



Spintbestrijding met roofof mijten in komkommer

Effecten van luchtvochtigheid en onderlinge interacties tussen roofof mijtsoorten

Gerben J. Messelink, Yvonne van Vugt, Joop Woelke, Laura Català Senent en Ada Leman

Rapport WPR-1165



WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH

Referaat

Spint in komkommer is soms lastig te bestrijden met roofmijten, met name bij schraal weer in het voorjaar. In dit onderzoek is gekeken welke soorten roofmijten de beste bestrijding van spint geven bij lage luchtvochtigheden, in hoeverre generalistische roofmijten de bestrijding van spint met specialistische roofmijten beïnvloeden en welke mogelijkheden er zijn om specialistische roofmijten te ondersteunen met alternatief voedsel. Kasproeven met verschillende luchtvochtigheden in komkommer hebben aangetoond dat lage luchtvochtigheden in principe niet belemmerend hoeven te zijn voor de effectiviteit van de roofmijten *Neoseiulus californicus* en *Phytoseiulus persimilis*, maar dat spint zich sneller ontwikkelt bij een lagere luchtvochtigheid dan bij een hogere luchtvochtigheid. Diverse soorten voermijten waren geschikt om *N. californicus* in het gewas bij te voeren. De generalistische roofmijt *Amblyseius swirskii* kon de bestrijding van spint met *N. californicus* ernstig verstoren.

Abstract

Spider mites in cucumbers are sometimes difficult to control with predatory mites, especially during dry weather in spring. This research examined which species of predatory mites provide the best control of spider mites at low humidity, to what extent generalist predatory mites influence the control of spider mites with specialist predatory mites and what options are available to support specialist predatory mites with alternative food. Greenhouse trials with different humidity levels in cucumbers have shown that low humidity levels do not hinder the effectiveness of the predatory mites *Neoseiulus californicus* and *Phytoseiulus persimilis*, but that spider mites develop faster at a lower humidity than at a higher humidity levels. Various species of prey mites were suitable for feeding *N. californicus* in the crop. The generalist predatory mite *Amblyseius swirskii* could seriously disrupt the control of spider mites with *N. californicus*.

Rapportgegevens

Rapport WPR-1165

Projectnummer: 3742244100

BO-nummer: BO-56-001-028

DOI: <https://doi.org/10.18174/574699>

Thema: gewasbescherming

Dit onderzoek is mede tot stand gekomen door de bijdrage van het ministerie van LNV en de private partijen Anthos/iBulb, Biobest, KAVB, LTO Glaskracht Nederland, NFO, Amaryllistelers en de gewascoöperaties Bromelia en Komkommer.

Disclaimer

© 2022 Wageningen, Stichting Wageningen Research, Wageningen Plant Research, Business unit Glastuinbouw, Postbus 20, 2665 MV Bleiswijk T 0317 48 56 06, www.wur.nl/plant-research.

Kamer van Koophandel nr.: 09098104

BTW nr.: NL 8113.83.696.B07

Stichting Wageningen Research. Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Stichting Wageningen Research.

Stichting Wageningen Research aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

Adresgegevens

Wageningen University & Research, BU Glastuinbouw

Postbus 20, 2665 ZG Bleiswijk

Violierenweg 1, 2665 MV Bleiswijk

T +31 (0)317 48 56 06

Inhoud

	Samenvatting	5
1	Inleiding	7
2	Effect van RV op spintbestrijding met roofmijten	9
	2.1 Inleiding	9
	2.2 Materiaal en methoden	10
	2.2.1 Laboratoriumproeven	10
	2.2.2 Kasproeven bij twee luchtvochtigheden	10
	2.3 Resultaten	12
	2.3.1 Laboratoriumproeven	12
	2.3.2 Kasproeven met 2 luchtvochtigheden	13
	2.4 Conclusies en discussie	17
3	Alternatief voedsel voor <i>N. californicus</i>	19
	3.1 Inleiding	19
	3.2 Materiaal en Methode	19
	3.2.1 Screening alternatieve voedselbronnen	19
	3.2.2 Kasproef preventieve inzetmethoden <i>N. californicus</i>	21
	3.3 Resultaten	21
	3.3.1 Screening alternatieve voedselbronnen	21
	3.3.2 Kasproef preventieve inzetmethoden <i>N. californicus</i>	21
	3.4 Discussie en conclusies	23
4	Roofmijtinteracties en spintbestrijding	25
	4.1 Inleiding	25
	4.2 Materiaal en methode	25
	4.3 Resultaten	26
	4.4 Conclusies en discussie	30
5	Aanbevelingen	31
	Literatuur	33

Samenvatting

Spint in komkommer is soms lastig te bestrijden met roofmijten, met name bij schraal weer in het voorjaar. Het vermoeden was dat een lage luchtvochtigheid ongunstig is voor roofmijten, waardoor de spintbestrijding moeilijk gaat. In dit onderzoek is daarom gekeken welke soorten roofmijten de beste bestrijding van spint geven bij lage luchtvochtigheden. Een andere mogelijke oorzaak van het niet slagen van spintbestrijding is de interactie tussen generalistische roofmijten die worden ingezet voor de bestrijding van trips en wittevlieg met specialistische roofmijten die worden ingezet voor de bestrijding van spint. In het tweede deel van dit onderzoek is in kasproeven getoetst of deze hypothese inderdaad klopt en verder is bepaald in welke mate generalistische roofmijten zelf ook kunnen bijdragen aan de bestrijding van spint. In een derde onderdeel is gekeken naar mogelijkheden om specialistische roofmijten te ondersteunen met alternatief voedsel.

De kasproeven met verschillende luchtvochtigheden in komkommer hebben aangetoond dat lage luchtvochtigheden in principe niet belemmerend hoeven te zijn voor de effectiviteit van de bestaande roofmijten *Neoseiulus californicus* en *Phytoseiulus persimilis*. Kasproeven lieten zien dat ze ook goed presteren bij lagere luchtvochtigheden wanneer deze gedurende de dag fluctueren. Ook blijkt *P. persimilis* onder droge condities eieren te leggen die beter droogtebestendig zijn. Dit onderzoek heeft verder laten zien dat spint zich sneller ontwikkelt bij een lagere luchtvochtigheid dan bij een hogere luchtvochtigheid.

Diverse soorten voermijten waren geschikt om *N. californicus* in het gewas bij te voeren, maar diëten op basis van bevroren voermijten bleken niet geschikt. In kasproeven resulteerde het bijvoeren van *N. californicus* met voermijten echter niet in een betere bestrijding van spint ten opzichte van de standaard kweekzakjes.

In het laatste onderdeel waarbij combinaties van roofmijten zijn getest, is aangetoond dat de roofmijt *Amblyseius swirskii* de bestrijding van spint met *N. californicus* ernstig kan verstoren. Met alleen *N. californicus* werd spint tot bijna nul gereduceerd, terwijl bij de combinatie met *A. swirskii* de spint uit de hand liep. Bij de combinatie *Transeius montdorensis* en *N. californicus* was deze verstoring er niet, tenminste niet significant.

1 Inleiding

Spint in komkommer is soms lastig te bestrijden met roofmijten, met name bij schraal weer in het voorjaar. Het vermoeden is dat een lage luchtvochtigheid slecht is voor roofmijten, waardoor de spintbestrijding moeilijk gaat. In dit onderzoek is daarom gekeken welke soorten roofmijten de beste bestrijding van spint geven bij lage luchtvochtigheden. Een andere mogelijke oorzaak van het niet slagen van spintbestrijding is de interactie tussen generalistische roofmijten die worden ingezet voor de bestrijding van trips en wittevlieg met specialistische roofmijten die worden ingezet voor de bestrijding van spint. In het tweede deel van dit onderzoek is in kasproeven getoetst of deze hypothese inderdaad klopt en verder is bepaald in welke mate generalistische roofmijten zelf ook kunnen bijdragen aan de bestrijding van spint. In een derde onderdeel is gekeken naar mogelijkheden om specialistische roofmijten te ondersteunen met alternatief voedsel.

Dit onderzoek maakte deel uit van de PPS "Biologische bestrijding van schadelijke mijten" (project KV 1605 081) en viel onder de topsector Tuinbouw & Uitgangsmaterialen. Het onderzoek vond plaats in de periode van 2017 tot en met 2019. Deze PPS werd gefinancierd door het ministerie van LNV en de private partijen Anthos/iBulb, Biobest, KAVB, LTO Glaskracht Nederland, NFO, Amaryllistelers en de gewascoöperaties Bromelia en Komkommer. In dit rapport worden alleen de resultaten die behaald zijn in komkommer gepresenteerd.

2 Effect van RV op spintbestrijding met roofmijten

2.1 Inleiding

Lage luchtvochtigheid wordt al lange tijd beschouwd als een mogelijke versturende factor voor de biologische bestrijding van spint. In veel laboratoriumstudies is aangetoond dat vooral het ei-stadium erg gevoelig is voor droogte (Walzer *et al.* 2007, Ferrero *et al.* 2010). Met name de alom gebruikte spintspecialisten *Phytoseiulus persimilis* en *Neoseiulus californicus* lijken erg gevoelig voor droge condities. De luchtvochtigheid waarbij 50% van de eieren sterft door droogte (LH50) ligt bij deze soorten tussen de 66 en 70% (Williams *et al.* 2004, Walzer *et al.* 2007, Ferrero *et al.* 2010). De meeste generalistische roofmijten zijn iets minder gevoelig voor lage luchtvochtigheid. Gebaseerd op gevonden LH50-waarden in de literatuur (Croft *et al.* 1993, Steiner *et al.* 2003b, a, Williams *et al.* 2004), kan de volgende ranking worden aangehouden met een toenemende tolerantie voor lage RV:

- *Amblydromalus limonicus* (71).
- *Transeius montdorensis* (71).
- *Neoseiulus fallacis* (Garman) (69).
- *Neoseiulus cucumeris* Oudemans (64).
- *Amblyseius swirskii* (63).
- *Amblyseius andersoni* (62).
- *Iphiseius degenerans* (56).

Deze waarden suggereren dat droge condities (bij schraal weer) al snel kunnen leiden tot hoge sterfte in roofmijtpopulaties. Nederlandse komkommertelers melden inderdaad dat de bestrijding van spint vaak moeizaak gaat bij lage luchtvochtigheden, bijvoorbeeld bij een oostenwind in het voorjaar.

Recent onderzoek heeft echter laten zien dat de effecten van droogte veel minder ernstig zijn wanneer periodes met lage luchtvochtigheid in hetzelfde etmaal worden gecompenseerd door korte periodes van relatief hoge RV (Le Hesran *et al.* 2019). Verder kan het zo zijn dat het microklimaat nabij de bladlaag veel gunstiger is voor roofmijten dan de luchtvochtigheidsgehalten die worden gemeten in de kas. In deze studie hebben we de gevoeligheid van vijf soorten roofmijten voor lage luchtvochtigheid beoordeeld in het laboratorium. Vervolgens is de bestrijding van spint op komkommerplanten bij een hoge en lage luchtvochtigheid beoordeeld voor zeven soorten roofmijten in twee kasproeven.

2.2 Materiaal en methoden

2.2.1 Laboratoriumproeven

In het laboratorium is bij een aantal roofmijtsoorten bepaald bij welke luchtvochtigheid de eieren voor een deel niet meer uitkomen. Door een luchtvochtigheid-response-curve te maken kan bepaald worden bij welke waarde 50% van de eieren niet meer uitkomt, de zogenaamde LH50-waarde. Dit onderzoek hebben we uitgevoerd volgens de methode van Ferrero *et al.* (2010). Jonge roofmijteieren werden geplaatst op een area in een afgesloten glazen pot met een bepaalde luchtvochtigheid die werd bereikt met verzadigde zoutoplossingen. In ons onderzoek is dat gedaan bij een constante RV bij 39, 48, 57, 73 en 96 % bij 25°C en een 16/8 L/D periode. De RV werd met behulp van mobiele dataloggers in de glazen potten gemeten. Per roofmijtsoort en luchtvochtigheid werden 20 tot 100 eieren ingezet (afhankelijk van de beschikbaarheid uit kweken). De volgende roofmijtsoorten zijn getest:

- *Phytoseiulus persimilis*.
- *Neoseiulus californicus*.
- *Iphiseius degenerans*.
- *Euseius stipulatus*.
- *Euseius gallicus*.

Op basis van de gemeten waarden zijn response-curven gemodelleerd met een GLM met binomiale verdeling van de data.

2.2.2 Kasproeven bij twee luchtvochtigheden

In twee kasproeven met komkommer, cv. proloog is gekeken naar de preventieve en curatieve bestrijding van spint met verschillende soorten roofmijten bij een hoge en lage luchtvochtigheid. De bestrijding werd getest op individuele komkommerplanten die werden geplaatst in 2 kasafdelingen van elk 24 m². Vermenging van roofmijten werd zo veel mogelijk voorkomen door de planten te isoleren met lijmplaten en lijm op de gewasdraden (Figuur 2.1). Bij preventieve bestrijding werden eerst roofmijten ingezet, 1 week voor de introductie van spint. Bij curatieve bestrijding werden roofmijten 2 weken na de introductie van spint ingezet. Tabel 1 geeft een overzicht van de geteste soorten.

De eerste proef vond plaats in de maand juni. Per plant werden 40 roofmijtvrouwtjes ingezet op bladeren die voorzien werden van een kleine hoeveelheid lisdoddestuifmeel. Een week later is op blad 4, 5 en 6 van de plant een spinthaard aangebracht, door een bladponsje met 10 vrouwtjes op het komkommerblad te plaatsen. Dit waren gepaarde en ei-leggende vrouwtjes, waardoor de spintpopulaties direct konden groeien. Vervolgens is gedurende 3 weken telkens één blad met een spinthaard geplukt om het aantal spint en roofmijten in het laboratorium te tellen. Per roofmijtbehandeling en luchtvochtigheid zijn 4 herhalingen ingezet. De kas met de hoge luchtvochtigheid had een gemiddelde RV van 79% (range 70-89) en een temperatuur van 22.9 °C (range 19.6-32.4) en de kas met de lage luchtvochtigheid had een gemiddelde RV van 55% (range 45-74) en een iets hogere temperatuur van gemiddeld 23.5 °C (range 18.3 - 34.3). De temperatuur in de twee afdelingen werd zoveel mogelijk gelijk gehouden, maar bij de lage RV liep de dagtemperatuur is hoger op dan in de afdeling met de hoge RV, wat gecompenseerd werd met iets lagere nachttemperaturen.

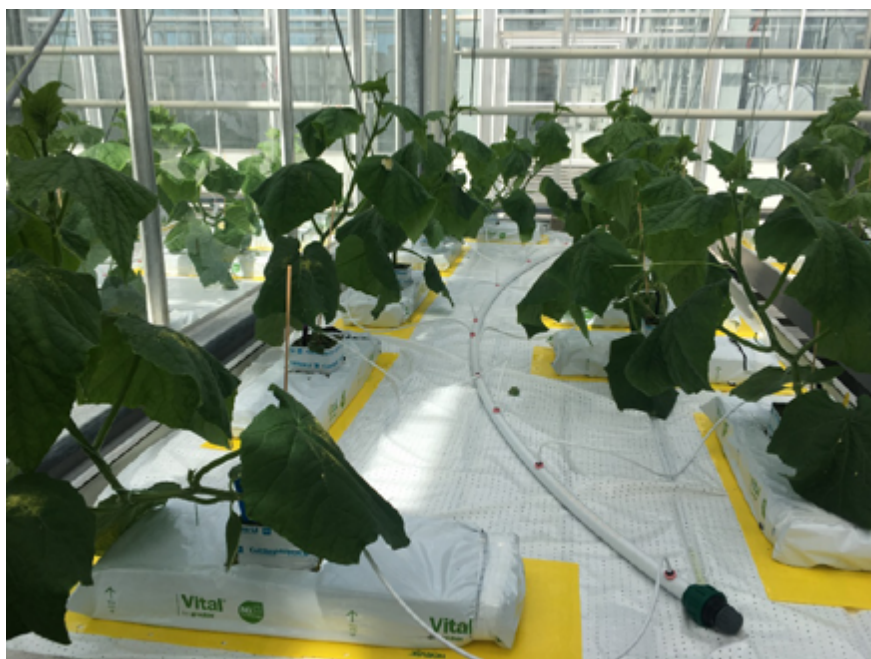
De tweede proef vond plaats in de maand juli. Spint werd op dezelfde manier als in de eerste kasproef ingezet, maar dit keer 20 vrouwtjes/blad. Twee weken na de inzet van spint zijn per blad met spint 6 roofmijtvrouwtjes ingezet. Vervolgens is gedurende de 3 daarop volgende weken telkens één blad met een spinthaard geplukt om het aantal spint- en roofmijten in het laboratorium te tellen. Opnieuw zijn 4 herhalingen per roofmijt-luchtvochtigheid-combinatie ingezet. De kas met de hoge luchtvochtigheid bereikte een gemiddelde RV van 78% (range 52-87) en een temperatuur van 25.0 °C (range 19.4-38.5) en de kas met de lage luchtvochtigheid had een gemiddelde RV van 55% (range 35-76) en een temperatuur van gemiddeld 27.1 °C (range 19.9 - 41.6). Door de hoge temperaturen in de maand juli lukt het niet om de temperatuur in de twee afdelingen gelijk te houden. Bij de lage RV liep de dagtemperatuur tijdens de hete dagen aanzienlijk op en dit kon niet voldoende gecompenseerd worden met lagere nachttemperaturen.

Verschillen tussen behandelingen zijn geanalyseerd met een Two-way ANOVA met de log-getransformeerde dichtheden van spint en roofmijten en roofmijtsoort, luchtvochtigheid en de onderlinge interactie als factor.

Tabel 1

Roofmijten die zijn getest in de 2 kasproeven.

Roofmijtsoort	Preventieve proef	Curatieve proef
<i>Phytoseiulus persimilis</i>		X
<i>Neoseiulus californicus</i>	X	X
<i>Transeius montdorensis</i>	X	X
<i>Amblyseius swirskii</i>	X	
<i>Amblyseius andersoni</i>		X
<i>Neoseiulus fallacis</i>		X
<i>Iphiseius degenerans</i>	X	
<i>Euseius gallicus</i>	X	
<i>Euseius ovalis</i>	X	

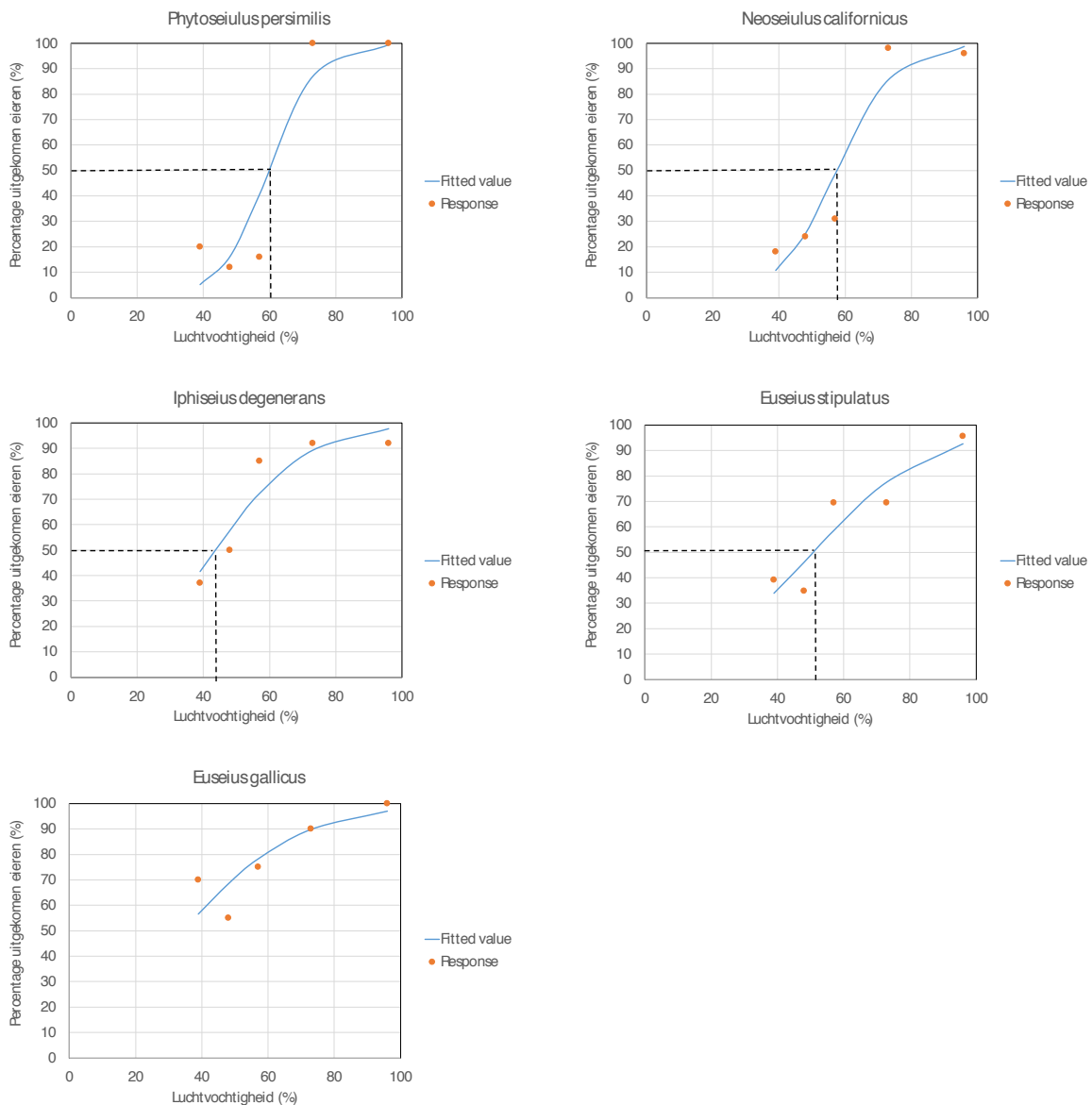


Figuur 2.1 Opzet kasproef met door kleefplaten geïsoleerde komkommerplanten.

2.3 Resultaten

2.3.1 Laboratoriumproeven

De luchtvochtigheid-response-curven van de 5 soorten geteste roofmijten zijn weergegeven in Figuur 2.1. Op basis van deze curven kunnen we de roofmijten rangschikken op gevoeligheid voor luchtvochtigheid volgens de LH50 waarde: *Phytoseiulus persimilis* (61), *Neoseiulus californicus* (58), *Euseius stipulatus* (52) en *Iphiseius degenerans* (43). De RH50 van *E. gallicus* was niet goed vast te stellen, omdat ook bij lage RV-waarden meer dan 50% van de eieren uitkwam (Figuur 1).



Figuur 2.2 Luchtvochtigheid-response-curven van de 5 soorten roofmijten. De stippellijn geeft de RH50 waarde aan. De oranje stippen geven de waargenomen waardes weer (response) en de blauwe lijn de voorspelde waardes op basis van een GLM met een binomiale verdeling.

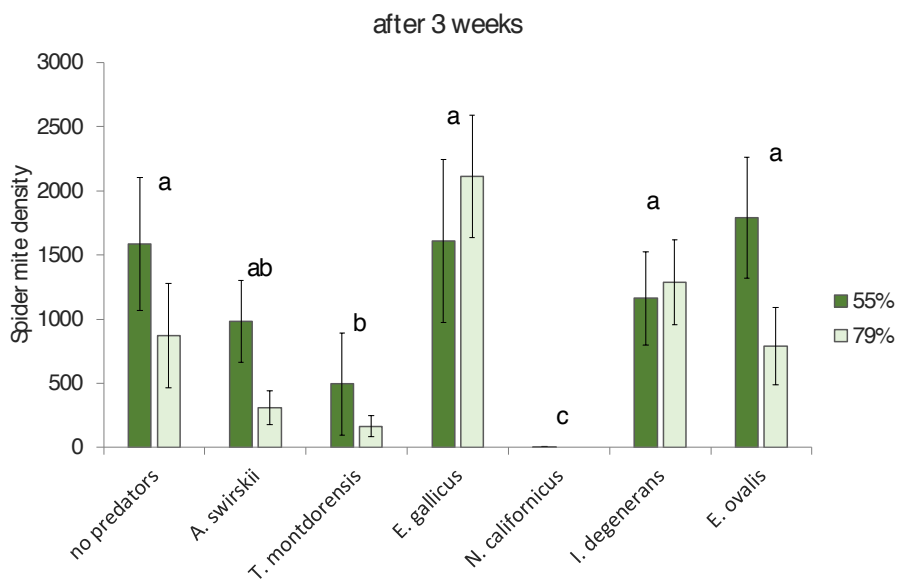
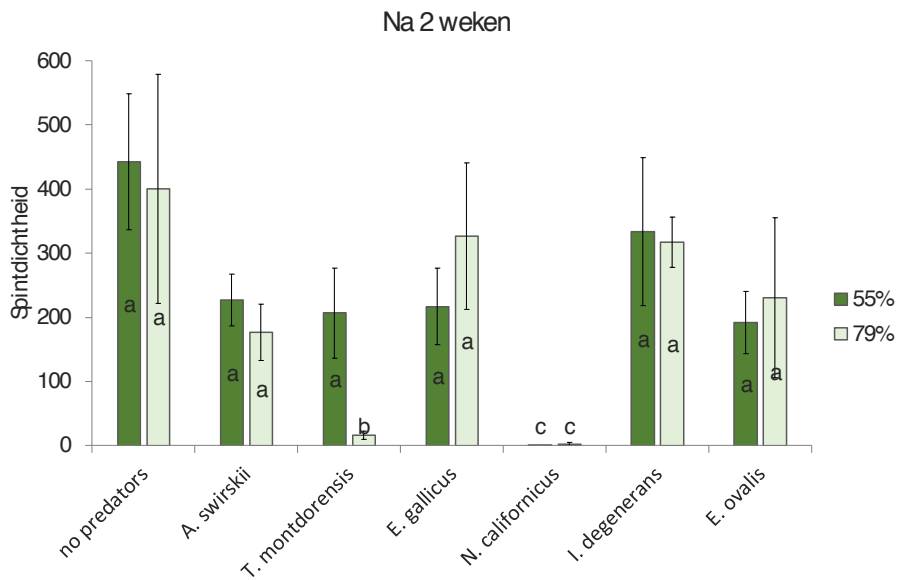
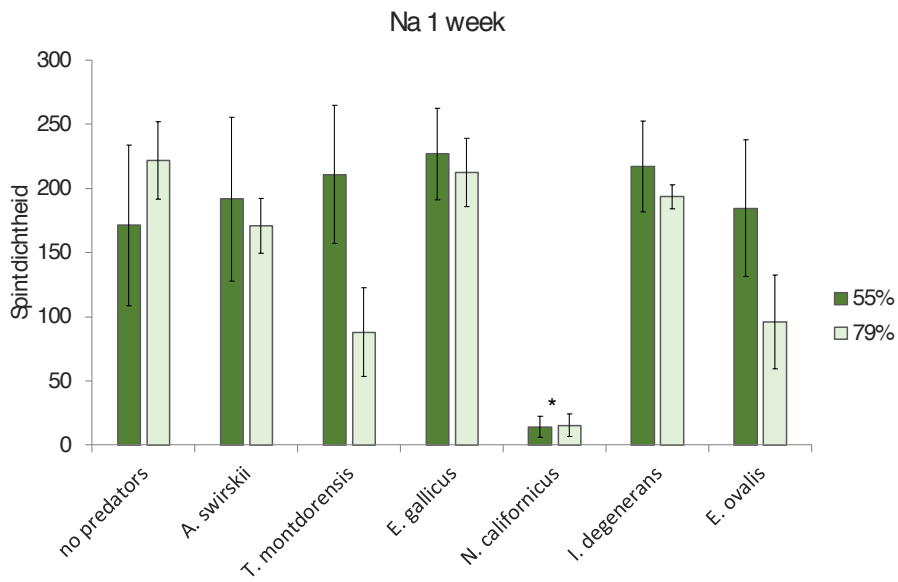
2.3.2 Kasproeven met 2 luchtvochtigheden

Preventieve proef

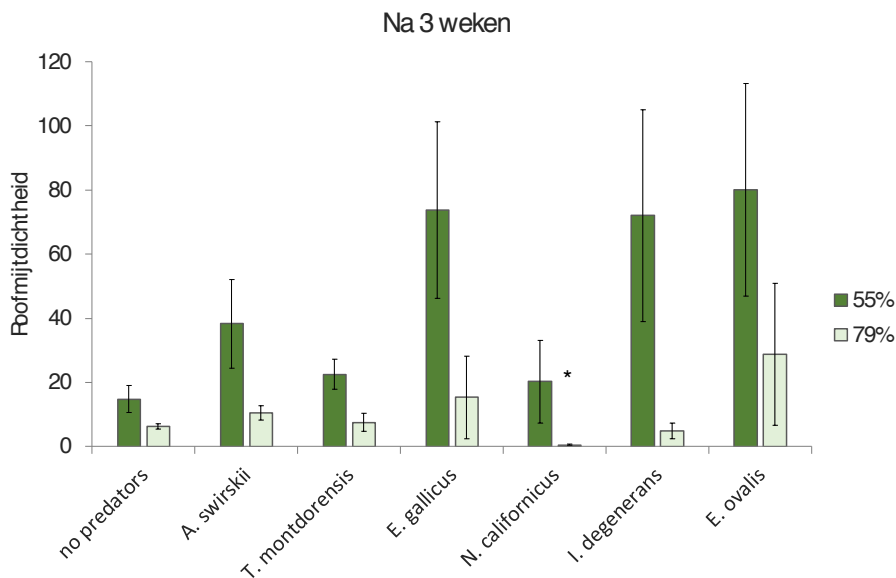
In de kasproef waar de roofmijten preventief waren ingezet, werd één week na inzet van spint al een significant effect van de factor roofmijt gevonden ($p < 0.001$). De factor RV was niet significant ($p = 0.58$). De roofmijt *N. californicus* laat bij beide luchtvochtigheden al een sterke reductie van spint zien ten opzichte van de andere behandelingen (Figuur 2.3).

Na twee weken was er een significante interactie tussen de factor roofmijt en luchtvochtigheid ($p = 0.029$). Dit betekent dat het effect van een roofmijtsoort op spint afhankelijk is van de luchtvochtigheid. Dit effect was alleen te zien voor de roofmijt *T. montdorensis*. De bestrijding bij 79% RV was zeer goed, maar niet significant bij een RV van 55% (Figuur 2.3).

Drie weken na inzet van spint is er nog steeds een zeer significant effect van de factor roofmijt ($p < 0.001$), maar géén significant effect van de factor RV ($p = 0.116$). Ook de interactie roofmijt en RV is na 3 weken niet significant. Alleen de roofmijten *T. montdorensis* en *N. californicus* geven een significante onderdrukking van spint (Figuur 2.3). Na 3 weken waren de roofmijtaantallen in alle behandelingen met roofmijten gelijk, behalve bij *N. californicus*. Door de goede bestrijding van spint werden daar nauwelijks meer roofmijten gevonden (Figuur 2.4). Er werd bij de roofmijtdichtheden een duidelijk en significant effect van RV gevonden ($P < 0.001$). Over de hele linie werden hogere roofmijtaantallen gevonden bij de hoge RV dan bij de lage RV.



Figuur 2.3 Gemiddelde dichtheden (\pm SE) van alle spintstadia per blad, 1, 2 en 3 weken na inzet van spint. Verschillende letters tussen de staven of een asterisk geven een significant verschil aan tussen de roofmijtbehandelingen (Fisher's LSD, $p < 0.05$).



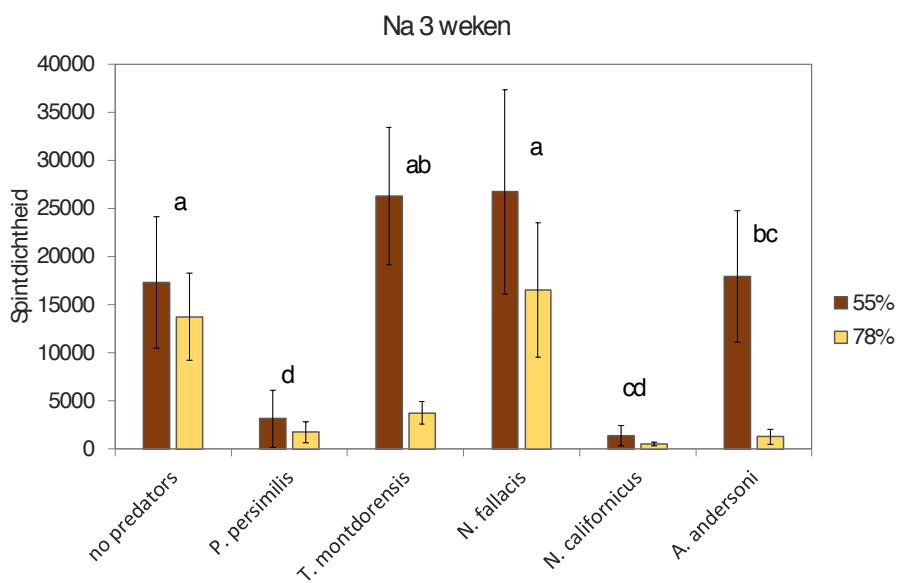
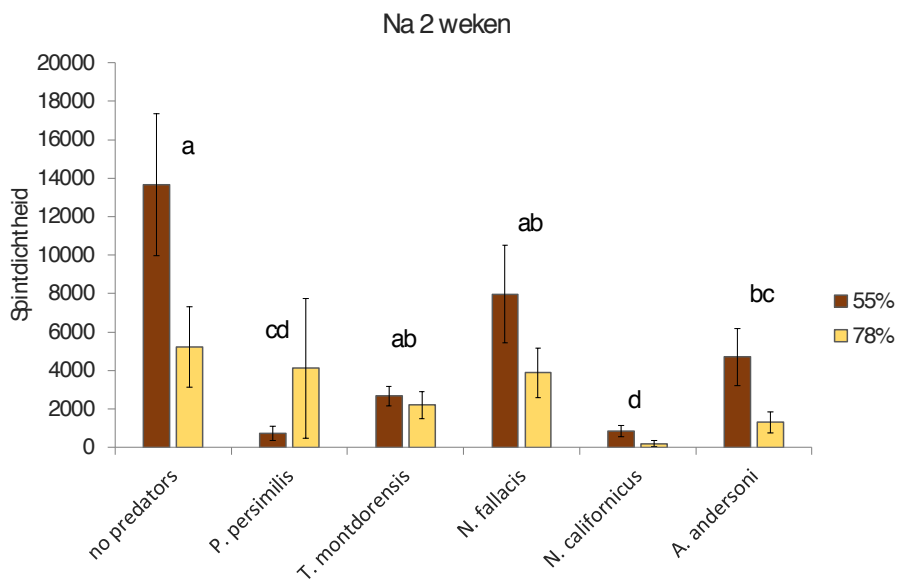
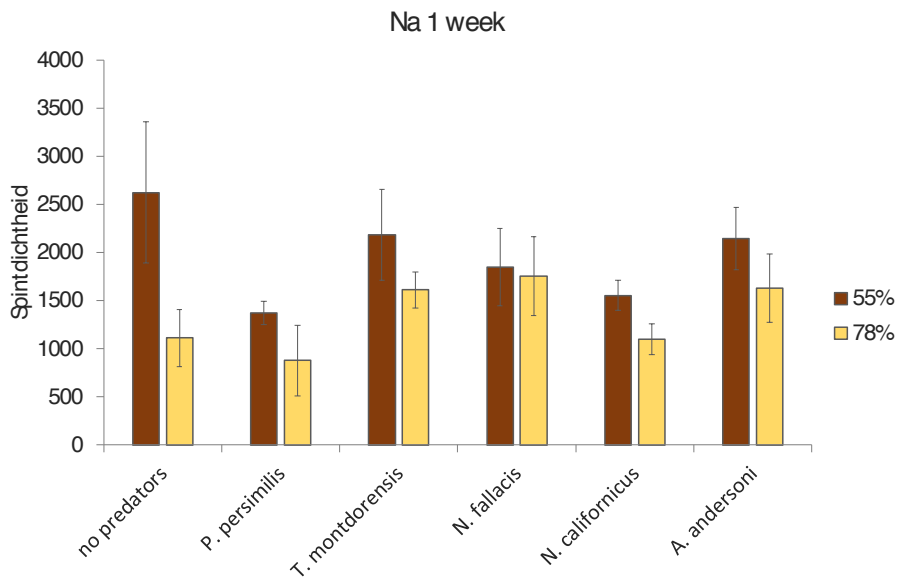
Figuur 2.4 Gemiddelde dichtheden (\pm SE) van alle roofmijststadia per blad 3 weken na inzet van spint. De asterisk geeft een significant verschil aan tussen de roofmijtbehandelingen (Fisher's LSD, $p < 0.05$).

Curatieve proef

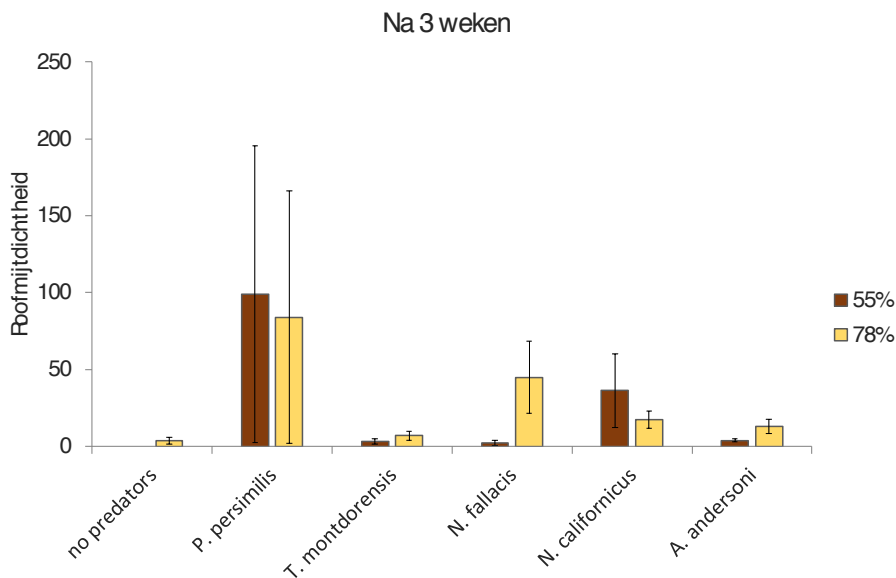
In de kasproef waar de roofmijten curatief waren ingezet, werd één week na inzet van de roofmijten géén significant effect van de factor roofmijt gevonden ($p = 0.07$) maar wel van de factor RV ($p = 0.003$). De onderlinge interactie was niet significant. De gemiddelde spintdichtheid was significant hoger bij de kas met lage RV dan bij de kas met hoge RV (Figuur 2.5).

Na twee weken was er een significant effect van de factor roofmijt ($p < 0.001$) en RV ($p < 0.023$) maar geen significante interactie tussen deze factoren ($p = 0.16$). De trend van hogere spintdichtheden bij de lagere RV zette door (Figuur 2.5). Na twee weken laten de spintspecialisten *P. persimilis* en *N. californicus* bij zowel de hoge als lage RV al een significant betere bestrijding van spint zien dan de andere roofmijten (Figuur 2.5).

Drie weken na inzet van de roofmijten is het beeld vergelijkbaar met het beeld na 2 weken. Er is een significant effect van de factor roofmijt ($p < 0.001$) en RV ($p < 0.032$) maar geen significante interactie tussen deze factoren ($p = 0.32$). Bij onbehandeld begon het blad al af te sterven, waardoor de spintdichtheden iets lager (maar niet significant) uitkomen dan bij sommige andere behandelingen (Figuur 2.5). Bij zowel de hoge als lage RV werd de beste bestrijding van spint behaald met *P. persimilis* en *N. californicus*. Bij de lage RV is er geen effect van de roofmijten *T. montdorensis* en *A. andersoni* op spint, terwijl de beide roofmijtsoorten bij een hoge RV wel een goede bestrijding laten zien (Figuur 2.5). Na 3 weken werden er geen significante verschillen in roofmijtdichtheden tussen de behandelingen gevonden (Figuur 2.6). De roofmijtaantallen op de rest van de plant zijn niet geteld.



Figuur 2.5 Gemiddelde dichtheden (\pm SE) van alle spintstadia per blad, 1, 2 en 3 weken na inzet van roofmijten. Verschillende letters tussen de staven geven een significant verschil aan tussen de roofmijtbehandelingen (Fisher's LSD, $p < 0.05$).



Figuur 2.6 Gemiddelde dichtheden (\pm SE) van alle roofmijtstadia per blad 3 weken na inzet van de roofmijten.

2.4 Conclusies en discussie

De response curven bevestigen eerdere studies dat *P. persimilis* en *N. californicus* beide gevoelig zijn voor een constante lage luchtvochtigheid. Onze gevonden LH50-waarden lagen met 61 en 58% wel iets lager dan wat werd gevonden in eerdere studies (Walzer *et al.* 2007, Ferrero *et al.* 2010). De generalistische roofmijten *I. degenerans*, *E. sculatis* en *E. gallicus* hadden in onze studie een lagere LH50 waarde en zijn dus minder gevoelige voor lage RV. Daarbij moet wel worden opgemerkt dat de LH50 waarde voor *E. gallicus* niet geheel betrouwbaar is, omdat de eieren vrij snel bleken uit te komen. Dit onderzoek zou herhaald moeten worden met erg jonge eieren van de roofmijt.

Op basis van de twee kasproeven kunnen we het volgende concluderen:

- Spint ontwikkelde zich in de behandelingen zonder roofmijten sneller bij een lagere RV van 55% dan bij een RV van gemiddeld 78-79%. In sommige gevallen was de populatie bij de lage RV 3x zo hoog dan bij de hoge RV. De gemiddeld iets hogere temperatuur bij de lagere RV kan hier een rol bij hebben gespeeld.
- De roofmijten *E. gallicus*, *I. degenerans* en *E. ovalis* konden spint niet bestrijden bij preventieve inzet.
- *A. swirskii* en *T. montdorensis* gaven een beperkte bestrijding van spint bij preventieve inzet, het resultaat bij *T. montdorensis* was iets beter dan bij *A. swirskii*
- De preventieve bestrijding van spint met *T. montdorensis* was beter bij een hoge RV van 78% dan bij een lage RV van 55%.
- In het algemeen werden hogere roofmijtaantallen bereikt bij de hoge RV dan bij de lage RV.
- De beste bestrijding bij preventieve inzet van roofmijten werd behaald met de roofmijt *N. californicus*. Bij beide luchtvochtigheden werd alle spint volledig opgeruimd.
- Bij curatieve bestrijding werden de beste resultaten behaald bij *P. persimilis* en *N. californicus*. Beide roofmijten konden bij zowel de hoge als de lage RV spint goed opruimen. Een lage RV van gemiddeld 55% (fluctuaties tussen de 40 en 65%) lijkt dus geen beperkende factor te zijn voor deze roofmijten.
- Curatieve bestrijding met *N. fallacis* was niet effectief
- Curatieve bestrijding met *T. montdorensis* en *A. andersoni* had alleen effect bij 78% RV. Bij 55% RV was er geen enkele bestrijding en waren de roofmijtaantallen iets lager dan bij 78% RV.

3 Alternatief voedsel voor *N. californicus*

3.1 Inleiding

De bestrijding van spint met *N. californicus* zou mogelijk verder verbeterd kunnen worden door populaties te ondersteunen met alternatieve of aanvullende voedselbronnen (Messelink *et al.* 2014). Momenteel worden kweekzakjes ingezet die levende voermijten bevatten, zodat de roofmijten gedurende een bepaalde periode in het gewas kunnen lopen (slow release). Dit is een elegante manier van een verlengde inzet van roofmijten, maar eenmaal in het gewas kan het alsnog zijn dat de roofmijten niet lang overleven door gebrek aan voedsel. Het is bekend dat stuifmeel het dieet van *N. californicus* kan aanvullen, maar de roofmijt kan zich er niet goed op ontwikkelen (Pascua *et al.* 2020). Recent is gevonden dat gezeefde eieren van voermijten ook een goede voedingsbron zijn voor roofmijten (Pirayeshfar *et al.* 2020). In deze studie is bepaald of eieren of levende stadia van verschillende soorten voermijten populaties *N. californicus* kunnen ondersteunen.

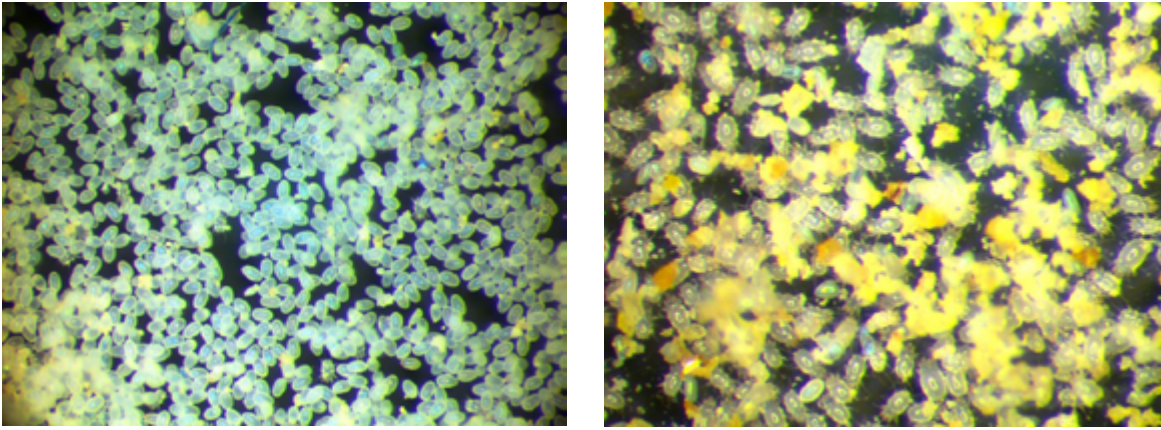
3.2 Materiaal en Methode

3.2.1 Screening alternatieve voedselbronnen

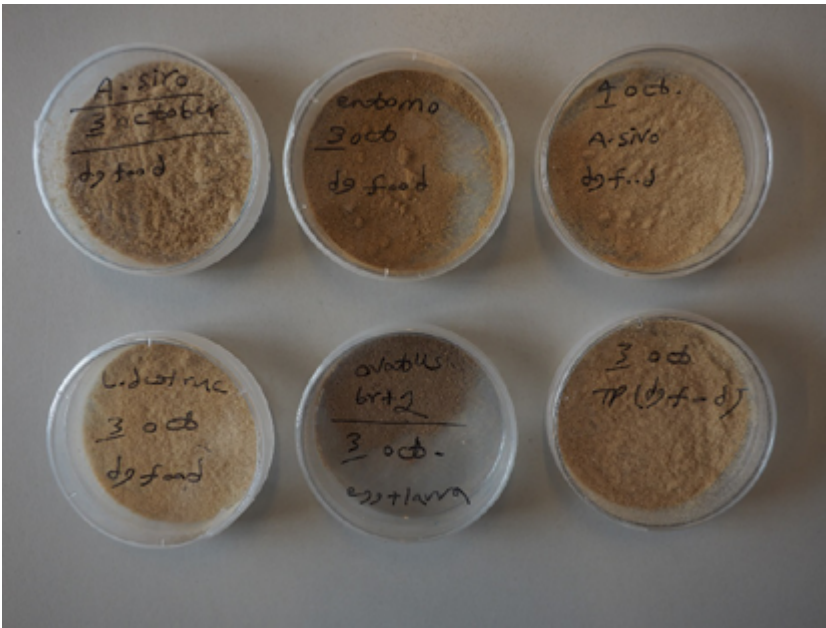
In het laboratorium zijn verschillende diëten als mogelijke alternatieve voedselbron voor *N. californicus* ontwikkeld op basis van voermijten. Voermijten werden gekweekt op een eiwitrijk dieet van hondenbrokken en met een fijne zeef werden eieren van de voermijten uit de kweek gezeefd. Volgens de studie van Pirayeshfar *et al.* (2020) ontwikkelde de roofmijt *A. swirskii* zich het beste op een dieet van eieren en larven. In deze studie zijn daarom mixen gemaakt van bevroren eieren en larven. Voor een dieet van bevroren larven werden de eieren eerst voor een aantal dagen warm gehouden totdat ze uitkwamen. De uitgekomen larven werden vervolgens ingevroren en gemixt met de eieren (Figuur 3.1). Deze mix levert vervolgens een fijn poeder op wat op planten kan worden aangebracht als voedsel voor roofmijten (Figuur 3.2). Van de volgende soorten voermijten zijn diëten gemaakt:

- *Tyrophagus putrescentiae*.
- *Thyreophagus entomophagous*.
- *Acarus siro*.
- *Suidasia nesbetti*.
- *Lepidoglyphus destructor*.
- *Carpoglyphus lactis*.

De verschillende diëten van voermijten zijn getest als voedsel voor *N. californicus* op jonge komkommerplanten (Figuur 3.3). Naast de voermijtdiëten zijn ook lisdoddestuifmeel, spint en planten zonder voedsel als behandeling meegenomen. Per behandelingen werden 5 herhalingen ingezet. Op ieder plant werd wekelijks 0.1 g van het voedsel toegevoegd en bij de start zijn 15 roofmijtvrouwtjes per plant ingezet. De populatieontwikkeling van de roofmijten werd gedurende 3 weken gevolgd door per week één blad te plukken en het totaal aantal roofmijten te tellen onder een binoculair in het laboratorium. Deze proef werd herhaald waarbij mixen van levende stadia van de voermijten *T. entomophagus*, *A. siro* en *C. lactis* zijn getest.



Figuur 3.1 Eieren (links) en larven(rechts) van de voermijt *Tyrophagus putrescentiae*.



Figuur 3.2 Voedsel op basis van gezeefde eieren en larven van voermijten.



Figuur 3.3 Jonge komkommerplanten voor het testen van diëten voor *N. californicus*.

3.2.2 Kasproef preventieve inzetmethoden *N. californicus*

In welke mate het bijvoeren met verschillende soorten voermijten de bestrijding van spint met *N. californicus* kan verbeteren ten opzichte van uitzet met kweekzakjes is onderzocht in een kasproef in het voorjaar van 2019 in een kasafdeling van 98m². De bestrijding van spint met *N. californicus* werd vergeleken met de roofmijten *A. swirskii* en *T. montdorensis*. De experimentele eenheid was één komkommerplant die geïsoleerd in de kas stond zonder direct contact met andere planten. Besmetting tussen behandelingen werd zoveel mogelijk beperkt door de gewasdraden tussen de planten in te smeren met lijm. Totaal zijn de volgende 5 behandelingen in 5 herhalingen (blokken) ingezet met per blok een teeltgoot:

- a. *A. swirskii* + stuifmeel.
- b. *T. montdorensis* +stuifmeel.
- c. *N. californicus* kweekzakje.
- d. *N. californicus* + *Thyreophagus entomophagus*.
- e. *N. californicus* + *Carpoglyphus lactis*.
- f. *N. californicus* + *Lepidoglyphus destructor*.

Jonge komkommerplanten (cv Proloog, Rijk Zwaan) van 3 weken oud werden zonder pesticiden opgekweekt en na 3 weken op de steenwolmat in de kas geplaatst. Een week na planten werden op 2 bladeren 10 roofmijten per roofmijtsoort per blad ingezet. Bij de behandeling met kweekzakjes werd alleen één kweekzakje (Spical ulti-mite, Koppert Biological Systems) per plant ingezet. De totale productie van roofmijten per zakje werd gemeten door van 5 kweekzakjes de wekelijkse uitloop gedurende 8 weken te meten. De zakjes werden in de kas geplaatst en de uitgelopen roofmijten werden opgevangen in water met zeep. De roofmijten *A. swirskii* en *T. montdorensis* werden bijgevoerd met lisdoddestuifmeel en de behandelingen met *N. californicus* werden bijgevoerd met de drie soorten voermijten. Bij de behandeling met het kweekzakje werd niet bijgevoerd. Het bijvoeren werd wekelijks herhaald gedurende de daarop volgende 4 weken. Vier weken na inzet van de roofmijten werd spint ingezet op 6 gemarkeerde bladeren door 10 spintvrouwtjes per blad uit te zetten. Deze introductie werd na een week herhaald. De vijf daarop volgende weken werd telkens één blad met spint geplukt om de dichtheid van spint en roofmijten te tellen onder een microscoop in het laboratorium. Bij deze tellingen werden alle juveniele en volwassen stadia geteld. Onderlinge verschillen in dichtheden spint, trips en roofmijten tussen behandelingen door de tijd heen werden geanalyseerd met een GLMM met een Poisson distributie van de data en tijd als een random factor. Tijdens de proefperiode van week 14 tot en met 26 in 2019, bereikte de kas een luchtvochtigheid van gemiddelde 76% (range 17-95) en een temperatuur van 23.1°C (range 17.6-41.7).

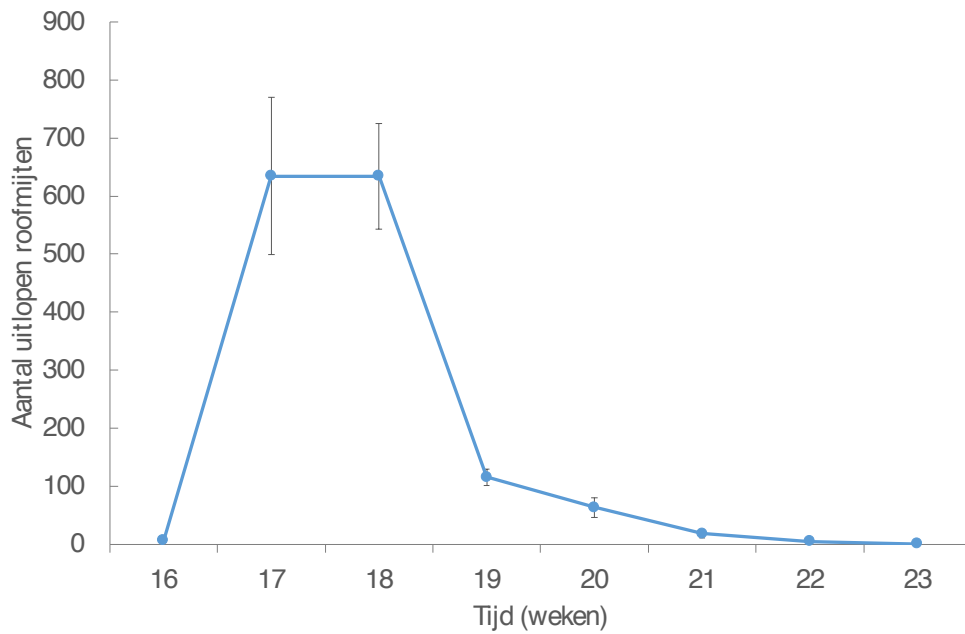
3.3 Resultaten

3.3.1 Screening alternatieve voedselbronnen

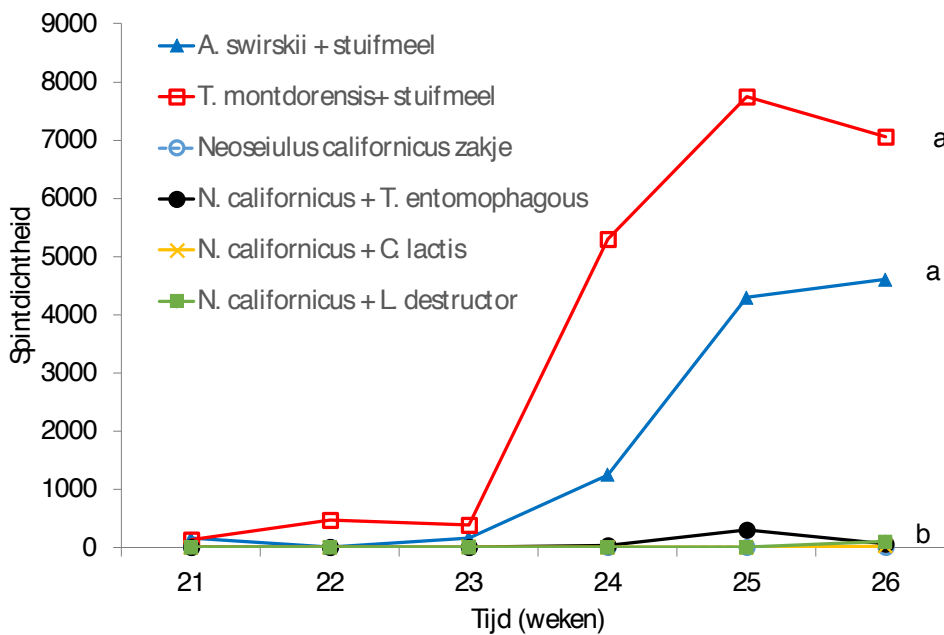
De diëten van bevroren voermijten bleken net als stuifmeel niet geschikt om de populaties *N. californicus* te laten toenemen op de planten. Gemiddeld werden slechts enkele roofmijten per blad teruggevonden en de dichtheden waren niet significant verschillend van de behandeling zonder voedsel. Bij de levende voermijten namen de roofmijtdichtheden toe bij de soorten *T. entomophagus* en *C. lactis* maar niet bij *A. siro*.

3.3.2 Kasproef preventieve inzetmethoden *N. californicus*

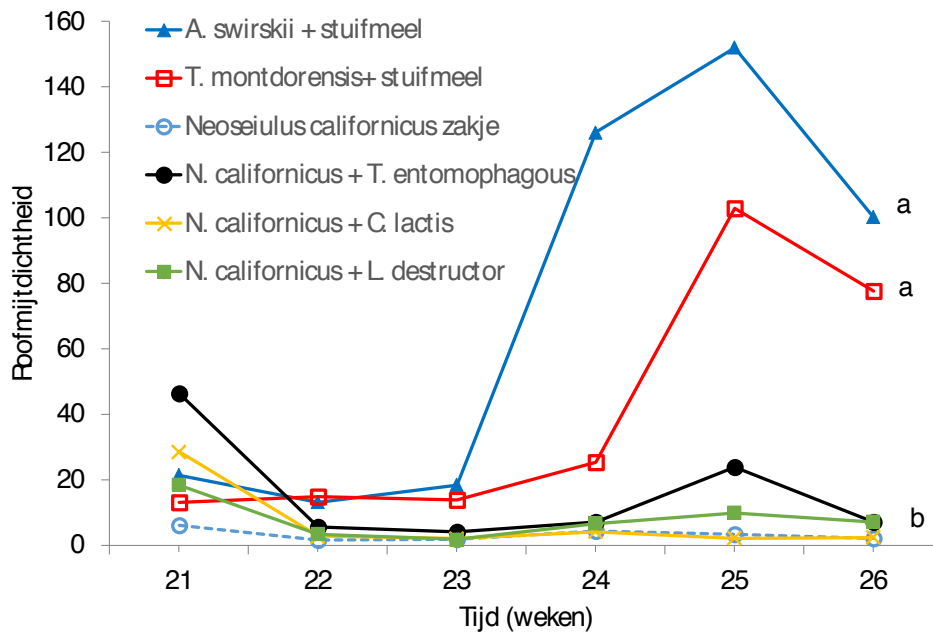
Gemiddeld produceerden de kweekzakjes met *N. californicus* ongeveer 1500 roofmijten per zakje. De piek van uitloop duidelijk na 2 en 3 weken (Figuur 3.4), maar ook na 6 weken werden nog nieuwe roofmijten door de zakjes geproduceerd (Figuur 3.4). Bij alle behandelingen met *N. californicus* werd een zeer goede en vergelijkbare bestrijding van spint behaald (Figuur 3.5). Bij de roofmijten *A. swirskii* en *T. montdorensis* liep de spint op tot hoge dichtheden. De mate van bestrijding was niet significant verschillend tussen de twee soort (Figuur 3.5). Ook de dichtheden tussen deze roofmijten verschilde onderling niet significant (Figuur 3.6). In alle behandelingen met *N. californicus* werden vergelijkbare dichtheden behaald (Figuur 3.6).



Figuur 3.4 Gemiddeld (\pm SE) aantal uitgelopen *Neoseiulus californicus* roofmijten per kweekzakje gedurende 8 weken.



Figuur 3.5 Gemiddelde dichtheden van alle spintstadia per blad vanaf de inzet van spint in week 19 en 20. Verschillende letters achter de lijnen geven een significant verschil aan tussen de behandelingen (Fisher's LSD, $p < 0.05$).



Figuur 3.3 Gemiddelde dichtheden van alle roofmijststadia per blad vanaf de inzet van spint in week 19 en 20. Verschillende letters achter de lijnen geven een significant verschil aan tussen de behandelingen (Fisher's LSD, $p < 0.05$).

3.4 Discussie en conclusies

Het bijvoeren van *N. californicus* met voermijten resulteerde niet in een beter bestrijding van spint ten opzichte van de standaard kweekzakjes. De uitlooproef liet zien dat de kweekzakjes grotendeels leeglopen 2 en 3 weken na inzet, maar dat er ook nog steeds roofmijten uitlopen na 6 weken. Deze uitloop bleek voldoende te zijn om de introductie van spint vier weken na inzet van de kweekzakjes goed te bestrijden. Los daarvan kan het nog steeds interessant zijn om populaties *N. californicus* bij te voeren in het gewas. Het ligt het meest voor de hand om hiervoor de voermijt *L. destructor* te gebruiken, omdat dit de soort is waarop *N. californicus* wordt gekweekt. Uit onze screening bleek dat ook *T. entomophagous* en *C. lactis* roofmijtpopulaties van *N. californicus* kunnen ondersteunen. De ontwikkeling was echter lang niet zo sterk als bij spint. Diëten op basis van bevroren voermijten bleken niet geschikt om *N. californicus* bij te voeren.

4 Roofmijtinteracties en spintbestrijding

4.1 Inleiding

Voor biologische bestrijding van plagen kunnen we gebruik maken van zowel specialistische als generalistische natuurlijke vijanden. De roofmijt *P. persimilis* is bijvoorbeeld sterk gespecialiseerd in spint en zal zonder de aanwezigheid van deze prooi niet overleven. Het voordeel is dat deze specialist extreem effectief is. Generalistische roofmijten kunnen naast spint ook andere plagen bestrijden zoals trips en wittevlug, maar ook alternatieve voedselbronnen zoals stuifmeel benutten voor overleving (McMurtry *et al.* 2013). Een nadeel van generalistische roofmijten is dat ze ook andere roofmijten aanvallen en prederen. De roofmijt *A. swirskii* eet bijvoorbeeld ook jonge stadia van *Neoseiulus cucumeris* (Buitenhuis *et al.* 2010), *N. californicus* (Guo *et al.* 2016) en *P. persimilis* (Maleknia *et al.* 2016). In de Nederlandse komkommerteelt is het vrij gebruikelijk om generalistische roofmijten zoals *A. swirskii* in te zetten voor de bestrijding van trips en wittevlug (Messelink *et al.* 2008) en daarnaast de roofmijten *N. californicus* en *P. persimilis* voor de bestrijding van spint. De onderlinge interactie tussen deze roofmijten zou een verklaring kunnen zijn voor het soms niet slagen van de bestrijding van spint. In deze studie hebben we daarom beoordeeld in welke mate de preventieve inzet van generalistische roofmijten de bestrijding van spint met *N. californicus* kan verstoren.

4.2 Materiaal en methode

De vraag of en in welke mate preventieve inzet van de roofmijten *A. swirskii* en *T. montdorensis* de spintbestrijding met *N. californicus* kan verstoren is onderzocht in een kasproef in de zomer van 2019 in een kasafdeling van 98m². De experimentele eenheid was één komkommerplant die geïsoleerd in de kas stond zonder direct contact met andere planten. Besmetting tussen behandelingen werd zoveel mogelijk beperkt door de gewasdraden tussen de planten in te smeren met lijm. Totaal zijn de volgende 5 behandelingen in 5 herhalingen (blokken) ingezet met per blok een teeltgoot:

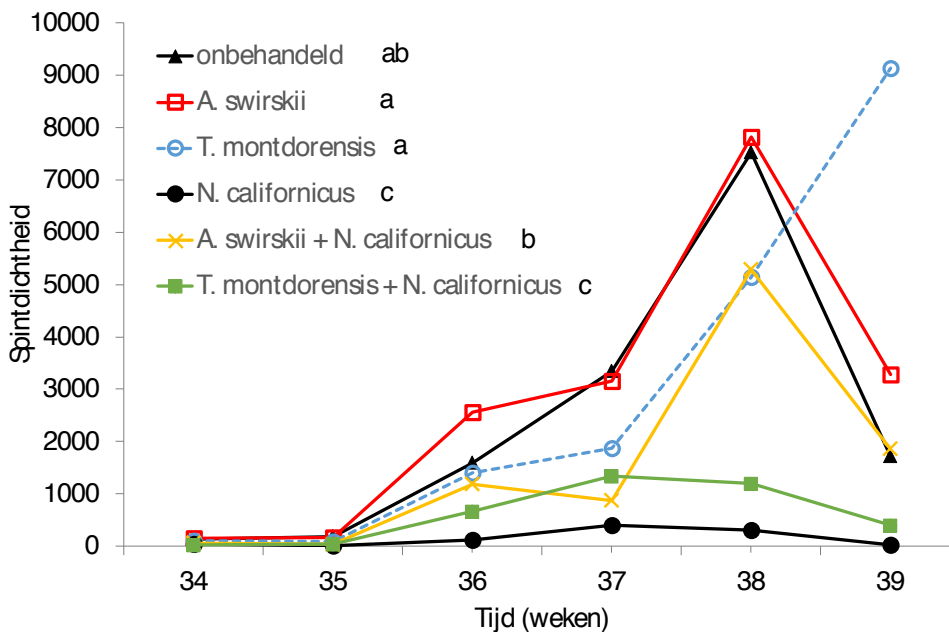
- a. Onbehandeld.
- b. *A. swirskii*.
- c. *T. montdorensis*.
- d. *N. californicus*.
- e. *A. swirskii* + *N. californicus*.
- f. *T. montdorensis* + *N. californicus*.

Jonge komkommerplanten (cv Proloog, Rijk Zwaan) van 3 weken oud werden zonder pesticiden opgekweekt en na 3 weken op de steenwolmat in de kas geplaatst. Een week na planten werden op 2 bladeren 10 roofmijten per roofmijtsoort per blad ingezet. De roofmijten *A. swirskii* en *T. montdorensis* werden bijgevoerd met lisdoddestuifmeel en alle behandelingen met *N. californicus* werden bijgevoerd met de voermijt *Thyreophagus entomophagous*. De roofmijten werden 5 keer bijgevoerd; bij de inzet en de vier opvolgende weken. Vier weken na inzet van de roofmijten werd spint ingezet door op 6 gemarkeerde bladeren 20 spintvrouwtjes per blad uit te zetten. De zes daarop volgende weken werd telkens één blad met spint geplukt om de dichtheid van spint en roofmijten te tellen onder een microscoop in het laboratorium. Bij deze tellingen werden alle juveniele en volwassen stadia geteld. Eveneens werd het aantal spontaan voorkomende stadia van de Californische trips per blad geteld. Van de verzamelde roofmijten werden preparaten gemaakt voor determinaties onder een microscoop. Onderlinge verschillen in dichtheden spint, trips en roofmijten tussen behandelingen door de tijd heen werden geanalyseerd met een GLMM met een Poisson distributie van de data en tijd als een random factor. Tijdens de proefperiode van week 19 tot en met 40 in 2019, bereikte de kas een luchtvochtigheid van gemiddelde 76% (range 17-95) en een temperatuur van 23.1 °C (range 17.6-41.7). De periode kende dus enkele zeer hete dagen waarbij de ingestelde luchtvochtigheid van 70% bij lange na niet gehaald werd.

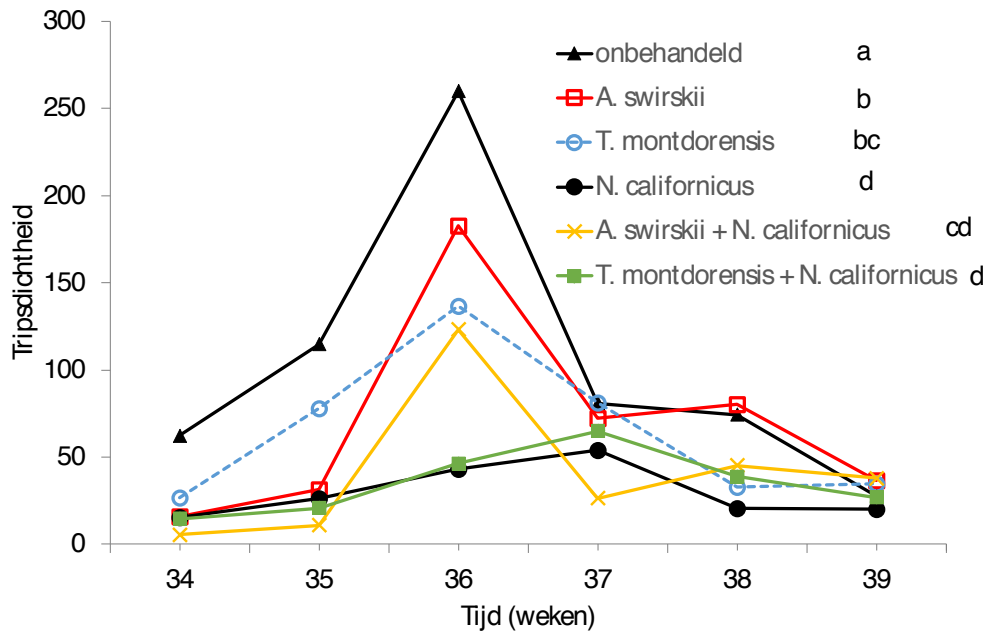
4.3 Resultaten

De meest effectieve bestrijding van spint werd behaald met de behandelingen waarbij alleen *N. californicus* was ingezet (Figuur 4.1). De roofmijten *A. swirskii* en *T. montdorensis* hadden beiden géén significante bestrijding van spint. Bij *T. montdorensis* liep de spintdichtheid de eerste weken iets minder hard op dan bij onbehandeld, maar in de laatste weken schoot het naar hoge dichtheden (Figuur 4.1). De combinatie van *T. montdorensis* en *N. californicus* leidde tot iets hogere spintdichtheden, maar de verschillen met de behandeling waar alleen *N. californicus* was ingezet waren niet significant (Figuur 4.1). Bij de combinatie *A. swirskii* en *N. californicus* was dit anders. De spintdichtheden bij deze behandeling waren significant hoger dan bij de behandeling met alleen *N. californicus* (Figuur 4.1). Dit geeft aan dat *A. swirskii* de bestrijding van spint met *N. californicus* kan verstoren.

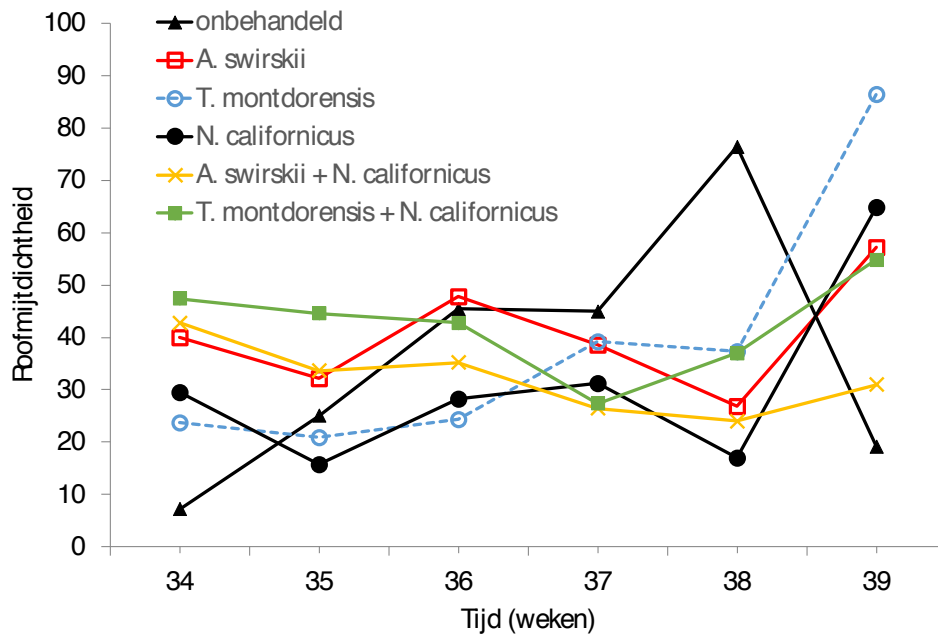
Hoewel trips niet was uitgezet, werden behoorlijke aantallen trips op de bladeren waargenomen. Opvallend was daarbij dat bij de behandelingen met de hoogste spintdichtheid ook de meeste trips werd gevonden (Figuur 4.2). De roofmijtdichtheden over de tijd heen waren niet significant verschillend tussen de behandelingen. Ook in de controlebehandeling waar ze niet waren uitgezet, werden uiteindelijk veel roofmijten teruggevonden (Figuur 4.3). De besmettingen met roofmijten in onbehandeld werden gedomineerd door *A. swirskii* en *N. californicus* (Figuur 4.4). De behandelingen met alleen *A. swirskii* of alleen *T. montdorensis* bleven redelijk zuiver (Figuur 4.4). De behandeling met alleen *N. californicus* raakte besmet met *A. swirskii*. Bij de behandelingen met de mix van twee roofmijten werd er verhoudingsgewijs weinig *N. californicus* teruggevonden (Figuur 4.4).



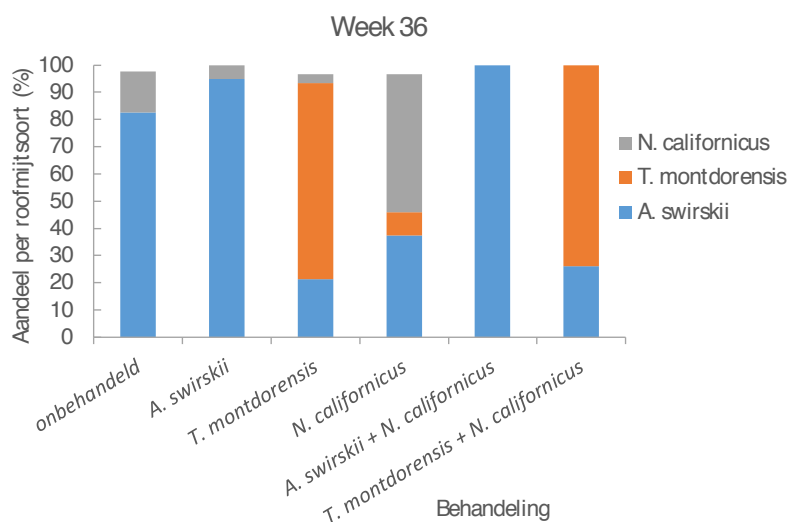
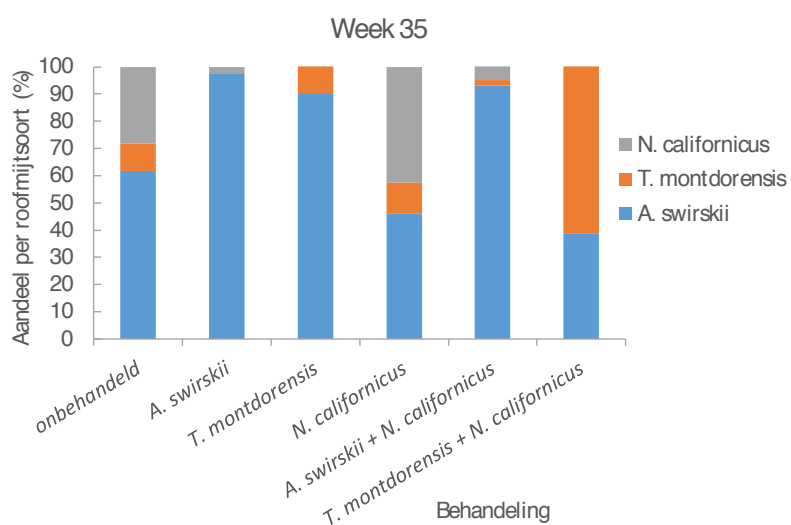
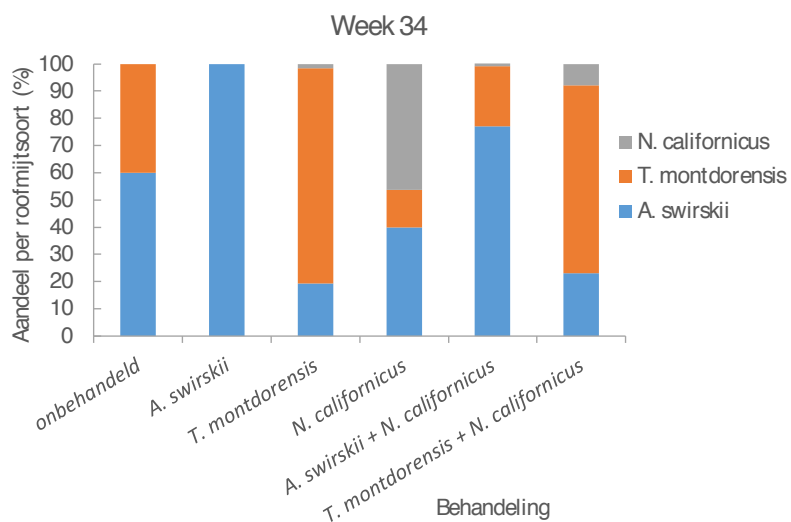
Figuur 4.1 Gemiddelde dichtheden van alle spinstadia per blad vanaf de inzet van spint in week 33. Verschillende letters achter de behandelingsnamen geven een significant verschil aan tussen de behandelingen (Fisher's LSD, $p < 0.05$).

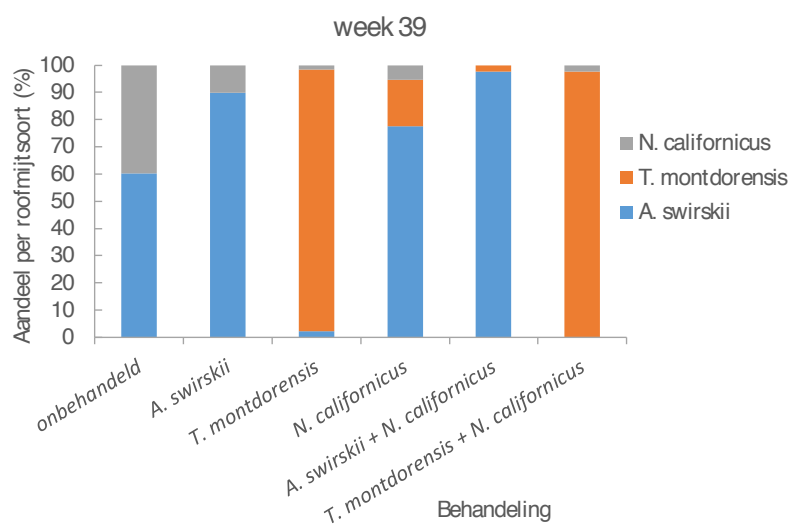
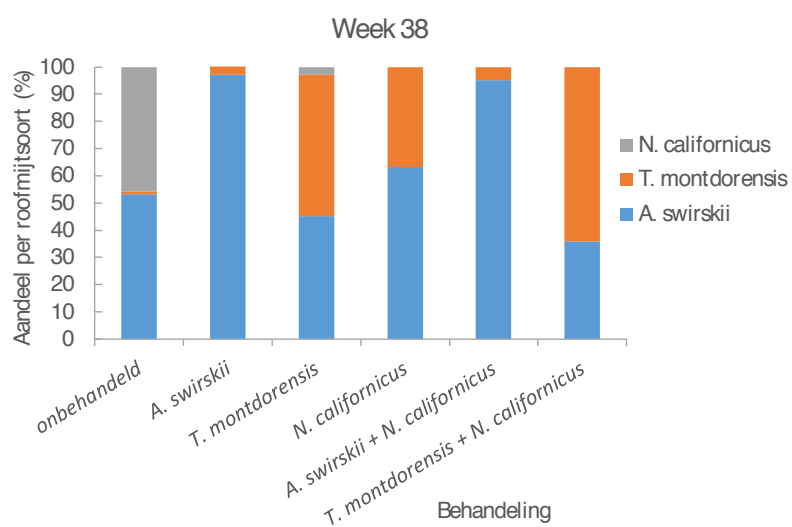
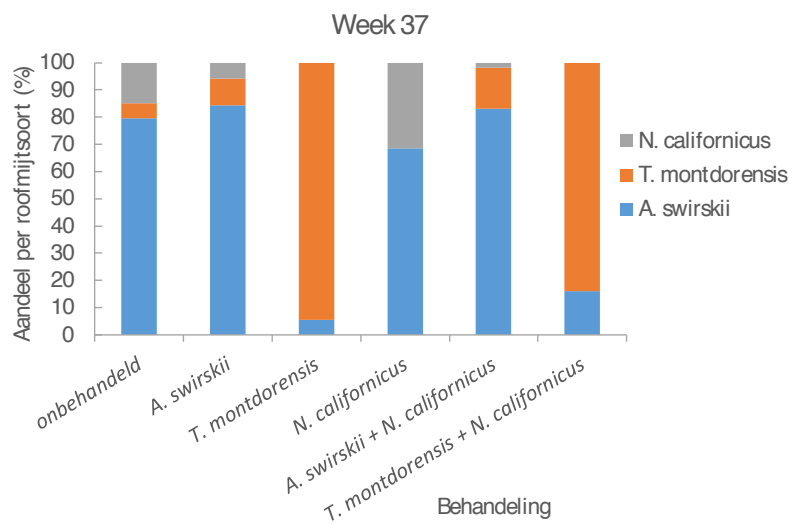


Figuur 4.2 Gemiddelde dichtheden van alle tripslarven en volwassen trips per blad vanaf de inzet van spint in week 33. Verschillende letters achter de behandelingen geven een significant verschil aan tussen de behandelingen (Fisher's LSD, $p < 0.05$).



Figuur 4.3 Gemiddelde dichtheden van alle roofmijdstadia per blad vanaf de inzet van spint in week 33.





Figuur 4.4 Relatieve dichtheid van roofmijtsoorten per week en behandeling.

4.4 Conclusies en discussie

In dit onderzoek is aangetoond dat de roofmijt *A. swirskii* de bestrijding van spint met *N. californicus* ernstig kan verstoren. Met alleen *N. californicus* werd spint tot bijna nul gereduceerd, terwijl bij de combinatie met *A. swirskii* de spint uit de hand liep. Eerder onderzoek heeft laten zien dat *A. swirskii* spintweb vermijdt en de spint niet goed in spintharden kan bestrijden (Messelink *et al.* 2010). Spintspecialisten zoals *N. californicus* kunnen dat wel en zouden dus in theorie beschermd zijn tegen intraguilde predatie door *A. swirskii* wanneer ze zich schuilhouden in het spintweb. In deze proef zijn de roofmijten eerst preventief ingezet in afwezigheid van spint. *Neoseiulus californicus* kon zich daardoor dus niet beschermen tegen *A. swirskii*. Deze situatie komt beter overeen met de praktijk waar beide roofmijten vaak preventief worden ingezet. Een eerdere laboratorium studie liet al zien dat *A. swirskii* zich voedt met *N. californicus* (Guo *et al.* 2016). Dezelfde studie liet ook zien dat deze predatie sterk afnam wanneer wittevlies als alternatieve prooi aanwezig was. In ons onderzoek waren in afwezigheid van spint, stuifmeel en voermijten aanwezig, maar desondanks was er een significante verstoring. Dit is naar ons weten de eerste studie waar ook is aangetoond dat de interactie tussen *A. swirskii* en *N. californicus* ook de bestrijding van spint verstoort. Bij de combinatie *T. montdorensis* en *N. californicus* was deze verstoring er niet, tenminste niet significant. Of dit komt doordat *T. montdorensis* meer bijdraagt aan de bestrijding van spint dan *A. swirskii* of omdat *T. montdorensis* een minder agressieve predator is dan *T. montdorensis* is niet bekend. Mogelijk is het een combinatie van beide. In de kort lopende proef in hoofdstuk 2 werd gevonden dat de bestrijding van spint met *T. montdorensis* bij hoge RV beter was dan bij *A. swirskii*. In deze proef was deze betere bestrijding alleen te zien in de eerste weken van het experiment, maar dat heeft er mogelijk wel toe bijgedragen dat de combinatie *T. montdorensis* en *N. californicus* beter uitpakt voor de bestrijding van spint dan de combinatie *A. swirskii* en *N. californicus*.

5 Aanbevelingen

Voor de bestrijding van spint blijven de bekende roofmijten *P. persimilis* en *N. californicus* zeer belangrijk. Beide roofmijten blijken ook bij lage luchtvochtigheden hun werk goed te doen. Recent is gevonden dat *P. persimilis* veel beter tegen lage luchtvochtigheden kan wanneer de luchtvochtigheid fluctueert (Le Hesran *et al.* 2019). Nog interessanter is dat de roofmijt behoorlijk flexibel is (maternale fenotypische plasticiteit). Vrouwtjes die onder droge omstandigheden leven leggen grotere eieren die waarschijnlijk meer water bevatten en beter tegen droogte kunnen. Het is goed mogelijk dat dit soort mechanismen ook voorkomen bij *N. californicus* en dat de roofmijten zich veel beter weten te weren tegen droogte dan we tot nu toe dachten.

Waarom is spintbestrijding dan nog steeds zo lastig bij lage RV? Een belangrijke reden kan zijn dat spint zich beter ontwikkelt bij lage dan hogere luchtvochtigheid, zoals aangetoond in hoofdstuk 2 van deze studie. Al in de jaren vijftig vorige eeuw is dit fenomeen al aangetoond bij andere spintsoorten (Boudreaux 1958). Om tot een betere bestrijding van spint te komen kunnen we een aantal praktische adviezen ter overweging meegeven:

- Compenseer lage RV gedurende de dag met een wat hogere RV in de nacht.
- Indien mogelijk met luchtbevochtigers de RV in droge periode hoger te houden.
- Zet *N. californicus* preventief in en voer eventueel bij met de voermijten *L. destructor*, *T. entomophagus* of *C. lactis*.
- Wees bedacht op mogelijke negatieve effecten van *A. swirskii* op *N. californicus*.

Literatuur

- Boudreaux, H. B. 1958.
The effect of relative humidity on egg-laying hatching, and survival in various spider mites. *Journal of Insect Physiology* **2**:65-72.
- Buitenhuis, R., L. Shipp, and C. Scott-Dupree. 2010.
Intra-guild vs extra-guild prey: effect on predator fitness and preference of *Amblyseius swirskii* (Athias-Henriot) and *Neoseiulus cucumeris* (Oudemans) (Acari: Phytoseiidae). *Bulletin of Entomological Research* **100**:167-173.
- Croft, B. A., R. H. Messing, J. E. Dunley, and W. B. Strong. 1993.
Effects of humidity on eggs and immatures of *Neoseiulus fallacis*, *Amblyseius andersoni*, *Metaseiulus occidentalis* and *Typhlodromus pyri* (Phytoseiidae) - implications for biological-control on apple, cranberry, strawberry and hop. *Experimental & Applied Acarology* **17**:451-459.
- Ferrero, M., C. Gigot, M. S. Tixier, Y. M. v. Houten, and S. Kreiter. 2010.
Egg hatching response to a range of air humidities for six species of predatory mites. *Entomologia Experimentalis Et Applicata* **135**:237-244.
- Guo, Y. W., J. L. Lv, X. H. Jiang, B. M. Wang, Y. L. Gao, E. D. Wang, and X. N. Xu. 2016.
Intraguild predation between *Amblyseius swirskii* and two native Chinese predatory mite species and their development on intraguild prey. *Scientific Reports* **6**:7.
- Le Hesran, S., T. Groot, M. Knapp, T. Bukovinszky, T. Forestier, and M. Dicke. 2019.
Phenotypic variation in egg survival in the predatory mite *Phytoseiulus persimilis* under dry conditions. *Biological Control* **130**:88-94.
- Maleknia, B., Y. Fathipour, and M. Soufbaf. 2016.
Intraguild predation among three phytoseiid species, *Neoseiulus barkeri*, *Phytoseiulus persimilis* and *Amblyseius swirskii*. *Systematic and Applied Acarology* **21**:417-426.
- McMurtry, J. A., G. J. De Moraes, and N. F. Sourassou. 2013.
Revision of the lifestyles of phytoseiid mites (Acari: Phytoseiidae) and implications for biological control strategies. *Systematic and Applied Acarology* **18**:297-320.
- Messelink, G. J., J. Bennison, O. Alomar, B. L. Ingegno, L. Tavella, L. Shipp, E. Palevsky, and F. L. Wäckers. 2014.
Approaches to conserving natural enemy populations in greenhouse crops: current methods and future prospects. *BioControl* **59**:377-393.
- Messelink, G. J., R. Van Maanen, R. Van Holstein-Saj, M. W. Sabelis, and A. Janssen. 2010.
Pest species diversity enhances control of spider mites and whiteflies by a generalist phytoseiid predator. *BioControl* **55**:387-398.
- Messelink, G. J., R. van Maanen, S. E. F. van Steenpaal, and A. Janssen. 2008.
Biological control of thrips and whiteflies by a shared predator: Two pests are better than one. *Biological Control* **44**:372-379.
- Pascua, M. S., M. Rocca, N. Greco, and P. De Clercq. 2020.
Typha angustifolia L. pollen as an alternative food for the predatory mite *Neoseiulus californicus* (McGregor) (Acari: Phytoseiidae). *Systematic and Applied Acarology* **25**:51-62.
- Pirayeshfar, F., S. A. Safavi, H. R. Sarraf Moayeri, and G. J. Messelink. 2020.
The potential of highly nutritious frozen stages of *Tyrophagus putrescentiae* as a supplemental food source for the predatory mite *Amblyseius swirskii*. *Biocontrol Science and Technology* **30**:403-417.
- Steiner, M. Y., S. Goodwin, T. M. Wellham, I. M. Barchia, and L. J. Spohr. 2003a.
Biological studies of the Australian predatory mite *Typhlodromalus lailae* (Schicha) (Acari : Phytoseiidae). *Australian Journal of Entomology* **42**:131-137.
- Steiner, M. Y., S. Goodwin, T. M. Wellham, I. M. Barchia, and L. J. Spohr. 2003b.
Biological studies of the Australian predatory mite *Typhlodromips montdorensis* (Schicha) (Acari : Phytoseiidae), a potential biocontrol agent for western flower thrips, *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera : Thripidae). *Australian Journal of Entomology* **42**:124-130.
- Walzer, A., M. Castagnoli, S. Simoni, M. Liguori, E. Palevsky, and P. Schausberger. 2007.
Intraspecific variation in humidity susceptibility of the predatory mite *Neoseiulus californicus*: Survival, development and reproduction. *Biological Control* **41**:42-52.

Williams, M. E. D., L. Kravar-Garde, J. S. Fenlon, and K. D. Sunderland. 2004.

Phytoseiid mites in protected crops: the effect of humidity and food availability on egg hatch and adult life span of *Iphiseius degenerans*, *Neoseiulus cucumeris*, *N. californicus* and *Phytoseiulus persimilis* (Acari : Phytoseiidae). *Experimental and Applied Acarology* 32:1-13.

To explore
the potential
of nature to
improve the
quality of life



Wageningen University & Research,
BU Glastuinbouw
Postbus 20
2665 ZG Bleiswijk
Violierenweg 1
2665 MV Bleiswijk
T +31 (0)317 48 56 06
www.wur.nl/glastuinbouw

Rapport WPR-1165

De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen Wageningen University en gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 6.800 medewerkers (6.000 fte) en 12.900 studenten behoort Wageningen University & Research wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.