



# **Råg (*Secale cereale*) som mulchlager vid odling av huvudkål (*Brassica oleracea* var. *capitata*)**

– Påverkan på insektsskador

---

*Rye (*Secale cereale*) as mulchlayer in Cabbage (*Brassica oleracea* var. *capitata*) farming*

– *Influence on insect damage*

Anna Håstadius & Gisela Andersson

Självständigt arbete • 15 hp  
Sveriges lantbruksuniversitet, SLU  
Fakulteten för landskapsarkitektur,  
trädgårds- och växtproduktionsvetenskap  
Institutionen för Biosystem och teknologi  
Trädgårdsingenjör: odling – kandidatprogram  
Alnarp 2024



# Råg (*Secale cereale*) som mulchlager vid odling av huvudkål (*Brassica oleracea* var. *capitata*) – Påverkan på insektsskador

*Rye (Secale cereale) as mulchlayer in Cabbage (Brassica oleracea var. Capitata) farming – Influence on insect damage*

Anna Håstadius & Gisela Andersson

**Handledare:** Lars Mogren, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för Biosystem och Teknologi.

**Bitr. handledare:** Oskar Hansson, HIR Skåne, Borgeby.

**Examinator:** Mattias Larsson, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för Växtskyddsbiologi.

**Omfattning:** 15 hp

**Nivå och fördjupning:** G2E

**Kurstitel:** Självständigt arbete i Trädgårdsvetenskap

**Kurskod:** EX0844

**Program/utbildning:** Trädgårdsingenjör: odling – kandidatprogram

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

**Utgivningsort:** Alnarp

**Utgivningsår:** 2024

**Omslagsbild:** Johannes Storch

**Nyckelord:** *Mellangröda, allelopati, växtskydd, odlingssystem, orienteringsförmåga, nyttodjur, Plutella xylostella, Delia radicum, Brevicoryne brassicae, Athalia rosae*

**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

Befintliga växtskyddsproblem inom jordbruk- och trädgårdsproduktion kommer troligen öka på grund av klimatförändringar som gör odlings säsongen längre. Dessutom är trenden att odlarna har allt färre bekämpningsmedel att tillgå. Ett varmare klimat introducerar nya skadegörare och gynnar befintliga skadegörare som resulterar i ökat artbestånd och övervintring i Sverige. Detta gör det svårare att hantera skadeangrepp i odlingar för producenten och det svenska lantbruket behöver hitta alternativa metoder för att minska de ekonomiska förlusterna. Därav behövs nya odlingstekniker och odlingssystem för att minska skadeangrepp.

Syftet med denna studie var att undersöka om ett odlingssystem med rågmulchlager i huvudkålsodling kan tänkas påverka skadeinsekter, med underlag av HIR Skånes demonstrationsodling där användning av rågmulch resulterade i minskat angrepp från skadeinsekter i vitkålsodling. Arbetets mål är att undersöka faktorer som missgynnar fyra utvalda, vanligt förekommande skadeinsekter i huvudkålsodling idag i Sverige samt besvara frågeställningen: Hur påverkas de och vad är den bakomliggande orsaken till minskade angrepp av skadeinsekter i huvudkål när de odlats i rågmulch?

Litteraturstudien utgår ifrån vetenskapliga rapporter, rapport från demonstrationsodlingen från HIR Skåne i Borgeby och annan relevant fakta.

Resultaten visade att mulch kan påverka skadeinsekters orienteringsförmåga och utgöra en fysisk barriär som försvårar framkomlighet att nå till värdväxten. Naturliga fiender gynnas av mulchen men ökar inte deras parasitering och predation på skadeinsekterna. Mikroklimatet blir fuktigare med mulch vilket kan öka svampangrepp som kan påverka skadeinsekter. Kemiska utsöndringar från råg kan störa skadeinsekter, frågan om omfattningen kvarstår fortfarande.

Sammanfattningsvis kan mulchen störa skadeinsekters orienteringsförmåga och i vissa fall reproduktionsförmåga, vilket leder till en minskad kolonisering och population. För att vidare kunna dra definitiva slutsatser behövs fler studier kring odlingssystem med mulch.

*Nyckelord:* Mellangröda, allelopati, nyttodjur, orienteringsförmåga, odlingssystem, växtskydd, *Plutella xylostella*, *Delia radicum*, *Brevicoryne brassicae*, *Athalia rosae*.

## Abstract

The present problems with plant protection in agricultural and horticultural production will probably escalate due to climate change, which extends the growing season. The trend is also that the number of available pesticides are constantly reduced by the authorities. A warmer climate introduces new pests and favors existing ones, resulting in increased species abundance and overwintering in Sweden. This makes it more challenging for producers to manage pest attacks, and the Swedish agriculture needs to find alternative methods to reduce their economical losses. Therefore, new cultivation techniques and systems are needed to minimize pest attacks.

The purpose of this study was to investigate whether a cultivation system with a rye mulch layer in cabbage cultivation could potentially affect pest insects, based on HIR Skåne's demonstration, where the use of rye as mulch resulted in reduced insect pest attacks in head cabbage cultivation. The goal of this study is to examine factors that could disadvantage four selected, commonly occurring pests in head cabbage cultivation in Sweden today and answer the question of issue: How are pest insects affected, and what is the underlying reason for reduced pest attacks in head cabbage when cultivated in rye mulch?

The literature study is based on scientific reports, HIR Skåne demonstration report in Borgeby, and other relevant sources.

Results shows that mulch can have an impact on the orientation capability of insects as it serves as a physical obstacle that disturbs their ability to find a host plant. Natural enemies can benefit from mulch, though it does not increase their parasitism and predation on pests. The cultivation system creates a more humid microclimate, which can increase fungal attacks that may affect pests. Chemical emissions from rye may disrupt pest insects, but the extent remains uncertain.

To summarize, mulch can interfere with the pest insect's orientation and, in some cases, their reproductive ability. This leads to a reduced colonization and population. To be able to draw definitive conclusions, more studies on this cultivation systems with mulch are needed.

*Keywords:* Intermediate crop, allelopathy, beneficial insects, orientation ability, cultivation system, Plant protection, *Plutella xylostella*, *Delia radicum*, *Brevicoryne brassicae*, *Athalia rosae*

## Innehållsförteckning

<b>1. Introduktion .....</b>	<b>9</b>
1.1 Syfte.....	10
1.2 Frågeställning.....	10
<b>2. Material och metod .....</b>	<b>11</b>
<b>3. HIR:s demonstrationsodling.....</b>	<b>11</b>
3.1 Etablering av råg som mellangröda. ....	12
3.2 Plantering av modellgrödan vitkål .....	12
3.3 HIR:s Resultat .....	12
<b>4. Resultat .....</b>	<b>14</b>
4.1 Dagens kålodling. ....	14
4.2 Kålens kemiska sammansättning .....	15
4.3 Viktiga begrepp .....	16
4.3.1 - Mellangröda.....	16
4.3.2 - Mulch .....	16
4.3.3 - Samodling .....	17
4.3.4 - Push-pullstrategi .....	18
4.4 Råg som mulch .....	18
4.4.1 - Rågens utveckling .....	18
4.4.2 - Rågmulchens effekter på odlingssystemet .....	19
4.4.3 - Allelopati .....	21
4.4.4 - Kemiska ämnen i råg .....	23
4.4.5 - Råg och kväve (N).....	25
4.5 - Växtskydd .....	26
4.6 - Skadeinsekter .....	27
4.6.1 - Skadeinsekt Nr 1 - Kålmal ( <i>Plutella xylostella</i> ) .....	28
4.6.2 - Skadeinsekt Nr 2 – Lilla kålflugan ( <i>Delia radicum</i> ) .....	34
4.6.3 - Skadeinsekt Nr 3 - Kålbladlus ( <i>Brevicoryne brassicae</i> ) .....	39
4.6.4 - Skadeinsekt Nr 4 – Kålbladstekel ( <i>Athalia rosae</i> ).....	44
<b>5. Diskussion .....</b>	<b>49</b>
5.1 Fysiska hinder .....	49
5.2 Orienteringsförmåga och doft.....	50
5.3 Mikroklimat .....	51
5.4 Naturliga fiender .....	52
5.5 Rågens påverkan .....	53
5.6 Övrig påverkan .....	55
<b>6. Slutsats.....</b>	<b>56</b>

<b>7. Referenser .....</b>	<b>57</b>
<b>8. Bilagor .....</b>	<b>69</b>



## 1. Introduktion

Anledningen till att nya odlingstekniker och odlingssystem behövs grundas i de utmaningar odlare står inför då klimatförändringar och extremväder medför ogynnsamma effekter i många aspekter i växtproduktion (Drabe-Vesterlund & Winter 2021). Befintliga växtskyddsproblem inom jordbruk och trädgårdsproduktion kommer troligen eskalera på grund av temperaturväxlingar och varmare vintrar då odlingssäsongen blir längre. Med varmare klimat införs nya grödor som tål att odlas i Sverige, och i samband med dem introducering av nya skadegörare. Det nya klimatet gynnar våra befintliga skadegörare, och kan resultera i ökad möjlighet till skadegörarnas övervintring i Sverige (Jordbruksverket 2012).

Kålodlingar idag får stora skördebortfall och ekonomisk förlust på grund av mycket skadeangrepp och färre bekämpningsmedel som är tillåtna för varje år. Detta gör det svårare att hantera skadeangrepp i odlingar för producenten och det svenska lantbruket behöver hitta alternativa metoder för att minska de ekonomiska förlusterna (Ögren et al. 2003; Fogelfors 2015).

År 2023 fanns det 10 stycken godkända bekämpningsmedel för insekter i odling av huvudkål, varav fem även var godkända i ekologisk odling. Bland dessa fanns det medel som var effektiva mot fjärilslarver i ordningen *Lepidoptera*, kålfluga (*Delia radicum*), och bladlöss (*Aphidoidea*) (Backström 2023). Av dessa 10 medel är det två stycken som innehåller samma aktiva ämne, och en kommer att bli förbjuden att använda efter 2025-11-01 (Backström 2023; Kemikalieinspektionen 2024). Växtföljden mellan varje kålgröda bör vara cirka 6–7 år, med tanke på bland annat klumprotsjuka (Ögren & Jonsson 2015). Växtföljden är det viktigaste förebyggande verktyget för att undvika problem med insekter, nematoder och svampsjukdomar. Genom att hålla ett tillräckligt stort odlingsuppehåll mellan grödor ur samma familj minimeras skadeinsekternas föda, samt övervintringsmöjligheter. Det är även viktigt att hålla ogrästrycket nere på grund av att många av kålens skadeinsekter har alternativa värdväxter bland ogräs i familjen *Brassicaceae* (Rölin 2015). Växtskyddsåtgärder i kålodling innefattar vanligtvis bearbetning av ogräs med radhackning. Vidare kan tidig täckning med fiberduk vara en åtgärd som minskar skadeangrepp av insekter, vilket även bidrar med ett gynnsamt klimat för att främja tidig tillväxt (Ögren et al. 2003; Fogelfors 2015). Det går även att använda insekts- och kålnät för att skydda mot en stor andel skadeinsekter (Ögren et al. 2003; Pettersson & Åkesson 2011). Det är viktigt att nätet ligger

tätt mot markytan, nedtyngd, då en enda glipa räcker för att en skadeinsekt ska kunna ta sig in och göra skada (Backström & Furenhed 2021). Vidare bör odlaren vara uppmärksam under perioden för avtagningen av nät för gödsling och ogräsrensning. Anledningen är att odlaren riskerar inflygning av skadeinsekter under den perioden, som sedan kan härja fritt och uppföröka sig under insektsnätet vid frånvaron av naturliga fiender. Därför är det viktigt att vara uppmärksam kring när olika skadeinsekter är aktiva på dygnet (Hansson et al. 2021).

Marktäckning ger plantor fördelar som förbättrad etablering, genom att hålla en jämnare markfukt och hålla bort skadeinsekter som lockas till nyetablerade plantor och rotutveckling. Vidare ger det en minskad risk för angrepp och skador från insekter och patogensvampar (Ögren & Jonsson 2015). Användning av organiskt material som mulchlager har visat vara gynnsamt i kålodling (Ögren et al. 2003).

### 1.1 Syfte

HIR Skåne i Borgeby har under 2023 bedrivit en demonstrationsodling där råg såtts in på hösten och fått växa fram till slutet på maj kommande år. Rågen höggs sedan för att bilda ett mulchlager, i vilken kålplantor planterades. Kålen odlad i mulchlagret visade på minskat skadeangrepp vid skörd. Huvudsyftet med demonstrationsodlingen var att testa ett nytt odlingssystem som skulle förbättra uthålligheten av jorden. De studerade markfukt, kolinlagring och kväveläckage. Demonstrationsodlingen studerade fler perspektiv av detta odlingssystem och detta arbete kommer fokusera på växtskydd, vilket även var HIR:s minst undersökta perspektiv. Detta arbete ska fokusera på några av de vanligast förekommande skadeinsekterna idag i huvudkål, som ger störst skördebortfall, och undersöka på vilket sätt de påverkas av rågen.

### 1.2 Frågeställning

De teorier som idag kan antas påverka skadeinsekter är nyttodjur, orienteringsförmåga, doft- och andra utsöndringar från mulchen. Vårt mål med denna studie är att se om det stämmer eller om det finns andra påverkande faktorer som missgynnar skadeinsekter.

Vår frågeställning lyder därför:

- Hur påverkas skadeinsekter och vad är den bakomliggande orsaken till minskat angrepp från skadeinsekter i huvudkål när de odlats i rågmulch?

## 2. Material och metod

Detta arbete är en litteraturstudie där vi utgått från vetenskapliga rapporter, rapport om demonstrationsodlingen från HIR i Borgeby och annan relevant fakta. Faktasökning har främst skett på databaserna Web of Science och Google Scholar, även efter litteratur på SLU:s biblioteks hemsida.

Ett utdrag av de sökord vi har använt innefattar följande; Mellangröda/ intermediate crop mulch/täckodling/gröngödsling/cover crop, intercropping/samodling, kale/kål/Brassica/cabbage, allelopati hos råg, flyktiga organiska doftämnen, feromoner, kairomoner, råg/rye/*Secale cereale*, interactions, insects, allelopathy, allelochemicals, lilla kålflugan/*Delia radicum*, kålbladstekel/turnip sawfly/*Athalia rosae*, living, environment, fragrances/smell/odor, kålmal/*Plutella xylostella*, kålbladlus/*Brevicoryne brassicae*, life cycle, pest, glukosinolater, orientation/orienteringsförmåga, entomopatogena svampar. I användbara artiklar har vi använt deras referenslista för att vidare hitta information om ämnet.

## 3. HIR:s demonstrationsodling

Demonstrationsodling utfördes på uppdrag av LRF Trädgård som driver och finansierar projektet, *Ökad konkurrenskraft för trädgårdsnäringen vid extremväder*, efter upphandling av Jordbruksverket (Drabe-Vesterlund & Winter 2021). I samarbete med HIR Skåne utfördes demonstrationsodlingen på Borgeby gård med det huvudsakliga syftet att testodla modellgrödor i olika odlingssystem för att undersöka hur kolinlagring, ogräskonkurrens, markfukt, vattenkostnad och kväveläckage påverkas genom att använda råg som övervintrande mellangröda och applicera det med olika odlingstekniker, där effekten av mulchen jämfördes med bearbetad otäckt jord.

Målet är att hitta odlingssystem som kan möta framtidens förändrade klimat och nya regler. Detta gjordes även i samarbete med Partnerskap Alnarp som fokuserade på att studera ogräskonkurrens och kolinlagring.



Figur 1: Strimlad höstråg som mulchtäcke i demonstrationsodling (Jönsson 2023)

Demonstrationsodlingen använde modellgrödan vitkål, som i testodling planterades i bearbetad bar jord och jämföra det med plantering i strimlad höstråg som täckgröda (Jönsson 2023).

Vid observationer i demonstrationsodlingen beskriver Jönsson (2023) att skadeinsekter undvek vitkålen i det fält där råg användes som mulchlager. Jönsson (2023) nämner att anledningen till avvikelsen är oklar men misstänks grundas i temperaturskillnad i marken, repellerande doftämnen eller att lagret skyddar vitkålen från angrepp. Detta arbete inriktas på växtskydd i vitkål och annan huvudkål, för att se hur skadebilden på odlingen kan tänkas påverkas utifrån de sidoeffekter som observerades av minskade angrepp från skadeinsekter när råg användes som täckgröda.

### 3.1 Etablering av råg som mellangröda.

I Led B med rågmulch skedde etablering av testodlingen på fält där sådd av råg skedde hösten 2022. Fältet gödslades och fick tidig kvävegiva i mars 2023. Rågen tilläts utvecklas till full blomning och till en längd på cirka 1,4 meter som avvecklades med hjälp av frontmonterad betesputs i två omgångar den 24 maj 2023. Torrsubstansen mättes till åtta ton per hektar. För att använda råg som täckgröda till vitkålen strimlades den ner till 5–10 centimeter långa strån som fick ligga kvar på markytan, vilket blev ett mulchtäcke på 5-6 centimeter. Råghalm adderades till fältet för att uppnå ett mulchtäcke på 8–10 centimeter. I Led A med plöjd, bar jord skedde nedbearbetning och plöjning av rågen i april 2023, fältet harvades två gånger i maj 2023 för ogräsbekämpning (se figur 2) (Jönsson 2023).

### 3.2 Plantering av modellgrödan vitkål

I Led B med rågmulch planterades modellgrödan vitkål i rågtäcket på 8–10 centimeter med maskinen Mulchtec Planter som är en tysk innovation. Mulchtec Planters koncept är dess funktion där gödsling, bevattning och plantering förekommer i en och samma process. Maskinen skapar möjlighet att etablera vitkålsplantan direkt i den icke-bearbetade jorden genom mulchen. Plantering skedde den 2 juni 2023. I Led A med plöjd, otäckt jord planterades vitkål i fältet med Mulchtec Planter, på likadant vis som i Led B med rågmulch där gödsling samt bevattning skedde i samband med plantering (Jönsson 2023).

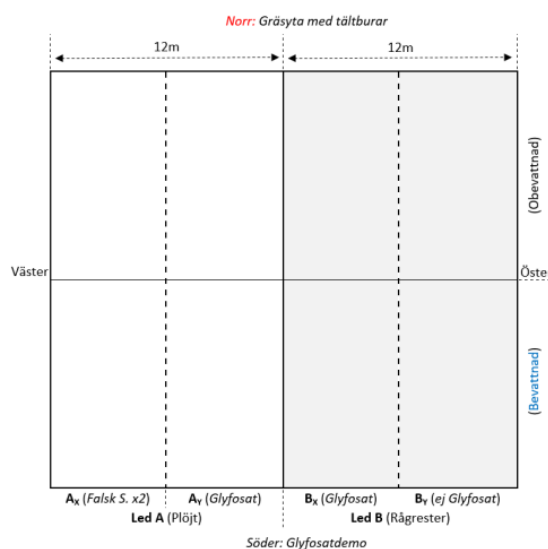
### 3.3 HIR:s Resultat

Resultaten från mätning med markfuktssensor visar att råg som mellangröda förbrukar en stor del markfukt, vilket resulterar i mindre växttillgängligt vatten i Led B, då det binds i marken.

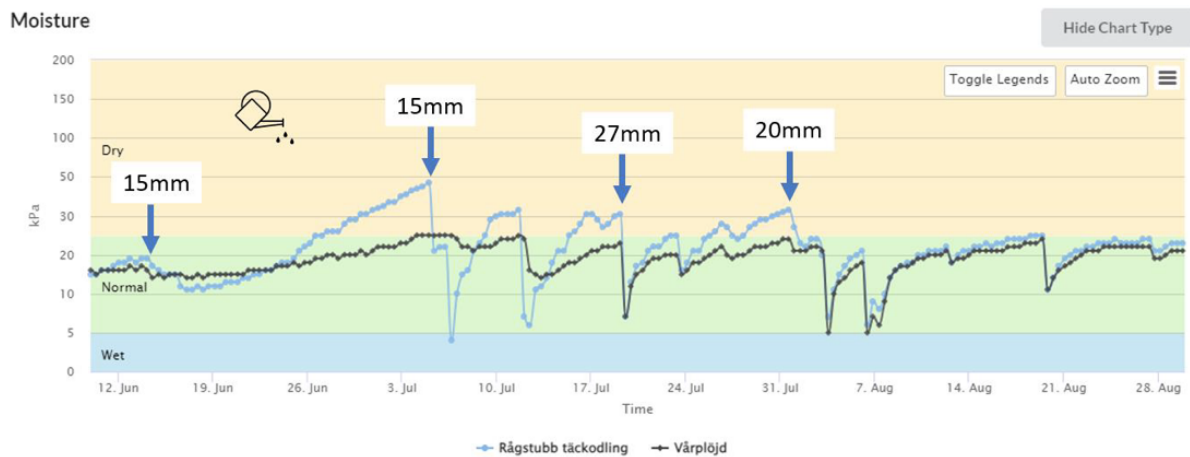
Mätningar med markfuktsensorer efter plantering visar att vid bevattning tas fukt upp mer effektivt med rågmulch vid tre tillfällen (se figur 3). Konsekvensen av mellangrödans fuktupptag gör att markprofilen i Led B har ett underskott på vatten och torrheten i marken är inte ett resultat av att vitkålsgrödan ökar sitt vattenupptag och får tillgång till mer vatten. Avvikelsen fortlöper tills slutet av juli 2023 och balanseras sedan på grund av ökad regnmängd under den perioden (se figur 3) Mikroklimatet vid markytan i Led B med rågmulch visade behålla en jämn fuktighet (Jönsson 2023).

Kålodling i mark med mer tillgängligt vatten resulterade i bättre avkastning i jämförelse med den kålen som odlades i torrare mark. Jönsson (2023) nämner att vatten och näringsförbrukningen kan vara en orsak till minskad skörd i Led B, och därav krävs modifierade åtgärder kring bevattning och näringstillförsel i en odling där rågmulch används som täckgröda för en gynnsam skörd av kål (Jönsson 2023).

I Led B täcker rågen marken och ljuset och värmen kan inte absorberas lika effektivt som svart, otäckt jord i Led A, vilket resulterade i en tidigare utveckling av kålen då marken blev varmare tidigare i Led A (Jönsson 2023). Efter demonstrationsodlingen observerades vissa sidoeffekter där en anmärkning var att skadeinsekter ej angrep kål som odlas i rågmulch, vilket ytterligare behöver studeras för att hitta skälet till en minskning av skadeinsekter, och om orsaken är en effekt av rågmulch (Jönsson 2023).



Figur 2: Illustration som visualiserar de fält som ingick i demonstrationsodling på Borgeby gård (Jönsson 2023)



Figur 3: Diagram som visar uppmätt markfukt (kiloPascal, kPa) vid bevattning av fält med vitkål på 20 cm djup under undersökningsperioden. Bevattning skedde fyra gånger under perioden. Svart är fält som är vårplöjd, otäckt jord och blå är fält med rågmulch (Jönsson 2023)

## 4. Resultat

### 4.1 Dagens kålodling.

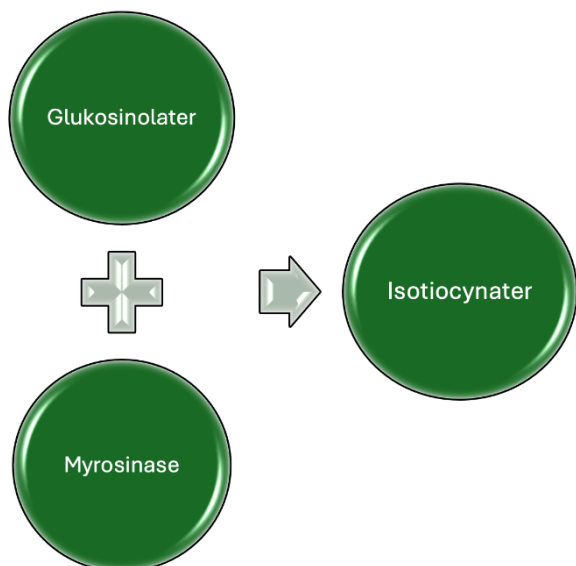
Huvudkål, *Brassica oleracea* var. *capitata*, tillhör familjen kålväxter, *Brassicaceae*, tillsammans med många andra korsblommiga växter (Ögren et al. 2003). Huvudkål kräver en ansevärd mängd näring under hela odlingsperioden, i synnerhet vid plantering och tidig etablering. Brist på näringstillförsel påverkar huvudbildningen negativt och resulterar i mindre avkastning. För hög giva av näringsämnen kan dock ge negativ effekt i form av sämre lagringsduglighet och större risk för angrepp från skadeinsekter på grund av att kålhuvudet blir ostadigt vid roten. Kålväxter etableras fördelaktigt i luckra och väl-dränerade jordar. Packade och styva jordar samt genomgående sandjordar bör undvikas för optimal närings- och vattentillförsel (Ögren et al. 2003). På grund av sitt krav på lucker jord och höga näringskrav bör kålen, främst vitkål, placeras på en bra plats i växtföljden. Plantering av kålväxter varierar beroende på utvecklingstid och användningsområde. Vitkål, brysselkål och rödkål är sorter som planteras i en omgång på våren och skördas vid fullbordad tillväxt (Fogelfors 2015). I södra Sverige finns det möjlighet att direktså vitkål, men plantering är att föredra för att kunna bekämpa ogräs som förebyggande växtskyddsåtgärd. Plantering ger även fördelen att det minskar risken för angrepp av jordloppor och stinkfly som gärna går på kålplantorna vid uppkomst och etablering (Ögren & Jonsson 2015).

En fördel i kålproduktion är att ha en jämn temperatur och vattentillförsel i odlingen (Fogelfors 2015). Vitkål trivs i väder som är svalt och fuktigt, och har låga krav på varma

odlingslägen (Ögren & Jonsson 2015). Den totala arealen för kålodling i Sverige under 2020 uppgick till 1524 hektar, vilket var en ökning från 2017 när arealen var 1371 hektar. Ungefär 60% av denna areal fanns i Skåne (Jordbruksverket 2021b). Under 2022 odlades ekologisk vitkål på totalt 117 hektar åkermark, vilket är den näst lägsta arealen under de sex senaste åren, varav 2017 var den som högst på 153 hektar (Jordbruksverket 2022).

#### 4.2 Kålens kemiska sammansättning

Glukosinolater är sekundära metaboliter vilket är substanser innehållande kväve och svavel (Travis-Martin & Müller 2007). Glukosinolater återfinns i eller på vaxlagret på *Brassica*-växter (Hopkins et al. 2008). Vid skadeangrepp av kålplantan frigörs glukosinolater tillsammans med enzymet myrosinase. Enzymet bryter ner glukosinolater till nedbrytningsprodukter, exempelvis isotiocyanater, som vanligtvis är giftigt för insekter och fungerar som en skyddsmekanism för *Brassica*-växter (se figur 4) (Eriksson et al. 2002). Försvarsmekanismen blir ineffektiv för insekter som är specialister som endast äter på specifika växter från fam. *Brassicaceae*, då de har egenskapen att avgifta sig vid födointag (Travis-Martin & Müller 2007). Sinigrin, glukobrassicin och progoitrin är glukosinolater som finns i kålväxter och stimulerar vissa insekters reproduktion och ägglägningsprocesser, vilket gör att de attraheras till växten (Sarfraz et al. 2006; Müller & Sieling 2006; GaBrys 2008). Att skadeinsekter äter på plantan i tidiga stadier på grund av glukosinolater påverkar plantans kemiska sammansättning, vilket senare på säsongen kan negativt påverka hur de



Figur 4: Glukosinolaternas nedbrytningsförlopp i kål vid angrepp av skadeinsekter

attraherar parasitoider och predatorer. Det kan även påverka hur andra herbivorer attraheras till plantan. Parasitoider som äter skadeinsekter av fam. *Brassicaceae* attraheras av utsöndring av isotiocyanater, en typ av glukosinolater (Hopkins et al. 2008). Vidare kan en planta som blivit attackerad av skadegörare utsöndra vissa typer av kemiska ämnen som gör att andra insekter inte lockas dit (Finch 1989).

## 4.3 Viktiga begrepp

### 4.3.1 - Mellangröda

För att förstå odlingsystemet behövs kunskap kring vad en mellangröda är. Den breda definitionen av mellangrödan är en gröda som odlas och har sin främsta tillväxt mellan två huvudgrödor, där anledningen för dess odling kan variera (Aronsson et al. 2023).

Mellangrödor odlas idag primärt för att förbättra jordhälsan, minska erosion, reglera ogrästtillväxt och hantera näringsbalansen (Baraibar et al. 2018).

### 4.3.2 - Mulch

Definition av mulch är att odlaren sprider ett täcke av någon typ av material över en odlad markyta för att skydda växter, hjälpa dess tillväxt eller hindra ogräs från att växa. Mulchen kan både vara organisk, i form av halm, barkbitar, gräsklipp, eller oorganisk, i form av stenar eller plast. Mulchen hjälper därefter till att bevara fukt i marken, minska jorderosion, minska ogräsuppkomst och jämna ut temperaturen under mulchen. Däremot är det viktigt att vara noga med mängden mulch man sprider. Anledningen är att för lite kan ge minskad eller ej uppnådd effekt, medan för mycket mulch kan skada huvudgrödan genom att förmultningsprocessen skapar ett mikroklimat med för hög temperatur (U.S. Department of Agriculture a.o; Jönsson 2023).

Användning av halm som mulch ger en minskad jorderosion, avrinning, ökar mullhalten i marken, ger en bättre aggregation av jorden och minskar jord- och vattenförluster. Vidare minskar hastigheten av evaporation (Jabran 2019; Alyokhin et al. 2019). Nackdelen med mulch däremot kan vara att den sänker marktemperaturen eller att det tar längre tid för jordtemperaturen att öka under våren, vilket kan negativt påverka avkastningen i vissa fall (Jabran 2019).

Det mest effektiva sättet att hantera skadeinsekter, efter växtförädling och insekticider, är att använda någon typ av täckgröda när trycket från skadeinsekter är som högst (Finch 1989). Organisk mulch har bevisat en förbättring av uppförökning och utbredning av nyttodjur. I försök (Roger-Estrade et al. 2010; Quintanilla-Tornel et al. 2016) under flertalet säsonger uppvisades en ökning av nyttodjur under mulchen. Några av de viktigaste nyttodjurens population ökade i denna testodling var guldögonslända (*Chrysoperla carnea*), en skalbaggsart (*Coleomegilla maculata*) och en bärfis (*Perillus bioculatus*). Vidare såg man även att olika färger på mulchen kan ge olika påverkan på avkastningen, även att olika färger



kan användas som en metod för att repellera skadeinsekter, dock var försöket främst gjort på färgskillnader på plast som täcke (Jabran 2019).

Mulch och samodling har flera olika mekanismer som reducerar populationer av herbivorer (växtätare). De stör herbivorerernas orienteringsförmåga och gör det svårare för dem att hitta till huvudgrödan. Vidare kan mulch och samodling, genom utsöndringar av kemiska ämnen, i vissa fall repellera skadeinsekterna (Pinero & Manandhar 2015).

Enligt en studie där man odlade med rågmulch i olika landskapsområden visade det att topografi kunde påverka nedbrytningen av olika typer av mulch i kombination med temperatur, tillgång på fukt, samt mikroklimat. Resultaten varierade beroende på väderlek och temperatur under lika odlingsförsök under två år (Leuthold et al. 2021).

#### 4.3.3 - Samodling

Begreppet samodling innebär att två eller fler kulturer odlas på samma yta, under samma år, under majoriteten av tillväxtperioden. Grödorna kan antingen vara olika sorter, varianter eller arter. De kan även variera mellan skördetidpunkt och vara årevis, bienneller och perenner. När man ska göra ett odlingsystem med samodling kan det byggas upp på fyra olika sätt; blandad samodling, bandsamodling, radsamodling eller reläsamodling. I en blandad samodling blandas alla kulturer och det finns inget tydligt radsystem. I bandsamodling odlas grödorna i separata rader, men varje gröda odlas i flera rader som bildar ett band innan nästa gröda tar över. Odlar du en radsamodling växer grödorna i separata rader bredvid varandra. Reläsamodling innebär att grödor odlas tillsammans under en viss del av kulturtiden. Samodling kan vara ett verktyg för att minska skadeangrepp, genom att samodlingsgrödan fungerar som en kemisk eller fysisk barriär. Den kan även agera utifrån en push-pull-strategi där samodlingsgrödan drar till sig skadeinsekterna för att minska deras angrepp på huvudgrödan. Vidare kan samodlingsgrödan även vara ett lockbete för naturliga fiender genom pollen eller nektar och verka som en övervintringsplats (Norén 2013).

Växande mulch visade att skadeinsekterna hade svårare att hitta till sin värdväxt, i detta fall huvudgrödan, vilket ledde till en minskad kolonisering. Försämringen i deras orienteringsförmåga beror på att mulchen stör synfältet och/eller luktutsöndringar. Vid samodling eller mulch visade det sig att många olika typer av grödor i kål minskade förekomsten av olika arter av fjärilar och tvåvingade flugor (Pinero & Manandhar 2015).

#### 4.3.4 - Push-pullstrategi

Push-pull-strategin är en typ av biologiskt växtskydd. Strategin går ut på att genom stimuli ändra beteendet och orienteringsförmågan hos skadeinsekter och/eller nyttoinsekter för att minska skadeangrepp på huvudgrödan (Cook et al. 2007). Semiokemikalier är den kemiska orsaken till stimuliner och produceras av växter och djur och fungerar som kommunikationsmekanism mellan olika organismer. De kemiska ämnena signalerar och stimulerar den tänkta mottagaren, vilket ändrar beteendet för mottagaren. Semiokemikalier är indelade i interspecifika och intraspecifika effekter. Allelokemikalier och kairomoner kan påverka andra arter (interspecifik), och beroende på vilket ämne som utsöndras gynnas mottagaren eller utsändaren. Feromoner är också en semiokemikalie men signalerar endast till individer av samma art (intraspecifik) (Rico-Martinez et al. 2022).

Skadeinsekterna repelleras eller skräms bort från huvudgrödan genom push-stimuli, som gömmer huvudgrödans doft eller som repellerar skadeinsekterna. Push-stimuli kan innefatta visuella distraktioner, doftämnen från icke-värdväxter, ämnen och växter som avskräcker från äggläggning, feromoner och kairomoner som skickar signaler om fara och många fler. Samtidigt används ett annat stimuli som attraherar skadeinsekterna till andra områden, dessa grödor kallas 'trap crop'. Pull-stimuli består ofta av det motsatta till vad push-stimuli gör, som doftämnen från värdväxter, visuella lockelser, ämnen och växter som stimulerar äggläggning och födosökande och feromoner som stimulerar parning (Cook et al. 2007).

Push-pull-strategin är en mycket användbar metod när man ska odla efter Integrated Pest Management (IPM) för att minimera behovet av insekticider. Att använda push-pull-strategier i samverkan med biologiska bekämpningsmedel är relativt oprövat men är en IPM-strategi som verkar lovande (Cook et al. 2007).

## 4.4 Råg som mulch

### 4.4.1 - Rågens utveckling

I Sverige odlas nästan uteslutande höstråg, främst av arten *Secale cereale* (fam. *Poaceae*). Råg får ett långt strå, vilket ger den ökad biomassa jämfört med andra stråsådsarter (Fogelfors 2015). Att odla höstråg, *S. cereale*, över vintern benämns även som att odla en fånggröda. Anledningen är att det minskar kväveförlusterna, för vilket producenter kan få ersättning. I Sverige får odlare år 2024, 1695 kronor per hektar (Jordbruksverket 2024).

Råg passar att odla på platser som har låg risk för sena frostnätter och där snötäcken inte ligger kvar för länge in på våren. Anledningen är att råg är känslig för frost i samband med axgång och blomning, och är känslig för svampsjukdomen snömögel. Detta gör råg till en optimal mellan- och övervintringsgröda i södra och mellersta Sverige. Det är viktigt att välja en sort med god vinterhärdighet som är konkurrenskraftig och har låg mottaglighet för sjukdomar. Orsaken är för att det inte ska bli tunna bestånd eller bildas ett glest bestånd som ger utrymme för ökad ogräsuppkomst till följd av utvintringsfläckar, sjukdomar eller dålig uppkomst, då målet är att få ut mycket biomassa för att skapa mulchtäcket. Vid sen sådd är det viktigt att ha högre utsädesmängd för att minska risken för dålig uppkomst. För att vidare få ett rikt bestånd bör odlaren behovsanpassa kvävegivan till sin mark. Tillgången på kväve kommer att direkt påverka frodigheten av beståndet, vilket vidare kommer påverka mängden mulch och kan påverka mängden skadeinsekter (Jordbruksverket 2021c). Detta gjordes i LRF:s demonstrationsodling i form av en giva på 60 kilogram kväve i mars (Jönsson 2023).

Vid blomning attraherar rågen pollinerande insekter. Under olika perioder kommer även många nyttoinsekter att röra sig i fälten. Vid konventionell odling är det då viktigt att bedöma bekämpningstider och dosen väl för att inte missgynna nyttoinsekter (Jordbruksverket 2021c).

I HIR:s demonstrationsodling avvecklades rågen i månadsskiftet maj/juni. Vid den tidpunkten hade rågen nått en höjd på cirka 1,4 meter och gått i blom. Rågen hade under maj månad hämmat ogrästillväxten genom stark konkurrenskraft. Avvecklingen skedde med hjälp av en frontmonterad betesputs som hackade rågen i 5–10 centimeter långa strån (Jönsson 2023).

#### 4.4.2 - Rågmulchens effekter på odlingsystemet

Vid insådd av råg i Missouri, USA den första oktober 2021, som en av flera mellangrödor i olika provodlingar efter sojabönor, såg man följande vår att råg var en av de mellangrödor som gett högst mängd biomassa och var mest vinterhärdig. I resultaten gick det att avläsa att råg hade högst tillväxt under hela odlingsperioden och drabbades minst av frostknäppar av alla testgrödor. Råg var den mellangrödan som gav högst skott- och rotmassa i provodlingen, och man såg heller ingen större differens mellan olika sorter. Det gick även att avläsa att rågen främst hade störst mängd biomassa i de översta 15 centimetrarna av jorden, och därefter minskade volymen drastiskt. Detta förklarades genom att rågen sätter många fina

rötter, istället för färre och djupare. Vidare observerades det att råg var en av de grödor som gav högst C/N-kvot (Wong et al. 2023).

Försöket visade även att mellangrödor ger en ökad pormängd i jorden, genom fler mindre porer, och ger en förbättrad aggregatbildning på grund av fler aggregat i marken, vilket i sin tur ökar vattengenomsläppligheten. Rågen behöll sin biomassa under hela växtperioden, vilket visade ge en minskad jorderosion trots mycket regn och hårda vindar. Konstant hög nivå av biomassa visade även på en minskning av groning av ogräsfrön och uppkomst av groddar. Vidare hjälper mellangrödor, som råg, fånga upp kol och andra näringsämnen. Detta kan hjälpa odlingssystem att anpassa sig till rådande och kommande klimatförändringar (Wong et al. 2023; Alyokhin et al. 2019).

Enligt Bottenberg kan marktäckningen med rågmulch minska kolonisering av bladlöss (*Aphidoidea*), kålmal (*Plutella xylostella*), rovfjäril (*Pieris rapae*), och nimetallflys (*Trichoplusia ni*), genom att mulchen förhindrar deras synfält eller stör hur doftämnen från värdväxten sprids. En oprövad teori är att mulchen eventuellt kan sprida doftämnen som stör skadeinsekternas spridning och reproduktion (Bottenberg et al. 1997).

Ett försök har gjorts där man använde mulch, bland annat rågmulch, i potatisodling för att studera skadeangreppen av coloradoskalbaggen, *Leptinotarsa decemlineata*. Resultatet visade att alla mulchmaterial, oavsett C/N-kvot mellan 19 till 52 och mängd spritt material mellan 23 och 37 ton torrsbstans per hektar, reducerade den initiala invasionen av adulta coloradoskalbaggar. Man såg även att minskad jordbearbetning och gödsling med ett gödsel med låg C/N-kvot kan ha påverkan på *L. decemlineata*. Mulchen gör även att marken får en ökad kolhalt, och i allmänhet bättre kvalitet, vilket resulterar i bättre näring i växten och bättre hälsa. Det i sin tur ger jorden en ökad motståndskraft mot svamppatogener. I försöket kom de fram till sex eventuella anledningar till förseningen av koloniseringen av coloradoskalbaggen. Den första var att mulchen stör synfältet för *L. decemlineata*, och den orienterar sig främst med synen då den endast kan utnyttja doft när den är i närheten av värdväxten. Andra anledningen var att doftämnen maskeras, om så iallafall temporärt, av mulchen, vilket leder till förvirring. Vidare utgör mulchen en fysisk barriär. Under försökets gång såg de att coloradoskalbaggen tog tre gånger så lång tid på sig att korsa fältet när det låg mulch på det i jämförelse med bar mark. Viktigt att poängtera är dock att det även berodde på en lägre marktemperatur som följde av mulchlagret. Fjärde anledningen var att den lägre marktemperaturen leder till en senare utveckling av värdväxten, vilket försenar

koloniseringen. Mulchen har även en roll som organiskt gödselmedel, och organiska gödselmedel ändrar näringsinnehållet i bladen. Det kan leda till en så kallad 'buffer capacity' i växten, vilket ger en mineralbalans som resulterar i en minskad larvaktivitet. Sista anledningen är att predatorer i både rhizosfären och phyllosfären ökar signifikant i mulchen, och dessa äter på larver och en viss del adulta individer (Junge et al. 2022; Alyokhin et al. 2019).

Enligt studier där organisk stråmulch av risrester använts tillsammans med entomopatogena svampar i testodling, visade att bekämpningseffekten mot skadeinsekten sötpotatisvivel, *Cylas formicarius* var mer effektiv i jämförelse med ett kemiskt bekämpningsmedel i stråmulchen (Prayogo et al. 2023). Prayogo et al. (2023) nämner att anledningen till minskad äggläggning av *C. formicarius* är att svampen utsöndrar giftiga metaboliska substanser som i sin tur ändrar insektens äggläggningsprocess. En annan studie undersökte bekämpningseffekten av de entomopatogena svamparna *Metarhizium brunneum* och *Beauveria bassiana* i fältförsök på skadeinsekten *C. formicarius*. Resultaten visade att svamparna var för sig, gav en bekämpningseffekt på 100% efter cirka åtta dygn. I studien undersöktes även en kombination med svamp och det kemiska bekämpningsmedlet spinosad, vilket för båda svamparter gav en dödlighet på 100% efter cirka två dygn (Hlerema et al. 2017).

#### 4.4.3 - Allelopati

Allelopati är en del av det begrepp som heter artegens effekter. Allelopati definieras som artens egna utsöndrade kemiska ämnen som enbart påverkar andra organismer och växter. Råg är en växt med tydliga allelopatiska effekter. Dessa ämnen kan utsöndras under tillväxtperioden i form av exempelvis rotexudat, men kan även utsöndras när biomassa bryts ned av mikroorganismer i jorden efter huggning eller en kombination av bägge (Fogelfors 2015).

I ett försök vid Michigan State University såg de att rågens effekt som mulch gav en minskad ogräsuppkomst, men även att rågens allelopatiska effekter visade sig efter den huggits i form av negativ ogräsuppkomst (Barnes & Putnam 1983). Råg har visat sig innehålla betydligt högre koncentration av allelokemisk produktion än rågvete och vete. Rågen producerar fler allelokemiska ämnen än vad rågvete och vete gör. Detta resulterar i tydliga minskningar av tillväxt av ogräs från markytan där rågens rötter sträcker sig (Rebong et al. 2023).

Råg innehåller glykosider och hydroxamsyror som har påvisats ha liknande effekter som insekticider (Yoneyama & Natsume 2010). När råg används som mulch kommer dess allelopatiska förmåga att fortsätta en kort period efter huggning och dessa ämnen kommer då fortsätta att utsöndras. Varaktigheten är beroende av väderlek, klimat och mikroorganismernas aktivitet. Deras effekt är dock oklar och det behövs göras mer forskning och försöksodlingar kring det (Fomsgaard et al. 2004). Även sekundära metaboliter som DIBOA, BOA och benzoxazoliner återfinns i rågmulch (Masiunas 1998).

I USA gjordes det försöksodlingar under åren 1994 och 1995 för att undersöka bland annat rågmulch inverkan på ogräs och insekter (Bottenberg et al. 1997). Bottenberg (1997) visar att de under dessa försök såg att både mängden ogräs och mängden skadeinsekter minskade. Avkastningen av kålen som odlats i mulch minskade på grund av packskador till följd av svårigheter att hugga rågen och konkurrens med insådd rödklöver. De menar att minskningen i huvudstorleken och vikt bidrog till den minskade skadebilden istället för rågmulchen. I försöket hade de även behandlat vissa av försöksodlingarna med rågmulch med bakterien *Bacillus thuringiensis*. Det försöket visade sig ha allra minst angrepp av skadeinsekter, men även här var det till bekostnad på avkastningen i jämförelse med konventionell odling. De betonar att man vidare behöver göra försöksodlingar med odlingssystem med mulch som ger minimalt med packningsskador och tillför tillräckligt med kväve (Bottenberg et al. 1997).

Det kunde även avläsas att odling av råg som mulch kunde ge ackumuleringar av fytotoxiska ämnen i jorden, vilket kunde påverka huvudgrödans tillväxt. I sallat kunde man se en minskad eller inhiberad tillväxt som följd av fytotoxiska ämnen i jorden (Barnes & Putnam 1983). Vissa allelopatiska effekter från mulchen kan negativt påverka huvudgrödan, till exempel genom förändrade kemiska processer av kväve under mulchen (Jabran 2019).

#### 4.4.4 - Kemiska ämnen i råg

I råg finns det cyanogena glykosider i form av D-glukos bundet till dhurrin. Dessa finns i vakuolen. Deras funktion är att vid skadeangrepp repellerar herbivorer och patogener. Cyanogena glykosider är sekundära metaboliter som är en del av växtens



Figur 5: Förloppet av cyanogena glykosider i råg vid skadeangrepp

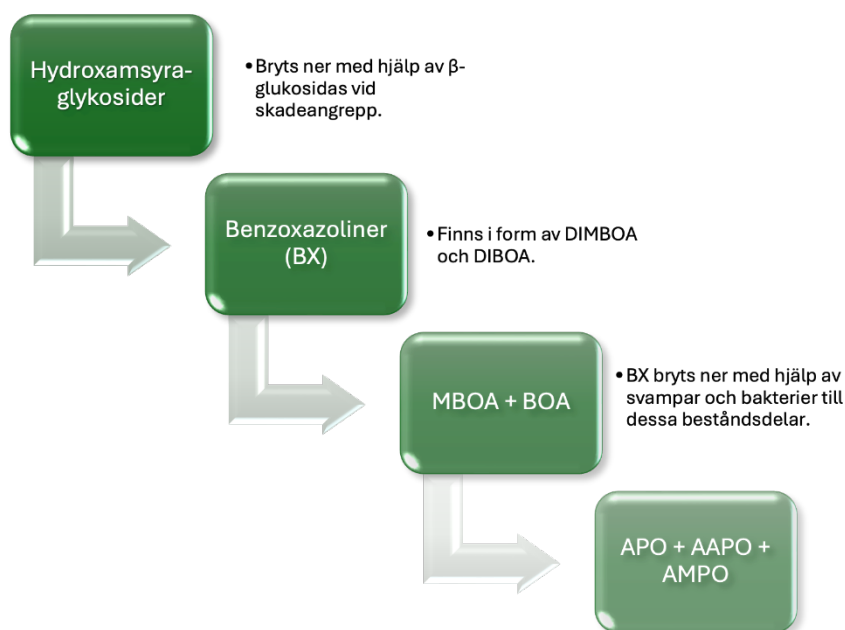
försvarssystem. Sekundära metaboliter påverkar växtens doft, smak och färg (Azmi 2019). Vid skadeangrepp bryts cyanogena glykosider ner till dhurrin, som vidare bryts ner till bland annat vätecyanid (HCN) (se figur 5). HCN är giftigt mot en del skadeinsekter. Det stämmer för insekter som inte har co-evolverat med cyanogena glykosider, och exempel på sådana är insekter som äter på korsblommiga växter (fam. *Brassicaceae*). Ett exempel är jordloppan *Phyllotetra nemorum*. Tattersall et al. (2001) gjorde försök med *P. nemorum* på genetiskt modifierade *Arabidopsis thaliana* (fam. *Brassicaceae*) som fått egenskapen att syntetisera eget dhurrin från *Sorghum bicolor* (fam. *Poaceae*), som bevisats innehåll dhurrin. Detta gjordes genom indirekt genöverföring. *A. thaliana* uppvisade 80% mindre ätbara plantor än de plantor som inte innehöll dhurrin. De adulta *P. nemorum* hade fortfarande lagt ägg vid plantorna innehållande dhurrin, men larverna som kläckts gick i högre grad inte på bladen alls och dog därför av svält. Och de larver som faktiskt började minera i kålbladen dog i högre grad (Tattersall et al. 2001).

Idag är det studerat vad nedbrytningshastigheten av dhurrin är i *Sorghum bicolor* och i jorden den odlats i. Hastigheten för nedbrytning i jorden är beroende av pH, temperatur, mängden organiskt material i jorden, jordens uppbyggnad och innehåll. Lägre pH och högre temperatur ger en långsammare nedbrytning. Studien visade att efter två veckor hade allt dhurrin försvunnit från jorden, på alla djup (Johansen et al. 2007). Studier har tidigare visat att dhurrin brutits ner snabbt efter huggning i *Sorghum* spp. (Cassida 2012; Harms & Tucker 1973). En studie från 2023 visade att dhurrin var stabilt i torrmassan från *Sorghum* spp. i minst två månader. Den visade även att HCN kunde åter börja frigöras när halmen av *Sorghum* spp. äts av betesdjur. Mängden dhurrin i växtens biomassa beror på många olika faktorer. Om växten utsätts för olika typer av stress, som exempelvis torka, ökar mängden dhurrin, även att ju yngre plantan är desto högre är koncentrationen av dhurrin. När plantan

sedan blir äldre och större sprids dhurrinet ut och koncentrationen blir lägre (Gruss et al. 2023).

I sitt försvarssystem innehåller råg också hydroxamsyra-glykosider och dess motverkande enzym  $\beta$ -glukosidas. Hydroxamsyra-glykosider är en typ av sekundära metaboliter. Dess funktion är att skydda rågen mot herbivorer. Hydroxamsyra-glykosider och  $\beta$ -glukosidas hålls separerade i växten så länge den är oskadd, detta för att inte utgöra en skada för rågen.

Hydroxamsyra-glykosider finns innanför epidermis och  $\beta$ -glukosidas finns i epidermis. Hydroxamsyra-glykosider finns främst i skott och rötter, och finns i högre halt när plantan är ung. När rågplantan blir



Figur 6: Nedbrytningsförloppet av hydroxamsyra-glykosider i råg vid skadeangrepp

utsatt för angrepp från skadeinsekter aktiveras  $\beta$ -

glukosidas som då bryter ner hydroxamsyra-glykosider. När det sker bildas benzoxazoliner (BX), som i huvudsak är DIMBOA och DIBOA. I råg är den främsta benzoxazolinen DIBOA. DIBOA fungerar då som ett kemiskt försvar mot angrepp av skadeinsekter på rågplantan. Hydroxamsyra-glykosider har visats påverka överlevnad och reproduktion negativt hos bladlöss, och har även egenskaper som minskar svampangrepp (Nikus 2003).

Benzoxazoliner (BX) finns i jorden medan rågen växer, genom att rötter frigör exudat innehållande BX. När rågen sedan huggs finns de kvar ett tag i jorden men försvinner efter cirka 20 till 30 dagar. Resultatet visade dock att det fanns betydligt större mängd BX i jorden som det odlats råg på i jämförelse med bar jord (Rice et al. 2022).

Gross et al. (2023) har gjort försök där de tittat på hur mulch av majs, *Zea mays*, bryts ner under aerobiska förhållanden. De såg att DIMBOA minskar i växtmaterial relativt snabbt, men istället såg man att MBOA och BOA ökar på grund av svampar och bakterier som bryter



ner BX. MBOA och BOA bryts sedan ner till APO och AMPO (Gross et al. 2023). När växtcellerna störs eller förstörs bryts bland annat DIBOA ner till mindre beståndsdelar, som vidare bryts ner till APO, AAPO och AMPO, som är av de mer giftiga BX-föreningarna (se figur 6). Men hur länge de är stabila och finns kvar i rågmulchen och i vilken koncentration är idag fortfarande okänt (Rice et al. 2012).

#### 4.4.5 - Råg och kväve (N)

Användning av täckgröda gör att kvävet bundet i det organiska materialet bryts ned långsammare, vilket leder till lägre nivåer av mineraliserat kväve. Insekter gynnas av höga nivåer av mineraliserat kväve (Lammerts van Bueren & Myers 2012). För att beskriva mängden växttillgängligt kväve i marken uttrycks det i begreppet C/N-kvot. C/N-kvot beskriver förhållandet mellan kol (C) och kväve (N) i växtrester. Det beskriver hur mycket energi (C) växtresterna innehåller i förhållande till kväve, vilket påverkar hastigheten av mineraliseringen, alltså frigörelsen av det bundna kvävet till växttillgängligt kväve. Är C/N-kvoten under 15 går mineraliseringen snabbt då det finns mer kväve än vad mikroorganismerna behöver, är den över 15 går den långsamt på grund av att det finns mindre kväve än vad de behöver (Hansson & Agellus Miljökonsulter 2004a).

Råg har förmågan att ta upp kväve (N) i större mängder. Den binder kvävet i sin biomassa, vilket immobiliserar kvävet. Rågen är även rik på kol (C), vilket förhindrar mineraliseringen av kväve. Hos rågen har rötterna en lägre C/N-kvot än grönmassan, men den bidrar med en minimal del av mineraliserat kväve. Den största mängden kommer från grönmassan, som har en C/N-kvot på upp till 60 till 80, vilken därmed mineraliserar kvävet långsamt (Wells et al. 2013). Användningen av rågmulch ger däremot en högre mikrobiell aktivitet på grund av dess höga mängd biomassa. Det resulterar däremot inte i mer växttillgängligt kväve. Anledningen till det kan vara att mikroorganismerna gärna använder det tillgängliga kvävet för att vidare kunna bryta ner rågen (Nevins et al. 2020).

I ett försök i USA använde de råg som mellangröda, vilket senare strimlades för att användas som mulch, för att sedan odla majs i mulchen. Försöket visade att mängden N i de översta 30 centimetrarna minskade med rågmulch. De prövade att ge en tidig N-giva, men den metoden visade sig vara osäker. Anledningen var att det ibland hjälpte tillväxten vid kulturstart och den slutgiltiga avkastningen, men det var ej garanterat (Preza-Fontes et al. 2022).

Ett sätt att få kväve växttillgängligt snabbare kan vara att samodla rågen med någon art av baljväxt. Baljväxternas, (*Fabaceae*), grönmassa ökar mineraliseringen på grund av att dess C/N-kvot är låg, i regel lägre än gräsarters, (*Poaceae*) (Hansson & Agellus Miljökonsulter 2004a). Baljväxter har förmågan att binda in kväve från luften genom att de lever i symbios med kvävefixerande bakterier, så kallade rhizobiumbakterier. Detta gör att kvävet fixeras i grönmassa hos baljväxterna. Dessutom fixerar de mer kväve ju mindre det finns i markprofilen (Hansson & Agellus Miljökonsulter 2004b).

#### 4.5 - Växtskydd

Växtskydd är en mycket viktig och betydande del av ett odlingsystem eftersom odlade grödor lever i samspel med andra önskvärda och skadliga organismer. Skador på kulturgrödan kan orsakas av olika abiotiska och biotiska faktorer. Abiotiska faktorer består av omgivningens påverkan på grödan, exempelvis temperatur, näringsbrist, vattenbrist och kemiska substanser. Biotiska faktorer omfattar olika typer av levande organismer såsom ogräs, skadedjur, bakterier, virus och svampangrepp. Skador på den odlade grödan kan leda till sämre sensoriska egenskaper som inte uppfyller marknadens krav på produkten och ger minskad avkastning då skador medför ökat svinn i produktionen, som leder till ekonomisk förlust. Därav är växtskyddsåtgärder en nödvändighet vid alla typer av växtodling (Jordbruksverket 2023).

Integrerat växtskydd, med den engelska beteckningen: Integrated Pest Management (IPM), är ett koncept som fastställdes år 2014 när det implementerades i växtskyddslagstiftningen i Europeiska unionen (Jordbruksverket 2023). Syftet med IPM är att med hjälp av kunskap, mekanisk ogräsrensning och med biologisk bekämpning minimera användningen av kemiska bekämpningsmedel, då problematiken med dessa är omfattande och kan leda till negativa effekter av människors hälsa, skador på miljön, resistens hos skadegörare samt är missgynnande för nyttodjur (Ortiz 2011). Genom att huvudsakligen utgå ifrån IPM och endast tillämpa kemiska åtgärder vid behov minskar ovannämnda negativa effekter (Jordbruksverket 2023). För att kunna förebygga växtskyddsproblem behöver odlaren kontrollera och bevaka skaderisken i odlingen vilket kräver kunskap om skadegörarnas, nyttodjurens och grödans fördelaktiga levnadsmiljöer (Jordbruksverket 2023a; Ortiz 2011). På det sättet kan behovsanpassade åtgärder för den specifika grödan utföras. (Jordbruksverket 2023). Varierande växtföljd, odlingsystem anpassat för kulturen och resistenta sorter är

förebyggande insatser som minimerar onödig användning av kemiska preparat (Backström & Furenhed 2021).

Dagens intensiva lantbruk, med stor del monokultur, har gett upphov till en minskning av nyttodjur, som naturliga fiender och pollinatörer. Skulle dessa få tillgång till övervintringsplatser, skydd och extra föda i form av nektar och pollen skulle de kunna agera som biologisk bekämpning i högre grad (Rännbäck 2015). Mer förståelse behövs om enskilda skadegörare samt deras naturliga fiender och deras interaktioner, för en lyckad implementering av nyttodjur som integrerat växtskydd (Philips et al. 2014).

#### 4.6 - Skadeinsekter

Skadeinsekter som valts att fokusera på i detta arbete är de som i litteraturen benämns ha störst påverkan på svensk produktion av kålodling idag. Skadeinsekterna angriper korsblommiga värdväxter och omfattar olika utbredningsområden i Sverige (Pettersson & Åkesson 2011; Fogelfors 2015). De utvalda skadeinsekterna är:

1. Kålmal (*Plutella xylostella*)
2. Lilla kålflugan (*Delia radicum*)
3. Kålbladlus (*Brevicoryne brassicae*)
4. Kålbladstekel (*Athalia rosae*)

I varje stycke nämns insektens livscykel, skadebild, orienteringsförmåga och gynnsamma och ogynnsamma miljöförhållanden, samt inslag av dess naturliga fiender och bekämpningsåtgärder.

#### 4.6.1 - Skadeinsekt Nr 1 - Kålmal (*Plutella xylostella*)

##### 4.6.1.1 - Livscykel och skadebild

Kålmalen, *Plutella xylostella*, har fyra olika livsstadier; Adult, ägg, larv och puppa (Talekar & Shelton 1993). Den adulta malen kännetecknas som en ljus gråbrun mal som är cirka en centimeter lång och har ett vingspann på cirka 11–15 millimeter.

Det engelska namnet 'Diamondback moth' beskriver malens karaktäristiska utseende då ett ljusst färgband på ovansidan av

vingarna bildar ett mönster som formar tre diamanter i kontrast till den nedre mörkare delarna av vingarna. Bruna och svarta fläckar kan även synas (se figur 7) (Mason 2022). I svenskt klimat övervintrar *P. xylostella* sällan, uppkomst och angrepp i svenska odlingar sker genom förflyttning med sydostvindar från andra länder (Jordbruksverket 2021a). Angreppen visas främst i juli i Sverige (Johansson 2013).



Figur 7: *Plutella xylostella* (Clement, 2009) (CC BY 2.0)



Figur 8: *Plutella xylostella* ägg (Russell, D. 2011) (CC BY 3.0 au)

Adulta malar blir aktiva vid skymningen och parar sig. Honan lägger därefter cirka 11–188 stycken ägg och ägglägningsperioden pågår i cirka fyra dagar. Enligt en kanadensisk undersökning kan *P. xylostellas* ägglägningsprocess påverkas av ljus, växtflyktiga ämnen, temperatur, kemikalier, och bladens vaxlager och hår. Förkortning av dagsljus främjar äggläggning, men hämmas ej helt om ljus tillsätts under natten (Talekar & Shelton 1993). *P. xylostellas* gula ägg är omkring 0,44x0,26 millimeter i oval form, och kan förekomma i kluster upp till åtta stycken (se figur 8). Temperaturen avgör hur lång tid det tar tills att äggen kläcks, men inkubationstiden är vanligtvis på sex dagar (Philips et al. 2014). Äggen läggs främst på bladens undersida och bladskafv (Jordbruksverket 2021a). I Sverige uppvisas vanligtvis angrepp i slutet av maj då första generationen är färdigutvecklad (Hermansson 2016).

Adulta malar blir aktiva vid skymningen och parar sig. Honan lägger därefter cirka 11–188 stycken ägg och ägglägningsperioden pågår i cirka fyra dagar. Enligt en kanadensisk undersökning kan *P. xylostellas* ägglägningsprocess påverkas av ljus, växtflyktiga ämnen, temperatur, kemikalier, och bladens vaxlager och hår. Förkortning av dagsljus främjar äggläggning, men hämmas ej helt om ljus tillsätts under natten (Talekar & Shelton 1993).



Figur 9: Kålmalslarver och fönstergnagsskador på *Brassica oleracea* var. *capitata* (Alton, N. 2019) ([CC BY 3.0 us](#))

Larven till *P. xylostella* utvecklas under en period på cirka 20–28 dagar och genomgår fyra olika utvecklingsstadier (Philips et al. 2014). I tidigt stadie är larven vit med svart huvud och äter på bladverket från undersidan så det bildas fönstergnag. Den fullvuxna larven är grön och vitprickig med behåring från de vita prickarna (se figur 9).

Larven når en längd på cirka en centimeter och äter genom bladet som bildar hål på hela bladverket. Vid större angrepp kan larverna äta allt förutom bladnervaturen på bladen (Pettersson & Åkesson 2011; Philips et al. 2014 ).

När larven har genomgått de fyra olika stadium skapar larven en kokong där de befinner sig i cirka två veckor och kläcks sedan till en adult mal (Jordbruksverket 2021a). Kokongen är gjord av smala trådar av siden och befinner sig vanligtvis på värdväxtens yttre och nedre blad. Ett kännetecken för *P. xylostella* är larvens försvarsmekanism att fly vid störning eller hot, då larven vickar kraftigt bakåt för att med hjälp av en silkestråd ta sig ner från växten (Philips et al. 2014).

#### 4.6.1.2 - Gynnsamma och ogynnsamma miljöförhållanden

Beroende på klimat och temperatur förekommer olika många generationer av *P. xylostella*. I södra Sverige kan *P. xylostella* uppnå två generationer per år (Pettersson & Åkesson 2011). Senare källor visar att fyra generationer av *P. xylostella* kan uppstå i Sverige idag (Hermansson 2016). Hermansson nämner att i takt med att genomsnittstemperaturen ökar kommer sex generationer samt övervintring förväntas vara möjlig inom närmsta årtionden i Sverige. Regniga perioder på hösten samt kalla vintrar skyddar idag svenska odlare från *P. xylostellas* övervintrings möjligheter. Det kan förekomma 15 generationer per år i sydöstra USA (Philips et al. 2014). Observationer som gjorts i tropiskt klimat visar att *P. xylostella* har möjlighet att utveckla 20 generationer per år (Liu et al. 2002).

Studier som har utförts i kontrollerad miljö för att få mer information kring *P. xylostellas* ägglägningsperiod och dess korrelation till temperatur visar att preferensen är en jämn temperatur från 8–32 °C (Liu et al. 2002). En annan liknande studie resulterade i att äggkläcknings- och larvstadieperioderna blev kortare i högre temperaturer. Vid en temperatur på 10 °C tog kläckningsperioden cirka 16 dagar och vid en temperatur på 32 °C tog

kläckningsperioden något längre än två dagar (Golizadeh et al. 2007). Larvstadieperioden varade i sex dagar i en temperatur på 30°C. Larvstadiet i en temperatur på 5–10°C varade i 40–45 dagar. Studierna visade även att utvecklingstiden varierande beroende på vilken värdväxt äggen lades på, då utvecklingen var snabbare på blomkål än i huvudkål (Golizadeh et al. 2007). Hög temperatur påskyndar även puppningsfasperioden (Talekar & Shelton 1993). Larven till *P. xylostella* har en känslighet för regn (Johansson 2013).

#### 4.6.1.3 - Orienteringsförmåga

*P. xylostella* orienterar sig med hjälp av signaler från värdplantan som bidrar till igenkännandet av dess placering. Kemiska signaler från värdväxten samt dess morfologiska utseende som vax, färg och form på bladen bidrar till aktivering av födoupptag och reproduktion hos *P. xylostella* (Sarfraz et al. 2006). När värdväxten har hittats håller sig *P. xylostella* på nära avstånd till plantan och påbörjar tillkallelse av hannar genom utsöndring av feromoner inför parning. Glukosinolater som sinigrin och glukobrassicin stimulerar *P. xylostella*. Glukosinolater kan vara giftigt för vissa insektsarter, men *P. xylostella* tål detta ämne då enzymet sulfatas i larvens tarm kan omvandla ämnet till desulfoglukosinolater som larven utsöndrar i avföringen. Studier visar att ett högt glukosinolat innehåll kan påverka tillväxthastigheten negativt för *P. xylostella* (Sarfraz et al. 2006; Müller & Sieling 2006). Studier har utförts där ämnet sinigrin applicerades på blad från en limabönväxt som normalt inte utsöndrar detta ämne och jämfördes med en kontrollväxt där bladen ej var behandlade, vilket resulterade att *P. xylostella* honorna lade ägg i högre grad på blad behandlade med sinigrin (Sarfraz et al. 2006). I laboratorieförsök såg man att *P. xylostella* valde att lägga ägg på kålplantor som tidigare under säsongen varit angripna av rovfjärilen (*Pieris rapae*) i större utsträckning än på oskadade plantor (Hopkins et al. 2008).

På grund av kemiska signaler specifika för *Brassica* som värdplantor drar sig *P. xylostella* sällan till andra arter, och har enligt undersökning bekräftat att honan inte påbörjar ägglängningsprocessen om den ej får dessa kemiska signaler, vilket är anledningen till varför *P. xylostella* har kål som preferens av värdväxt (Sarfraz et al. 2006). Sarfraz (2006) förklarar att upptäckter som gjorts om korgblommiga (*Asteraceae*), baljväxter (*Fabaceae*) och törelväxter (*Euphorbiaceae*) innehåller sekundära metaboliter som kumarin och rutoside, som repellerar *P. xylostella* ifrån växten. Författarna nämner även att dessa ämnen skulle kunna appliceras på värdväxten som bekämpning och förhindra angrepp, vilket skulle fungera som push-stimuli för att gömma värdväxtens doft.

#### 4.6.1.4 - Bekämpningsåtgärder och naturliga fiender

Angrepp av *P. xylostella* i larvstadium kan pågå i alla arter av *Brassica*-släktet och i alla tillväxtstadier. Påverkan på odling vid angrepp är stort och kan förekomma i hela Sverige (Fogelfors 2015).

Insektsnät fungerar inte som bekämpningsmetod mot *P. xylostella* då malen kan lägga ägg genom nätet, vilket gynnar nykläckta larver att äta på plantor i avsaknad på naturliga fiender som annars befinner sig i odlingen. I studier som utfördes i Norge och Storbritannien kring *P. xylostella* resistens mot bekämpningsmedel framkom att arten visade resistens i olika omfattningar mot de aktiva ämnena pyretroid, tiaklopid och indoxakarb. De ämnen som är mest effektiva mot *P. xylostella* har visat sig vara spinosad samt cyantriliprol, på grund av att *P. xylostella* inte uppvisat resistens mot dessa i samma grad, samt att substansen kommer åt larverna mer effektivt. I framtiden ser HIR Skåne att för att skapa en effektiv bekämpning och minskad risk för resistens kommer substansen pyretroid ej att användas, på grund av att även naturliga fiender minskar i population vid användning. Parasitsvampangrepp visade sig ha effektiv missgynnande effekt för kålmalen vid fuktigt klimat (Hansson 2017).

Enligt studier har *P. xylostella* infekterats av entomopatogena svampen, *Zoophthora radicans* Brefeld genom att använda feromonfällor dit adulta malar lockas som sedan sprider och infekterar andra individer av arten som sedan dör. Temperatur är en faktor som påverkar tiden mellan infektion och insektens död. *Z. radicans* produktion av vilande sporer börjar vid förändring i klimat som vid lägre temperaturer, och hög fuktighet (Pell et al. 1993).

Kemisk och biologisk bekämpning är en fungerande åtgärd mot arten. Biologisk bekämpning kan utföras med bakterien *Bacillus thuringiensis* (*Bt*) vid angrepp. Bakterien skadar tarmarna i larven då bakterien skapar proteiner som vid upptag upplöses och blir giftigt (Fogelfors 2015). *Bt* har använts sedan år 1930 i USA då det introducerades på marknaden och är fortfarande en framgångsrik biologisk bekämpningsmetod som blev godkänd för användning i Sverige år 1989 (Fogelfors 2015). Flera studier har uppmärksammat att användningen av *Bt* inte skadat eller påverkat naturliga fiender till *P. xylostella* (Ortiz 2011). Framgång inom genteknik har resulterat i vissa *Brassica* arter blivit resistent mot angrepp av *P. xylostella* med hjälp av ett Cry1-protein som *Bt* utsöndrar vid användning som biologisk bekämpning. Denna upptäckt har stor potential att utnyttjas i integrerat växtskydd i framtiden (Philips et al. 2014).

Kemisk bekämpning visades ha sämre effekt på *P. xylostella* i jämförelse med *B. thuringiensis*. Anledningen till varför kemisk bekämpning visat sig vara mindre verksamt mot angrepp av *P. xylostella* kan grundas i en resistens mot kemiska bekämpningsmedel i olika delar av världen. Vidare har man även sett att resistens uppkommit mot *Bt* hos *P. xylostella* i Hawaii, USA och Asien (Tabashnik 1994; Ortiz 2011).

Ortiz (2011) beskriver i sin doktorsavhandling att användningen av kemiska växtskyddsmedel ökade drastiskt efter andra världskriget och konsekvenser av en oaktsam användning framkom. De konsekvenser som framträder vid oförsiktighet och överanvändning av bekämpningsmedel är främst resistens då medlet tillslut förlorar påverkan på arten. Därav behövdes mer forskning och förståelse för hur producenter ska bruka insekticider och pesticider för att nå ett lyckat resultat. I Centralamerika har överanvändning resulterat i resistens hos *P. xylostella* mot flertalet tillämpade bekämpningsmedel. Påföljden ledde även till att ekosystemet av nyttoinsekter som ej var resistent mot bekämpningsmedlet påverkades, och parasitoider och predatorer till *P. xylostella* minskade i population (Ortiz 2011).

Fler än 40 stycken stekelarter i ordningen *Hymenoptera*, har visat sig vara anknutna till *P. xylostella* (Malcicka & Harvey 2015). Parasitoider har en effektiv naturlig bekämpningseffekt på *P. xylostella* genom att lägga ägg i eller utanpå larvkroppen. En viktig parasitoid idag i Nordamerika är brokparasitstekeln, *Diadegma insulare*, som har använts som biologisk bekämpning sedan 1900-talet (Ortiz 2011). *D. insulare* anses även vara en viktig parasitoid i stora delar av världen (Malcicka & Harvey 2015). Vissa arter av predatorer som äter på larver av *P. xylostella*, har visat sig vara en effektiv bekämpningsåtgärd för *P. xylostella* i Centralamerika. De familjer som har högst förmåga att minska populationen av *P. xylostella* är spindeldjur (*Lycosidae*) och rovbaggar (*Staphylinidae*). Dessa parasitoider och predatorer påverkas negativt av bekämpningsmedel och *P. xylostella* gynnas på grund av dess resistent egenskaper. Vidare forskning behövs kring exakt påverkan av nyttodjur för att lyckas med en effektiv biologisk bekämpningsmetod. Det har visat sig gynnsamt att låta nyttodjur samverka ihop i odling (Ortiz 2011).

I samband med varmare klimat har populationer av *P. xylostella* drastiskt ökat i Europa sedan 1990-talet då övervintring blivit möjlig. *Cotesia vestalis* och *Dolichogenidea sicaria* ingår båda i familjen bracksteklar och är parasitoider till *P. xylostella*. Nyttodjuren trivs även i varmare klimat vilket gör att de ökar i population. *C. vestalis* är en välkänd parasitoid till *P.*



*xylostella* och har observerats öka i antal i kålodling enligt en undersökning från Nederländerna. Även *D. sicaria* som inte är ett lika studerat nyttodjur har expanderat i populationsmängd i Nederländerna och kan med mer forskning om arten bli ett potentiellt nyttodjur mot *P. xylostella* (Malcicka & Harvey 2015).

*C. vestalis* har tre livsstadier, och kan infektera *P. xylostella* i alla larvstadier. I det adulta livsstadiet lägger honan av parasitstekeln *C. vestalis* ägg i en larv till *P. xylostella*. Äggen utvecklas sedan inuti *P. xylostella* tills larven är i sitt tredje livsstadie. Larven äter *P. xylostella* inifrån och ut och tar sig sedan ut från en fortsatt levande värd som sedan dör, och *C. vestalis* genomgår sedan puppningsfas för att till sist gå in i adult fas som parasitstekel (Malcicka & Harvey 2015). *C. vestalis* finns och reproducerar sig i Sverige men det finns brist på information om parasitgetingar och vilka arter som finns i Sverige (Stigenberg 2013). *C. vestalis* temperaturpreferens är cirka 20–30 °C (Mason 2022). Det finns cirka 40 000 arter av bracksteklar (fam. *Braconidae*) i världen, och 1200 arter har funnits i Sverige, men det spekuleras vara omkring 2000 arter (Stigenberg 2013).

En annan stekelart som ingår i släktet *Cotesia*, *C. rubecula*, studerades i testodling med råg som täckgröda och i odling utan mulch. Resultaten visade att en fördubbling av populationen skedde i odlingen där råg användes som mulch, men effektiviteten som biologisk bekämpning mot rovfjärilen (*Pieris rapae*) ökade inte. Anledningen är att mulchen stör *C. rubeculas* orienteringsförmåga genom försämrad möjlighet att ta upp doftsignaler (Bryant et al. 2014).

#### 4.6.2 - Skadeinsekt Nr 2 – Lilla kålflugan (*Delia radicum*)

##### 4.6.2.1 - Livscykel och skadebild

Den lilla kålflugan, *Delia radicum*, övervintrar i puppor inuti hårdskaliga puparier. Den första generationen börjar kläckas i mitten av maj och fortsätter fram till början av juni, där majoriteten oftast kläcks kring månadsskiftet.

Kläckningsprocessen påverkas av geografisk plats och årsmån, bland annat temperatur. Därefter kläcks den andra generationen 7–8 veckor senare.

I södra Sverige kan även en mindre tredje

generation kläckas, men den är ofta av mindre betydelse för skadebildningen (Jönsson 2007).



Figur 10: Adult *Delia radicum* (AfroBrazilian 2017) (CC BY 2.0)



Figur 11: Larv och kokong *Delia radicum* (Rasbak 2010) (CC BY 3.0)

Deras ägg är cirka en millimeter långa och är långsmala och vita. Äggen läggs i jorden i grupper precis bredvid eller på rothalsen.

Därefter tar det en vecka innan de kläcks och larver kommer ut. Dessa larver börjar direkt att äta på värdväxternas rötter. De startar med finare rötter för att sedan, på huvudkål, röra sig vidare mot rothalsen. Den fullvuxna larven är vit, mjuk och rörlig med en bakända som har fyra väl avgränsade utskott, där de

mittersta har dubbla spetsar (se figur 11). Det är även genom bakändan man kan skilja *D.*

*radicum* från den stora. I adult stadie har *D. radicum* ett utseende som påminner om husflugans och är 5–7 millimeter lång (se figur 10) (Jönsson 2007). Larven äter på växten i ungefär fyra veckor, under vilka den genomgår tre olika livsstadier (Rännbäck 2015).

Larver av *D. radicum* angriper rötterna hos fam. *Brassicaceae*. Vid angrepp på nyetablerade plantor leder det i huvudsak till död. Angrepp som sker på större plantor ger en mindre allvarlig skadebild på grund av att deras rotsystem är större, vilket gör dem mer toleranta. Växer plantan dessutom i ett fuktigt, gynnsamt förhållande kan den bilda nya rötter, vilket vidare minskar skördeförlusten. Däremot kan skador från *D. radicum* i huvudkål fungera som en inkörsport för bakteriesjukdomar, som exempelvis blötröta (Jönsson 2007). *D. radicum*

utgör ett stort hot mot många arter inom fam. *Brassicaceae*, där ibland huvudkål, blomkål, olika typer av kålrötter, rädisor etcetera. Larvernas ätande leder till att plantorna slokar, dör eller får betydliga kvalitetsskador, vilket leder till ekonomiska förluster för odlaren (Rännbäck 2015).

#### 4.6.2.2 - Gynnsamma och ogynnsamma miljöförhållanden

*D. radicum* är mer aktiv när det är soligt och varmt väder (Rännbäck 2008). Är vädret kallt och regnigt kommer de adulta kålflugorna ta skydd i jorden eller täta gräsbestånd (Miles 1951).

Högre temperatur i jorden där ägg av *D. radicum* ligger resulterar i att fler kommer överleva och kläckas. I takt med att jordens temperatur ökar, ökar även antalet larver som kan hitta kålens rötter och börjar äta på dem. Vid allt för höga temperaturer har *D. radicum* även möjlighet att röra sig längre ner i jorden för att nå kallare omgivning som motsvarar deras optimala temperatur (Lepage et al. 2012).

I en försöksodling i England åren 1983–1984 visade det sig att ett kallare klimat gjorde att kläckning av de övervintrande pupporna senarelades något, vilket även senarelade kläckningen av den tredje generationen till mitten på oktober. De såg att dödligheten hos puppor över vintern ej berodde på låga temperatur utan på markbearbetning och parasitism av *Trybliographa rapae* och *Aleochara bilineata* (Block et al. 1987).

Honan behöver kolhydrater och socker för att kunna lägga mogna, fertila ägg under första generationen. Andra generationen honor behöver även protein för att kunna lägga fertila ägg. Det innebär att *D. radicum* är beroende av att det finns nektar och pollen på blommande blommor. *D. radicum* har möjlighet att flyga över 1000 meter för att hitta föda (Rännbäck 2008).

Det är möjligt att hindra *D. radicum* från att lägga sina ägg vid stammens bas genom att täcka för den med någon typ av täckväv eller täckgröda (Finch 1989).

#### 4.6.2.3 - Orienteringsförmåga

En befruktad hona av *D. radicum* blir mottaglig för doftutsöndringar från värdväxten. Honan kan därefter flyga upp till 1000 meter innan den lägger sina ägg. De flyger främst i motvind när det handlar om kålodlingar, oavsett varifrån värdväxtens doftutsöndringar kommer, och de flyger huvudsakligen när vinden är under tre meter per sekund. Honan har antenner som uppfattar isotiocyanater, som stimulerar *D. radicum* att lägga ägg (Hopkins et al. 2008;

Pinero & Manandhar 2015). Honorna kan identifiera doftutsöndringarna både när de sitter på marken och när de är i luften. Genom att flyga mot vinden kan de sedan fortsätta ta upp doftämnen och orientera sig utefter var doftämnena kommer ifrån. När honan kommer närmare sin värdväxt minskar hennes fart. Vidare så påverkas honan hos *D. radicum* även av storlek, form och färg på plantan. Dessa faktorer spelar också roll i var honan bestämmer sig för att landa och lägga sina ägg. De använder färg för att skilja på rädisa, röd- och grönkål, där honan föredrar grönkål. Hur bladverket är ordnat och dess totala area spelar roll i var honan bestämmer sig för att landa (Nottingham 1988). Ett försök i Storbritannien visade att olika arter av organisk mulch eller en samodlingsgröda störde förmågan hos *D. radicum* att hitta till sin värdväxt. Anledningen var mulchen och samodlingsgrödans färg och storlek. Däremot såg man inte att några kemiska doftämnen från mellangrödan påverkade dess orienteringsförmåga (Pinero & Manandhar 2015). När kål samodlas skapades en fysisk barriär som motverkade honans äggläggning. *D. radicum* avskräcktes från att lägga ägg ifall det låg dött material runtomkring kålplantan. Aromatiska samodlingsgrödor som utsöndrar doftämnen kan påverka orienteringsförmågan hos *D. radicum* genom att repellera dem eller maskera värdväxtens doftutsöndringar (Nottingham 1988).

#### 4.6.2.4 - Bekämpningsåtgärder och naturliga fiender

I EU ser man idag att möjligheterna att bekämpa *D. radicum* med kemiska bekämpningsmedel minskar på grund av ny lagstiftning och minskad tillgång till preparat. På grund av detta syns ett ökat behov av biologisk bekämpning och förebyggande odlingsåtgärder (Rännbäck 2015). Det går att täcka odlingen med fiberduk, insekts- och kålnät för att ge ett fullgott skydd mot *D. radicum* (Pettersson & Åkesson 2011).

Det finns flera olika naturliga fiender som angriper *D. radicum* i olika livsstadier. Parasitstekeln *Trybliographa rapae* parasiterar på larver av *D. radicum*. Det finns även nyttosvampar som kan parasitera på insekter, däribland larver av *D. radicum*. Vid försök har de entomopatogena svamparterna *Metarhizium brunneum* och *Beauveria bassiana* uppvisat en bra förmåga om de appliceras mot larver av *D. radicum* (Rännbäck 2015). En annan entomopatogen svampart, *Entomophthora muscae* angriper hemolymfan till *D. radicum* främst i tidigt adult stadie och livnär sig på inre vävnader tills dess svampen är redo för att sprida sina konidier (förökningskroppar) ut genom buken på flugan, för att hitta ny värd att infektera (Elya & De Fine Licht 2021; McKinlay 1992)

Predatorer inom ordningarna kortvingar och jordlöpare inom rovlevande skalbaggar konsumerar ägg och larver av *D. radicum*, där ibland spelar *Aleochara bipustulata* och *Aleochara bilineata* från fam. kortvingar en viktig roll. De gynnas av att ha övervintringsplatser av tuvande gräs, även kallat skalbaggsåsar. Det gör att de tidigt på säsongen kan ta sig in på fälten och äta upp skadeinsekterna. *Aleochara bipustulata* är en viktig art inom de rovlevande skalbaggar. När de är larver parasiterar den på puppor från *D. radicum*. De adulta skalbaggar är 5–7 millimeter långa och är svarta med två röda prickar på de skyddande framvingarna. Inom släktet *Aleochara* finns det flera arter som kan parasitera på *D. radicum* i olika grad, och dessa finns i två eller tre generationer per år beroende på art (Rännbäck 2015).

*Aleochara* spp. är predatorer under hela livscykel, vilket gör att addering av nektar och pollen inte påverkade dess population eller effekt speciellt mycket. Däremot kan antalet *Aleochara bipustulata* som övervintrar öka om fam. *Brassicaceae* odlas efter en mellangröda, på grund av att växtresterna ger en ökad population av den närbesläktade flugan *Delia platura* och därmed mer föda för *A. bipustulata*. Vidare kunde man se att undersådda grödor gav en minskad effekt av *Aleochara* spp på grund av att de är anpassade efter bar jord. Däremot är även många skadeinsekter anpassade till bar jord och genom att ha en undersådd gröda så minskade deras populationer. (Finch 1995).

Den mest effektiva naturliga fienden till *D. radicum* är *A. bilineata*, men det påståendet är endast sant i odlingar där *Trybliographa rapae* inte finns eller finns i väldigt små populationer. *A. bipustulata* har däremot fördelen att den övervintrar i adult stadie, vilket gör att den är aktiv under tidig vår när *D. radicum* lägger ägg. *A. bipustulata* är även mer effektiv som naturlig fiende på grund av att den prederar under hela sin livscykel (Finch 1995).

Parasiteringsgraden av *Trybliographa rapae* ökar ifall de får tillgång till nektar (Rännbäck 2015). *T. rapae* gynnas även i låg grad av en undersådd gröda (Finch 1995). *T. rapae* är en parasitstekel som kan parasitera på *D. radicum*-larver i alla tre stadier, dock föredrar den det tredje stadiet. *T. rapae* är glänsande svart stekel som är 2–4,5 millimeter lång. I Sverige uppkommer två generationer varje år. Arten navigerar genom att följa utsöndringar från kålplantor som är attackerade av larver från *D. radicum*. Parasitstekeln rör sig sedan dit och kan med hjälp av känselorgan på sina antenner känna av larvernas rörelser och spår, och kan därmed navigera sig fram och lägga sina ägg i larverna, vilket resulterar i deras död (Rännbäck 2015; Eriksson 2009).

Många predatorer för *D. radicum* är inte artspecifika, utan parasiterar på det som kommer i deras väg. Detta gör det svårare att få dem att specifikt attackera *D. radicum*, och minskar därför deras effektivitet som naturliga fiender (Finch 1989).

#### 4.6.3 - Skadeinsekt Nr 3 - Kålbladlus (*Brevicoryne brassicae*)

##### 4.6.3.1 - Livscykel och skadebil

Kålbladlusen, *Brevicoryne brassicae*, är en skadeinsekt som orsakar problem i södra och mellersta Sverige. *B. brassicae* söker sig till cirka 50 stycken olika korsblommiga arter.

(Jordbruksverket 2021a; Jönsson 2002). En anledning till att *B. brassicae* angriper korsblommiga växter är på grund av dess innehåll av glukosinolater. En studie visar på att organiskt gödslade kålgrödor observerades

innehålla tre gånger mer glukosinolater än kålgrödor som gödslats med oorganiskt gödsel.

Den ökade mängden glukosinolater i kålplantorna resulterade i större angrepp av *B. brassicae* (Duchovskienė et al. 2012).

*B. brassicae* kan man finna i världens tempererade klimatområden (McKinlay 1992). *B. brassicae* kan föröka sig med könlös fortplantning och kan därför uppnå nio generationer per år i Sverige (Jönsson 2002). Honan lägger ljusa ägg som med tid får en svart nyans med avlång form (McKinlay 1992; Jönsson 2002). *B. brassicae* övervintrar inte på vedartade växter utan håller sig till korsblommiga växter året om (Jönsson 2002).

Övervintring sker i äggstadiet omkring stammen eller i bladårr på värdplantans växtrester i oplöjda fält i Sverige. *B. brassicae* kan övervintra i adult stadie i Storbritannien på grund av ett varmare klimat (McKinlay 1992).

De nymfer som kläcks ur äggen befinner sig på värdplantan och varje nymf klonar sig för att skapa en egen koloni av avkommor. Därav sitter *B. brassicae* i kluster på plantan med en adult storlek på 1,9–2,7 millimeter. De nybildade, obevingade *B. brassicae* är gröna men kan bedömas ljusgrå då de är täckta av ett vaxlager (se figur 12 & 13). *B. brassicae* kännetecknas även med mörka prickar som visualiseras i två rader på ryggen. När klusterpopulationen ökar i mängd, ändras fortplantningen i honan till att bilda individer med vingar som gör att populationen kan överföras till andra värdplantor längre bort. De bevingade individerna, där



Figur 12: *Brevicoryne brassicae*, vingad och obevingad (Rasbak, 2014) (CC BY-SA 3.0)

alla är honor, kännetecknas genom sin mörkare färg på grund av avsaknad av vaxlagret, samt en gul nyans baktill på kroppen (se figur 12) (Jönsson 2002). Vingbeståndet ökar med varmare somrar, och kan bli cirka två millimeter längre i kroppslängd än den obevingade (McKinlay 1992; Jönsson 2002). I Storbritannien sker massäggläggning av *B. brassicae* i oktober till följd av sexuell förökning som framkallas av kortare dagar och fallande temperaturer (McKinlay 1992).

Skadebilden av *B. brassicae* är beroende på klimat, och angrepp kan ske flera gånger per säsong då flera generationer snabbt kan uppföras genom asexuell och sexuell förökning. I början av juli har skadebilden visat sig vara som störst i Sverige (Jönsson 2002). Skador sker först i blomställning och sprids sedan vidare ut på stjälk och blad (se figur 13) (Jordbruksverket 2021a). Skadorna på plantan visualiseras med att bladen gulnar och bladkanterna rullar sig på grund av att lössen suger saft ur floemet från växten, vilket kan försvåra upptäckt då *B. brassicae* får skydd (Jönsson 2002; Khatib 2007).

Angreppet ger även konsekvenser i form av uppkomst av sotdagssvampsangrepp då lössen utsöndrar honungsdagg. Plantor kan angripas i alla stadier men yngre plantor får störst påverkan då även tidiga och små angrepp visar på skada efter plantans tillväxt. Konsekvenser av angrepp på äldre plantor ger sämre skörd och dålig kvalitet på slutprodukten, och vid stora angrepp kan lössen även ge skador på huvudet av kålplantan vilket ger en ekonomisk förlust. Sekundära konsekvenser är överföring av virusinfektion som ger upphov till blomkålsmosaik på kål (McKinlay 1992; Jönsson 2002). *B. brassicae* kan överföra omkring 20 stycken olika växtvirus (GaBrys 2008).



Figur 13: *Brevicoryne brassicae* angrepp på *Brassica oleracea* (Rasbak, 2014) ([CC BY-SA 3.0](#))

#### 4.6.3.2 - Gynnsamma och ogynnsamma miljöförhållanden

*B. brassicae* påverkas negativt av kyligt och fuktigt klimat, som resulterar i minskade bestånd. Odlingssäsonger där vädret är varmt och torrt gynnar *B. brassicae* vilket ger större risk för massangrepp. Vid temperatursänkning påbörjas sexuell reproduktion mellan honor och hanar, detta sker vanligtvis efter sommaren när temperaturen sänks (Hughes 1963; McKinlay 1992). *B. brassicae* kan färdas långt med vinden och kan på så sätt spridas till



andra korsblommiga värdväxter (Hughes 1963). *B. brassicae* trivs inte i blåsig klimat och därför kan producenten odla på öppna fält för att minska kolonisering (Jönsson 2002).

Faktorer som bladtemperatur, lufttemperatur och flyktiga kväveämnen, påverkar *B. brassicae* förmåga att reproducera sig och öka i tillväxt. (Duchovskienė et al. 2012).

*B. brassicae* livnär sig på näringsämnen som finns i floemet hos värdväxter genom att penetrera bladvävnader med sin stilett (muntagg) för att kunna suga ur floemet. Växtens yttre lager, epidermis har många skyddsmekanismer för att förhindra genomträngning. Det kan vara biokemiska och fysiska motstånd såsom flyktiga ämnen, behåring (trikomer), bladets tjocklek och cellstruktur. Beroende på hur plantans struktur och uppbyggnad är påverkas *B. brassicae* vid val av värdväxt (Hao et al. 2020).

*B. brassicae* påverkas av förändring i klimat, exempelvis respons på kortare dagslängd och när temperaturen är under 10–15 °C i 24 timmar. Obevingade individer förflyttar sig på jordytan eller mellan stammar och blad till andra plantor. *B. brassicae* upptag av glukosinolater signalerar till andra bladlöss var värdväxten finns. De bevingade individerna flyger och orienterar sig med hjälp av kemiska och fysikaliska signaler. De fysikaliska faktorerna kan vara plantornas morfologiska utseende, densitet och ljus. *B. brassicae* reagerar på ljusintensitet speciellt i våglängden 550–590 nanometer. Skillnaden mellan ljusreflektion från växter och bar markyta gör att flygande individerna kan urskilja och orientera sig på fältet, vilket leder dem till deras värdväxt (GaBrys 2008).

#### 4.6.3.3 - Orienteringsförmåga

Studier visar resultat på att odla olika sorter av klövergrödor som täckgrödor minskade angrepp av *B. brassicae* i broccoliodling, i jämförelse med kontrollodling utan mulch.

Nyttodjurs påverkan visade även på att variation i vegetation i odlingar kan störa parasitoider som är specialister, genom att täckgrödan stör kemiska signaler som används av parasitoiden för att hitta sitt byte eller att kunna orientera sig (Costello & Altieri 1995). McKinlay (1992) beskriver i boken 'Vegetable crop pest', att mulch placerat som strån mellan grödor i odling kan minska mängden angrepp av *B. brassicae* i kålväxter. Täckgrödan kan dock påverka vissa huvudgrödor negativt genom att de ej klarar att konkurrera om ljus, plats, näring och vatten (McKinlay 1992). På grund av konkurrens kan huvudgrödans kvalitet försämrans och herbivorer kan få minskad tillväxt, eller förflytta sig till andra starkare plantor (Costello & Altieri 1995).

*B. brassicae* kan orsaka en minskning i skörd med 85% i rapsodling och ökar innehållet av glukosinolater i rapsplantorna. I floemvätskan kan koncentrationen av allelokemiska ämnen som glukosinolater nå 10 mikromol där viss del av ämnena kan bindas in i *B. brassicae*s kroppsvätska kallad hemolymfa (GaBrys 2008). Mer forskning behövs för att beskriva hur glukosinolatmetabolismen hos *B. brassicae* fungerar, dock har forskning visat att *B. brassicae* har egenskapen att bryta ner glukosinolater till isotiocyanater med hjälp av enzymet myrosinase, som inte är identiskt med enzymet myrosinase i växter. *B. brassicae* använder isotiocyanat som en försvarsmekanism mot fiender genom att utsöndra ämnet och därmed varna andra bladlöss i närheten (Husebye et al. 2005). Glukosinolater har visat sig stimulera och öka *B. brassicae* födoupptag exempelvis sinigrin och progoitrin. Dessa har visat sig stimulera reproduktion hos *B. brassicae*. Vissa indolämnen av glukosinolater som finns i släktet *Brassica*, som neoglucobrassicin och glucobrassicinapin, orsakar en minskning i reproduktion hos *B. brassicae* (GaBrys 2008).

#### 4.6.3.4 - Bekämpningsåtgärder och naturliga fiender

Det går att skydda sina odlingar mot *Brevicoryne brassicae* genom att täcka med fiberduk, insekts- eller kålnät. Däremot är detta främst applicerbart på mindre odlingar (Pettersson & Åkesson 2011). Insekticider är den vanligaste typen av bekämpning för *B. brassicae*. Kemiska bekämpningsmedel är effektiva mot de individer som inte är resistent. Den resistent, överlevande populationen hanteras genom biologisk bekämpning med nyttodjur. *B. brassicae* har en bred mängd av naturliga fiender, exempelvis nyckelpigor (fam. *Coccinellidae*) bracksteklar (fam. *Braconidae*) och gallmyggor, (fam. *Cecidomyiidae*) (Duchovskiené et al. 2012). Dessa insekter kan gynnas genom att få tillgång till övervintringsplatser, blommande kantzoner och genom att bevara arter med tidig vårblomning (Jordbruksverket 2021b). Samma predatorer kan påverkas av insekticider som används för att minska beståndet av *B. brassicae* i odling (Duchovskiené et al. 2012).

En naturlig fiende till *B. brassicae* är parasitoiden bladlusstekeln *Diaeretiella rapae*. Studier visar på att *D. rapae*s sökförmåga efter föda och orientering påverkas av mulchen då det skapas en barriär mellan *D. rapae* och huvudgrödans doftutsöndran. *D. rapae*s bekämpningseffekt har studerats och visar varierande resultat i testodling med täckgrödor och traditionell odling. På grund av mulchens begränsande effekt på *D. rapae*s sökningsförmåga, kommer parasitoiden *D. rapae* stanna och bekämpa *B. brassicae* i högre grad när lössen befinner sig i kluster på plantan (Costello & Altieri 1995).

Vid skadeangrepp hos korsblommiga växter sker utsöndring av sekundära metaboliter som allylisotiocyanat. Detta kemiskt flyktiga ämne signalerar till *D. rapae*, som attraheras till den skadade plantan. Om *B. brassicae* är orsaken bakom skadeangreppet kan honungsdagg finnas på plantan som attraherar nyttodjuret *D. rapae* då det innehåller kairomoner (Duchovskienė et al. 2012). Funktionen kring kairomoner är att ämnena signalerar och gynnar mottagaren (naturliga fiender) som kan orientera sig till herbivorer som skadar växten. Kairomoner har visat sig användbart inom IPM som förebyggande åtgärd, då skadeinsekternas äggläggningsperiod kunde kontrolleras och resulterade i mindre användning av insekticider (Rico-Martínez et al. 2022). Plantor som gödslats med avföring från djur och fått skador attraherar *D. rapae* i högre utsträckning än skadade plantor där gödsling inte tillsatts, då en högre kvävehalt kan öka insektspopulationer. Bekämpning med insekticider kan påverka *D. rapae*s effektivitet som biologisk bekämpning negativt (Duchovskienė et al. 2012).

Den sjuprickiga nyckelpigan, *Coccinella septempunctata*, är Sveriges vanligaste art av nyckelpigor. Honan till *C. septempunctata* lägger cirka 400 stycken ägg på några veckor. De gula äggen läggs på plantor där kluster av *B. brassicae* redan finns och larverna kan i äldsta larvstadiet äta mer än 100 stycken bladlöss per dygn. Kännetecknen för *C. septempunctata* i larvstadiet är dess gråa kropp med gula prickar på huvudet och på sidan av kroppen med svarta ben och antenner. Den adulta nyckelpigan har svart huvud och röd kropp, med sju svarta prickar på (Pettersson & Åkesson 2011).

Gallmyggan, *Aphidoletes aphidimyza*, äggläggningsperiod påverkas av mängden föda som finns på plantan. Honan lägger främst äggen på de plantor som har högst antal *B. brassicae* för att säkerställa framtida larvers födointag. En studie visade att *A. aphidimyza* avstår från äggläggning ifall födonivån är för låg för att säkerställas, därav behövs ett angrepp av *B. brassicae* för en effektiv biologisk bekämpning av predatoren *A. aphidimyza* (Duchovskienė et al. 2012).

#### 4.6.4 - Skadeinsekt Nr 4 – Kålbladstekel (*Athalia rosae*)

##### 4.6.4.1 - Livscykel och skadebild

Kålbladstekeln, *Athalia rosae*, förekommer vanligtvis i två generationer per år. Den första kommer i juni-juli och den andra från augusti fram till första frosten. De adulta steklarna lägger vanligtvis äggen på bladens undersida. Honorna letar främst upp unga plantor där de lägger äggen enstaka. Hon borrar hål med sitt äggläggningrör, vilket bildar fickor i parenkymet och epidermis, i vilka äggen läggs. Teoretiskt sätt kan honorna lägga 100–



Figur 14: Larv *Athalia rosae* (Quintin, C. 2017) (CC BY 2.0)

200 stycken ägg, men i praktiken lägger de oftast färre än så. Därefter tar det ungefär en vecka för äggen att kläckas. De nykläckta larverna är då ungefär två millimeter stora och har en ljus grågrön färg. Larvstadiet varar i ungefär tre till fyra veckor, under vilka larverna ömsar skinn fem gånger och blir hårlösa, sammetssvarta med två ljusa strimmor på bägge sidor. En fullt utvecklad larv till *A. rosae* är 15–17 millimeter lång (se figur 14). När de nått det stadiet faller de till marken och gräver ner sig i det översta markskiktet, där de spinner in sig i en kokong. Av dessa kokonger spricker en viss del efter två till tre veckor och ger upphov till andra generationen, men resterande övervintrar i jorden och kläcks först



Figur 5: Adult *Athalia rosae* (Vassen, F. 2019) (CC BY 2.0)

kommande år. Andra generationen övervintrar på samma sätt. Den adulta kålbladsstekeln är lik en fluga och är ungefär sex till nio millimeter lång. Den har en karakteristiskt orangegul bakkropp med ett svart huvud med mörka antenner. Deras mellankropp skiftar i orange och svart på ovansidan. *A. rosae* vingar är genomskinliga, där det främre vingparet har en tydlig svart framkant (se figur 15). Hos kålbladsstekeln är honan större än

hanen (Reich 1961b; Waern 1997; Jordbruksverket 2023b).

Det går att skilja honor och hanar emellan genom att hanen oftast är mindre och har en rundare mage, medan honan har en spetsigare. Honan har även ägglägningsanordningen, vilken består av en såganordning och många borst, vilket ger en säker identifiering. Honorna har oftast en längre livstid. I sina försök kunde Reich urskilja att i varje generation var majoriteten av de kläckta adulta *A. rosae* honor. Hanar kläcktes främst från obefruktade ägg, medan befruktade ägg gav upphov till både hanar och honor. För att få fram ett tillräckligt antal befruktade ägg flyger hanarna i större grad än honorna. I slutet av varje generation läggs ett högre antal obefruktade ägg, vilket leder till högre andel hanar och en minskad skadebild (Reich 1961b).

Skadeangrepp av *A. rosae* är mycket stort och förekommer i hela Sverige (Fogelfors 2015). Den unga grågröna larven uppehåller sig ofta i grupper på undersidan av bladen där de gnager på bladen. Dessa skador syns sällan på grund av att larverna i detta unga stadiet inte äter sig igenom bladen, utan gnager endast tunt mellan bladnerverna. När larverna sedan utvecklats mer börjar de så småningom gnaga små hål genom bladen. När de nått femte larvstadiet börjar de svarta larverna sprida sig i högre grad och äter allmänt på bladen. I slutet av larvstadiet av första generationen äter de blad, stjälkdelar, blomknoppar, blommor, skidor och frön. Andra generationens larver skeletterar växterna. Dessa angrepp förekommer fläckvis i fältet, antingen större eller mindre (Waern 1997). Larvernas femte stadiet är det längsta stadiet, och det är stadiet när larven gör som störst skada på grödan. I detta stadiet kan de förflytta sig mellan plantor från dag till dag (Reich 1961b).

Under växtsäsongen 2023 gjorde Jordbruksverket observationer om att *A. rosae* började vara aktiv i början av juni, för att sedan rapportera observationer av larver en till två veckor senare. Dessa fortsatte att vara aktiva i ungefär två veckor till, för att sedan upphöra i rapporterna under en månads tid. I slutet av juli började det åter rapporteras om larver av *A. rosae* i fält, vilket fortsatte i cirka två veckor (Jordbruksverket 2023c).

I huvudkål sker en lägre grad av äggläggning. Däremot är huvudkål en föredragen föda av larven, vilket gör att larverna skapar en stor skadebild. Utbudet av värdväxter spelar stor roll i utbredningen av angreppen. *A. rosae* föredrog att lägga ägg på ogräs ur fam. *Brassicaceae*, men även senap (*Sinapis* spp.) och raps (*Brassica napus*). Larverna kan däremot vandra till närliggande fält med förädlade kålarter. Studien visar därför att det är viktigt att inte lägga fält med grödor ur fam. *Brassicaceae* i närheten av varandra och försöka hålla nere mängden ogräs (Reich 1961b).

#### 4.6.4.2 - Gynnsamma och ogynnsamma miljöförhållanden

Under 70-, 80- och 90-talet utgjorde inte *A. rosae* ett stort hot i Sverige. Anledningen är troligtvis på grund av att man regelbundet besprutade med pyretroider mot rapsbaggar, vilket även var effektivt mot *A. rosae* larver (Waern 1997; Jordbruksverket 2023b).

*A. rosae* börjar uppträda efter en längre period av värme, under vilken den ej påverkas av nederbörds mängd. Detta visar att värme och marktemperatur har stor effekt på kokongen. Första generationen kläcks när marktemperaturen i det översta jordlagret uppnått 20°C (Reich 1961a). 20°C räknas som den optimala marktemperaturen för äggkläckning men eftersom det i praktiken inte alltid uppnår denna temperatur kan äggen kläckas vid några grader lägre i marken, men resulterar ofta då i en längre embryoutveckling (Reich 1961b).

Upp till 25°C resulterade en temperaturökning i påskyndade embryoutveckling. Mellan 25 och 30°C planade det ut, medan temperatur över 30°C resulterade i avbruten embryoutveckling så inga larver kläcktes. Den optimala temperaturen för larvutveckling är 25 till 30°C. Honan lägger mest ägg när lufttemperaturen är mellan 18 och 20°C. Vid ökande lufttemperatur sker ett märkbart fallande i antalet lagda ägg. Även de adulta *A. rosae* livslängd minskar med en ökad temperatur (Reich 1961b).

Under 50-talet utfördes försök i oljeväxter och senap för att studera *A. rosae* biologi. Observationer från dessa odlingar visade att både ägg- och larvutvecklingen påverkas mycket av temperaturen och de rådande väderleksförhållandena. Luft- och marktemperaturen spelar roll, lika väl nederbörds mängden. Vid höga temperaturer och låg nederbörds mängd är *A. rosae* som mest aktiv i alla levnadsstadier. Är det en lång och varm höst kan det gynna *A. rosae* till att utveckla en tredje generation. Finns det sänkningar i fältet, kommer *A. rosae* att föredra plantor i dessa för äggläggning. Det gick även att observera att larverna väntade med att migrera högre upp på plantan tills middag och eftermiddag när solen stod högre på himlen (Reich 1961b; Agricultural and Horticultural Development Board 2024).

En ökade tillgång på föda i form av blommande värdväxter ger upphov till ökad äggläggning hos honorna. Det räcker med ett få antal alternativa värdväxter för att resultera i ett ökat antal ägg. Det ger även en längre livslängd av de adulta *A. rosae* (Reich 1961b).

I ett försök utfört i Japan odlade man rättika, rova, pak choi, kinakål och vitkål i mindre grupper bredvid varandra på olika försöksfält. De observerade även att det fanns olika vilda arter ur *Brassicaceae*-släktet i kanter och omkring fälten. Försöket visade att *A. rosae*

föredrog de odlade arterna av *Brassica*. De gjorde observationer från april till december, nämnvärt är att den första generationen av *A. rosae* i Sverige kläcks i juni-juli på grund av kyligare klimat (Jordbruksverket 2023b). I deras försök angav resultatet att *A. rosae* undvek att lägga ägg på vitkålen, utan föredrog arter med mjuka blad. Även de första tre larvstadierna undvek vitkålsplantorna, medan de äldre larverna åt på vitkålen. De kunde utläsa att *A. rosae* föredrog att lägga ägg på plantor där det förekom ett soligt mikroklimat, vidare kom de fram till att rätt mikroklimat var den främsta orsaken till val av värdväxt av honan. Därefter spelade arten roll. Nämnvärt är även att i Japan förekom det fem till sex generationer av *A. rosae* under odlingsäsongen (Nagasaka & Ohsaki 2002).

#### 4.6.4.3 - Orienteringsförmåga

Den adulta *A. rosae* använder sitt luktsinne i antennerna för att upptäcka glukosinolater och isotiocyanater som sedan kan vägleda dem till värdväxten. Denna utsöndring av isotiocyanater från *Brassicaceae* initierar äggläggning hos honorna. Vidare kom försöket fram till att det troligtvis finns ytterligare doft- och aromämnen som är inblandade i *A. rosae*s attraktion till värdväxterna (Barker et al. 2006). När kålplantan blir angripen av skadeinsekter sätts deras försvarssystem igång, vilket kan innebära en ökad produktion av glukosinolater. Detta kan gynna *A. rosae* och öka dess kolonisering (Hopkins et al. 2008).

I ett försök utfört i Storbritannien under 1997 såg man att *Athalia* spp. främst drogs till gult och därefter vitt, medan de lockades minst av mörkare färger (Barker et al. 1997).

#### 4.6.4.4 - Bekämpningsåtgärder och naturliga fiender

Täckning med kål-/insektsnät eller fiberduk kommer ge skydd mot *A. rosae*. Vidare är det viktigt att byta växtplats från år till år, och speciellt om plats haft angrepp föregående år (Pettersson & Åkesson 2011).

Bedriver du konventionell odling är det möjligt att spruta mot *A. rosae* med hjälp av kemiska bekämpningsmedel (Fogelfors 2015).

*A. rosae*s larv binder in glukosinolater i hemolymfan, en kroppsvätska som finns hos ryggradslösa djur. 80% av glukosinolaterna utsöndras snabbt, medan resterande lagras inuti larven. Det är just genom exudering eller enzymatisk avgiftning som insekterna kan hantera de giftiga glukosinolaterna, och kålbladstekeln gör det främst genom exudering. När larven börjar äta på en ny växt utsöndras de äldre glukosinolaterna och efter cirka 20 timmar är alla de äldre ämnena utsöndrade. När predatorer attackerar larven utsöndras hemolymfa, som

innehåller glukosinolater, vilket ger dem ett skydd mot attack av naturliga fiender. De naturliga fiender som utsöndringarna skyddar mot är i huvudsak trädgårdsrödmyran, *Myrmica rubra* och getingen *Vespula vulgaris* (Hopkins et al. 2008).

Försök i Belgien visade att utsöndring av glukosinolater avskräckte *M. rubra*. De kunde även se att andra, okända, ämnen är medverkande i processen. Effekten av avskräckningen genom utsöndring av hemolymfa påverkas av vilken värdväxt larven äter på, värdväxtens kemiska sammansättning och om de glukosinolaterna värdväxten innehåller påverkar *M. rubra* (Müller et al. 2002).

Utsöndringar av hemolymfa och glukosinolatet sinalbin har visat sig vara ett effektivt skydd mot *V. vulgaris*. De spottade ut eller undvek larverna som hade utsöndringar. I försöket såg man även att det var fler ämnen än glukosinolater i hemolymfan som påverkar skyddets effektivitet. De hemolymfa utsöndringarna återfanns i alla larvens levnadsstadier. Vidare visade försöket att hemolymfa utsöndringar gav bättre skydd tidigare på säsongen än senare, det vill säga att första generationen fick ett bättre skydd än andra. Framst syntes en minskning i försvaret mot marklevande naturliga fiender. Mot myror var skyddet fortfarande delvis effektivt. Sammanfattningsvis visade försöket att de hemolymfa utsöndringarna inte ger ett definitivt skydd mot naturliga fiender, men i relation till andra herbivorers, som till exempel rovfjärilen, *Pieris rapae*, är det bättre (Müller & Bakerfield 2003).

När plantan blir utsatt för angrepp börjar den producera mer glukosinolater och myrosinase. Det gav däremot inte ett ökat skydd mot vidare angrepp av *A. rosae*, utan de var obemärkta av detta. En observation var dock att honan föredrog att inte lägga sina ägg på redan skadade plantor, försöket kunde inte avgöra ifall det berodde på en ökad mängd glukosinolater eller andra faktorer. Vidare visade försöket att mängden ökad produktion och utsöndring av glukosinolater och dess doftämnen skiljde sig mellan olika arter av *Sinapsis* och *Brassica* (Travis-Martin & Müller 2007).

Den naturliga fienden *Myrmica rubra* väljer helst att skapa sina bon i mark som har hög fuktighet och lägre temperaturer. Däremot föredrog de att kolonisera och söka sig mot platser med högre temperatur när de letar efter föda (Warren et al. 2019). *Vespula vulgaris* är vanlig i skiftande barr- och lövskogsmiljöer, och behöver murken ved att bygga bo i för sin överlevnad. De är även relativt köldtåliga (Artdatabanken u.å.). *V. vulgaris* är aktiva från morgonen, medan *M. rubra* aktivitet börjar mitt på dagen. *V. vulgaris* besöker larver till *A. rosae* men flyger snabbt iväg igen eller släpper larverna snabbt vid kontakt med deras



utsöndringar från hemolymfan. Däremot äter de upp många larver från rovfjärilen, *Pieris rapae* när de hittar dem. Det tyder på att hemolymfans utsöndringar spelar en viss roll i *A. rosae* överlevnad. *V. vulgaris* kunde däremot ta delar av *A. rosae* larv som inte fått utsöndringar på sig och sedan föra dessa delar tillbaka till sitt bo. Andra myrarter, tvestjärter, spindlar och jordlöpare agerar som potentiella naturliga fiender för *A. rosae*, men man vet inte exakt vilka arter inom respektive familj. Senare på säsongen, i september när andra generationen är aktiva, är trycket från dessa naturliga fiender betydligt högre, vilket ger en ansevärd minskning av larvernas population (Müller & Bakerfield 2003).

## 5. Diskussion

Sammanfattningsvis har vi kommit fram till fem huvudsakliga anledningar som kan påverka skadeangrepp och den totala skadebilden. De är att 1) Mulchen utgör en fysisk barriär, 2) Stör doftutsöndringar från huvudkålen, 3) Ger ett förändrat mikroklimat, 4) Stör skadeinsekters orienteringsförmåga och, 5) Gynnar skadeinsekters naturliga fienders optimala habitat. Vidare har vi även tittat på ifall rågen som specifik mulchgröda påverkar mängden angrepp från skadeinsekterna.

Odlingssystem med mulch kan minska förekomsten av, och skadorna från, fler olika skadeinsekter på kål. Flera olika arter av naturliga fiender gynnas vid förekomsten av mulch. Däremot fanns det inget samband mellan minskad förekomst av skadeinsekter och ökad närvaro av naturliga fiender. Istället beror minskningen av angrepp från skadeinsekter på mulchens störande effekt på insekternas orienteringsförmåga (Pintero & Manandhar 2015).

### 5.1 Fysiska hinder

De fysiska hinder rågmulch kan tänkas skapa för kålmalen, *Plutella xylostella*, har inte hittats i denna studie. Lilla kålflugan, *Delia radicum*, kan tänkas påverkas av mulch då honan lägger ägg vid stammens bas på plantan intill marken, vilket försvårar ägglägningsprocessen om marken är täckt. Kålbladlusen, *Brevicoryne brassicae*, kan påverkas av mulchen genom att den försvårar för adulta individer som saknar vingar, att färdas till nya plantor, eftersom den vanligtvis förflyttar sig på marken eller från planta till planta i odling. För kålbladstekeln, *Athalia rosae* kan mulch påverka utvecklingen då larven faller från plantan till marken för att bilda kokong på översta markskiktet. *A. rosae* preferens av värdväxt vid äggläggning är främst ogräs av familjen *Brassicaceae* och den kan således påverkas av rågmulchens

hämmande effekt på ogräsuppkomst. Därigenom selekteras värdväxter bort och utbudet för *A. rosae* minskar.

## 5.2 Orienteringsförmåga och doft

*P. xylostella* orienterar sig främst genom doftsignaler. Den tar emot signaler av glukosinolater från kålen för att hitta dit och lägga sina ägg. Mulchen har diskuterats kunna störa eller avbryta dessa doftsignaler och därmed göra det svårare för *P. xylostella* att hitta till sin värdväxt för vidare reproduktion. *P. xylostella* utnyttjar sedan sitt synfält för att orientera sig och studera värdväxterna för att hitta dem med rätt färg och bladform. Denna process kan störas av mulchen och försvåras för kålmalen att hitta till sin värdväxt. *D. radicum* orienterar sig främst med hjälp av doftsignaler från kålen. Den tar upp flyktiga ämnen från glukosinolater via sina antenner, både på marken och i luften, för att därefter kunna orientera sig i rätt riktning. När den sedan närmar sig värdväxterna använder den sin syn för att skilja på växterna och välja ut var den vill landa och lägga ägg. Då spelar färg, storlek, form och hur bladen är anordnade roll. I försök har man sett att mulch stör *D. radicum*s synfält och därmed deras ägglägningsprocess. Vidare kan mulchen eventuellt störa *D. radicum*s förmåga att ta upp doftsignaler när den är på marken. *B. brassicae* använder sin syn för att skilja på bar mark och värdväxten, huvudkålen, för att orientera sig rätt. Den flygande *B. brassicae* utnyttjar ljusskillnader mellan bar mark och värdväxt för att orientera sig rätt. När ett mulchlager ligger kring kålplantorna kan synförmågan försvåras för *B. brassicae*. Den får då svårare att hitta till värdväxten, vilket kan vara en anledning till ett minskat skadeangrepp. Den tar även upp doftsignaler av glukosinolater från kålen för att orientera sig, dessa påverkar även *B. brassicae*s reproduktionsförmåga och tillväxt. *A. rosae* använder sig främst av sitt luktsinne för att orientera sig. Även *A. rosae* utnyttjar isotiocyanater för att hitta till kålen. Det som skiljer sig är att *A. rosae* gynnas av att kålen blir utsatt för mer angrepp då kålen producerar mer glukosinolater vid skadeangrepp, vilket kan öka *A. rosae*s kolonisering. Gällande synfält dras *A. rosae* till gult och vitt, och inte till mörkare färger. Mulchen färgskiftar under säsongens gång, vilket kan påverka *A. rosae*s orienteringsförmåga.

I HIRs demonstrationsodling hade skadeinsekterna möjligheten att landa på kålplantor som både odlades i rågmulch och som odlades på bar mark. Skulle odlingssystemet införas i större odlingar hos producenter skulle de inte ha den valmöjligheten. Det finns en möjlighet att skadeinsekterna inte skulle vara lika kräsna att landa på kålen i mulch då. Det skulle antagligen ske mer angrepp på kålen i mulch då, än det gjorde i HIR:s demonstrationsodling

där de såg nästan en 100% minskning av angrepp från skadeinsekter. I demonstrationsodlingen angrep skadeinsekterna antagligen främst kålen som odlades på bar mark för de hade lättare att hitta dit, i frånvaron av mulch som skapar en fysisk barriär, störning av doftsignaler och ett förändrat mikroklimat. För att kunna dra några vidare slutsatser behöver försök göras där man odlar kål på samma odlingsplats med mulch och med bar mark, med samma insatser i övrigt, för att jämföra skadebilden och därefter dra mer definitiva slutsatser.

### 5.3 Mikroklimat

Vid användning av mulch bevaras fukt vid markytan då mulchen minskar evaporationen. Detta ger ett fuktigt mikroklimat som gynnar svampar i ordningen *Entomophthorales*, som har visat sig ha potential som biologisk kontroll av skadeinsekter genom parasitering. Olika arter av dessa svampar angriper olika arter av insekter. En art är *Entomophthora muscae* som angriper ordningen tvåvingar (*Diptera*), vilken lilla kålflugan (*Delia radicum*) ingår. *E.muscae* producerar konidier (förökningskroppar) i temperaturer från 7–38°C. Tiden från infektion av entomopatogena svampar, till död för värdinsekten varierar från två till tolv dagar beroende på svampart, temperatur, insektsart samt storlek på värdinsekt (Elya & De Fine Licht 2021).

Mer kunskap och forskning behövs kring biotiska och abiotiska faktorer som påverkar svampars levnadsmiljö på fält, samt hur ett potentiellt preparat ska produceras och bli applicerbart som färdig produkt. Problematiken med framställning av en hållbar produkt grundas i stora kostnader och svårighet att föröka svampen i laboratoriemiljö utan att den förändras morfologiskt, till den skala som behövs för att preparatet ska fungera i fält (Elya & De Fine Licht 2021). Studier visar att för en framtida fungerande bekämpningsmetod med parasitära svampar som preparat behövs odlingstekniker och odlingssystem som skapar gynnsamt klimat för svampen, främst hög fuktighet i fältet (Elya & De Fine Licht 2021; Muskat et al. 2023).

Försök i att framställa ett preparat som optimerar den entomopatogena svampen, *Pandora cacopsyllae*, sporspridning i torrare klimat har varit framgångsrika. Forskning resulterade i lyckad framtagning av ett vattenhållande pastaliknande ämne som kan tillämpas i ett odlingssystem (Muskat et al. 2023). Ett framtida preparat av entomopatogena svampar har stor potential att användas som biologisk kontroll av skadeinsekter som en del av integrerat

växtskydd, för att främja biodiversitet och utveckla hållbara odlingsystem (Goettel et al. 2010).

*D. radicum* påverkas av kyla och fukt vilket gör att den söker skydd. Rågmulch kan därför möjligtvis gynna *D. radicum* i adult stadie. Ett varmare mikroklimat är en preferens vid äggläggning. På grund av att mulchen håller marktemperaturen låg tidigt på våren kan det kallare mikroklimatet i mulch skapa en ogynnsam plats för *D. radicum* ägg att kläckas vilket resulterar i mindre population. *B. brassicae* minskar i bestånd vid fuktigt och kyligt klimat och gynnas när det är torrt och varmt. Mulchlager kan påverka värdväxtens bladtjocklek, uppbyggnad och bladtemperatur, vilket influerar *B. brassicae*s preferens av värdväxt. Det beror på att mulchen kan påverka huvudgrödans storlek och växtsätt genom konkurrens. På grund av den sena uppvärmning av mikroklimatet under tidigt skede kan den låga bladtemperaturen påverka lusens angrepp. Med anledning av att *A. rosae* lägger helst ägg i varmt och soligt läge kan mulchen försämra förutsättningen för honans äggläggning på grund av det skuggiga mikroklimatet.

I samband med mulchens nedbrytning, även kallat ensilageprocess, bildas värme vilket i sin tur ger ett varmare mikroklimat. Nedbrytningens hastighet påverkas av temperatur och fukt samt att mikrobiologisk aktivitet ökar vid en temperatur på 25–30°C och minskar kort efter temperaturtoppen (Leuthold et al. 2021).

#### 5.4 Naturliga fiender

Några av *P. xylostella*s naturliga fiender, *Cotesia vestalis* och *Dolichogenidea sicaria* trivs i ett klimat med varmare temperatur (Malcicka & Harvey 2015). Vilket kan missgynnas av mulchens förmåga att hålla nere temperaturen längre vid säsongens start. Mulchen stör även *P. xylostella*s naturliga fienders möjlighet att orientera sig och deras förmåga att ta upp doftutsöndringar. Däremot gynnar mulchen deras reproduktion, vilket gjorde att deras population fördubblas men man såg ingen ökad predation på grund av det (Bryant et al. 2014). Anledningen tros vara på grund av att mulchen utgör ett störningsmoment i deras orienteringsförmåga. Gällande *D. radicum* ökar populationerna av deras naturliga fiender om en mellangröda odlas. Anledningen är att de får en övervintringsplats, och att det finns mer föda för dem i form av fler insekter de kan predetera på. En övervintringsplats för den naturliga fienden *A. bipustulata* gör att den kan predetera tidigt på våren när första generationen av *Delia radicum* lägger ägg, vilket kan trycka ner populationen redan från start. Vid odling med mulch visade en försöksodling i USA att populationerna av naturliga

fiender ökade samtidigt som mängden skadeinsekter minskade. Däremot gav inte detta en ökad parasitering av släktet *Delia*. Istället förklarades minskningen av skadeinsekters populationer genom att mulchen eller samodlingsgrödan påverkade skadeinsekternas förmåga att hitta dit de ville lägga sina ägg (Pinero & Manandhar 2015). Däremot är både *D. radicum* och dess naturliga fiender anpassade till att leva på bar jord, vilket minskar effekten och aktiviteten hos båda. Hos *B. brassicae* stör mulchen kemiska signaler, i form av glukosinolater och kairomoner för dess parasitoider. Det resulterar i att de ej hittar till sin föda, detta gäller för exempelvis stekeln (*Diaeretiella rapae*). För att varna andra individer om fara använder *B. brassicae* hemolymfa utsöndringar. För *A. rosae* gynnas deras naturliga fiende *Myrmica rubra* då de gärna skapar sina bon i fuktiga klimat med låg temperatur, vilket mulchen skapar på fältet i början av säsongen. *A. rosae* har däremot förmåga att repellera många av sina nyttodjur genom hemolymfa utsöndringar, vilket försvårar för deras naturliga fiender att få tag i dem. De har dock potentiella fiender bland tvestjärtar, spindlar, jordlöpare och olika myrarter. Dessa skapar ett större tryck mot *A. rosae*s population mot slutet av säsongen. Någon specifik fiende inom dessa släkten har däremot inte kunnat artbestämmas. Gällande jordlöpare finns det vissa arter som trivs i det mikroklimat som mulchen skapar, men det behövs göras vidare forskning (Ljungberg 2002). Tvestjärtar gynnas av fuktiga miljöer och gillar trånga platser, detta gör att mulch skapar ett optimalt habitat för dem att leva i (Winter 2024).

## 5.5 Rågens påverkan

I HIR:s demonstrationsodling odlades vitkål i två olika led. Resultaten vid mätning av markfukt i Led B med täckodling visade att marken på 20 centimeters djup var stundtals torrare än i Led A utan täckodling, oberoende av bevattning eller ej. Det är en konsekvens av att odla råg som mellangröda som förbrukar vatten i markprofilen. Led B med rågmulch stabiliserar i augusti och följer markfuktshalten i Led A efter det (Jönsson 2023).

Att välja specifikt råg som mellangröda för detta odlingssystem har flera fördelar. Råg får en hög biomassa, vilket är nödvändigt för odlingssystemet eftersom man behöver åtta till tio centimeter mulchlager för att få den önskade effekten. Råg bildar även många fina rötter, istället för få djupa rötter, vilket skapar en bättre jordhälsa som i sin tur ger starkare växter. Starkare växter har bättre möjlighet att stå emot angrepp. Rågen innehåller även fler allelokemiska ämnen än rågvete och vete, vilket ger en större allelopatisk effekt. De allelopatiska egenskaperna ger en minskad ogräsuppkomst, vilket resulterar i att färre

alternativa värdväxter för skadeinsekter uppkommer i fältet. Det är positivt då fam.

*Brassicaceae* innefattar en betydande andel ogräsarter. Vidare innehåller råg dhurrin som repellerar skadeinsekter som i vanliga fall lockas av korsblommiga växter. Dhurrin finns kvar i rågen efter den huggits, men dess påverkan på skadeinsekter är idag ej studerat. En studie hade satt in gener som kodar för dhurrin-syntes i kål, vilket visat sig vara effektivt mot skadeangrepp. Det bevisar endast att växtförädling kan uppnå ett önskat resultat av minskade skadeangrepp, men om dhurrin agerar som ett repellerande ämne från rågen i ett sånt här odlingssystem är idag inte påvisat. I studien kollade de inte på hur införandet av dhurrin i kålväxter skulle påverka människan, ifall dhurrinet skulle brytas ned till HCN i människans mage.

Idag är dhurrins stabilitet i råg inte studerat. Det är däremot studerat i *Sorghum* spp., som också tillhör fam. *Poaceae*. I *Sorghum* har det visat sig i nyare studier att dhurrin är stabilt i torrmassan efter huggning. Det kan skapa problem om det ska användas som foder för betesdjur, i vilkas magar dhurrin kan brytas ner till vätecyanid (HCN). Dhurrin och HCN är giftig för *Plutella xylostella*, *Delia radicum*, *Brevicoryne brassicae* och *Athalia rosae*. Däremot krävs det vidare studier för att se ifall dhurrinets stabilitet i kringliggande mulch skulle kunna störa deras orienteringsförmåga, överlevnad, reproduktion eller föredragna miljö.

I majs såg Gross et al. (2023) att DIMBOA bryts ner till vidare beståndsdelar som MBOA och BOA, och vidare APO och AMPO. Denna studie gjordes år 2023, och var unik i sitt slag. På grund av det har det varit svårt att hitta vidare försök på dessa ämnes stabilitet i mulch, och hur DIBOA, som är den huvudsakliga benzoxazolinen i råg, bryts ner har vi inte kunnat dra några slutsatser om dessa ämne finns kvar i mulchen eller ger ifrån sig någon typ av luftburna doftämnen. En teori är att precis efter nedhuggning, när rågmulchen fortfarande är färsk, kan de allelokemiska ämnena störa insekternas orienteringsförmåga, samt att nyttodjur inte kan utnyttja kairomoner för att hitta sitt byte. Vidare studier behövs göras på rågmulch kemiska innehåll och deras stabilitet.

Generella fördelar med mulch är att den har visats störa synfältet och doftupptag för *B. brassicae* och *P. xylostella*, vilket ger en minskad kolonisering. Det finns inga studier kring om detsamma gäller för *D. radicum* och *A. rosae*, men sett utifrån deras orienteringsförmåga är det sannolikt. I ett försök i USA under åren 1994 och 1995 trodde de att en faktor till minskad kolonisering av skadeinsekter berodde på odlingen i mulch hade gett en mindre

huvudstorlek på huvudkålen. Men de nämnde även att deras odling var placerad på ett fält med packad jord, vilket kan vara anledningen till mindre huvuden. En minskad huvudstorlek påvisades i HIR:s demonstrationsodling i rutorna med mulch. Anledningen var lägre markfukt och mindre kvävetillgång längre ner i markprofilen i demonstrationsodlingen med mellangröda och mulch på ytan.

Vidare vet vi att kväve, N, mineraliseras långsamt genom nedbrytning av organiskt material, vilket är till nackdel för skadeinsekter. Det kan därför vara en bidragande faktor till ett minskat skadeangrepp. Att kvävet mineraliseras långsamt är till huvudgrödans nackdel, då det ger en försämrad kulturstart och kan påverka avkastningen. För att minska den tidiga kvävebristen hade det varit intressant att studera samodling av baljväxter och råg.

Baljväxterna kan fixera kväve och har en lägre C/N-kvot, vilket skulle leda till en snabbare mineralisering. Vidare innehåller baljväxter (*Fabaceae*) även sekundära växtföreningar som kumarin och rutoside som repellerar *P. xylostella*. För att studera den påverkan behövs ytterligare studier.

## 5.6 Övrig påverkan

Omgivningen och klimatförhållanden spelar stor roll för skadeinsekters aktivitet, tillväxt och reproduktion. *P. xylostella* möjlighet för äggkläckning och att utveckla fler generationer grundas i omgivningens temperatur och kan variera från 2–20 generationer per år, beroende på klimat. *P. xylostella* är känslig för regn. *P. xylostella* kan förflytta sig om värdväxtens kvalitet har försämrats. *D. radicum* är känslig för regn och kallare temperaturer, vilket resulterar i att de söker skydd i marken. *B. brassicae* övervintrar i äggstadiet omkring stam och bladarr i rester av *Brassica*-växter. Därav kan insädd av mellangrödor och plöjning av fält minska beståndet av *B. brassicae* övervintrande ägg. *A. rosae* påverkas av luft- och marktemperatur i samband med ägg- och larvutveckling. *A. rosae* värdväxt för äggläggning är ogräsväxter i fam. *Brassicaceae* och dessa ogräs påverkas negativt i rågmulch på grund av rågens allelopatiska effekter samt att ljus ej når till ogräsfrön, vilket påverkar groningen. De utvalda skadeinsekterna har värdväxtpreferens i fam. *Brassicaceae*, vilket gör att val av växtplats är en viktig faktor för att minska skadeangrepp. Växtföljd är även en aspekt som kräver stor omtanke i kålodling, främst i syfte att motverka olika jordsjukdomar som klumprotsjuka, men även för reglering av skadeinsekter som kan tänkas övervintra i närheten och skörderester av tidigare kålodling. Klimat- och väderförutsättningar varierar från år till

år, vilket gör att mulchens effektivitet även varierar från år till år. Markpackning och näringsinnehåll i marken kan också påverka.

Att kring kålfälten odla kantremсор med blommande arter för att ge nyttodjur skydd och föda skulle vara fördelaktigt för dem, men det finns en risk att det även skulle kunna gynna skadeinsekter, som exempelvis *D. radicum*. Anledningen är att den adulta flugan är beroende av nektar och pollen.

Omgivningen, klimatförhållanden, markhälsa, växtplats, växtföljd, markpackning, näringsinnehåll och kantremсор är anledningar påverkar bilden av angrepp från skadeinsekter under odlings säsongen, men de är inte de huvudsakliga anledningarna till rågmulchens negativa påverkan på skadeinsekternas populationer.

## 6. Slutsats

De faktorer denna studie kom fram till, som kan påverka skadeinsekterna är att mulchen utgör en fysisk barriär som stör synfältet och doftupptag av glukosinolater för skadeinsekter, vilket stör deras orienteringsförmåga. Vidare kan mulchen bidra till ett förändrat mikroklimat på markytan, vilket kan gynna eller missgynna skadeinsekter och deras naturliga fiender.

Rågens egenskaper att kunna utsöndra kemiska ämnen som minskar ogrästryck är idag välstuderat. Däremot är inte rågmulchens kemiska eller fysiska egenskaper, i koppling till skadeinsekter studerat i någon hög grad idag, vilket gör dess inverkan svår att diskutera. För att dra mer exakta slutsatser kring anledningar bakom observerat minskade skadeangrepp behöver fler försök utföras, där fokus ligger på skadeinsekter och faktorer som påverkar dem.

Slutligen är vi hoppfulla kring det praktiska införandet av rågmulch som odlingsystem i det svenska lantbruket. Odlingsystemet har påvisade positiva effekter på markfukt, kväveinlagring, ogrästryck och kolinlagring, och med vidare studier kommer mulchens mer exakta påverkan på insekternas skadebild kunna beskrivas.



## 7. Referenser

- Agricultural and Horticultural Development Board (2024). *Turnip sawfly biology and impact on vegetable brassicas and oilseed rape*. <https://ahdb.org.uk/knowledge-library/turnip-sawfly-biology-and-impact-on-vegetable-brassicas-and-oilseed-rape> [2024-02-06]
- Alyokhin, A., Nault, B. och Brown, B. (2019). Soil conservation practices for insect pest management in highly disturbed agroecosystems – a review. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 168 (1), 7-27. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/eea.12863> [2024-02-14]
- Aronsson, H., Ernfors, M., Kätterer, T., Bolinder, M., Svensson, S-E., Hansson, D., Prade, T. och Bergkvist, G. (2023) Mellangrödor i växtföljden - för kolinlagring och effektivt kväveutnyttjande. Uppsala: Sveriges lantbruksuniversitet. (Ekohydrologi, 179). s. 9 [https://www.slu.se/globalassets/ew/org/inst/mom/publications/ekohydr/ekohydrologi\\_179.pdf](https://www.slu.se/globalassets/ew/org/inst/mom/publications/ekohydr/ekohydrologi_179.pdf) [2024-01-18]
- Artdatabanken. (u.å.). *Vanlig geting*. <https://artfakta.se/artinformation/taxa/vespula-vulgaris-232876/detaljer> [2024-01-31]
- Azmi, A.F.M. (2019). *Cyanogenic Glycosides in Cassava*. Diss. The University of Leeds. [https://etheses.whiterose.ac.uk/26731/1/Ahmad\\_Mohd\\_Azmi\\_Thesis\\_May\\_2019.pdf](https://etheses.whiterose.ac.uk/26731/1/Ahmad_Mohd_Azmi_Thesis_May_2019.pdf)
- Backström, I. (2023). *Växtskyddsmedel 2023 - frilandsgrönsaker*. [Faktablad]. <https://www2.jordbruksverket.se/download/18.5eac015f1871243154c7f707/1679925813531/ovr99v15.pdf> [2024-01-31]
- Backström, I. och Furenhed, S. (2021). *Integrerat växtskydd i frilandsgrönsaker*. [Faktablad] Jordbruksverket. [https://www2.jordbruksverket.se/download/18.471dccc918a3f0877067b7c9/1693559107825/p10\\_10v3.pdf](https://www2.jordbruksverket.se/download/18.471dccc918a3f0877067b7c9/1693559107825/p10_10v3.pdf) [2024-02-08]
- Baraibar, B., Mortensen, D.A., Hunter, M.C., Barbercheck, M.E., Kaye, J.P., Finney, D.M., Curran, W.S., Bunchek, J. och White, C.M. (2018) Growing degree days and cover crops type explain weed biomass in winter cover crops. *Agronomy for Sustainable Development*. 38 (65). <https://doi.org/10.1007/s13593-018-0543-1> [2024-01-19]
- Barker, A.M., Sanbrooke, K.J. och Aebischer, N.J. (1997). The water trap colour preferences of farmland sawflies. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 85, 83–86. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1046/j.1570-7458.1997.00236.x> [2024-02-06]
- Barker, A.M., Molotsane, R., Müller, C., Schaffner, U. och Städler, E. (2006). Chemosensory and behavioural responses of the turnip sawfly, *Athalia rosae*, to glucosinolates and

isothiocyanates. *Chemoecology*, 16, 209–218.

<https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s00049-006-0349-5.pdf> [2024-02-01]

Barnes, J.P. och Putnam, A.R. (1983) Rye residues contribute weed suppression in no-tillage cropping systems. *Journal of Chemical Ecology*, Vol. 9 (8), 1045–1057.

<https://link.springer.com/article/10.1007/BF00982210#citeas> [2024-01-18]

Block, W., Turnock, W.J. och Jones, T.H. (1987). Cold resistance and overwintering survival of the cabbage root fly, *Delia radicum*, (Anthomyiidae), and its parasitoid, *Trybliographa rapae* (Cynipidae), in England. *Oecologia*, 71, 332-338. <https://doi.org/10.1007/BF00378704>

[2024-02-13]

Bottenberg, H., Masiunas, J., Eastman, C. och Eastburn, D. (1997). Yield and Quality Constraints of Cabbage Planted in Rye Mulch. *Biological Agriculture & Horticulture*, 14 (4), 323–342.

<https://www.tandfonline.com/doi/epdf/10.1080/01448765.1997.9755168?needAccess=true>

[2024-02-01]

Bryant, A., Coudron, T., Brainard, D. och Szendrei, Z. (2014). Cover crop mulches influence biological control of the imported cabbageworm (*Pieris rapae* L., Lepidoptera: Pieridae) in cabbage. *Biological control*, 73, 75–83. s.79 <https://pdf.sciencedirectassets.com> [2024-02-06]

Cassida, K. (2012). *Sorghum-sudangrass pasture poses prussic acid and nitrate poisoning risk*. [Faktablad]. Michigan State University. <https://forage.msu.edu/extension/sorghum-sudangrass-pasture-poses-prussic-acid-and-nitrate-poisoning-risk/> [2024-02-29]

Cook, S.M., Khan, Z.R. och Pickett, J.A. (2007). The Use of Push-Pull-Strategies in Integrated Pest Management. *Annual Review of Entomology*, 52, 375–400.

[https://slunik.slu.se/kursfiler/BI0914/30260.1112/2\\_Cook\\_etal\\_Ann\\_Rev\\_Ent\\_2007.pdf](https://slunik.slu.se/kursfiler/BI0914/30260.1112/2_Cook_etal_Ann_Rev_Ent_2007.pdf)

[2024-02-08]

Costello, M.J. och Altieri, M.A. (1995). Abundance, growth rate and parasitism of *Brevicoryne brassicae* and *Myzus persicae* (Homoptera: Aphididae) on broccoli grown in living mulches. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 52 (2–3), 87–196.

[https://www.academia.edu/25606733/Abundance\\_growth\\_rate\\_and\\_parasitism\\_of\\_Brevicoryne\\_brassicae\\_and\\_Myzus\\_persicae\\_Homoptera\\_Aphididae\\_on\\_broccoli\\_grown\\_in\\_living\\_mulches](https://www.academia.edu/25606733/Abundance_growth_rate_and_parasitism_of_Brevicoryne_brassicae_and_Myzus_persicae_Homoptera_Aphididae_on_broccoli_grown_in_living_mulches) [2024-02-06]

Drabe-Vesterlund, L. och Winter, C. (2021). *Ökad konkurrenskraft i trädgårdsnäringen vid extremt väder*. s.8

[https://kundportalen.hushallningssallskapet.se/\\_entity/annotation/ebeb66ab-fbc3-7b7f-9e3c-6c1d1b792e44/779af60b-fe7d-4087-b12d-fab4bb6b6902?t=1650499200051](https://kundportalen.hushallningssallskapet.se/_entity/annotation/ebeb66ab-fbc3-7b7f-9e3c-6c1d1b792e44/779af60b-fe7d-4087-b12d-fab4bb6b6902?t=1650499200051) [2024-01-18]

Duchovskienė, L., Survilienė, E., Valiuškaitė, A. och Karklelienė, R. (2012). Effects of organic and conventional fertilization on the occurrence of *Brevicoryne brassicae* L. and its natural enemies in white cabbage. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B-Soil & Plant Science*, 62(1), 16-22.

<https://www.tandfonline.com/doi/epdf/10.1080/09064710.2011.561806?needAccess=true> [2024-02-06]

Elya, C. och De Fine Licht, H.H. (2021) *The genus Entomophthora: bringing the insect destroyers into the twenty-first century*. *IMA Fungus* 12, 34. <https://doi.org/10.1186/s43008-021-00084-w> [2024-02-26]

Eriksson, A. (2009) *Olfactory responses of the parasitic wasp, Trybliographa rapae (Hymenoptera: Figitidae)*. Master. Sveriges Lantbruksuniversitet.

[https://stud.epsilon.slu.se/13/2/eriksson\\_a\\_090316.pdf](https://stud.epsilon.slu.se/13/2/eriksson_a_090316.pdf)

Eriksson, S., Andréasson, E., Ekbohm, B., Granér, G., Pontoppidan, B., Taipalensuu, J., Zhang, J., Rask, L. och Meijer, J. (2002) *Complex formation of myrosinase isoenzymes in oilseed rape seeds are dependent on the presence of myrosinase-binding proteins*. *Plant Physiol.* 2002 Aug;129(4):1592-9. doi: 10.1104/pp.003285. PMID: 12177471; PMCID: PMC166746.

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC166746/pdf/pp0802001592.pdf> [2024-02-27]

Finch, S. (1989). Ecological Considerations in the Management of *Delia* Pest Species in Vegetable Crop. *Annual Review of Entomology*, 34 (1), 117–137.

<https://doi.org/10.1146/annurev.en.34.010189.001001> [2024-01-30]

Finch, S. (1995). The Potential for Controlling the Cabbage Rot Fly [*Delia radicum*] by Releasing Laboratory-Reared Parasitoids. *BCPC Symposium Proceedings*, 63, 41-48.

<https://www.bcpc.org/wp-content/uploads/2021/11/Intergated-Crop-Protection-Biological-Control-41-48.pdf> [2024-01-30]

Fogelfors, H. (2015). *Vår mat – Odling av åker- och trädgårdsgrödor* 1:3 uppl., Studentlitteratur AB. s. 268, 290, 388, 396–398, 534–535, 562, 574.

Fomsgaard, I.S., Mortensen, A.G. och Carlsen, S.C.K. (2004). Microbial transformation products of benzoxazolinone and benzoxazinone allelochemicals – a review. *Chemosphere*, 54 (8), 1025–1038.

- <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0045653503009640/pdf?md5=caa78e9b30cddbba54b38365c26ae8ce8&pid=1-s2.0-S0045653503009640-main.pdf> [2024-01-31]
- GaBrys, B. (2008). Cabbage aphid, *Brevicoryne brassicae* (L.) (Hemiptera: Aphididae). *Encyclopedia of Entomology* (Capinera JL, ed.). Springer Netherlands, 685–687.
- [https://www.academia.edu/download/84398384/978-1-4020-6359-6\\_478.pdf](https://www.academia.edu/download/84398384/978-1-4020-6359-6_478.pdf) [2024-02-14]
- Goettel, M.S., Eilenberg, J. och Glare, T. (2010). 11 Entomopathogenic fungi and their role in regulation of insect populations. *Insect Control*. 2010, 2005 Elsevier B.V. S. 387
- [https://www.researchgate.net/publication/291302201\\_Entomopathogenic\\_fungi\\_and\\_their\\_role\\_in\\_regulation\\_of\\_insect\\_populations](https://www.researchgate.net/publication/291302201_Entomopathogenic_fungi_and_their_role_in_regulation_of_insect_populations) [2024-02-28]
- Golizadeh, A.L.I., Kamali, K., Fathipour, Y., och Abbasipour, H. (2007). Temperature-dependent development of diamondback moth, *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) on two brassicaceous host plants. *Insect Science*, 14(4), 259–352. s. 311
- <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/j.1744-7917.2007.00157.x> [2024-02-14]
- Gross, J.J., Mateo, P., Ramhold, D., Kramer, E., Erb, M. och Robert, C.A.M. (2023). Turnover of Benzoxazinoids during the Aerobic Deterioration of Maize Silage (*Zea mays*). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 71 (5), 2370-2376.
- <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.jafc.2c06699> [2024-02-16]
- Gruss, S.M., Johnson, K.D., Ghaste, M., Widhalm, J.R., Johnson, S.K., Holman, J.D., Obour, A., Aiken, R.M. och Tuinstra, M.R. (2023). Dhurrin stability and hydrogen cyanide release in dried sorghum samples. *Field Crops Research*, 291.
- <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378429022003355#sec0085> [2024-02-29]
- Hansson, A. och Agellus Miljökonserter (2004a). *God kvävehushållning i ekologiskt lantbruk*. [Faktablad]. Jordbruksverket.
- [https://www2.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/trycksaker/Pdf\\_ovrigt/p8\\_5.pdf](https://www2.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/trycksaker/Pdf_ovrigt/p8_5.pdf) [2024-02-26]
- Hansson, A. och Agellus Miljökonserter (2004b). *Gröngödsling i ekologisk odling*. [Faktablad]. Jordbruksverket.
- [https://www2.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/trycksaker/Pdf\\_ovrigt/p8\\_10.pdf](https://www2.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/trycksaker/Pdf_ovrigt/p8_10.pdf) [2024-02-26]
- Hansson, O. (2017) Kålmålen –erfarenheter från säsongen 2016 [Opublicerat material] HIR Skåne

Hansson, O., Andersson, S., Rännbäck, L-M., Löfkvist, K., Lundblad, J., Jönsson, J. och Björkholm, A-M. (2021). *Integrerade växtskyddsmetoder för produktion av kålväxter i Sverige*. (Jordbruksverket 2016–5639). HIR Skåne AB. <https://hushallningssallskapet.se/wp-content/uploads/2023/12/integrerade-vaxtskyddsmetoder-for-produktion-av-kalvaxter-i-sverige.pdf> [2024-02-28]

Hao, Z.P., Zhan, H-X., Gao, L-L., Huang, F., Zhu, L-N. och Hou, S-M. (2020). Possible effects of leaf tissue characteristics of oilseed rape *Brassica napus* on probing and feeding behaviors of cabbage aphids *Brevicoryne brassicae*. *Arthropod-Plant Interactions*, 14, 733–744. <https://link.springer.com/article/10.1007/s11829-020-09782-5> [2024-02-13]

Harms, C.L. och Tucker, B.B. (1973). Influence of Nitrogen Fertilization and Other Factors on Yield, Prussic Acid, Nitrate, and Total Nitrogen Concentrations of Sudangrass Cultivars. *Agronomy Journal*, 65(1), 21–26. <https://access.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.2134/agronj1973.00021962006500010007x> [2024-02-29]

Hermansson, J. (2016). *Biology of the Diamondback moth, (Plutella xylostella) and its future impact in Swedish oilseed rape production – a literature review* (Independent project/Degree project / SLU, Department of Ecology 2016:15) Swedish University of Agricultural Sciences. Agriculture Programme – Soil/Plant. s.31 [https://stud.epsilon.slu.se/9645/1/hermansson\\_j\\_161010.pdf](https://stud.epsilon.slu.se/9645/1/hermansson_j_161010.pdf) [2024-02-26]

Hlerema, I., Laurie, S. och Eiasu, B. (2017). Preliminary observations on use of *Beauveria bassiana* for the control of the sweet potato weevil (*Cylas* sp.) in South Africa. *Open Agriculture*, 2(1), 595-599. <https://www.degruyter.com/document/doi/10.1515/opag-2017-0063/html> [2024-02-29]

Hopkins, R.J., Dam, N.M. och Loon J.A.J (2008). Role of Glucosinolates in Insect-Plant Relationships and Multitrophic Interactions. *Annual Review of Entomology*, 54, 57-83. <https://www.annualreviews.org/doi/pdf/10.1146/annurev.ento.54.110807.090623> [2024-02-05]

Hughes, R.D. (1963). Population Dynamics of the Cabbage Aphid, *Brevicoryne brassicae* (L.) *Journal of Animal Ecology*, 32 (3), 393–424. s.394 [https://www.jstor.org/stable/pdf/2600.pdf?casa\\_token=IKsLM004bA4AAAAA:2kkAcv6L0r1dpUL9M75\\_WOIfNf2PtSsRLRDsI18hC3CmqilCiJzPO56i7h8wycwkIaz9PypMkWJK6HDGp\\_HOYDEBwWzCJTec\\_AW58\\_HSPiwsoRX\\_q2Cn](https://www.jstor.org/stable/pdf/2600.pdf?casa_token=IKsLM004bA4AAAAA:2kkAcv6L0r1dpUL9M75_WOIfNf2PtSsRLRDsI18hC3CmqilCiJzPO56i7h8wycwkIaz9PypMkWJK6HDGp_HOYDEBwWzCJTec_AW58_HSPiwsoRX_q2Cn) [2024-02-06]

Husebye, H., Arzt, S., Burmeister, W.P., Härtel, F.V., Brandt, A., Rossiter, J.T. och Bones, A.M. (2005). Crystal structure at 1.1 Å resolution of an insect myrosinase from *Brevicoryne brassicae* shows its close relationship to  $\beta$ -glucosidases. *Insect biochemistry and molecular biology*, 35(12), s.1311–1320. <https://pdf.sciencedirectassets.com> [2024-02-14]

Jabran, K. (2019) *Role of Mulching in Pest management and Agricultural Sustainability*. 1 uppl. Springer Cham. <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/978-3-030-22301-4.pdf> [2024-01-19]

Johansen, H. (2007). Rate of hydrolysis and degradation of the cyanogenic glycoside – dhurrin – in soil. *Chemosphere*, 67 (2), 259–266. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0045653506013506> [2024-02-29]

Johansson, L. (2014). Kålmal - Erfarenheter och försök 2013. *Uddevallakonferensen 9–10 januari 2014*, Uddevalla, Sverige. <https://www.slu.se/globalassets/ew/org/inst/mom/fieldstations/uddevallakonf/2014/lars-johansson.pdf> [2024-02-06]

Jordbruksverket (2012). *Vässa växtskyddet för framtidens klimat - Hur vi förebygger och hanterar ökade problem i ett förändrat klimat*. (2012:10). Jordbruksverket. s. 1 [https://www2.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/trycksaker/Pdf\\_rapporter/ra12\\_10.pdf](https://www2.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/trycksaker/Pdf_rapporter/ra12_10.pdf) [2024-01-19]

Jordbruksverket (2021a). *Skadegörare i jordbruksgrödor*. Jordbruksverket. S.162 <https://www2.jordbruksverket.se/download/18.1163ed0c1833182d0aa39b43/1663049728867/be26v8.pdf> [2024-01-25]

Jordbruksverket (2021b). *Trädgårdsproduktion 2020*. <https://jordbruksverket.se/om-jordbruksverket/jordbruksverkets-officiella-statistik/jordbruksverkets-statistikrapporter/statistik/2021-06-29-tradgardsproduktion-2020#h-Koksvaxter> [2024-01-31]

Jordbruksverket (2021c) *Odlingsvägledning, integrerat växtskydd - höstråg*. <https://www2.jordbruksverket.se/download/18.760d381b17cb62ab6b31827f/1635176465846/ovr277v3.pdf> [2024-01-19]

Jordbruksverket (2022). *Ekologiskt odlad areal och skattad skörd av trädgårdsväxter på friland efter Gröda, Variabel och År*. [https://statistik.sjv.se/PXWeb/pxweb/sv/Jordbruksverkets%20statistikdatabas/Jordbruksverkets%20statistikdatabas\\_Ekologisk%20produktion\\_4%20Ekologisk%20tradgardsodling/JO0102E01.px/table/tableViewLayout1/?rxid=5adf4929-f548-4f27-9bc9-78e127837625](https://statistik.sjv.se/PXWeb/pxweb/sv/Jordbruksverkets%20statistikdatabas/Jordbruksverkets%20statistikdatabas_Ekologisk%20produktion_4%20Ekologisk%20tradgardsodling/JO0102E01.px/table/tableViewLayout1/?rxid=5adf4929-f548-4f27-9bc9-78e127837625) [2024-01-31]

- Jordbruksverket (2023a). *Bekämpning i yrkesmässig trädgårdsodling*. Jordbruksverket.  
(<https://www2.jordbruksverket.se/download/18.1f7ea22e18ba7c5ac45d7114/1699887617613/be8v10.pdf>) [2024-02-08]
- Jordbruksverket (2023b). *Kålbladstekel Oljeväxter*.  
[https://fou.jordbruksverket.se/vxinfo/mobil/answer\\_skade.php?ogras\\_id=0480](https://fou.jordbruksverket.se/vxinfo/mobil/answer_skade.php?ogras_id=0480) [2024-02-01]
- Jordbruksverket (2023c). *Nyhetsbrev om växtskydd i frilandsgrönsaker 2024*.  
<https://jordbruksverket.se/vaxter/odling/vaxtskydd/aktuellt-fran-vaxtskyddscentralerna/nyhetsbrev-om-vaxtskydd-i-frilandsgronsaker> [2024-02-07]
- Jordbruksverket (2024). *Ersättning för fånggröda 2024*.  
<https://jordbruksverket.se/stod/jordbruk-tradgard-och-rennaring/jordbruksmark/kolinlagring-och-minskat-kvavelackage/odla-fanggroda> [2024-02-26]
- Junge, S.M., Leisch-Waskönig, S., Winkler, J., Kirchner, S.M., Saucke, H. och Finckh, M.R. (2022). Late to the Party – Transferred Mulch from Green Manures Delays Colorado Potato Beetle Infestation in Regenerative Potato Cropping Systems. *Agriculture*, 12 (12), 2130.  
<https://www.mdpi.com/2077-0472/12/12/2130> [2024-02-14]
- Jönsson, B. (2002). *Faktablad om växtskydd - Kålbladlus*. [Faktablad]. Sveriges Lantbruksuniversitet. s.1-4  
[https://www.slu.se/globalassets/ew/org/inst/ekol/faktablad/faktablad-vaxtskydd/faktablad\\_om\\_vaxtskydd\\_67j.pdf](https://www.slu.se/globalassets/ew/org/inst/ekol/faktablad/faktablad-vaxtskydd/faktablad_om_vaxtskydd_67j.pdf) [2024-02-05]
- Jönsson, J. (2023). *Demonstrationsodling – Fuktbevarande åtgärder i grönsaksodling*. LRF Trädgård, Jordbruksverket, Hushållningssällskapet.  
[https://kundportalen.hushallningssallskapet.se/\\_entity/annotation/7750768b-8fe5-7b63-ae30-9413e0dd05cb/779af60b-fe7d-4087-b12d-fab4bb6b6902?t=1705654713196](https://kundportalen.hushallningssallskapet.se/_entity/annotation/7750768b-8fe5-7b63-ae30-9413e0dd05cb/779af60b-fe7d-4087-b12d-fab4bb6b6902?t=1705654713196) [2024-01-18]
- Jönsson, B. (2007). *Kålfflugor*. [Faktablad]. 22T. Sveriges Lantbruksuniversitet.  
[https://pub.epsilon.slu.se/18110/1/J%C3%B6nsson\\_B\\_201105.pdf](https://pub.epsilon.slu.se/18110/1/J%C3%B6nsson_B_201105.pdf) [2024-01-26]
- Kemikalieinspektionen (2024). *Movento SC 100*.  
<https://apps.kemi.se/BkmRegistret/Kemi.Spider.Web.External/Produkt/Details?produktId=15247&produktVersionId=16268> [2024-02-27]
- Khattab, I.H. (2007). The defense mechanism of cabbage plant against phloem-sucking aphid (*Brevicoryne brassicae* L.). *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 1(1), s. 56–62.  
[https://www.researchgate.net/profile/Hemmat-Khattab/publication/260386638\\_The\\_Defense\\_Mechanism\\_of\\_Cabbage\\_Plant\\_Against\\_Phloem-Sucking\\_Aphid\\_Brevicoryne\\_brassicae\\_L/links/54412ec10cf2a76a3cc7ce3b/The-](https://www.researchgate.net/profile/Hemmat-Khattab/publication/260386638_The_Defense_Mechanism_of_Cabbage_Plant_Against_Phloem-Sucking_Aphid_Brevicoryne_brassicae_L/links/54412ec10cf2a76a3cc7ce3b/The-)

[Defense-Mechanism-of-Cabbage-Plant-Against-Phloem-Sucking-Aphid-Brevicoryne-brassicae-L.pdf](#) [2024-02-06]

Lammerts van Bueren, E.T. och Myers, J.R. (2012). *Organic Crop Breeding*. 1 uppl. John Wiley & Sons Ltd. <https://ebookcentral.proquest.com/lib/slub-ebooks/reader.action?docID=822556>

Lepage, M.P., Bourgeois, G., Brodeur, J. och Boivin, G. (2012). Effect of Soil Temperature and Moisture on Survival of Eggs and First-Instar Larvae of *Delia radicum*. *Environmental Entomology*, 41 (1), 159–165. <https://doi.org/10.1603/EN10313> [2024-01-30]

Leuthold, S.J., Quinn, D., Miguez, F., Wendroth, O., Salmeron, M. och Poffenbarger, H. (2021). Topographic effects on soil microclimate and surface cover crop residue decomposition in rolling cropland. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 320, 107609. s. 13 <https://pdf.sciencedirectassets.com> [2024-02-16]

Liu, S.S., Chen, F.Z. och Zalucki, M.P. (2002). Development and survival of the diamondback moth (Lepidoptera: Plutellidae) at constant and alternating temperatures. *Environmental Entomology*, 31(2), 221–231. s.224  
<https://bioone.org/journals/environmental-entomology/volume-31/issue-2/0046-225X-31.2.221/Development-and-Survival-of-the-Diamondback-Moth-Lepidoptera--Plutellidae/10.1603/0046-225X-31.2.221.full> [2024-02-14]

Ljungberg, H. (2002). Våra rödlistade jordlöparens habitatkrav. *Entomologisk tidskrift*, 123 (4), 167–185. [https://www.sef.nu/download/entomologisk\\_tidskrift/et\\_2002/ET2002%20167-185.pdf](https://www.sef.nu/download/entomologisk_tidskrift/et_2002/ET2002%20167-185.pdf) [2024-02-15]

Malcicka, M. och Harvey, J.A. (2015). Development of two related endoparasitoids in larvae of the diamondback moth, *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae). *BioControl*, 60, 149–155. s. 149. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10526-014-9627-2> [2024-02-01]

Masiunas, J.B. (1998). Production of Vegetables Using Cover Crop and Living Mulches – A review. *Journal of Vegetable Crop Production*, 4 (1), 11–31. [https://www.tandfonline.com/doi/epdf/10.1300/J068v04n01\\_03?needAccess=true](https://www.tandfonline.com/doi/epdf/10.1300/J068v04n01_03?needAccess=true) [2024-02-01]

Mason, P. (2022). *Plutella xylostella*. CABI.org, Invasive Species Compendium. s. 5–7 <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/epdf/10.1079/cabicompendium.42318> [2024-01-23]

McKinlay, R.G. (1992). *Vegetable Crop Pests*. Macmillan Academic and Professional Ltd. s. 88



- Miles, M. (1951). Factors affecting the behaviour and activity of the cabbage root fly (*Erioischa brassicae* BCHÉ). *Annals of Applied Biology*, 38 (2), 425–432.  
<https://doi.org/10.1111/j.1744-7348.1951.tb07817.x> [2024-02-13]
- Müller, C., Boevé, J-L. och Brakefield, P.M. (2002). *Host plant derived feeding deterrence towards ants in the turnip sawfly Athalia rosae*. Uppl. 1, Springer Dordrecht.  
[https://doi.org/10.1007/978-94-017-2776-1\\_18](https://doi.org/10.1007/978-94-017-2776-1_18)
- Müller, C. och Brakefield, P.M. (2003). Analysis of Chemical defense in sawfly larvae: Easy bleeding targets predatory wasps in late summer. *Journal of Chemical Ecology*, 29 (12), 1683–2694.  
<https://link.springer.com/content/pdf/10.1023/B:JOEC.0000008012.73092.01.pdf> [2024-02-05]
- Müller, C. och Sieling, N. (2006). Effects of glucosinolate and myrosinase levels in *Brassica juncea* on a glucosinolate-sequestering herbivore—and vice versa. *Chemoecology*, 16, 191–201. s. 192. <https://link.springer.com/article/10.1007/s00049-006-0347-7> [2024-02-07]
- Muskat, L.C., Kais, B., Gross, J., Eilenberg, J. och Patel, A. (2023). A biobased superabsorbent formulation for above-ground application of a new entomophthoralean fungus for biological psyllid pest control. *BioControl*, 68, 629–641. <https://doi.org/10.1007/s10526-023-10226-1> [2024-02-28]
- Nagasaki, K. och Ohsaki, N. (2002). Differences in host plant selection among three *Athalia* sawflies feeding on crucifers in Japan. *Ecological Entomology*, 27, 326–336.  
<https://resjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1046/j.1365-2311.2002.00413.x> [2024-02-06]
- Nevins, C.J., Lacey, C. och Armstrong, S. (2020). The synchrony of cover crop decomposition, enzyme activity, and nitrogen availability in corn agroecosystem in the Midwest United States. *Soil and Tillage Research*, 197.  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167198718314454#bib0055> [2024-02-26]
- Nikus, J. (2003). *β-Glukosidaser och hydroxamic acid glukosider a proposed defense system in rye (Secale cereale)*. Diss. Sveriges Lantbruksuniversitet.  
<https://pub.epsilon.slu.se/228/1/Summaryfin.pdf>
- Nilsson, U. (2007). *Ekologisk odling av grönsaker, frukt och bär – hinder och möjligheter för framtida utveckling*. (49). SLU. s. 22

<https://www.slu.se/globalassets/ew/org/centrb/epok/aldre-bilder-och-dokument/publikationer/ekolantbruk49.pdf> [2024-01-17]

Norén, K. (2013). *Samodling*. [Faktablad]. 2013:11. Sveriges Lantbruksuniversitet.

[https://pub.epsilon.slu.se/11266/11/noren\\_k\\_140605.pdf](https://pub.epsilon.slu.se/11266/11/noren_k_140605.pdf) [2024-02-08]

Nottingham, S.F. (1988). Host-plant finding for oviposition by adult cabbage root fly, *Delia radicum*. *Journal of Insect Physiology*, 34 (3), 227–234. [https://doi.org/10.1016/0022-1910\(88\)90053-4](https://doi.org/10.1016/0022-1910(88)90053-4) [2024-01-30]

Ortiz, F.M. (2011). *Biological Control of Diamondback Moth*. Diss. Sveriges

Lantbruksuniversitet. s. 12, 16 [https://pub.epsilon.slu.se/8073/1/miranda\\_f\\_110414.pdf](https://pub.epsilon.slu.se/8073/1/miranda_f_110414.pdf) [2024-01-30]

Pell, J.K., Macaulay, E.D.M. och Wilding, N. (1993). A pheromone trap for dispersal of the pathogen *Zoophthora radicans* Brefeld. (Zygomycetes: Entomophthorales) amongst populations of the diamondback moth, *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Yponomeutidae). *Biocontrol Science and Technology*, 3(3), 315-320.

<https://www.cabidigitallibrary.org/doi/epdf/10.1079/9780851993560.0071> [2024-02-28]

Petterson, M. och Åkersson, I (2011). *Trädgårdens växtskydd*. Natur & kultur, Stockholm. s. 240, 242

Philips, C.R., Fu, Z., Kuhar, T.P., Shelton, A.M. och Cordero, R.J. (2014). Natural history, ecology, and management of diamondback moth (Lepidoptera: Plutellidae), with emphasis on the United States. *Journal of Integrated Pest Management*. 5 (3). s. 1

<https://academic.oup.com/jipm/article/5/3/D1/2194296> [2024-01-25]

Pinero, J. och Manandhar, R. (2015). Effects of increased crop diversity using trap crops, flowering plants, and living mulches on vegetable insect pests. *Trends in Entomology*, 11, 91-109.

[https://www.researchgate.net/publication/301544078\\_Effects\\_of\\_increased\\_crop\\_diversity\\_using\\_trap\\_crops\\_flowering\\_plants\\_and\\_living\\_mulches\\_on\\_vegetable\\_insect\\_pests](https://www.researchgate.net/publication/301544078_Effects_of_increased_crop_diversity_using_trap_crops_flowering_plants_and_living_mulches_on_vegetable_insect_pests) [2024-01-30]

Prayogo, Y., Bayu, M.S.Y.I., Indiati, S.W., Sumartini, Susanto, G.W.A., Harnowo, D. och Supriadi, K. (2023). Control measure of sweet potato weevil (*Cylas formicarius* Fab.) (Coleoptera: Curculionidae) in endemic land of entisol type using mulch and entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana*. *Open Agriculture*, 8(1), 20220237.

<https://www.degruyter.com/document/doi/10.1515/opag-2022-0237/html> [2024-02-29]

- Preza-Fontes, G., Miller, H., Camberato, J., Roth, R. och Armstrong, S. (2022). Corn yield response to starter nitrogen rates following a cereal rye cover crop. *Crop, Forage & Turfgrass Management*, 8 (2).  
<https://acsess.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/cft2.20187> [2024-02-26]
- Rebong, D., Henriquez Inoa, S., Moore, V.M., Reberg-Horton, S.C., Mirsky, S., Murphy, J.P. och Leon, R.G. (2023) Breeding allelopathy in cereal rye för weed suppression. *Weed Science*. <https://doi.org/10.1017/wsc.2023.64> [2024-01-18]
- Reich, R. (1961a). Erstflugersmittlungen bei der Rübsenblattwespe (*Athalia rosae* L.) als Warnmethode. *Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes*, 15 (6), 116-120.  
[https://www.openagrar.de/servlets/MCRFileNodeServlet/openagrar\\_derivate\\_00009913/1961\\_heft\\_06\\_artikel\\_03.pdf](https://www.openagrar.de/servlets/MCRFileNodeServlet/openagrar_derivate_00009913/1961_heft_06_artikel_03.pdf) [2024-02-07]
- Reich, R. (1961b). Beiträge zue Biologie der Rübenblattwespe (*Athalia rosae* L.). *Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes*. 15 (8), 161–175.  
[https://www.openagrar.de/servlets/MCRFileNodeServlet/openagrar\\_derivate\\_00009925/1961\\_heft\\_08\\_artikel\\_01.pdf](https://www.openagrar.de/servlets/MCRFileNodeServlet/openagrar_derivate_00009925/1961_heft_08_artikel_01.pdf) [2024-02-07]
- Rice, C.P., Cai, G. och Teasdale J.R. (2012). Concentrations and Allelopathic Effects of Benzoxazinoid Compound in Soil Treated with Rye (*Secale cereale*) Cover Crop. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 60, 4471-4479.  
<https://pubs.acs.org/doi/epdf/10.1021/jf300431r> [2024-02-16]
- Rice, C.P., Otte, B.A., Kramer, M., Schomberg, H.H., Mirsky, S.B. och Tully, K.L. (2022). Benzoxazinoids in roots and shoots of cereal rye (*Secale cereale*) and their fates in soil after cover crop termination. *Chemoecology*, 32, 117-128.  
<https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s00049-022-00371-x.pdf> [2024-02-14]
- Rico-Martínez, R., Alvarado-Flores, J., Pérez-Legaspi, I.A., Garza-León, C.V., Rivera-Dávila, O.L., Santos-Medrano, G.E., Robles-Vargas, D. och Carbajal-Hernández, A.L. (2022). Chapter 4 - Fate and adverse effects of pesticides in the environment. Elsevier Inc. s. 85 <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780323904896000045> [2024-02-13]
- Rännbäck, L-M. (2008). *Flower attractivness and nectar accessibility for Delia radicum (Diptera: Anthomyiidae) with implications for the control by Trybliographa rapae (Hymenoptera: Figitidae)*. Mas. Sveriges Lantbruksuniversitet.  
[https://stud.epsilon.slu.se/12929/1/rannback\\_1\\_171120.pdf](https://stud.epsilon.slu.se/12929/1/rannback_1_171120.pdf)
- Rännbäck, L-M. (2015) *Biological Control Strategies against the Cabbage Root Fly Delia radicum*. Diss. Sveriges Lantbruksuniversitet. <https://core.ac.uk/download/pdf/77128048.pdf>

- Rölin, Å. (2015). *Växtföljd*. [Faktablad]. Jordbruksverket.  
[https://www2.jordbruksverket.se/download/18.116fee5d14e0298945d65995/1434627342115/p10\\_6.pdf](https://www2.jordbruksverket.se/download/18.116fee5d14e0298945d65995/1434627342115/p10_6.pdf) [2024-02-08]
- Sarfraz, M., Dossall, L.M. och Keddie, B.A. (2006). Diamondback moth–host plant interactions: implications for pest management. *Crop protection*, 25(7), 625–639. s.630  
<https://pdf.sciencedirectassets.com> [2024-02-05]
- Stigenberg, J. (2013). *Hidden creatures – systematics of the Euphorinae (Hymenoptera)*. Stockholms universitet. US-AB, City.  
<https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:615678/FULLTEXT02.pdf> [2024-02-04]
- Tabashnik, B.E. (1994). *Evolution of resistance to bacillus thuringiensis*. Annual Review of Entomology 1994 39:1, 47–79. s.47  
<https://www.annualreviews.org/doi/pdf/10.1146/annurev.en.39.010194.000403> [2024-01-31]
- Talekar N.S. och Shelton A.M. (1993). Biology, ecology, and management of the diamondback moth. *Annual Review of Entomology*, 38, 275–301. s.278  
[https://www.annualreviews.org/doi/pdf/10.1146/annurev.en.38.010193.001423?casa\\_token=cp5XJ5eZOIMAAAAA:2GL20xIUtVIAIUbZ-2N2uVsA1n-Wva32va\\_dNpwsOy2Wm-PXUA7pVbJmkpRgTsBh6OqIIIfUf9Pnqlg](https://www.annualreviews.org/doi/pdf/10.1146/annurev.en.38.010193.001423?casa_token=cp5XJ5eZOIMAAAAA:2GL20xIUtVIAIUbZ-2N2uVsA1n-Wva32va_dNpwsOy2Wm-PXUA7pVbJmkpRgTsBh6OqIIIfUf9Pnqlg) [2024-01-25]
- Tattersall, D.B., Bak, S., Jones, P.R., Olsen, C.E., Nielsen, J.K., Hansen, M.L., Høj, P.B. och Møller, B.L. (2001). Resistance to an Herbivore Through Engineered Cyanogenic Glucoside Synthesis. *Science*, 293 (5536), 1826-1828.  
<https://www.science.org/doi/10.1126/science.1062249> [2024-02-14]
- Travis-Martin, N. och Müller, C. (2007). Specificity of Induction Responses in *Sinapsis alba* L. and Their Effects on a Specialist Herbivore. *Journal of Chemical Ecology*, 33, 1582-1597.  
<https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s10886-007-9322-1.pdf> [2024-02-06]
- U.S. Department of Agriculture (a.o) *Mulch*. <https://www.usda.gov/peoples-garden/soil-health/mulch> [2024-01-19]
- Waern, P. (1997). *Faktablad om växtskydd - Kålbladstekel*. [Faktablad].  
[https://www.slu.se/globalassets/ew/org/inst/ekol/faktablad/faktablad-vaxtskydd/faktablad\\_om\\_vaxtskydd\\_80j.pdf](https://www.slu.se/globalassets/ew/org/inst/ekol/faktablad/faktablad-vaxtskydd/faktablad_om_vaxtskydd_80j.pdf) [2024-02-01]
- Warren II, R.J., Mathew, A., Reed, K., Bayba, S., Krupp, K. och Spiering, D.J. (2019). *Myrmica rubra* microhabitat selection and putative ecological impact. *Ecological Entomology*, 44, 239–248.  
<https://resjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/een.12700> [2024-02-07]

Wells, M.S., Reberg-Horton, S.C., Smith, A.N. och Grossman, J.M. (2013). The reduction of Plant-Available Nitrogen by Cover Crop Mulches and Subsequent Effects on Soybean Performance and Weed Interference. *Agronomy Journal*, 105 (2), 539–545.

<https://acsess.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.2134/agronj2012.0396> [2024-02-26]

Winter, C. (2024). *Tvestjärtar, gynna nyttodjuret*. [Faktablad]. Jordbruksverket.

<https://webbutiken.jordbruksverket.se/sv/artiklar/ovr36511.html> [2024-02-15]

Wong, K.M., Griffiths, M., Moran, A., Johnston, A., Liu, A.E., Sellers, M. A. och Topp, C.N. (2023). Cover crop cultivars and species differ in root traits potentially impacting their selection for ecosystem services. *Plant and soil*,. <https://doi.org/10.1007/s11104-023-06431-7> [2024-01-18] s. 2–14.

Yoneyama, K. och Natsume, M. (2010) *Allelochemicals for Plant-Plant and Plant-Microbe Interactions*. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/B9780080453828001052> [2024-01-31]

Ögren, E. och Jonsson, P. (2015). *Odlingsbeskrivningar*. [Faktablad].

[https://www2.jordbruksverket.se/download/18.6158fe7914f8dfce46a8f47c/1441265400554/p10\\_12.pdf](https://www2.jordbruksverket.se/download/18.6158fe7914f8dfce46a8f47c/1441265400554/p10_12.pdf) [2024-01-31]

Ögren, E., Rölin, Å., Ivarsson, P., Persson, G. och Ekerwald, L. (2003).

*Odlingsbeskrivningar för ekologiska grönsaker*. [Broschyr] Jordbruksverket. s. 28

[https://www2.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/trycksaker/Pdf\\_ovrigt/p7\\_24.pdf](https://www2.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/trycksaker/Pdf_ovrigt/p7_24.pdf) [2024-01-17]

## 8. Bilagor

AfroBrazilian (2017). Adult *Delia radicum*. [Fotografi].

<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=62083191> (CC BY-SA 4.0 DEED)

[2024-02-19]

Alton, N. (2019). *Plutella xylostella*. [Fotografi].

(<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=81565327>) (CC BY 3.0 us) [2024-02-19]

Clement, P. (2009). *Plutella xylostella*. [Fotografi].

<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=63728551> (CC BY 2.0) [2024-02-19]

Jönsson, J. (2023). *Strimlad höstråg som mulchtäcke i demonstrationsodling* [Fotografi].

[https://kundportalen.hushallningssallskapet.se/\\_entity/annotation/7750768b-8fe5-7b63-ae30-](https://kundportalen.hushallningssallskapet.se/_entity/annotation/7750768b-8fe5-7b63-ae30-)

[9413e0dd05cb/779af60b-fe7d-4087-b12d-fab4bb6b6902?t=1705654713196](https://openverse.org/image/dadec70c-7f86-40eb-b819-2b3c1b687677?q=athalia%20rosae) [2024-01-18]

Används med upphovspersonens tillstånd.

Quintin, C. (2017). Larv *Athalia rosae*. [Fotografi] <https://openverse.org/image/dadec70c-7f86-40eb-b819-2b3c1b687677?q=athalia%20rosae> (CC BY-NC 2.0) [2024-02-19]

Rasbak (2010). Larv och kokong *Delia radicum*. [Fotografi] [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/6d/Delia\\_radicum%2C\\_koolvlieg\\_pop\\_e\\_n\\_maden.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/6d/Delia_radicum%2C_koolvlieg_pop_e_n_maden.jpg) (CC BY-SA 3.0 DEED) [2024-02-19]

Rasbak (2014). *Brevicoryne brassicae* angrepp på *Brassica oleracea* [Fotografi]. (<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=33169874>) (CC BY-SA 3.0) [2024-02-19]

Rasbak (2014). *Brevicoryne brassicae*, vingad och obevingad lus [Fotografi]. (<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=33815918>) (CC BY-SA 3.0) [2024-02-19]

Russell, D. (2011). Ägg, *Plutella xylostella* [Fotografi]. (<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=15499204>) (CC BY 3.0 au). [2024-02-19]

Vassen, F. (2019). Adult *Athalia rosae*. [Fotografi] <https://openverse.org/image/74e62093-eaf7-4f18-a6f2-1ac6c43b71ff?q=athalia%20rosae> (CC BY 2.0 DEED) [2024-02-19]