



Invloed van gewas, klimaat en licht op biologische bestrijding met roofmijten

Literatuurstudie en temperatuurproeven

Gerben Messelink, Laxmi Kok en Renata van Holstein-Saj

Rapport GTB-1332

Referaat

Roofmijten van de familie Phytoseiidae zijn in veel gewassen van enorm belang voor de biologische plaagbestrijding van trips, witte vlieg en spint in de glastuinbouw. Inmiddels zijn er 9 soorten commercieel beschikbaar. Het doel van dit onderzoek was om de invloed van het gewas, klimaat en licht op biologische bestrijding met roofmijten op een rij te zetten met beschikbare kennis vanuit literatuur en door een aantal aanvullende laboratoriumproeven. Dit zal hopelijk helpen om een onderbouwd advies te kunnen geven over de inzet van roofmijten in de glastuinbouw. Er zijn duidelijke verschillen tussen roofmijtsoorten gevonden in gevoeligheid voor lage luchtvochtigheid, lage temperaturen, affiniteit met gewassen en effectiviteit in plaagbestrijding.

Abstract

Predatory mites of the family Phytoseiidae are very important for biological control of thrips, whiteflies and spider mites in greenhouse crops. Nowadays, there are 9 species of generalist predatory mites commercially available. The purpose of this study was to collect data both from literature and additional laboratory trials about effects of crop, climate and light on biological control by predatory mites. This will hopefully help to give sound advice about the use of predatory mites in greenhouse crops. We found clear differences in performance at lower humidity and temperature levels, suitability for crops and efficacy in pest control.

Rapportgegevens

Rapport GTB-1332

Projectnummer: 3242144000

PT nummer: 14683

Disclaimer

© 2014 Wageningen UR Glastuinbouw (instituut binnen de rechtspersoon Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek), Postbus 20, 2665 MV Bleiswijk, Violierenweg 1, 2665 MV Bleiswijk, T 0317 48 56 06, F 010 522 51 93, E glastuinbouw@wur.nl, www.wageningenUR.nl/glastuinbouw. Wageningen UR Glastuinbouw.

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

Adresgegevens

Wageningen UR Glastuinbouw

Postbus 20, 2665 ZG Bleiswijk

Violierenweg 1, 2665 MV Bleiswijk

T +31 (0)317 48 56 06

F +31 (0)10 522 51 93

Inhoud

	Samenvatting	5
1	Inleiding	7
2	Literatuurstudie	9
	2.1 Opzet en afbakening	9
	2.2 Effecten van temperatuur	9
	2.3 Effecten van vocht	11
	2.4 Effecten van licht	12
	2.5 Effecten van prooien en gewas	12
	2.6 Conclusies	15
3	Ontwikkeling en activiteit bij lage temperaturen	17
	3.1 Inleiding	17
	3.2 Materiaal en methoden	17
	3.3 Resultaten	18
	3.4 Conclusies en discussie	19
4	Literatuur	21

Samenvatting

Roofmijten van de familie Phytoseiidae zijn in veel gewassen van enorm belang voor de biologische plaagbestrijding van trips, witte vlieg en spint. Inmiddels zijn er 9 soorten commercieel beschikbaar. Het doel van dit onderzoek was om de invloed van het gewas, klimaat en licht op biologische bestrijding met roofmijten op een rij te zetten met beschikbare kennis vanuit literatuur en een aantal aanvullende laboratoriumproeven, om daarmee uiteindelijk een beter advies te kunnen geven over de inzet van roofmijten in de glastuinbouw. Dit heeft de volgende inzichten opgeleverd:

- Bij 25°C zijn de verschillen in ontwikkelingssnelheid tussen de roofmijtsoorten niet zo groot. Gemiddeld duurt de ontwikkeling van ei tot adult dan 6-7 dagen.
- Alle geteste roofmijtsoorten kunnen zich prima ontwikkelen bij 15°C, maar bij 10°C niet meer. Dus de ondergrenstemperatuur voor populatieontwikkeling ligt tussen de 10 en 15 graden.
- Bij 15°C is de ontwikkelingsduur van ei tot adult bij *A. swirskii* en *I. degenerans* ongeveer een week trager dan bij de andere geteste roofmijtsoorten. De inheemse soorten *A. andersoni*, *N. cucumeris* en de soort *T. montdorensis* blijven het langst actief bij dalende temperaturen. *Euseius ovalis* en *E. gallicus* stoppen het snelst met lopen bij dalende temperaturen. Op basis daarvan lijken de soorten *N. cucumeris*, *A. andersoni*, *T. montdorensis* en *A. limonicus* de beste soorten om in te zetten bij teelten met lage temperaturen, omdat ze zich het snelst ontwikkelden bij 15°C en het langst actief bleven bij dalende temperaturen. De soorten *A. swirskii*, *I. degenerans* en *E. ovalis* lijken minder geschikt om in te zetten in teelten met lage temperaturen. Bij *E. gallicus* werd een tegenstrijdigheid gevonden. De soort ontwikkelde zich relatief snel bij 15°C, maar stopte eerder met lopen bij dalende temperaturen dan de meeste andere roofmijten. Dus het is nog onduidelijk hoe deze soort zich handhaaft bij lage temperaturen in gewassen.
- Bij 7 van de 9 commercieel beschikbare roofmijtsoorten is de gevoeligheid voor lagere luchtvochtigheid bekend. De meest droogtegevoelige soorten zijn *A. limonicus* en *T. montdorensis* en de meest ongevoelige soort is *I. degenerans*.
- Er is weinig literatuur te vinden over de effecten van licht op roofmijten. Bij één studie werd gevonden dat niet zozeer de lichtperiode, maar wel de lichtintensiteit een effect heeft op eileg. Deze was bij *N. cucumeris* lager bij lagere lichtintensiteit.
- Het is lastig om op basis van eerdere proeven met roofmijten in verschillende gewassen concrete voorspellingen te doen over prestaties in andere gewassen, omdat de presentaties altijd het resultaat zijn van effecten van een combinatie van factoren, zoals het type prooi, de klimaatomstandigheden en de gewaseigenschappen. Toch is er een aantal patronen te ontdekken:
 - De soorten *A. swirskii*, *E. ovalis* en *A. limonicus* zijn de meeste effectieve predatoren van witte vlieg
 - De soorten *I. degenerans* en *E. ovalis* lijken veel voordeel te hebben bij de aanwezigheid van nectar (inclusief extraflorale nectar) en stuifmeel en het is aannemelijk dat ze goed presteren in gewassen die hierin voorzien.
 - De roofmijt *T. montdorensis* lijkt het goed te doen op sterk behaarde planten. Op planten met gladde bladeren is er nog geen soort die er duidelijk beter presteert dan anderen.

1 Inleiding

Roofmijten van de familie phytoseiidae zijn in veel gewassen van enorm belang voor de biologische plaagbestrijding van trips, witte vlieg en spint. Naast de specialistische spintbestrijders *Phytoseiulus persimilis* en *Neoseiulus californicus* worden diverse generalistische soorten ingezet. Momenteel zijn er 9 soorten commercieel beschikbaar:

- *Amblyseius andersoni*.
- *Amblydromalus limonicus*.
- *Amblyseius swirskii*.
- *Euseius gallicus*.
- *Euseius ovalis*.
- *Iphiseius degenerans*.
- *Neoseiulus barkeri*.
- *Neoseiulus cucumeris*.
- *Transeius montdorensis*.

Tijdens de loop van dit project is de soort *Euseius gallicus* op de markt gekomen, waar nog relatief weinig van bekend is. In veel kasproeven zijn en worden nog steeds verschillende roofmijten getest. Dit is belangrijk om te bepalen met welk gewas de roofmijten affiniteit hebben. Door de variatie in het aanbod van roofmijten is het mogelijk om per gewasgroep de meeste geschikte soort te kiezen. Het verwarrende bij deze evaluaties is dat de resultaten variëren. Het lijkt erop dat niet alleen het gewas en de prooien in dat gewas, maar dat ook de teeltomstandigheden van invloed zijn op de resultaten met roofmijten. Het is moeilijk aan te geven welke roofmijt het meest geschikt is voor welke omstandigheden, omdat de kennis over de eigenschappen van roofmijten ontbreekt of is opgeslagen in verschillende publicaties die niet altijd toegankelijk zijn voor telers en voorlichters.

Het doel van dit onderzoek was is om de belangrijkste kennis over eigenschappen van generalistische roofmijten in kaart te brengen, om daarmee een beter advies te kunnen geven over de inzet van roofmijten in de glastuinbouw. Dit werk kan ondersteunend zijn aan verschillende projecten waar de effectiviteit van roofmijten in gewassen worden vergeleken. Dit zal hopelijk leiden tot effectievere biologische bestrijdingsprogramma's of in sommige teelten een verlenging van de periode waarin biologische bestrijding effectief kan worden toegepast.

Het onderzoek was opgedeeld in 2 fases: (1) een literatuurstudie om de bestaande kennis over roofmijten in relatie tot effecten klimaat, licht en planteigenschappen op een rij te zetten en (2) laboratoriumtesten om de effecten van lage temperaturen op de activiteit van roofmijten te bepalen.

2 Literatuurstudie

2.1 Opzet en afbakening

In de literatuur is gekeken welke eigenschappen van 8 commercieel beschikbare roofmijten bekend zijn. *Euseius gallicus* is in dit onderzoek niet meegenomen, omdat van deze soort tijdens de looptijd van dit project op de markt kwam en er nog geen literatuur over deze soort beschikbaar is. Bij het literatuuronderzoek is gekeken naar effecten van klimaat (vocht en temperatuur), licht, gewas en prooi. Met deze studie kan worden aangegeven welke kennis nog ontbreekt om tot een goed advies te komen over de inzet van deze roofmijten in de glastuinbouw. Verder wordt met deze studie geprobeerd om patronen te herkennen in de effectiviteit van roofmijten in relatie tot gewaseigenschappen en klimaatomstandigheden.

2.2 Effecten van temperatuur

Temperatuur bepaalt voor een belangrijke mate de snelheid waarmee roofmijten zich kunnen ontwikkelen. Voor alle 8 commerciële soorten is bekend wat de ontwikkelingsduur en eileg is bij 25 °C, maar het is meestal niet onderzocht wat dit is bij lagere temperaturen (Tabel 2.1 en 2.2). Bij 25 °C zijn er verschillen tussen de soorten, maar er zijn ook verschillen tussen de studies. Dit is meestal getest op een dieet van stuifmeel (pollen) of trips en een enkele keer op wittevlies. Voor teelten met lagere temperaturen is het belangrijk te weten hoe roofmijten zich gedragen onder deze omstandigheden. Bij 15°C is alleen voor *A. swirskii*, *T. montdorensis* en *N. barkeri* bekend wat de ontwikkelingstijd is (Tabel 2.1). Recentelijk is een methode ontwikkeld waarbij bepaald kan worden wat de laagste temperatuur is waarbij roofmijten nog bewegen, de zogenaamde "chill coma" temperatuur (Hazel *et al.* 2008). Waar deze temperatuurgrens bij de verschillende roofmijten ligt is niet bekend. Alleen voor de roofmijt *A. swirskii* is dit gepubliceerd, en de ondergrens voor deze mijt ligt bij 3.4°C voor roofmijten die gewend waren aan lage temperaturen door ze voor 3 dagen bij 10 graden Celsius te plaatsen (Allen, 2009). Deze ondergrenstemperatuur voor beweging is mogelijk een goede indicatie voor de prestaties van roofmijten bij lage temperaturen. Door de chill-coma-temperatuur van verschillende mijten vast te stellen, kan mogelijk bepaald worden welke roofmijten het meest geschikt zijn voor lagere temperaturen. Er zijn duidelijke aanwijzingen dat er grote verschillen zijn. Zo is bij een koude teelt van *Poinsettia* (14/16 °C) gevonden dat *A. swirskii* veel slechter presteerde dan *E. ovalis*, terwijl het bij hogere temperaturen (18/21 °C) het juist andersom was (Pijnakker *et al.* 2008a).

Sinds een aantal jaren zijn veel landen met eisen gekomen voor registratie van nieuwe natuurlijke vijanden. Een belangrijke voorwaarde is vaak dat de exotische natuurlijke vijand zich niet kan vestigen buiten de kassen. De tolerantie voor lage temperaturen zal bij veel nieuwe roofmijtsoorten een belangrijke vraag zijn. Maar daarbij gaat het meer om extreme omstandigheden, "kunnen ze de winter overleven?" en niet zozeer over activiteit bij lage temperaturen in gewassen. Voor *A. swirskii* is recent uitgezocht wat de overleving onder Engelse winteromstandigheden is (Allen, 2009). Bij temperaturen onder nul stierven de mijten zeer snel en bij 5°C was de overleving maximaal 8 dagen.

Tabel 2.1

Ontwikkelingssnelheden van roofmijten op verschillende diëten en bij verschillende temperaturen. Bij trips gaat het om de Californische trips *Frankliniella occidentalis* en bij wittevlies om kaswittevlies, *Trialetrodes vaporariorum*. De pollensoorten in de verschillende studies komen van diverse plantensoorten.

roofmijtsoort	dieet	ontwikkelingssnelheid (ei-adult, dagen)						bron
		15	18	20	22	25	26-27	
<i>A. andersoni</i>	pollen						4.57	Dusco & Camporese, 1991
<i>A. andersoni</i>	trips					6.6		Sengonca <i>et al.</i> 2004
<i>A. swirskii</i>	pollen	24.1	20.4	12.8		6.2 8.3		Park <i>et al.</i> 2011 Allen, 2009
<i>A. swirskii</i>	witte vlieg					6-9		Messelink <i>et al.</i> 2008
<i>A. swirskii</i>	trips					6.3 - 7.76		Wimmer <i>et al.</i> 2008, Messelink <i>et al.</i> 2008, Buitenhuis <i>et al.</i> 2010
<i>A. swirskii</i>	mix trips- witte vlieg					6-7		Messelink <i>et al.</i> , 2008
<i>E. ovalis</i>	pollen					4-5, 5.2		Shih <i>et al.</i> 1993, Manjunatha <i>et al.</i> 2001
<i>A. limonicus</i>	pollen					6		Steiner <i>et al.</i> 2003a
<i>A. limonicus</i>	witte vlieg							
<i>A. limonicus</i>	trips							
<i>E. ovalis</i>	witte vlieg							
<i>E. ovalis</i>	trips							
<i>I. degenerans</i>	pollen					7.31- 7.99		van Rijn & Tanigoshi, 1999
<i>I. degenerans</i>	trips					5.6		Sengonca <i>et al.</i> 2004
<i>N. barkeri</i>	pollen							
<i>N. barkeri</i>	trips	23.1		9		6		Baier & Karg, 1992
<i>N. cucumeris</i>	pollen							
<i>N. cucumeris</i>	trips					7.6		Buitenhuis <i>et al.</i> 2010
<i>T. montdorensis</i>	pollen	22.1		12.9		7-7.5	6.30	Steiner <i>et al.</i> 2003b; Hatherly <i>et al.</i> 2004
<i>T. montdorensis</i>	witte vlieg							
<i>T. montdorensis</i>	trips							

Tabel 2.2

Ovipositiesnelheid (eileg) van roofmijten bij verschillende temperaturen en op verschillende diëten. Bij trips gaat het om de Californische trips *Frankliniella occidentalis* en bij wittevlieg om kaswittevlieg, *Trialeurodes vaporariorum*. De pollensoorten in de verschillende studies komen van diverse plantensoorten.

roofmijtsoort	dieet	eileg (aantal/dag)					bron
		15	18	20	22	25	
<i>A. andersoni</i>	pollen						1.38 Dusco & Camporese, 1991
<i>A. andersoni</i>	trips						
<i>A. swirskii</i>	pollen					1.6	
<i>A. swirskii</i>	witte vlieg					2.0	Messelink <i>et al.</i> 2008
<i>A. swirskii</i>	trips					1.4-2.2	Messelink <i>et al.</i> 2008 Buitenhuis <i>et al.</i> 2010
<i>A. swirskii</i>	mix trips- witte vlieg					2.0	Messelink <i>et al.</i> 2008
<i>E. ovalis</i>	pollen					1.9	Shih <i>et al.</i> 1993,
<i>A. limonicus</i>	pollen					1.4/3.7	van Houten <i>et al.</i> 1995 Steiner <i>et al.</i> 2003a
<i>A. limonicus</i>	witte vlieg						
<i>A. limonicus</i>	trips					3.2	van Houten <i>et al.</i> 1995
<i>E. ovalis</i>	witte vlieg						
<i>E. ovalis</i>	trips						
<i>I. degenerans</i>	pollen					1.4- /2.3	van Rijn & Tanigoshi, 1999, van Houten <i>et al.</i> 1995
<i>I. degenerans</i>	trips					1.3/1.4	van Houten <i>et al.</i> 1995, Vantornhout <i>et al.</i> 2005,
<i>N. barkeri</i>	pollen					2.4	van Houten <i>et al.</i> 1995
<i>N. barkeri</i>	trips					1.5	van Houten <i>et al.</i> 1995
<i>N. cucumeris</i>	pollen					2.3	van Rijn & Tanigoshi, 1999
<i>N. cucumeris</i>	trips					2.0-2.2	van Houten <i>et al.</i> 1995 Buitenhuis <i>et al.</i> 2010
<i>T. montdorensis</i>	pollen					1.7	Steiner <i>et al.</i> , 2003b
<i>T. montdorensis</i>	witte vlieg						
<i>T. montdorensis</i>	trips						

2.3 Effecten van vocht

Het effect van vocht op roofmijten kan op verschillende manieren gemeten worden, bijvoorbeeld door te kijken bij wat de sterfte of ontwikkelingssnelheid is bij eieren, nimfen of volwassen roofmijten. Een algemene maat voor het vergelijken van de gevoeligheid voor droogte van roofmijten is het vaststellen van de LH50, wat staat voor Lethal Humidity 50; de luchtvochtigheid waarbij 50 procent van de eieren niet meer uitkomt en sterft. Dit getal wordt bepaald op basis van metingen bij verschillende luchtvochtigheden en een regressie tussen de bijbehorende mortaliteitswaarden. Tabel 2.3 geeft de waarden weer op basis van literatuur. Over het algemeen liggen de waarden dicht bij elkaar. De meest droogtegevoelige soorten zijn *A. limonicus* en *T. montdorensis* en de meest ongevoelige soort is *I. degenerans*.

Tabel 2.3

Ondergrens van luchtvochtigheid waarbij 50% van de roofmijteieren dood gaan (LH50).

roofmijtsoort	temperatuur bij test (°C)	ondergrens luchtvochtigheid (%)	bron
<i>A. andersoni</i>	20	62	Croft <i>et al.</i>
<i>A. limonicus</i>	25	71	Steiner <i>et al.</i> 2003a
<i>A. swirskii</i>	25	63	Ferrero <i>et al.</i> 2010
<i>E. ovalis</i>	25	<62%	Pijnakker & Leman, 2010
<i>I. degenerans</i>	20	56	Williams <i>et al.</i> 2004
<i>N. barkeri</i>	?	?	
<i>N. cucumeris</i>	20	64	Williams <i>et al.</i> 2004
<i>T. montdorensis</i>	25	71	Steiner <i>et al.</i> 2003b

2.4 Effecten van licht

Er is weinig literatuur te vinden over de effecten van licht op roofmijten. Een aantal studies dat over licht gaat behandelt vooral de vraag of roofmijten al dan niet in diapauze (winterrust) gaan (bijv. van Houten & Veenendaal, 1990; van Houten *et al.* 1995), echter, de soorten die nu worden gebruikt zijn allemaal diapauzevrij. Bij één studie is naar effecten van lichtduur en lichtintensiteit gekeken op de roofmijt *N. cucumeris* (Zilahl-Balogh *et al.* 2007). In deze studie bleek dat zowel de lichtduur (aantal uren per dag) en lichtintensiteit géén effect hadden op het aantal tripsen dat roofmijten vangen. Wel bleek dat de roofmijten mindere eieren leggen bij lagere lichtintensiteit, wat kan verklaren waarom de roofmijten minder snel in aantal toenemen in de winterperiode (Zilahl-Balogh *et al.* 2007).

2.5 Effecten van prooien en gewas

De afgelopen 7 jaar is in een groot aantal gewassen een aantal soorten roofmijten vergeleken voor de bestrijding van trips, wittevlieg en spint (Tabel 2.4). In sommige gewassen doen veel roofmijten het goed zoals, paprika, komkommer en aubergine, maar in andere gewassen zoals tomaat en chrysant weer niet. Per gewas zijn er verschillen. Op komkommer doet *A. limonicus* het erg goed en op roos *E. ovalis*. De verschillen tussen gewassen kunnen te maken hebben met de gevoeligheid voor secundaire plantmetabolieten die via de prooi worden opgenomen (bijv. chrysant, tomaat), klierharen of met verschillen in microklimaat, of de aanwezigheid van stuifmeel (paprika, aardbei). Per proef zijn er mogelijk ook verschillen, omdat de effecten afhankelijk kunnen zijn van de klimaatomstandigheden tijdens zo'n proef.

Door de combinaties van verschillende factoren (prooi, klimaat, gewas) is het lastig om heel duidelijke patronen te ontdekken in de prestaties van de verschillende roofmijten. Toch is er een aantal trends te zien. Voor de bestrijding van wittevlies springen *A. swirskii*, *E. ovalis* en *A. limonicus* er vaak uit. Dit zijn in ieder geval geschikte wittevliespredatoren. Een andere trend is dat roofmijten van het genus *Euseius* en *Iphiseius* zich goed vestigen in gewassen met voedsel van planten. Dit worden de zogenaamde type 4 predatoren genoemd (McMurtry & Croft, 1997). Van de 8 commercieel beschikbare roofmijten vallen *I. degenerans* en *E. ovalis* in deze groep. Beiden presteren erg goed in paprika waar de bloemen veel stuifmeel en nectar produceren. *Euseius ovalis* doet het opvallend goed in roos. Mogelijk dat deze roofmijten veel voordeel hebben bij de extraflorale nectar (Figuur 2.1). Verder is recent bekend geworden dat deze soorten ook van plantsap kunnen leven (Adar *et al.* 2012). Het is dus te verwachten dat planten met stuifmeel, nectar en geschikt zijn voor deze roofmijten. Van gewassen waar roofmijten in zijn getest, is aubergine de meest harige. Uit een recente studie bleek dat de roofmijten *A. swirskii*, *A. limonicus* en *T. montdorensis* allemaal goed presteren in dit gewas, maar *T. montdorensis* leek zich het sterkst te ontwikkelen (Messelink *et al.* 2012). Mogelijk dat in andere gewassen met veel bladbehaving deze soort het ook goed doet. Andersom kunnen op planten met weinig bladbehaving sommige soorten het beter doen dan anderen. Bij de soorten die getest zijn op anthurium, kwam er niet echt een soort duidelijk naar voren als beste kandidaat (van der Linden *et al.* 2009). Veel roofmijten hebben plantharen nodig om hun eieren in af te zetten. Paprikabladd heeft zogenaamde "domatia" waar roofmijten graag schuilen en eieren afzetten (Figuur 2.2). Mogelijk kan het ontbreken van bladharen verholpen worden met kunstmatig aangebrachte vezelstructuren (Loughner *et al.* 2011).



Figuur 2.1 Extraflorale nectar bij de schubbladeren van roos (cv Red Naomi).



Figuur 2.2 Domatium voor roofmijten op een paprikabladd bij de kruising van twee bladaders.

Tabel 2.4

Vestiging van roofmijten bij verschillende gewas-plaag combinaties. ? = onbekend, - = slecht, +/- = matig, + is goed, ++ is uitstekend.

gewas-plaag combinatie	Aa	Al	As	Eo	Id	Nb	Nc	Tm	bron
Cal. trips aardbei		+	+						Hoogerbrugge <i>et al.</i> 2011b
Cal. trips anthurium	+	-	+	+	?	-	-	?	van der Linden, unpublished
Cal. trips aubergine	?	++	++	+/-	+/-	?	+/-	?	Messelink & de Groot, 2005
Cal. trips chryasant	?	?	+/-	?	?	?	+/-	?	Beerling <i>et al.</i> 2008
Cal. trips komkommer	?	++	++	+	+/-	-	+/-	?	Messelink <i>et al.</i> 2005, 2006
Cal. trips paprika	+	?	++	?	++	?	+	?	Bolckmans <i>et al.</i> 2005
Cal. trips potanthurium	+	?	+	+	?	-	-	?	van der Linden <i>et al.</i> 2011
Cal. trips roos	+/-	++	+	+	?	?	+/-	+/-	Pijnakker & Ramakers, 2008; Pijnakker & Leman, 2011
Orchideetrips snijanthurium	+/-	-	+	+	?	-	-	?	Pijnakker <i>et al.</i> 2007
kaswittevlieg aardbei	?	++	+						Hoogerbrugge <i>et al.</i> 2011b
kaswittevlieg komkommer	?	++	++	+	?	?	-	?	Messelink <i>et al.</i> 2005
kaswittevlieg gerbera	+/-	?	+	+/-	?	-	?	?	Pijnakker <i>et al.</i> 2006
tabakswittevlieg paprika									
tabakswittevlieg poinsettia	?	?	+	+	?	?	?	?	Pijnakker <i>et al.</i> 2008a
kaswittevlieg roos	-	++	+	++	?	?	-	+/-	Hoogerbrugge <i>et al.</i> 2011a , Pijnakker <i>et al.</i> 2008b.
kaswittevlieg tomaat	?	+/-	-	-	?	?	-	+/-	Messelink <i>et al.</i> 2010
spint komkommer	?	?	+/-	?	?	?	?	?	Messelink <i>et al.</i> 2010
spint roos	+/-	+/-	+/-	-	?	?	-		
spint chryasant	?	?	+	?	?	?	+	?	Beerling <i>et al.</i> 2008
mix plagen aubergine		++	++					++	Messelink <i>et al.</i> 2011

Aa = *A. andersoni*, Al = *A. limonicus*, As = *A. swirskii*, Eo = *E. ovalis*, Id = *I. degenerans*, Nb = *N. barkeri*, Nc = *N. cucumeris*, Tm. = *T. montdorensis*.

2.6 Conclusies

- Roofmijten verschillen in hun ontwikkeling en eileg bij dezelfde temperaturen. Het is nauwelijks bekend wat deze verschillen zijn bij lagere temperaturen. In literatuur zijn alleen gegevens te vinden van de soorten *A. swirskii* en *T. montdorensis*
- Het bepalen van de "chill-coma-temperatuur" lijkt een goede methode om de activiteit bij lagere temperaturen tussen roofmijtsoorten te vergelijken. Deze waarde is tot nu toe alleen bekend van de roofmijt *A. swirskii*.
- Bij 7 van de 9 commercieel beschikbare roofmijtsoorten is de gevoeligheid voor lagere luchtvochtigheid bekend. De LH50, wat staat voor Lethal Humidity 50; de luchtvochtigheid waarbij 50 procent van de eieren niet meer uitkomt en sterft, is een goede maat voor droogtegevoeligheid. De meest droogtegevoelige soorten zijn *A. limonicus* en *T. montdorensis* en de meest ongevoelige soort is *I. degenerans*.
- Er is weinig literatuur te vinden over de effecten van licht op roofmijten. Bij één studie werd gevonden dat niet zozeer de lichtperiode, maar wel de lichtintensiteit een effect heeft op eileg. Deze was bij *N. cucumeris* lager bij lagere lichtintensiteit.
- Het is lastig om op basis van eerdere proeven met roofmijten in verschillende gewassen concrete voorspellingen te doen over prestaties in andere gewassen, omdat de presentaties altijd het resultaat zijn van effecten van een combinatie van factoren, zoals het type prooi, de klimaatomstandigheden en de gewaseigenschappen. Toch is er een aantal patronen te ontdekken:
 - De soorten *A. swirskii*, *E. ovalis* en *A. limonicus* zijn de meeste effectieve predatoren van wittevlies
 - De soorten *I. degenerans* en *E. ovalis* lijken veel voordeel te hebben bij de aanwezigheid van nectar (inclusief extraflorale nectar) en stuifmeel en het is aannemelijk dat ze goed presteren in gewassen die hierin voorzien of worden voorzien.
 - De roofmijt *T. montdorensis* lijkt het goed te doen op sterk behaarde planten. Op planten met gladde bladeren is er nog geen soort die er duidelijk beter presteert dan anderen.

3 Ontwikkeling en activiteit bij lage temperaturen

3.1 Inleiding

Het functioneren van roofmijten onder verschillende klimaatomstandigheden kan het beste beoordeeld worden door te kijken naar de populatiegroei van roofmijten. Dit geeft aan hoe snel roofmijten kunnen reageren op een besmetting van plagen. Daarvoor zijn ontwikkelingssnelheid, eileg en mortaliteit (sterfte) de belangrijkste factoren. Naast populatiegroei is het goed te weten bij welke grenswaarden voor temperatuur roofmijten nog actief zijn. Dit geeft bijvoorbeeld aan of een gevestigde populatie in een koudere periode nog effect op plagen kan hebben. Voor dit onderzoek is bij 7 van de 9 commercieel beschikbare soorten roofmijten de ontwikkelingstijd bij 15 °C bepaald en bij 8 soorten is de ondergrenstemperatuur voor loopactiviteit bepaald. Er is besloten om de soort *N. barkeri* niet te betrekken in dit onderzoek, omdat deze momenteel nauwelijks wordt gebruikt.

3.2 Materiaal en methoden

De roofmijten die in dit onderzoek zijn getest hadden de volgende herkomst:

- *A. limonicus*, *A. swirskii* en *N. cucumeris*: Koppert Biological Systems.
- *A. andersoni*, *E. gallicus* en *I. degenerans*: Biobest NV.
- *E. ovalis* en *T. montdorensis*: Syngenta Bioline.

Al deze roofmijten werden gekweekt op stuifmeel van de lisdodde, *Typha latifolia* in klimaatcellen bij Wageningen UR Glastuinbouw bij 25°C, 16/8 L/D, en 70% RV. De ontwikkelingstijd werd gemeten in kleine cupjes met wateragar en daarop een bladponsjes van paprika (diameter 2 cm). Eieren van maximaal 24 uur oud werden individueel op deze ponsjes geplaatst. Om de 2 of 3 dagen is gekeken wat of de roofmijten het volwassen stadium hadden bereikt door het aantal vervellingshuidjes in de gaten te houden. Verder is bij ieder soort bepaald of eieren nog uitkwamen bij 10°C.

Voor het bepalen van de ondergrenstemperatuur voor loopactiviteit is gebruik gemaakt van een JulaboF25 koelmachine, die koelwater tot op 1/100 nauwkeurig kan verwarmen of koelen (Fig. 3.1). De methode is vergelijkbaar met die van Hazel *et al.* (2008). Koelwater werd door een aluminium blokje geleid met daarin een temperatuursensor die de temperatuur meet. Met de koelmachine werd een temperatuurprogramma gedraaid waarbij de temperatuur van 20 tot 10 graden zakte in 20 minuten met 0.5 graden/minuut. Vervolgens zakte de temperatuur langzamer met 0.25 graad/minuut tot -5 °C. Met dezelfde snelheid ging de temperatuur weer omhoog tot 10 graden en daarna weer naar 20 met 0.5 graad/minuut. Het blok met de roofmijten werd geplaatst onder een microscoop met digitale camera waarmee time-lapse-foto's om de minuut werden gemaakt. Met behulp van deze foto's werd bepaald op welk tijdstip en bij welke temperatuur de mijten stopten met lopen. De temperatuur waarbij de laatste roofmijt liep werd als ondergrens gezien. Lopen werd gedefinieerd als een verplaatsing van een roofmijt van minimaal een halve lichaamslengte per minuut. Per keer zijn 20 roofmijten van een soort getest bestaande uit een mix van deutonimfen en adulten. Per roofmijtsoort werd minimaal 3x een programma gedraaid met telkens een nieuwe groep van 20 mijten.



Fig. 3.1. Koelmachine en koelblok die zijn gebruikt voor het meten van loopactiviteit bij roofmijten.

3.3 Resultaten

Bij geen enkele roofmijt werd waargenomen dat eieren nog uitkwamen bij 10°C, maar bij 15°C konden alle soorten zich volledig ontwikkelen tot volwassen individuen (Fig. 3.2). De laagste temperatuur voor ontwikkeling ligt dus ergens tussen de 10 en 15 graden voor al deze roofmijten. De ontwikkelingsduur duurt bij de meeste roofmijten ongeveer 15 dagen, maar de ontwikkeling bij *A. swirskii* en *I. degenerans* was beduidend langzamer en duurde gemiddeld 21-22 dagen. *Euseius ovalis* zat daar met ca. 17 dagen ontwikkelingsduur een beetje tussenin. De gemeten ontwikkelingsduur komt redelijk overeen met de ondergrens voor loopactiviteit. De inheems soorten *A. andersoni* en *N. cucumeris* bleven met langst actief bij dalende temperaturen (Fig. 3.3), en ontwikkelden zich ook het snelst bij 15°C. De mediterrane soorten *A. swirskii* en *I. degenerans*, ontwikkelden zich trager bij 15°C en stopten ook significant eerder met lopen bij dalende temperaturen dan de inheemse soorten *A. andersoni* en *N. cucumeris* (Fig. 3.3). Voor de twee *Euseius*-soorten was de overeenkomst tussen deze twee metingen minder duidelijk. *Euseius ovalis* stopte significant eerder met lopen bij temperatuurdaling dan alle andere roofmijten (gemiddeld bij 6°C, Fig. 3.3), maar de ontwikkelingssnelheid was gemiddeld ten opzichte van de andere roofmijten. *Euseius gallicus* stopte als tweede roofmijtsoort bij dalende temperaturen, terwijl deze soort bij de groep hoorde die zich het snelst ontwikkelden bij 15°C (Fig. 3.2 en 3.3).

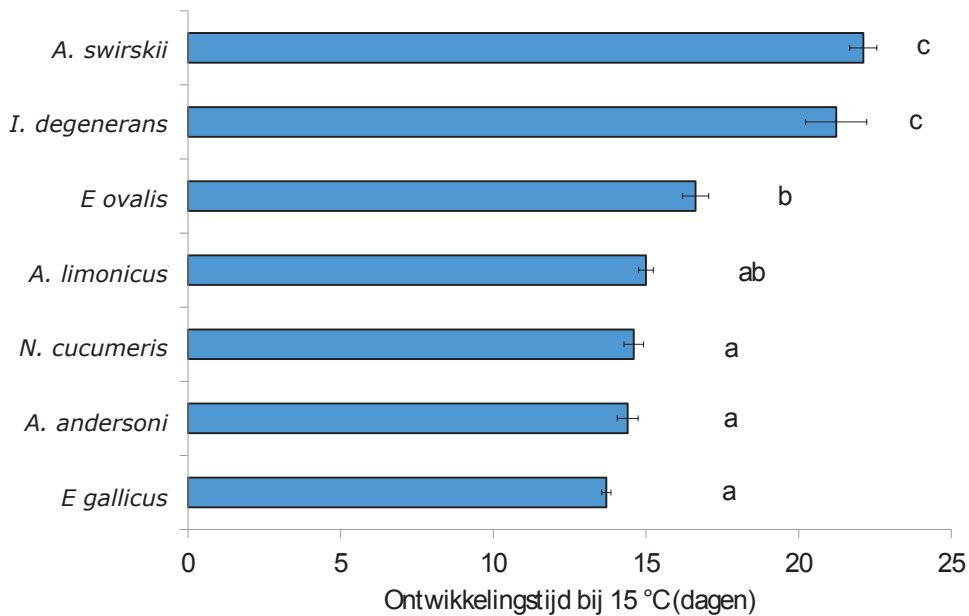


Fig. 3.2 Gemiddelde ontwikkelingstijd van roofmijten van ei tot het volwassen stadium (adult) bij 15°C. Verschillende letters achter de balken geven statistisch betrouwbare verschillen tussen de soorten weer (Tukey test, $p < 0.05$)

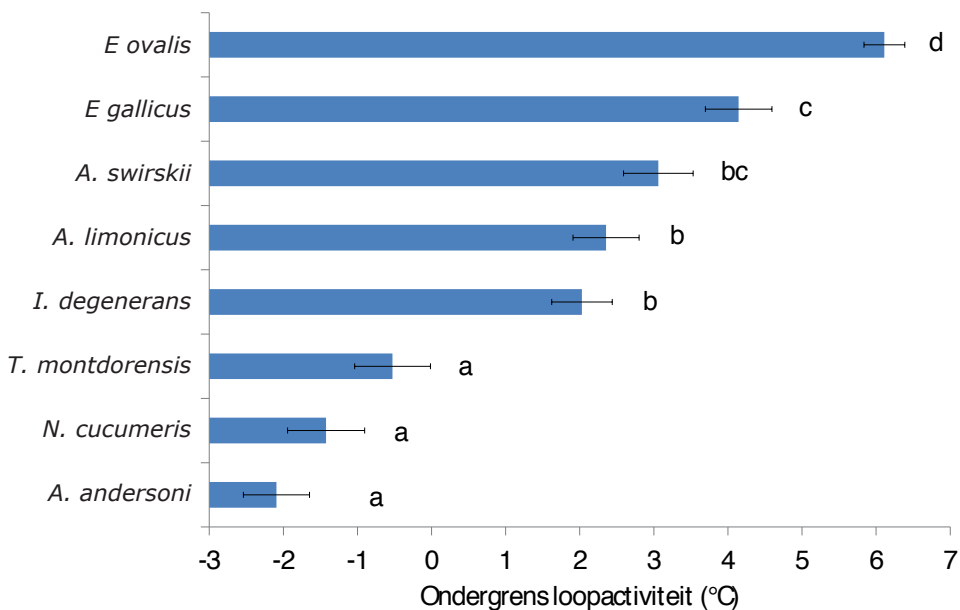


Fig. 3.3 Ondergrenstemperatuur voor loopactiviteit van 8 soorten roofmijten. Verschillende letters achter de balken geven statistisch betrouwbare verschillen tussen de soorten weer (Tukey test, $p < 0.05$)

3.4 Conclusies en discussie

Dit onderzoek laat zien dat alle geteste roofmijten nog actief blijven en voedsel opnemen bij lage temperaturen van 15°C, zoals bijvoorbeeld voorkomt bij gerbera in de winterperiode. Er zijn echter wel verschillen tussen de soorten. Samenvattend kunnen we het volgende concluderen:

- Alle geteste roofmijtsoorten kunnen zich prima ontwikkelen bij 15°C, maar bij 10°C niet meer
- Bij 15°C is de ontwikkelingsduur van ei tot adult bij *A. swirskii* en *I. degenerans* ongeveer een week trager dan bij de andere geteste roofmijtsoorten
- De inheemse soorten *A. andersoni*, *N. cucumeris* en de soort *T. montdorensis* blijven het langst actief bij dalende temperaturen. *Euseius ovalis* en *E. gallicus* stoppen het snelst met lopen bij dalende temperaturen.

Op basis van deze resultaten lijken de soorten *N. cucumeris*, *A. andersoni*, *T. montdorensis* en *A. limonicus* de beste soorten om in te zetten bij teelten met lage temperaturen, omdat ze zich het snelst ontwikkelden bij 15°C en het langst actief bleven bij dalende temperaturen. De soort *T. montdorensis* is niet meegenomen in dit onderzoek, maar uit het werk van Hatherly *et al.* (2004) bleek dat de ontwikkelingstijd van ei tot adult gemiddeld 22 dagen is bij 15°C. Dit is relatief lang gezien de lage ondergrenstemperatuur voor loopactiviteit. De eerder gemeten ontwikkelingsduur van *A. swirskii* in de studie van Allen (2009) kwam redelijk overeen met de waarde van deze studie (24 versus 22 dagen). Voor *E. gallicus* is het nog niet duidelijk hoe de prestaties in gewassen zullen zijn bij lage temperaturen. De snelle ontwikkeling bij 15°C kwam niet overeenkwam met de relatief hoge temperatuur waarbij ze stopten met lopen. De soorten *A. swirskii*, *I. degenerans* en *E. ovalis* lijken minder geschikt om in te zetten in teelten met lage temperaturen.

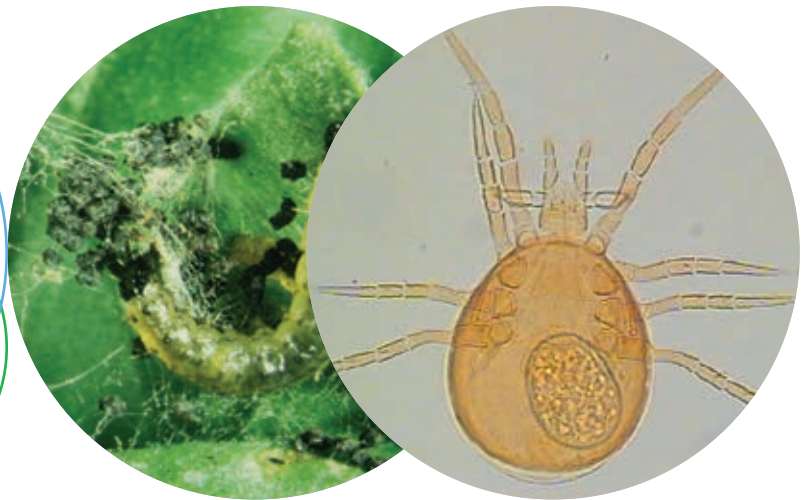
4 Literatuur

- Abou-Awad, B. A., A. S. Reda, and S. A. Elswawi. 1992.
Effects of artificial and natural diets on the developmental and reproduction of two phytoseiid mites *Amblyseius gossipi* and *Amblyseius swirskii* (Acari: Phytoseiidae). *Insect science and its application* 13:441-445.
- Adar, E., M. Inbar, S. Gal, N. Doron, Z. Q. Zhang, and E. Palevsky. 2012.
Plant-feeding and non-plant feeding phytoseiids: differences in behavior and cheliceral morphology. *Experimental and Applied Acarology* 58:341-357.
- Allen, C. M. 2009.
Thermal biology and behaviour of two predatory Phytoseiid mites: *Amblyseius swirskii* (Athias-Henriot) (Acari:Phytoseiidae) and *Phytoseiulus longipes* (Evans) (Acari:Phytoseiidae). PhD thesis. The University of Birmingham, Birmingham.
- Baier, B. and W. Karg. 1992.
Untersuchungen zur Biologie, Ökologie und Effektivität oligophager Raubmilben unter besonderer Berücksichtigung von *Amblyseius barkeri* (Hughes) (Acarina: Phytoseiidae). *Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft* 281:1-87.
- Bale, J. S., C. M. Allen, and G. E. Hughes. 2009.
Thermal ecology of invertebrate biological control agents: establishment and activity. Pages 57-65 in *Proceedings of the 3rd International Symposium on Biological Control of Arthropods*, Christchurch, New Zealand, 8-13 February, 2009. . USDA, Forest Health Technology Enterprise Team, Morgantown.
- Beerling E., R. van Holstein, A. van der Linden, J. Stolk, M. Zuijderwijk and C. van der Hoek. 2008.
Geïntegreerde tripsbestrijding in chrysanth. Wagening UR Glastuinbouw. Nota 559.
- Bolckmans, K., Y. v. Houten, and H. Hoogerbrugge. 2005.
Biological control of whiteflies and western flower thrips in greenhouse sweet peppers with the phytoseiid predatory mite *Amblyseius swirskii* Athiashenriot (Acari: Phytoseiidae). (USDA Forest Service Publication FHTET-2005-08). Pages 555-565 *Second International Symposium on Biological Control of Arthropods*, Davos, Switzerland, 12-16 September, 2005. United States Department of Agriculture, Forest Service, Washington.
- Bonde, J. 1989.
Biological studies including population growth parameters of the predatory mite *Amblyseius barkeri* (Acarina: Phytoseiidae] at 25 °C in the laboratory. *Entomophaga* 34 (2):275-287.
- 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.
- Duso, C., Camporese, P. 1991.
Developmental times and oviposition rates of predatory mites *Typhlodromus pyri* and *Amblyseius andersoni* (Acari: Phytoseiidae) reared on different foods.
- 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.
- Hatherly, I. S., J. S. Bale, K. F. A. Walters, and M. R. Worland. 2004.
Thermal biology of *Typhlodromus montdorensis*: implications for its introduction as a glasshouse biological control agent in the UK. *Entomologia Experimentalis Et Applicata* 111:97-109.
- Hazell, S. P., B. P. Pedersen, M. R. Worland, T. M. Blackburn, and J. S. Bale. 2008.
A method for the rapid measurement of thermal tolerance traits in studies of small insects. *Physiological Entomology* 33:389-394.
- Hoogerbrugge, H., Y. v. Houten, M. Knapp, and K. Bolckmans. 2011a.
Biological control of greenhouse whitefly on roses with phytoseiid mites. *IOBC/wprs Bulletin* 68:59-63.

- Hoogerbrugge, H., Y. v. Houten, M. Knapp, and K. Bolckmans. 2011b.
Biological control of thrips and whitefly on strawberries with *Amblydromalus limonicus* and *Amblyseius swirskii*. IOBC/wprs Bulletin 68:65-69.
- Loughner, R., J. Nyrop, K. Wentworth, and J. Sanderson. 2011.
Effects of supplemental pollen and fibers on canopy abundance of *Amblyseius swirskii*. IOBC/wprs Bulletin 68:105-109.
- Manjunatha, M., S. G. Hanchinal, and S. V. Kulkarni. 2001.
Life history of *Amblyseius ovalis* (Phytoseiidae: Acari) and impact of different diets and arena on multiplication of the predator. Karnataka Journal of Agricultural Sciences 14:326-331.
- McMurtry, J. A. and B. A. Croft. 1997.
Life-styles of phytoseiid mites and their role in biological control. Annual Review of Entomology 42:291-321.
- Messelink, G., S. van Steenpaal, R. van Holstein-Saj, W. van Wensveen, E. de Groot, M. van Slooten and P. Ramakers. 2005.
Nieuwe predatoren van trips en witte vlieg voor komkommer. PPO-rapport.
- Messelink, G. and E. de Groot. 2005.
Bestrijding van trips in aubergine met roofmijten. PPO-rapport.
- Messelink, G. J., S. E. F. Van Steenpaal, and P. M. J. Ramakers. 2006.
Evaluation of phytoseiid predators for control of western flower thrips on greenhouse cucumber. BioControl 51:753-768.
- 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.
- 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., R. van Holstein-Saj and E. de Groot. 2010.
Evaluatie nieuwe wittevliegpredatoren op tomaat. Rapport GTB-324.
- Messelink, G., R. van Holstein-Saj and L. Kok. 2012.
Vergelijking roofwantsen en roofmijten in aubergine. Rapport GTB-1152.
- Park, H. H., L. Shipp, R. Buitenhuis, and J. J. Ahn. 2011.
Life history parameters of a commercially available *Amblyseius swirskii* (Acari: Phytoseiidae) fed on cattail (*Typha latifolia*) pollen and tomato russet mite (*Aculops lycopersici*). Journal of Asia-Pacific Entomology 14:497-501.
- Pijnakker, J., H. Hoogerbrugge, G. Scholte-Wassink, L. Kok and D. van den Berg. 2006.
Roofmijten tegen kaswittevlieg, *Trialeurodes vaporariorum*, in gerbera. PPO rapport.
- Pijnakker, J. G. Scholte Wassink, L. Kok, G. van Leeuwen and P. Ramakers. 2007.
Screening van natuurlijke vijanden van orchideetrips in snij-anthurium. PPO rapport.
- Pijnakker, J., P. Ramakers, R. van Holstein-Saj, L. Kok, E. de Groot and A. Leman. 2008a.
Bestrijding van tabakswittevlieg, *Bemisia tabaci* met roofmijten in poinsettia. Rapport Wageningen UR Glastuinbouw.
- Pijnakker, J., P. Ramakers, A. van der Linden, L. Kok, E. de Groot, R. van Holstein and N. Garcia. 2008b.
Geïntegreerde bestrijding in roos onder glas. Wageningen UR Glastuinbouw. Rapport 179.
- Pijnakker, J. and P. M. J. Ramakers. 2008.
Predatory mites for biocontrol of Western Flower Thrips, *Frankliniella occidentalis* (Pergande), in cut roses. IOBC/wprs Bulletin 32:171-174.
- Pijnakker J. and Leman, A. 2011.
Geïntegreerde bestrijding van trips in roos: evaluatie van nieuwe roofmijten. Rapport GTB-1078.
- Sengonca, C., T. Zegula, and P. Blaeser. 2004.
The suitability of twelve different predatory mite species for the biological control of *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae). Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz 111:388-399.
- Shih, C. I. T., H. Y. Chang, P. H. Hsu, and Y. F. Hwang. 1993.
Responses of *Amblyseius ovalis* (Evans) (Acarina: Phytoseiidae) to natural food resources and two artificial diets. Experimental & applied acarology 17:503-519.
- 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.
- Van der Linden, A., E. de Groot, W. van Wensveen and P. Ramakers. 2009.
Passende roofmijten tegen trips en galmuggen tegen bladluis in potanthurium. Wageningen UR Glastuinbouw. Rapport 312.
- Van Houten, Y. M. and R. L. Veenendaal. 1990.
Effects of photoperiod, temperature, food and relative humidity on the induction of diapause in the predatory mite *Amblyseius potentillae*. *Experimental & applied acarology* 10:111-128.
- van Houten, Y. M., P. C. J. van Rijn, L. K. Tanigoshi, P. van Stratum, and J. Bruin. 1995.
Preselection of predatory mites to improve year-round biological control of western flower thrips in greenhouse crops. *Entomologia Experimentalis Et Applicata* 74:225-234.
- van Rijn, P. C. J. and L. K. Tanigoshi. 1999.
Pollen as food for the predatory mites *Iphiseius degenerans* and *Neoseiulus cucumeris* (Acari: Phytoseiidae): dietary range and life history. *Experimental and Applied Acarology* 23:785-802.
- Vantornhout, I., H. L. Minnaert, L. Tirry, and P. d. Clercq. 2005.
Influence of diet on life table parameters of *Iphiseius degenerans* (Acari: Phytoseiidae). *Experimental and Applied Acarology* 35:183-195.
- 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.
- Wimmer, D., D. Hoffmann, and P. Schausberger. 2008.
Prey suitability of western flower thrips, *Frankliniella occidentalis*, and onion thrips, *Thrips tabaci*, for the predatory mite *Amblyseius swirskii*. *Biocontrol Science and Technology* 18:541-550.
- Zilahl-Balogh, G. M. G., J. L. Shipp, C. Cloutier, and J. Brodeur. 2007.
Predation by *Neoseiulus cucumeris* on western flower thrips, and its oviposition on greenhouse cucumber under winter vs. summer conditions in a temperate climate. *Biological Control* 40:160-167.

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



Wageningen UR Glastuinbouw
Postbus 20
2665 ZG Bleiswijk
Violierenweg 1
2665 MV Bleiswijk
T +31 (0)317 48 56 06
F +31 (0) 10 522 51 93
www.wageningenUR.nl/glastuinbouw

Glastuinbouw Rapport GTB-1332

Wageningen UR Glastuinbouw initieert en stimuleert de ontwikkeling van innovaties gericht op een duurzame glastuinbouw en de kwaliteit van leven. Dat doen wij door toepassingsgericht onderzoek, samen met partners uit de glastuinbouw, toeleverende industrie, veredeling, wetenschap en de overheid.

De missie van Wageningen UR (University & Research centre) is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen UR bundelen 9 gespecialiseerde onderzoeksinstituten van stichting DLO en Wageningen University hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 6.000 medewerkers en 9.000 studenten behoort Wageningen UR 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.