



Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

Fakulteten för naturresurser och
jordbruksvetenskap

Gynna nyttodjur med understödjande grödor?

Support beneficial spiders and insects with subsidiary crops?

Hanna Olsson

Självständigt arbete • 15 hp

Agronomprogrammet - mark/växt

Institutionen för ekologi

Uppsala 2019

Gynna nyttodjur med understödjande grödor?

Support beneficial spiders and insects with subsidiary crops?

Hanna Olsson

Handledare: Riccardo Bommarco, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för ekologi

Examinator: Mattias Jonsson, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för ekologi

Omfattning: 15 hp

Nivå och fördjupning: Grundnivå, G2E

Kurstitel: Självständigt arbete i biologi - kandidatarbete

Kursansvarig inst.: Institutionen för vatten och miljö

Kurskod: EX0689

Program/utbildning: Agronomprogrammet - mark/växt

Utgivningsort: Uppsala

Utgivningsår: 2019

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

Nyckelord: Diversifiering, reglerande ekosystemtjänster, understödjande gröda, stödgröda, mellangröda, nyttodjur, predator, jordlöpare, spindlar

Sveriges lantbruksuniversitet

Fakulteten för naturresurser och jordbruksvetenskap

Institutionen för ekologi

Sammanfattning

Diversitet i jordbrukslandskap ger goda förutsättningar för insekter och andra djur som utför ekosystemtjänster som pollinering och skadegörarkontroll. Att införa stödgrödor är ett sätt att öka diversiteten och bidra med resurser till nyttodjur under tidpunkter på året som kan vara kritiska för deras överlevnad. Genom att stötta nyttodjur kan man fortsatt dra nytta av de ekosystemtjänster som de skapar.

Denna uppsats är en litteraturstudie över hur understödjande grödor (stödgrödor) påverkar nyttodjur i jordbruket. Vegetation i fält ger skydd mot varierande väderförhållanden och rovdjur samt bidrar med födoresurser. Stödgrödor kan genom att skapa en bättre livsmiljö gynna främst spindlar som äter skadegörare, eventuellt även jordlöpare.

Fler studier behövs för att kunna dra slutsatser om vilka stödgrödor som gynnar nyttodjur, under vilka tidpunkter på året de bör odlas samt var i växtföljden. Stödgrödor har potential att stötta insekter och spindlar som utför reglerande ekosystemtjänster.

Nyckelord: diversifiering, reglerande ekosystemtjänster, understödjande gröda, stödgröda, mellangröda, nyttodjur, predator, jordlöpare, spindlar

Abstract

Biodiversity in agricultural landscapes provides a basis for insects and other animals which provide ecosystem services such as pollination and pest control. Introducing subsidiary crops is a way of increasing biodiversity and contribute resources to such beneficial animals during times of year which can be critical to their survival. Supporting beneficial animals makes it possible to continue to benefit from the ecosystem services that they provide.

This paper is a literature study of how subsidiary crops affect beneficial insects and spiders in agriculture. Within field vegetation provides food and shelter against varying weather conditions and predators. Subsidiary crops can by supplying a better habitat benefit mainly spiders that eat pests, possibly carabids as well.

More studies are needed to draw conclusions about which subsidiary crops that benefit insects and spiders, during which times of year they should be grown and where in the crop rotation scheme. Subsidiary crops have the potential to support beneficial insects and spiders that provide regulating ecosystem services.

Keywords: diversification, regulating ecosystem services, subsidiary crop, cover crop, beneficial animals, predator, carabid, spider

Innehållsförteckning

Tabellförteckning	4
Figurförteckning	5
Ordlista	6
1 Inledning	9
2 Syfte	11
3 Metod	12
4 Viktiga koncept	13
4.1 Understödjande grödor	13
4.2 Nyttodjuren i jordbruket	16
4.2.1 Rovdjur	16
4.2.2 Fröätare	16
4.2.3 Pollinatörer	17
4.3 Resurskontinuitet	17
5 Resultat	19
5.1 Rovdjur	19
5.2 Fröätare	22
5.3 Pollinatörer	23
6 Diskussion	24
6.1 Rovdjur	24
6.2 Fröätare	25
6.3 Pollinatörer	25
6.4 Förslag till vidare forskning	26
7 Slutsats	27
Referenser	28
Bilaga 1	32
Bilaga 2	33

Tabellförteckning

Tabell 1. Typ av stödgröda och påverkan på olika grupper av insekter	20
Tabell 2. Hur olika klasser av växter som används som stödgröda påverkar olika grupper av nyttodjur	22

Figurförteckning

Figur 1. Olika typer av stödgrödor och när de odlas.

15

Ordlista

Understödjande gröda

En gröda som odlas för att producera andra tjänster än avkastning.

Stödgröda

Understödjande gröda.

Mellangröda

Odlas mellan två huvudgrödor.

Gröngödslingsgröda

Etableras på hösten, överlever vintern och vänds ned i marken på våren, där den avger växtnäringsämnen som en vårsådd gröda sedan kan tillgodogöra sig.

Fånggröda

Tillväxer på hösten, då den tar upp kväve som annars hade riskerat att utlakas.

Täckgröda

Täcker marken, oftast på höst och vinter.

Bottengröda

Samodlas med huvudgrödan för att täcka marken och därmed konkurrera med ogräs.

Relägröda

Sås in i en huvudgröda på våren och tillåts växa vidare efter skörd av huvudgrödan. Kan nedbrukas följande vår alternativt övergå till att bli huvudgröda följande växtsäsong.

Nyttodjur

Insekt eller spindel som direkt eller indirekt gynnar en gröda. T.ex. pollinatörer vilka underlättar reproduktion eller rovdjur vilka begränsar populationer av grödans skadegörare

Pollinatör

Insekt som för pollen från en blommas ståndare till en pistill

Naturlig fiende

Fiender till skadegörare, det vill säga predatorer och parasitoider

Marklevande rovdjur

Insekt eller spindel som jagar och äter andra djur på marken

Predator

Insekt eller spindel som dödar och äter andra djur

Parasitoid

Insekt som lägger ägg i eller på ett skadedjur och vars larv livnär sig på skadedjuret

Resurskontinuitet

Kontinuerlig tillgång på de resurser som nyttodjur behöver för att de ska kunna överleva och reproducera.

Flaskhals

Resursbrist under en tidsperiod som leder till minskade populationer av nyttodjur.

Resursavbrott

Så stor resursbrist under en tidsperiod att vissa populationer av nyttodjur dör ut.

Komplext landskap

Heterogent. Innehåller olika typer av miljöer av varierande storlek.

Enkelt landskap

Homogent. Utgörs av ett enstaka eller fåtal typer av miljöer.

1 Inledning

Rationalisering av det svenska jordbruket har pågått sedan 1700-talets skiftesreformer (Fogelfors 2016). Idag sköts växtodlingen precist och med många väl underbyggda insatser för att optimera skördenivåer och resursanvändning. Vägen hit har följt samma principer om rationalisering, det vill säga specialisering och effektivisering för att få hög avkastning med så låga ekonomiska insatsmedel som möjligt. Avkastningen per hektar har därmed ökat under 1900-talet men på senare tid har den inte ökat i den takt som man räknat med (Elmquist & Arvidsson 2014). Man börjar tro att det man kallar ”intensifiering av jordbruket” inte kan utvecklas mer utan att det får negativ inverkan på ett flertal ekosystemtjänster (Dale and Polasky 2007), så som omsättning av näringsämnen, markstruktur, reglering av skadegörare och pollinering. Ekologisk intensifiering har föreslagits som en väg framåt (Bommarco, Kleijn and Potts 2013), det vill säga att effektivisera sättet vi använder resurser på för att få ut så stora fördelar som möjligt idag och samtidigt värna de system som genererar dessa resurser. För att hitta sådana strategier behövs kunskap om agroekosystem, alltså vilka växter, djur och andra organismer som finns i jordbruksmiljö samt hur de relaterar till varandra och till sin omgivning. En nyckel till de ekosystemtjänster som vi förlitar oss på är biodiversitet, det vill säga mångfald av levande organismer (Kremen and Miles 2012). En ökad biodiversitet i jordbrukslandskap betyder fler växter och djur som kan bidra med ekosystemtjänster (Tschamntke et al. 2005).

Det är ett uttalat mål från såväl den europeiska unionen som från Sveriges regering att öka biodiversiteten i jordbrukslandskapen (Miljödepartementet 2013). För att nå den svenska målsättningen med 30% ekologisk jordbruksareal till 2030 (Soläng 2017) måste en ökad andel av svensk åkermark förlita sig på biologisk och mekanisk bekämpning av ogräs och skadegörare.

Ett sätt att diversifiera jordbrukslandskap är att odla flera grödor (Kremen, Iles and Bacon 2012). Dessa kan antingen odlas för att ge avkastning (huvudgröda) eller för att stötta huvudgrödan (stödgröda).

2 Syfte

I denna uppsats ämnar jag göra en litteraturgenomgång och sammanfatta den kunskap som finns om hur stödgrödor, det vill säga grödor som direkt eller indirekt stöttar huvudgrödan, påverkar predatorer, parasitoider och pollinatörer och de reglerande ekosystemtjänster som de utför.

Jag tittar på stödgrödor som odlas i årliga odlingsystem i tempererat klimat samt som odlas i fält, inte i anslutning till fält eller i fältkanter.

Förväntan är att denna diversifieringsåtgärd kommer att ge en bättre livsmiljö och därmed bättre överlevnad samt större populationer av predatorer och parasitoider i fältet i följande gröda (Sunderland and Samu 2000). Dessutom väntar jag mig att se att större populationer av predatorer ger en ökad skadegörarkontroll i den huvudgröda som odlas samtidigt som eller efter stödgrödan. Vad gäller pollinatörer väntar jag mig att nektar- och pollentillskott från stödgröda i blom kan ge ökad överlevnad och därmed större populationer under följande växtsäsong i vissa landskapstyper (Alaux et al. 2017). Eventuellt kan detta leda till ökad pollinering i nästa huvudgröda och som en följd av det även till ökad skörd.

3 Metod

Denna uppsats är en litteraturstudie. Introduktionen baserar sig på artiklar som behandlar diversifiering i jordbrukslandskap. Olika källor har använts för att ta reda på information om stödgrödor.

Resultatdelen baserar sig på artiklar från databasen Web of Science. Se bilaga 1 för söktermer. Jag har valt ut artiklar som har gjort försök på minst 1) en stödgröda enligt min definition samt 2) ett nyttodjur enligt min definition. Se ordlista för definitioner.

Eftersom uppsatsen behandlar stödgrödor i annuella odlingssystem är det annuella stödgrödor som behandlas. Stöttande grödor som odlas utanför fältet, till exempel i kantzoner, har uteslutits. Mellangrödor, relägrödor samt bot-tengrödor är de typer av stödgrödor som ingår.

Jag har bara tittat på försök som gjorts i annuella jordbruksgrödor som odlas eller skulle kunna odlas i Sverige. Grönsaker, bär/frukt och tropiska grödor som bomull och ris har alltså uteslutits. Grönsaker och bär har högre marknadsvärde än jordbruksgrödor vilket gör att åtgärder kan vara ekonomiskt rättfärdigade för skadegörarkontroll i grönsaker och bär men inte i jordbruksgrödor. Frukt kommer ofta från perenna växter. Däremot ingår försök i soja-bönor och majs, vilka är grödor som kan odlas i Sverige.

Diverse artiklar om stödgrödor, främst det som på engelska kallas ”cover crop” och som jag har valt att benämna ”mellangröda”, ligger till grund för diskussion om mekanismerna bakom resultaten. Dessa artiklar inkluderar andra grödor än de som ryms inom resultatdelen och inkluderar landskapets komplexitet samt de många stöttande funktioner som stödgrödor kan ha på ett agroekosystem.

4 Viktiga koncept

4.1 Understödjande grödor

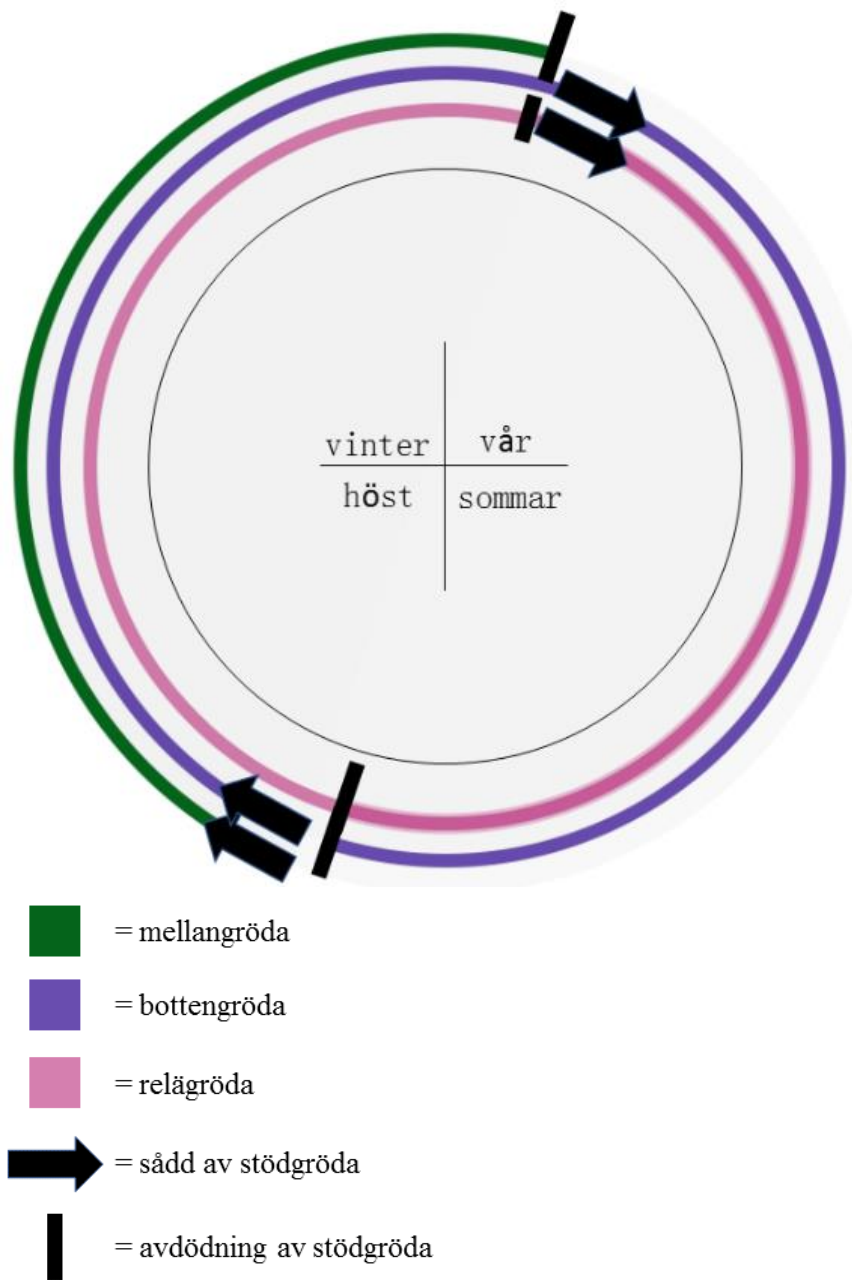
En understödjande gröda (stödgröda) är ”en gröda som man odlar för att producera andra tjänster än avkastning” (Göran Bergkvist, personlig kommunikation). Dessa tjänster är ekosystemtjänster som stöttar huvudgrödan.

Det finns en rad benämningar på stödgrödor. Det finns inga tydliga definitioner och begreppen går in i varandra. Därför blir det lätt komplicerat när man pratar om stödgrödor och deras funktioner, särskilt eftersom de har en mängd positiva funktioner (Blanco-Canqui et al. 2015). Det som är viktigt att komma ihåg är att begreppen beskriver vilken funktion som man ämnar stödja. En *fånggröda* odlas främst för att *fånga upp* lättlösligt kväve ur markprofilen under hösten (Jordbruksverket 2012). En och samma växt kan vara vilken som av de olika typerna av stödgröda. Det är dessutom mer regel än undantag att en och samma växt har flera stöttande syften samtidigt. Så är till exempel cerealier som sås på hösten och nedbrukas på våren innan vårsådd av huvudgröda 1) en mellangröda då den odlas mellan två huvudgrödor, 2) en täckgröda då den täcker marken över höst och vinter samt 3) en fånggröda då den har kapacitet att ta upp en hel del kväve. En baljväxt som odlas på samma sätt kan anses vara 1) en mellangröda, 2) en täckgröda samt 3) en grüngödslingsgröda, då den till skillnad från höstsäd bidrar med kväve till marken när den bryts ner på våren. Vanligt använda begrepp är:

- *Mellangröda*
Odlas mellan två huvudgrödor. Det kan vara en fång-, grüngödslings- eller täckgröda, eller ha ett annat huvudsakligt syfte.

- *Gröngödslingsgröda*
Etableras på hösten, överlever vintern och vänds ned i marken på våren, där den avger växtnäringsämnen som en vårsådd gröda sedan kan tillgodogöra sig. Kvävefixerande växter och vissa fånggrödor gör sig bra som gröngödslingsgrödor. Huvudsaklig funktion är att bidra med näringsämnen till vårsådd gröda.
- *Fånggröda*
Tillväxer på hösten, då den tar upp kväve som annars hade riskerat att utlakas. Den sås in i huvudgrödan eller så tidigt efter skörd av huvudgrödan som möjligt. Viktiga egenskaper är snabb etablering och djupt rotsystem. Huvudsaklig funktion är att hindra utlakning av näringsämnen.
- *Täckgröda*
Täcker marken. Det kan vara en fånggröda, gröngödslingsgröda eller en bottengröda. Viktiga funktioner är att konkurrera med ogräs om ljus samt att förhindra erosion och därmed förlust av fosfor på hösten.
- *Bottengröda*
Samodlas med huvudgrödan. Oftast sås den på våren, men den kan även sås tillsammans med höstsådd huvudgröda. Den kan tillåtas växa vidare efter skörd av huvudgrödan och gå över i att fungera som täck- eller relägröda. När den nedarbetas i marken efter skörd av huvudgrödan fungerar den som gröngödsling. Huvudsaklig funktion är att täcka marken under grödan för att på så sätt konkurrera med ogräs under växtsäsongen.
- *Relägröda*
Sås in i en huvudgröda och tillåts växa vidare efter skörd av huvudgrödan. Den har flera stöttande funktioner då den fungerar som botten-, täck-, och möjligtvis även som fånggröda. Den kan avdödas under följande vår eller övergå till att bli huvudgröda under följande växtsäsong.

Figur 1 är en grov skiss över när på året som sådd och avdödning av olika typer av stödgrödor sker. Mellangrödor sås på hösten och avdödas på våren innan vårsådd av huvudgröda. Bottengrödor kan sås på hösten eller följande vår, och avdödas på hösten. Relägrödor sås på våren och avdödas antingen följande vår eller följande höst. Övriga typer av stödgrödor hör hemma i någon av de tre grupperna i figur 1.



Figur 1. Olika typer av stödgrödor och när de odlas.

4.2 Nyttodjuret i jordbruket

4.2.1 Rovdjur

Predatorer definieras i den här uppsatsen som insekter och spindlar som dödar och äter andra insekter. Variationen av predatorer är stor och några viktiga grupper i jordbrukssammanhang är jordlöpare, nyckelpigor, nätvingar och blomflugor. Jordlöpare och nyckelpigor är predatorer både som larver och som vuxna medan nätvingar och blomflugor enbart är predatorer som larver. De flesta predatorer är generalister som kan ta ett flertal olika byten, men vissa är mer specialiserade i sitt bytesval (Van Driesche, Hoddle and Center 2008).

Parasitoider är insekter som har ett livsstadium där de använder en annan insekt som värd att parasitera på tills de har fullföljt sin livscykel. De lägger ägg i ett värddjur och när ägget kläcks äter larven upp värdjuret inifrån. Parasitoider är mer specialiserade vad gäller byte än predatorer eftersom de lever med sin värd under en längre tid (Van Driesche, Hoddle and Center 2008). Den viktigaste gruppen av parasitoider är parasitsteklar, men det finns även grupper av parasitflugor i Sverige.

Predatorer och parasitoider komplementerar varandra i tid och närvaro av båda typerna av naturliga fiender ger kompletterande effekt (Snyder and Ives 2003). Tidigt på säsongen är det ofta predatorer som har störst effekt på skadegörare i fält, medan parasitoider får större betydelse senare på säsongen i takt med att skadegörarna blir fler.

Skadegörare på jordbruksgrödor utgör ett hot för matsäkerheten i världen och för lantbrukares ekonomi (Kremen and Chaplin-Kramer 2007). De kan orsaka skördesänkningar längs hela produktionskedjan, från att fröet gro till att produkten når matbordet. Man har uppskattat att skadedjur orsakar skördeförluster på 37% årligen i USA, trots insekticidanvändning (Pimentel et al. 1992). Man vill naturligtvis försöka minska deras påverkan på skördeutbytet.

4.2.2 Fröätare

Ett flertal nyttodjur är omnivorer och har ogräsfröer som en del av sin diet under någon period av sitt liv (Van Driesche, Hoddle and Center 2008). Dessa marklevande nyttodjur kan ha en stor effekt på antalet ogräsfrön som lyckas gro. Dessutom kan ogräsfrö vara en viktig alternativ näringskälla för omnivora nyttodjur under perioder på året då det är brist på annan mat (Van Driesche, Hoddle and Center 2008).

4.2.3 Pollinatörer

Insektspollinering är nödvändig för att vissa växter ska kunna reproducera, för andra växter ger insektspollinering bättre skörd och kvalitet (Fogelfors 2016). I Sverige är raps och rybs de viktigaste jordbruksgrödorna grödorna som gynnas av insekters hjälp med pollineringen (Fogelfors 2016). Man har sett att pollinering av raps kan ge ökad skörd (Lindstrom et al. 2016).

Bin är den enskilt viktigaste gruppen av pollinatörer. I ett svenskt jordbruks-sammanhang är det vilda bin samt tambin som står för huvuddelen av insektspollineringen (Fogelfors 2016). Globalt är gruppen av pollinatörer spretig och inkluderar såväl andra insekter som fladdermöss och fåglar.

Fullgod pollinering som leder till ökad skörd innebär att mindre areal behöver brukas för att få samma skörd. I en värld där mark blir alltmer av en bristvara behöver man använda marken så effektivt som möjligt.

4.3 Resurskontinuitet

Man har sett nedgångar av pollinatörer (Potts et al. 2010, Bommarco et al. 2012) och andra insekter (Hallmann et al. 2017) i jordbrukslandskap under de senaste decennierna. Det beror på en grundläggande diskrepans i hur jordbruksåret ser ut och vad en insekt behöver under året. I jordbruket har man ett antal grödor som alla är annuella och följer ungefär samma livscykel med tillväxt under vår och sommar och skörd i juli/augusti. Den grundläggande principen är att det man odlar ska ha en synkroniserad utveckling och mogna samtidigt, vilket leder till stora toppar och dalar i hur mycket vegetation och blommor som finns i fälten över året. Från insekters perspektiv är det väldigt ojämn tillgång på livsmiljö och föda i sådana fält, och det kan skapa problem för dem (Schellhorn, Gagic and Bommarco 2015).

Som lantbrukare vill man ha nyttodjur i fält under de tidpunkter då skadeinsekter finns i fält och grödan är känslig för angrepp. För att det ska gå i uppfyllelse behöver nyttodjurens populationer vara stora över hela året och det betyder att de behöver tillgång till resurser under hela året (Landis, Wratten and Gurr 2000). Det brukar kallas för resurskontinuitet och är ett nyckelbegrepp som illustreras i figur 1. Tillgången på resurser varierar över året men när det finns *kontinuitet* kan nyttodjurens populationer hålla sig på en stabil nivå. En *flaskhals* är en kort period då det är stor brist på resurser. Sådana perioder leder till en minskning av populationer av nyttodjur (Bommarco 1999). Som exempel vet man att humlor kan bilda större populationer som en följd av massblomning av raps tidigt på växtsäsongen (Williams, Regetz and Kremen 2012), men denna positiva effekt kan motverkas av en följande flaskhals på sensommaren då inga resurser finns

och humlorna blir lidande. Man har sett att blommande rödklöver under denna period drar till sig väldigt många humlor (Rundlof et al. 2014) och troligen gör näringstillskottet att fler humledrottningar överlever vintern, åtminstone har man sett den effekten av näringstillskott på hösten på honungsbin (Alaux et al. 2017) När det blir ett längre *avbrott* i resurstillgången kan stora delar av populationerna av nyttodjur dö, vilket leder till betydligt färre insekter som kan reproducera och bidra med pollinering och skadegörarkontroll under följande växtsäsong.

Resurskontinuitet hör ihop med landskapets komplexitet. I enkla landskap finns färre arter av organismer generellt, som en följd av att nischerna är färre. Ett enkelt landskap är till exempel ett jordbrukslandskap med stora fält med årliga grödor utan ogräs, fältkanter eller närhet till skog eller andra typer av livsmiljöer. En ökad komplexitet i landskapet i form av flera mindre ytor som ser olika ut och ger olika livsmiljöer för insekter och spindlar samt ytor med perenna växter (Pywell 2006) ger ett landskap med en jämnare tillgång på resurser över året än ett enkelt landskap. På så sätt är det bättre resurskontinuitet i komplexa landskap, och på så sätt kan komplexa landskap upprätthålla populationer av insekter under perioder på året då fältmiljön inte har något att erbjuda.

En stödgröda kan överbygga avbrott i resurskontinuiteten. Eftersom det är störst risk för avbrott i resurskontinuiteten i enkla landskap så kan stödgrödor göra en betydande skillnad i denna typ av landskap.

Ett sätt att klassificera stödgrödor är efter den ekosystemtjänst som de i första hand bidrar med (se 1.2 Understödjande grödor). Ett annat sätt är att klassificera dem efter var i tid och rum som deras tjänster kommer in i systemet. Det är antingen A) på samma plats och vid samma tid som huvudgrödan, B) på samma plats med vid annan tidpunkt än huvudgrödan eller C) på annan plats än huvudgrödan.

5 Resultat

5.1 Rovdjur

Bottengrödor har generellt en positiv effekt på nyttodjur (Tabell 1), framför allt på spindeldjur och jordlöpare.

Mellangrödor (höst-vår) har en positiv effekt på antalet spindeldjur i följande gröda. De kan ha en positiv inverkan på jordlöpare, men effekten varierar.

Mellangrödor (vår-sommar) kan ha en viss positiv effekt på spindlar och jordlöpare.

Tabell 1. Typ av stödgröda och påverkan på olika grupper av insekter. En symbol anger en studie samt en familj av nyttodjur.

	Bottengröda¹ (sommar) (5 studier)	Mellangröda² (höst-vår) (6 studier)	Mellangröda³ (vår-sommar) (2 studier)
Spindeldjur⁴	++++++	++++00---	+
Jordlöpare	+++	++000	+0
Bitande predatörer (exkl. jordlöpare)⁶	0---	++0000000 0	
Sugande predatorer⁷	+++00---	000000000 0	
Parasitsteklar & -flugor⁸	+0--	00	0

¹ Arter: *Medicago sativa*, *Secale cereale*, *Trifolium ambiguum*, *Trifolium repens*

² Arter: *Avena sativa*, *Secale cereale*, *Trifolium pratense*

³ Arter: *Guazuma ulmifolia*, *Hordeum vulgare*, *Lolium multiflorum*, *Pisum sativum*, *Secale cereale*, *Triticum aestivum*, *Hordeum vulgare* + *Pisum sativum*, *Triticosecale* + *Vicia villosa*

⁴ Familjer: *Araneae*, *Lycosidae*, *Linyphiidae*, *Opiliones*

⁵ Familjer: *Carabidae*, *Chrysopidae*, *Coccinelidae*, *Formicidae*, *Gryllidae*, *Hemerobiidae*, *Miridae*, *Staphylinidae*

⁶ Familjer: *Chrysopidae*, *Coccinellidae*, *Formicidae*, *Gryllidae*, *Hemerobiidae*, *Miridae*, *Staphylinidae*

⁷ Familjer: *Anthocorridae*, *Geocoridae*, *Nabidae*, *Pentatomidae*, *Reduviidae*, *Syrphidae*

⁸ Parasiterande *Hymenoptera*, *Tachinidae*

Resultaten i nedan baserar sig på nio försök. För sammanfattning av försöken se bilaga 2. De flesta studierna undersöker inte bara stödgröda och nyttodjur, utan även med andra faktorer som kan ha avgörande effekt för resultatet. Ett exempel på det är tidpunkt för nedbrukning av en mellangröda, där man sett att senare nedbrukning ger fler nyttodjur. Det verkar inte som att några studier alls har undersökt årliga stödgrödors inverkan på pollinatörer.

Sex studier har undersökt hur mellangrödor och bottengrödor påverkar både nyttodjur och skadegörare. Skadegörarna var kålfluga i raps (Dixon et al. 2004), sojabladlus (Koch et al. 2015, Schmidt, O'Neal and Singer 2007), skadeinsekter generellt i bladverket i sojaböna (Leslie et al. 2017, Hooks et al. 2011) samt *Diabrotica virgifera* vilket är en skadegörare på majsrotter (Lundgren and Fergen 2010). Bottengrödorna hade starkare nedtryckande effekt på skadegörare än mellangrödorna.

I raps hade vitklöver som bottengröda en nedtryckande effekt på antal kållarver, men inte på vare sig antal puppor eller skadenivå på rötterna (Dixon et al. 2004).

Två studier har undersökt effekt på sojabladlus av bottengröda i sojaböna. I ett försök användes råg som vintermellangröda vilken sedan övergick i att fungera som bottengröda. Man såg cirka en femtedel så många bladlöss i sojaböna med råg än utan (Koch et al. 2015). I ett annat försök användes blåusern som bottengröda i sojaböna. Där hade man ungefär en tredjedel så många sojabladlöss i försöksrutorna med bottengröda, samt 45% fler predatorer (Schmidt et al. 2007).

Två studier har haft en mellangröda innan sojaböna och inventerat sojabladlöss. Italienskt rajgräs gav ingen effekt på cystnematoder eller på de fem vanligaste skadegörarna i bladverket, men det fanns fler spindlar i försöksrutorna som hade haft mellangröda (Hooks et al. 2011). En annan studie använde tre mellangrödor: korn, ärt samt korn + ärt. De såg ingen tydlig effekt av mellangröda på sojabladlöss eller på skördenivå (Leslie et al. 2017).

Indianelm (ett gräs) som vintermellangröda i majs gav signifikant mindre skada på majsrotter. *Diabrotica virgifera* var lika många i behandlingarna i början av säsongen men betydligt färre när skadegöraren pupperade. Författarna spekulerar att effekten på skadegöraren berodde på att mellangrödebehandlingen gav fler predatorer och på att vegetationen gav ett mikroklimat som var gynnsamt för skadegöraren (Lundgren and Fergen 2010).

Man antar att fler nyttodjur ger bättre skadegörarkontroll men för att vara säker på det sambandet så behövs försök där man mäter förekomst av såväl nytto- som skadedjur. Ett annat sätt att se om nyttodjurens äter skadegörare förutom att räkna antal i fält är att fånga in nyttodjurens och analysera deras maginnehåll. Baserat på en sådan maginnehållsanalys har man kommit fram till att införande av mellangrödor kan leda till att fler skadegörare äts av predatorer (Lundgren and Fergen 2011). Å andra sidan är det inte självklart att en högre predering ger minskade populationer av skadegörare (Hooks et al. 2011).

Vilken effekt man får av en viss behandling beror av flera faktorer. Man har sett bättre effekter i stödgrödor med bättre struktur, samt i efterföljande huvudgrödor med bättre struktur. Klöver och baljväxter som stödgrödor har gett bättre resultat än cerealier, och sojaböna som efterföljande gröda har gett bättre resultat än cerealier och majs (Dunbar, Gassmann and O'Neal 2017, Hooks et al. 2011). Se tabell 2.

Tabell 2. Hur olika klasser av växter som används som stödgröda påverkar olika grupper av nyttodjur. En symbol anger en studie samt en familj av nyttodjur.

	Cerealier ¹	Övriga gräs ²	Klöver ³	Baljväxt ⁴	Baljväxt + gräs ⁵
Spindeldjur⁶	+ + -	++	+++	++++ -	+ + -
Jordlöpare	+ + 0 0	0	+++	+ 0	+
Bitande predatorer (exkl. jordlöpare)⁸	+ + 0 0 0 --	0 0 0 0 0 0		0 -	
Sugande predatorer⁹	+ + + + 0 0 0 0 0 -- -	0 0 0 0	0	+ + + 0 0 0 0	+ +
Parasitsteklar & -flugor¹⁰	0 - -		0	+ 0	

¹ Arter: *Avena sativa*, *Hordeum vulgare*, *Secale cereale*, *Triticum aestivum*

² Arter: *Guazuma ulmifolia*, *Lolium multiflorum*

³ Arter: *Trifolium ambiguum*, *Trifolium pratense*, *Trifolium repens*

⁴ Arter: *Medicago sativa*, *Pisum sativum*

⁵ Arter: *Hordeum vulgare*, *Pisum sativum*, *Triticosecale*, *Vicia villosa*

⁶ Familjer: *Araneae*, *Lycosidae*, *Linyphiidae*, *Opiliones*

⁷ Familjer: *Carabidae*, *Chrysopidae*, *Coccinellidae*, *Formicidae*, *Gryllidae*, *Hemerobiidae*, *Miridae*, *Staphylinidae*

⁸ Familjer: *Chrysopidae*, *Coccinellidae*, *Formicidae*, *Gryllidae*, *Hemerobiidae*, *Miridae*, *Staphylinidae*

⁹ Familjer: *Anthocorridae*, *Geocoridae*, *Nabidae*, *Pentatomidae*, *Reduviidae*, *Syrphidae*

¹⁰ Parasiterande *Hymenoptera*, *Tachinidae*

Ju längre tid som en mellangröda tillåts växa på våren desto större blir effekten på rovdjur. Oftast är effekten positiv men man har också sett att den kan bli negativ (Koch et al. 2015). En negativ effekt skulle kunna bero på att stora mängder växtester kan hindra spindlars och jordlöparens rörlighet, vilket gör dem mindre aktiva och därmed fastnar en lägre andel av dessa marklevande rovdjur i fallfällor.

Jordbearbetning påverkar också de effekter som man kan få av en stödgröda, där mindre jordbearbetning ger mer positiva resultat på antal marklevande rovdjur i fält (Tamburini et al. 2016). Man kan få fler jordlöpare (*Harpalus*) med hjälp av en mellangröda, men om man samtidigt tillämpar direktsådd så ger mellangrödan en betydligt större effekt (Davis et al. 2009).

Flera försök har utförts i mer än ett år och resultaten kan variera betydligt mellan försöksåren. Hooks et al. 2011 visar marginellt men konstant högre densitet av spindlar där sojaböna har såtts in i en bottengröda av italienskt rajgräs. Det framgår tydligt att antalet spindlar fluktuerar mellan försöksår, även om samma trend är gällande bägge år. Även Lundgren & Fergen 2010 erbjuder exempel på hur olika försöksår kan skilja sig från varandra. Hooks et al 2011 såg en betydligt starkare positiv effekt på antal predatorer år 2008 än år 2007, särskilt under den andra halvan av sommaren. Man har mätt antal predatorer i majs som odlats efter en vinter med indianelm (ett gräs) som mellangröda respektive utan marktäcke. År 2007 gav mellangrödan som minst +30 % och som mest +310 % antal predatorer medan den år 2008 gav som minst -50 % och som mest +900 % predatorer.

Olika metoder för att inventera antal nyttodjur ger olika resultat. Koch et al. 2011 och Schmidt et al. 2007 har inspekterat sojabönsplantor och räknat nyttodjur som man hittat på plantorna. Med denna metod får man inte med marklevande rovdjur eller de nyttodjur som befinner sig på rågplantorna, det är alltså ett mått på vilka predatorer som finns på sojabönan snarare än i fältet.

Koch et al. 2011 fick färre nyttodjur med råg som bottengröda i sojaböna än utan. Schmidt et al. 2007 hittade fler nyttodjur på sojabönsplantor med blåusern som bottengröda.

5.2 Fröätare

När man haft havre+ärt på sommaren och råg+luddvicker på sensommar-höst (Ward et al. 2011, Shearin, Reberg-Horton and Gallandt 2008) och samplat nyttodjur från juni till september har man sett att jordlöpare verkar föredra försöksrutor med vegetation. I ett fall fick man tre gånger fler jordlöpare (*H. rufipes*) än försöksrutor utan vegetation (Shearin et al. 2008). I samma försök

släppte man ut märkta jordlöpare (*H. rufipes*) i de två behandlingarna varpå man fångade in dem igen. 18% av jordlöpare som släpptes i mellangrödan återfanns i samma behandling medan 8% av jordlöpare som släpptes i kontrollen återfanns i samma behandling. 5% av jordlöpare som släpptes i mellangrödan återfanns i kontrollen medan 13% av jordlöpare som släpptes i kontrollen återfanns i mellangrödan. Det var alltså vanligare att jordlöparna förflyttade sig från försöksrutor med bar mark till försöksrutor med mellangröda, vilket tyder på att de föredrar områden med vegetation (Shearin et al. 2008).

I ett annat försök var det stor skillnad i aktivitet-densitet mellan de två försöksåren vilket gjorde att resultaten blev otydliga. Författarna spekulerar i att miljömässiga faktorer (ena året var blött, det andra torrt) har spelat en stor roll i aktivitet-densitet (Ward et al. 2011).

Förutom att ge fler jordlöpare i fält verkar vegetationstäcke även leda till högre predering av ogräsfrön (Blubaugh et al. 2016). När man odlar rödklöver över sommaren och jämfört predering av svinmållefrön med försöksrutor utan vegetation fann man 75% fler jordlöpare som testade positivt för svinmållefrön i rödklövern. Dessutom fann man att *Poecilus chalcites* (en art av jordlöpare) var nästan dubbelt så vanliga i försöksrutor med rödklöver än på bar mark. De övriga två arterna av jordlöpare som undersöktes svarade inte på vegetationstäcke (Blubaugh et al. 2016).

5.3 Pollinatörer

Jag hittade inga försök på hur stödgrödor påverkar pollinatörer. Troligen beror det på att pollinering inte togs med i söktermerna. Jag hittade försök på blomresurser och pollinatörer, men då har dessa blommor kommit antingen från blommande fältkanter, ogräs eller en gröda som man planerar att skörda.

6 Diskussion

6.1 Rovdjur

Stödgrödor kan gynna predatorer, framför allt spindeldjur. Bottengrödor ger generellt ökade populationer av marklevande rovdjur samt minskade populationer av skadedjur, medan de studier som har gjorts på mellangrödor ger mer variabla resultat (Schipanski et al. 2014). Aktivitet-densitet av insekter och spindlar har mätts i huvudgrödan, för bottengrödor innebär det att mätningarna har gjorts i bottengrödan och för mellangrödor har mätningarna gjorts efter att mellangrödan tagits bort. Man kan vänta sig att mätningar i en levande bottengröda visar på fler nyttodjur än mätningar i en huvudgröda en månad eller två efter att den stödgrödan har tagits bort.

Vilken växtart som används som stödgröda har betydelse för hur stark effekt de ger på rovdjur. Växter med mer komplex struktur, det vill säga mer komplex form på bladverket, gynnar nyttodjur mer än växter med mindre struktur (Langellotto and Denno 2004, Schmidt and Rypstra 2010). Som exempel gynnar klöver och baljväxter nyttodjur mer än cerealier (Tabell 2). Även huvudgrödans struktur har betydelse för nyttodjurens, åtminstone i de fall då stödgrödan inte finns kvar i huvudgrödan. Man har sett att sojabönor som huvudgröda efter mellangröda gynnar nyttodjur mer än majs som huvudgröda (Dunbar et al. 2017, Hooks et al. 2011). Ju bättre struktur på vegetationen desto mer skyddar den nyttodjur från väder och vind och från att bli sedd och uppäten av andra predatorer (Landis et al. 2000). Vegetation på markytan kan även utgöras av döda växtrester som inte nedbrukats, vilket gör jordbearbetning till en viktig faktor vad gäller livsmiljö för naturliga fiender (Rivers, Mullen and Barbercheck 2018).

Samtliga försök hade reducerad jordbearbetning, vilket i sig påverkar nyttodjur positivt (Tamburini et al. 2016). Eller snarare är det så att plöjning kan

påverka nyttodjur negativt eftersom det är en stor störning i deras livsmiljö. I system med full jordbearbetning kanske man inte får samma resultat.

I vissa försök har kemisk bekämpning använts fram till försökets början, vilket kan ha snedvridit resultaten. Nyttodjur missgynnas av kemisk bekämpning av skadegörare. Dels för att de liknar skadegörarna och därför påverkas direkt av dessa kemiska substanser. Men nyttodjur kan till och med missgynnas mer än skadegörare. Nyttodjur är färre till antalet än skadedjur vilket gör att det tar längre tid för deras populationer att komma igen efter en besprutning. Skadedjur är dessutom mer rörliga vilket gör att de snabbare kommer tillbaka till ett fält efter en besprutning än deras predatorer (Kremen and Chaplin-Kramer 2007).

6.2 Fröätare

Resultaten visar att fröätande jordlöpare är fler och konsumerar fler ogräsfröer i fält med vegetation.

Ogräs släpper generellt fröer på sommaren eller tidig höst. Insekter som äter ogräsfrön kan bara nå de fröer som ligger på markytan, vilket gör att prederingen måste ske relativt snart efter att ogräsen släppt sina fröer. Därför mäter man predering av ogräsfröer på sommaren och hösten. I de försök som gjorts har sommargrödan odlats ensamt och eftersom inga stödgrödor odlas utan en huvudgröda över sommaren visar resultaten mer hur *vegetation* påverkar konsumtion av ogräsfröer än effekten av *stödgrödor*.

I två av försöken har havre+ärt odlats på sommaren, varpå råg+luddvicker sätts på hösten som mellangröda. Den senare kan räknas som stödgröda men resultaten från studierna är inte sådana att man kan avgöra vilken effekt just mellangrödan har på fröätare.

6.3 Pollinatörer

Mellangrödor som sås på hösten och dödas på våren kommer troligen inte att hinna gå i blom innan sådd av vårsådd gröda. Däremot kan stödgrödor som sås in i huvudgrödan gå i blom, till exempel vitklöver som sås in i stråsäd och fungerar som bottengröda under säsongen. Såväl vit- som rödklöver kan användas som bottengröda under säsongen i stråsäd, och de kan tillåtas växa vidare och blomma vidare efter skörd av huvudgrödan. Då bidrar de med blomresurser till pollinatörer och andra nyttodjur samt med habitat för naturliga fiender (Rundlof et al. 2014). I de försök som gjorts på blommande bottengrödor har man dock låtit bottengrödan övergå i huvudgröda, vilken man skördat. Det är förståeligt att man gör så, dels eftersom man vet att en fullgod pollinering kan öka skördenivåer och man vill mäta den effekten men också

för att det inte finns särskilt mycket att vinna på att ta bort grödan efter blomning men innan skörd. Men denna typ av bottengröda definieras då som en samodlingsgröda, inte en stödgröda, och hamnar därmed utanför ramarna för denna uppsats.

I ett fåtal försök har man undersökt hur blomresurser från höstraps (Ellis and Barbercheck 2015, Thom et al. 2018) och andra höstsådda oljeväxter (Thom et al. 2018) påverkar pollinatörer, dock som huvudgrödor och inte som stödgrödor. Resultaten visar att raps kan vara en viktig källa för främst pollen (Thom et al. 2018) för pollinatörer. Det tyder på att om man kan använda raps eller andra oljeväxter som stödgrödor vore det bra för pollinatörer. Ett problem är att de blommar relativt sent på säsongen, vilket gör det svårt för en huvudgröda som sås efter oljeväxten att hinna mogna under samma växtsäsong (Ellis and Barbercheck 2015). Ett annat problem är växtföljdssjukdomar som klumprotsjuka (Jordbruksverket 2018).

6.4 Förslag till vidare forskning

Jordbearbetning samt tidpunkt och metod för avdödning av en stödgröda har stor effekt på de resultat som uppnås. Dessa delar behöver finnas med i framtida studier av stödgrödor och deras effekter på nytto- och skadedjur. Då det har visat sig att skadedjur inte nödvändigtvis svarar på förväntat sätt av förändringar i predatorers populationer behöver fler studier göras som undersöker båda delarna. Vad gäller frätare och pollinatörer är underlaget svagt, åtminstone om man håller sig till den definition av stödgröda som jag har gjort. Därför vill jag förtydliga att denna definition inte täcker alla växter som kan stötta nyttodjur. Jag vill också efterfråga bättre och tydligare definitioner av olika typer av stödgrödor för att öka förståelsen för deras många funktioner och därmed underlätta deras implementering.

Dessutom behövs det mera underlag för att veta hur en stödgröda påverkar nyttodjur i svenska odlingssystem med de grödor och växtföljder som är typiska för dessa system. Studierna behöver undersöka grödor som kan förväntas ge goda effekter på agroekosystemet samt på ett sätt som tar hänsyn till hur växtodlingsåret ser ut.

7 Slutsats

Användning av stödgrödor i jordbrukssystem är ännu i sin linda. Forskningen har inte gett tillräckligt med underlag för att kunna dra säkra slutsatser om effekter på nyttodjur. Vegetation snarare än bar mark i fält gynnar generellt nyttodjur, men för att uppnå tillräckligt starka positiva effekter behövs anpassning till den enskilda växtföljden, ogräsfloran och miljöbetingelserna i valet av art av stödgröda samt när den odlas. Det är i alla fall tydligt att stödgrödor har potential att överbrygga resursavbrott och stötta nyttodjur som utför ekosystemtjänster.

Referenser

- Alaux, C., F. Allier, A. Decourtye, J.-F. Odoux, T. Tamic, M. Chabirand, E. Delestra, F. Decugis, Y. Le Conte & M. Henry (2017) A 'Landscape physiology' approach for assessing bee health highlights the benefits of floral landscape enrichment and semi-natural habitats. *Scientific Reports*, 7.
- Blanco-Canqui, H., T. M. Shaver, J. L. Lindquist, C. A. Shapiro, R. W. Elmore, C. A. Francis & G. W. Hergert (2015) Cover Crops and Ecosystem Services: Insights from Studies in Temperate Soils. *Agronomy Journal*, 107, 2449-2474.
- Bergkvist, Göran. Forskare FLK vid Institutionen för växtproduktionsekologi, SLU. Samtal, september 2018.
- Blubaugh, C. K., J. R. Hagler, S. A. Machtley & I. Kaplan (2016) Cover crops increase foraging activity of omnivorous predators in seed patches and facilitate weed biological control. *Agriculture Ecosystems & Environment*, 231, 264-270.
- Bommarco, R. (1999) Feeding, reproduction and community impact of a predatory carabid in two agricultural habitats. *Oikos*, 87, 89-96.
- Bommarco, R., D. Kleijn & S. G. Potts (2013) Ecological intensification: harnessing ecosystem services for food security. *Trends in Ecology & Evolution*, 28, 230-238.
- Bommarco, R., O. Lundin, H. G. Smith & M. Rundlof (2012) Drastic historic shifts in bumble-bee community composition in Sweden. *Proceedings of the Royal Society B-Biological Sciences*, 279, 309-315.
- Dale, V. H. & S. Polasky (2007) Measures of the effects of agricultural practices on ecosystem services. *Ecological Economics*, 64, 286-296.
- Davis, H. N., R. S. Currie, B. W. French & L. L. Buschman (2009) Impact of Land Management Practices on Carabids (Coleoptera: Carabidae) and Other Arthropods on the Western High Plains of North America. *Southwestern Entomologist*, 34, 43-59.
- Dixon, P. L., J. R. Coady, D. J. Larson & D. Spaner (2004) Undersowing rutabaga with white clover: impact on *Delia radicum* (Diptera : Anthomyiidae) and its natural enemies. *Canadian Entomologist*, 136, 427-442.

- Dunbar, M. W., A. J. Gassmann & M. E. O'Neal (2017) Limited Impact of a Fall-Seeded, Spring-Terminated Rye Cover Crop on Beneficial Arthropods. *Environmental Entomology*, 46, 284-290.
- Duyck, P.-F., A. Lavigne, F. Vinatier, R. Achard, J. N. Okolle & P. Tixier (2011) Addition of a new resource in agroecosystems: Do cover crops alter the trophic positions of generalist predators? *Basic and Applied Ecology*, 12, 47-55.
- Ellis, K. E. & M. E. Barbercheck (2015) Management of Overwintering Cover Crops Influences Floral Resources and Visitation by Native Bees. *Environmental Entomology*, 44, 999-1010.
- Elmquist, H. och Arvidsson, J. (2014). *Höstvete mot nya höjder*. (Rapporter från jordbearbetningen 2014:129). Stockholm: Odling i balans. <https://www.slu.se/globalassets/ew/org/inst/mom/mark-och-miljo/mark-och-miljo/jbhy/rapport-129.pdf> [2018-12-16]
- Fogelfors, H. (2016). *Vår mat*. Lund: Författarna och Studentlitteratur.
- Hallmann, C. A., M. Sorg, E. Jongejans, H. Siepel, N. Hofland, H. Schwan, W. Stenmans, A. Mueller, H. Sumser, T. Hoerren, D. Goulson & H. de Kroon (2017) More than 75 percent decline over 27 years in total flying insect biomass in protected areas. *Plos One*, 12.
- Hooks, C. R. R., K.-H. Wang, S. L. F. Meyer, M. Lekveishvili, J. Hinds, E. Zobel, A. Rosario-Lebron & M. Lee-Bullock (2011) Impact of No-till Cover Cropping of Italian Ryegrass on Above and Below Ground Faunal Communities Inhabiting a Soybean Field with Emphasis on Soybean Cyst Nematodes. *Journal of Nematology*, 43, 172-181.
- Jordbruksverket (2018). *Skadegörare i odling av raps och rybs*. Tillgänglig: <https://www.jordbruksverket.se/amnesomraden/odling/jordbruksgror/rapsochrybs/skadegorare.4.4d699a812c3c7b925d80001358.html> [2019-01-06]
- Koch, R. L., Z. Sezen, P. M. Porter, D. W. Ragsdale, K. A. G. Wyckhuys & G. E. Heimpel (2015) On-farm evaluation of a fall-seeded rye cover crop for suppression of soybean aphid (Hemiptera: Aphididae) on soybean. *Agricultural and Forest Entomology*, 17, 239-246.
- Kremen, C. & R. Chaplin-Kramer (2007) Insects as providers of ecosystem services: crop pollination and pest control. *Insect conservation biology*, 349-382.
- Kremen, C., A. Iles & C. Bacon (2012) Diversified Farming Systems: An Agroecological, Systems-based Alternative to Modern Industrial Agriculture. *Ecology and Society*, 17.
- Kremen, C. & A. Miles (2012) Ecosystem Services in Biologically Diversified versus Conventional Farming Systems: Benefits, Externalities, and Trade-Offs. *Ecology and Society*, 17.
- Landis, D. A., S. D. Wratten & G. M. Gurr (2000) Habitat management to conserve natural enemies of arthropod pests in agriculture. *Annual Review of Entomology*, 45, 175-201.
- Langellotto, G. A. & R. F. Denno (2004) Responses of invertebrate natural enemies to complex-structured habitats: a meta-analytical synthesis. *Oecologia*, 139, 1-10.

- Leslie, A. W., K.-H. Wang, S. L. F. Meyer, S. Marahatta & C. R. R. Hooks (2017) Influence of cover crops on arthropods, free-living nematodes, and yield in a succeeding no-till soybean crop. *Applied Soil Ecology*, 117, 21-31.
- Lindstrom, S. A. M., L. Herbertsson, M. Rundlof, H. G. Smith & R. Bommarcol (2016) Large-scale pollination experiment demonstrates the importance of insect pollination in winter oilseed rape. *Oecologia*, 180, 759-769.
- Lundgren, J. G. & J. K. Fergen (2010) The Effects of a Winter Cover Crop on *Diabrotica virgifera* (Coleoptera: Chrysomelidae) Populations and Beneficial Arthropod Communities in No-Till Maize. *Environmental Entomology*, 39, 1816-1828.
- (2011) Enhancing predation of a subterranean insect pest: A conservation benefit of winter vegetation in agroecosystems. *Applied Soil Ecology*, 51, 9-16.
- Miljödepartementet (2013). *En svensk strategi för biologisk mångfald och ekosystemtjänster* (Regeringens proposition 2013/14:141). Stockholm: Regeringskansliet.
- Pimentel, D., H. Acquay, M. Biltonen, P. Rice, M. Silva, J. Nelson, V. Lipner, S. Giordano, A. Horowitz & M. Damore (1992) ENVIRONMENTAL AND ECONOMIC COSTS OF PESTICIDE USE. *Bioscience*, 42, 750-760.
- Potts, S. G., J. C. Biesmeijer, C. Kremen, P. Neumann, O. Schweiger & W. E. Kunin (2010) Global pollinator declines: trends, impacts and drivers. *Trends in Ecology & Evolution*, 25, 345-353.
- Rivers, A. N., C. A. Mullen & M. E. Barbercheck (2018) Cover Crop Species and Management Influence Predatory Arthropods and Predation in an Organically Managed, Reduced-Tillage Cropping System. *Environmental Entomology*, 47, 340-355.
- Rundlof, M., A. S. Persson, H. G. Smith & R. Bommarco (2014) Late-season mass-flowering red clover increases bumble bee queen and male densities. *Biological Conservation*, 172, 138-145.
- Schellhorn, N. A., V. Gagic & R. Bommarco (2015) Time will tell: resource continuity bolsters ecosystem services. *Trends in Ecology & Evolution*, 30, 524-530.
- Schipanski, M. E., R. G. Smith, T. L. P. Gareau, R. Jabbour, D. B. Lewis, M. E. Barbercheck, D. A. Mortensen & J. P. Kaye (2014) Multivariate relationships influencing crop yields during the transition to organic management. *Agriculture Ecosystems & Environment*, 189, 119-126.
- Schmidt, J. M. & A. L. Rypstra (2010) Opportunistic predator prefers habitat complexity that exposes prey while reducing cannibalism and intraguild encounters. *Oecologia*, 164, 899-910.
- Schmidt, N. P., M. E. O'Neal & J. W. Singer (2007) Alfalfa living mulch advances biological control of soybean aphid. *Environmental Entomology*, 36, 416-424.
- Shearin, A. F., S. C. Reberg-Horton & E. R. Gallandt (2008) Cover crop effects on the activity-density of the weed seed predator *Harpalus rufipes* (Coleoptera : Carabidae). *Weed Science*, 56, 442-450.

- Snyder, W. E. & A. R. Ives (2003) Interactions between specialist and generalist natural enemies: Parasitoids, predators, and pea aphid biocontrol. *Ecology*, 84, 91-107.
- Soläng, M. (2017). *Satsning på ekologiska livsmedel*. <https://www.regeringen.se/pressmeddelanden/2017/06/satsning-pa-ekologiska-livsmedel/> [2018-12-16]
- Sunderland, K. & F. Samu (2000) Effects of agricultural diversification on the abundance, distribution, and pest control potential of spiders: a review. *Entomologia Experimentalis Et Applicata*, 95, 1-13.
- Tamburini, G., S. De Simone, M. Sigura, F. Boscutti & L. Marini (2016) Conservation tillage mitigates the negative effect of landscape simplification on biological control. *Journal of Applied Ecology*, 53, 233-241.
- Thom, M. D., C. A. Eberle, F. Forcella, R. Gesch & S. Weyers (2018) Specialty oilseed crops provide an abundant source of pollen for pollinators and beneficial insects. *Journal of Applied Entomology*, 142, 211-222.
- Tscharntke, T., A. M. Klein, A. Kruess, I. Steffan-Dewenter & C. Thies (2005) Landscape perspectives on agricultural intensification and biodiversity - ecosystem service management. *Ecology Letters*, 8, 857-874.
- Van Driesche, R., Hoddle, M and Center, T. (2008). *Control of pests and weeds by natural enemies: an introduction to biological control*. 1 uppl. Blackwell publishing.
- Ward, M. J., M. R. Ryan, W. S. Curran, M. E. Barbercheck & D. A. Mortensen (2011) Cover Crops and Disturbance Influence Activity-Density of Weed Seed Predators *Amara aenea* and *Harpalus pensylvanicus* (Coleoptera: Carabidae). *Weed Science*, 59, 76-81.
- Williams, N. M., J. Regetz & C. Kremen (2012) Landscape-scale resources promote colony growth but not reproductive performance of bumble bees. *Ecology*, 93, 1049-1058.

Bilaga 1

Söktermer i Web of Science

"beneficial arthropod*" OR "natural enem*" OR insect* OR spider* OR carabid*

And "subsidiary crop*" OR "catch crop*" OR "relay crop*" OR "cover crop*" OR "service crop*" OR "companion crop*" OR intercrop*

Not orchard* OR vineyard* OR horticulture* OR vegetable OR "flower strip*" OR "beetle bank*" OR "field edge" OR "field boundar*"

And "triticum aestivum" OR "avena sativa" OR "secale cereale" OR "triticosecale" OR "triticum secale" OR "triticale" OR "hordeum vulgare" OR "glycine max" OR "zea mays" OR "brassica napus" OR "pisum sativum" OR "vicia faba" OR "trifolium"

And "pest control" OR biocontrol

545 resultat

Bilaga 2

Sammanfattning av resultat – rovdjur

Författare	Titel
Davis et al. 2009	Impact of Land Management Practices on Carabids (Coleoptera: Carabidae) and Other Arthropods on the Western High Plains of North America
Dixon et al. 2004	Undersowing rutabaga with white clover: impact on <i>Delia radicum</i> (Diptera: Anthomyiidae) and its natural enemies
Dunbar et al. 2017	Limited Impact of a Fall-Seeded, Spring-Terminated Rye Cover Crop on Beneficial Arthropods
Hooks et al. 2011	Impact of No-till Cover Cropping of Italian Ryegrass on Above and Below Ground Faunal Communities Inhabiting a Soybean Field with Emphasis on Soybean Cyst Nematodes
Koch et al. 2015	On-farm evaluation of a fall-seeded rye cover crop for suppression of soybean aphid (Hemiptera: Aphididae) on soybean
Leslie et al. 2017	Influence of cover crops on arthropods, free-living nematodes, and yield in a succeeding no-till soybean crop
Lundgren & Fergen 2010	The Effects of a Winter Cover Crop on <i>Diabrotica virgifera</i> (Coleoptera: Chrysomelidae) Populations and Beneficial Arthropod Communities in No-Till Maize
Lundgren & Fergen 2011	Enhancing predation of a subterranean insect pest: A conservation benefit of winter vegetation in agroecosystems
Schmidt 2007	Alfalfa Living Mulch Advances Biological Control of Soybean Aphid

Författare	Typ av stödgröda	Art av stödgröda	Art av gröda	Nyttodjur (/skadegörare)	Resultat	Kommentar till resultat
Davis et al. 2009	Mellangröda	Råg	Soja, majs	Vargspindlar	+	Vid reducerad jordbearbetning
	Mellangröda	Råg	Soja	Jordlöpare	+	
	Mellangröda	Råg	Majs	Jordlöpare	0	
	Mellangröda	Råg	Soja	Syrsor	-	
	Mellangröda	Råg	Majs	Syrsor	0	
	Mellangröda	Råg	Soja, majs	Parasitoider	0	
	Mellangröda	Råg	Soja, majs	Övriga	0	
Dixon et al. 2004	Bottengröda	Vitklöver	Raps	<i>Pterostichus melanarius</i> (art av jordlöpare)	+	
	Bottengröda	Vitklöver	Raps	<i>Bembidion lampros</i> (art av jordlöpare)	-	
	Bottengröda	Vitklöver	Raps	<i>Amara bifrons</i> (art av jordlöpare)	-	
	Bottengröda	Vitklöver	Raps	Parasitsteklar	-	
	Bottengröda	Vitklöver	Raps	<i>Aleochara bilineata</i> (art av kortvinge)	+	
	Bottengröda	Vitklöver	Raps	<i>Delia radicum</i> (skadegörare på rötter)	-	
Dunbar et al. 2017	Mellangröda	Råg	Soja	Jordlöpare	+	
	Mellangröda	Råg	Majs	Jordlöpare	0	
	Mellangröda	Råg	Soja	Syrsor	-	
	Mellangröda	Råg	Majs	Syrsor	0	
	Mellangröda	Råg	Soja, majs	Övriga	0	

Hooks et al. 2011	Mellangröda	Italienskt rajgräs	Soja	Spindlar	+	
	Mellangröda	Italienskt rajgräs	Soja	Övriga predatorer	Inga resultat	För få resultat för att analysera
	Mellangröda	Italienskt rajgräs	Soja	Nyttonematoder	+	
	Mellangröda	Italienskt rajgräs	Soja	<i>Heterodera glycines</i> (cystnematod)	0	
	Mellangröda	Italienskt rajgräs	Soja	<i>Pratylenchus</i> (växt-parasiterande nematod)	0	
Koch et al. 2015	Bottengröda	Råg	Soja		0	Stödgrödans potential att öka biologisk kontroll av sojabladlus
	Bottengröda	Råg	Soja	Predatorer	-	
	Bottengröda	Råg	Soja	Sojabladlus	-	2,8–7,6 gånger fler sojabladlös utan mellangröda
Leslie et al. 2017	Mellangröda	Korn	Soja	Predatorer	0	
	Mellangröda	Ärt	Soja	Predatorer	0	
	Mellangröda	Korn+Ärt	Soja	Predatorer	0	
Lundgren & Fergen 2010	Mellangröda	Indianelm (ett gräs)	Majs	Predatorer	+	
	Mellangröda	Indianelm (ett gräs)	Majs	<i>Diabrotica virgifera</i> (en skadegörare)	-	
	Mellangröda	Indianelm (ett gräs)	Majs	Skada på majsrotter	-	
Lundgren & Fergen 2011	Mellangröda	Indianelm (ett gräs)	Majs	Effekt på skadegöraren (<i>D. virgifera</i>)	+	
Schmidt 2007	Bottengröda	Blålusern	Soja	Predatorer	+	45% fler med bottengrödan
	Bottengröda	Blålusern	Soja	Sojabladlus	-	Försenad etablering och mindre population