



Effekter av samodling av raps (*Brassica napus*) med baljväxter på förekomsten av rapsjordloppan (*Psylliodes chrysocephala*)

*Effects of intercropping rapeseed (*Brassica napus*) with legumes on the occurrence of the cabbage stem flea beetle (*Psylliodes chrysocephala*)*

Leon Charters-Rowe

Examensarbete/Självständigt arbete • (15 hp)

Sveriges lantbruksuniversitet, SLU

Fakulteten för landskapsarkitektur, trädgårds- och växtproduktionsvetenskap

Trädgårdsingenjör - Odling

Alnarp 2023



Effekter av samodling av raps (*Brassica napus*) med baljväxter på förekomsten av rapsjordloppan (*Psylliodes chrysocephala*)

Leon Charters-Rowe

Handledare: Mattias Larsson, Sveriges lantbruksuniversitet, Växtskyddsbiologi
Examinator: Lars Mogren, Sveriges lantbruksuniversitet, Biosystem och teknologi

Omfattning: (15 hp)
Nivå och fördjupning: (Grundnivå, G2E)
Kurstitel: Självständigt arbete i Biologi
Kurskod: EX0855
Program/utbildning: Trädgårdsingenjör - Odling
Kursansvarig inst.: Biosystem och teknologi

Utgivningsort: Alnarp
Utgivningsår: 2024

Nyckelord: Samodling, rapsjordloppa, *Brassica napus*, Integrerat växtskydd(IPM), baljväxter, växtskydd, raps, höstraps, *Psylliodes chrysocephala*

Sveriges lantbruksuniversitet

Fakulteten för landskapsarkitektur, trädgårds- och växtproduktionsvetenskap
Institutionen för Biosystem och teknologi

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

Jordbruket står inför stora utmaningar när det gäller att möta hållbarhetsmål samtidigt som man ska säkerställa tillräcklig matproduktion. Raps (*Brassica napus*) är en viktig gröda som odlas för produktion av rapsolja och som foder, samt spelar en avgörande roll i växtföljder för att förbättra jordhälsa. En av de största utmaningarna är att hantera skadegörare såsom rapsjordloppan (*Psylliodes chrysocephala*) utan att överanvända kemiska bekämpningsmedel, vilket leder till resistensproblem och negativa miljöeffekter. Syftet med denna studie var att undersöka om samodling av raps med grödor som åkerböna (*Vicia faba L.*), klöver (*Trifolium alexandrinum L.*) och gräsärta (*Lathyrus sativus L.*) kan minska populationerna av rapsjordloppan och därmed minska behovet av kemiska bekämpningsmedel. Studien genomfördes genom försöksodlingar i Lönnstorp, Skåne, där raps samodlades med de valda grödorna under olika odlingsförhållanden. Data samlades in genom att räkna antalet larver av rapsjordloppor per planta och mäta plantvikt, samt genomföra statistiska analyser med ANOVA och post-hoc tester. Resultaten visade att vissa samodlingsbehandlingar signifikant minskade antalet larver av rapsjordloppor per planta jämfört med renbestånd av raps. Behandlingar som inkluderade klöver och våråkerböna visade särskilt lovande resultat med lägre larvantal och mindre variation i standardavvikelse. Samodling visade sig vara en effektiv metod för att minska skador orsakade av rapsjordloppan och kan därmed bidra till att minska användningen av kemiska bekämpningsmedel. Resultaten överensstämmer delvis med tidigare forskning, men ytterligare studier behövs för att bekräfta fynden över flera odlingsår och platser. Samodling av raps med baljväxter kan vara en hållbar strategi för att hantera rapsjordloppan, minska användningen av kemiska bekämpningsmedel och främja ett mer hållbart jordbruk. Framtida forskning bör fokusera på långsiktiga effekter och utvärdera samodlingens bredare applicerbarhet på andra skadegörare och markhälsa.

Nyckelord: Samodling, rapsjordloppa, *Brassica napus*, Integrerat växtskydd(IPM), baljväxter, växtskydd, raps, höstraps, *Psylliodes chrysocephala*

Abstract

Agriculture faces significant challenges in meeting sustainability goals while ensuring sufficient food production. One of the biggest challenges is managing pests such as the cabbage stem flea beetle (*Psylliodes chrysocephala*) without overusing chemical pesticides, which leads to resistance issues and negative environmental impacts. Rapeseed (*Brassica napus*) is an important crop grown for rapeseed oil production and as feed, and it plays a crucial role in crop rotation to improve soil health. The aim of this study was to investigate whether intercropping rapeseed with crops such as faba bean (*Vicia faba* L.), clover (*Trifolium alexandrinum* L.), and grass pea (*Lathyrus sativus* L.) can reduce the populations of the cabbage stem flea beetle and thereby decrease the need for chemical pesticides. The study was conducted through field trials in Lönstorp, where rapeseed was intercropped with the selected crops under various growing conditions. Data were collected by counting the number of larvae per plant and measuring plant weight, followed by statistical analyses using ANOVA and post-hoc tests. The results showed that certain intercropping treatments significantly reduced the number of larvae per plant compared to pure stands of rapeseed. Treatments that included clover and faba bean showed particularly promising results with lower larval numbers and less variation in standard deviation. Intercropping proved to be an effective method to reduce damage caused by the cabbage stem flea beetle and could thereby contribute to reducing the use of chemical pesticides. The results are consistent with previous research, but further studies are needed to confirm the findings over multiple growing seasons and locations. Intercropping rapeseed with legumes can be a sustainable strategy for managing the cabbage stem flea beetle, reducing the use of chemical pesticides, and promoting more sustainable agriculture. Future research should focus on long-term effects and evaluate the broader applicability of intercropping to other pests and soil health.

Keywords: Intercropping, cabbage stem flea beetle, *Brassica napus*, Integrated Pest Management (IPM), legumes, crop protection, rapeseed, winter rapeseed, *Psylliodes chrysocephala*

Innehållsförteckning

| | |
|--|-----------|
| Tabellförteckning | 9 |
| Figurförteckning..... | 10 |
| 1. Inledning..... | 11 |
| 1.1. Syfte..... | 12 |
| 1.2. Frågeställningar | 12 |
| 1.3. Begränsningar för studien | 13 |
| 2. Bakgrund..... | 14 |
| 2.1. Raps | 14 |
| 2.2. Rapsjordloppa (<i>Psylliodes chrysocephala</i>) | 15 |
| 2.3. Åtgärder och bekämpning av rapsjordloppan | 16 |
| 2.3.1. Insecticider..... | 16 |
| 2.3.2. Samodling alternativ metod | 17 |
| 2.3.3. Integrated pest management (IPM) | 18 |
| 3. Material och metod..... | 20 |
| 3.1. Försöksuppställning..... | 20 |
| 3.2. Utförande våren 2024..... | 23 |
| 3.3. Analys av data | 24 |
| 3.3.1. Hantering och sammanslagning av behandlingar | 24 |
| 3.3.2. Normalitetstest | 24 |
| 3.3.3. Variansanalys (ANOVA) | 24 |
| 3.3.4. Post-hoc analyser | 24 |
| 3.3.5. Residualanalys..... | 25 |
| 4. Resultat..... | 26 |
| 4.1. Förekomst av larver våren 2024..... | 26 |
| 4.2. Plantvikt | 29 |
| 5. Diskussion..... | 31 |
| 5.1. Förekomst av larver | 31 |
| 5.2. Betydelsen av plantvikt..... | 32 |

| | | |
|-------------------|------------------------------------|-----------|
| 5.3. | Studiens begränsningar..... | 33 |
| 5.4. | Jämförelse med andra studier | 33 |
| 5.5. | Framtida forskning..... | 34 |
| 5.6. | Slutsats | 35 |
| 6. | Referenser | 36 |
| Tack | | 40 |

Tabellförteckning

| | |
|---|----|
| Tabell 1. De olika behandlingarnas specifika odlingsförhållanden. Smalt radavstånd är 12,5 cm. Brett radavstånd är 50 cm. Hög mängd kvävegödselmedel 213kg/ha. Låg mängd kvävegödselmedel 160kg/ha... | 21 |
| Tabell 2. Sammanfattning av behandlingarnas odlingsförhållanden och resultat: Tabellen visar gröda och sådd, insatsnivå (hög/låg), radavstånd (cm), plantvikt (g), stamdiameter (mm), och genomsnittligt antal larver av rapsjordloppor per planta..... | 27 |

Figurförteckning

- Figur 1. Blocken (I-IV) innehåller olika behandlingar för att undersöka samodling och odlingsmetoder på raps (*Brassica napus* L.). Behandlingarna placerades slumpmässigt i varje block.20
- Figur 2. Medelvärde av larver av rapsjordloppor per planta för olika behandlingar och input-nivåer (Hi och Lo). Input avser mängd bekämpnings- och gödselmedel. ANOVA utan post-hoc justeringar. Signifikanta skillnader ($p < 0.05$) markeras med olika bokstäver. När skillnaderna analyserades med kompensation för det stora antalet behandlingar återfanns inga signifikanta skillnader.26
- Figur 3. Medelvärde av larver per planta för behandlingar och input-nivåer (Hi och Lo). Input avser bekämpnings- och gödselmedel. Behandlingar sådda 42 dagar senare är borttagna. ANOVA med Tukey's HSD. Signifikanta skillnader ($p < 0.05$) markeras med bokstäver.28
- Figur 4. Medelvärde av plantvikt (g) per planta för behandlingar och input-nivåer (Hi och Lo). Input avser bekämpnings- och gödselmedel. ANOVA med Tukey's HSD. Signifikanta skillnader ($p < 0.05$) markeras med bokstäver.29
- Figur 5. Medelvärde av plantvikt (g) per behandling och input-nivå (Hi och Lo). Behandlingar med likartad gröda har slagits ihop, medan behandlingar sådda 42 dagar senare är borttagna. ANOVA utan post-hoc. Signifikanta skillnader ($p < 0.05$) markeras med bokstäver.30

1. Inledning

Dagens jordbruk står inför en mängd komplexa utmaningar när det gäller att möta både befolkningens behov av mat och råvaror samt att uppnå FN:s hållbarhetsmål. Klimatförändringar på både lokal och global nivå, i kombination med problem som vi själva har orsakat, såsom resistenta skadegörare till följd av överdriven användning av kemiska bekämpningsmedel, utgör betydande hinder (Andert et al., 2021). Politiska beslut och regleringar inom EU begränsar böndernas handlingsutrymme, vilket minskar deras valmöjligheter (Lamichhane et al., 2014). Vi är nu starkt beroende av förändring mot ett mer uthålligt jordbrukssystem som kan klara av framtidens utmaningar.

En kombination av låga konsumentpriser och höga kvalitetskrav på produkterna har satt stor press på odlarna. Misslyckas produkterna att uppnå den förväntade kvaliteten kan det leda till stora ekonomiska förluster för odlarna. För att undvika denna risk överanvänds ofta kemiska bekämpningsmedel mot skadegörare som en form av försäkring (Theunissen 1994). En betydande skadegörare för svenskt jordbruk är rapsjordloppan. Dess angrepp kan orsaka stora skador på rapsplantor vilket leder till minskad skörd och avkastning (Andersson et al 2015).

Traditionellt har kemiska bekämpningsmedel använts för att skydda grödorna mot vuxna rapsjordloppor, men på grund av oro över deras effekter på andra organismer har användningen av den förut vanligaste gruppen av pesticider, neonikotinoider, minskat genom restriktioner (Ortega-Ramos et al. 2022). För närvarande är pyretroider det främst registrerade insekticid-alternativet, men resistens är ett växande problem. Därför är det nödvändigt att ha en bredare uppsättning bekämpningsmedel tillgängliga för jordbrukare för att bekämpa rapsjordloppan på ett hållbart och effektivt sätt.

Det finns idag en global trend mot att introducera diversitet inom våra agrosystem (Zhu & Morel 2019). Samodling var från början en strategi för att utveckla diversitet inom jordbruket för att främja biologisk kontroll av skadegörare. Definitionen lyder "odling av två eller flera arter av grödor på ett sådant sätt att de interagerar agronomiskt" (Theunissen 1994). En effekt av samodling är minskade populationer av vissa herbivorer jämfört med monokulturer. Denna effekt kan vara

på grund av visuell- eller luktförvirring, mekaniskt skydd, opassande kvalitet hos värdväxten, ökad närvaro av naturliga fiender samt högre frekvens av sjukdomar hos insekter. Flera studier har visat att samodling ökar avkastningen jämfört med monokulturer. Detta beror delvis på att samodling minskar angrepp av sjukdomar av andra skadegörare som till exempel svamp samt ökar näringen i substratet. Upptaget av mikronäringsämnen är förbättrat i många samodlingssystem (Zhu & Morel 2019).

Raps (*Brassica napus*) odlas globalt för produktion av rapsolja, foder samt till industri. Rapsfrön är rika på fetter, vilka extraheras och används till matlagning och konsumtion. En biprodukt vid extrahering av fetter från rapsfrön är rapskakan, som är näringsrik och proteinrik. Rapskakan används som foder till djur och utgör därför en viktig komponent för djurens näringsintag (Government of Canada, Canadian Food Inspection Agency, Plant Health and Biosecurity Directorate 2017). Idag är rapsen den andra största källan till vegetabilisk olja efter sojabönan och odlas på stora arealer (Zhang et al., 2017). Ökad produktion har lett till att skadegörare som angriper rapsen ökat, vilket har en stor negativ påverkan på odlingarna i hela Europa. Under åren 2019–2020 var rapsavkastningen den lägsta sedan 2006–2007, främst på grund av trycket från skadegörare och minskad effektivitet hos dagens insekticider.

1.1. Syfte

Syftet med studien var att undersöka huruvida samodling av raps (*Brassica napus*) med grödor såsom åkerböna (*Vicia faba L.*), klöver (*Trifolium alexandrinum L.*) och gräsärta (*Lathyrus sativus L.*) kan påverka populationerna av rapsjordloppan (*Psylliodes chrysocephala*). Studien syftade också till att öka vår förståelse för hur samodling, inom ramen för integrerad skadedjursbekämpning (IPM), kunde bidra till att bekämpa angrepp av rapsjordloppan. Det övergripande målet var att identifiera nya metoder för att minska användningen av bekämpningsmedel och därigenom minska risken för miljöpåverkan samt att skadedjuren utvecklar resistens.

1.2. Frågeställningar

Påverkar samodling av raps, förekomsten larver av rapsjordloppan jämfört med vanlig konventionell odling av raps?

Påverkar behandlingarna kvaliteten på plantorna i övrigt? (här definierad som plantvikt)

Kan samodling minska användningen av kemiska bekämpningsmedel?

1.3. Begränsningar för studien

Denna studie fokuserade specifikt på att undersöka effekten av samodling och insatsnivåer av bekämpningsmedel och gödsel på antalet larver av rapsjordloppa per planta. Arbetet studerade endast rapsjordloppa och tog inte hänsyn till andra potentiella skadegörare som kunde påverka rapsen. Tidigare forskning hade visat att behandlingar kunde ha stora effekter på flera skadegörare. Det stora antalet behandlingar och det begränsade antalet replikat per behandling kunde ha påverkat möjligheten att upptäcka effekter och skillnader mellan behandlingarna. Studien genomfördes under en enda odlingssäsong och på en specifik plats, vilket begränsade möjligheten att generalisera resultaten till andra klimatförhållanden och platser.

2. Bakgrund

2.1. Raps

Brassica napus, är även känd under namn som säsongsraps, svensk raps och höstraps. *Brassica napus* tillhör familjen kålväxter, Brassicaceae, vilket även inkluderar kål, broccoli och senap (Government of Canada, Canadian Food Inspection Agency, Plant Health and Biosecurity Directorate 2017) Rapsen är idag en kulturväxt, ursprungligen en hybrid, som togs fram av människor genom att man korsade rybs (*B. rapa*) och kål (*B. oleracea*) (Obermeier et al. 2022; Weibull, 2009). Raps bildar en kraftig växt med blågröna blad. Knopparna är tydliga och växer fram ovanför de gula blommorna. Rapsfröna är mörkbruna med en nyans av svart. Efter sådd börjar fröna gro efter 4–5 dagar. När rapsen har etablerat sig förstärks stammen och en pålrot samt sekundära rötter utvecklas. Inuti pålroten lagrar växten mycket av den näring som upptas för att senare användas för bladbildning. Avkastningspotentialen hos raps bestäms till stor del av växtens tillstånd vid blomning, vilket påverkas av kvantiteten och kvaliteten på de bildade blomanlagen.

Raps har genomgått betydande förädling (Robson et al. 2002). Innan storskalig odling av raps började, vilket dröjde fram till andra världskriget, var en av de största utmaningarna att rapsen innehöll höga halter av erukasyra och glukosinolater, som är skadliga för både människor och djur. Under 1500-talet odlades raps främst för att producera olja till lampor. I Asien användes dock raps och andra kålgrödor för att utvinna oljor för konsumtion av människor och djur. Under 1960-talet, när rapsodlingarna ökade kraftigt, hade man lyckats förädla bort den höga halten av erukasyra i rapsen, vilket gjorde rapsolja säkrare för konsumtion och bidrog till den ökade odlingen. Idag är raps en global gröda. Konventionell odling av raps är nu den näst viktigaste olje grödan efter sojabönan, och enligt experter kommer behovet av kålgrödor att öka i framtiden (Robson et al. 2002).

Raps angrips främst av sniglar (*Deroceras reiculatum* m.m.), rapsjordloppa (*Psylliodes chrysocephala*), virus samt kålflugan (*Delia radicum*). Insektsskador på

rapsodlingar i Europa resulterar totalt i 15 % mindre avkastning årligen (Obermeier et al., 2022).

2.2. Rapsjordloppa (*Psylliodes chrysocephala*)

Rapsjordloppan är en skalbaggsart som tillhör familjen bladbaggar (Chrysomelidae). När de är fullbildade blir de 3-5 mm långa. Kroppen är långsträckt och oval med täckvingar, halssköld samt bakben i blåsvart färg. Huvudet och benen är mer rödbruna än resten av kroppen och bakbenen är kraftiga, vilket ger skalbaggen ett karaktäristiskt utseende. Rapsjordloppan genomgår en komplett metamorfos med fyra stadier och angriper både raps och andra korsblommiga växter (Andersson et al., 2015; Williams, 2010).

Livscykeln börjar med att larverna kläcks i jorden nära de yngsta plantorna och äter sig in i närliggande plantor där de livnär sig på bladskäft och stjälkar. Larverna övervintrar i växten vid ett bladskäft och fortsätter ner i stjälken på våren (Andersson et al., 2015). När larverna kläcks är de strax under 2 mm långa men växer till sig till 7 mm under larvfasen. Larven kännetecknas av dess gulvita färg på kroppen, medan huvudet, nackplåten och de bakre ryggsegmenten är mörkbruna med en mörk punktteckning på ryggen. Under larvstadiet trivs larverna i lite kallare temperaturer runt 3°C, men de klarar inte temperaturer lägre än -12°C; vid sådana temperaturer dör larverna. Därför föredrar rapsjordloppan mildare vintrar, vilket främst förekommer i södra Sverige, på Gotland, i Östra Götaland och Västra Götaland. Under milda vintrar kan rapsjordloppan dock spridas till alla regioner där raps odlas i Sverige (Nilsson, 2002). Larverna lever inuti rapsen i stjälk och bladskäften under vintern och kommer fram först under våren för att förpupas. Rapsjordloppan kläcks från sin puppa i början av juni och lever därefter i fält där de livnär sig på blad och bladskäft (Williams, 2010). Kort därefter går de in i sommarvila vilket sträcker sig fram till augusti, lagom till sådden av höstrapsen. De flyger då in till fälten och lägger sina ägg och livscykeln börjar igen. De fullbildade lopporna kan till och med överleva milda vintrar och därmed kan deras livslängd sträcka sig ännu längre.

Angrepp av rapsjordloppor utgörs främst av larvernas gnag inuti själva stjälken av rapsplantan men även av gnagskador på bladen under hösten av de fullbildade lopporna (Williams, 2010). Enligt Ortega-Ramos et al. (2022) orsakar fullvuxna individers gnagskador betydligt mindre skada när rapsplantan har utvecklat fyra karaktärsblad. Larverna minerar gångar inuti stjälken och bladskäften, vilket skadar växten, orsakar stress och försämrar dess hårdighet mot kyla. I värsta fall kan det apikala meristemets skadas, vilket hindrar växten från att utveckla blomställningar

(Ortega-Ramos et al. 2022). Rapsjordloppan finns i Europa, Nordafrika, Asien och Kanada (CABI, 2022).

2.3. Åtgärder och bekämpning av rapsjordloppan

2.3.1. Insekticider

Rapsjordloppan är rankad som den allvarligaste skadegöraren mot raps inom Europa (Ortega-Ramos et al. 2022). På grund av avsevärda angrepp och skador, främst i Storbritannien och norra Europa, väljer jordbrukare nu att odla andra grödor (Andert et al. 2021). Neonikotinoider, vilket var det främsta bekämpningsmedlet mot rapsjordloppan, började användas under 1990-talet som en utsädesbehandling mot rapsjordloppan och larver. Dessvärre hittades rester av pesticiden i nektar vilket skapade en oro över hur den påverkar honungsbin vilket resulterade i att EU förbjöd användningen av bekämpningsmedel baserade på neonikotinoid för utomhusbruk 2013. Sedan dess är pyretroider det främsta bekämpningsmedlet för att hantera angrepp av rapsjordloppan i Europa, i Kanada är neonikotinoid fortfarande det vanligaste (Ortega-Ramos et al. 2022).

Pyretroider är en syntetiserad insekticid som baseras på den botaniska insekticiden pyrethrin. Pyrethrin förekommer naturligt hos flera växter inom familjen Asteraceae, till exempel *Chrysanthemum cinerariifolium* och *Tanacetum coccineum*. (The Editors of Encyclopaedia Britannica 1998). Pyretroider utvecklades främst under mitten av 1970-talet och gav goda resultat mot flertalet skadegörare. I Storbritannien mellan åren 1974–1988 användes främst bekämpningsmedel baserade på organfosfat och organklorider både som besprutning på fält men även som utsädesbehandling. Under 1990-talet ersatte pyretroider dessa som ansågs vara mer giftiga och farliga för klimatet. Pyretroider användes då i kombination med neonikotinoider för att minska skadeangrepp av larver (Zhang et al., 2017). "Men efter 2013, då användningen av neonikotinoider förbjöds, har användningen av pyretroider ökat avsevärt, vilket har lett till ökat selektionstryck och resistens hos rapsjordloppepopulationer i Tyskland, Danmark, Frankrike och Tjeckien (Ortega-Ramos et al. 2022; Obermeier et al. 2022; Li et al. 2024).

Det pågår forskning om alternativa bekämpningsmedel mot rapsjordloppan som methiocarb och cyantraniliprole, men mer forskning behövs för att visa på högre effektivitet (Ortega-Ramos et al. 2022). I Sverige år 2020 behandlades ett begränsat antal rapsfrön med insekticiden flypyradifurone men studier har redan visat på skadliga effekter på nyttoorganismer (Lundin 2021). Sedan 2012 har två nya

kemiska bekämpningsmedel introducerats i Storbritannien (azomethine och oxadiazine) vilket möjligtvis kan fungera som komplement till neonikotinoider (Zhang et al., 2017). Dessvärre saknas tillräckligt mycket information om hur effektiva de är.

2.3.2. Samodling alternativ metod

Samodling är en odlingsmetod som definieras av odling av minst två olika arter av gröda tillsammans och att dessa samexisterar under en viss tid. Denna metod skiljer sig från konventionell monokulturodling där två grödor kan odlas men i följd snarare än tillsammans. Samodling eller på engelska intercropping, är vanligast där småskaligt jordbruk dominerar (Brooker et al. 2014). Samodling är en metod som främst används för att öka avkastningen av huvudgrödan, minska patogena angrepp och ogräsförekomsten vilket i sin tur minskar arbetsbelastningen för bonden. Genom att odla olika växtarter tillsammans skapas en biologisk mångfald som bidrar till att skydda odlingen och grödorna. Detta uppnås till exempel genom att skapa förvirring hos skadegörare genom doft- och synintryck samt genom att gynna naturliga fiender till skadedjur. Genom att utnyttja samodling kan bönder skapa en mer motståndskraftig och hållbar odling (Brooker et al. 2014).

En studie av Cadoux et al. (2015) undersökte effekterna av att samodla höstraps med frosttåliga baljväxter. Resultatet visade flera positiva effekter av samodlingen. Avkastningen och kväveanvändningen hos höstrapsen ökade signifikant, samtidigt som graden av ogräs minskade betydligt. Dessutom observerades en minskad skada orsakad av *Ceutorhynchus picitarsis* i de samodlade försöken. Forskarna spekulerade även i att höstrapsen hade ett utökat rotsystem i de samodlade försöken.

Breitenmoser et al. (2020) undersökte huruvida samodling med raps kan användas för att åtgärda angrepp av fullvuxna rapsjordloppor. Forskarna testade om samodling av raps med två olika samodlingsblandningar påverkar rapsjordloppans population. Den första bestod av klöver (*Trifolium alexandrinum L.*) och nigerfrö (*Guizotia abyssinica*) och den andra av bovete (*Fagopyrum esculentum*), linser (*Lens nigricans*), vicker (*Vicia sativa L.*), gräsärta (*Lathyrus sativus L.*) och åkerböna (*Vicia faba L.*) Skadenivån var lägre i de två olika samodlingsförsöken jämfört med det fält där raps endast odlades. Forskarna tror att detta beror på lukt- eller visuell förvirring hos rapsjordloppan. Samodlingen resulterade dock inte i färre antal larver per planta. Enligt forskarna behöver nya strategier implementeras för att minska antalet larver, eftersom rapsjordloppan utgör det största hotet i larvstadiet.

I en senare studie av Breitenmoser et al. (2022) undersökte de hur samodling av raps med frostresistenta sorter av gräsärta (*Lathyrus sativus L.*) och åkerböna (*Vicia*

faba L.) påverkade skadenivån av rapsjordloppan. Resultaten av studien var positiva och studien visar på att rapsen som var samodlad hade lägre skadenivå av rapsjordloppan än rapsen som var odlad för sig. Även angrepp av rapsbagge (*Meligethes aeneus*) på blomknopparna var signifikant högre på kontrollförsöket än i samodlingsförsöken. Antal punkteringar av kålstjälksviveln (*Ceutorhynchus napi*) per angripen rapsplanta var signifikant mindre vid samodling jämfört med kontrollförsöket. I jämförelse med Breitenmoser et al. (2020) som genomfördes två år tidigare, hade antalet larver av rapsjordloppor minskat och därmed även den skada de orsakar. Dessutom minskade skadorna från vuxna rapsjordloppor i de försök där samodling användes. Experimentet visade även på att avkastningen var signifikant högre hos den samodlade rapsen än kontrollförsöket.

En undersökning av Emery et al. (2021) fann att skadenivån av rapsjordloppan minskade på raps vilket var samodlad med klöver. Antal rapsjordlopps-larver minskade i rapsen som var samodlad med klöver och den med åkerböna jämfört med rapsen som odlades i rent bestånd. Enligt forskarna i studien överensstämmer resultaten med resultaten från Breitenmoser et al. (2020). Forskarna tror också att det främst är den visuella och luktförvirringen som bidrar till minskade angrepp av rapsjordloppan på rapsen. Enligt forskarna visar deras studie att samodlingar med raps som innefattar grödor som dör senare under säsongen, inte ger lika effektivt skydd mot skadegörare som angriper senare på säsongen såsom skidgallmyggan (*Dasineura brassicae*) men kan vara effektivt mot skadegörare som kommer tidigare under säsongen såsom rapsjordloppan.

Ruck et al. (2018) undersökte effekterna av samodling av baljväxter med raps på rapsjordloppan samt *Ceutorhynchus picitarsis*. Studien visade på att samodling minskar skadenivån av de två herbivorererna när biomassan av baljväxterna överstiger 200 g/m². Detta bekräftar resultatet som Cadoux et al. (2015) fick.

2.3.3. Integrated pest management (IPM)

Flera studier betonar behovet av ytterligare forskning inom integrerad skadedjursbekämpning (IPM) för att utveckla hållbara lösningar för att hantera skadeangrepp av insekter inom rapsodling (Tixeront et al. 2023; Lundin 2021; Borgström et al. 2019). Det krävs ytterligare forskning för att undersöka och utveckla prognosverktyg samt öka förståelsen för eventuella skadegörare. Detta är viktigt för att bestämma när och hur vi bör använda de befintliga bekämpningsmedel som är tillgängliga idag, med målet att minimera risken för resistensutveckling.

En översiktsartikel av Ortega-Ramos et al. (2022) undersökte huruvida IPM kan användas inom rapsodling för att kontrollera rapsjordloppan. Studien granskar olika

principer inom integrerad skadedjursbekämpning (IPM). Enligt artikeln har flera IPM-principer visat positiva resultat när det gäller att bekämpa rapsjordloppan. Trots detta framhäver studien ett betydande kunskapsgap inom IPM-strategin för rapsjordloppan och betonar behovet av ytterligare forskning, som tidigare nämnts. Några av de kunskapsluckor som studien identifierade inkluderar exempelvis optimal tidpunkt för gräsklippning eller betande boskap för att minska larvattacker, mängden och effekten av naturliga fiender för rapsjordloppan samt utforskningen av RNAi-baserade ämnen som kan användas som bekämpningsmedel för att tysta vissa gener.

Enligt Obermeier et al. (2022) är växtförädling den mest lovande strategin inom integrerat växtskydd (IPM) för att bekämpa patogener och skadegörare, förutom användningen av växtföljd.

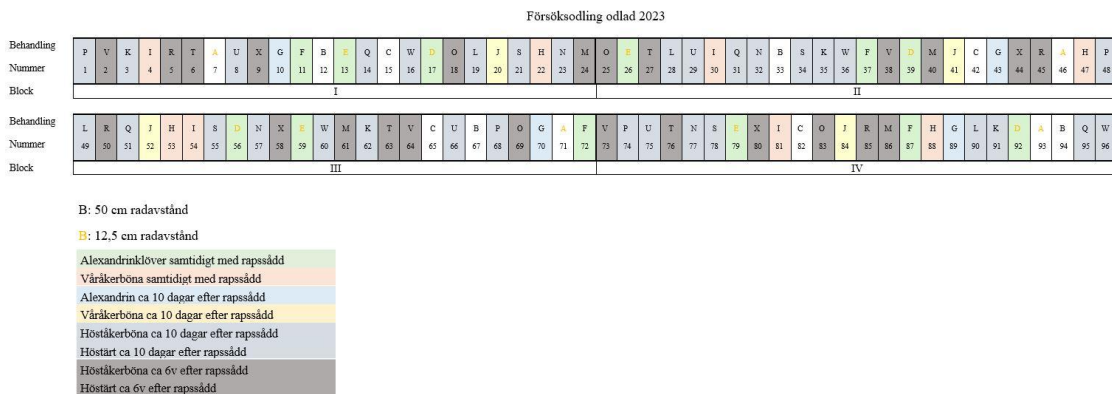
En studie gjord av Price et al. (2023) undersökte huruvida entomopatogena nematoder kan användas för att bekämpa rapsjordloppan. Studien genomfördes i ett lab där fyra olika arter av nematoder testades som alternativa metoder för att bekämpa fullvuxna rapsjordloppor. Studien visade att de entomopatogena nematoderna har potential att fungera som bekämpningsåtgärd mot rapsjordloppan. Resultatet visade uppåt 85% dödlighet hos rapsjordloppan efter sex dagar vid tillsats av nematoder i jorden.

3. Material och metod

Det här är en kvantitativ studie som är en del av ett större forskningsprojekt av SLU där mycket av förarbetet var gjort vid studiens början. Datan i studien bygger på försöksodling i Lönnstorp där raps samodlats med åkerböna (*Vicia faba L.*), klöver (*Trifolium alexandrinum L.*) och gräsärta (*Lathyrus sativus L.*) Odlingsmarkerna i Lönnstorp tillhör SLU och är en forskningsstation med 60 hektar mark. Klimatet är tempererat med inslag av maritimt klimat. Jordmånen är ca 15% ler och 3% organiskt material. Koordinaterna är 55°40'8.899"N 13°6'10.177"E.

3.1. Försöksuppställning

Plantorna såddes under augusti 2023. Odlingen var uppdelad i fyra olika block med 24 rutor vardera där varje ruta bestod av en unik behandling. 17 av dessa 24 rutor var samodlade med raps, 3 var renodlade och 4 bestod av renodlade rutor av samodlingsgrödan (Figur 1). Totalt bestod hela försöksodlingen av 96 rutor. Vardera ruta är 6 meter bred och 15 meter lång. 2 meter brett i mitten av rutan var reserverad för senare skörd. Runtomkring blocken odlades renbestånd av raps för att motverka kanteffekter av de olika behandlingarna. Trots detta så uppstod kanteffekten mellan raderna då de låg sida vid sida.



Figur 1. Blocken (I-IV) innehåller olika behandlingar för att undersöka samodling och odlingsmetoder på raps (*Brassica napus L.*). Behandlingarna placerades slumpmässigt i varje block.

Behandlingarna namngavs med hjälp av bokstäver från A till X. Behandlingarna bestod av olika typer av samodling eller renbestånd av grödorna raps (*Brassica napus* L.), åkerböna (*Vicia faba* L.), klöver (*Trifolium alexandrinum* L.) och gräsärta (*Lathyrus sativus* L.) Utöver samodling av olika grödor, såddes det i olika kombinationer av radavstånd, såtidpunkt, planttäthet och olika insatsnivåer av hög eller låg mängd konstgödsel och bekämpningsmedel. De sådda radavstånden var antingen 12,5cm eller 50cm breda. Input i studien står för mängd bekämpningsmedel och gödsel. Hög mängd input innebär att behandlingen besprutades och fick 213kg/ha kvävegödsel. Låg input innebär att behandlingen inte besprutades och endast fick 160kg/ha kvävegödsel. Behandling A-C är odlade renbestånd av raps med olika mängd bekämpningsmedel, gödsel samt radavstånd. Behandlingar A och B används som kontrollgrupp då de är odlade som konventionell raps. Behandling D - J är raps samodlad med frostkänsliga grödor vilka skulle dö under vintern. Behandling K - T är raps samodlad med frostresistenta grödor som skulle övervintra. Ingen av dessa samodlingsgrödor såddes under samma tidpunkt som rapsen. Behandling U - X är odlade renbestånd av samodlingsgrödor och tas därmed inte med i rapporten.

Tabell 1. De olika behandlingarnas specifika odlingsförhållanden. Smalt radavstånd är 12,5 cm. Brett radavstånd är 50 cm. Hög mängd kvävegödselmedel 213kg/ha. Låg mängd kvävegödselmedel 160kg/ha. Såddtid är antal dagar efter raps då samodlingsgrödan är sådd, normal är sådd samtidigt som rapsen.

| Behandling | Gröda | Input | Radavstånd | Såddtid | Sådd densitet raps | Sådd densitet samodlingsg röda |
|------------|--------------------------|-------|------------|---------|-----------------------|---|
| A | Raps | Hög | Smalt | Normal | 60/m ² | - |
| B | Raps | Hög | Brett | Normal | 50/m ² | - |
| C | Raps | Låg | Brett | Normal | 50/m ² | - |
| D | Raps+ klöver | Hög | Smalt | Normal | 60/m ² | 20 kg/ha |
| E | Raps+ klöver | Låg | Smalt | Normal | 60/m ² | 20 kg/ha |
| F | Raps+ klöver | Låg | Brett | Normal | 50/m ² | 20 kg/ha |
| G | Raps+ klöver | Låg | Brett | + 10 | 50/m ² | 20 kg/ha |
| H | Raps+ våråke rböna | Hög | Brett | Normal | 50/m ² | 30/m ² |

| | | | | | | |
|---|---------------------------|-----|-------|--------|-------------------|--------------------|
| I | Raps+ våråke rböna | Låg | Brett | Normal | 50/m ² | 30/m ² |
| J | Raps+ våråke rböna | Låg | Brett | + 10 | 50/m ² | 30/m ² |
| K | Raps+ höståk erböna | Hög | Brett | + 10 | 50/m ² | 30/m ² |
| L | Raps+ höståk erböna | Låg | Brett | + 10 | 50/m ² | 30/m ² |
| M | Raps+ höståk erböna | Låg | Brett | + 42 | 50/m ² | 30/m ² |
| N | Raps+ höståk erböna | Låg | Brett | + 10 | 50/m ² | 15/m ² |
| O | Raps+ höståk erböna | Låg | Brett | + 42 | 50/m ² | 15/m ² |
| P | Raps+ höstårt | Hög | Brett | + 10 | 50/m ² | 60/m ² |
| Q | Raps+ höstårt | Låg | Brett | + 10 | 50/m ² | 60/m ² |
| R | Raps+ höstårt | Låg | Brett | + 42 | 50/m ² | 60/m ² |
| S | Raps+ höstårt | Låg | Brett | + 10 | 50/m ² | 30/m ² |
| T | Raps+ höstårt | Låg | Brett | + 42 | 50/m ² | 30/m ² |
| U | Höstå kerbö na | Låg | Smalt | + 10 | - | 60/m ² |
| V | Höstå kerbö na | Låg | Smalt | + 42 | - | 60/m ² |
| W | Höstär t | Låg | Smalt | + 10 | - | 120/m ² |
| X | Höstär t | Låg | Smalt | + 42 | - | 120/m ² |

3.2. Utförande våren 2024

Under den 8:e samt 9:e april 2024 samlades 10 plantor in från varje ruta av de 20 olika behandlingarna. Under den 8:e april samlades alla plantor från block 1 samt 2 in och den 9:e samlades alla plantor från block 3 samt fyra in. Det fattades en planta från vardera ruta 79E, 47H och 78S och därmed blev det totala antalet insamlade plantor 797 istället för 800. Vi var totalt fyra personer som hjälptes åt under insamlandet.

De 10 plantorna från varje ruta valdes ut slumpmässigt i två sektioner längs rutans långsidor, reserverade för provtagning. Plantorna valdes ut genom att en person kastade en penna in i fältet och därefter plockade upp den planta som låg två plantor bort från pennan i motsatt riktning från där vi stod. Om pennan kastades från norr räknade vi två plantor bort mot söder. Provtagning från de två första raderna längs långsidan undveks för att minimera kanteffekter från närliggande rutor. Kanteffekter kan inkludera påverkan från intilliggande rutor eller att den specifika behandlingen inte utförts optimalt på de yttersta raderna. Vid insamlingen av plantor bedömdes även plantdensitet (n) och ogräsförekomst (%) för varje ruta. Bedömningen utfördes genom att en kvadrat på 60x60 cm lades ut diagonalt i varje ruta. För att minimera subjektiva felkällor gjordes bedömningen av samma person under hela datainsamlingen.

De insamlade rapsplantorna placerades omedelbart efter avklippning i enskilda 5-liters fryspåsar, vilka sedan förvarades i en större sopsäck för varje försöksruta. Vid dagens slut placerades dessa påsar i ett kylrum med en temperatur på 8°C. Från den 11:e till den 19:e april genomfördes vägning av plantornas våtvikt, räkning av antalet bladskaf och mätning av rothalsens diameter. Plantorna dissekerades med hjälp av en skalpell och antalet larver av rapsjordloppor räknades. Vi var totalt fyra personer som hjälptes åt att dissekera plantorna.

Resultaten från graderingen fördes in i Excel och analyserades senare i RStudio. På grund av de många faktorerna valde vi att inte använda all insamlad data för vår statistiska analys. Vårt huvudsakliga fokus låg på antalet larver av rapsjordloppor, deras utvecklingsstadium och plantvikt. Genom att analysera utvecklingsstadiet och plantvikt kunde vi fastställa att majoriteten av blocken befann sig i samma stadium. Vi undersökte även antalet bladskaf och rothalsens diameter, men dessa data inkluderades inte i den statistiska analysen.

3.3. Analys av data

Statistisk analys och figurer av data gjordes i programmet RStudio (version 2024.04.1+748). Paketerna som användes i scriptet var dplyr, lme4, car, emmeans, readxl, ggplot2.

Readxl användes för att läsa in data från Excel-filerna där all rådata fanns. För att skapa diagram och visualisera data efter olika behandlingar användes ggplot2. Paketet dplyr användes för att manipulera data och gruppera den så den gick att sammanfatta. Lme4 användes för att skapa linjära modeller och bedöma effekten av behandlingar på antalet larver per planta och plantvikt. ANOVA-analys utfördes med hjälp av paketet car. Emmeans paketet användes för att utföra analys av signifikant skillnad behandlingar emellan. Stats paketet användes för statistiska tester inklusive Shapiro-Wilk test för normalitet, korrelationstester, linjär regression och skapa Q-Q-diagram för residualer.

3.3.1. Hantering och sammanslagning av behandlingar

Vid analys av data (Figur 3 och Figur 5) slogs behandlingar med liknande insatsnivåer och samodlingsstrategier ihop för att reducera komplexiteten och fokusera på de mest relevanta jämförelserna. Genom att kombinera behandlingar med liknande egenskaper reducerades antalet jämförelser och därmed öka den statistiska noggrannheten. Detta tillvägagångssätt möjliggjorde en mer effektiv identifiering av övergripande trender och signifikanta skillnader mellan olika strategier, vilket gav en tydligare bild av hur insatsnivåer av bekämpningsmedel och gödsel och samodlingsmetoder påverkar larvförekomst och plantvikt.

3.3.2. Normalitetstest

För att säkerställa att data var normalfördelad, användes Shapiro-Wilk-testet. Detta test är lämpligt för att kontrollera normalfördelning i små till medelstora dataset och ger en tillförlitlig indikation på datafördelningen.

3.3.3. Variansanalys (ANOVA)

För att undersöka skillnader mellan de olika behandlingarna användes envägs variansanalys (ANOVA). ANOVA är en metod för att testa om det finns signifikanta skillnader mellan medelvärdena för flera grupper.

3.3.4. Post-hoc analyser

För att identifiera specifika skillnader mellan behandlingar utfördes post-hoc-test. Signifikansen testades både utan och med kompensation för multipla jämförelser.

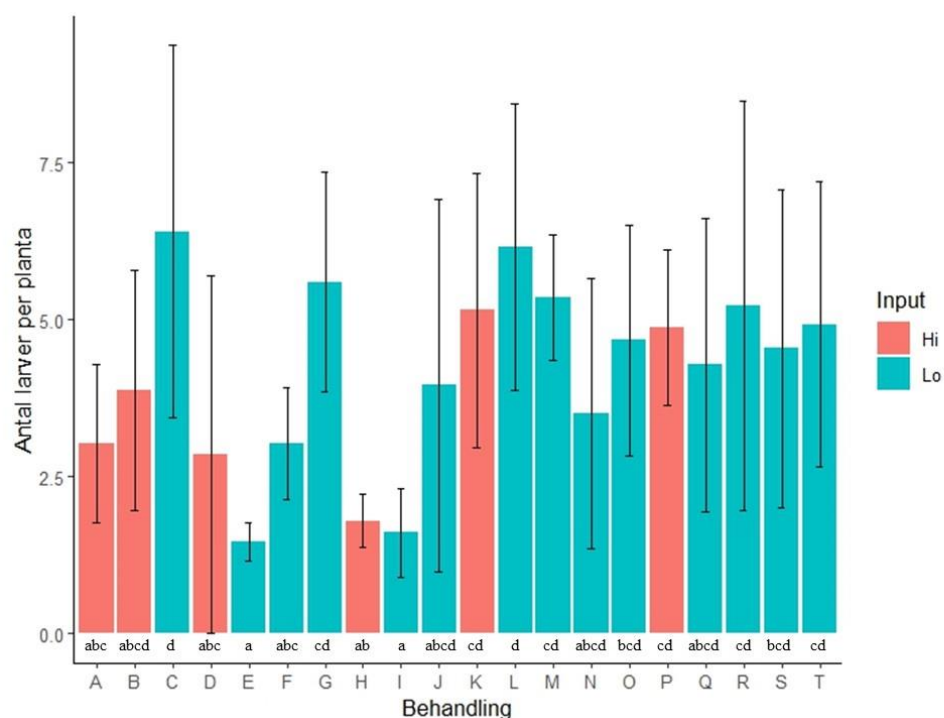
Tukey's post-hoc test användes för att justera för multipla jämförelser och minska risken för typ 1-fel, vilket är när man felaktigt förkastar en sann nollhypotes.

3.3.5. Residualanalys

För att säkerställa att modellerna var korrekta, kontrollerades att de uppfyllde vissa antaganden. Vi kollade om residualerna (skillnaderna mellan de observerade och förväntade värdena) hade samma varians (homoskedasticitet) genom att plotta dem. Vi kontrollerade också om residualerna följde en normalfördelning genom att använda en QQ-plot och Shapiro-Wilk-testet. QQ-plot jämför de observerade residualerna med en teoretisk normalfördelning medan Shapiro-Wilk-testet är ett statistiskt test som kontrollerar om data följer en normalfördelning.

4. Resultat

4.1. Förekomst av larver våren 2024



Figur 2. Medelvärde av larver av rapsjordloppor per planta för olika behandlingar och input-nivåer (Hi och Lo). Input avser mängd bekämpnings- och gödselmedel. ANOVA utan post-hoc justeringar. Signifikanta skillnader ($p < 0.05$) markeras med olika bokstäver. När skillnaderna analyserades med kompensation för det stora antalet behandlingar återfanns inga signifikanta skillnader.

Förekomsten av larver i insamlade rapsplantor varierade avsevärt mellan de olika behandlingarna. Resultaten från ANOVA-analysen visade att det fanns en signifikant skillnad mellan behandlingarna när det gäller larvförekomst per planta (Figur 2). Dessa skillnader observerades utan att tillämpa någon kompensation för multipla jämförelser. När Tukey post-hoc justeringar användes för att kompensera för risken av typ I-fel försvann de signifikanta skillnaderna mellan behandlingarna. Generellt visade behandlingarna med samodling högre larvantal jämfört med

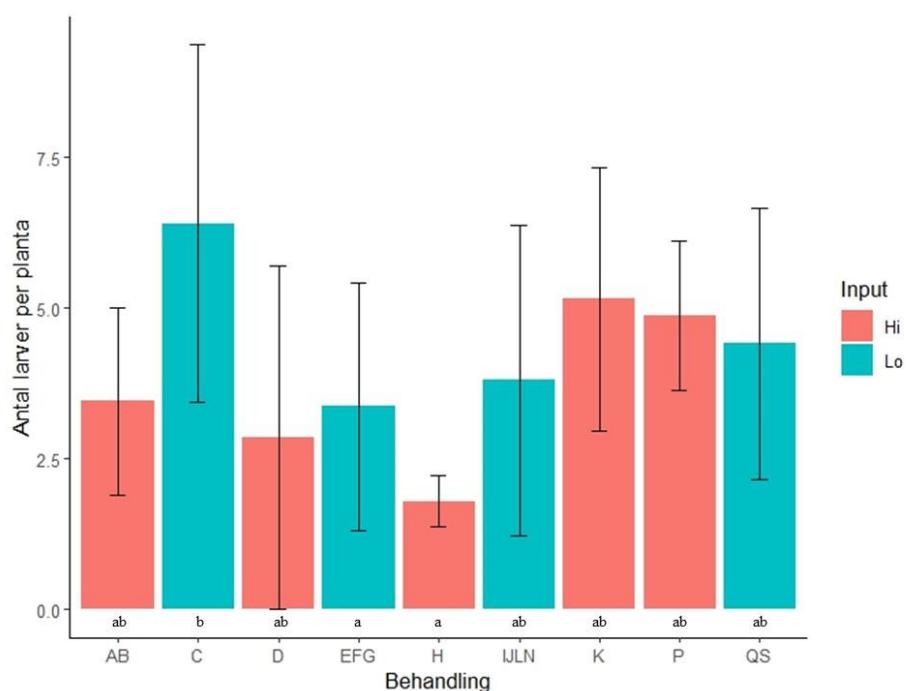
behandlingarna med kontrollgrupperna (A och B). Dock visade behandlingarna E, H och I på lägre larvantal jämfört med kontrollgrupperna. Dessa behandlingar visade också den minsta variationen i standardavvikelse. Behandling E bestod av raps samodlad med klöver och inkluderade en låg mängd bekämpningsmedel och gödsel. Behandlingarna H och I innebar raps samodlad med våråkerböna, men med olika mängder bekämpningsmedel och gödsel. Behandlingsskillnaderna mellan I och J är att våråkerböna har planterats 10 dagar efter rapssådden i J. De tre behandlingar som hade det högsta genomsnittliga antalet larver av rapsjordloppor per planta var behandlingarna C, G och L. Behandling C är raps odlad i renbestånd med låg mängd bekämpningsmedel och gödsel. Behandling G är raps samodlad med klöver och även här används låg mängd bekämpningsmedel och gödsel, men sådden skedde 10 dagar efter rapssådden. Behandling L innebär raps samodlad med höståkerböna med låg mängd bekämpningsmedel och gödsel.

Tabell 2. Sammanfattning av behandlingarnas odlingsförhållanden och resultat: Tabellen visar gröda och sådd, insatsnivå (hög/låg), radavstånd (cm), plantvikt (g), stamdiameter (mm), och genomsnittligt antal larver av rapsjordloppor per planta.

| Behandling | Gröda+sådd | Input | Radavstånd (cm) | Vikt (gram) | Stamdiameter r(mm) | Antal larver |
|------------|-------------------|-------|--------------------|-------------|-----------------------|--------------|
| A | Raps | Hög | 12.5 | 21.45 | 9.80 | 3.02 |
| B | Raps | Hög | 50 | 32.41 | 11.67 | 3.87 |
| C | Raps | Låg | 50 | 34.91 | 11.80 | 6.40 |
| D | Raps+klöver | Hög | 50 | 21.76 | 9.85 | 2.85 |
| E | Raps+klöver | Låg | 50 | 16.71 | 9.46 | 1.46 |
| F | Raps+klöver | Låg | 50 | 24.45 | 10.27 | 3.02 |
| G | Raps+klöver | Låg | 50 | 36.44 | 12.20 | 5.60 |
| H | Raps+våråkerböna | Hög | 50 | 16.10 | 9.41 | 1.79 |
| I | Raps+våråkerböna | Låg | 50 | 12.50 | 8.37 | 1.60 |
| J | Raps+våråkerböna | Låg | 50 | 27.83 | 12.05 | 3.95 |
| K | Raps+höståkerböna | Hög | 50 | 26.93 | 11.55 | 5.15 |
| L | Raps+höståkerböna | Låg | 50 | 29.99 | 11.40 | 6.15 |
| M | Raps+höståkerböna | Låg | 50 | 39.81 | 11.65 | 5.35 |
| N | Raps+höståkerböna | Låg | 50 | 28.89 | 11.15 | 3.50 |
| O | Raps+höståkerböna | Låg | 50 | 37.30 | 11.27 | 4.67 |
| P | Raps+höstärt | Hög | 50 | 36.71 | 11.05 | 4.87 |
| Q | Raps+höstärt | Låg | 50 | 36.75 | 11.32 | 4.27 |
| R | Raps+höstärt | Låg | 50 | 33.41 | 11.90 | 5.22 |
| S | Raps+höstärt | Låg | 50 | 27.73 | 12.17 | 4.53 |
| T | Raps+höstärt | Låg | 50 | 31.13 | 11.85 | 4.92 |

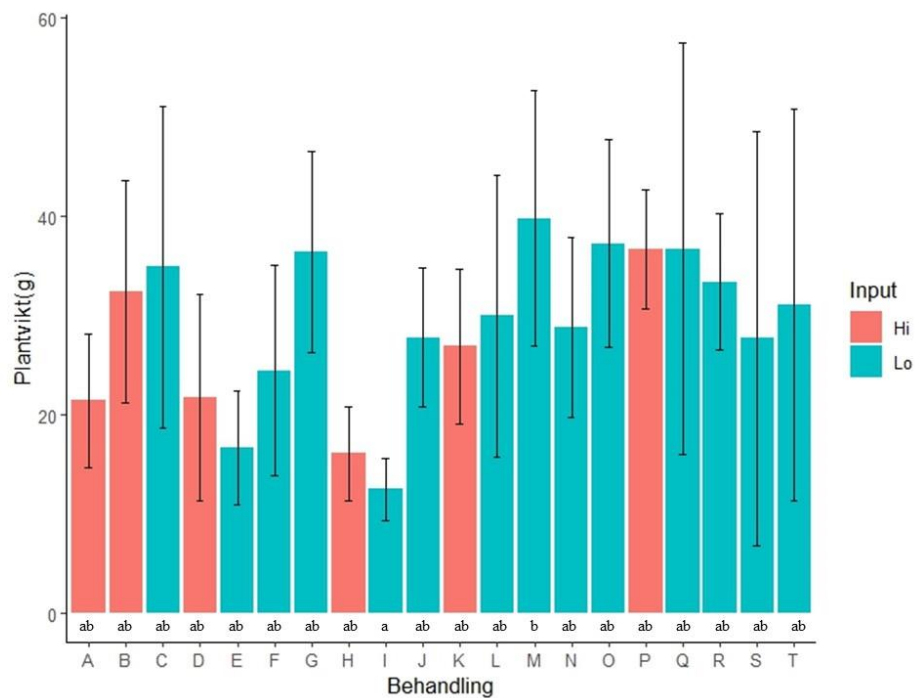
I Figur 3 hade behandlingarna slagits ihop för att jämföra mer eller mindre ekvivalenta behandlingar. Syftet med sammanslagningen är att få en tydligare bild av hur olika behandlingar påverkar larvantalet per planta. Denna sammanslagning baseras på likheter i behandlingsmetoder och de resurser som används, såsom mängden bekämpningsmedel och gödsel, samt typen av samodling. Genom att slå ihop behandlingar som A och B, som båda är kontrollgrupper, och behandlingar som E, F och G, som är raps samodlad med klöver, reduceras antalet jämförelser och fokus läggs på det övergripande mönstret.

I Figur 3 ser vi att behandling C fortfarande hade det högsta genomsnittliga antalet larver av rapsjordloppor per planta. Behandling C skiljde sig signifikant skild från flera andra behandlingar. Behandling H var numera den behandling som har lägst genomsnittliga antal larver av rapsjordloppor per planta, vilket var en förändring från Figur 2 där behandling I och E hade lägst men nu är sammanslagna med ekvivalenta behandlingar. Behandling H skiljde sig även den signifikant från andra behandlingar. Behandlingen var samodlad med våråkerböna och hade en hög insatsnivå av bekämpningsmedel och gödsel.



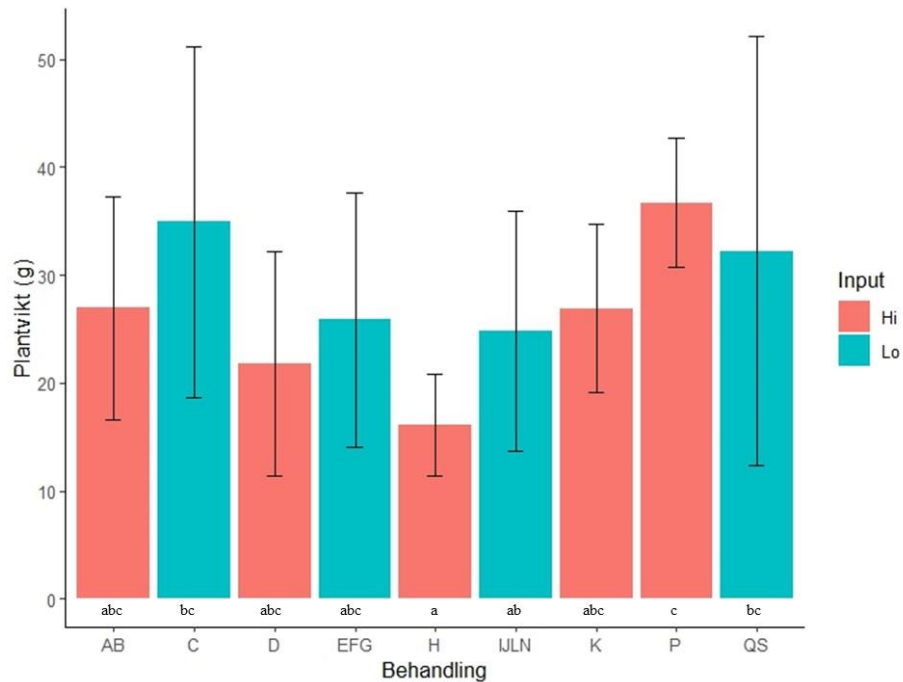
Figur 3. Medelvärde av larver per planta för behandlingar och input-nivåer (Hi och Lo). Input avser bekämpnings- och gödselmedel. Behandlingar sådda 42 dagar senare är borttagna. ANOVA med Tukey's HSD. Signifikanta skillnader ($p < 0.05$) markeras med bokstäver.

4.2. Plantvikt



Figur 4. Medelvärde av plantvikt (g) per planta för behandlingar och input-nivåer (Hi och Lo). Input avser bekämpnings- och gödselmedel. ANOVA med Tukey's HSD. Signifikanta skillnader ($p < 0.05$) markeras med bokstäver.

Plantvikten för de insamlade rapsplantorna varierade betydligt mellan de olika behandlingarna och mängden bekämpningsmedel och gödsel. Resultaten från ANOVA-analysen visade att det finns signifikanta skillnader mellan behandlingarna när det gäller plantvikt (Figur 4). Resultaten som visas i Figur 4 visar att plantvikten varierar signifikant mellan de olika behandlingarna och insatsnivåerna (Hi och Lo). Behandling M med låg insatsnivå hade den högsta genomsnittliga plantvikten, medan behandling I med hög insatsnivå hade den lägsta.



Figur 5. Medelvärde av plantvikt (g) per behandling och input-nivå (Hi och Lo). Behandlingar med likartad gröda har slagits ihop, medan behandlingar sådda 42 dagar senare är borttagna. ANOVA utan post-hoc. Signifikanta skillnader ($p < 0.05$) markeras med bokstäver.

I figur 5 slogs behandlingarna ihop för att jämföra mer eller mindre ekvivalenta sådana och ge en tydligare bild av deras effekter på plantvikt per planta. Syftet med sammanslagningen är att förenkla jämförelsen av olika behandlingsstrategier genom att gruppera behandlingar som har liknande odlingsmetoder och resursanvändning. Resultaten från ANOVA-analysen visade att det finns signifikanta skillnader mellan behandlingarna när det gäller plantvikt. Dessa skillnader observerades utan att tillämpa någon kompensation för multipla jämförelser. När Tukey post-hoc justeringar användes för att kompensera för risken av typ I-fel, försvann de signifikanta skillnaderna mellan behandlingarna. Behandling P med hög insatsnivå hade den högsta genomsnittliga plantvikten, medan behandling H med hög insatsnivå hade den lägsta.

5. Diskussion

5.1. Förekomst av larver

I Figur 2 visas analys resultatet för antalet larver av rapsjordloppor per planta i de olika behandlingarna med hjälp av en mixad modell lme4 och ANOVA. Enligt den statistiska analysen fanns det signifikanta skillnader i antalet larver av rapsjordloppor mellan de olika behandlingarna när Tukey-justering inte användes. Tukey post-hoc justering kräver ofta större skillnader mellan grupper för att de ska anses som statistiskt signifikanta, eftersom denna justering korrigerar för den ökade risken för typ I-fel vid multipla jämförelser. Detta innebär att p-värdena som krävs för signifikans sänks, och endast de skillnader som är tillräckligt stora för att överstiga den strängare signifikansgränsen anses signifikanta. Som ett resultat kunde mindre, men potentiellt viktiga, skillnader förbli oupptäckta.

I den nuvarande studien ingick många fler separata behandlingar än vad som var relevant för denna studies jämförelser. Det berodde på att denna studie enbart utförde en liten del av ett större forskningsprojekt där man undersökte vad de olika samodlingsgrödorna och insatsnivåer hade för konsekvens på flera faktorer som till exempel skörd och ogräsförekomst. Eftersom målet med denna studie var att identifiera potentiellt effektiva behandlingar för att minimera antalet larver av rapsjordloppor, rapporterades de ojusterade resultaten som explorativa fynd. Trots att de ojusterade resultaten kunde ha en ökad risk för typ I-fel, var dessa resultat viktiga för att generera hypoteser för framtida, mer fokuserade studier.

Enligt den statistiska analysen framgick det att det fanns övergripande signifikanta skillnader i antalet larver av rapsjordloppor mellan de olika behandlingarna. Analysen (Figur 2) visade att vissa behandlingar, särskilt de med renbestånd eller samodlingar som tålde frost, hade en betydande effekt på antalet larver av rapsjordloppor per plot. Generellt, på grund av studiens storlek och antal behandlingar, var det svårt att hitta signifikanta skillnader behandlingar emellan.

I Figur 3 ser man en tydlig trend att samodling med baljväxter generellt visade lägre larvantal av rapsjordloppor jämfört med de odlade renbestånden av raps. I studien hittades skillnader i antalet larver av rapsjordloppan per planta beroende på de olika behandlingarna. De mest anmärkningsvärda resultaten visade att samodling med baljväxter, som klöver och åkerböna, generellt ledde till lägre larvantal av rapsjordloppor jämfört med renbestånd av raps. Både låga och höga insatsnivåer av bekämpningsmedel och gödsel i kombination med baljväxter visade positiva resultat.

I Figur 2 och 5 rapporterades de ojusterade resultaten som explorativa fynd. Medan i de andra, användes post-hoc justeringar. Detta val gjordes eftersom signifikanta skillnader mellan behandlingarna kvarstod, även efter korrigering för multipla jämförelser. Trots att post-hoc justeringar kräver större skillnader mellan grupper för att anse dem som statistiskt signifikanta, visade vissa behandlingar signifikanta skillnader även efter dessa justeringar. Detta indikerar att effekterna av dessa behandlingar var starka och inte berodde på slumpen.

5.2. Betydelsen av plantvikt

På grund av tidsbegränsningar kunde skördedata inte inkluderas i denna studie. Skördedata var inte tillgänglig inom tidsramen för arbetet eftersom skörd infaller senare på året. För att ändå få en bild av hur behandlingar påverkar den framtida skörden, användes plantvikt som en indikator istället. Studien undersökte hur olika behandlingar påverkade plantvikten genom att variera insatsnivåer av bekämpningsmedel och gödsel samt genom att använda olika samodlingsgrödor. Resultaten (Figur 4) visade att behandling M med låg insatsnivå hade den högsta genomsnittliga plantvikten, medan behandling I med hög insatsnivå hade den lägsta genomsnittliga plantvikten. Detta indikerar att högre insatsnivåer av bekämpningsmedel och gödsel inte nödvändigtvis leder till en högre plantvikt, och att vissa behandlingar med lägre insatsnivåer kan vara mer fördelaktiga.

Studien visar på intressanta trender i larvförekomst för de olika behandlingarna och deras påverkan på plantvikten (Figur 2 och 4). Behandling M hade den högsta förekomsten av larver bland behandlingarna och vägde mest. Medan behandling I var en av de behandlingar som hade lägst antal larver och vägde minst.

5.3. Studiens begränsningar

En stor svaghet inom forskningsstudien bestod av antalet behandlingar som testades. Förutom att det blev en stor mängd data att hantera blev det även mer osannolikt att hitta en signifikant skillnad mellan behandlingarna. Det fanns endast 4 av 96 av en och samma behandling, ungefär 4 procent. En konsekvens av det låga antalet var att det blev svårt att hitta starkt bevis på att det verkligen var den specifika behandlingen som var den avgörande faktorn för resultatet.

En betydande begränsning i denna studie var att skördedata inte kunde inkluderas. På grund av tidsbegränsningar användes istället plantvikten som en indikator för att indikera hur behandlingarna påverkar framtida skörd. Detta innebär att resultaten inte direkt visade effekten av behandlingarna på den faktiska skörden, vilket begränsade möjligheten att dra slutgiltiga slutsatser om behandlingarnas effektivitet i praktisk odling.

5.4. Jämförelse med andra studier

Resultatet från studien visade inte på lika tydlig signifikans som tidigare studier hade funnit när de har undersökte hur samodling påverkade larver av rapsjordloppan med mera. Med det sagt kunde denna rapport och forskningsarbete fungera som ett komplement till andra studier då den visade på viss signifikans mellan behandlingarna.

Erlansson (2023) genomförde en liknande studie som handlade om effekten av samodling av raps med baljväxter på förekomsten av rapsjordloppan. Erlansson testade liknande behandlingar som denna studie gjorde och fann ingen signifikant skillnad hos behandlingarna. Dock fanns det en trend som visade på att vissa samodlingsgrödor eventuellt kunde minska antalet larver av rapsjordloppan. Båda studiernas resultat tyder på att samodling har potential att minska förekomsten och skador från rapsjordloppan.

Cadoux et al. (2015) undersökte effekterna av samodling av frostkänsliga baljväxter med höstraps och fann att samodling reducerade ogräskonkurrens, minskade skador från *Ceutorhynchus picipitarsis* och förbättrade kväveanvändningseffektiviteten. De testade tre samodlingsblandningar på fyra platser. Likt Cadoux et al. observerades en minskning av skador från skadegörare vid samodling. Detta tyder på att samodling kan vara användbart för att minska användningen av kemiska bekämpningsmedel. En skillnad av studierna är att Cadoux et al. använde färre behandlingar medan min studie inkluderade ett större antal behandlingar.

Ruck et al. (2018) undersökte effekterna av samodling av baljväxter med raps och fann att detta signifikant minskade skadenivån från rapsjordloppan och rapsvivel när biomassan av baljväxterna översteg 200 g/m². De fokuserade på tre specifika baljväxtblandningar på två olika platser. Likt min studie visade deras resultat att samodling kan minska skador från rapsjordloppan.

Breitenmoser et al. (2020) undersökte effekterna av samodling med raps och fann att samodling kunde minska skadenivån från rapsjordloppan under hösten. De testade två specifika samodlingsblandningar och fann att lukt- och visuellförvirring kunde bidra till att minska skador. Breitenmoser et al. (2022) fortsatte med att undersöka samodling av raps med frostresistenta sorter av gräsärta och åkerböna, och fann att samodlad raps hade signifikant lägre skadenivåer från rapsjordloppor och högre avkastning jämfört med renodlad raps. Liknande min studie, visade deras forskning att samodling av vissa grödor med raps kunde minska skador från rapsjordloppan. Deras studie kunde även påvisa att samodling kunde minska skador och förekomsten av *Ceutorhynchus pycitarsis* och *Meligethes* spp. Dessutom resulterade samodling i en mycket högre skörd med signifikant skillnad jämfört med den renodlade rapsen. Som tidigare nämnt, var min studie för tidigt genomförd för att inkludera skördedata, då den huvudsakligen utfördes under april och maj. För att ändå få en indikation på hur behandlingarna påverkar den framtida skörden, användes plantvikten som en indikator. Vid jämförelse av detta resultat med Breitenmoser et al. (2022), kunde vi se ett visst samband då min studie också visade att samodling kunde öka plantvikten hos rapsplantorna.

5.5. Framtida forskning

Ytterligare forskning behövs för att förstå hur samodling kan bidra till minskningen av kemiska bekämpningsmedel samt hur den kan integreras med andra metoder inom integrerat växtskydd. Långsiktiga studier över flera odlingsår är nödvändiga för att undersöka de långsiktiga effekterna av samodling. Framtida studier bör fokusera på att utföra kontinuerliga studier över flera år på samma plats. Detta skulle bidra till att förstå de långsiktiga effekterna av samodling på skadedjurspopulationer och grödornas avkastning under varierande klimatförhållanden. Breitenmoser et al. (2022) fann att de små ytorna för behandlingarna och deras nära placering till varandra kunde ha påverkat resultaten och det är därmed viktigt för framtida forskning att använda större fält och fler observationer för att bättre kunna isolera effekterna av de olika behandlingarna. Utöver detta bör, i likhet med Cadoux et al. (2015), försöken genomföras på två eller fler olika geografiska platser för att visa på att det inte är andra faktorer än behandlingarna som påverkar resultatet. En minskning av antalet behandlingar kan också övervägas för att underlätta statistiska analyser och enklare identifiera

signifikanta skillnader mellan behandlingar. Vidare hade det varit intressant att utvärdera effekterna av samodling på andra skadegörare utöver rapsjordloppan för att se om samodlingsmetoden har bredare applicerbarhet. Det skulle även vara värdefullt att undersöka de långsiktiga effekterna av samodling på markens struktur och aggregat.

5.6. Slutsats

Resultaten indikerar att samodling kan minska antalet larver av rapsjordloppor per planta och därigenom reducera skadorna på rapsen. Detta kan i sin tur bidra till att minska behovet av kemiska bekämpningsmedel, vilket är en viktig aspekt för att motverka utvecklingen av resistent skadegörare och för att uppnå hållbarare jordbrukssystem. Trots att signifikanta skillnader mellan behandlingarna identifierades, var skillnaderna inte alltid lika tydliga som i tidigare studier. Detta kan delvis bero på den stora mängden behandlingar och det begränsade antalet replikat per behandling, vilket kan ha påverkat möjligheten att upptäcka starka effekter. Fynden från denna studie överensstämmer dock med tidigare forskning som visat att samodling kan fungera som en effektiv metod för att minska skadedjurstrycket.

För framtida forskning föreslås att undersökningar genomförs över flera odlingssäsonger och på olika platser för att bättre förstå de långsiktiga effekterna av samodling. Dessutom skulle det vara värdefullt att minska antalet behandlingar för att förenkla statistiska analyser och lättare identifiera signifikanta skillnader. Att undersöka effekterna av samodling på andra skadegörare och på markens hälsa skulle också bidra till en mer omfattande förståelse av samodlingens potentiella fördelar.

Sammanfattningsvis visade denna studie att samodling kan vara ett lovande alternativ för att minska skador från rapsjordloppan och minska beroendet av kemiska bekämpningsmedel. Genom att integrera samodling i strategier för integrerat växtskydd (IPM) kan jordbruket bli mer hållbart och motståndskraftigt mot framtida utmaningar.

6. Referenser

- Andersson L. (2015). Skadegörare i jordbruksgrödor. Rapsjordloppa. s. 172–173. Jönköping. Jordbruksverket.
- Andert, S. Ziesemer, A. & Zhang, H. (2021). Farmers' perspectives of future management of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.): A case study from north-eastern Germany. *European Journal of Agronomy*, 130, 126350. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2021.126350>
- Borgström, P., Jasarevic, M., Wallenhammar, A.-C., Anderson, P., Friberg, H., Larsson, M. & Lundin, O. (2019). Växtskydd i raps, åkerbönor och ärter: Kunskapsbehov och forskningsinriktningar. Lunds Universitet. <https://portal.research.lu.se/sv/publications/v%C3%A4xtskydd-i-raps-%C3%A5kerb%C3%B6nor-och-%C3%A4rter-kunskapsbehov-och-forskning>
- Breitenmoser S., Steinger Th., Hiltpold I., Grosjean Y., Nussbaum V., Bussereau F., Klötzli F., Widmer N., Baux A. (2020). Effet des plantes associées au colza d'hiver sur les dégâts d'altises. DOI: <https://doi.org/10.34776/afs11-16>
- Zaugg, S. (2020). Companion planting in oilseed rape to control adult flea beetle. *Agrarforschung Schweiz*. <https://www.agrarforschungschweiz.ch/en/2020/01/companion-planting-in-oilseed-rape-to-control-adult-flea-beetle/#links>
- Breitenmoser, S., Steinger, T., Baux, A. & Hiltpold, I. (2022). Intercropping Winter Oilseed Rape (*Brassica napus* L.) Has the Potential to Lessen the Impact of the Insect Pest Complex. *Agronomy*, 12 (3), 723. <https://doi.org/10.3390/agronomy12030723>
- Brooker, R.W., Bennett, A.E., Cong, W., Daniell, T.J., George, T., Hallett, P.D., Hawes, C., Iannetta, P.P.M., Jones, H.G., Karley, A.J., Li, L., McKenzie, B.M., Pakeman, R.J., Paterson, E., Schöb, C., Shen, J., Squire, G.R., Watson, C.A., Zhang, C., Zhang, F., Zhang, J. & White, P.J. (2014). Improving intercropping: a synthesis of research in agronomy, plant physiology and ecology. *New Phytologist*, 206 (1), 107–117. <https://doi.org/10.1111/nph.13132>

- Cadoux, S., Sauzet, G., Valantin-Morison, M., Pontet, C., Champolivier, L., Robert, C., Lieven, J., Flenet, F., Mangenot, O., Fauvin, P. & Landé, N. (2015). Intercropping frost-sensitive legume crops with winter oilseed rape reduces weed competition, insect damage, and improves nitrogen use efficiency. *Oilseeds and Fats, Crops and Lipids*, 22 (3), D302. <https://doi.org/10.1051/ocl/2015014>
- 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. <https://doi.org/10.3389/fagro.2021.782686>
- Erlansson, Axel. "Hur samodling av raps med baljväxter påverkar skador och förekomsten av rapsjordloppan (*Psylliodes chrysocephala*)."
Examensarbete/Självständigt arbete, Sveriges lantbruksuniversitet, Alnarp, 2023.
- Government of Canada, Canadian Food Inspection Agency, Plant Health and Biosecurity Directorate (2017b). The Biology of *Brassica napus* L. (Canola/Rapeseed). <https://inspection.canada.ca/plant-varieties/plants-with-novel-traits/applicants/directive-94-08/biology-documents/brassica-napus-l-/eng/1330729090093/1330729278970> Hämtad 26/3-2024
- Lamichhane, J.R., Barzman, M., Booij, K., Boonekamp, P.M., Desneux, N., Huber, L., Kudsk, P., Langrell, S., Ratnadass, A., Ricci, P., Sarah, J.-L. & Messéan, A. (2014). Robust cropping systems to tackle pests under climate change. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 35 (2), 443–459. <https://doi.org/10.1007/s13593-014-0275-9>
- Li, Z., Costamagna, A.C., Beran, F. & You, M. (2024). Biology, ecology, and management of flea beetles in brassica crops. *Annual Review of Entomology*, 69 (1), 199–217. <https://doi.org/10.1146/annurev-ento-033023-015753>
- 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>
- Nilsson, C. (2002). Strategies for the control of cabbage stem flea beetle on winter rape in Sweden. *Integrated Control in Oilseed Crops IOBC/WPRS Bulletin*, 25, 133–139.

- Obermeier, C., Mason, A.S., Meiners, T., Petschenka, G., Rostás, M., Will, T., Wittkop, B. & Austel, N. (2022). Perspectives for integrated insect pest protection in oilseed rape breeding. *Theoretical and Applied Genetics*, 135 (11), 3917–3946. <https://doi.org/10.1007/s00122-022-04074-3>
- Ortega-Ramos, P.A., Coston, D.J., Seimandi-Corda, G., Mauchline, A.L. & Cook, S.M. (2022). Integrated pest management strategies for cabbage stem flea beetle (*Psylliodes chrysocephala*) in oilseed rape. *Gcb Bioenergy*, 14 (3), 267–286. <https://doi.org/10.1111/gcbb.12918>
- Price, C.W., Campbell, H.L. & Pope, T.W. (2023). Potential of Entomopathogenic Nematodes to Control the Cabbage Stem Flea Beetle *Psylliodes chrysocephala*. *Insects*, 14 (7), 665. <https://doi.org/10.3390/insects14070665>
- Psylliodes chrysocephala* (cabbage stem flea beetle) (2022). CABI Compendium. Data set. <https://doi.org/10.1079/cabicompendium.116582>
- Ruck, L. , Cadoux, S. , & Robert, C. (2018). Agronomic practices to control cabbage stem flea beetle and rape winter stem weevil. *Integrated Control in Oilseed Crops: IOBC-WPRS Bulletin*, 65-67.
- The Editors of Encyclopaedia Britannica (1998). Pyrethrum | Definition, Description, insecticide, & Species. Encyclopedia Britannica. <https://www.britannica.com/plant/pyrethrum> Hämtad 26/3-2024
- Theunissen, J. (1994). Intercropping in field vegetable crops: Pest management by agrosystem diversification—an overview. *Pesticide Science*, 42 (1), 65–68. <https://doi.org/10.1002/ps.2780420111>
- Tixeront, M., Dupuy, F., Cortesero, A.M. & Hervé, M. (2023). Understanding crop colonization of oilseed rape crops by the cabbage stem flea beetle (*Psylliodes chrysocephala* L. (Coleoptera: Chrysomelidae)). *Pest Management Science*,. <https://doi.org/10.1002/ps.7424>
- Williams, I.H., ed. 2010. Biocontrol-based integrated management of oilseed rape pests. Vol. 461. Dordrecht: Springer. <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/978-90-481-3983-5.pdf>
- Weibull, Jens. 2009, Raps (*Brassica napus* L.). Sveriges lantbruksuniversitet. Hämtad 26/3-2024. <https://www.slu.se/globalassets/ew/org/centrb/pom/raps.pdf>

Zhang, H., Breeze, T.D., Bailey, A., Garthwaite, D., Harrington, R. & Potts, S.G. (2017). Arthropod Pest Control for UK Oilseed Rape – Comparing insecticide Efficacies, side effects and alternatives. PLOS ONE, 12 (1), e0169475. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0169475>

Zhu, S. & Morel, J.B. (2019). Molecular mechanisms underlying microbial disease control in intercropping. Molecular Plant-microbe Interactions, 32 (1), 20–24. <https://doi.org/10.1094/mpmi-03-18-0058-cr>

Tack

Jag vill rikta ett stort tack till Chloë Raderschall och Raj Chongtam för deras omfattande insats i det grundläggande arbetet för projektet. Tack till SLU Lönnstorp för allt arbete med försöksodlingen och marken. Jag vill också tacka Jan-Eric Englund för hans ovärderliga hjälp med statistiken. Ett stort tack går till internshipstudenterna Lisa Gherold, Morgane Bodiguel och Emile Amans som jag arbetade tillsammans med vid insamling och dissekering av plantor. Slutligen vill jag uttrycka min djupa tacksamhet till min handledare Mattias Larsson för all hjälp och särskilt för den tid han lade ner på statistikdelen. Utan hans stöd hade detta arbete inte varit möjligt.