

2020

Effectiviteit van *Adalia bipunctata* en *Propylea quatuordecimpunctata* op *Myzus persicae*



Iris Oude Booijink
Januari 2020

Effectiviteit van *Adalia bipunctata* en *Propylea quatuordecimpunctata* op *Myzus persicae*

Effectiviteit van de *Adalia bipunctata* en *Propylea quatuordecimpunctata* op de rode variant van de perzikluis (*Myzus persicae*) in paprika (*Capsicum annuum*).



biologische zaden
voor een succesvolle teelt



Afstudeerscriptie
Toegepaste Biologie

Datum: 13 januari 2020

Auteur: Iris Oude Booijink

In samenwerking met:

De Bolster biologische zaden
Oude Oenerweg 13
8161 PL Epe

Aeres Hogeschool Almere
Stadhuisstraat 18
1315 HC Almere

Inhoud

Resume	3
Samenvatting	5
1. Inleiding	7
2. Materiaal en methode	10
2.1 Opstelling experiment en indeling proeven	10
2.2 Bladluizen	11
2.3 Lieveheersbeestjes	12
2.5 Methode literatuuronderzoek	12
2.6 Data analyse	13
3. Resultaten	15
3.1 Predatievermogen <i>A. bipunctata</i> en <i>P. quatuordecimpunctata</i> op de rode perzikluis	15
3.2 Kenmerken <i>Adalia bipunctata</i>	17
3.3 Kenmerken <i>Propylea quatuordecimpunctata</i>	17
3.4 Overwinteren lieveheersbeestje	19
4. Discussie	20
5. Conclusie	23
6. Referenties	25

Resume

Different types of insect pests still occur in the cultivation of peppers. A common pest in bell pepper (*Capsicum annuum*) cultivation is the aphid. One of the most common aphid species in bell pepper is the green peach aphid (*Myzus persicae*). The red peach aphid is a persistent variant of this (Messelink et al., 2011). Biological control against aphids is being used more and more often, only biological control of aphids in bell pepper is still difficult (Messelink, 2018). As biological control against aphids, predators are mainly used such as the parasitoid wasp (*Ichneumonidae*) (Zamani et al., 2007), ladybirds (*Coccinellidae*), aphid midge (*Cecidomyiidae*), hoverflies (*Syrphidae*), lacewings (*Chrysopidae*) and predatory bugs (*Reduviidae*) (Ramakers et al., 2006; Messelink et al., 2012).

This research is being commissioned by De Bolster. De Bolster, an organic seed breeding company for vegetables and flowers, is experiencing bottlenecks in the biological control of the red peach aphid. De Bolster is currently using a combination of the parasitic wasp *Aphidius colemani* and the ladybug *Adalia bipunctata* (two-spot ladybug) as a biological control. In addition to the current biological control, De Bolster introduces the *Propylea quatuordecimpunctata* (fourteen-spot ladybird). This research focuses on the biological control of the red peach aphid in bell pepper, using the predators *A. bipunctata* and *P. quatuordecimpunctata*. The main question is as follows: "How can the biological control of the red peach aphid be optimized with the aid of *A. bipunctata* and *P. quatuordecimpunctata*?". In order to be able to answer the research question, in addition to an experiment on the prediction capacity of the *A. bipunctata* and *P. quatuordecimpunctata*, a literature study was also conducted into the physical characteristics, behavioral characteristics and the hibernation period of the *A. bipunctata* and *P. quatuordecimpunctata*.

The experimental setup consists of three bell pepper plants surrounded by white fleece cloths. On each plant 200 red peach aphids are set every round. A different treatment is performed on each plant at different times. One repeat was performed for each treatment. The treatments consist of one *A. bipunctata*, one *P. quatuordecimpunctata* and the control without ladybug. At the end of each round, the remaining red peach aphids are counted and it is clear how many red peach aphids have been consumed by the two ladybirds. From this small-scale experiment, it seems that the *A. bipunctata* is a better predator than the *P. quatuordecimpunctata*. Literature confirms that larger ladybugs such as *A. bipunctata* can consume more than smaller ladybugs such as *P. quatuordecimpunctata* (Messelink, 2018). The results from the experiment only appear to be not significant ($P = 0.451911$). Too few repetitions have been initiated and due to different circumstances the results can give a distorted picture. As a result, the results are not reliable and this will have to be further investigated with an experiment that has more repetitions and where the circumstances are taken into account.

In addition to the experimental research, results were also obtained from a literature study. As mentioned earlier, according to the literature the *A. bipunctata* can consume more aphids than the *P. quatuordecimpunctata*. On the other hand, the *P. quatuordecimpunctata* appears to be able to survive better with a low food availability (Pervez & Omkar, 2011). The *P. quatuordecimpunctata* also has a good development and reproduction on the eggs of the mediterranean flour moth (*Ephestia kuehniella*) (Messelink, 2018). As a result, the *P. quatuordecimpunctata* can best be preventively released at a low aphid pressure in the spring. According to literature, the *A. bipunctata* can better control a severe aphid pest (Messelink, 2018). For an optimal control of the red peach aphid, it is recommended to set out a combination with the *A. bipunctata* and the *P. quatuordecimpunctata*.

Good control of the red peach aphid in early spring can be achieved if sufficient ladybugs are also present and active early in the spring (J. Bouten, personal communication, 13 September 2019). To

achieve this, the ladybugs must be able to get through hibernation well. Ladybugs can be supplied with eggs of the mediterranean flour moth and special ladybug boxes of wood can be hung (Biobest, 2019; De Clercq et al., 2015; J. Bouten, personal communication, 13 September 2019).

Samenvatting

In de paprikateelt komen nog altijd verschillende soorten plaaginsecten voor. Een veel voorkomend plaaginsect in paprika (*Capsicum annuum*) is de bladluis. Een van de meest voorkomende bladluissoorten in paprika is de groene perzikluis (*Myzus persicae*). Hiervan is de rode perzikluis een hardnekkige variant (Messelink et al., 2011). Biologische bestrijding tegen bladluizen wordt steeds vaker toegepast alleen biologische bestrijding van bladluizen in paprika is nog altijd een knelpunt (Messelink, 2018). Als biologische bestrijding tegen bladluizen worden voornamelijk predatoren gebruikt zoals de gewone sluipwesp (*Ichneumonidae*) (Zamani et al., 2007), lieveheersbeestjes (*Coccinellidae*), galmuggen (*Cecidomyiidae*), zweefvliegen (*Syrphidae*), de groene gaasvlieg (*Chrysoperla carnea*) en roofwantsen (*Reduviidae*) (Ramakers et al., 2006; Messelink et al., 2012).

Dit onderzoek wordt in opdracht van De Bolster uitgevoerd. De Bolster, een biologisch zaadveredelingsbedrijf voor groenten en bloemen, loopt tegen knelpunten aan bij de biologische bestrijding van de rode perzikluis. De Bolster gebruikt op dit moment als biologische bestrijding een combinatie van de sluipwesp *Aphidius colemani* en het lieveheersbeestje *Adalia bipunctata* (tweestippelig lieveheersbeestje). Naast de huidige biologische bestrijding introduceert De Bolster de *Propylea quatuordecimpunctata* (viertienstippelig lieveheersbeestje). Dit onderzoek gaat in op de biologische bestrijding van de rode perzikluis in paprika waarbij de predatoren *A. bipunctata* en *P. quatuordecimpunctata* zijn ingezet. De hoofdvraag luidt als volgt: “Hoe kan de biologische bestrijding van de rode perzikluis geoptimaliseerd worden met behulp van de *A. bipunctata* en de *P. quatuordecimpunctata*?”. Om de onderzoeksvraag te kunnen beantwoorden is naast een experiment naar het predatievermogen van de *A. bipunctata* en *P. quatuordecimpunctata* ook een literatuurstudie gedaan naar fysieke kenmerken, gedragseigenschappen en overwinteringsperiode van de *A. bipunctata* en *P. quatuordecimpunctata*.

De experimentele opzet bestaat uit drie paprikaplanten met daaromheen witte vliesdoeken. Op elke plant worden elke ronde 200 rode perzikluizen uitgezet. Op verschillende tijden wordt op elke plant een andere behandeling uitgevoerd. Voor elke behandeling is één herhaling uitgevoerd. De behandelingen bestaan uit één *A. bipunctata*, één *P. quatuordecimpunctata* en de controle zonder lieveheersbeestje. Aan het einde van elke ronde worden de overgebleven rode perzikluizen geteld en is duidelijk hoeveel rode perzikluizen geconsumeerd zijn door de beide lieveheersbeestjes. Uit dit kleinschalige experiment lijkt het alsof de *A. bipunctata* een betere predator is dan de *P. quatuordecimpunctata*. Literatuur bevestigt dat grotere lieveheersbeestjes zoals de *A. bipunctata* meer kunnen consumeren dan kleinere lieveheersbeestjes zoals de *P. quatuordecimpunctata* (Messelink, 2018). De resultaten uit het experiment blijken alleen niet significant te zijn ($P=0,451911$). Er zijn te weinig herhalingen ingezet en door verschillende omstandigheden kunnen de resultaten een vertekend beeld geven. Hierdoor zijn de resultaten niet betrouwbaar en zal dit verder onderzocht moeten worden met een experiment dat meerdere herhalingen heeft en waarbij de omstandigheden in acht worden genomen.

Naast het experimentele onderzoek zijn ook resultaten verkregen uit de literatuurstudie. Zoals al eerder benoemd is kan de *A. bipunctata* volgens de literatuur meer bladluizen consumeren dan de *P. quatuordecimpunctata*. De *P. quatuordecimpunctata* blijkt daarentegen beter te kunnen overleven bij een lage voedselbeschikbaarheid (Pervez & Omkar, 2011). Ook heeft de *P. quatuordecimpunctata* een goede ontwikkeling en voortplanting op eieren van de grauwe meelmot (*Ephestia kuehniella*) (Messelink, 2018). Hierdoor kan de *P. quatuordecimpunctata* het beste preventief uitgezet worden bij een lage bladluisdruk in het voorjaar. De *A. bipunctata* kan daarentegen volgens literatuur een hevige bladluisplaag beter onder controle krijgen (Messelink, 2018). Voor een optimale bestrijding

van de rode perzikluis is het uitzetten van een combinatie met de *A. bipunctata* en de *P. quatuordecimpunctata* aan te bevelen.

Een goede bestrijding van de rode perzikluis in het vroege voorjaar kan bereikt worden als er voldoende lieveheersbeestjes ook vroeg aanwezig en actief zijn in het voorjaar (J. Bouten, persoonlijke communicatie, 13 september 2019). Om dit te bereiken moeten de lieveheersbeestjes goed de winterslaap door kunnen komen. Lieveheersbeestjes kunnen bijgevoerd worden met meelmoteieren en er kunnen speciale lieveheersbeestkastjes opgehangen worden (Biobest, 2019; De Clercq et al., 2015; J. Bouten, persoonlijke communicatie, 13 september 2019).

1. Inleiding

De paprika (*Capsicum annuum* L.), die behoort tot de nachtschadefamilie (*Solanaceae*), is een belangrijk gewas dat wereldwijd geteeld wordt (Singh et al., 2011; Singh et al., 2014). Na tomaat (*Solanum lycopersicum*) is paprika de meest geteelde vruchtgroente van de wereld. Wereldwijd bedroeg de productie van paprika in 2007 meer dan 26 miljoen ton (Nkansah et al., 2017). Het totale teeltoppervlak voor paprika in Nederland in 2018 bedraagt 1311 ha. In Nederland wordt 355 miljoen kilo aan paprika geproduceerd (CBS, 2019). Paprika groeit het beste in een warm klimaat met een temperatuur van 25 tot 35°C (Nkansah et al., 2017). In Nederland worden paprika's daarom vaak in kassen geteeld.

Een groot nadeel van de teelt in kassen is dat door hoge plantdichtheden en een non-stop productiesysteem de verspreiding van plaaginsecten toeneemt. Daarnaast neemt het aantal plaaginsecten in kassen sneller toe vanwege de ideale omstandigheden en de afwezigheid van natuurlijke predatoren van deze plagen (Yang et al., 2014). Goed bemeste en geïrrigeerde gewassen zijn vaak gevoeliger voor uitbraken van plaaginsecten dan gewassen die buiten geteeld worden. De belangrijkste plagen in kassen zijn de witte vlieg, bladluis, trips en mijten (Yang et al., 2014). Deze plagen vormen een groot probleem in de glastuinbouw dat leidt tot opbrengstderving in veel gewassen (Emden & Harrington, 2017). In de biologische paprikateelt is deze opbrengstderving voornamelijk te wijten aan bladluizen. Op dit moment wordt biologische bestrijding van bladluizen in paprikateelten als grootste knelpunt gezien (Messelink et al., 2011).

Twee veelvoorkomende bladluissoorten in paprika's zijn de groene perzikluis (*Myzus persicae*) en de boterbloemluis (*Aulacorthum solani*) (Messelink et al., 2011). De boterbloemluis kan bij lage aantallen al voor erg veel schade zorgen. Hierbij ontstaan sterk gekrulde bladeren en kunnen bladeren zelfs gele vlekken krijgen (Ramakers et al., 2006). Van de groene perzikluis zijn verschillende ondersoorten bekend (Messelink et al., 2011). Deze soorten kunnen variëren van donkergroen tot lichtgroen en rood-groen tot felrood. (Messelink et al., 2011; Gillespie et al., 2009). De rode variant van de groene perzikluis, ook wel rode perzikluis, is de hardnekkigste variant omdat deze zich voornamelijk ophoopt in de groeischeuten en bloemtoppen. Hierdoor ontstaat schade aan de plant resulterend in bloemuitval en uiteindelijk opbrengstderving (Messelink et al., 2011). Daarom is het belangrijk om bladluizen tijdig te bestrijden.

Al jarenlang worden veelal chemische bestrijdingsmiddelen ingezet bij de bestrijding van bladluizen (Leybourne et al., 2019). Aangezien steeds meer chemische bestrijdingsmiddelen verboden worden en bladluizen resistentie vertonen, wordt het lastig om deze plaaginsecten nog effectief chemisch te bestrijden (Leybourne et al., 2019). Daarom gaan veel teelt- en veredelingsbedrijven over op biologische bestrijding. Zo ook De Bolster, veredelaar van biologische zaden. De Bolster zet natuurlijke predatoren uit. De inzet van natuurlijke predatoren is een andere manier om bladluizen te bestrijden (Diehl et al., 2013). De meest effectieve natuurlijke predatoren van de bladluis zijn soorten van de gewone sluipwespen (*Ichneumonidae*) (waarvan de *Aphidius colemani* de meest effectieve is) (Zamani et al., 2007), verschillende soorten lieveheersbeestjes (*Coccinellidae*) galmuggen (*Cecidomyiidae*), zweefvliegen (*Syrphidae*), de groene gaasvlieg (*Chrysoperla carnea*) en verschillende soorten roofwantsen (*Reduviidae*) waarvan de *Macrolophus pygmaeus* de meest effectieve is (Ramakers et al., 2006; Messelink et al., 2012; Messelink et al., 2011). Van de soorten predatoren is bekend dat er onderscheid wordt gemaakt tussen soorten bladluizen die geconsumeerd worden. Ook het voortplantingssucces van de predator tijdens de bladluisplaag is afhankelijk van het soort predator dat gebruikt wordt (Ramakers et al., 2006). Vaak wordt daarom een combinatie van natuurlijke predatoren uitgezet om bladluizen effectief te bestrijden (Messelink et al., 2012).

Bij De Bolster wordt in de hybride paprika veredeling een combinatie van de sluipwesp *A. colemani* en het twee-stippelig lieveheersbeestje (*Adalia bipunctata*) uitgezet (D. Kluin, persoonlijke communicatie, 2 mei 2019). De *A. bipunctata* is een van de meest voorkomende soorten in Europa, Centraal-Azië en Noord-Amerika en wordt vaak ingezet bij de bestrijding van bladluis in paprika (Sørensen et al., 2013; Jalali et al., 2010). De *A. bipunctata* is effectief bij een hoge bladluis populatie en kan de luizendruk dus snel onder controle krijgen (Messelink, 2018). Daarnaast vertoont de *A. bipunctata* een hoge predatiesnelheid op de groene perzikluis bij een breed scala aan temperaturen (Jalali et al., 2010).

Naast de huidige combinatie van de *A. colemani* en de *A. bipunctata* wil De Bolster nog een derde predator introduceren namelijk het veertien-stippelig lieveheersbeestje (*Propylea quatuordecimpunctata*). De Bolster wil weten of de *P. quatuordecimpunctata* effectiever is bij de bestrijding van bladluis in paprika dan de *A. bipunctata* (D. Kluin, persoonlijke communicatie, 2 mei 2019). Van de *P. quatuordecimpunctata* is bekend dat deze kleiner is dan de *A. bipunctata*. Verder is van de *P. quatuordecimpunctata* bekend dat deze effectief is bij een beginnende bladluisplaag (Messelink, 2018). Op dit moment is nog weinig bekend over de effectiviteit van de *P. quatuordecimpunctata* als bestrijder van de bladluis en specifiek van de rode perzikluis (Pervez & Omkar, 2011).

Bij een effectieve bestrijding van de rode perzikluis is het ook belangrijk om vroeg in het voorjaar een goede populatie natuurlijke predatoren opgebouwd te hebben. Rode perzikluizen kunnen al vroeg in het voorjaar (begin april) een probleem vormen in paprikateelten (D. Kluin, persoonlijke communicatie, 2 augustus 2019). Om in het vroege voorjaar een goede populatie van de *A. bipunctata* en de *P. quatuordecimpunctata* te kunnen opbouwen is het een optie om deze succesvol te laten overwinteren. Nu is dit in een kas nog erg lastig om lieveheersbeestjes te laten overwinteren. Lieveheersbeestjes hebben namelijk een verschillende voorkeur voor de plek waar ze overwinteren en er moet een geschikte voedselbron beschikbaar zijn zowel voor als na de winterslaap (Sarwar, 2016; Kundoo & Khan, 2017).

Dit onderzoek gaat in op de biologische bestrijding van de rode perzikluis waarbij de predatoren *A. bipunctata* en *P. quatuordecimpunctata* zijn ingezet. De onderzoeksvraag luidt: “Hoe kan de biologische bestrijding van de rode perzikluis geoptimaliseerd worden met behulp van de *A. bipunctata* en de *P. quatuordecimpunctata*?”.

Voor dit onderzoek zijn de volgende deelvragen opgesteld:

- Wat is het predatievermogen van de *A. bipunctata* en de *P. quatuordecimpunctata* op de rode perzikluis?
- Welke fysieke kenmerken en gedragseigenschappen van de *A. bipunctata* en de *P. quatuordecimpunctata*, anders dan directe predatie, beïnvloeden de effectiviteit als predator van de rode perzikluis?
- Hoe overwinteren de *A. bipunctata* en de *P. quatuordecimpunctata* en hoe kan de overwintering bijdragen aan een vroege bestrijding van de rode perzikluis?

Om erachter te komen wat de effectiviteit is qua bestrijding van de rode perzikluis tussen de *A. bipunctata* en de *P. quatuordecimpunctata* kan gekeken worden naar het verschil in predatievermogen van beide soorten. Het predatievermogen van de *A. bipunctata* ten opzichte van de *P. quatuordecimpunctata* wordt experimenteel onderzocht. De resultaten uit het experimentele onderzoek kunnen bijdragen aan een succesvollere bestrijding van de rode perzikluis en welke predator (*A. bipunctata* of *P. quatuordecimpunctata*) hier het meest geschikt bij is.

Naast het uitgevoerde, experimentele onderzoek wordt ook een literatuurstudie gedaan. De literatuurstudie gaat in op de fysieke kenmerken en gedragseigenschappen van de *A. bipunctata* en *P. quatuordecimpunctata* die belangrijk zijn bij de bestrijding van bladluizen. Deze informatie wordt gebruikt om het experimentele onderzoek verder te onderbouwen en te verdiepen. Op basis van de resultaten kan de inzet van beide soorten verder worden geoptimaliseerd.

Tot slot wordt met behulp van de literatuur onderzocht welke voorwaarden belangrijk zijn voor een succesvolle overwintering van beide soorten.

De verwachting is dat de biologische bestrijding van rode perzikluis kan worden geoptimaliseerd door een combinatie van *A. bipunctata* en *P. quatuordecimpunctata* uit te zetten. De *A. bipunctata* is een forser lieveheersbeestje en kan hierdoor waarschijnlijk meer rode perzikluizen consumeren dan de *P. quatuordecimpunctata*. De *P. quatuordecimpunctata* kan overleven bij een lage luizendruk, daarom is dit lieveheersbeestje geschikt bij een lage bladluis populatie (Messelink, 2018). Om de *A. bipunctata* en de *P. quatuordecimpunctata* goed te laten overwinteren wordt verwacht dat bijvoeren voor de winterslaap een goede optie kan zijn. Lieveheersbeestjes eten tijdens de winterslaap niet, daarom moet een vetlaag opgebouwd worden (Jonathan et al., 2004). Met het beantwoorden van de hoofdvraag kan biologische bestrijding tegen de rode perzikluis geoptimaliseerd worden waardoor schade aan het gewas en opbrengstderving beperkt kunnen worden. Daarnaast is de uitkomst van dit onderzoek weer een stap vooruit richting een optimale biologische bestrijding bij verschillende teelt- en veredelingsbedrijven van paprika.

2. Materiaal en methode

Aan de hand van de hoofdvraag en deelvragen is een methode opgesteld. De methode sluit aan op de hoofdvraag en deelvragen zodat hier een antwoord op gegeven kan worden. Ook is er een literatuurstudie uitgevoerd om het onderzoek meer onderbouwing te geven. Dit hoofdstuk bevat gedetailleerde informatie over de proefopstelling, de verzorging van de planten, de materialen die voor de proef gebruikt zijn en op welke manier literatuuronderzoek uitgevoerd is.

2.1 Opstelling experiment en indeling proeven

Het experiment is opgezet in de kas van De Bolster, gelegen te Oene. Het gaat om een koude kas waarbij de temperatuur en luchtvochtigheid beperkt te regelen zijn middels dakramen. De omstandigheden in de kas zijn grotendeels afhankelijk van het weer buiten.

Het experiment bestaat uit zes proeven. Door gebrek aan budget, materiaal en ruimte zijn tijdens het experiment voor alle proeven telkens dezelfde drie paprikaplanten gebruikt van het ras Olly. Het is niet bekend of dit ras gevoelig is voor bladluizen (D. Kluin, persoonlijke communicatie, 4 oktober 2019). De zaden van de paprikaplanten komen van De Bolster. De zaden zijn gezaaid door en bij Jongerius (biologische plantenkwekerij) en daar verder opgekweekt bij een gemiddelde temperatuur van 22°C en een gemiddelde relatieve luchtvochtigheid van 80% (D. Kluin, persoonlijke communicatie, 4 oktober 2019).

Na de opkweek bij Jongerius komen de planten weer terug bij De Bolster. De paprikaplanten zijn geplant in de volle grond (zandgrond) bij een lengte van 35 cm. In de koude kas waar de paprikaplanten worden geplant staan ook andere gewassen. Aan de rechterzijde van de paprikaplanten staan komkommerplanten. Om elke paprikaplant heen zijn in een vierkant vier bamboestokken geplaatst met in het midden een bamboestok ter versteviging van de paprikaplant voor wanneer deze ouder wordt. De lengte vanaf de grond tot het eindpunt van de bamboestok is 130 cm. De afstand tussen de bamboestokken bedraagt 35 cm over de lengte en de breedte. Over de bamboestokken is een wit vliesdoek getrokken. Dit is een buisvormige licht- en luchtdoorlatende doek met een doorsnede van 75 cm (Tuinadvies, 2019). Aan de onderkant wordt het doek afgezet met zand zodat er geen insecten in en uit kunnen. Naarmate de proef loopt worden de planten groter. De planten mogen niet langer dan 125 cm groeien aangezien dan de bovenkant van het witte vliesdoek geraakt wordt, dit kan de proef verstoren. In figuur 1 is de opstelling van de proef te zien.



Figuur 1: opstelling experiment.

In tabel 1 zijn de data te vinden waarop proeven zijn uitgevoerd en de bijbehorende behandeling (inzet van de *A. bipunctata* of *P. quatuordecimpunctata*). De kopjes 'rechts', 'midden' en 'links' in tabel 1, staan voor de volgorde van de planten in figuur 1.

Tabel 1: data van alle uitgevoerde proeven met de controle en de behandelingen: P14= *P. quatuordecimpunctata* of A2= *A. bipunctata*.

Proef	Datum	Links	Midden	Rechts
1	1 juli t/m 5 juli	Controle	A2	P14
2	8 juli t/m 12 juli	Controle	A2	P14
3	29 juli t/m 2 aug.	A2	P14	Controle
4	5 aug. t/m 9 aug.	P14	Controle	A2
5	19 aug. t/m 23 aug.	P14	Controle	A2
6	26 aug. t/m 30 aug.	A2	P14	Controle

Voor een proef worden vijf dagen uitgetrokken. In tabel 2 is te zien op welke dagen welke handelingen uitgevoerd worden.

Tabel 2: handelingen per dag van een proef.

Maandag	Uitzetten van 200 rode perzikluizen per plant.
Woensdag	Uitzetten van één <i>A. bipunctata</i> en één <i>P. quatuordecimpunctata</i> .
Vrijdag	Tellen van de overgebleven rode perzikluizen.

2.2 Verzorging van de planten

Watergift

De paprikaplanten krijgen één á twee keer in de twee weken water, wanneer de planten slap beginnen te hangen wordt er per plant 2 liter water gegeven. Op deze manier krijgen de planten waterstress en groeien ze minder hard (Chaves et al., 2002). Zo kunnen meer proeven gedraaid worden voordat de paprikaplanten tegen de bovenkant van de hoes komen te zitten.

Snoeien

Na proef 3 (zie tabel 1) worden de paprikaplanten voor het eerst gesnoeid. Hierbij worden de buitenste dieven eraf gehaald en blijft de plant over met twee hoofdstammen. Daarna worden om de week de buitenste dieven aan de bovenkant eraf gehaald zodat de paprikaplanten compacter blijven. Hierdoor kunnen de bladluizen en lieveheersbeestjes zich makkelijker verplaatsen over de gehele plant. Vóór proef 5 worden alleen nog bladeren geplukt om het tellen overzichtelijker te maken. Er worden geen dieven meer gesnoeid aangezien de plant daar sneller van gaat groeien (Saffari et al., 2004).

2.2 Bladluizen

Methode uitzetten rode perzikluis

Tijdens het experiment worden alleen rode perzikluizen uitgezet. Deze specifieke variant wordt gekozen omdat dit een hardnekkige soort is die zich voornamelijk huisvest in de groeischeuten en bloemtoppen van de plant. Dit leidt tot schade aan de plant en uiteindelijk opbrengstderving (Messelink et al., 2011). Bij elke proef worden per paprikaplant 200 rode perzikluizen verdeeld over de plant uitgezet (in totaal 600 rode perzikluizen per proef) met behulp van een verfkwestje. De verdeling werkt als volgt: op een blad worden 15 tot 30 rode perzikluizen uitgezet totdat er 200 per plant uitgezet zijn. Dit wordt gedaan om te voorkomen dat er een te hoge luizendruk ontstaat waardoor de bladluizen gevleugeld worden (Shibao et al., 2004). De bladluizen hebben daarna 48 uur

om zich te kunnen settelen op de plant voordat de lieveheersbeestjes uitgezet worden. Deze methode is nagebootst uit een eerder onderzoek van Lommen et al. (2008).

Herkomst van de rode perzikluizen die gebruikt zijn in de proeven

De rode perzikluizen worden voor proef 1 en 2 (zie tabel 1) uit de paprikakooien in dezelfde koude kas van De Bolster gehaald door paprika bladeren met rode perzikluizen te plukken. De hoeveelheid bladeren die geplukt moeten worden hangen af van de hoeveelheid rode perzikluizen op de bladeren. In totaal moeten er 600 rode perzikluizen vanaf gehaald kunnen worden. De rode perzikluizen worden geteld en verdeeld, met behulp van een verfkwestje, over drie witte plastic afhaal bakjes van 174x114x50 mm (HorecaRama, 2019). In elk bakje komen 200 rode perzikluizen. Per paprikaplant wordt een bakje met rode perzikluizen uitgezet op de manier zoals in het vorige kopje (Methode uitzetten rode perzikluizen) beschreven staat. Tijdens proef 1 en 2 worden de overige rode perzikluizen, die uit de paprikakooien worden gehaald, opgekweekt zodat er altijd genoeg rode perzikluizen zijn om de proeven mee te starten. Het kweken van de rode perzikluizen wordt gedaan in vijf organza zakjes van 12 x 15 cm (Wereld-zakjes, 2019). Elk organza zakje wordt voorzien van twee verse paprika bladeren, deze worden om de dag ververs. Het tellen van 200 rode perzikluizen voor een proef gaat op dezelfde manier, in witte plastic afhaal bakjes, zoals hierboven beschreven.

2.3 Lieveheersbeestjes

Voor de proef worden twee soorten lieveheersbeestjes gebruikt, het gaat om de adulte vorm van de *A. bipunctata* en de *P. quatuordecimpunctata*. Bij elke proef worden lieveheersbeestjes gebruikt die uit de kooien worden gevangen, dus de exacte leeftijd is niet bekend. Zo ook of het gaat om een mannetje of vrouwtje is niet bekend. De lieveheersbeestjes zijn op deze manier verkregen omdat bestellen voor elke proef niet altijd mogelijk is i.v.m. te weinig besteldata. De *A. bipunctata* en de *P. quatuordecimpunctata* worden na het wegvangen uit de kooi gelijk uitgezet op de paprikaplanten. Op twee van de drie paprikaplanten wordt van elk soort een lieveheersbeestje uitgezet. Beide lieveheersbeestjes worden in het midden van de plant op de stengel uitgezet. Daarna gaat de hoes weer over de plant en wordt deze aan de onderkant afgezet met zand. De lieveheersbeestjes hebben 48 uur de tijd om de rode perzikluizen te consumeren. Deze methode is nagebootst uit een eerder onderzoek van Lommen et al. (2008).

2.4 Tellingen

Nadat de lieveheersbeestjes 48 uur de tijd hebben gehad om de rode perzikluizen te consumeren kan er geteld worden (Lommen et al., 2008). De telling begint onderaan de plant, hierbij worden de bladeren omgedraaid en alle rode perzikluizen worden geteld. Na de telling worden alle rode perzikluizen handmatig verwijderd van de planten. De planten worden de maandag voor de volgende proef nog een keer extra gecheckt op de aanwezigheid van 'oude' rode perzikluizen, deze worden dan alsnog verwijderd van de planten.

2.5 Methode literatuuronderzoek

Naast het experimentele onderzoek wordt ook een literatuuronderzoek gedaan om het onderzoek meer onderbouwing te geven. De resultaten uit het literatuuronderzoek richten zich op de fysieke kenmerken en gedragingen van de predatoren *A. bipunctata* en de *P. quatuordecimpunctata* en of deze kenmerken/gedragingen kunnen bijdragen aan de bestrijding van de rode perzikluizen. Tot slot wordt er informatie verzameld over de manier van overwinteren van de *A. bipunctata* en de *P. quatuordecimpunctata* en hoe het effect kan hebben op de vroege bestrijding van de rode perzikluizen. De resultaten van de literatuurstudie worden onder het hoofdstuk 'Resultaten' schriftelijk weergegeven.

Materiaal

Met behulp van de websites Sciencedirect (www.sciencedirect.com), Springerlink (www.springer.com), Wiley (www.wiley.com) en Google Scholar, (www.scholar.google.nl) wordt wetenschappelijke literatuur verkregen over de onderwerpen *A. bipunctata*, *P. quatuordecimpunctata*, de rode perzikluis en het overwinteren van lieveheersbeestjes. Er worden geen wetenschappelijke bronnen gebruikt ouder dan het jaar 2000. De wetenschappelijke bronnen worden opgeslagen op de harde schijf van de computer in een mapje “bronnen afstudeerscriptie” en worden daarnaast nog op een USB-stick (4 GB) opgeslagen om bij technische problemen verlies te voorkomen.

Kernwoorden voor literatuuronderzoek

In tabel 3 zijn zoektermen te vinden die worden gebruikt bij het zoeken van wetenschappelijke literatuur. Deze worden in de zoekbalk bij de bovengenoemde websites ingevoerd.

Tabel 3: zoektermen die worden gebruikt bij het zoeken van wetenschappelijke literatuur.

Zoektermen in combinatie met <i>Adalia bipunctata</i> of <i>Propylea quatuordecimpunctata</i>	Zoektermen in combinatie met <i>Myzus persicae</i> of rode perzikluis	Zoektermen in combinatie met hibernation
Origin	Recognition	<i>Adalia bipunctata</i>
Physical characteristics	External characteristics	<i>Propylea quatuordecimpunctata</i>
Predation behavior	Lifecycle	Ladybug
Biological predator	Living environment	Lady beetle
Food	Host plants	Ladybird beetle
Living environment	Temperature	Spots
<i>Myzus persicae</i>	Predators	Temperature
Host plants		Period
Temperature		Feeding
		Eat
		Feed

Naast de zoektermen aangegeven in tabel 3 wordt ook gezocht op de volgende auteurs: G. Messelink en P. Ramakers.

Selectiecriteria

Naast het invoeren van de zoekterm wordt ook aangegeven dat de literatuur niet ouder dan 2000 mag zijn. Alleen de artikelen ouder dan het jaar 2000 worden hierdoor getoond. Tijdens het zoeken naar een geschikt artikel wordt gekeken of alle zoektermen in het artikel aanwezig zijn. Daarnaast wordt erop gelet dat de artikelen peer-reviewed zijn.

Planning

Het literatuuronderzoek wordt in een tijdsbestek van 6 maanden uitgevoerd. Dit loopt van mei 2019 tot november 2019. In mei en juni wordt literatuur gezocht voor de opzet van hoofdstuk 2 “Materiaal en methode”. In de maanden juli en augustus wordt literatuur gezocht voor hoofdstuk 1 “inleiding”. In de maanden september en oktober wordt literatuur gezocht voor hoofdstuk 3 “Resultaten”, hoofdstuk 4 “Discussie”, hoofdstuk 5 “Conclusie” en hoofdstuk 6 “Aanbevelingen”.

2.6 Data analyse

Experiment

De resultaten (aantal overgebleven rode perzikluizen per behandeling) worden ingevoerd in Excel. Hierbij wordt tabel 4 aangehouden.

Tabel 4: resultatentabel aantal overgebleven rode perzikluizen per behandeling.

Proef/behandeling	A2	P14	Controle
1			
2			
3			
4			
5			
6			

Om de significantie over de resultaten te bepalen wordt een One-Way (Analysis of Variance) ANOVA (Single Factor) gedaan (Sawyer, 2009). De resultaten van de verschillende proeven worden als herhalingen gezien en worden met één ANOVA getest. De ANOVA wordt gebruikt omdat er meerdere behandelingen tegelijk getest worden (Sawyer, 2009). Of het verschil in predatie tussen de *A. bipunctata* en de *P. quatuordecimpunctata* significant is wordt berekend met de Kruskal-Wallis test. De statistische toetsen worden met behulp van Excel gedaan. De resultaten worden in een staafdiagram weergegeven.

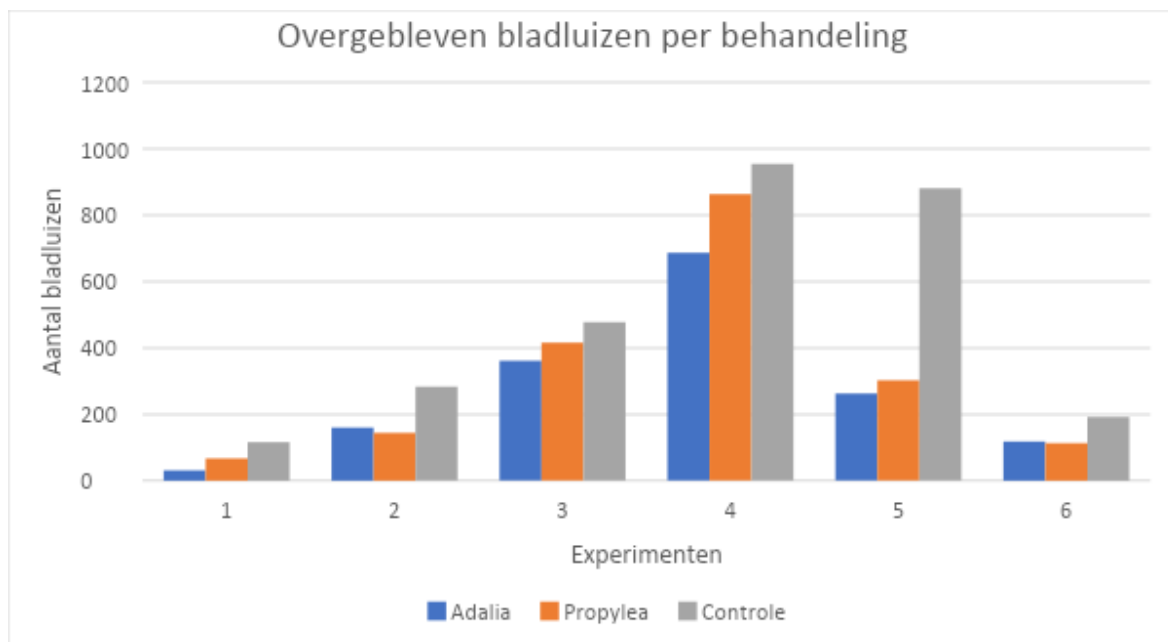
Tot slot worden de verkregen resultaten uit het experiment omgerekend naar een predatiepercentage. Dit wordt per proef en behandeling als volgt berekend: (A2 (of P14) - controle) / controle * 100. Op deze predatiepercentages wordt geen statistische toets gedaan. Deze percentages worden in een staafdiagram weergegeven in de resultaten.

3. Resultaten

In dit hoofdstuk worden de resultaten besproken van het uitgevoerde experiment en de literatuurstudie. De resultaten uit het experiment die ingaan op het predatievermogen van de *A. bipunctata* en de *P. quatuordecimpunctata* op de rode perzikluizen zijn op twee verschillende manieren verwerkt. Verder wordt in dit hoofdstuk middels wetenschappelijke literatuur informatie gegeven over fysieke kenmerken en gedragingen van de predatoren *A. bipunctata* en de *P. quatuordecimpunctata* en of deze kenmerken/gedragingen kunnen bijdragen aan de bestrijding van de rode perzikluizen. Tot slot zijn op basis van wetenschappelijke literatuur factoren vastgesteld die de overwintering van de *A. bipunctata* en de *P. quatuordecimpunctata* beïnvloeden.

3.1 Predatievermogen *A. bipunctata* en *P. quatuordecimpunctata* op de rode perzikluizen

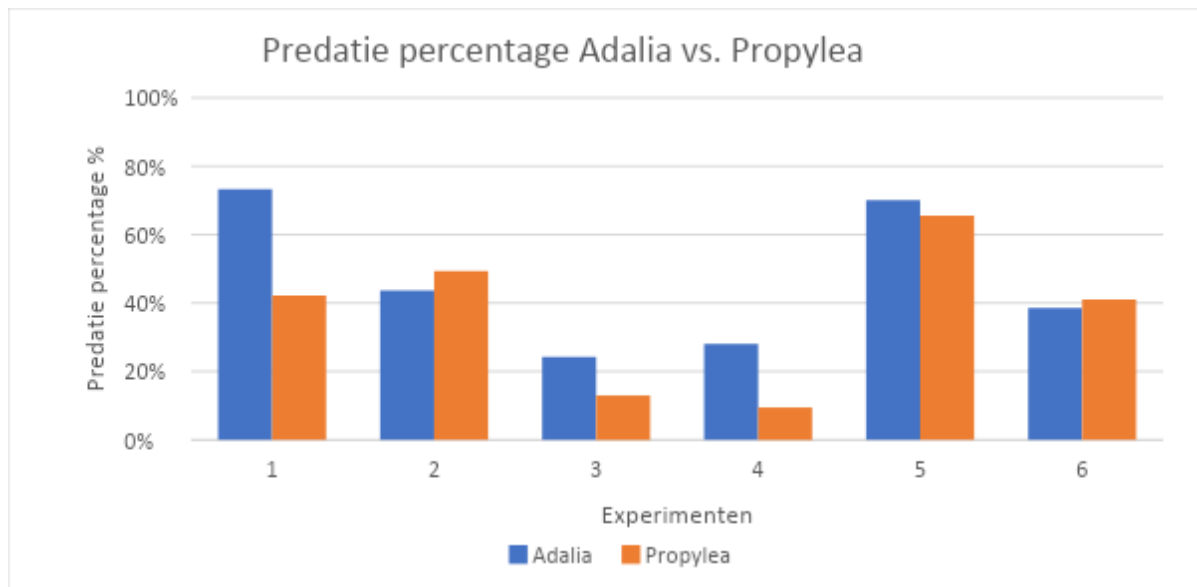
Tijdens dit experiment is gekeken naar de predatie van de *A. bipunctata* ten opzichte van de *P. quatuordecimpunctata* op de rode perzikluizen. De resultaten zijn gevisualiseerd met behulp van twee figuren. In figuur 2 is het aantal overgebleven bladluizen per behandeling weergegeven. Figuur 3 laat de predatie van de *A. bipunctata* en de *P. quatuordecimpunctata* in percentages zien.



Figuur 2: overgebleven bladluizen per behandeling. Aantal uitgezette rode perzikluizen per plant (behandeling) in het begin van de proef: 200. 48u na het uitzetten van de rode perzikluizen is één *A. bipunctata* en één *P. quatuordecimpunctata* per plant uitgezet. 48u na het uitzetten van *A. bipunctata* of *P. quatuordecimpunctata* zijn de overgebleven rode perzikluizen geteld. Er is geen significant verschil gevonden tussen de resultaten ($P=0,451911$).

In figuur 2 is te zien hoeveel bladluizen er per proef overgebleven zijn in de verschillende behandelingen. Hierbij geldt hoe lager het aantal overgebleven bladluizen (gerelateerd aan de controle) hoe effectiever de behandeling. Te zien is dat bij de controlegroep van elke proef (zonder predatoren) het aantal bladluizen het hoogst is. Bij de controlegroep van elke proef (zonder predatoren) het aantal bladluizen het hoogst is. Bij de controlegroep van elke proef (zonder predatoren) het aantal bladluizen het hoogst is. Wat opvalt is dat bij proef 1 en 6 in de controlegroep minder rode perzikluizen overgebleven dan de 200 die er uitgezet zijn. Verder is het aantal overgebleven bladluizen in de proeven aan het begin (proef 1 en 2) en het einde (proef 6) van het experiment lager dan de proeven die in het midden (proef 3, 4 en 5) uitgevoerd zijn. Hier zit een verschil tussen van +- 200 (proef 3 en 5) tot 600 (proef 4) overgebleven rode perzikluizen. Tot slot is er een relatief duidelijk verschil in overgebleven bladluizen tussen de

behandelingen in proef 4, dit zijn namelijk 177 bladluizen. Als er dan gekeken wordt naar dit verschil bij proef 5 zijn dit 40 overgebleven bladluizen. Opmerkelijk is dat alléén tijdens proef 5 bij zowel de *A. bipunctata* als de *P. quatuordecimpunctata* het aantal overgebleven bladluizen sterk verminderd is ten opzichte van de controle. De inzet van *A. bipunctata* leidt in vier van de zes proeven tot minder bladluizen dan de inzet van *P. quatuordecimpunctata*. De resultaten zijn getest met de one-way ANOVA. Hieruit blijkt dat er geen significant verschil is ($P=0,451911$) tussen de overgebleven bladluizen in de verschillende behandelingen.



Figuur 3: predatiepercentage van de *A. bipunctata* en de *P. quatuordecimpunctata* op de rode perzikluis. Hierbij is het predatiepercentage van de *A. bipunctata* en de *P. quatuordecimpunctata* met behulp van de controlegroep uitgerekend met de formule: $(A2 \text{ (of } P14) - \text{controle}) / \text{controle} * 100$.

Figuur 3 laat het predatiepercentage zien van de *A. bipunctata* en de *P. quatuordecimpunctata* op de rode perzikluis. Hierbij geldt hoe hoger het percentage hoe beter de predatie op de rode perzikluis. Te zien is dat bij vier van de zes proeven de *A. bipunctata* een hoger predatiepercentage heeft dan de *P. quatuordecimpunctata*. Bij proef 1 is dit 31,1% meer, proef 3 11,3%, proef 4 18,6% en proef 5 4,5% meer predatieverschil. Dit zijn geen significante verschillen. De keren dat de *P. quatuordecimpunctata* een hoger predatiepercentage heeft ten opzichte van de *A. bipunctata* is bij proef 2 met een verschil van 5,7% en proef 6 met 2,6% predatieverschil. Verder valt het op dat de predatiepercentages in proef 3 en 4 lager zijn dan in de overige proeven.

3.2 Kenmerken *Adalia bipunctata*

Leefgebied

De *A. bipunctata* is een veel voorkomende soort en kwam vroeger van nature voor in grote delen van Europa en Centraal Azië (Jalali et al., 2010). Sinds 1999 wordt de *A. bipunctata* in Europa, Centraal Azië en Noord-Amerika veelvuldig gebruikt als predator in de biologische bestrijding van bladluizen (De Clercq et al., 2005). De *A. bipunctata* huisvest zich het liefst in verschillende loofbomen maar komt ook voor in naaldbomen of lagere kruiden (Maredia et al., 1992).

Uiterlijk

Van de *A. bipunctata* zijn verschillende exemplaren bekend. De meest voorkomende melanistische vormen zijn *quadrimaculata* en *sempustulata* (zwart met vier of zes rode vlekken). De bekendste niet-melanistische vorm zijn *typica* (rood met twee regelmatige zwarte vlekken) en *annulata* (rood met twee onregelmatige zwarte vlekken). De andere minder voorkomende niet-melanistische vormen zijn *interpunctata*, *unifasciata* en *haneli* (Omkar & Pervez, 2005). De frequentie in welke hoeveelheden de melanistische en niet-melanistische vormen voorkomen is afhankelijk van het klimaat. Bij een lage temperatuur zullen zich meer zwarte varianten voordoen, dit komt doordat deze zich sneller kunnen opwarmen in de zon (Zare et al., 2012). Met een lengte van 3.8 tot 5 mm en breedte van 2.9 tot 3.7 mm behoort de *A. bipunctata* tot de middelgrote lieveheersbeestjes (Zare et al., 2012). Bekend is dat de vrouwtjes van de *A. bipunctata* groter zijn dan de mannetjes (Yasuda & Dixon, 2002).

Foerageergedrag en voedsel

Van de *A. bipunctata* is bekend dat deze 57 verschillende bladluissoorten kan consumeren (Omkar & Pervez, 2005). De meest bekende soort is de *M. persicae* (Jalali et al., 2009). De *A. bipunctata* kan ook op alternatieve voedselbronnen leven zoals pollen en nectar. Het nadeel van deze voedselbronnen is dat de ontwikkeling van de *A. bipunctata* hier trager op gaat (He & Sigsgaard, 2019). Wanneer de *A. bipunctata* op een goede voedselbron leeft (bladluizen) dan zal deze groter worden dan lieveheersbeestjes die op een alternatieve voedselbron leven (Omkar & Pervez, 2005). Bekend is dat grotere lieveheersbeestjes meer bladluizen kunnen consumeren dan kleinere lieveheersbeestjes. Kleine lieveheersbeestjes blijken namelijk eerder verzadigd te zijn (Finlayson et al., 2010). Vrouwtjes van de *A. bipunctata* blijken ook meer bladluizen te consumeren dan de mannetjes. Dit komt doordat vrouwtjes over het algemeen groter zijn en meer energie nodig hebben voor het leggen van eieren (Omkar & Pervez, 2005). Bij een toenemende bladluis populatie stijgt het aantal vrouwtjes van de *A. bipunctata*. Dit zorgt weer voor meer nakomelingen en een stijging van de populatie lieveheersbeestjes (Omkar & Pervez, 2005). Tot slot blijkt de *A. bipunctata* een heftige bladluisplaag snel onder controle te hebben (Messelink, 2018).

3.3 Kenmerken *Propylea quatuordecimpunctata*

Leefgebied

Op dit moment komt de *P. quatuordecimpunctata* voor in grote delen van Europa en de Verenigde Staten. De *P. quatuordecimpunctata* komt van oorsprong uit Europa maar is als biologische bestrijding geïntroduceerd in de Verenigde Staten (Kalushkov & Hodek, 2005). De *P. quatuordecimpunctata* komt voor in schaduwrijke habitats maar prefereert het liefst een open veld (Pervez & Omkar, 2011). Een studie van Kalushkov & Hodek (2005) heeft uitgewezen dat de *P. quatuordecimpunctata* de voorkeur gaf aan veldgewassen, voornamelijk gewone tarwe (*Triticum aestivum*) en luzerne (*Medicago sativa*), boven bomen.

Uiterlijk

De *P. quatuordecimpunctata*, ook wel het schaakbordlieveheersbeestje genoemd vanwege het geblokte uiterlijk, komt voor in verschillende kleurtinten van crème geel tot lichtoranje in combinatie

met een zwarte kleur. In 66% van de gevallen overheerst de zwarte kleur, in 34% de gele kleur. Net als bij de *A. bipunctata* hebben de zwarte varianten meer voordeel in een kouder klimaat (Pervez & Omkar, 2011). De *P. quatuordecimpunctata* behoort tot de kleinere lieveheersbeestjes (Pervez & Omkar, 2011).

Foerageergedrag en voedsel

Volgens Papanikolaou et al. (2014) jaagt de *P. quatuordecimpunctata* op 20 verschillende bladluisoorten inclusief de groene perzikluis en de zwarte bonenluis (*Aphis fabae*). Door een kleinere lichaamsomvang is de *P. quatuordecimpunctata* doorgaans niet in staat tot het aanvallen van de grotere bladluisoorten (Pervez & Omkar, 2011). Daarnaast is de *P. quatuordecimpunctata* door het kleinere formaat sneller verzadigd dan grotere lieveheersbeestjes zoals de *A. bipunctata* (Messelink, 2018). Naast bladluizen als voedselbron blijkt de *P. quatuordecimpunctata* ook uitstekend te kunnen overleven op voedselbronnen zoals mijten (*Acariformes*), vlindereieren (*Lepidoptera*) en plantaardig materiaal zoals stuifmeel en fruit (Pervez & Omkar, 2011). Wanneer bijgevoerd wordt met meelmoteieren kan de *P. quatuordecimpunctata* zich goed ontwikkelen en zelfs voortplanten (Messelink, 2018).

3.4 Overwinteren lieveheersbeestje

De volgende factoren in deze paragraaf hebben invloed op de overwinteringsperiode van het lieveheersbeestje. In de paragraaf worden de factoren vetlaag, schuilplaats, voedselbronnen en bijvoeren besproken.

Vetlaag

Voordat een lieveheersbeestje in winterslaap gaat zal het zich eerst vol eten met bladluizen. Zo bouwt het lieveheersbeestje een vetlaag op zodat het voldoende energie heeft om de winter door te komen (Sarwar, 2016). Belangrijk is dan ook dat de luizendruk aan het einde van het seizoen niet te laag is anders heeft het lieveheersbeestje te weinig voedsel en zal deze de winter niet overleven (J. Bouten, persoonlijke communicatie, 13 september 2019).

Schuilplaats

Het lieveheersbeestje zal in oktober een geschikte plaats gaan vinden waar het kan overwinteren (Jalali et al., 2009). Het lieveheersbeestje overwintert in verschillende soorten bodemstrooisels zoals stro en afgestorven planten/bladeren, maar ook in schorsspleten van loofbomen of coniferen, dood hout, mos of graspollen (Kundoo & Khan, 2017; Biogroei, 2019). Het is soort afhankelijk welke plaats de voorkeur heeft. Voor de *P. quatuordecimpunctata* zijn dit vaak spleten in boomschorsen of dood hout (Hemptinne, 1988). De *A. bipunctata* geeft de voorkeur aan bomen, in het bijzonder limoen (*Tilia*), wilg (*Salix*), populier (*Populus*) en plataan (*Platanus*), maar ook anderen waaronder de meidoorn (*Crataegus*) en de eik (*Quercus*) (Brakefield, 1985). De *A. bipunctata* wordt ook veel gezien in kieren van gebouwen (Brakefield, 1985). De winterslaap van lieveheersbeestjes duurt van november tot en met april. Wanneer de temperatuur weer boven de 10°C komt zal het lieveheersbeestje uitvliegen (Jalali et al., 2009). Hierbij is het belangrijk dat het lieveheersbeestje gelijk een voedselbron ter beschikking heeft.

Voedselbronnen

Op het hoofdmenu van het lieveheersbeestje staat de bladluis. Het is per soort afhankelijk welk soort bladluizen er worden gegeten (Finlayson, 2010). Van de *A. bipunctata* en *P. quatuordecimpunctata* is bekend dat deze vele soorten bladluizen eten waaronder ook de meest voorkomende bladluis; de groene perzikluis (*Myzus persicae*) (Jalali et al., 2009). Als bladluizen schaars zijn zullen lieveheersbeestjes overgaan op andere voedselbronnen zoals insecten eieren, larven van andere insecten, mijten, stuifmeel en nectar. Wanneer er geen geschikte voedselbronnen in de buurt zijn zullen lieveheersbeestjes kannibalisme vertonen (Kundoo & Khan, 2017).

Bijvoeren

Wanneer er aan het einde van de zomer niet genoeg bladluizen zijn voor het lieveheersbeestje kan het lieveheersbeestje bijgevoerd worden met andere voedselbronnen. Een geschikte proteïnerijke alternatieve voedselbron hiervoor zijn gesteriliseerde eitjes van de grauwe meelmot (*Ephestia kuehniella*). Dit is een proteïnerijke alternatieve voedselbron van gesteriliseerde meelmoteitjes (Biobest, 2019). Uit onderzoek van De Clercq et al. (2005) blijkt dat de *A. bipunctata* het beter doet op meelmoteitjes dan op de erwtenluis (*Acyrtosiphon pisum*). Onderzoek van Kundoo & Khan (2017) wijst uit dat lieveheersbeestjes die leven van andere voedselbronnen dan bladluizen een tragere ontwikkeling hebben dan wanneer bladluizen geconsumeerd worden.

4. Discussie

Tijdens het experiment is gebleken dat in de controlegroep van proef 1 en 6 het aantal overgebleven rode perzikluizen lager uitviel dan de 200 die in het begin van de proef uitgezet zijn. Dit is opmerkelijk omdat hier geen predatoren in uitgezet zijn. Tijdens proef 1 viel op dat enkele rode perzikluizen geparasiteerd waren, dit is waarschijnlijk te wijten aan het feit dat de uitgezette rode perzikluizen rechtstreeks uit de paprikakooi kwamen waarin sluipwespen waren uitgezet. Mogelijk waren de uitgezette rode perzikluizen al geparasiteerd voordat ze uitgezet werden voor het experiment.

Het is onduidelijk waarom het aantal rode perzikluizen bij de controle in proef 6 lager dan 200 is. Het kan zijn dat er toch een predator in de hoes is gekomen die niet gezien is. Daarnaast is het mogelijk dat de rode perzikluizen tijdens het overzetten op de plant zijn beschadigd en dit niet hebben overleefd. Bij proef 5 is het opmerkelijk dat het aantal overgebleven rode perzikluizen bij zowel de *A. bipunctata* en de *P. quatuordecimpunctata* sterk verminderd is ten opzichte van de controlegroep. Hier kan als verklaring gegeven worden dat de paprikaplanten aan het eind van proef 4 flink gesnoeid zijn. Dit gaf de rode perzikluizen minder beschutting zodat de *A. bipunctata* en de *P. quatuordecimpunctata* deze makkelijker konden consumeren.

Het predatiepercentage is afgeleid van het aantal overgebleven bladluizen. Over het aantal overgebleven bladluizen is de one-way ANOVA gedaan. Hieruit blijken geen statistische betrouwbare verschillen te zijn tussen de resultaten. Volgens de predatiepercentages heeft de *A. bipunctata* in vier van de zes proeven een hoger predatiepercentage dan de *P. quatuordecimpunctata*. Messelink (2018) heeft eerder aangetoond dat forsere lieveheersbeestjes zoals de *A. bipunctata* meer consumeren dan kleinere lieveheersbeestjes zoals de *P. quatuordecimpunctata*. Het is ook mogelijk dat het geslacht van de uitgezette lieveheersbeestjes een rol heeft gespeeld in het verschil in predatiepercentage. Uit de literatuur blijkt namelijk dat mannetjes minder consumeren dan vrouwtjes omdat vrouwtjes meer energie nodig hebben voor het leggen van eieren (Omkar & Pervez, 2005). Echter, aangezien het geslacht van de uitgezette lieveheersbeestjes niet is vastgesteld kan niet met zekerheid worden vastgesteld dat dit een rol heeft gespeeld. Een andere factor die van invloed geweest kan zijn op het predatievermogen van de lieveheersbeestjes in het experiment is dat deze voor het uitzetten geen hongerperiode gehad hebben. Hierdoor kan het zijn dat er een verschil zit in verzadiging tussen de *A. bipunctata* en de *P. quatuordecimpunctata* en tijdens verschillende experimenten. Tot slot is er nog een opmerkelijk detail waargenomen bij proef 3 en 4 waar het predatiepercentage bij zowel de *A. bipunctata* en de *P. quatuordecimpunctata* lager uitviel dan bij de overige proeven. Een verklaring hiervoor is dat de paprikaplanten tijdens proef 3 en 4 te groot waren waardoor de rode perzikluizen te veel beschutting hadden en het voor de *A. bipunctata* en de *P. quatuordecimpunctata* lastig was deze te consumeren.

Tijdens het experiment is maar één herhaling per behandeling ingezet vanwege tijdgebrek en beschikbaarheid van materialen. Ook zijn er voor het gehele experiment maar drie paprikaplanten gebruikt waar steeds verschillende behandelingen op uitgevoerd zijn. Door deze beperkte proefopzet met te weinig herhalingen per behandeling en op steeds dezelfde planten is het niet mogelijk om eventuele statistisch significante effecten vast te stellen van de verschillende behandelingen. De uitgevoerde statistische toets laat zien dat er geen significante verschillen zijn in de resultaten. Om deze redenen zijn de resultaten lastig te interpreteren en zijn deze niet betrouwbaar. Wel vielen een aantal resultaten op.

Door onbetrouwbare resultaten als gevolg van te weinig herhalingen en andere omstandigheden kunnen geen harde feiten verteld worden. Om een beter beeld te kunnen krijgen van het predatievermogen van de *A. bipunctata* en de *P. quatuordecimpunctata* zullen er in één experiment meerdere herhalingen uitgevoerd moeten worden. Hierbij moet gedacht worden aan een experiment met 10 herhalingen zodat resultaten betrouwbaar worden (Jalali et al., 2010). Tijdens dit experiment waren extra herhalingen niet mogelijk gezien de tijd en de beschikbare middelen. Ook moet rekening gehouden worden met het geslacht van de lieveheersbeestjes die gebruikt worden voor het experiment. Tot slot moeten de lieveheersbeestjes voor het uitzetten een hongerperiode gehad hebben van minstens 72u (Rondoni et al., 2017). Zo hebben alle lieveheersbeestjes een gelijke start met het consumeren van de rode perzikluiz.

Naast het experimentele onderzoek is ook een literatuurstudie gedaan naar de fysieke kenmerken en gedragseigenschappen van de *A. bipunctata* en *P. quatuordecimpunctata* op de bestrijding van de rode perzikluiz. Uit de literatuurstudie werd duidelijk dat de *A. bipunctata* (het forsere lieveheersbeestje) meer bladluizen kan consumeren dan een kleiner lieveheersbeestje zoals de *P. quatuordecimpunctata* (Messelink, 2018). Finlayson et al. (2010) suggereert dat kleinere lieveheersbeestjes sneller verzadigd zijn. De *A. bipunctata* blijkt een snellere ontwikkeling te hebben bij het consumeren van bladluizen dan bij een alternatieve voedselbron (Omkar & Pervez, 2005). Verder neemt bij een hoge luizendruk het aantal vrouwtjes van de *A. bipunctata* toe. De *A. bipunctata* is daardoor een betere optie bij een hoge luizendruk. De *P. quatuordecimpunctata* blijkt volgens literatuur langer te kunnen overleven bij een voedseltekort (Pervez & Omkar, 2011). Ook kan de *P. quatuordecimpunctata* zich prima ontwikkelen en voortplanten bij een alternatieve voedselbron zoals meelmoteitjes (*Ephesttia kuehniella*) (Messelink, 2018). Daardoor kan de *P. quatuordecimpunctata* het beste preventief uitgezet worden en/of wanneer de luizendruk laag is.

Het overwinteren van de *A. bipunctata* en de *P. quatuordecimpunctata* is belangrijk om vroeg in het voorjaar snel een goede populatie predatoren te kunnen opbouwen. Rode perzikluizen en overige bladluizen kunnen vroeg in het seizoen al aanwezig zijn nog voordat predatoren besteld kunnen worden (D. Kluin, persoonlijke communicatie, 23 augustus 2019). Als lieveheersbeestjes op het punt staan om te gaan overwinteren is het belangrijk om te monitoren of er voldoende voedselbronnen (bladluizen) aanwezig zijn. Het lieveheersbeestje moet namelijk een goede vetlaag opbouwen (Sarwar, 2016). Wanneer er in oktober nauwelijks tot geen bladluizen aanwezig zijn kan er bijgevoerd worden met gesteriliseerde meelmoteitjes (De Clercq et al., 2005). Oktober is ook de beste maand om speciale kastjes voor lieveheersbeestjes op te hangen, deze kastjes kunnen het beste gevuld worden met een mix van stro, bladeren en boomschors. Wanneer zich genoeg lieveheersbeestjes in de kastjes hebben verzameld voor de winterslaap kunnen de lieveheersbeestkastjes eind november verzameld worden. Deze kunnen het beste bewaard worden in de koelkast, hier blijft de temperatuur constant en kan de periode van winterslaap aangepast worden. Het is niet aan te raden om lieveheersbeestjes veel langer dan april in winterslaap te houden. Het overlevingspercentage zal dan snel afnemen aangezien de lieveheersbeestjes niet genoeg energie meer over hebben. Midden april zullen de lieveheersbeestkastjes weer opgehangen moeten worden (J. Bouten, persoonlijke communicatie, 13 september 2019). Wanneer er dan nog geen bladluizen beschikbaar zijn moet er bijgevoerd worden, dit kan weer met gesteriliseerde meelmoteitjes, dit kan alvorens lieveheersbeestjes uitkomen in de kastjes gestrooid worden en op omringende planten (De Clercq et al., 2005). Om de populatie lieveheersbeestjes in stand te houden wanneer er geen bladluizen zijn kan ook bijgevoerd worden, dit verdeeld over de hele kas. Door het lieveheersbeestje succesvol te laten overwinteren zal in het voorjaar een goede populatie opgebouwd kunnen worden. Dit heeft als

voordeel dat aanwezige rode perzikluizen gelijk bestreden kunnen worden (J. Bouten, persoonlijke communicatie, 13 september 2019).

5. Conclusie

In dit onderzoek is gekeken naar de predatie van de *A. bipunctata* en de *P. quatuordecimpunctata* op de rode perzikluis. Hiervoor is een experiment uitgezet dat meer inzicht geeft in het predatievermogen van de *A. bipunctata* en de *P. quatuordecimpunctata*. Daarnaast is een literatuurstudie gedaan naar de fysieke kenmerken, gedragseigenschappen en overwinteringsperiode van de *A. bipunctata* en de *P. quatuordecimpunctata*. De resultaten geven een antwoord op de eerder genoemde onderzoeksvraag: “Hoe kan de biologische bestrijding van de rode perzikluis geoptimaliseerd worden met behulp van de *A. bipunctata* en de *P. quatuordecimpunctata*?”. Om de hoofdvraag goed te kunnen beantwoorden zijn in dit onderzoek de volgende deelvragen beantwoordt: “Wat is het predatievermogen van de *A. bipunctata* en de *P. quatuordecimpunctata* op de rode perzikluis?”, “Welke fysieke kenmerken en gedragseigenschappen van de *A. bipunctata* en de *P. quatuordecimpunctata*, anders dan directe predatie, beïnvloeden de effectiviteit als predator van de rode perzikluis?” en “Hoe overwinteren de *A. bipunctata* en de *P. quatuordecimpunctata* en hoe kan de overwintering bijdragen aan een vroege bestrijding van de rode perzikluis?”.

Over de resultaten uit het experiment, die ingaan op het predatievermogen van de *A. bipunctata* en de *P. quatuordecimpunctata*, kan niet geconcludeerd worden dat de *A. bipunctata* een beter predatievermogen op de rode perzikluis heeft. De *A. bipunctata* heeft in vier van de zes proeven meer bladluizen geconsumeerd dan de *P. quatuordecimpunctata* maar deze resultaten zijn niet significant. De proefopzet was niet uitgebreid genoeg waardoor geen statistisch betrouwbare verschillen tussen de behandelingen zijn vastgesteld. Daarnaast zijn er een aantal andere factoren die de uitkomst van het experiment beïnvloed kunnen hebben. Tijdens het experiment is namelijk niet gelet op het geslacht van de uitgezette lieveheersbeestjes. Ook de mate van verzadiging op het moment van uitzetten is niet opgelet. Uit de literatuur blijkt dat vrouwelijke lieveheersbeestjes meer kunnen consumeren dan mannelijke lieveheersbeestjes omdat vrouwelijke lieveheersbeestjes meer energie nodig hebben voor het leggen van eieren (Omkar & Pervez, 2005).

Om in het vervolg betrouwbare resultaten te krijgen moet een experiment met minstens tien herhalingen uitgevoerd worden (Jalali et al., 2010). Verder moet rekening gehouden worden met het geslacht van de uit te zetten lieveheersbeestjes. Vóór het uitzetten van de lieveheersbeestjes is het belangrijk dat deze een hongerperiode gehad hebben van 72u (Rondoni et al., 2017).

Om te achterhalen of fysieke kenmerken en gedrageigenschappen van de *A. bipunctata* en de *P. quatuordecimpunctata* effect hebben op de predatie van de rode perzikluis is een literatuurstudie gedaan. Volgens de literatuur is gebleken dat de *P. quatuordecimpunctata* beter kan overleven bij een lage bladluis populatie (Messelink, 2018; Pervez & Omkar, 2011). De *P. quatuordecimpunctata* kan zelfs een goede ontwikkeling en voortplanting hebben op eieren van de grauwe meelmot (*Ephestia kuehniella*) (Messelink, 2018). De *A. bipunctata* daarentegen kan dit dan weer minder goed. Op basis van deze informatie kan geconcludeerd worden dat de *P. quatuordecimpunctata* een goede biologische bestrijder is in het voorjaar wanneer er een lage luizendruk is. De *A. bipunctata* is een goede biologische bestrijder bij een hogere luizendruk, deze soort kan de luizendruk snel onder controle krijgen (Messelink, 2018). Ook blijkt uit literatuur een groter lieveheersbeestje zoals de *A. bipunctata* meer bladluizen te kunnen consumeren dan een kleiner lieveheersbeestje zoals de *P. quatuordecimpunctata* (Messelink, 2018).

Voor het overwinteren van het lieveheersbeestje is het belangrijk om in oktober bij te voeren met eieren van de grauwe meelmot (Biobest, 2019; De Clercq et al., 2015). Daarnaast moeten er voldoende schuilmogelijkheden beschikbaar zijn zoals speciale lieveheersbeestkastjes die

opgehangen kunnen worden. Nadat de lieveheersbeestjes in winterslaap gegaan zijn kunnen de lieveheersbeestkastjes in de koelkast bewaard worden gezien de constante temperatuur (J. Bouten, persoonlijke communicatie, 2019). Vanaf april kunnen de lieveheersbeestkastjes weer opgehangen worden en kunnen de lieveheersbeestjes het beste weer bijgevoerd worden met meelmoteieren.

In dit onderzoek kan niet geconcludeerd worden welk lieveheersbeestje een beter predatievermogen op de rode perzikluis heeft. Dit moet een ander experiment met meerdere herhalingen bij verschillende omstandigheden uitwijzen. Wel kan geconcludeerd worden uit de literatuurstudie dat de *P. quatuordecimpunctata* een geschikte biologische bestrijder is bij een lage luizendruk (preventief) en de *A. bipunctata* bij een hoge luizendruk (curatief). Daarom blijkt een combinatie van de *A. bipunctata* en de *P. quatuordecimpunctata* een goede oplossing in de bestrijding van de rode perzikluis. Om vroege plagen van de rode perzikluis in het voorjaar effectief te bestrijden moeten lieveheersbeestjes goed kunnen overwinteren. Om een lieveheersbeestje succesvol te laten overwinteren zijn een geschikte voedselbron en voldoende/juiste schuilmogelijkheden het belangrijkste.

6. Referenties

- Brakefield, P. M. (1985). *Differential winter mortality and seasonal selection in the polymorphic ladybird Adalia bipunctata (L) in the Netherlands*. Biological Journal of the Linnean Society, Volume 24, Issue 2, Pages 189–206, <https://doi.org/10.1111/j.1095-8312.1985.tb00169.x>
- Chaves, M. M., Pereira, J. S., Maroco, J., Rodrigues, M. L., Ricardo, C. P. P., Osório, M. L., Carvalho, I., Faria, T. & Pinheiro, C. (2002). *How Plants Cope with Water Stress in the Field? Photosynthesis and Growth*. Annals of Botany, 89(7), 907–916. doi:10.1093/aob/mcf105.
- De Clercq, P., Bonte, M., Van Speybroeck, K., Bolckmans, K., & Deforce, K. (2005). *Development and reproduction of Adalia bipunctata (Coleoptera: Coccinellidae) on eggs of Ephestia kuehniella (Lepidoptera: Phycitidae) and pollen*. Pest Management Science, 61(11), 1129–1132. Doi:10.1002/ps.1111.
- Diehl, E., Sereda, E., Wolters, V., & Birkhofer, K. (2013). *Effects of predator specialization, host plant and climate on biological control of aphids by natural enemies: a meta-analysis*. Journal of Applied Ecology, 50(1), 262–270. doi:10.1111/1365-2664.12032.
- Finlayson, C., Alyokhin, A., Gross, S. & Porter, E. (2010). *Differential consumption of four aphid species by four lady beetle species*. Journal of Insect Science, Volume 10, Issue 1. Doi: 10.1673/031.010.3101.
- Gillespie, D. R., Quiring, D. J. M., Foottit, R. G., Foster, S. P., & Acheampong, S. (2009). *Implications of phenotypic variation of Myzus persicae (Hemiptera: Aphididae) for biological control on greenhouse pepper plants*. Journal of Applied Entomology, 133(7), 505–511. doi:10.1111/j.1439-0418.2008.01365.x.
- He, X., & Sigsgaard, L. (2019). *A floral diet increases the longevity of the coccinellid Adalia bipunctata but does not allow molting or reproduction*. Frontiers in Ecology and Evolution, 7. Doi:10.3389/fevo.2019.00006.
- Hemptinne, J. L. (1988). *Ecological requirements for hibernating Propylea quatuordecimpunctata (L.) and Coccinella septempunctata L. (Col: Coccinellidae)*. Entomophaga 33: 505-515.
- Jalali, M. A., Tirry, L., Arbab, A., & Clercq, P. D. (2010). *Temperature-Dependent Development of the Two-Spotted Ladybeetle, Adalia bipunctata, on the Green Peach Aphid, Myzus persicae, and a Factitious Food Under Constant Temperatures*. Journal of Insect Science, 10(124), 1–14. doi:10.1673/031.010.12401.
- Jalali, M. A., Tirry, L. & De Clercq, P. (2009). *Effects of food and temperature on development fecundity and life-table parameters of Adalia bipunctata (Coleoptera: Coccinellidae)*. Journal of Applied Entomology, 133(8), 615–625. Doi:10.1111/j.1439-0418.2009.01408.x.
- Jonathan N., Ray, M.D., Hobert L. & Pence, M.D. (2004). *Ladybug Hypersensitivity: Report of a Case and Review of Literature*. Allergy and Asthma Proceedings; Providence Vol. 25, Iss. 2, pp: 133-6.
- Kalushkov, P. & Hodek, I. (2005). *The effect of six aphids on some life history parameters of the ladybird Propylea quatuordecimpunctata (Coleoptera: Coccinellidae)*. Eur. Journal Entomology, 102: 449-452, ISSN 1210-5759.
- Kundoo, A. A., & Khan, A. A. (2017). *Coccinellids as biological control agents of soft bodied insects: A review*. Journal of Entomology and Zoology Studies. Vol. 5(5): pp. 1362-1373.

- Leybourne, D. J., Valentine, T. A., Bos, J. I. B. & Karley, A. J. (2019). *Partial-resistance against aphids in wild barley reduces the oviposition success of the generalist parasitoid, Aphidius colemani Viereck*. doi: <http://dx.doi.org/10.1101/653113>.
- Lommen, S. T. E., Middendorp, C. W., Luijten C. A., Schelt, van J., Brakefield, P. M. & Jong, de P. W. (2008). *Natural flightless morphs of the ladybird beetle Adalia bipunctata improve biological control of aphids on single plants*. Biological Control 47 pp. 340–346. doi:10.1016/j.biocontrol.2008.09.002.
- Maredia, K. M., Gage, S. H., Landis, D. A. & Wirth, T. M. (1992). *Ecological Observations on Predatory Coccinellidae (Coleoptera) in Southwestern Michigan*. The Great Lakes Entomologist: Vol. 25 : No. 4, Article 5.
- Messelink, G. J. (2018). *Luizenbestrijding met het 14-stippelig lieveheersbeestje*. KNVP, Gewasbescherming, Jaargang 49, nummer 1, pp. 33.
- Messelink, G. J., Bloemhard, C. M. J., Kok, L. & Janssen, A. (2011). *Generalist predatory bugs control aphids in sweet pepper*. Integrated control in protected crops, temperate climate. IOBC/wprs Bulletin Vol. 68, pp. 115-118.
- Messelink, G. J., Bloemhard, C. M. J., Sabelis, M. W. & Janssen, A. (2012). *Biological control of aphids in the presence of thrips and their enemies*. BioControl, 58:45–55. DOI 10.1007/s10526-012-9462-2.
- Messelink, G., Holstein-Saj van, R. & Kok, L. (2012). *Vergelijking roofwantsen en roofmijten in aubergine*. Wageningen, Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek (DLO) onderzoeksinstituut Wageningen UR Glastuinbouw. Rapport GTB-1152.
- Nkansah, G. O., Norman, J. C. & Martey, A. (2017). Growth, Yield and Consumer Acceptance of Sweet Pepper (*Capsicum annum* L.) as Influenced by Open Field and Greenhouse Production Systems. Journal of Horticulture volume 4 issue 4: 216. DOI: 10.4172/2376-0354.1000216. ISSN: 2376-0354.
- Omkar, & Pervez, A. (2005). *Ecology of two-spotted ladybird, Adalia bipunctata: a review*. Journal of Applied Entomology, 129(9-10), 465-474. Doi:10.1111/j.1439-0418.2005.00998.x.
- Papanikolaou, N. E., Milonas, P. G., Kontodimas, D. C., Demiris, N. & Matsinos, Y. (2014). *Life Table Analysis of Propylea quatuordecimpunctata (Coleoptera: Coccinellidae) at Constant Temperatures*. Annals of the Entomological Society of America, 107(1), 158-162. Doi:10.1603/an13130.
- Pervez, A., & Omkar. (2011). *Ecology of aphidophagous ladybird Propylea species: A review*. Journal of Asia-Pacific Entomology, 14(3), 357–365. doi:10.1016/j.aspen.2011.01.001.
- Ramakers, P., Staij van der, M. & Pijnakker, J. (2006). *Biologische bestrijding van bladluizen in vruchtgroenten onder glas*. Praktijkonderzoek Plant & Omgeving Wageningen, B.V. Business unit Glastuinbouw. Productschap tuinbouw.
- Rondoni, G., Ielo, F., Ricci, C. & Conti, E. (2017). *Behavioural and physiological responses to prey-related cues reflect higher competitiveness of invasive vs. native ladybirds*. Scientific Reports 7, article number: 3716. doi:10.1038/s41598-017-03471-9.
- Saffari, V. R., Khalighi, A., Lesani, H., Babalar, M. & Obermaier, J. F. (2004). *Effects of Different Plant Growth Regulators and Time of Pruning on Yield Components of Rosa damascena Mill*. International Journal of Agriculture & Biology 1560–8530/2004/06–6–1040–1042.

- Sarwar, M. (2016). *Biological Control to Maintain Natural Densities of Insects and Mites by Field Releases of Lady Beetles (Coleoptera: Coccinellidae)*. International Journal of Entomology and Nematology, Vol. 2(1), pp. 021-026. ISSN:3283-2834.
- Sawyer, S. F. (2009). *Analysis of Variance: The Fundamental Concepts*. Journal of Manual & Manipulative Therapy, 17(2), 27E–38E. doi:10.1179/jmt.2009.17.2.27e.
- Shibao, H., Kutsukake, M., & Fukatsu, T. (2004). *The proximate cue of density-dependent soldier production in a social aphid*. Journal of Insect Physiology, 50(2-3), 143–147. doi:10.1016/j.jinsphys.2003.10.006.
- Singh, R., Giri, S. K. & Kotwaliwale, N. (2014). *Shelf-life enhancement of green bell pepper (Capsicum annuum L.) under active modified atmosphere storage*. Food Packaging and Shelf Life, 1(2), 101–112. doi:10.1016/j.fpsl.2014.03.001.
- Singh, A. K., Singh, B. & Gupta, R. (2011). Performance of sweet pepper (*Capsicum annuum*) varieties and economics under protected and open field conditions in Uttarakhand. Indian Journal of Agricultural Sciences 81 (10): 973–5.
- Sørensen, C. H., Toft, S., & Kristensen, T. N. (2013). Cold-acclimation increases the predatory efficiency of the aphidophagous coccinellid *Adalia bipunctata*. Biological Control, 65(1), 87–94. doi:10.1016/j.biocontrol.2012.09.016.
- Yang, N.-W., Zang, L.-S., Wang, S., Guo, J.-Y., Xu, H.-X., Zhang, F., & Wan, F.-H. (2014). *Biological pest management by predators and parasitoids in the greenhouse vegetables in China*. Biological Control, 68, 92–102. doi:10.1016/j.biocontrol.2013.06.012.
- Yasuda, H., & Dixon, A. F. G. (2002). *Sexual size dimorphism in the two spot ladybird beetle Adalia bipunctata: developmental mechanism and its consequences for mating*. Ecological Entomology, 27(4), 493-498. Doi:10.1046/j.1365-231.2002.00428.x
- Zamani, A. A., Talebi, A., Fathipour, Y., & Baniaméri, V. (2007). *Effect of Temperature on Life History of Aphidius colemani and Aphidius matricariae (Hymenoptera: Braconidae), Two Parasitoids of Aphis gossypii and Myzus persicae (Homoptera: Aphididae)*. Environmental Entomology, 36(2), 263–271. doi:10.1603/0046-225x-36.2.263.
- Zare, M., Jafari, R., Dehghan Dehnavi, L. & Javan, S. (2012). *Polymorphism of Adalia bipunctata Mulsant (Col.: Coccinellidae) in Center of Iran*. Global Advanced Research Journal of Microbiology, Vol. 1(2) pp. 027-032.

Boeken

Emden, van H. F. & Harrington, R. (2017). *Aphids as crop pests*. 2nd edition, Wallingford, Oxfordshire, UK; Boston, MA: CABI. ISBN-13: 9781780647098.

Internetbronnen

Biobest (2019). *Nutrimac*. Geraadpleegd op 27 september 2019, van <https://www.biobestgroup.com/nl/biobest/producten/ondersteunende-producten-4467/ondersteunende-producten-4495/nutrimac-4571/>

Biogroei (2019). *Waar overwinteren lieveheersbeestjes? Winterslaap?* Geraadpleegd op 23 september 2019, van <https://www.biogroei.be/kenniscentrum/lieveheersbeestjes/overwinteren-lieveheersbeestjes>

CBS (2019). *Groenteteelt; oogst en teeltoppervlakte per groentesoort*. Geraadpleegd op 3 oktober 2019, van <https://opendata.cbs.nl/statline/#/CBS/nl/dataset/37738/table?fromstatweb>

HorecaRama (2019). *Plastic afhaal bakjes - magnetron bestendig - HQ 650 ml*. Geraadpleegd op 5 oktober 2019, van <https://www.horecarama.nl/plastic-afhaal-bakjes-magnetron-bestendig-hq-650.html>

Tuinadvies (2019). *Tomatenvlies tuba 0,75 x 10 meter*. Geraadpleegd op 4 oktober 2019, van <https://www.tuinadvies.nl/tuinwinkel/product/12407/tomatenvlies-tuba-075-x-10-meter>

Wereld-zakjes (2019). *25 stuks Organza zakjes 12 x 15 cm - bordeaux*. Geraadpleegd op 4 oktober 2019, van <https://wereld-zakjes.nl/organza-zakjes/98-organza-zakjes-12x15-cm-25st-bordeaux-5902565681197.html>

Afbeeldingen

Entomart (2006). *An Adalia bipunctata imago and a Harmonia axyridis imago*. Geraadpleegd op 6 oktober 2019, van [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Adalia_bipunctata_%2B_Harmonia_axyridis_\(2006-04-20\).jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Adalia_bipunctata_%2B_Harmonia_axyridis_(2006-04-20).jpg)

Koppert (2016). *Wees alert op perzikluizen in paprika*. Geraadpleegd op 6 oktober 2019, van <https://www.koppert.nl/teeltadvies/wees-alert-op-perzikluizen-in-paprika/>

Miroslav Deml (2010). *Propylea quatuordecimpunctata var. weisei*. Geraadpleegd op 6 oktober 2019, van <https://www.biolib.cz/en/taxonimage/id125140/?taxonid=906328>