteklarna bara tillgång till värddjur. Parasitstekelns värddjur heter *Plutella xylostella*, kålmal. Av de elva parasitsteklar som inte hade någon tillgång till nektarkällor var det bara tre som lyckades parasitera ett värddjur. De tolv parasitsteklar som hade tillgång till blomsterresurser parasiterade däremot drygt 300 kålmalslarver var. Försöket visade också att tillgången till nektarkällor påverkade parasitsteklarnas reproduktiva livslängd positivt. För parasitsteklarna utan tillgång till nektarkällor var den reproduktiva livslängden i genomsnitt 1,2 dagar. För de parasitsteklar som hade tillgång till blommande växter var den reproduktiva livslängden istället i genomsnitt 28 dagar. Winkler et al. (2006) skriver att studien visar på hur viktiga nektarkällor är för parasitstekelns överlevnad och fortplantningsförmåga. Något som artikelförfattarna fann överraskande var att nektarkällornas inverkan på parasitstekelns fortplantningsförmåga visade sig vara större i fältförsöket än vad som tidigare laboratorieförsök visat. Winkler et al. (2006) skriver att semi-fältförsöket bekräftar tidigare laboratorieförsök som har visat att tillgänglighet till alternativ föda är viktigt för att främja parasitstekelns funktion som biologisk bekämpningsorganism.

3.5 Risker med alternativa födoresurser

3.5.1 Selektiva födoresurser

Lavandero et al. (2006) skriver att alternativa födoresurser i många fall ökar naturliga fienders effektivitet i dess reglering av skadegörare men betonar också att även skadegörare kan dra nytta av

födoresurserna. Att använda selektiva födoresurser innebär att välja blommande växter som främjar de naturliga fienderna utan att påverka skadegörarna positivt (Lavandero et al. 2006).

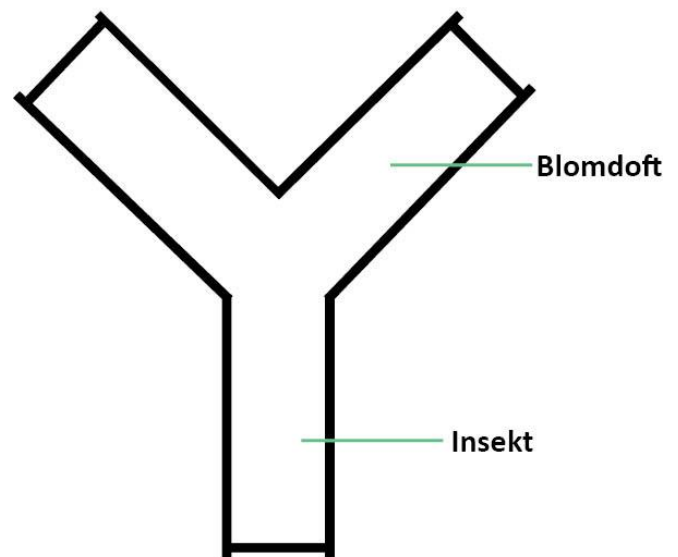
Artikelförfattarna skriver att valet av växtarter till blomsterresurser historiskt sett vanligen baserats på växternas positiva inverkan på den naturliga fienden utan att ta någon större hänsyn till dess effekt på skadegöraren. I ett försök utfört av Lavandero et al. (2006) undersöktes blommande växtarters inverkan på tre parasitoider och deras respektive värdjur, alltså skadegörarna. För att undersöka de blommande växtarternas inverkan på insekternas livslängd användes växtarterna *Fagopyrum esculentum* (bovete), *Lobularia maritima* (strandkrassing) och *Phacelia tanacetifolia* (honungsfacelia). Förutom försöksleden med de olika växtarterna så utfördes även en behandling med honung och en med vatten. I försöket undersöktes även blomsterresursernas inverkan på insekternas fortplantningsförmåga. Nektarkällornas inverkan på insekterna varierade, vissa blommande växtarter främjade både skadegörarna och de naturliga fienderna. Andra nektarkällor, exempelvis bovete, främjade enbart parasitoiderna. Artikelförfattarna menar att det är viktigt att välja rätt blommande växter i en odling för att undvika uppförökning av skadegörarpopulationer. Slutligen skriver Lavandero et al. (2006) att användningen av selektiva blomsterresurser som enbart främjar naturliga fiender är en metod som kan användas för att effektivisera bevarande biologisk bekämpning.

3.5.2 Identifiering av selektiva födoresurser

Landis et al. (2000) skriver att laboratorieförsök kan användas för att ta reda på vilka blommande växter som har potential att användas i fält och att ett noggrant val av växter minskar risken för att fel insekter utnyttjar blomsterresurserna. Enligt Nilsson och Ullvén (2014) finns det många insekter som har en medfödd preferens för specifika blomdofter. Insekternas naturliga preferens gör att de väljer vissa blommor i större utsträckning än andra. Kunskapen om olika insektsarters preferens för blomdofter kan utnyttjas för att använda rätt blommande växter i habitatmanipuleringen. I ett försök utfört av Nilsson et al. (2011) undersöktes skillnader i blompreferenser mellan parasitstekeln *Trybliographa rapae* och dess värdjur *Delia radicum*, lilla kålflugan. Enligt artikelförfattarna är den lilla kålflugan en ekonomiskt viktig skadegörare för grönsaker inom växtfamiljen *Brassicaceae*, korsblommiga växter. Den lilla kålflugans larv äter av växternas rötter och kan orsaka stor skada i kålodlingar. Nilsson och Ullvén (2014) skriver att den lilla kålflugan i sitt vuxna stadium måste äta kolhydrater för att få en fungerande äggläggning. Parasitstekeln *Trybliographa rapae* är en viktig naturlig fiende som parasiterar på den lilla kålflugans larv (Nilsson et al. 2011). Parasitstekeln är till skillnad från den lilla kålflugan inte beroende av alternativ föda för att kunna lägga ägg (Nilsson & Ullvén 2014). Genom att tillhandahålla passande nektarresurser till *Trybliographa rapae* är det däremot möjligt att förbättra dess reglering av lilla kålflugans populationer i kålodlingar (Nilsson et

al 2011). Enligt Nilsson et al. (2011) var målet med studien att identifiera selektiva födoresurser som inte är attraktiva för den lilla kålflugan men som kan utnyttjas av parasitstekeln som alternativ föda. I försöket undersöktes båda arternas preferens för olika blomdofter och deras möjlighet att utnyttja nektar från olika blommande växtarter. Utöver det så undersöktes två blommande växtarters effekt på insekternas livslängd. Dessutom utfördes ett semi-fältförsök där de blommande växternas inverkan på parasitstekelns förmåga att parasitera den lilla kålflugans larv undersöktes. Sammantaget är studien ett bra exempel på ett försök som stegvis försöker identifiera födoresurser som kan utnyttjas av den naturliga fienden i högre grad än skadegöraren.

För att mäta blomdofternas attraktivitet användes en så kallad y-rörs olfaktometer (Nilsson et al 2011). En y-rörs olfaktometer är ett y-format glasrör i vilket doftämnen kan tillsättas i rörets två ”armar” (**Figur 1**). Insekten släpps in i olfaktometerens bas som sitter ihop med de två armarna och kan välja den doft som den finner mest attraktiv. I försöket jämfördes först nio växtarters blomdoft med en kontroll som bestod av luft. Den lilla kålflugan och parasitstekeln kunde alltså välja mellan luft i den ena armen och en blomdoft från någon av de nio växtarterna i den andra. Därefter jämfördes de blommande växtarter som var attraktivast för den lilla kålflugan med varandra med hjälp av y-rörs olfaktometern.



Figur 1: y-rörs olfaktometer.

Lobularia maritima (strandkrassing) jämfördes med *Anethum graveolens* (dill) och dill jämfördes med *Fagopyrum esculentum* (bovete) för att ta reda på vilken blomdoft som den lilla kålflugan föredrar. Resultatet från undersökningen visade att den lilla kålflugan valde dill oftare än bovete men att strandkrassing i sin tur valdes i större utsträckning än dill.

Möjligheten att utnyttja de blommande växternas nektar undersöktes genom att studera insekternas vikt före och efter att de hade haft tillgång till blombuketter av fyra olika blommande växtarter (Nilsson et al. 2011). Arterna valdes utifrån resultatet från undersökningen av blomdofternas attraktivitet. Baserat på parasitstekelns respons till växtarterna valdes dill (neutral), bovete (attraktiv), strandkrassing (neutral) och koriander (frånstötande). Utöver behandlingarna med blommande växtarter utfördes även tre behandlingar utan några blommande växter. En behandling med vatten, en med socker och en behandling som Nilsson et al. (2011) kallar för blank. I den blanka behandlingen tillfördes ingenting. Resultatet visade att parasitstekeln ökade i vikt i

behandlingarna med dill, strandkrassing, bovete och socker. Den lilla kålflugan ökade signifikant i vikt i alla behandlingar förutom i den blanka behandlingen och i behandlingen då endast vatten tillfördes.

För att undersöka de blommande växternas inverkan på insekthonornas livslängd användes dill och bovete. Nilsson et al. (2011) skriver att dessa arter valdes eftersom att de visade sig vara bäst lämpade för parasitstekeln i försöket som undersökte nektartillgänglighet. Insekterna släpptes in i burar som antingen innehöll en blommande växt eller en växt där knoppar och blommor var bortplockade. Behandlingarna var parvisa där en bur innehållande en blommande växt placerades intill en bur som innehöll en växt utan blommor och knoppar. Efter det att insekterna släppts in i buren så noterades antal överlevande individer varje dygn fram tills dess att alla insekter i buren var döda. Vid tillgång till de blommande växterna ökade både parasitstekelns och den lilla kålflugans livslängd signifikant.

I ett semi-fältförsök undersöktes vilken inverkan blommande bovetepantor hade på parasitstekelns förmåga att parasitera den lilla kålflugans larv (Nilsson et al. 2011). I den ena behandlingen användes blommande bovete och i den andra behandlingen var knoppar och blommor borttagna från växten. Resultatet visade att de parasitsteklar som hade tillgång till blommande bovete parasiterade fler larver än de parasitsteklar som inte hade tillgång till någon nektarkälla.

Nilsson et al. (2011) skriver att studien visar hur viktiga nektarkällor är för parasitstekeln *Trybliographa rapae*. Vid tillgång till blommande dill och bovete ökade parasitstekelns livslängd signifikant. Resultatet från semi-fältförsöket visade även att tillgången till en nektarkälla i form av bovete ökade parasitstekelns förmåga att parasitera den lilla kålflugans larv. Nilsson et al. (2011) skriver dock att ingen av de blommande växtarterna i försöket enbart kunde utnyttjas av parasitstekeln. I undersökningen av blomdofters attraktivitet visade sig bovete vara den ända växtarten som var attraktiv för parasitstekeln. För den lilla kålflugan var bovete däremot mindre attraktiv än de andra växtarterna som undersöktes. Till skillnad från den lilla kålflugan är parasitstekeln en dålig flygare och har inte samma möjlighet att utnyttja alternativ föda utanför odlingens gränser. Nilsson et al. (2011) skriver att det är möjligt att parasitstekeln skulle kunna utnyttja bovete som samodlas med kålgrödor i högre grad än den lilla kålflugan. Artikelförfattarna skriver att det inte enbart går att förlita sig på laboratorieförsök vid framtagning av lämpliga växtarter till bevarande biologiska bekämpningsmetoder utan att även storskaliga fältförsök behövs för att ge ett pålitligt resultat som kan omsättas i praktiken.

3.6 Möjligheter med skyddande habitat

3.6.1 Störningsmoment

Ett störningsmoment som kan minska naturliga fiendepopulationer i en odling är användning av

kemiska bekämpningsmedel (Nilsson och Ullvén 2014). I ett amerikanskt fältförsök undersöktes huruvida skyddande habitat inuti ett majsält kunde minska de negativa effekter som användningen av bekämpningsmedel har på jordlöparsamhällen (Lee et al. 2001). Många arter inom familjen jordlöpare är polyfaga predatorer som bidrar till regleringen av ett stort antal skadegörare. I försöket bestod de skyddande habitaterna av remsor som innehöll gräs, grönsaker och blommande växter. Studien pågick i två år och mätte jordlöparnas aktivitetstäthet och artsammansättning. För att kunna mäta antalet jordlöpare i de olika behandlingarna användes fallgropar. Lee et al. (2001) skriver att antalet fångade jordlöpare i dessa fallgropar är ett mått på jordlöparnas aktivitetstäthet. Försöksresultatet visade att användningen av bekämpningsmedel utgjorde ett kraftigt störningsmoment då den ledde till en minskning i jordlöparnas aktivitetstäthet och förändrade jordlöparnas artsammansättning i fältet. De skyddade habitaterna dämpade bekämpningsmedlets negativa inverkan på jordlöparna under försökets andra år. Enligt Lee et al. (2001) beror det på att de skyddande habitaterna tillhandahöll bosättningsmöjligheter för jordlöparna och därmed ökade även jordlöparnas aktivitetstäthet i fältet. Artikelförfattarnas slutsats är att skyddande habitat kan minska den negativa effekten som användning av bekämpningsmedel har på jordlöparsamhällen. Författarna menar således att habitatmanipulering med hjälp av skyddande habitat kan vara en användbar strategi för att bibehålla jordlöparpopulationer i odlingsmiljöer med återkommande störningsmoment och därmed även bidra till en förbättrad reglering av skadegörare.

Ett annat störningsmoment som kan begränsa naturliga fiendepopulationer är jordbearbetning. Halaj et al. (2000) observerade en signifikant minskning i antalet spindlar och äggsäckar efter konventionell jordbearbetning i en sojabönsodling. Efter jordbearbetningen minskade antalet spindlar med 76 % och antalet äggsäckar med 75 %. I ett försök utfört av Halaj et al. (2000) undersöktes artificiella skyddande habitats inverkan på polyfaga predatorer i en konventionellt jordbearbetad sojabönsodling. De artificiella habitaterna konstruerades med hjälp av hönsnät som fylldes med halm. De skyddande habitaterna anlades för att skapa tillfälliga tillflyktsorter under kraftiga störningsmoment. Halaj et al. (2000) skriver att de skyddande habitaterna innehöll 5-36 gånger fler spindlar i jämförelse med det omgivande fältet, dessutom ökade spindlarnas produktion av äggsäckar med 18-87 gånger. Enligt Halaj et al. (2000) ökade även mängden kortvingar och jordlöpare signifikant i de skyddande habitaterna. Artikelförfattarnas slutsats är att studien visar att det är möjligt att åstadkomma en ökning av polyfaga predatorer i en konventionellt jordbearbetad sojabönsodling genom att inkludera artificiella skyddande habitat.

3.6.2 Övervintring

Griffiths et al. (2008) skriver att vissa av de skyddande habitatens egenskaper är förknippade med fördelaktiga förutsättningar för naturliga fienders övervintring. I ett försök utfört av Thomas et al.

(1991) anlades upphöjda jordbäddar med insådd av gräs i mitten av två spannmålsfält för att förbättra övervintringsmöjligheterna för polyfaga predatorer. Jordbäddarna sträckte sig inte ända ut i fältkanten, lite plats lämnades i varje ände för att det skulle vara möjligt att passera med maskiner. Försöket inkluderade totalt åtta behandlingar. De första fyra behandlingarna bestod av insådd av enskilda gräsarter. De fyra gräsarterna som användes var *Dactylis glomerata* (hundäxing), *Lolium perenne* (engelskt rajgräs), *Agrostis stolonifera* (krypven) och *Holcus lanatus* (luddtåtel). Thomas et al. (1991) skriver att dessa arter användes eftersom att de ger ett bra vinterskydd och har ett lågt skötselbehov. Behandling fem och sex bestod av blandningar av gräsarterna som användes i de första fyra behandlingarna. Den sjunde behandlingen var en kontrollbehandling som bestod av bar mark. Försökets sista behandling bestod av olika blommande växtarter som fungerade som nektar- och pollenkällor för naturliga fiender. Thomas et al. (1991) skriver att de skyddande habitatet tillhandahöll övervintringsmöjligheter för många arter inom ordningen *Araneae* och inom familjerna *Carabidae* och *Staphylinidae* under försökets första år. I provtagningar under etableringsåret hittades upp till 150 polyfaga predatorer per kvadratmeter i den upphöjda jordbädden. Enligt Thomas et al. (1991) gick det inte att se någon signifikant skillnad mellan de olika behandlingarna under det första året. Thomas et al. (1991) skriver att etableringen av gräsen förbättrades under försökets andra år och att det innebar en ökning i antalet predatorer i jordbäddarna. I vissa av behandlingarna under det andra året hittades upp till 1500 polyfaga predatorer per kvadratmeter. I försökets andra år gick det inte att genomföra samma insamlingsmetod som användes under etableringsåret eftersom att gräset hade vuxit till sig och innehöll stora mängder tuvbildande gräsarter. På grund av den täta vegetationen användes en annan insamlingsmetod som Thomas et al. (1991) kallar för 'destructive sampling'. Den nya metoden innebar att det inte heller det här året gick att se någon signifikant skillnad i antal polyfaga predatorer i de olika behandlingarna. I försöket kunde man dock se att temperaturen kring de två tuvbildande gräsarterna hundäxing och luddtåtel inte varierade lika kraftigt som den gjorde i de andra behandlingarna. Thomas et al. (1991) skriver att tidigare forskning visat på ett samband mellan stabila temperaturer i de skyddande habitatet och ett högt antal övervintrande predatorer. Tre år efter etableringen var antalet polyfaga predatorer fortfarande högt i de gräsbevuxna jordbäddarna (Thomas et al. 1992). Thomas et al. (1991) skriver att de upphöjda jordbäddarna bidrog med en etablering av en grundläggande predatorpopulation i odlingens mittpunkt varifrån de polyfaga predatorerna kunde kolonisera grödan tidigt under våren.

Enligt Griffiths et al. (2008) är det ett flertal olika egenskaper i ett skyddande habitat som bidrar till ett passande mikroklimat för naturliga fiender. I ett engelskt fältförsök undersöktes hur olika vegetationsstrukturer i en fältkant påverkade övervintringen av två skalbaggsarter. Arterna som undersöktes var predatorerna *Tachyporus hypnorum* och *Demetrias atricapillus* som båda använder

gräsbevuxna fältkanter som tillflyktsort under vintern (Dennis et al. 1994). Försökets behandlingar delades upp i inhägnader som innehöll olika vegetationstyper. Vegetation i inhägnaderna hade olika strukturell komplexitet och varierade från bar mark till icke tuvbildande- och tuvbildande gräsarter. Jordsektioner som innehöll de vegetationstyper som skulle undersökas grävdes upp från omgivande fältkanter och värmdes upp under en vecka i ett laboratorium. Innan de predatorer som skulle undersökas släpptes ut i de olika inhägnaderna plockades predatorer som redan fanns i jordsektionerna bort för hand. Samma mängd skalbaggar släpptes ut i de olika behandlingarna. För att reda ut hur många av de utsläppta predatorerna som överlevt vintern plockades jordsektionerna isär och antalet levande skalbaggar räknades. Dennis et al. (1994) skriver att överlevnaden var lägst för skalbaggar i inhägnaden med bar mark. Högst antal levande skalbaggar hittades i inhägnaden med den tuvbildande gräsarten *Dactylis glomerata*, hundäxing. Dennis et al. (1994) skriver att studien visar att kantvegetationens struktur kan ha stor inverkan på predatorernas överlevnad under vintern. Skyddande habitat i fältkanter kan bidra med egenskaper i vegetationen som ökar tillgängligheten av skydd och födoresurser för de polyfaga predatorerna (Dennis et al. 1994). Griffiths (2008) skriver att skyddande habitat kan öka polyfaga predatorers överlevnad under vintern och att den ökade livslängden i förlängningen påverkar dess fortplantningsförmåga positivt. De skyddande habitatens positiva inverkan på predatorernas överlevnad under vintern beror bland annat på förbättrad tillgång till födoresurser och att de erbjuder ett torrt mikroklimat med stabil temperatur vilket är gynnsamt (Griffiths et al. 2008). Landis et al. (2000) skriver att även hög temperatur och låg luftfuktighet kan begränsa naturliga fiendepopulationer och minska de naturliga fiendernas aktivitet i odlingen. Griffiths et al. (2008) skriver vissa polyfaga predatorer även använder skyddande habitat som tillflyktsort under sommaren på grund av det ogynnsamma mikroklimatet som kan uppstå i fältet.

3.7 Risker med skyddande habitat

3.7.1 Ekonomisk lönsamhet

Det finns en ekonomisk nackdel med att inkludera skyddande habitat inuti ett fält eftersom att en del av produktionsytan tas ur bruk (Landis et al. 2000). Den ekonomiska nackdelen är särskilt överhängande i odling av grödor med hög avkastning. Griffiths et al. (2008) skriver att det i många odlingssystem krävs ytterligare forskning för att få en bättre förståelse för det skyddande habitatets roll som bekämpningsmetod och för att kunna ge rekommendationer för hur det skyddande habitatet bör utformas för optimal reglering av skadegörare. Enligt Griffiths et al. (2008) är bristen på forskningsresultat ett av skälen till att användning av skyddande habitat än så länge bara är en måttlig använd metod.

Habitatmanipuleringens potentiella kostnader och fördelar är två komponenter som tillsammans

bestämmer incitamenten för att tillämpa metoden (Griffiths et al. 2008). I en vetenskaplig artikel skriven av Griffiths et al. (2008) är författarnas utgångspunkt att de skyddande habitatet bidrar med tillräckligt god reglering att skadegöraren inte överskrider odlingens ekonomiska skadetröskel och att användningen av kemiska bekämpningsmedel inte är nödvändig. Griffiths et al. (2008) skriver att ett tänkbart skäl till att odlare väljer att tillämpa habitatmanipulering istället för användning av kemiska bekämpningsmedel är att skyddande habitat i vissa fall är en mindre kostsam metod. Det ekonomiska motivet till att tillämpa metoden är dock beroende av att habitatmanipuleringen och användningen av bekämpningsmedel är två metoder med likvärd effekt. Kostnader för användning av bekämpningsmedel inkluderar inköpskostnaden av själva medlet och utgifter sammankopplade till appliceringen av medlet. Griffiths et al. (2008) skriver att utgifter kopplade till appliceringen exempelvis kan bestå av energikostnader, maskinkostnader och kostnader för arbetskraft. Utgifterna för habitatmanipulering är svårare att kvantifiera. I en odling där habitatmanipuleringen inkluderas inuti ett fält kan reduceringen av skördemängd på grund av minskad produktionsyta räknas som en slags kostnad. Ur ekonomisk synpunkt är det därmed mindre kostsamt att anlägga skyddande habitat i fältets ytterkant än att placera det i fältets mittpunkt. En annan utgift som är bunden till habitatmanipulering är kostnader som uppstår på grund av den ökade arbetsinsatsen för skötsel och tillsyn av det skyddade habitatet. En ytterligare kostnad uppstår ifall odlaren behöver införskaffa information om habitatmanipulering från en extern part, exempelvis en rådgivare. Samtidigt som vissa kostnader uppstår vid tillämpning av habitatmanipulering så försvinner de utgifter som är kopplade till den produktionsyta som annars skulle varit i bruk (Griffiths et al. 2008). Kostnader som faller bort vid habitatmanipulering är utgifter för utsäde, bekämpningsmedel och gödselmedel. Det finns även vissa eventuella kostnader kopplade till habitatmanipulering som odlare bör ta hänsyn till. Dessa möjliga kostnader kan uppstå om de skyddande habitatet oavsiktligt medför en ökning av skadegörare, ogräs eller växtsjukdomar (Griffiths et al. 2008).

Thomas (2000) skriver att det i England finns odlare som tagit bort skalbaggar från fält eftersom att de menar att ogräs sprids från skalbaggen in i fältet. Det finns dock forskning som tyder på att växter som används i obrukade fältkanter inte påverkar ogräsförekomsten i det odlade fältet i så stor utsträckning, särskilt inte om de består av icke-invasiva perenna växtarter (Smith et al. 1999).

4 Diskussion

Litteraturstudien visar att förbättrad tillgång till alternativa födoresurser kan främja naturliga fiender på många olika sätt. De studerade försöken visade att tillgången till alternativa födoresurser kan öka naturliga fienders livslängd (Berndt & Wratten 2005; Nilsson et al. 2011), öka deras

fortplantningsförmåga (Winkler 2006; Berndt & Wratten 2005), skapa en jämnare könsfördelning hos insekthonornas avkomma (Berndt & Wratten 2005) och öka de naturliga fiendernas parasitering av värdjur (Winkler et al. 2006; Nilsson et al. 2011).

Det finns dock en betydande risk med att inkludera alternativa födoresurser i en odling. De tillförda blomsterresurserna kan förutom att främja naturliga fiender även utnyttjas av skadegörare (Lavandero et al. 2006; Nilsson et al. 2011). För att undvika att fel insekter utnyttjar blomsterresurserna kan selektiva födoresurser som naturliga fiender kan utnyttja i högre grad än skadegörarna användas (Lavandero et al. 2006). Selektiva födoresurser kan identifieras med hjälp av vetenskapliga försök som undersöker blommande växters inverkan på de naturliga fienderna och dess bytes- och värdjur (Nilsson et al. 2011).

Studien visar att skyddande habitat kan användas för att främja naturliga fiender. Genom att inkludera skyddande habitat inuti ett fält kan den negativa effekten från återkommande störningar i odlingslandskapet dämpas (Lee et al. 2001; Halaj et al. 2000). Skyddande habitat fungerar som tillflyktsort för många naturliga fiender och är enligt Lee et al. (2001) viktiga för att åstadkomma en lyckad bevarande biologisk bekämpning i annars instabila odlingssystem. Med hjälp av skyddande habitat i form av upphöjda jordbäddar med tuvbildande gräsarter går det även att förbättra naturliga fienders möjligheter att övervintra inuti det odlade fältet (Thomas et al. 1991; Thomas et al. 1992). I dessa gräsbevuxna jordbäddar kan naturliga fiender tidigt under våren kolonisera den odlade grödan från fältets mittpunkt (Thomas et al. 1991). Även skyddande habitat i fältkanter kan bidra till en förbättrad tillgänglighet av skydd och födoresurser som är nödvändiga för polyfaga predatorer (Dennis et al. 2004).

Det finns en ekonomisk nackdel med att inkludera skyddande habitat inuti ett fält eftersom att en del av fältets produktionsyta tas ur bruk (Landis et al. 2000). För att bestämma om det är lönsamt att använda skyddande habitat inuti ett odlat fält kan metodens fördelar och kostnader jämföras (Griffiths et al. 2008).

Det finns många studier som visar på att bevarande biologisk bekämpning kan främja naturliga fiender. För att användningen av en metod inom bevarande biologisk bekämpning ska öka bland odlare tror jag att det även krävs fler studier som visar på att metoden leder till minskade skadeangrepp, ökad skörd eller förbättrad kvalitet på skörden. Sådana studier ger odlarna ett tydligare ekonomiskt incitament till att ta en sådan metod i bruk. För att fler odlare ska bli intresserade av att börja använda en viss metod av habitatmanipulering tror jag även att det krävs fler ekonomiska utvärderingar som sammanställer metodernas fördelar och kostnader. Resultatet från sådana sammanställningar gör det enklare för odlare att jämföra bevarande biologiska bekämpningsmetoder med konventionella bekämpningsmetoder.

5 Slutsatser

- Tillgång till alternativa födoresurser kan ha en positiv inverkan på naturliga fienders livslängd, fortplantning och parasitering av värdjur.
- En risk med att inkludera alternativa födoresurser är att de förutom att främja naturliga fiender även kan utnyttjas av skadegörare.
- För att förhindra att fel insekter utnyttjar de blommande växterna kan selektiva födoresurser användas.
- Skyddande habitat kan dämpa negativ inverkan från återkommande störningsmoment i en odling så som jordbearbetning och användning av kemiska bekämpningsmedel.
- Skyddande habitat kan skapa passande övervintringsplatser för naturliga fiender.
- Det finns en ekonomisk nackdel med att använda skyddande habitat inuti ett fält eftersom att den odlingsbara ytan reduceras.

Referenslista

- Baggen, L. R. & Gurr, G. M. (1998) Influence of food on *Copsidosoma koehleri* (Hymenoptera: Encyrtidae), and the use of flowering plants as a habitat management tool to enhance biological control of potato moth, *Phthorimaea operculella* (Lepidoptera: Gelechiidae). *Biological Control*. Vol. 11, ss. 9-17.
- Berndt, L. A. & Wratten S. D. (2005) Effects of alyssum flowers on the longevity, fecundity, and sex ratio of the leafroller parasitoid *Dolichogenidea tasmanica*. *Biological Control*. Vol 32, ss. 65-69.
- Burel, F. & Baudry J. (1995) Species biodiversity in changing agricultural landscapes: A case study in the Pays d'Auge, France. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. Vol. 55, ss. 193-200.
- Caltagirone, L. E. (1981). Landmark examples in classical biological control. *Annual Review of Entomology*. Vol. 26, ss. 213-232.
- Crump, N. S., Cother, E. J., Ash, G. J. (1999). Clarifying the Nomenclature in Microbial Weed Control. *Biocontrol Science and Technology*. Vol. 9, ss. 89-97.
- Dennis, P., Thomas, M. B., Sotherton, N. W. (1994) Structural features of field boundaries which influence the overwintering densities of beneficial arthropod predators. *Journal of Applied Ecology*. Vol. 31, ss. 361-370.
- Eilenberg, J., Hajek, A., Lomer, C. (2001). Suggestions for unifying the terminology in biological control. *BioControl*. Vol. 46, ss. 387-400.
- Griffiths, G. J. K., Holland, J. M., Bailey, A., Thomas, M. B. (2008) Efficacy and economics of shelter habitats for conservation biological control. *Biological Control*. Vol. 45, ss. 200-209.
- Halaj, J., Cady, A. B., Uetz, G. W. (2000) Modular habitat refugia enhance generalist predators and lower plant damage in soybeans. *Environmental Entomology*. Vol. 29, ss. 383-393.
- Kemikalieinspektionen (2014-02-26) *Biologiska bekämpningsmedel*.
<http://www.kemi.se/sv/Innehall/Bekampningsmedel/Biologiska-bekampningsmedel/> (2015-03-21)
- Landis, D. A., Wratten, S. D., Gurr, G. M. (2000) Habitat management to conserve natural enemies of arthropod pests in agriculture. *Annual Review of Entomology*. Vol. 45, ss. 175-201.
- Lavandero I, B., Wratten, S. D., Didham, R. K., Gurr, G. M. (2006) Increasing floral diversity for selective enhancement of biological control agents: A double-edged sword? *Basic and Applied Ecology*. Vol. 7, ss. 236-243.
- Lee, J. C., Menalled, F. D., Landis, D. A. (2001) Refuge habitats modify impact of insecticide disturbance on carabid beetle communities. *Journal of Applied Ecology*. Vol. 38, ss. 472-483.
- Letourneau, D. K. (1998) Conservation biology: Lessons for conserving natural enemies. I: Barbosa, P. *Conservation biological control*. San Diego: Academic Press. ss. 9-38.
- Nilsson, U., Rännbäck, L-M., Anderson, P., Erikson, A., Rämert, B. (2011) Comparison of nectar use and preference in the parasitoid *Trybliographa rapae* (Hymenoptera: Figitidae) and its host, the

cabbage root fly, *Delia radicum* (Diptera: Anthomyiidae). *Biocontrol Science and Technology*. Vol. 21, ss. 1117-1132.

Nilsson, U. & Ullvén, K. (2014) *Gynna nyttiga insekter med blommande växter*. Uppsala: Sveriges lantbruksuniversitet, Centrum för ekologisk produktion och konsumtion. [Broschyr]

Nilsson, U., Rämert, B., Rännbäck, L-M. (2014) Biologisk bekämpning. I: Nilsson, U., Sandskär, B., Kärnestam, E. *Växtskyddets grunder*. Alnarp: Sveriges lantbruksuniversitet, ss. 167-176.

Smith, H., Firbank, L.G., Macdonald, D. W. (1999) Uncropped edges of arable fields managed for biodiversity do not increase weed occurrence in adjacent crops. *Biological Conservation*. Vol. 89, ss. 107-111.

Taylor, R. M. & Pfannenstiel, R. S. (2009) How dietary plant nectar affects the survival, growth and fecundity of a cursorial spider *Cheiracanthium inclusum* (Araneae: Miturgidae). *Environmental Entomology*. Vol 38, ss. 1379-1386.

Thomas, M. B., Wratten S. D., Sotherton, N. W. (1991) Creation of 'island' habitats in farmland to manipulate populations of beneficial arthropods: predator densities and emigration. *Journal of Applied Ecology*. Vol. 28, ss. 906-917.

Thomas, M. B., Wratten S. D., Sotherton, N. W. (1992) Creation of 'island' habitats in farmland to manipulate populations of beneficial arthropods: predator densities and species composition. *Journal of Applied Ecology*. Vol. 29, ss. 524-531.

Thomas, S. (2000) Progress on Beetle Banks in UK arable farming. *Pesticide Outlook*. Vol 11, ss. 51-53.

Winkler, K., Wäckers, F. L., Bukovinszky-Kiss, G., van Lenteren, J. (2006). Sugar resources are vital for *Diadegma semiclausum* fecundity under field conditions. *Basic and Applied Ecology*. Vol. 7, ss. 133-140.

Wäckers, F. L. (2005) Suitability of (extra-)floral nectar, pollen and honeydew as insect food sources. I: Wäckers, F. L., van Rinj, P. C. J., Bruin, J. *Plant-provided food for carnivorous insects: protective mutualism and its applications*. Cambridge Cambridge University Press. ss. 17-74.