



# Höstraps + frostkänsliga baljväxter = sant?

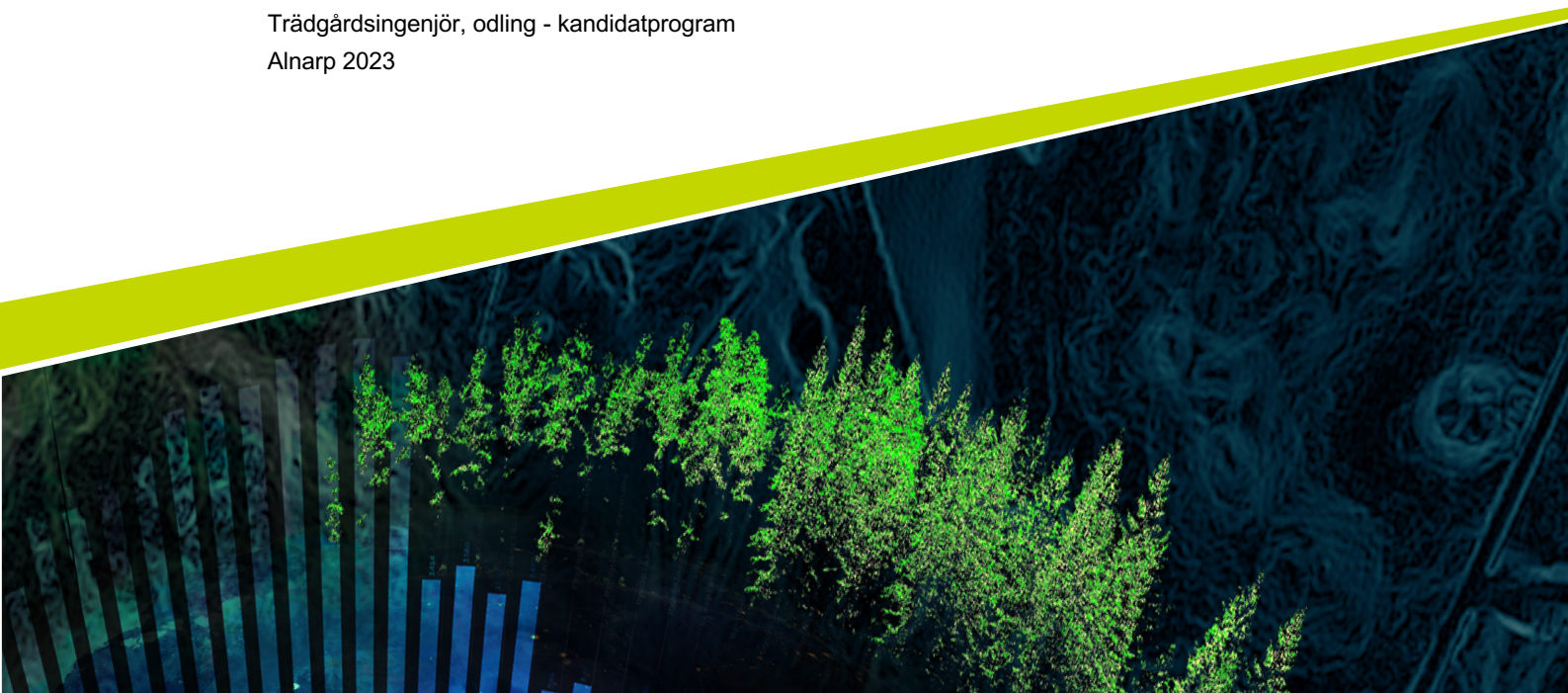
– En undersökning av samodlingseffekter på  
förekomsten av skadeinsekter

---

*Winter oilseed rape + frost sensitive legumes = true? A study on the effect  
of intercropping on the presence of insect pests*

Madeléne Strandberg

Självständigt arbete • 15 hp  
Sveriges lantbruksuniversitet, SLU  
Fakulteten för landskapsarkitektur/Institutionen för Växtskyddsbiologi  
Trädgårdsingenjör, odling - kandidatprogram  
Alnarp 2023





## Höstraps + frostkänsliga baljväxter = sant?

– En undersökning av samodlingseffekter på förekomsten av skadeinsekter

*Winter oilseed rape + frost sensitive legumes = true? A study on the effect of intercropping on the presence of insect pests*

Madeléne Strandberg

**Handledare:** Chloë Raderschall, Sveriges Lantbruksuniversitet, institutionen för Växtskyddsbiologi

**Bitr. handledare:** Mattias Larsson, Sveriges Lantbruksuniversitet, institutionen för Växtskyddsbiologi

**Examinator:** Johan Stenberg, Sveriges Lantbruksuniversitet, institutionen för Växtskyddsbiologi

**Omfattning:** 15 hp

**Nivå och fördjupning:** Grundnivå, G2E

**Kurstitel:** Självständigt arbete i Trädgårdsvetenskap

**Kurskod:** EX0844

**Program/utbildning:** Trädgårdsingenjör, odling - kandidatprogram

**Kursansvarig inst.:** Institutionen för Biosystem och teknologi

**Utgivningsort:** Alnarp

**Utgivningsår:** 2023

**Nyckelord:** *Brassica napus*, samodling, *Vicia faba*, *Trifolium alexanrinum*, *Brassicogethes aeneus*, *Ceutorhynchus obstrictus*, *Ceutorhynchus pallidactylus*, *Dasineura napi*, parasitering

**Sveriges lantbruksuniversitet**

Fakulteten för landskapsarkitektur, trädgårds- och växtproduktionsvetenskap

Institutionen för Växtskyddsbiologi

## Publicering och arkivering

Godkända självständiga arbeten (examensarbeten) vid SLU publiceras elektroniskt. Som student äger du upphovsrätten till ditt arbete och behöver godkänna publiceringen. Om du kryssar i **JA**, så kommer fulltexten (pdf-filen) och metadata bli synliga och sökbara på internet. Om du kryssar i **NEJ**, kommer endast metadata och sammanfattning bli synliga och sökbara. Fulltexten kommer dock i samband med att dokumentet laddas upp arkiveras digitalt.

Om ni är fler än en person som skrivit arbetet så gäller krysset för alla författare, ni behöver alltså vara överens. Läs om SLU:s publiceringsavtal här: <https://www.slu.se/site/bibliotek/publicera-och-analysera/registrera-och-publicera/avtal-for-publicering/>.

JA, jag/vi ger härmed min/vår tillåtelse till att föreliggande arbete publiceras enligt SLU:s avtal om överlåtelse av rätt att publicera verk.

NEJ, jag/vi ger inte min/vår tillåtelse att publicera fulltexten av föreliggande arbete. Arbetet laddas dock upp för arkivering och metadata och sammanfattning blir synliga och sökbara.

## Sammanfattning

Raps, *Brassica napus*, är en vanlig gröda som odlas främst som oljeväxt. Grödan har ett stort behov av kväve för fullgod tillväxt. Den är även drabbad av ett flertal sjukdomar och skadeinsekter som exempelvis rapsbaggar (*Brassicogethes aeneus*), blygrå rapsvivel (*Ceutorhynchus obstrictus*), fyrtandad rapsvivel (*Ceutorhynchus pallidactylus*) och skidgallmygga (*Dasineura brassicae*). I dagsläget behandlas dessa främst med kemiska bekämpningsmedel som är skadliga för miljön och dessutom försvinner från marknaden på grund av ökade förbud inom EU. För att undersöka möjligheten att minska både kvävegödning och användandet av insekticider har ett försök utformats där höstraps samodlas med frostkänsliga sorter av alexandrinerklöver (*Trifolium alexandrinum*) och åkerböna (*Vicia faba*). Genom samodlinggrödornas kvävefixerande egenskaper är förhoppningarna att kvävegivan ska kunna minskas utan att påverka skördemängden. Fokus för rapporten är dock eventuella effekter på förekomsten av skadeinsekter och deras naturliga fiender. Antalet adulta insekter, skadenivå på knopp och skida samt parasiteringsgrad av rapsbaggelarver utvärderades i fält och labb. Resultatet visade bland annat på en signifikant skillnad i skadenivå på rapsskidorna orsakad av skidgallmygga baserat på vilken mängd bekämpning och gödning fältet haft, med en högre förekomst av skador vid en hög kvävegiva och bekämpning med kemiska medel. Färre blygrårapsvivel observerades i fält där raps odlades tillsammans med alexandrinerklöver än i fält där raps odlades i renbestånd.

*Nyckelord: Brassica napus, samodling, Vicia faba, Trifolium alexandrinum, Brassicogethes aeneus, Ceutorhynchus obstrictus, Ceutorhynchus pallidactylus, Dasineura brassicae, parasitering*

## Abstract

Oilseed rape, *Brassica napus*, is a common crop most famously farmed as a crop for oil production. Oilseed rape demands a large amount of nitrogen to grow properly. It is also limited by multiple diseases and pests including pollen beetle (*Brassicogethes aeneus*), cabbage seed weevil (*Ceutorhynchus obstrictus*), cabbage stem weevil (*Ceutorhynchus pallidactylus*) and brassica pod midge (*Dasineura brassicae*). Currently, these pests are mostly treated with chemical pesticides, which are harmful for the environment and rapidly disappearing from the market due to EU bans. In order to research the potential of lowering the input of both nitrogen fertilizer and insecticide use a trial has been set up wherein winter oilseed rape has been intercropped with frost sensitive varieties of berseem clover (*Trifolium alexandrinum*) and fava beans (*Vicia faba*). These legumes can fix nitrogen, meaning they can lower supplemental nitrogen input without a loss in yield. The focus of this report is to evaluate the possible effect that intercropping has on the abundance of pest insects and their natural enemies. The number of adult insects, damage to buds and pods as well as the degree of parasitisation were all evaluated in both field and lab. The result showed a significant difference in the degree of seed pod damage caused by the brassica pod midge in relation to fertilizer input level, showing a higher degree of damage at the higher fertilizer input level. There were less cabbage seed weevils in the fields where oilseed rape was intercropped with berseem clover than when it was farmed as a sole crop.

*Keywords: Brassica napus, intercropping, Vicia faba, Trifolium alexanrinum, Brassicogethes aeneus, Ceutorhynchus obstrictus, Ceutorhynchus pallidactylus, Dasineura brassicae, parasitisation*

# Innehållsförteckning

<b>Tabellförteckning</b> .....	<b>9</b>
<b>Figurförteckning</b> .....	<b>10</b>
<b>Förkortningar</b> .....	<b>10</b>
<b>1. Inledning</b> .....	<b>12</b>
1.1. Syfte .....	12
1.2. Frågeställning .....	13
1.3. Avgränsningar .....	13
<b>2. Bakgrund</b> .....	<b>14</b>
2.1. Introduktion till raps .....	14
2.2. Insektskadegörare raps.....	15
2.2.1. Rapsbaggar .....	15
2.2.2. Blygrå rapsvivel .....	16
2.2.3. Fyrtandad rapsvivel .....	16
2.2.4. Skidgallmygga .....	17
2.3. Växtskyddsmetoder .....	17
2.3.1. Kemisk bekämpning .....	17
2.3.2. Parasitoider för biologisk bekämpning av rapsbaggar.....	18
2.4. Landskapsfaktorers påverkan på förekomsten av skadeinsekter och dess naturliga fiender .....	19
2.5. Samodling raps och frostkänsliga baljväxter .....	20
<b>3. Metod</b> .....	<b>22</b>
3.1. Observation av vuxna rapsbaggar, blygrå rapsvivel och fyrtandad rapsvivel	23
3.2. Bedömning av skador på knoppar orsakad av rapsbagge samt andra knoppskador .....	24
3.3. Bedömning av parasiteringsgrad rapsbaggelarver.....	25
3.4. Bedömning av skador på skidor orsakad av skidgallmygga och rapsbaggar	26
3.5. Statistisk analys.....	26

<b>4. Resultat .....</b>	<b>28</b>
4.1. Observation av vuxna rapsbaggar, blygrå rapsvivel och fyrtandad rapsvivel samt knoppskador .....	28
4.2. Parasiteringsgrad .....	32
4.3. Skadenivå skidgallmygga .....	32
4.4. Skadenivå på skidor orsakad av rapsbaggar .....	32
4.5. Korrelation skadenivå skidgallmygga och blygrå rapsvivel .....	35
4.6. Korrelation mellan rapsbaggar och skadenivåer (knopp och skida).....	36
<b>5. Diskussion .....</b>	<b>38</b>
5.1. Skillnader baserat på samodlingsgröda .....	38
5.2. Korrelation skidgallmygga och skötselnivå.....	38
5.3. Metoddiskussion.....	39
5.3.1. Försöksupplägg .....	39
5.3.2. Observationer av vuxna rapsbaggar och bedömning av skador orsakad av rapsbaggar.....	39
5.3.3. Bedömning av skador på skidor orsakad av skidgallmygga och rapsbaggar	40
5.3.4. Bedömning av parasiteringsgrad rapsbaggelarver .....	40
5.4. Framtida forskning.....	40
<b>6. Slutsats .....</b>	<b>42</b>
<b>Referenser .....</b>	<b>43</b>
<b>Tack.....</b>	<b>46</b>
<b>Bilaga 1 .....</b>	<b>Fel! Bokmärket är inte definierat.</b>



## Tabellförteckning

- Tabell 1. Behandlingar A-J. 23
- Tabell 2. Resultat av Anova-tester. Signifikanskoder: '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 29
- Tabell 3. Parvisa tester (Tukey-post-hoc-test) för skillnader i antal blygrå rapsvivel baserat på typ av samodlingsgröda. Signifikanskoder: '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 31
- Tabell 4. Test för att visa på skillnader i antal blygrå rapsvivel baserat på typ av samodlingsgröda med hjälp av signifikansbokstäver. Se under kolumn "group". 31
- Tabell 5. Parsiteringsgrad i medeltal för de olika fältbehandlingarna A, E och I. 32
- Tabell 6. Andelen friska och skadade skidor, orsakat av antingen skidgallmygga eller rapsbaggar i medeltal för de olika fältbehandlingarna A-J. 33

# Figurförteckning

- Figur 1. Försöksupplägg blockförsök, samodling Lönnstorp, Georg Carlsson. 22
- Figur 2. Skador på rapsplanta av rapsbaggar (Seimandi-Corda et al. 2021) beskriv att metoden kommer härifrån, men använd om möjligt egna bilder. 25
- Figur 3. Förekomst av vuxna rapsbaggar, blygrå rapsvivel och fyrtandad under observationsperiod 1-5. Observationsperiod 1: 24-26 april 2023. Observationsperiod 2: 3 maj 2023. Observationsperiod 3: 9-12 maj 2023. Observationsperiod 4: 16 maj 2023. Observationsperiod 5: 23 maj 2023. 29
- Figur 4. Antal knoppskador i medeltal, orsakat av vuxna rapsbaggar. En stapel per fält (A-J). Färg på stapel samodlingsgröda. 30
- Figur 5. Antal blygrå rapsvivel i medeltal. En stapel per fält (A-J). Färg på stapel baserat på samodlingsgröda. 30
- Figur 6. Samband mellan antal blygrå rapsvivel och typ av samodlingsgröda. Punkterna representerar medelvärdet och de grå linjerna ett konfidensintervall på 95%. 31
- Figur 7. Antal skidskador i medeltal, orsakat av vuxna skidgallmygga. En stapel per fält (A-J). Färg på stapel baserat på samodlingsgröda. 34
- Figur 8. Antal skidskador i medeltal, orsakat av vuxna skidgallmygga. En stapel per fält (A-J). Färg på stapel baserat på skötselnivå. 34
- Figur 9. Samband mellan proportion skidor skadade av skidgallmygga och skötselnivå. Svarta punkter representerar medelvärdet och de grå linjerna ett konfidensintervall på 95%. Färgade punkter representerar observationer på blocknivå för hög respektive låg skötselnivå. 35
- Figur 10. Spridningsdiagram med linje för att påvisa korrelation mellan antal skidlösa stjämlar i förhållande till mängd skadade knoppar. 36

## Förkortningar

SLU	Sveriges lantbruksuniversitet
avrgPollen_beetle	Antal rapsbaggar i medeltal
avrgSeed_weevil	Antal blygrå rapsvivlar i medeltal
avrgStem_weevil	Antal fyrvandade rapsvivlar i medeltal
Berseem clover	Alexandrinerklöver
Fava bean	Åkerböna
Intercrop	Samodlingsgröda
Input level	Skötselnivå (mängd kvävegödsling bekämpning av skadegörare)
Plot	Behandlingsfält (A-J)
Podmidge	Brassica pod midge/Skidgallmygga
IPM	Integrated Pest Management/Integrerat växtskydd

# 1. Inledning

Följande arbete är en del av ett större, treårigt forskningsprojekt kring samodlingseffekter mellan bland annat höstraps och frostkänsliga baljväxter. Projektets ansökan är utformad av Georg Carlsson och sex andra forskare vid SLU i Alnarp.

Projektet syftar till att undersöka interaktioner mellan plantan, skadeinsekter och naturliga fiender i höstraps, samt att integrera resultatet i evidensbaserade strategier för Integrerat växtskydd (IPM). Under projektet utvärderas även effekten av samodling mellan raps och alexandrinerklöver respektive åkerböna och ärta för att se om metoden kan leda till minskat behov av bekämpningsmedel utan att orsaka skördeförluster. Förekomsten av skadegörare, sjukdomar och ogräs utvärderas mellan de olika behandlingarna. Utöver detta undersöker projektet hur mycket kvävegivan kan minskas till följd av samodlingsgrödornas kvävefixerande funktion. I slutet av projektet är målet att ekonomiska, miljömässiga och socialt hållbara faktorer ska utvärderas för höstraps samodlad med frostkänsliga baljväxter, jämfört med raps odlat i renbestånd.

Projektet och därmed följande arbete är av hög relevans för ett en mer hållbar rapsodling och en nödvändighet då nuvarande metoder för gödsling och skadedjursbekämpning har en negativ påverkan både på miljön och för odlarens ekonomi, samt en potentiell risk för människors hälsa. Odling i monokulturer minskar den biologiska mångfalden i landskapet samtidigt som det ökar förekomsten av skadeinsekter. Samtidigt minskar antalet tillgängliga växtskyddsmedel till följd av förbud eller resistensutveckling hos insekterna.

## 1.1. Syfte

Syftet med arbetet är att undersöka om, och i så fall hur, förekomsten av skadeinsekter skiljer sig åt mellan fält med raps som odlas i renbestånd och fält med raps som samodlas med antingen alexandrinerklöver eller åkerböna. Även parasiteringsgrad av rapsbaggelarver utvärderas. Förutom skillnad mellan vilken samodlingsgröda som används skiljer sig behandlingarna även åt i mängd tillförd gödsling och bekämpningsmedel. Syftet är att utvärdera försöket även med hänsyn

till dessa faktorer för att se om samodlingseffekter kan bidra till en minskad användning av kemiska medel.

## 1.2. Frågeställning

- Hur påverkar samodling av raps med frostkänsliga baljväxter förekomsten av adulta rapsbaggar, blygrå rapsvivlar och fyrtandade rapsvivlar?
- Hur påverkar samodling av raps med frostkänsliga baljväxter parasiteringsgraden av rapsbaggelarver?
- Hur påverkar samodling av raps med frostkänsliga baljväxter skadenivån på rapsskidorna orsakad av rapsbaggar och skidgallmygga?
- Kan samodling av raps med frostkänsliga baljväxter bidra till ett minskat behov av kvävegödsling och kemiska bekämpningsmedel?

## 1.3. Avgränsningar

Under bakgrund och metod beskrivs arbetet i helhet med samtliga skadegörare inkluderade. Under resultat är dock fokus på de mest allvarliga skadegörarna och de resultat som visade på en statistisk signifikant skillnad mellan behandlingarna. Med hänsyn till detta läggs inte lika stort fokus på exempelvis fyrtandad rapsvivel under resultatet som under övriga delar av arbetet. Även faktorer för de olika behandlingarna som exempelvis tidpunkt för sådd och radavstånd presenteras under försöksupplägg men tas inte upp senare i rapporten. Detta för att ge en helhetsbild av projektet och använda metoder.

## 2. Bakgrund

### 2.1. Introduktion till raps

Raps är en huvudsakligen självbefruktande gröda vars pollen sprids genom närkontakt med andra plantor, vind och med hjälp av insekter. Enligt Jordbruksverkets faktablad bildar plantan fröskidor som är 5-10 centimeter långa innehållande fröer på en storlek mellan 1-2 mm (Jordbruksverket u.åa). Raps har länge odlats i Asien, Europa och nordvästra Afrika som ett råmaterial i produktion av bland annat matolja, lampbränsle och andra industriella produkter (Government of Canada 2012). Raps är även intressant som proteingröda och kan med fördel utfodras som rapsmjöl eller rapsfrökaka (HIR Malmöhus u.å). Vidare menar HIR Malmöhus att raps även är av intresse i växtföljder vid odling av stråsäd då det kan bidra till en skördeökning på ca. 1000 kg (antar per hektar, ej angivet) för höstvete.

Den raps som odlas i Europa är främst av arten *Brassica napus* som tros ha uppkommit vid odling i södra Europa (Alford 2003). Uppkomsten skedde genom hybridisering mellan *B. oleracea* L. och *B. rapa* (Government of Canada 2012). Arten återfinns inte i det vilda annat än i vägkanter och liknande då den spridit sig från fält (Alford 2003). Inom EU:s 27 medlemsländer beräknades den odlade arean uppgå till nästan 5,9 miljoner hektar år 2022, då även inkluderat odling av åkerkål (*Brassica rapa* subsp. *campestris*) (Eurostat 2023). Statistik från samma hemsida visar att den odlade arean i Sverige samma år uppgick till 127 000 hektar och illustrerade data med linjediagram visar på en viss uppgång i odlad hektar de senaste tio åren. Enligt Jordbruksverket beräknades skörden av raps och rybs (med höstraps som den huvudsakliga grödan) år 2022 sammanlagt uppgå till 413 500 ton, vilket är en uppgång med 20% sedan året innan (2022b). Den odlade arealen beräknades öka med 27% mellan samma år, vilket ledde till den största arealen med raps och rybs sedan 1993 (Jordbruksverket 2022a). Den totala arealen jordbruksmark ökade inte, utan det skedde en omfördelning. Arealen med både spannmål, vall och grönfoderväxter minskade under samma period.

Höstraps har ett stort behov av kväve under etablering på hösten för att grödan ska hinna etablera sig ordentligt innan övervintring, och ett fortsatt stort behov på våren nästkommande år för fullgod tillväxt (HIR Malmöhus u.å). Enligt HIR

Malmöhus ligger behovet på mellan 30 och 60 kilo kväve per hektar under hösten och mellan 140 och 170 kilo kväve per hektar under våren. Även Alford nämner kvävetillförsel som en viktig faktor till lyckad etablering av grödan, med en total giva på cirka 200 kilo kväve per hektar (2003). Enligt HIR Malmöhus kalkyler står kvävegödslingen för den största enskilda utgiften i både ekologisk och konventionell odling av höstraps (u.å).

## 2.2. Insektskadegörare raps

### 2.2.1. Rapsbaggar

Rapsbaggar (*Brassicogethers aenus*) den skadegörare som har en störst negativ påverkan på skörden i rapsodlinga (Gagic et al. 2016). Rapsbaggar kan livnära sig på pollen från de flesta växtslag, men lägger sina ägg i knopparna på kålväxter och när äggen kläcks efter några dagar fortsätter larverna att äta pollen från grödan (Alford 2003). Rapsbyggarna skadar dock inte utslagna blommor utan enbart knoppar, särskilt i tidigt knoppstadium på mindre plantor i svag tillväxt som inte har samma förmåga att kompensera för angrepp som kraftigare plantor (Jordbruksverket u.åb). För optimerad effekt och för att minimera risken för att nyttodjur påverkas negativt bör bekämpning med växtskyddsmedel anpassas efter plantsort, storlek och plantans utvecklingsstadium (Jordbruksverket u.åb).

Rapsbaggar har en generation per år. Larven genomgår två stadier innan den släpper från plantan och förpuppas i marken (Alford 2003). Vidare skriver Alford att det tar cirka en månad från ägg till fullvuxen bagge och de nybildade vuxna individerna framträder i mitten av sommaren då de äter pollen inför vintern för att sedan övervintra utanför fält i skog eller andra skyddade områden. Under våren när temperaturen når 12-15°C migrerar dem till fält med höstraps och cykeln återupprepas (Alford 2003).

Angreppen från både adulta baggar och baggar i larvstadiet kan leda till skidlösa stjälkar på plantan som då kompenserar genom att producera nya blomställningar. Trots angrepp kan plantan därför ha en oförändrad mängd skidor i slutändan (Alford 2003). Det bildas en obalans mellan fotosyntetiserande delar och reproducerande delar i plantan vilket leder till färre frön per skida och en negativ påverkan på skördemängden.

Rapsbaggar förekommer både i vår- och höstraps men utgör störst problematik i fält med vårraps i Europeiska odlingar (Alford 2003). I Sverige brukar angreppen vara värst i norra Götaland och delar av Svealand (Jordbruksverket u.åb). Även lokala väderförhållanden påverkar förekomsten av rapsbaggar och hur allvarliga angreppen blir. Jordbruksverket menar å ena sidan att varm väderlek kan ge ökade angrepp, å andra sidan att en kall väderlek göra att plantan stannar i tillväxten och därmed kan vara mer utsatt (u.åb). Rapsbaggar utgör ett större problem i vårraps

än i höstraps då höstrapsen ofta passerat det knoppstadiet då plantan är mottaglig för angrepp innan den huvudsakliga invasionen börjar. Runt år 2003 odlade Sverige främst vårraps och hade därför svåra problem med rapsbaggar (Alford 2003). Sedan dess har dock fördelningen mellan odling av höst- och vårraps i Sverige ändrats. Detta till följd av ett förbud mot fröbehandling med neonikotionider som en metod för insektsbekämpning. Höstrapsen har till följd av detta ökat med 40% till runt 100 000 hektar, medan vårrapsodlingen i Sverige har minskat med 90% till runt 4000 hektar (Lundin 2021).

### 2.2.2. Blygrå rapsvivel

Enligt Jordbruksverkets Växtskyddsinfo om blygrå rapsvivel (*Ceutorchynchus obstrictus*) på oljeväxter lägger viveln ett till två ägg per skida på rapsplantan från början av skidans utveckling (u.åb). Den fullvuxna larven gnager sedan hål på skidväggen för att lämna plantan och förpuppas i marken. Viveln har en generation per år och övervintrar som fullbildad bagge utanför fält i det övre markskiktet (ibid.). De vuxna baggarna återvänder till fält när höstrapsen börjar blomma och äter på de utvecklande skidorna innan honan lägger ägg i skidan på nytt (Alford 2003). Den direkta skadan av viveln är inte betydande, men den indirekta skadan desto större då larvernas gnag fungerar som ingångshål för skidgallmyggans larver (Jordbruksverket u.åb). Larverna skadar fröer i skidan, vanligtvis cirka fem per angripen skida. Den nya generationen vuxna vivlar kan skada raps och andra kålväxter från närliggande fält vid uppkomst i juli då de använder grödan som föda innan övervintring utanför fält (Alford 2003).

Viveln känns igen då den har en gråvit behåring på täckvingarna, snytet är ganska långt och nedåtvänt och den är ca 3 mm lång. Den fullbildade baggen har en viss förväxlingsrisk med fyrtandad rapsvivel som även den är runt 3 mm lång som fullvuxen, men denne har något rödfärgade fötter (Jordbruksverket u.åb).

### 2.2.3. Fyrtdandad rapsvivel

Fyrtdandad rapsvivel (*Ceutorchynchys pallidactylus*) är en vanlig skadegörare som återfinns i fält från det att höstrapsen är i knopp och framåt och invaderar flera typer av kålväxter (Alford 2003). Viveln lägger ägg i små grupper på undersidan av bladstjälken eller, mer sällan, i unga skott under april och maj. Efter kläckning äter larven först på bladstjälken för att sedan ta sig längre in i stjälk och sidoskott. Efter tre till fem veckor är larven fullvuxen, lämnar plantan och förpuppas i jorden. Likt rapsbaggar och blygrå rapsvivel har den fyrtdandade rapsviveln en generation per år (Alford 2003).

Jordbruksverket beskriver skadan från angreppen som att mörken blir brunfärgad, vilket visar sig om man delar stjälk (u.å). Vid kraftiga angrepp då larverna ätit på stödjevävnad i plantan kan det även leda till avbrutna stjälkar (Jordbruksverket, u.å). I höstraps är de direkta skadorna mindre än i vårraps, men



andra patogener så som svampen *Leptosphaeria maculans* kan öka på grund av skadade vävnader (Alford, 2003). Enligt Alford leder angrepp av fyrtandad rapsvivel inte till ekonomiska förluster i Sverige då viveln tenderar att enbart äta på den nedre delen av plantan både i vår- och höstraps.

#### 2.2.4. Skidgallmygga

Skidgallmygga (*Dasineura brassicae*) förekommer främst i höstraps och tidiga angrepp syns vanligtvis i slutet av maj (Jordbruksverket u.åb). Omfattande angrepp förekom lokalt i Skåne under 2015 (ibid.). Skidgallmyggan övervintrar i kokonger i fält som odlat oljeraps någon gång under de senaste fyra åren (Alford 2003).

Parning sker direkt i fältet där myggan först uppkommer, varpå honorna sedan migrerar till rapsfält för att lägga ägg i skidor som tidigare blivit skadade av blygrå rapsvivel (Alford 2003). De kan även lägga ägg i skidor som skadats av andra insekter eller till följd mekanisk skada (CropScience u.å.). Äggen läggs i kluster om 20–30 stycken per skida och kläcks några dagar senare. Larven kan sedan uppehålla sig inne i skidan i upptill en månad, var den äter på den inre väggen och bildar missfärgade, missbildade skidor som till slut spricker för att släppa ut larverna. I samband med detta sker den största skördeförlusten i form av förlorade fröer (Alford 2003).

Skidgallmyggan kan ha mellan tre till fyra generationer per år och förpuppas i marken efter att den släppts från plantan (Jordbruksverket u.åb). Larverna spinner som en silkeskokong i jorden från vilken de antingen kan utvecklas till vuxna individer direkt under cirka två veckor, eller övervintra till nästa säsong. Skidgallmyggor svaga flygare, vilket leder till att de migrerande honorna inte tar sig längre än några hundra meter från ursprungsplatsen. Till följd av detta är det vanligast med angrepp i utkanten av stora fält (Alford 2003).

Angrepp kan minskas genom en vid växtföljd och genom att undvika odling av vår och höstraps i nära anslutning till varandra (Alford 2003).

### 2.3. Växtskyddsmetoder

#### 2.3.1. Kemisk bekämpning

Kemisk bekämpning av rapsbaggar sker med hjälp av pyretroider, men tidigare överanvändning har gett upphov till ett motstånd mot bekämpningsmetoden hos odlare i Sverige (Alford 2003). Alford pekar även på det faktum att kemisk bekämpning kan påverka rapsbaggens naturliga fiender och att det krävs appliceringsmetoder som ökar precisionen. Dessutom finns ett behov av ökad kunskap kring de naturliga fiendernas utvecklingsstadier och livscykel för att möjliggöra bekämpning när dessa inte är aktiva.

Det finns få kemiska bekämpningsmedel på marknaden som rekommenderas för direkt bekämpning av skidgallmygga, men vid svåra problem kan det vara en idé att bekämpa den blygrå rapsviveln och sänka bekämpningströsklarna för den samma (Alford 2003).

Då den fyrtandade rapsviveln inte är en viktig skadegörare är det oftast inte nödvändigt med kemisk bekämpning, men en möjlighet är att spruta med pyretroider under blomning (Alford 2003).

De gränsvärden vi har för kemisk bekämpning idag är baserade på analyser av en art som isolerad skadegörare, men verkligheten är mer komplex (Gagic et al. 2016). När man tittar på skador orsakade av en specifik skadegörare visar det mycket riktigt på en negativ skördepåverkan, men den kombinerade effekten av blygrå rapsvivel och fyrtandad rapsvivel visar på en ökad skörd som troligen beror på att plantan överkompenserar. De menar att en felaktig analys av skadeläget i kombination med skördeförluster kan leda till en överanvändning av insekticider. Med ökad kunskap finns potential att minska utgifterna för den enskilda odlaren samtidigt som miljöpåverkan från rapsodlingen minskar (Gagic et al. 2016).

### 2.3.2. Parasitoider för biologisk bekämpning av rapsbaggar

Samtliga parasitoider som angriper rapsbaggar är endoparasiter (parasiter som lever inuti sin värd) som angriper rapsbaggens larver. Det finns nio europeiska arter, varav samtliga är steklar (*Hymenoptera*) (Alford 2003). Två av de ingående släktena har en generation per år, medan de övriga har flera generationer per år, utan någon riktig vintervila, med fler generationer desto längre söderut i Europa. Mer utförligt beskrivs de steklar som med en generation per år. Parasitstekeln lägger sina ägg i rapsbaggens larver, var de kan synas som svarta prickar genom skinnet. När larven kläcks äter den först på larven, men när värdlarven släppt från plantan äter den och slutför sin utveckling utanför värdlarven i marken. Från förpuppning tar det cirka en månad tills larven är färdigutvecklad, men den vuxna insekten stannar ofta i puppan till nästkommande vår eller sommar (Alford 2003).

Om värdlarven fullföljde sin utveckling under blomningsperioden i höstraps kommer parasitstekeln framträda under blomningsperioden i höstraps nästkommande år och vice versa för vårraps. Honorna kan börja lägga ägg direkt och letar efter knoppar och blommor där värdlarverna kan tänkas vara aktiva. Vid sommartemperaturer lever honorna ungefär en vecka, och hanarna ännu kortare period. Det skiljer sig något mellan de olika parasitstekelarterna när de är aktiva och vilket utvecklingsstadium på värdlarven som de föredrar, vilket gör att det blir en spridning över säsongen i parasitangrepp (Alford 2003).

De olika arterna har olika god konkurrensförmåga och äggen kläcks vid olika tidpunkt, vilket leder till en ojämn fördelning mellan arterna under våren trots en jämn parasiteringsgrad tidigare säsong (Alford 2003). De parasitsteklarna med en generation per år kan nå en parasiteringsgrad på över 50%. Vid högre

parasiteringsgrad är det ovanligt att hitta mer än ett ägg per värdlarv. Alford menar att en begränsande faktor för parasiteringseffekten är honornas korta livslängd (2003).

Effektiviteten påverkas även av att flera av steklarna inte gör skillnad på parasiterade och icke-parasiterade larver och därför kan angripa redan parasiterade värdlarver och på så vis ”slösa” bort ägg som hade kunnat ha effekt på rapsbaggelarver som nu inte blir parasiterade alls. Mekanismerna bakom interaktionen mellan parasitoid och värdlarv har enligt Alford inte studerats, men troligt är doft en faktor (2003). Det är dock inte säkerställt om det är doft från plantan eller från rapsbaggelarven som har en effekt på parasitstekeln.

Några av de steklar som har flera generationer per år gynnas då vårraps och höstraps odlas i närhet till varandra, men det kan få negativa följder då det även gynnar vissa skadegörare (Alford 2003). Parasitoiderna missgynnas av kemisk bekämpning, särskilt de arter som kommer tidigt till fälten då de kan drabbas även av bekämpning som sker innan blomning. Alford menar att bekämpning därför bör begränsas till tidigare knoppstadier för att förbättra balansen mellan värdlarver och vuxna parasitoider och på så sätt öka parasiteringseffektiviteten (2003). Vissa parasitsteklar migrerar från höstraps till vårraps och blir då utsatta för bekämpning som är svår att undvika. I dessa fall får odlaren ingen vinst i form av parasitering av att odla höstraps och vårraps i nära anslutning till varandra och bör undvikas för att minska trycket av andra skadegörare (Alford 2003).

Parasitstekelpopulationen gynnas av ett mer mångsidigt landskap med områden i fältkanterna som ger skydd och mat i form av pollen och nektar. Vid olika försök som sammanställs av Alford kan man se att parasiteringsgraden ökar om raps odlas bland andra grödor jämfört med om det odlas över stora områden som monokultur (2003).

## 2.4. Landskapsfaktorers påverkan på förekomsten av skadeinsekter och dess naturliga fiender

Mängden rapsbaggar minskar med en ökad biodiversitet och en ökad andel andra grödor än raps på lokalnivå och landskapsnivå. Parasiteringseffektiviteten minskar med ett mer komplext landskap. En negativ korrelation registrerades mellan parasiteringsgrad och andel vuxna rapsbaggar under följande vår, där en ökad parasiteringsgrad ledde till färre rapsbaggar. Åtgärder som etablering av andra grödor, minskad plogning och en god växtföljd kan bidra till att minska beroendet av insekticider och öka stabiliteten i jordbruket med en jämnare skörd över tid (Dainese et al. 2017).

Ett annat försök visar att skador av rapsbaggar och skidgallmygga minskar med en ökad mängd raps i det omgivande landskapet medan skador av fyrtandad

rapsvivel främst påverkas av faktorer inom rapsfältet såsom jordkvalitet, plantans utveckling och planttäthet (Zaller et al. 2008).

Riggi et al. trycker också på det faktum att populationen av insektsskadegörare påverkas både av diversitet inom fältet och på landskapsnivå och att det är en kombination av marklevande rovdjur och parasitoider som styr effektiviteten (2017). Intensifiering av mängden rapsodlingar i landskapet ökar skadedjursförekomsten och minskar mängden parasitoider (Riggi et al. 2017).

## 2.5. Samodling raps och frostkänsliga baljväxter

Samodling är en av de metoder som presenteras som en möjlig lösning för att öka den biologiska mångfalden i landskapet samt för att minska användandet av pesticider och gödningsmedel. Vid samodling med frostkänsliga baljväxter odlas grödorna tillsammans under hösten innan frosten tar död på samodlingsgrödan. Det kväve som baljväxterna har fixerat bör därefter kunna användas och gynnas av huvudgrödan våren efter (Lorin et al. 2016).

Resultat från försök utförda i Frankrike av Cadoux et al. visade på lovande resultat vid raps som samodlats med frostkänsliga baljväxter (2015). Samodling med bland annat åkerböna (*Vicia faba*) ledde till ökad tillväxt under hösten och bibehållen eller ökad skörd jämfört med rapsplantor som odlats i renbestånd, minskat behov av tillförsel av kväve till följd av samodlingsgrödans kvävefixerande funktion, minskat tryck från ogräs och en minskad skadebild av viveln *Ceutorhynchus pictaris*, som likt den fyrtandade rapsviveln äter i plantans stjälk (Cadoux et al. 2015).

Även resultat från Lorin et al. stärker tesen om minskat behov av kvävegödsling vid samodling mellan höstraps och frostkänsliga baljväxter (2016). Deras försök visade på en ökning med 20–40 kg per hektar i kväveupptag av rapsplantan vid slutet av blomningen vid samodling jämfört med odling i renbestånd. Förekomsten av baljväxter under hösten visade på både en ökad kvävemineralsättning och förbättrat upptag av tillsatt kväve. Bland de testade baljväxterna återfinns både tidigare nämnd åkerböna samt alexandrinerklöver (*Trifolium alexandrinum*) (Lorin et al. 2016).

Inom projektet för detta arbete har effekterna av samodling mellan raps och olika sorters frostkänsliga baljväxter (åkerböna och alexandrinerklöver inkluderat) tidigare utvärderats av Emery et al. (2021). Bedömning av skador orsakat av sniglar och insektsskadegörare, patogenförekomst, ogräsförekomst och skördemängd för både raps och samodlingsgrödan utvärderades. Skador i form av skidlösa stjälkar till följd av rapsbaggar skilde sig inte åt mellan behandlingarna, men en viss ökning skador orsakad av skidgallmygga kunde observeras vid samodling med alexandrinerklöver jämfört med samodling mellan raps och vinterärt (*Pisum sativum*). Ingen skillnad observerades i biomassa mellan behandlingarna, men en

viss skördeminskning kunde observeras mellan samodling med vinterärt och de andra behandlingarna. Kvävegödslingen kunde minskas med 25% procent vid samodling jämfört med odling i renbestånd utan skördeförluster (Emery et al. 2021).

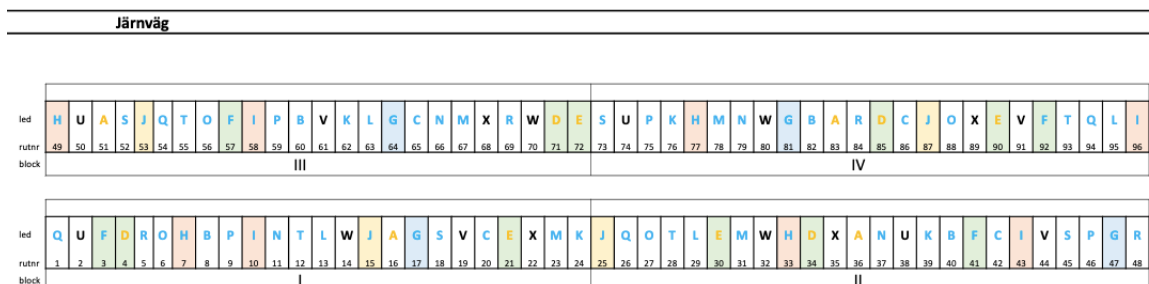
### 3. Metod

Som nämnt i inledningen är arbetet en del av ett större projekt med ett redan färdigt försöksupplägg där grödorna såddes på hösten året innan arbetet med denna rapport inleddes. All insamling av data har skett på SLU:s försöksfält i Lönnstorp utanför Alnarp. Försökupplägget är upplagt som ett blockförsök, designat av Georg Carlsson, enligt figur 1 med samtliga behandlingar representerade i samtliga fyra block. Totalt i projektet ingår 24 olika behandlingar, benämnda A till X.

I följande rapport har data samlats in från 10 behandlingar, benämnda A till J med avgränsning på de behandlingar som är samodlade med frostkänsliga samodlingsgrödor, samt tre kontrollgrupper utan samodlingsgröda, med olika radavstånd, näringstillförsel och användning av pesticider (se tabell 1). Näringstillförsel och användning av pesticider benämns sammantaget som skötselnivå senare i rapporten och delas in i hög eller låg skötselnivå där en hög skötselnivå innebär att fältet har behandlats med pesticider och har en fullgod kvävegiva, medan en låg skötselnivå innebär att fältet inte behandlats med pesticider och enbart haft en kvävegiva på 25% av full kapacitet. Varje försöksruta är ca 5 meter bred och 8 meter lång med ett två meter brett mittparti som lämnades orört fram till skörd, var på samtliga observationer utfördes i fältkanterna.

För att ge en helhetsbild av försöksupplägget och de olika replikatens placering inom blocken är samtliga behandlingar med i figur 1.

Samodling Lönnstorp



Figur 1. Försöksupplägg blockförsök, samodling Lönnstorp, Georg Carlsson.

Data har samlats in för följande parametrar vid olika tidpunkter i försöket:

- Antal vuxna rapsbaggar (*Brassicogethers aeneus*), blygrå rapsvivel (*Ceutorhynchus assimilis*) och fyrtandad rapsvivel (*Ceutorhynchus pallidactylus*)
- Planthöjd
- Plantans utvecklingsstadium
- Skador på knoppar orsakad av rapsbaggar
- Skador på knoppar orsakad av annat än rapsbaggar
- Parasiteringsgrad i rapsbaggelarver
- Skador på skidor orsakad av skidgallmygga (*Dasineura brassicae*)
- Skador på skidor orsakad av rapsbaggar

Samtlig insamling av data skedde i fältens ytterkanter då de innersta två metren av fälten skulle lämnas orörda under projektets gång fram till skörd.

Tabell 1. Behandlingar A-J.

Behandling	Samodlingsgröda	Radavstånd raps (cm)	Utsädesmängd raps (kg/ha)	Kvävegiva	Pesticidanvändning	Utsädesmängd samodlingsgröda	Tidpunkt sådd/utplantering samodlingsgröda
A	Saknas	12,5	3,75	100%	Ja	Saknas	Saknas
B	Saknas	50	3,1	100%	Ja	Saknas	Saknas
C	Saknas	50	3,1	25%	Nej	Saknas	Saknas
D	Alexandrinklöver	12,5	3,75	100%	Ja	20 kg/ha	Samtidigt som raps
E	Alexandrinklöver	12,5	3,75	25%	Nej	20 kg/ha	Samtidigt som raps
F	Alexandrinklöver	50	3,1	25%	Nej	20 kg/ha	Samtidigt som raps
G	Alexandrinklöver	50	3,1	25%	Nej	20 kg/ha	10 dagar efter raps
H	Våråkerböna	50	3,1	100%	Ja	30 plantor/m <sup>2</sup>	Samtidigt som raps
I	Våråkerböna	50	3,1	25%	Nej	30 plantor/m <sup>2</sup>	Samtidigt som raps
J	Våråkerböna	50	3,1	25%	Nej	30 plantor/m <sup>2</sup>	10 dagar efter raps

### 3.1. Observation av vuxna rapsbaggar, blygrå rapsvivel och fyrtandad rapsvivel

15 plantor inom varje replikat för behandling A-J valdes ut slumpmässigt. Plantans toppskott skakades över en genomskinlig bricka varpå antal rapsbaggar och vivlar räknades och nedtecknades. Enligt försök utfört av Seimandi-Corda et al. ger toppskottet en fullgod bild av plantan som helhet (2021). Även planthöjd och plantans utvecklingsstadium antecknades. Vid de första mätningarna mättes samtliga plantor som skakades, men vid senare tillfälle för att effektivisera arbetet mättes enbart en representativ planta inom varje replikat som ansågs utgöra ett snitt för hela fältet.

Fenologiskt utvecklingsstadium bedömdes enligt Jordbruksverkets dokument för oljevaxter utvecklingsstadier (Jordbruksverket 2021). Skalan utgår från den BBCH nyckel som finns beskriven av Weber and Bleiholder, 1990 samt Lancashire

et al., 1991, som återfinns i ett senare redigerat dokument som samlar samtliga nycklar för mono- och dikotyledoner (Meier 2018). Metoden upprepades vid fem tillfällen från slutet av april till slutet av maj då grödan hann gå från knopp till full blomning. Ibland krävdes flera dagars arbete i fält för att samla all nödvändiga data, men dessa dagar räknas in under samma observationsperiod. Observationsperioderna var enligt följande:

- Observationsperiod 1: 24–26 april 2023.
- Observationsperiod 2: 3 maj 2023.
- Observationsperiod 3: 9–12 maj 2023.
- Observationsperiod 4: 16 maj 2023.
- Observationsperiod 5: 23 maj 2023.

Liknande metod användes av Gagic et al. för bedömning av rapsbagge-densitet i fält, men med färre plantor per insamlingsområde och färre upprepningar (Gagic et al. 2016).

### 3.2. Bedömning av skador på knoppar orsakad av rapsbagge samt andra knoppskador

Bedömningen utfördes i samband med en av plantskakningarna i mitten av maj. Samtliga knoppar på toppskottet utvärderades och bedömdes utifrån om skadan åsamkats av rapsbaggar eller om skadan uppstått av annan anledning, exempelvis på grund av betning. Vald metod utgår från den metod som finns beskriven av Seimandi-Corda et al. (2021). Hål i knoppen (bild A och B i figur 2) samt skidlösa stjälgar (bild D och E i figur 2) till följd av baggens ätande räknades som skador orsakad av rapsbagge. Äggläggningshål i knoppen (runda hål som bild C i figur 2) samt skidlösa stjälgar i toppen på skottet (bild F i figur 2) som inte orsakas av baggar räknades inte. Enligt Seimandi-Corda et al. är det rapsbaggarnas ätande på knopparna som leder till störst skador, och inte skador av äggläggning (2021). Betning/andra skador bedömdes från 0-3 enligt följande:

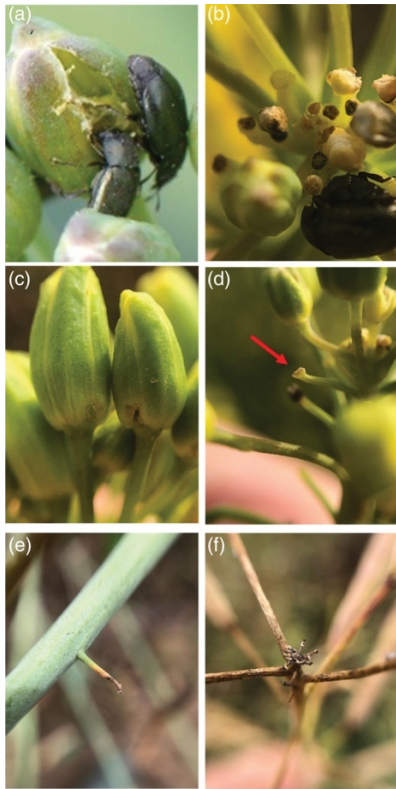
0: Ingen typ av annan skada.

1: Annan skada förekommer utan större påverkan på plantan som helhet.

2: Annan skada är mer dominant än skada av rapsbaggar.

3: Plantan är betad och det finns inga knoppar kvar för att bedöma skada av rapsbaggar.





Figur 2. Skador på rapsplanta av rapsbaggar (Seimandi-Corda et al. 2021)

### 3.3. Bedömning av parasiteringsgrad rapsbaggelarver

För att samla in larver och bedöma parasiteringsgrad i dessa användes en metod som till viss del beskrivs av i boken *Biocontrol of Oilseed Rape Pests*. (Alford 2003) Brickor med vatten och såpa placeras under plantorna för att fånga och döda larverna när de släpper från plantan för att förpuppas i marken. En liknande metod för insamling av rapsbaggelarver finns beskrivet även av Dainese et al. (2017).

Under denna del av datainsamlingen gjordes en avgränsning för att arbetet inte skulle bli för tungt och tidsödslande. En kontrollbehandling och en behandling av vardera samodlingsgrödan valdes ut. Tester utfördes i samtliga replikat för behandling A, E och I där A är kontrollbehandling med raps odlat i renbestånd, E representerar samodling mellan raps och alexandrinerklöver och I representerar samodling mellan raps och åkerböna. Metoden upprepades vid tre tillfällen, från slutet av maj till mitten av juni.

Två brickor placerades i varje fält för de olika replikaten. Vid första tillfället var det av misstag bara en bricka per fält. Brickan placerades mellan två plantor som bands ihop över brickan för att öka chansen att larverna som släppte från plantan skulle hamna i brickan, en metod som liknar den som Riggi et. al använde vid ett liknande försök med en något annan typ av fälla (Riggi et al. 2017). Efter några dagar tömdes brickorna genom en trätt till ett tefilter för att få bort vattnet och samla

upp innehållet i fällan. Tefiltret rullades ihop, lades i ett provrör som märktes med datum och replikatnamn innan det togs till labbet var det fylldes med etanol för att provet skulle hålla sig till bedömningstillfället.

Vid senare bedömning i labb vecklades filtret ut på en bricka varpå rapsbaggelarverna sorterades ut med hjälp av pincetter och bedömning av parasitering utfördes i stereomikroskop med 10 gånger förstoring. I de larver som var parasiterade kunde droppformade svarta ägg tydligt urskönjas i buken på larven utan att skära upp larven. Vid tveksamheter skars buken på larven upp med skalpell och tömdes på innehåll. En del larver var så pass skadade att det inte gick att se om de var parasiterade eller ej och antecknades därför i en separat kolumn. Även denna del av metoden följer Riggi et al. (Riggi et al. 2017).

### 3.4. Bedömning av skador på skidor orsakad av skidgallmygga och rapsbaggar

Toppskottet på tio plantor per replikat klipptes av med sekator och bedömdes antingen direkt i fält eller samlades in i buntar som märktes och lades i större säckar för senare bedömning i labb. Vid bedömning räknades det totala antalet skidor, även de stjälkar som saknade skidor. Därefter räknades antalet friska skidor, antalet skidlösa stjälkar (enbart de som orsakats av rapsbaggar, se bild D och E i figur 2) samt antalet skidor skadade av skidgallmygga. Dessa var gulnade till bruna, antingen med mer eller mindre synliga ingångshål eller helt uppfläckta, intorkade och hopskrumpna.

### 3.5. Statistisk analys

Samtliga data fördes in i Excel. Filen exporterades till en csv.-fil och fördes över till R för utförande av statistiska tester samt för illustrering av data med hjälp av grafer.

Data för de olika observationerna grupperades per block och fält (A-J) med ett medelvärde för varje skadegörare/skada per fält för att kunna göra jämförelser mellan de olika behandlingarna med balanserade värden. Data över de olika behandlingar (samodlingsgröda, skötselnivå etc. se figur 1 under metod) slogs ihop med data för observationer av skadegörare/skador för att möjliggöra tester som undersöker samband med behandlingseffekt. För parasiteringsnivå och skadenivå av skidgallmygga och rapsbaggar beräknades proportioner av skadan genom att dela andelen parasiterade larver med totalen och liknande för andelen skadade skidor.

Vidare utformades punktdiagram (Cleveland dotplot) och histogram över datan för att fastställa att den följde en ungefärlig normalfördelningskurva. Även

blockeffekt illustrerades med hjälp av linjediagram för att se om det var tydliga skillnader mellan behandlingarna beroende på deras geografiska placering. Därefter sattes block som slumpmässig faktor och behandling som fixerad faktor för att ta bort eventuell blockeffekt och låta eventuella skillnader representeras av behandling. Andel skadade knoppar/skidor eller antal skadegörare ställdes mot antingen fält (A-J), skötselnivå (hög eller låg) eller typ av samodlingsgröda (Alexandrinklöver, Åkerböna eller ingen). Därefter kontrollerades antaganden om lika varians i residualserien och normalfördelade residualer genom diagnosgrafer (punktdiagram och Q-Q-plot) och ett Shapiro-Wilk-test.

Behandlingarna testades med ett F-test (Anova) för att se om det fanns någon övergripande skillnad i skadenivå/skadedjursförekomst baserat på behandling samt ett Tukey-post-hoc-test för parvisa jämförelser. Som signifikansnivå användes 5 procent och anges i testerna av p-värdet. Signifikanskoder illustreras enligt följande: '\*\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1. För parvisa jämförelser illustreras signifikans mellan olika behandlingar med hjälp av signifikansbokstäver (a, b, c) där lika bokstav anger brist på signifikant skillnad mellan två behandlingar och skilda bokstäver visar på en skillnad med minst 5 procent. Konfidensintervall sattes till 95 procent. Frihetsgrader enligt Kenward-Roger-metoden.

Till följd av att data i Excel och skript i R är skrivet på engelska förekommer en del svengelska och förkortningar i figurerna under resultat. Se Förkortningar och begreppsförklaringar innan Inledningskapitlet.

## 4. Resultat

### 4.1. Observation av vuxna rapsbaggar, blygrå rapsvivel och fyrtandad rapsvivel samt knoppskador

Förekomsten av vuxna rapsbaggar, blygrå rapsvivel och fyrtandad rapsvivel per planta var relativt låg under hela observationsperioden med mindre än en individ per planta under större delen av perioden (se figur 3). Flest observationer gjordes av rapsbaggar, som hade sin topp tidigare på säsongen än vivlarna och minst antal observationer gjordes av fyrtandad rapsvivel som hade ett kontinuerligt lågt antal observationer.

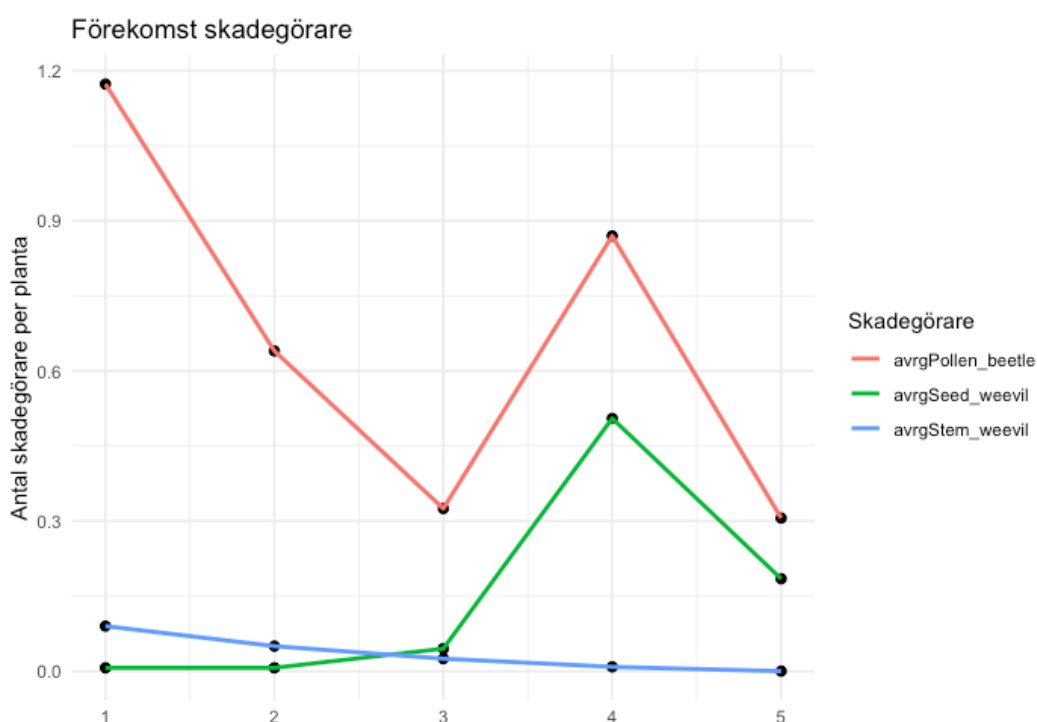
När det kommer till observationer av knoppskador orsakad av rapsbaggar kunde ingen signifikant skillnad fastställas med hjälp av parvisa tester mellan fältbehandlingarna (se figur 4). Behandling C hade minst antal skador. I samma stapeldiagram kan även observeras att mängden knoppskador inte skiljer sig åt väsentligt beroende av samodlingsgröda.

Anova-tester utfördes för antal vuxna rapsbaggar eller antal vuxna blygrå rapsvivel, men inget av dem visade på en signifikant skillnad mellan behandlingarna. P-värdet 0,192 för vuxna blygrå rapsvivel baserat på fält visade på en möjlig behandlingseffekt som ledde till vidare undersökning. Stapeldiagram över antalet blygrå rapsvivel (se figur 5) visar på en potentiell skillnad mellan behandlingarna baserat på samodlingsgröda. Parvisa tester i R gav en signifikant skillnad mellan alexandrinklöver och de fält som odlats utan samodlingsgröda på signifikansnivå 0.05 (se tabell 3). Skilda signifikansbokstäver i tabell 4 visar på samma skillnad. Skillnaden finns även illustrerad i figur 6.

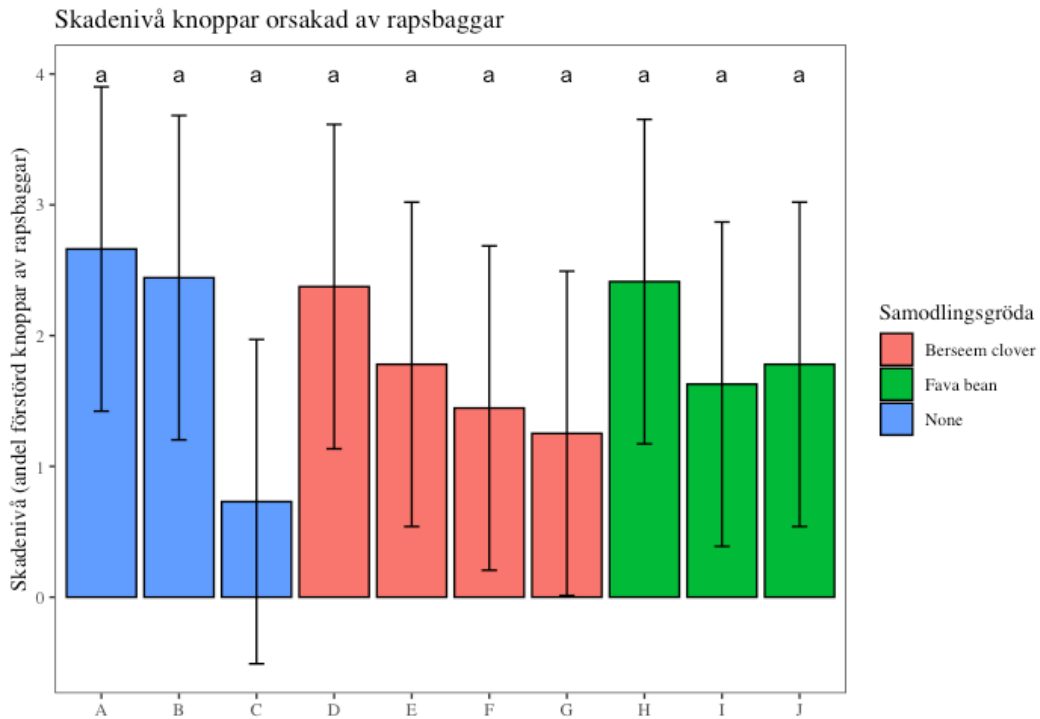
För att avgränsa arbetet och då siffrorna för fyrtandad rapsvivel inte visade på betydande angrepp, samt inte är kopplad till andra skadegörare på samma sätt som blygrå rapsvivel gjordes inte tester mellan behandlingarna för denna skadegörare.

Tabell 2. Resultat av Anova-tester. Signifikanskoder: '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1

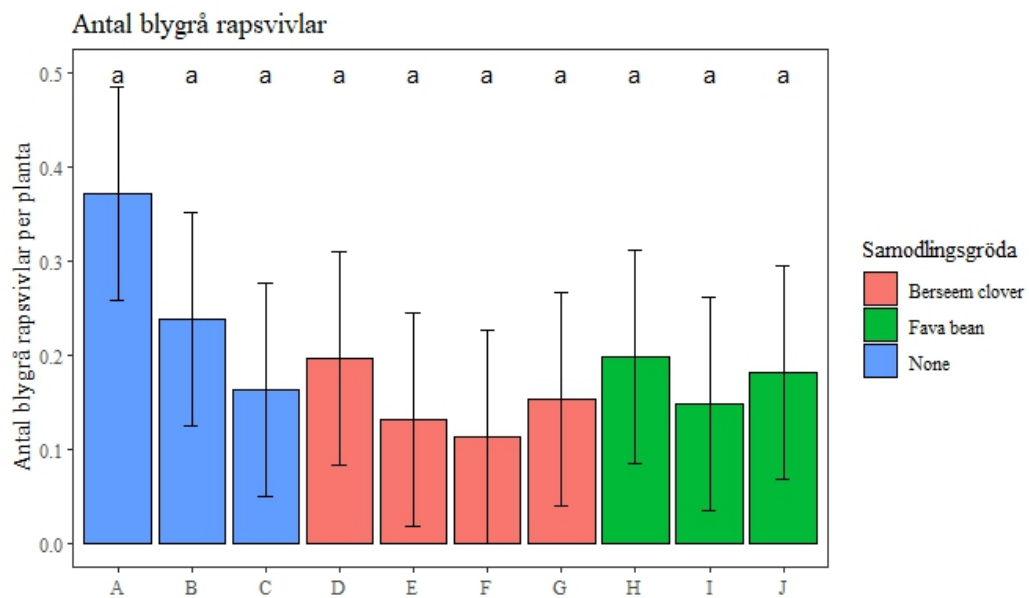
Anova-test	F-value	Df	P-value
Podmidge ~ plot	2.051	9	0.072.
Podmidge ~ input levels	13.643	1	<0.001***
Podmidge ~ intercrop	1.475	2	0.243
Podmidge ~ input levels (averaged per block)	18.096	1	0.024*
Podless ~ plot	0.915	9	0.527
Podless ~ input levels	0.076	1	0.784
Podless ~ intercrop	2.275	2	0.118
Parasitisation ~ plot	0.665	2	0.548
Pollen beetle ~ plot	0.845	9	0.583
Seed weevil ~ plot	1.517	9	0.192
Seed weevil ~ intercrop	3.072	2	0.059.
Podmidge ~ Seed weevil:plot	1.768	9	0.146
Podmidge ~ Seed weevil	1.470	1	0.233
Podless ~ Pollen beetle:plot	0.332	9	0.952
Podless ~ Pollen beetle	4.937	1	0.033*



Figur 3. Förekomst av vuxna rapsbaggar, blygrå rapsvivel och fyrtandad under observationsperiod 1–5. Observationsperiod 1: 24–26 april 2023. Observationsperiod 2: 3 maj 2023. Observationsperiod 3: 9–12 maj 2023. Observationsperiod 4: 16 maj 2023. Observationsperiod 5: 23 maj 2023.



Figur 4. Antal knoppskador i medeltal, orsakat av vuxna rapsbaggar. En stapel per fält (A-J). Färg på stapel samodlingsgröda.



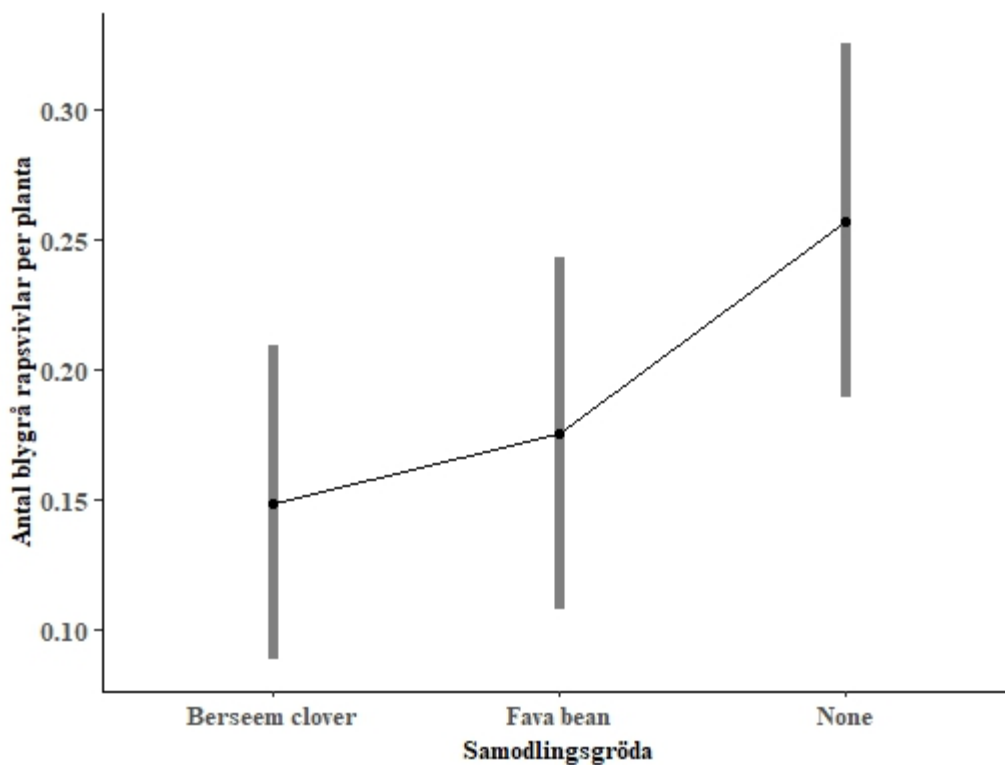
Figur 5. Antal blygrå rapsvilar i medeltal. En stapel per fält (A-J). Färg på stapel baserat på samodlingsgröda.

Tabell 3. Parvisa tester (Tukey-post-hoc-test) för skillnader i antal blygrå rapsvivel baserat på typ av samodlingsgröda. Signifikanskoder: '\*\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1

Parvisa tester	estimate	SE	df	t-ratio	p-value
Alexandrinklöver - Åkerböna	-0.199	0.214	34	-0.932	0.6241
Alexandrinklöver - Ingen	-0.529	0.214	34	-2.475	0.0473*
Åkerböna - Ingen	-0.330	0.229	34	-1.443	0.3307

Tabell 4. Test för att visa på skillnader i antal blygrå rapsvivel baserat på typ av samodlingsgröda med hjälp av signifikansbokstäver. Se under kolumn "group".

Samodlingsgröda	emmean	SE	df	lower CL	upper CL	group
Alexandrinklöver	-2.05	0.140	15.6	-2.34	-1.75	a
Åkerböna	-1.85	0.162	22.5	-2.18	-1.51	ab
Ingen	-1.52	0.162	22.5	-1.85	-1.18	b



Figur 6. Samband mellan antal blygrå rapsvivel och typ av samodlingsgröda. Punkterna representerar medelvärdet och de grå linjerna ett konfidensintervall på 95%.

## 4.2. Parasiteringsgrad

Samtliga behandlingar hade i medeltal en ungefärlig parasiteringsgrad på 65% (se **tabell 5**). Anova-testet i R visade inte på en signifikant skillnad mellan behandlingarna (se **tabell 2**) och resultatet undersöktes därför inte närmre.

Tabell 5. Parasiteringsgrad i medeltal för de olika fältbehandlingarna A, E och I.

Behandling (fält)	Parasiteringsgrad medeltal
A	67%
E	65%
I	66%

## 4.3. Skadenivå skidgallmygga

Andelen skadade skidor till följd av angrepp av skidgallmygga återfinns i tabell 6. Anova-test i R undersökte skadenivån av skidgallmygga baserat på fält-faktorn och det givna P-värdet visade på en trend (signifikansnivå 0.1) (se tabell 2), vilket gjorde att intresse väcktes att undersöka datasetet vidare. Stapeldiagram i figur 7 visar att skadenivån för skidgallmygga följer ett liknande mönster oavsett samodlingsgröda.

Stapeldiagram i figur 8 däremot visade på en potentiell skillnad i skadenivå baserad på input level där en hög input level verkade ge en högre skadenivå. Mycket riktigt visade ett Anova-test att det fanns en signifikant skillnad på signifikansnivå 0.001 mellan hög och låg input level (tabell 2). För detta test var dock skötselnivå inlagt som en faktor i modellen och testet är gjort som om varje observation är självständig från de andra, men egentligen är det flera fält som delar samma behandling när det kommer till skötselnivå. För att minska denna effekt beräknades medeltal per block och samma test utfördes ytterligare en gång. Detta ledde till en något lägre signifikansnivå med ett p-värde på 0.0238, men det visar fortfarande på en signifikant skillnad mellan behandlingarna, även illustrerad i figur 9.

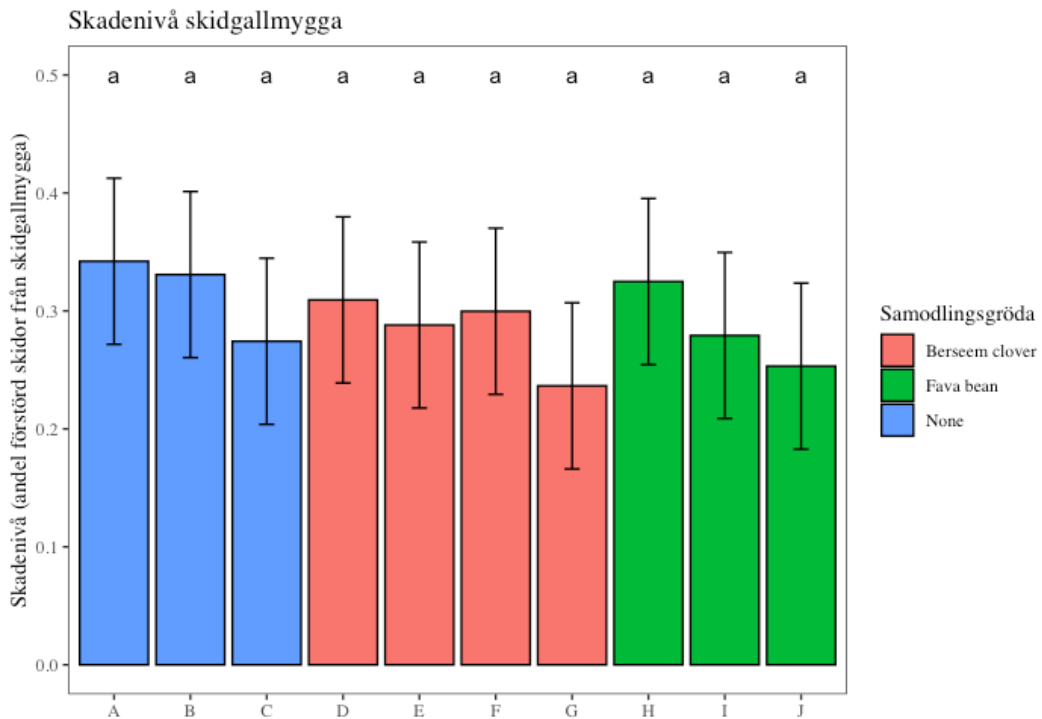
## 4.4. Skadenivå på skidor orsakad av rapsbaggar

Anova-tester utfördes på liknande sätt som ovan för skador på skidan orsakad av rapsbaggar (se tabell 2, Anova-tester "Podless parat med plot, input levels och intercrop"). Ingen av dessa tester visade på en signifikant skillnad mellan behandlingarna. Tabell 6 visar även den på en jämn andel skadade skidor, oberoende av fält.

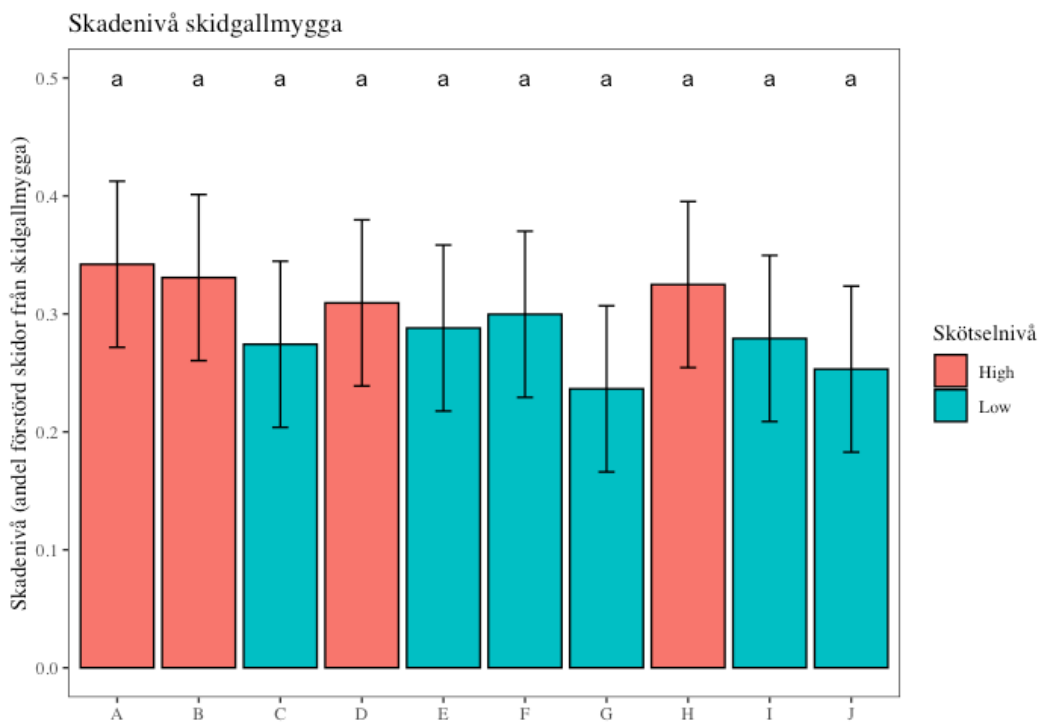


Tabell 6. Andelen friska och skadade skidor, orsakat av antingen skidgallmygga eller rapsbaggar i medeltal för de olika fältbehandlingarna A-J.

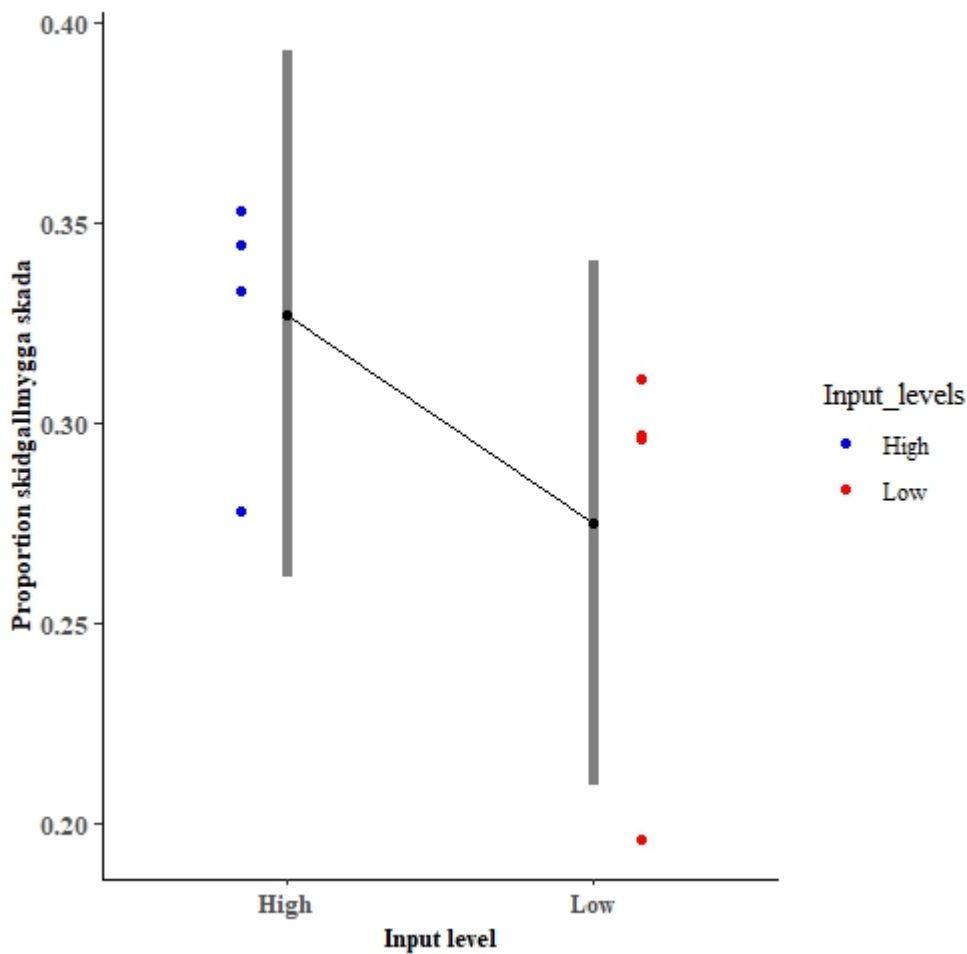
<b>Behandling (fält)</b>	<b>Andel skidgallmygga</b>	<b>Andel rapsbagge</b>	<b>Andel friska</b>
A	32%	30%	31%
B	32%	33%	26%
C	26%	30%	35%
D	30%	35%	27%
E	27%	30%	35%
F	30%	28%	29%
G	23%	30%	32%
H	33%	35%	24%
I	27%	33%	28%
J	24%	39%	30%



Figur 7. Antal skidskador i medeltal, orsakat av vuxna skidgallmygga. En stapel per fält (A-J). Färg på stapel baserat på samodlingsgröda.



Figur 8. Antal skidskador i medeltal, orsakat av vuxna skidgallmygga. En stapel per fält (A-J). Färg på stapel baserat på skötselnivå.



Figur 9. Samband mellan proportion skidor skadade av skidgallmygga och skötselnivå. Svarta punkter representerar medelvärdet och de grå linjerna ett konfidensintervall på 95%. Färgade punkter representerar observationer på blocknivå för hög respektive låg skötselnivå.

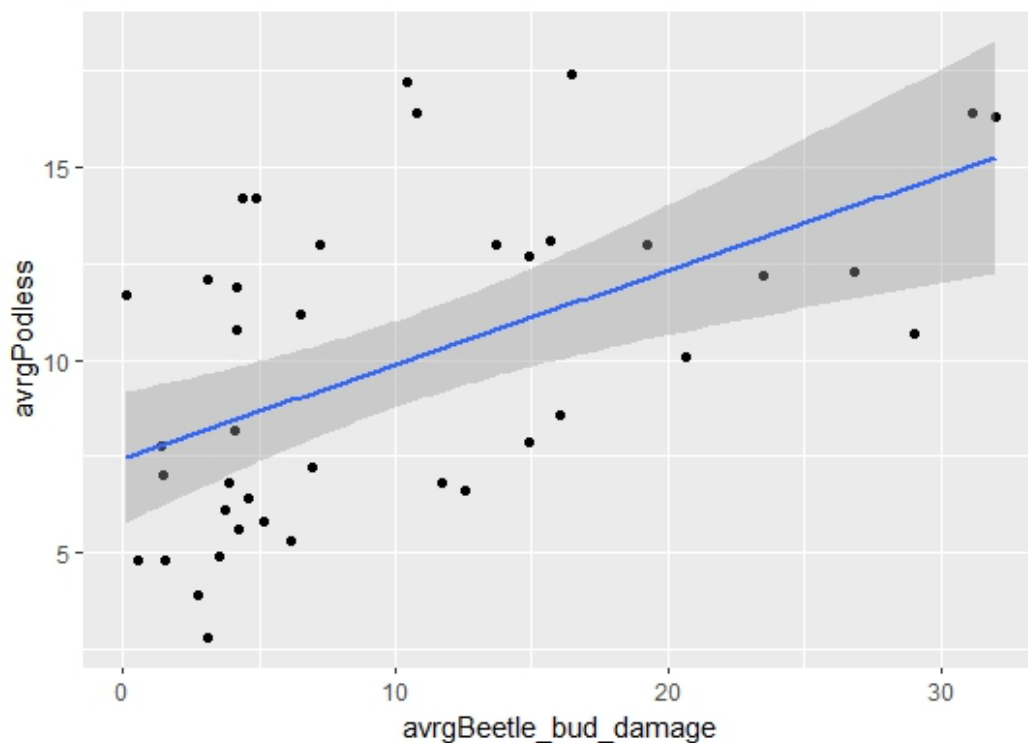
#### 4.5. Korrelation skadenivå skidgallmygga och blygrå rapsvivel

Först testades korrelation mellan proportionen av skador på skidorna orsakad av skidgallmygga med antalet blygrå rapsvivel i medeltal inkluderat med fälteffekt för att se om det fanns en korrelation och om den skilde sig åt mellan de olika behandlingarna A-J. Ingen signifikant skillnad observerades (se tabell 2) och då fälteffekten inte bidrog med något till testet togs faktorn bort för att förenkla modellen. Inte heller test mellan enbart skidgallmygga och blygrå rapsvivel visade på en korrelation (se tabell 2).

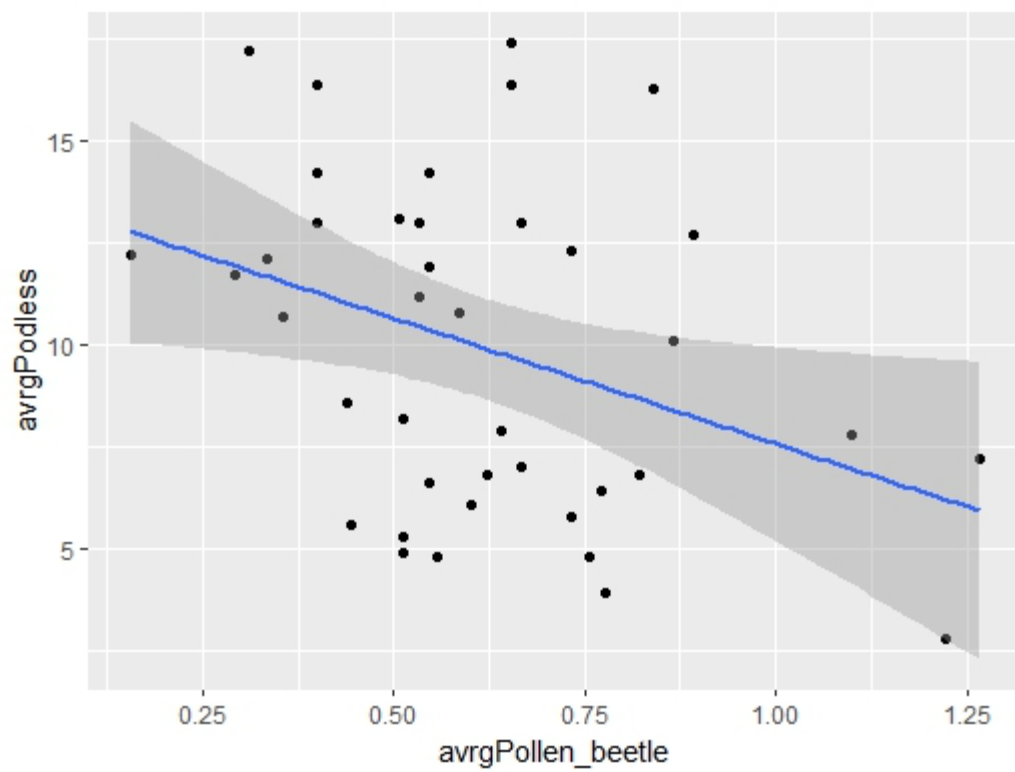
## 4.6. Korrelation mellan rapsbaggarna och skadenivåer (knopp och skida)

På liknande sätt testades korrelation mellan proportionen av skador på skidorna orsakad av rapsbaggarna med antalet vuxna rapsbaggarna i medeltal. I ett första test inkluderades fälteffekt, men då det inte visade på en signifikant skillnad (se tabell 2) eller på annat sätt bidrog med en förbättrad modell togs faktorn bort och testet återupprepades. Det nya testet gav ett p-värde på 0,033 och visade därmed på en korrelation mellan skadenivå och antal rapsbaggarna. Illustrerat med hjälp av spridningsdiagram (figur 11) observeras en negativ korrelation mellan de två faktorerna. Ju fler observerade rapsbaggarna, desto färre stjälkar saknade skida.

Vid test mellan antalet skadade knoppar och antalet skadade skidor kunde dock en tydlig positiv korrelation påvisas, illustrerat i figur 10.



Figur 10. Spridningsdiagram med linje för att påvisa korrelation mellan antal skidlösa stjälkar i förhållande till mängd skadade knoppar.



*Figur 11. Spridningsdiagram med linje för att påvisa korrelation mellan antal skidlösa stjälkar i förhållande till mängd vuxna rapsbaggar.*

## 5. Diskussion

### 5.1. Skillnader baserat på samodlingsgröda

En statistiskt signifikant skillnad för andelen blygrå rapsvivlar mellan de fält där raps odlats i renbestånd och de fält där raps samodlats med alexandrinerklöver visar på en potentiell fördel av samodling. Denna relation är inte undersökt av Emery et al. som är den rapport som undersökt liknande samspel mellan frosttåliga samodlingsgrödor och förekomsten av skadeinsekter.

I övrigt visar resultatet inte på några signifikanta skillnader mellan skadenivå/andel skadegörare och typ av samodlingsgröda. Dock följer exempelvis skadenivå av skidgallmygga samma mönster oavsett samodling eller ej, vilket visar på att samodling inte heller har en negativ effekt på skadebilden.

### 5.2. Korrelation skidgallmygga och skötselnivå

En högre skötselnivå ledde till ökad proportion skador orsakade av skidgallmygga. En hög skötselnivå innebär som beskrivet tidigare i rapporten både en kvävegiva på 100% och användning av pesticider i det angivna fältet. Dessa går inte att skilja från varandra och effekten går därför inte att härleda till antingen kvävegivan eller pesticidanvändningen. Det är dock inte troligt att det är pesticidanvändning som har en positiv effekt på skadenivån då den snarare har en potentiellt skadlig effekt på skidgallmyggan. Mer troligt är att en ökad kvävegiva leder till ökade skador. Något som dock inte kan stärkas av Zaller et al. som inte kunde visa på en relation mellan proportionen skadade skidor till följd av skidgallmygga och faktorer inom rapsfältet (2008).

Kvävegivan har visats ha effekt på både rapsbaggar och blygrå rapsvivlar. En ökad mängd kväve ger en ökad mängd volatila ämnen i växten som antingen kan verka lockande eller repellerande för insekter. Förekomsten av vissa av dessa ämnena ökar förekomsten av skadegörare i fält (Veromann et al. 2013). Skadenivån av skidgallmygga undersöktes inte i det aktuella försöket, men det är möjligt att samma effekt ligger bakom den observerade korrelationen.

## 5.3. Metoddiskussion

Data saknas för hela block eller enstaka fält till följd av misstag vid början av försöket när det kommer till tolkning av försöksupplägg, bristande markeringar för enstaka fält samt missväxt i fält A, block 3. För att råda bot på detta sattes flaggor upp för att på ett tydligare sätt markera de olika fältens början, något som även sparade mycket tid senare under försöket när plantorna blev så pass stora att det var svårt att se de tidigare markeringarna nere vid marken. Både observationer av adulta skadegörare samt bedömning av skador och parasiteringsgrad har dock skett ett flertal gånger över samtliga fält inom samtliga block, och den stora slutgiltiga datamängden bedöms väga upp för de tidigare misstagen.

### 5.3.1. Försöksupplägg

Med så pass små fält är det svårt att dra slutsatser kring olika behandlingseffekter. Då alla observationer och provtagningar har skett i fältkanterna är det möjligt att inte bara effekten inom fältet, utan även effekt mellan närliggande fält har uppmätts. Närliggande fält med och utan samodlingsgrödor kan ha påverkat varandra, pesticider kan ha spridits med avdrift även till de fält som inte skulle behandlas och förekomsten av insekter blir eventuellt mer randomiserad än vid mätningar i större fält. Exempelvis går eventuella effekter av att skidgallmyggen är en svag flygare förlorad då det inte rör sig om särskilt stora avstånd.

### 5.3.2. Observationer av vuxna rapsbaggar och bedömning av skador orsakad av rapsbaggar

Resultatet visade på en negativ korrelation mellan antal rapsbaggar och antal skidor skadade av rapsbaggar, något som inte följer en förväntad utgång. Tidigare forskning visar på en positiv korrelation mellan antalet rapsbaggar och skidlösa stjälkar (Zaller et al. 2008).

En möjlig anledning till ett icke förväntat utfall kan vara variationer i väder vid olika mättidpunkter som gjorde att rapsbaggarna inte befann sig i fält vid observationstillfället. En mer tillförlitlig metod för prognos av slutgiltiga skador verkar vara att räkna antal skadade knoppar, då en positiv korrelation kunde uppvisas mellan dessa och skidlösa stjälkar i slutet av försöket. Seimandi-Corda et al. har utvärderat olika metoder för provtagning av rapsbaggar stärker denna tes då deras resultat visar på att utvärdering av antalet vuxna rapsbaggar saknar robusthet för bedömning av slutliga skördeförfluster (2021). De menar att bedömning av knoppsskador ger ett mer tillförlitligt resultat där skadorna kan kvantifieras även senare under säsongen och att skadebilden på enskilda blomställningar ger en god bild av skadetrycket på hela plantan (Seimandi-Corda et al. 2021).

### 5.3.3. Bedömning av skador på skidor orsakad av skidgallmygga och rapsbaggar

Metoden för bedömning av skador på skidor orsakad av skidgallmygga och rapsbaggar ändrades efter hand på grund av varmare väder som försvårade långa dagar i fält. Metoden att samla in plantor och göra bedömningen i labb visade sig vara effektivare.

### 5.3.4. Bedömning av parasiteringsgrad rapsbaggelarver

Förekomsten av insamlade larver kan skiljt sig åt mellan fälten då ett flertal fällor hann torka ut innan tömning, både vid insamling 7 juni och 14 juni. I vissa fält hade båda brickorna torkat ut helt, varpå nytt vatten behövde hällas på för att få loss intorkade insekter. Detta kan ha lett till skada av larver som då inte kunde bedömas för parasiteringsgrad. Det var dock enbart ett fåtal larver som var så pass skadade och hade troligtvis ingen större påverkan på resultatet. För att säkerställa en ett jämligt resultat vid framtida försök bör dock hänsyn tas till väder och om möjligt bör fällorna tömmas tidigare vid varm, solig väderlek så att inga brickor torkar ut innan tömning.

Vid andra insamlingstillfället saknas resultat från en av fällorna i fält A, block 2 då ett av provrören troligtvis tappades i fält.

## 5.4. Framtida forskning

En ökad areal med raps i Sverige kan potentiellt påverka skadeinsektspopulationerna. Det är därför av vikt att fortsätta följa förekomsten av adulta skadeinsekter, skadenivån av dessa och förekomsten av deras naturliga fiender, samt att fortsatt utvärdera alternativa växtskyddsåtgärder inom IPM.

Arbetet har främst haft fokus på parasitoider för biologisk kontroll av rapsbaggepopulationen. Intressant för framtida forskning hade varit att även inkludera effekten av marklevande rovdjur. Parasitoider och marklevande rovdjur kan komplettera varandra för att hålla nere populationen av rapsbaggar. Då de är verksamma under olika perioder av odlingen ökar effektiviteten av biologisk kontroll i rapsfält. Resultat av försök i fält vs. försök i kontrollerad miljö utan förekomst av marklevande rovdjur visade på en minskning av det genomsnittliga antalet rapsbaggar med 44% vid förekomst av rovdjur (Dainese et al. 2017).

Riggi et al. presenterar ett resultat som visar på att landskapseffekter inte hade en större påverkan på förekomsten av rapsbaggar och dess naturliga fiender. Lokala åtgärder som gynnar marklevande rovdjur skulle däremot kunna vara en väg att gå för ökad kontroll av rapsbaggar (2017).

Det hade även varit intressant att undersöka kvävegivans påverkan på skadenivån av skidgallmygga närmare för att se om det följer samma trend som



Veromann et al. kunde observera för rapsbaggar och blygrå rapsvivel. Genom att skilja kvävegivan från pesticidanvändning går det att dra en tydligare slutsats kring vilken del av skötselnivån som hade en påverkan i försöket. Med tillägg av undersökning av förekomsten av volatila ämnen vid olika kvävegivor och deras eventuella påverkan på förekomsten av skidgallmygga i fält ges en mer heltäckande bild av samspelet.

Under försöket har skadegörarna behandlats som isolerade från varandra, men som nämnt i bakgrunden menar Gagic et al. att en kombinerad effekt av flera skadegörare kan ge en skadebild som inte stämmer överens med de den faktiska skördepåverkan. För att ge ett tydligare resultat och för att vidare undersöka potentialen att minska användandet av insekticider bör försök utföras där den kombinerade effekten av olika skadegörare undersöks.

Vidare behövs en ökad förståelse för skadeinsekternas och de naturliga fiendernas livscyklar och förekomst vid olika tidpunkter beroende på exempelvis väder. Detta försök har inte tagit hänsyn till klimatdata. Genom att inkorporera det som en faktor i framtida forskning kan bekämpningen ytterligare preciseras och undvikas vid tillfällen då skadeinsekterna inte är närvarande i fält och på så vis även skydda de naturliga fienderna.

## 6. Slutsats

Samodling av raps med frostkänsliga baljväxter har i de flesta undersökta fall ingen observerad påverkan på förekomsten av adulta rapsbaggar, blygrå rapsvivar och fyrtandade rapsvivar. Enbart mellan de fält där raps odlats i renbestånd och de fält där raps samodlats med alexandrinerklöver kunde en signifikant skillnad påvisas i andel blygrå rapsvivar.

Samodlingen visade inte heller någon effekt på parasiteringsgrad på rapsbaggelarver. Dock visades en hög parasiteringsgrad över lag och effektiviteten av parasitering som biologiskt bekämpningsmedel bör utvärderas ytterligare.

Den höga andelen skadade skidor med runt enbart 30% friska skidor per planta visar på ett behov av bekämpning av rapsbaggar och skidgallmygga för att inte lida svåra skördeföruster. Samodlingen visade ingen tydlig påverkan på skadenivån på skidorna orsakad av vare sig rapsbaggar eller skidgallmygga. Däremot påvisas inte heller någon negativ påverkan och intresset för samodling som metod för minskad användning av kvävegödsel och kemiska bekämpningsmedel kvarstår.

Det faktum att en hög skötselnivå dessutom bidrog till en ökad mängd skador av skidgallmygga stärker argumentet för en minskad användning kemisk bekämpning och kvävegödsling.

De positiva resultat som påvisats hittills för kväveupptag och skadeinsektsförekomst vid samodling av raps och frostkänsliga baljväxter ger anledning nog att fortsätta forskningen på området för att se hur samspelet fungerar under svenska förhållanden.

## Referenser

Alford, D.V. (2003). *Biocontrol of oilseed rape pests*. Oxford: Blackwell Science Ltd.

Cadoux, S., Sauzet, G., Valantin-Morison, M., Pontet, C., Champolivier, L., Robert, C., Lieven, J., Flenet, F., Mangenot, O., Fauvin, P. & Lande, N. (2015). Intercropping frost-sensitive legume crops with winter oilseed rape reduces weed competition, insect damage, and improves nitrogen use efficiency. *OCILSEEDS AND FATS CROPS AND LIPIDS*, 22 (3), D302. <https://doi.org/10.1051/ocl/2015014>

CropScience, B. (u.å.). *Brassica pod midge*. Bayer Crop Science UK. <https://cropscience.bayer.co.uk/threats/pest-and-slugs/brassica-pod-midge/> [2023-08-07]

Dainese, M., Schneider, G., Krauss, J. & Steffan-Dewenter, I. (2017). Complementarity among natural enemies enhances pest suppression. *Scientific Reports*, 7 (1), 8172. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-08316-z>

Emery, S.E., Anderson, P., Carlsson, G., Friberg, H., Larsson, M.C., Wallenhammar, A.-C. & Lundin, O. (2021). The Potential of Intercropping for Multifunctional Crop Protection in Oilseed Rape (*Brassica napus* L.). *FRONTIERS IN AGRONOMY*, 3, 782686. <https://doi.org/10.3389/fagro.2021.782686>

Eurostat (2023). *Statistics* | Eurostat. <https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/tag00100/default/line?lang=en> [2023-08-01]

Gagic, V., Riggi, L.G., Ekbohm, B., Malsher, G., Rusch, A. & Bommarco, R. (2016). Interactive effects of pests increase seed yield. *Ecology and Evolution*, 6 (7), 2149–2157. <https://doi.org/10.1002/ece3.2003>

Government of Canada, C.F.I.A. (2012). *The Biology of Brassica napus L. (Canola/Rapeseed)*. [fact sheet]. <https://inspection.canada.ca/plant-varieties/plants-with-novel-traits/applicants/directive-94-08/biology-documents/brassica-napus-l-/eng/1330729090093/1330729278970> [2023-08-01]

HIR Malmöhus (u.å.). Proteingrödor - Odling och Ekonomi. HIR Malmöhus AB. [http://hushallningssallskapet.se/wp-content/uploads/2015/04/proteingrador\\_hafte-2011.pdf](http://hushallningssallskapet.se/wp-content/uploads/2015/04/proteingrador_hafte-2011.pdf) [2023-08-02]

Jordbruksverket (2021). Utvecklingsskala för oljevaxter. Jordbruksverket. [https://fou.jordbruksverket.se/vxinfo/download/oljevaxter\\_utvstad.pdf](https://fou.jordbruksverket.se/vxinfo/download/oljevaxter_utvstad.pdf) [2023-07-

19]

Jordbruksverket (2022a). *Jordbruksmarkens användning 2022. Preliminär statistik*. [text]. <https://jordbruksverket.se/om-jordbruksverket/jordbruksverkets-officiella-statistik/jordbruksverkets-statistikrapporter/statistik/2022-05-20-jordbruksmarkens-anvandning-2022.-preliminar-statistik> [2023-08-07]

Jordbruksverket (2022b). *Skörd av spannmål, trindsäd och oljeväxter 2022, preliminär statistik för riket*. [text]. <https://jordbruksverket.se/om-jordbruksverket/jordbruksverkets-officiella-statistik/jordbruksverkets-statistikrapporter/statistik/2022-11-15-skord-av-spannmal-trindsad-och-oljevaxter-2022-preliminar-statistik-for-riket> [2023-08-01]

Jordbruksverket (u.åa). Raps. Jordbruksverket. <https://jordbruksverket.se/download/18.60739fa416fa25bead8adbed/1644937061319/Jordbruksverkets-uppgifter-om-raps-tga.pdf> [2023-08-01]

Jordbruksverket (u.åb). Växtskyddsinfo. [https://fou.jordbruksverket.se/vxinfo/mobil/answer\\_skade.php?ogras\\_id=0517](https://fou.jordbruksverket.se/vxinfo/mobil/answer_skade.php?ogras_id=0517) [2023-07-21]

Lorin, M., Jeuffroy, M.-H., Butier, A. & Valantin-Morison, M. (2016). Undersowing winter oilseed rape with frost-sensitive legume living mulch: Consequences for cash crop nitrogen nutrition. *FIELD CROPS RESEARCH*, 193, 24–33. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2016.03.002>

Lundin, O. (2021). Consequences of the neonicotinoid seed treatment ban on oilseed rape production – what can be learnt from the Swedish experience? *Pest management science*, 77 (9), 3815–3819. <https://doi.org/10.1002/ps.6361>

Meier, U. (2018). *Growth stages of mono-and dicotyledonous plants | BBCH Skala*. <https://web.archive.org/web/20181015152947/https://ojs.openagrar.de/index.php/BBCH/article/view/515> [2023-07-20]

Riggi, L.G., Gagic, V., Rusch, A., Malsher, G., Ekbom, B. & Bommarco, R. (2017). Pollen beetle mortality is increased by ground-dwelling generalist predators but not landscape complexity. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 250, 133–142. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2017.06.039>

Seimandi-Corda, G., Jenkins, T. & Cook, S.M. (2021). Sampling pollen beetle (*Brassicogethes aeneus*) pressure in oilseed rape: which method is best? *Pest Management Science*, 77 (6), 2785–2794. <https://doi.org/10.1002/ps.6310>

Veromann, E., Toome, M., Kännaste, A., Kaasik, R., Copolovici, L., Flink, J., Kovács, G., Narits, L., Luik, A. & Niinemets, Ü. (2013). Effects of nitrogen fertilization on insect pests, their parasitoids, plant diseases and volatile organic compounds in *Brassica napus*. *Crop protection*, 43, 79–88. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2012.09.001>

Zaller, J.G., Moser, D., Drapela, T., Schmöger, C. & Frank, T. (2008). Effect of within-field and landscape factors on insect damage in winter oilseed rape.

*Agriculture, Ecosystems & Environment*, 123 (1), 233–238.  
<https://doi.org/10.1016/j.agee.2007.07.002>

# Tack

Jag vill tacka min handledare Chloë Raderschall samt min biträdande handledare Mattias Larsson för all hjälp med detta arbete, utan Chlöes kunskaper i R hade resultatet inte sett dagens ljus. Till min examinator Johan Stenberg för att du tar dig tiden att bedöma detta arbete och till Michael Doorly för gott opponentskap. Ett tack går också ut till Aya, Prunelle, Mubashir och Alex för hjälp i fält och i labbet. Till Jenny Tyllström för lån av bil, utan vilken det hade blivit ett betydligt större projekt att ta sig till Lönnstorp. Tack även till min flickvän Malin Reimerthi och min familj för ni har stöttat mig och stått ut när det inte kändes som det skulle gå. Och sist men inte minst till mina kursare som alltid stöttat varandra genom hela utbildningen, inte minst nu under arbetet med våra självständiga arbeten.