



Green Challenges: Systeemaanpak biologische plaagbestrijding met gebruik van functionele biodiversiteit

Deel 2: Eenjarige zomerbloeiers

Marjolein Kruidhof, Chantal Bloemhard, Hessel van der Heide, Laura Catalá-Senent, Kriti Shrestha, Gerben Messelink en Caroline van der Salm

Rapport WPR-942

Referaat

De lage plaagtolerantie, het totaalogst systeem, de korte teeltduur en de koele teeltomstandigheden in eenjarige zomerbloeiërs zijn een uitdaging voor biologische bestrijding. Het doel van het hier beschreven onderzoek was het ontwerpen en testen van een systeemaanpak voor plaagbestrijding in eenjarige zomerbloeiërs op basis van functionele biodiversiteit. Als eerste stap is er een overzicht gemaakt van de belangrijkste soorten plagen en bestrijders en de potentiële kansen en knelpunten voor een systeemaanpak voor plaagbestrijding in eenjarige zomerbloeiërs. Uit het onderzoek bleek dat het afwisselen van rijen met bladluis-gevoelige en bladluis-resistente eenjarige zomerbloeiërs de verspreiding van bladluis kon remmen. In een tweede experiment stond een strategie rondom de populatie-opbouw van de roofwants *Macrolophus pygmaeus* in opeenvolgende teelten van eenjarige zomerbloeiërs binnen een bedrijf centraal. Om een populatie *M. pygmaeus* op het bedrijf op te bouwen moet al in de winterperiode worden begonnen. *Pelargonium* vormt, met de juiste keuze voor soort en cultivar, een goede waardplant voor een vroege opbouw van een *M. pygmaeus* populatie. Om deze populatie effectief in te kunnen zetten op de plekken waar ze nodig is, is er een 'transport' systeem nodig om deze roofwantsen te verplaatsen. Dit 'transport'systeem moet nog verder worden ontwikkeld.

Abstract

The low pest tolerance, the harvest of the complete plants, the short cropping cycle and the low cultivation temperature in annual flowers form a challenge for biological pest control. The goal of the here described research was to design and test a systems approach of pest control in annual flowers on the basis of functional biodiversity. As a first step, an overview has been made of the most important pest and natural enemy species, and the potential chances and challenges for a systems approach of pest control in annual flowers. The first experiments showed that alternating rows of aphid-sensitive and aphid-resistant annual flower species could slow down the spread of aphids. In a second experiment, the strategy around the population build-up of the predatory bug *Macrolophus pygmaeus* in successive cropping cycles was central. To build up a population of *M. pygmaeus*, it is important to already start during wintertime. *Pelargonium* sp. form, with the right choice of species and cultivar, a good host crop for the early establishment of a *M. pygmaeus* population. To be able to use this population effectively in spots where these predatory bugs are needed, as 'transport' system is required to move the predatory bugs around. This 'transport' system still needs to be further developed.

Rapportgegevens

Rapport WPR-942

DOI nummer: 10.18174/522047

Projectnummer: 3742201102

Thema: Gewasbescherming

PT nummer: KV1406 082- PT 15137

Dit project/onderzoek is mede tot stand gekomen door de bijdrage van Productschap Tuinbouw, Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, Glastuinbouw Nederland

Disclaimer

© 2020 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 veelevoudigd, 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

	Dankwoord	5
	Samenvatting	7
1	Introductie	11
2	Mogelijke strategieën voor de bestrijding van bladluis in eenjarige zomerbloeiërs	13
	2.1 Biologische bestrijders van bladluis en hun voornaamste eigenschappen	13
	2.2 Mogelijke strategieën voor bladluisbestrijding in eenjarige zomerbloeiërs met inzet van <i>M. pygmaeus</i> en functionele biodiversiteit.	17
3	Bladluis-gevoeligheid van een aantal belangrijke soorten eenjarige zomerbloeiërs	23
	3.1 Inleiding	23
	3.2 Materiaal en methoden	23
	3.2.1 Experiment 1: Ontwikkeling van <i>M. persicae</i> op zes soorten planten eenjarige zomerbloeiërs	23
	3.2.2 Experiment 2: Ontwikkeling van vier bladluissoorten op zes soorten eenjarige zomerbloeiërs	23
	3.3 Resultaten en discussie	24
	3.3.1 Experiment 1: Ontwikkeling van <i>M. persicae</i> op zes soorten planten eenjarige zomerbloeiërs	24
	3.3.2 Experiment 2: Ontwikkeling van vier bladluissoorten op zes soorten eenjarige zomerbloeiërs	25
4	Ontwikkeling, overleving en reproductie van <i>Macrolophus pygmaeus</i> op eenjarige zomerbloeiërs	27
	4.1 Inleiding	27
	4.2 Materiaal en methoden	27
	4.2.1 Proef 1: Overleving en reproductie van <i>M. pygmaeus</i> op <i>Verbena</i> , <i>Impatiens</i> en <i>Lobelia</i> in de aan- en afwezigheid van alternatief voedsel	27
	4.2.2 Proef 2: Overleving en reproductie per leeftijdsklasse van <i>M. pygmaeus</i> adulten op <i>Calibrachoa</i> , <i>Verbena</i> , <i>Tagetes</i> , en <i>Pelargonium</i> in de aanwezigheid van alternatief voedsel	29
	4.2.3 Proef 3: Ontwikkeling en overleving van <i>M. pygmaeus</i> nimfen op <i>Calibrachoa</i> , <i>Verbena</i> , <i>Tagetes</i> , <i>Pelargonium zonale</i> en <i>P. peltatum</i>	34
	4.2.4 Proef 4: Overleving en eileg van <i>M. pygmaeus</i> adulten die zijn opgekweekt op verschillende soorten eenjarige zomerbloeiërs	36
	4.3 Resultaten	38
	4.3.1 Proef 1: Overleving en reproductie van <i>M. pygmaeus</i> op <i>Verbena</i> , <i>Impatiens</i> en <i>Lobelia</i> in de aan- en afwezigheid van alternatief voedsel	38
	4.3.2 Proef 2: Overleving en reproductie per leeftijdsklasse van <i>M. pygmaeus</i> adulten op <i>Calibrachoa</i> , <i>Verbena</i> , <i>Tagetes</i> , <i>Pelargonium zonale</i> en <i>P. peltatum</i> in de aanwezigheid van alternatief voedsel	40
	4.3.3 Proef 3: Ontwikkeling en overleving van <i>M. pygmaeus</i> nimfen op <i>Calibrachoa</i> , <i>Verbena</i> , <i>Tagetes</i> , <i>Pelargonium zonale</i> en <i>P. peltatum</i>	44
	4.3.4 Proef 4: Overleving en eileg van <i>M. pygmaeus</i> adulten die zijn opgekweekt op verschillende soorten eenjarige zomerbloeiërs	47
	4.4 Discussie	52

5	Voorkeur van <i>Macrolophus pygmaeus</i> voor verschillende soorten eenjarige zomerbloeiërs en plekken met alternatief voedsel	55
5.1	Inleiding	55
5.2	Materiaal en methoden	55
5.2.1	Proef 1: meerkeuze toetsen met verschillende soorten eenjarige zomerbloeiërs	55
5.2.2	Proef 2: tweekeuze toetsen met of zonder alternatief voedsel	56
5.3	Resultaten	57
5.3.1	Proef 1: meerkeuze toetsen met verschillende soorten eenjarige zomerbloeiërs	57
5.3.2	Proef 2: tweekeuze toetsen met of zonder alternatief voedsel	58
5.4	Discussie	59
6	Effect van additioneel voedsel op de predatie van <i>M. persicae</i> nimfen door <i>M. pygmaeus</i>.	61
6.1	Inleiding	61
6.2	Materiaal en methoden	61
6.3	Resultaten en discussie	62
7	Effect van mengteelten en de inzet van <i>M. pygmaeus</i> op de verspreiding en populatiegroei van bladluis	63
7.1	Inleiding	63
7.2	Materiaal en methoden	63
7.3	Resultaten	68
7.4	Discussie	72
8	Bestrijding van beginnende bladluishaarden door verschillende stadia van <i>M. pygmaeus</i> in eenjarige zomerbloeiërs	73
8.1	Inleiding	73
8.2	Materiaal en methoden	73
8.3	Resultaten	74
9	Risico op cosmetische schade door <i>M. pygmaeus</i> in eenjarige zomerbloeiërs	77
9.1	Inleiding	77
9.2	Materiaal en methoden	77
9.3	Resultaten	78
10	Systeemaanpak biologische plaagbestrijding in eenjarige zomerbloeiërs: waar staan we nu?	79
	Literatuur	81

Dankwoord

Hierbij willen we graag iedereen die aan dit rapport heeft bijgedragen bedanken.

- Productschap Tuinbouw en het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit voor de financiële ondersteuning van dit project.
- Helma Verberkt, Arthur van den Berg en hun collega's van Glastuinbouw Nederland voor de ondersteuning bij de uitvoering van dit project.
- William Barbier van Florensis voor het leveren van plantmateriaal voor de proeven.
- Eveline Stilma van Innoplant voor de brainstormen en discussies voor het inpassen van functionele biodiversiteit in de kas.
- Kwekerij Wouters uit Ens voor de medewerking aan het project en de levering van plantmateriaal.
- Alle deelnemers aan de brainstorm discussie bij Kwekerij Wouters in Ens in december 2018.
- Alle collega's van Wageningen UR Glastuinbouw die de kassen hebben ingericht, de planten hebben verzorgd en het kasklimaat hebben geregeld.
- Eric Poot en Jim van Ruijven, die samen met Helma Verberkt van Glastuinbouw Nederland aan de wieg van dit project hebben gestaan.

Samenvatting

Een kansrijke manier om teeltsystemen meer robuust en weerbaar te maken is door middel van het incorporeren van functionele biodiversiteit. Het doel van dit projectonderdeel was het ontwerpen en testen van een systeemaanpak op basis van functionele biodiversiteit, waarbij de 'green challenge' lag in de volgende onderzoeksvragen:

Hoe bouw je zo snel mogelijk een functioneel ecosysteem op, en hoe hou je deze in stand, in kasteelten met de volgende uitdagingen

- *Lage plaagtolerantie (= weinig voedsel voor specialistische biologische bestrijders)?*
- *Totaal oogst systeem (= afvoer van biologische bestrijders uit de kas met de oogst van het product)?*
- *Korte teeltduur (= korte periode voor opbouw van een 'standing army')? en/of*
- *Koele teeltomstandigheden? (= tragere opbouw van een 'standing army' van natuurlijke vijanden en lagere zoekactiviteit).*

Dit rapport focust zich op een strategie voor de bestrijding van bladluis in eenjarige zomerbloeiërs.

Voor het kiezen van een strategie als uitgangspunt voor het onderzoek in dit project zijn eerst de belangrijkste eigenschappen van de in de biologische bestrijding meest gebruikte natuurlijke vijanden van bladluis in kaart gebracht (zie Hoofdstuk 2). Vervolgens is beredeneerd welke soorten natuurlijke vijanden de beste potentie bieden in kasteelten met bovengenoemde uitdagingen. Er is gekozen voor een strategie die berust op het gebruik van de roofwants *Macrolophus pygmaeus* als biologische bestrijder, en het gebruik van de soortdiversiteit van eenjarige zomerbloeiërs die op de teeltbedrijven aanwezig is.

In 2018 stond een strategie met mengteelten centraal, waarbij is getoetst of een afwisseling van rijen met bladluis-gevoelige en bladluis-resistente eenjarige zomerbloeiërs de verspreiding van bladluis kon remmen. In de strategie van 2019 stond de opbouw van een *Macrolophus pygmaeus* populatie in opeenvolgende teelten van eenjarige zomerbloeiërs binnen een bedrijf centraal. Hiervoor is de situatie van het bedrijf Kwekerij Wouters B.V. in Ens geanalyseerd. De teelt van geraniumplanten (*Pelargonium* sp.), welke vanaf november worden geteeld, bood een kans voor een vroege opbouw van een *Macrolophus* populatie op de kwekerij enkele weken voor de start van de opkweek van bladluisgevoelige eenjarige zomerbloeiërs, zoals *Verbena*, *Calibrachoa* en *Tagetes*. We hebben het onderzoek in 2019 opgehangen aan de volgende strategie:

- a. Het opbouwen van populatie van *M. pygmaeus* op *Pelargonium* sp.
- b. Het zo vroeg mogelijk in de teeltcyclus van bladluis gevoelige soorten (*Calibrachoa*, *Verbena* & *Tagetes*) beginnen met de introductie van *Macrolophus*.
- c. Het 'recyclen' van *M. pygmaeus* aan het einde van de geraniumteelt en aan het einde van de opeenvolgende relatief korte teeltcycli van de bladluis-gevoelige soorten planten.

Om de potentie van deze strategieën te toetsen is onderzocht: a) hoe gevoelig de belangrijkste soorten eenjarige zomerbloeiërs zijn voor verschillende soorten bladluis (zie Hoofdstuk 3), b) wat de waardplant kwaliteit is van verschillende soorten eenjarige zomerbloeiërs voor *M. pygmaeus* (zie Hoofdstuk 4), c) welke voorkeuren *M. pygmaeus* adulten hebben voor eenjarige zomerbloeiërs, en in hoeverre de verblijfplaats van de adulten wordt beïnvloed door de aanwezigheid van alternatief voedsel (Hoofdstuk 5), d) of de predatie van *M. persicae* nimfen door *M. pygmaeus* wordt beïnvloed door de aanwezigheid van additioneel voedsel (Hoofdstuk 6), e) of het afwisselen van bladluis-gevoelige soorten eenjarige zomerbloeiërs met bladluis-resistente soorten eenjarige zomerbloeiërs in een mengteelt, in combinatie met de inzet van *M. pygmaeus* roofwantsen, de verspreiding van bladluis kan tegenhouden (Hoofdstuk 7), f) hoe goed jonge nimfen, oudere nimfen en adulten van *M. pygmaeus* beginnende bladluishaarden in eenjarige zomerbloeiërs kunnen bestrijden (Hoofdstuk 8), en g) in welke mate *M. pygmaeus* roofwantsen cosmetische schade aan eenjarige zomerbloeiërs kunnen veroorzaken (Hoofdstuk 9). Tenslotte wordt in Hoofdstuk 10 geschetst waar we nu staan met betrekking tot de biologische systeemaanpak voor de bestrijding van bladluis in eenjarige zomerbloeiërs.

In Hoofdstuk 3 is gekeken naar de ontwikkeling van 4 verschillende soorten bladluizen die veel voorkomen op zomerbloeiërs (*Myzus persicae*, *Aphis gossypii*, *Macrosiphum euphorbiae* en *Aulacorthum solani*) op de 6 soorten eenjarige zomerbloeiërs (*Verbena*, *Impatiens*, *Petunia*, *Tagetes*, *Pelargonium* en *Lobelia*). *Verbena* en *Impatiens* bleken het meest gevoelig te zijn voor meerdere soorten bladluizen. Op *Lobelia* kon geen van de 4 bladluissoorten zich ontwikkelen.

In Hoofdstuk 4 is de waardplant kwaliteit van verschillende soorten eenjarige zomerbloeiers vergeleken. Uit de experimenten van 2018 blijkt dat de drie eenjarige zomerbloeiers Verbena, Impatiens en Lobelia niet significant verschillen in waardplant kwaliteit voor *M. pygmaeus*. Zowel de overleving, als het aantal nakomelingen per vrouwtje als de ontwikkelingstijd van de nimfen was niet significant beïnvloed door de soort eenjarige zomerbloeier. Wel had de toevoeging van additioneel voedsel in de vorm van Artemia (cysten van pekelkreeftjes) een significant positief effect op al deze drie aspecten van de levenscyclus van *M. pygmaeus*. Ook de drie in 2019 getoetste bladluisgevoelige eenjarige zomerbloeiers Verbena, Calibrachoa en Tagetes verschilden onderling niet in waardplant kwaliteit. In 2019 zijn ook 4 verschillende Pelargonium soorten en -rassen vergeleken met betrekking tot de geschiktheid als waardplant voor *M. pygmaeus* roofwantsen. Hier kwamen wel sterke verschillen in waardplant kwaliteit naar voren. Deze verschillen konden niet alleen op basis van de twee soorten Pelargonium (*P. peltatum* en *P. zonale*) worden verklaard. Op de meest geschikte Pelargonium cultivars produceerde *M. pygmaeus* beduidend meer nakomelingen dan op de bladluisgevoelige soorten Verbena, Calibrachoa en Tagetes. Dit geeft aan dat het opkweken van *M. pygmaeus* op de juiste Pelargonium soorten/-rassen een meerwaarde kan hebben voor de vestiging van deze roofwantsen op het bedrijf.

Uit de resultaten van de eerste keuzeproef in Hoofdstuk 5 bleek dat *M. pygmaeus* een duidelijke voorkeur heeft voor Verbena ten opzichte van de overige soorten eenjarige zomerbloeiers die waren meegenomen in de keuzeproef. Een dergelijke voorkeur zou mogelijk een probleem kunnen vormen wanneer bladluis zich manifesteert op een minder aantrekkelijke soort eenjarige zomerbloeiers in een aan Verbena grenzend vak, en de bladluis zo vrij spel krijgt. Uit de resultaten van keuzeproef 2 blijkt dat de toevoeging van voedsel op zichzelf niet aantrekkelijk is voor *M. pygmaeus* vrouwtjes die zich reeds op planten (zonder voedsel) hebben gevestigd. Dit betekent dat voedsel niet kan worden ingezet als loktechniek om *M. pygmaeus* adulten te behouden op het bedrijf, en te voorkomen dat ze worden afgevoerd met de geooogste planten.

Uit de resultaten van Hoofdstuk 6 blijkt dat *M. pygmaeus* vrouwtjes in de aanwezigheid van kwaliteits-Artemia iets minder *M. persicae* bladluis nimfen aten dan in de afwezigheid van additioneel voedsel. De toevoeging van standaard kwaliteit Artemia had geen invloed op de consumptie van bladluisnimfen door *M. pygmaeus*. Omdat de soort Artemia geen invloed had op de voorplanting en overleving van *M. pygmaeus* (zie Hoofdstuk 4), en derhalve niet hoeft te worden gebruikt in de praktijk, is dit niet problematisch.

In Hoofdstuk 7 worden de resultaten van een grote kasproef beschreven, waarbij de afzonderlijke en gecombineerde effecten van een mengteelt en *M. pygmaeus* roofwantsen op de ontwikkelingssnelheid en verspreiding van bladluis in de teelt van eenjarige zomerbloeiers zijn onderzocht. Voor de mengteelt werden rijen met bladluisgevoelige soorten eenjarige zomerbloeiers (Verbena & Impatiens) afgewisseld door rijen met Lobelia (niet bladluis-gevoelig). In de monoteelten werden Verbena en Impatiens zonder Lobelia geteeld. Op deze manier werden vier behandelingscombinaties (mengteelt (ja/nee), *Macrolophus* (ja/nee) in tweevoud uitgevoerd in grote kooien (3.5 x 5.5 m). Aan de achterzijde van elk veldje zijn 4 planten geïntroduceerd met een zware besmetting van *M. persicae* bladluizen. *Macrolophus pygmaeus* werd bij de start van de proef (4 paartjes/ m²) en twee weken na de start van de proef (4 paartjes/m²) uitgezet, waarna ze wekelijks werden bijgevoerd met Artemia. In alle behandelingen is de bladluispopulatie tijdens de proef zeer sterk gegroeid. Wel lag de ontwikkelingssnelheid van de bladluispopulatie in drie van de vier kooien met een mengteelt lager dan in de corresponderende kooien met een monoteelt. In Impatiens kon afwisseling met Lobelia in de mengteelt de verspreiding van bladluis vanuit de moederhaard over het gewas ten opzichte van de monoteelt reduceren. In Verbena, die gevoeliger is voor bladluis dan Impatiens, kon een mengteelt met Lobelia de verspreiding van bladluis niet tegenhouden. *Macrolophus pygmaeus* kon zich tijdens de relatief korte periode van de proef niet goed vestigen in het gewas. Op Impatiens werden helemaal geen *M. pygmaeus* roofwantsen teruggevonden tijdens de eindevaluatie. Op Verbena werden wel *M. pygmaeus* roofwantsen teruggevonden, maar de aantallen waren relatief laag.

Uit de resultaten van Hoofdstuk 8 bleek dat *M. pygmaeus* beginnende bladluishaarden op de eenjarige zomerbloeiers Verbena, Tagetes en Calibrachoa in kooien goed kon bestrijden. Het bestrijdingseffect was onafhankelijk van het ontwikkelingsstadium van *M. pygmaeus* tijdens de introductie (Verbena en Tagetes) of het aantal *M. pygmaeus* adulten dat per kooi was geïntroduceerd (Calibrachoa).

Uit de resultaten van Hoofdstuk 9 bleek dat relatief hoge dichtheden *M. pygmaeus* roofwantsen op *Pelargonium peltatum* cv Balcon cosmetische schade kon veroorzaken in de vorm van vlekjes op het blad. Deze schade werd in de overige 3 *Pelargonium* soorten/ -rassen niet waargenomen. Ook in *Verbena*, *Calibrachoa* en *Tagetes* werd ondanks de blootstelling aan (zeer) hoge dichtheden van *M. pygmaeus* geen cosmetische schade waargenomen.

De getoetste strategieën hebben voor de huidige praktijkomstandigheden in de eenjarige zomerbloeiërs nog geen werkzaam systeem opgeleverd. Mogelijk zou in de toekomst een systeem waarbij bladluisgevoelige soorten eenjarige zomerbloeiërs en bladluisresistente eenjarige zomerbloeiërs worden afgewisseld in rijen kunnen worden toegepast om de verspreiding van bladluizen af te remmen. Om een populatie *M. pygmaeus* op het bedrijf op te bouwen moet al in de winterperiode worden begonnen. *Pelargonium* vormt, met de juiste keuze voor soort en cultivar, een goede waardplant voor een vroege opbouw van een *M. pygmaeus* populatie. Om deze populatie effectief in te kunnen zetten op de plekken waar ze nodig is, is er een 'transport' systeem nodig om deze roofwantsen te verplaatsen. Dit 'transport'systeem moet nog verder worden ontwikkeld.

1 Introductie

Een kansrijke manier om teeltsystemen meer robuust en weerbaar te maken is door middel van het incorporeren van functionele biodiversiteit. Het doel van dit projectonderdeel was het ontwerpen en testen van een systeemaanpak op basis van functionele biodiversiteit, waarbij de 'green challenge' lag in de volgende onderzoeksvragen:

Hoe bouw je zo snel mogelijk een functioneel ecosysteem op, en hoe hou je deze in stand, in kasteelten met de volgende uitdagingen

- *Lage plaagtolerantie (= weinig voedsel voor specialistische biologische bestrijders)?*
- *Totaal oogst systeem (= afvoer van biologische bestrijders uit de kas met de oogst van het product)?*
- *Korte teeltduur (= korte periode voor opbouw van een 'standing army')? en/of*
- *Koele teeltomstandigheden? (= tragere opbouw van een 'standing army' van natuurlijke vijanden en lagere zoekactiviteit).*

Van de gewassen met bovenstaande uitdagingen zijn vervolgens twee gewas(groep)en uitgekozen voor verder onderzoek. Als eerste is een strategie uitgewerkt voor het gewas 'chrysant', met als hoofdplaaftrips. Het onderzoek rondom chrysant is beschreven in het rapport 'Green Challenges: Systeemaanpak biologische plaagbestrijding met gebruik van functionele biodiversiteit. Deel 1: Chrysant'. Ten tweede zijn in overleg met Glastuinbouw Nederland en Innoplant mogelijke strategieën geïnventariseerd voor de gewas(groep)en 'sla' en 'eenjarige zomerbloeiërs', met als hoofdplaaftbladluis. Vervolgens is gekozen om voor de gewasgroep eenjarige zomerbloeiërs een van de mogelijke strategieën verder uit te werken (zie Hoofdstuk 2) en verder te onderzoeken (Hoofdstuk 3 t/m 8). Deze strategie berust op het gebruik van de roofwants *Macrolophus pygmaeus* als biologische bestrijder, en het gebruik van de soorten-diversiteit van eenjarige zomerbloeiërs. In 2018 stond een strategie met mengteelten centraal, waarbij is getoetst of een afwisseling van rijen met bladluis-gevoelige en bladluis-resistente eenjarige zomerbloeiërs de verspreiding van bladluis kon remmen. In de strategie van 2019 stond de opbouw van een *Macrolophus pygmaeus* populatie in opeenvolgende teelten van eenjarige zomerbloeiërs binnen een bedrijf centraal.

Om de potentie van deze strategieën te toetsen is onderzocht a) hoe gevoelig de belangrijkste soorten eenjarige zomerbloeiërs zijn voor verschillende soorten bladluis (zie Hoofdstuk 3), b) wat de waardplantkwaliteit is van verschillende soorten eenjarige zomerbloeiërs voor *M. pygmaeus* (zie Hoofdstuk 4), c) welke voorkeuren *M. pygmaeus* adulten hebben voor eenjarige zomerbloeiërs, en in hoeverre de verblijfplaats van de adulten wordt beïnvloed door de aanwezigheid van alternatief voedsel (Hoofdstuk 5), d) of de predatie van *M. persicae* nimfen door *M. pygmaeus* wordt beïnvloed door de aanwezigheid van additioneel voedsel (Hoofdstuk 6), e) of het afwisselen van bladluis-gevoelige soorten eenjarige zomerbloeiërs met bladluis-resistente soorten eenjarige zomerbloeiërs in een mengteelt, in combinatie met de inzet van *M. pygmaeus* roofwantsen, de verspreiding van bladluis kan tegenhouden (Hoofdstuk 7), f) hoe goed jonge nimfen, oudere nimfen en adulten van *M. pygmaeus* beginnende bladluishaarden in eenjarige zomerbloeiërs kunnen bestrijden (Hoofdstuk 8), en g) in welke mate *M. pygmaeus* roofwantsen cosmetische schade aan eenjarige zomerbloeiërs kunnen veroorzaken (Hoofdstuk 9). Tenslotte wordt in Hoofdstuk 10 geschetst waar we nu staan met betrekking tot de biologische systeemaanpak voor de bestrijding van bladluis in eenjarige zomerbloeiërs.

2 Mogelijke strategieën voor de bestrijding van bladluis in eenjarige zomerbloeiers

2.1 Biologische bestrijders van bladluis en hun voornaamste eigenschappen

De teelt van eenjarige zomerbloeiers heeft een scala aan eigenschappen die biologische plaagbestrijding erg uitdagend maken, waaronder een korte teeltduur, een totaaloogst systeem, lage teelttemperaturen, en een lage tolerantie voor plagen. De diversiteit aan soorten planten geeft uitdagingen, door de grote plaagdiversiteit van met name bladluissoorten, maar biedt ook kansen. Bijvoorbeeld om te toetsen of het afwisselen van plaaggevoelige soorten en plaagresistente soorten in mengteelten de plaagontwikkeling en verspreiding kan vertragen. Of door bepaalde soorten planten te gebruiken om een populatie van generalistische biologische bestrijders op te bouwen op het bedrijf. Bladluis wordt in eenjarige zomerbloeiers nu nog enkel chemisch bestreden, maar door het wegvallen van middelen zal de bladluisproblematiek naar verwachting toenemen. Daarom ligt de focus in dit onderdeel van het project op alternatieve manieren om bladluis te bestrijden, en is de 'green challenge' dit te bewerkstelligen door zo goed mogelijk gebruik te maken van de diversiteit aan soorten eenjarige zomerbloeiers die op een bedrijf worden geteeld in combinatie met biologische bestrijders.

Om te beginnen hebben we de belangrijkste bestrijders van bladluis die in de glastuinbouw kunnen worden ingezet, samen met een aantal belangrijke eigenschappen, in kaart gebracht (zie Tabel 2.1). Hierbij is aangegeven of en met welke soorten (alternatief) voedsel de overleving van de volwassen biologische bestrijders en hun voortplanting kan worden gestimuleerd. Ook is aangegeven in welke mate de verschillende bestrijders kleine bladluishaarden kunnen bestrijden, en welke andere plagen ze naast bladluis kunnen bestrijden. Voor vier voor de glastuinbouw belangrijke soorten bladluizen is weergegeven door welke soorten sluipwespen ze kunnen worden bestreden.

Omdat eenjarige zomerbloeiers een lage plaagtolerantie hebben door het totaaloogst systeem, is het belangrijk dat biologische bestrijders beginnende bladluishaarden effectief kunnen bestrijden. Dit zou kunnen met specialistische bestrijders die een goed zoekvermogen hebben en in kleine haarden eitjes afzetten. Of met generalistische bestrijders die zich naast de plaag met alternatief voedsel kunnen ontwikkelen en voortplanten, en een 'standing army' in het gewas kunnen vormen voordat de plaag in het gewas komt. Bestrijders die bij lage plaagdichtheden of door migratiedrang als adulten snel uit het gewas verdwijnen, zoals de generalistische gaasvliegen en het specialistische lieveheersbeestje *Adalia bipunctata*, zijn minder geschikt om de kleine bladluishaarden in de kiem te smoren. Het kleinere schaakbordlieveheersbeestje *Propylea quatuordecimpunctata* (P14) is, waarschijnlijk juist doordat ze veel minder bladluizen eet als haar 'grote zus' *A. bipunctata*, beter in staat om kleine bladluishaarden te bestrijden (Messelink, 2017).

In de categorie van de specialistische bestrijders zijn sluipwespen, de galmug *Aphidoletes aphidimyza* en ook zweefvliegen goede zoekers die kleine bladhaarden kunnen bestrijden. Een sluipwesp larve bevindt zich binnenin een bladluis, en heeft aan één bladluis genoeg om zich tot volwassen sluipwesp te ontwikkelen. Zowel vrouwtjes van de galmug *Aphidoletes aphidimyza* als de zweefvlieg *Episyrphus balteatus* kunnen eitjes leggen in relatief kleine haarden met bij voorkeur veel jonge bladluis nimfen, en passen het aantal eitjes dat ze afzetten aan de grootte van de haard aan (Almohamad *et al.* 2009; Guo *et al.* 2014). Er kleven echter aan het gebruik van deze specialistische bestrijders ook nadelen. Omdat sluipwespen erg soort-specifiek zijn, moeten er meerdere soorten sluipwespen worden uitgezet om het scala aan bladluissoorten dat potentieel in vele soorten eenjarige zomerbloeiërs kan voorkomen, te kunnen bestrijden. Het steeds opnieuw (preventief) uitzetten van sluipwespen is bovendien duur. Bankerplanten zouden hier uitkomst kunnen bieden, maar op die manier is de kans groot dat er problemen met hypersluiswespen optreden (Bloemhard *et al.* 2014). Tevens is in de Verenigde Staten waargenomen dat sluipwespen niet goed presteren op de voor bladluis zeer gevoelige eenjarige zomerbloeiërs *Calibrachoa*, al is de reden hiervoor nog niet opgehelderd (Jandricic, 2017). Voor de inzet van de galmug *Aphidoletes aphidimyza* kunnen lage nachttemperaturen een struikelblok zijn, omdat de ei-afzet wordt gehinderd bij temperaturen beneden de 15 °C (Boulanger *et al.* 2019) en deze galmuggen vooral in de schemering en nacht actief zijn. Zweefvliegen en sluipwespen zijn juist overdag actief, hetgeen gunstig kan zijn omdat de temperatuur in de kas, met name op zonnige dagen overdag vaak iets hoger ligt.

Hoewel van de meeste bestrijders de overleving van de adulten kan worden gestimuleerd met plantaardig voedsel, zoals nectar en/of stuifmeel en met honingdauw dat door de bladluizen wordt afgescheiden, (Charles & Pain, 2016; van Rijn *et al.* 2013; Aparicio *et al.* 2018; Gonzalez *et al.* 2016; He & Sigsgaard, 2019), hebben de onvolwassen stadia van specialistische bestrijders bladluis nodig om zich goed te kunnen ontwikkelen tot adult. Generalistische bestrijders, zoals roofwantsen, kunnen zich op een breder scala van prooien ontwikkelen, en kunnen daarom met behulp van alternatief voedsel een populatie opbouwen voordat de plaag een probleem vormt in het gewas. De roofwantsen *Macrolophus pygmaeus* en *Dicyphus errans* behoren tot de familie van de Miridae. Deze familie roofwantsen voedden zich naast prooien ook met plantsap, en prikken daartoe cellen van de plant aan. Hoewel dit meestal niet tot problemen leidt, kan er bij hoge dichtheden soms bloemschade optreden. Voor de sierteelt kunnen vergroeiingen aan de bloemen optreden, zoals bij gerbera is aangetoond (Messelink *et al.* 2015). En in tomaat kunnen hoge dichtheden van *M. pygmaeus* bloemabortie veroorzaken, wat voornamelijk voor trostomaten onwenselijk is. *Macrolophus pygmaeus* wordt vrijwel standaard bij de start van de tomatenteelt geïntroduceerd, waar hij wordt ingezet als bestrijder van wittevlies, en tegelijkertijd een goede bijdrage levert aan de bestrijding van andere plagen zoals *Tuta absoluta*. Deze roofwants wordt bijgevoerd met de cysten van pekelkreeftjes (*Artemia* sp.), welke soms zijn gemengd met gesteriliseerde eitjes van *Ephesttia kuehniella*. De roofwants *Orius laevigatus* behoort tot de familie van de Anthocoridae. Hoewel de nimfen van *Orius* ook plantencellen kunnen aanprikken, is plantsap voor deze roofwantsen een minder omvangrijk onderdeel van het dieet dan voor de Miridae. Wel voedt deze roofwants zich met stuifmeel, en *O. laevigatus* bevindt zich bij voorkeur in de bloemen. Hij wordt voornamelijk ingezet tegen trips, en is vooral in paprika – waar hij zich goed vestigt in de bloemen en zich voedt met stuifmeel – erg succesvol. Recentelijk is het gelukt om een populatie van *O. laevigatus* te laten vestigen in het vegetatieve gewasstadium van chrysant door ze bij te voeren met een goede kwaliteit Artemia. De standaard-kwaliteit Artemia die wordt gebruikt voor het bijvoeren van *M. pygmaeus* is namelijk niet geschikt voor *O. laevigatus*. Onderzoek van Messelink *et al.* (2011) vergeleek de bladluisbestrijding door de 3 soorten roofwantsen *Orius laevigatus*, *Orius majusculus* en *Macrolophus pygmaeus* in paprika, en vond de beste bestrijding door *M. pygmaeus*, door wie de bladluis volledig werd uitgeroeid.

We hebben besloten om de focus van het onderzoek naar biologische bladluisbestrijding in eenjarige zomerbloeiërs op *M. pygmaeus* te leggen. Deze roofwantsen hebben geen 'last' van een lage plaagtolerantie, omdat ze zich ook zonder de plaag kunnen ontwikkelen. Verder zijn ze ook bij lagere temperaturen actief (Ignegno, 2020). Wel vertragen lage teelttemperaturen de toch al trage ontwikkeling van ei-adult van *M. pygmaeus* nog verder. Dit leidt tot een relatief trage opbouw van een 'standing army', en vormt zeker in combinatie met de korte teeltduur en het totaalogst systeem van eenjarige zomerbloeiërs een probleem waarvoor naar een oplossing moet worden gezocht. In Hoofdstuk 2.2 wordt nader ingegaan op mogelijke strategieën voor de inzet van *M. pygmaeus* in eenjarige zomerbloeiërs.

Tabel 2.1

Verschillende biologische bestrijders die tegen bladluis in glastuinbouw gewassen kunnen worden ingezet. Hierbij is aangegeven of en met welke soorten (alternatief) voedsel de overleving van de volwassen biologische bestrijders en hun voortplanting kan worden gestimuleerd. Ook is aangegeven in welke mate de verschillende bestrijders actief zoeken naar nieuwe bladluishaarden, en welke andere plagen ze naast bladluis kunnen bestrijden. De nadelen van de biologische bestrijders zijn ook benoemd. Voor 4 voor de glastuinbouw belangrijke soorten bladluizen is weergegeven door welke soorten sluipwespen ze kunnen worden bestreden. MP = *Myzus persicae* (perzikluis), ME = *Macrosiphum euphorbiae* (aardappeltopluis), AS = *Aulacorthum solani* (boterbloemluis), AG = *Aphis gossypii* (katoenluis).

Bestrijders van bladluis	MP	ME	AS	AG	Stimuleren overleving adulten	Stimuleren eileg	Eileg in kleine haarden	Andere plagen	Overige informatie	Ontw. Tijd Ei-adult
Sluipwespen										
<i>Aphidius ervi</i>	+	++	+	-	Nectar; honingdauw ⁽¹⁾	Bladluis (elke soort sluipwesp heeft eigen specifieke gastheer-range)	++	geen	Mogelijk problemen met hyper-sluipwespen ⁽²⁾ . Soort-specifiek. Niet compatibel met Calibrachoa ⁽³⁾	Ontwikkelingstijd sterk afhankelijk van soort en ontwikkelingsstadium bladluis
<i>Aphidius matricariae</i>	++	-	-	-			++			
<i>Aphidius colemani</i>	+	-	-	+			++			
<i>Aphelinus abdominalis</i>	+/-	+	+	-			++			
<i>Praon volucre</i>	-	+	+				++			
<i>Aphidius gifuensis</i>	+	-	+	-			++			
Zweefvliegen										
<i>Episyrphus balteatus</i>					Nectar; stuifmeel ⁽⁴⁾	Bladluis; specifiek geurmengsel ⁽⁵⁾	++ ⁽⁶⁾	geen	Pre-ovipositie periode van <i>E. balteatus</i> is relatief lang: 10 dagen bij 20 °C ⁽⁷⁾	15 °C: 30 d 22 °C: 17 d ⁽⁸⁾ 20 °C: 26 d 25 °C: 19 d ⁽⁹⁾
<i>Sphaerophoria rueppellii</i>							+			
Galmuggen										
<i>Aphidoletes aphidimyza</i>					Nectar; honingdauw ⁽¹⁰⁾	Bladluis	+ ⁽¹¹⁾	geen	Geen eileg < 15 °C ⁽¹²⁾ ; niet compatibel met inzet roofmijten ⁽¹³⁾ ; geschikt sub-straat voor verpopping ⁽¹⁰⁾	15 °C: 41 d 20 °C: 28 d 25 °C: 16 d ⁽¹⁰⁾

Bestrijders van bladluis	MP	ME	AS	AG	Stimuleren overleving adulten	Stimuleren eileg	Eileg in kleine haarden	Andere plagen	Overige informatie	Ontw. Tijd Ei-adult
Gaasvliegen					Nectar; stuifmeel; honingdauw ⁽¹⁴⁾	Bladluis; Ephestia ⁽¹⁵⁾ ; specifiek geurmengsel & oppervlakte eigenschappen ⁽¹⁶⁾	Geen relatie tussen eileg en haard-grootte bladluis	wittevlieg, spint, trips, wolluis, vlinder-eitjes	Volwassen gaasvliegen vliegen snel weg uit de kas vanwege migratiedrang, met name haardbestrijding m.b.v. larven ⁽¹⁵⁾	Niet bekend 15 °C: 82 d 20 °C: 43 d 25 °C: 27 d ⁽¹⁷⁾ 15 °C: 88 d 20 °C: 38 d 25 °C: 24 d ⁽¹⁸⁾
<i>Micromus variegatus</i>										
<i>Chrysoperla carnea</i>										
<i>Chrysoperla lucasina</i>										
Lieveheers-beestjes					Bladluis; Nectar; Bladluis; stuifmeel; Ephestia ⁽¹⁹⁾	Bladluis; Ephestia + bijenpollen ⁽²⁰⁾	-	geen	Volwassen <i>A. bipunctata</i> lieveheersbeestjes vliegen uit het gewas weg bij lage plaagdruk ⁽²¹⁾	15 °C: 48 d 19 °C: 33 d 23 °C: 21 d ⁽²⁰⁾
<i>Propylea quatuordecimpunctata</i> (P14)							+/-		Kan ook worden ingezet voor bestrijding kleinere haarden ⁽²²⁾	17 °C: 30 d 20 °C: 23 d 25 °C: 15 d ⁽²³⁾
Roofwantsen					HQ artemia ⁽²⁴⁾ , Ephestia	HQ artemia; diverse prooien	+ (zoekt niet selectief naar bladluis)	Trips, spint, vlindereitjes		15 °C: 60 d 25 °C: 22 d ⁽²⁶⁾
<i>Orius sp.</i>										
Macrolophus pygmeus					Artemia, Ephestia, div. prooien, goede waardplant	Artemia, Ephestia, diverse prooien, goede waardplant		Wittevlieg, trips, spint, vlindereitjes	Bloemschade (hoge dichtheden in sommige gewassen) ⁽²⁵⁾	15 °C: 68 d 18 °C: 48 d 21 °C: 37 d 24 °C: 28 d ^(27, 28)
<i>Macrolophus pygmeus</i>										
Dicyphus errans										Ontwikkelingstijd nimfen vergelijkbaar met <i>M. pygmaeus</i> ⁽²⁸⁾
<i>Dicyphus errans</i>										
Entomopathogene schimmels					NVT	bladluis	n.v.t.	geen	Niet commercieel beschikbaar; heeft hoge RV nodig ⁽²⁹⁾	
<i>Pandora neoaphidis</i>	+	+	+	+						

Tabel 2.2

Referenties behorende tot Tabel 2.1.

Referenties behorende tot Tabel 2.1		
1. Charles & Pain (2016)	11. Guo <i>et al.</i> (2014)	21. Lommen (2013)
2. Bloemhard <i>et al.</i> (2014)	12. Boulanger <i>et al.</i> (2019)	22. Messelink (2017)
3. Jandricic (2017)	13. Messelink <i>et al.</i> (2011)	23. Papanikolaou <i>et al.</i> (2013)
4. Van Rijn <i>et al.</i> (2013)	14. Gonzalez <i>et al.</i> (2016)	24. Kruidhof <i>et al.</i> (2020)
5. Leroy <i>et al.</i> (2010)	15. Messelink <i>et al.</i> (2016)	25. Messelink <i>et al.</i> (2015)
6. Almohamad <i>et al.</i> (2009)	16. Koczor <i>et al.</i> (2016)	26. Cocuzza <i>et al.</i> (1997)
7. Almohamad <i>et al.</i> (2007)	17. Fujiwara <i>et al.</i> (1999)	27. Martinez-Garcia <i>et al.</i> (2017)
8. Hart <i>et al.</i> (1997)	18. Kazemi <i>et al.</i> (2011)	28. Ingegno <i>et al.</i> (2020)
9. Amoros-Jimenez <i>et al.</i> (2012)	19. He & Sigsgaard (2019)	29. Dinu <i>et al.</i> (2017)
10. Aparicio, <i>et al.</i> (2018)	20. Jalali <i>et al.</i> (2010)	

2.2 Mogelijke strategieën voor bladluisbestrijding in eenjarige zomerbloeiërs met inzet van *M. pygmaeus* en functionele biodiversiteit.

In 2018 stond een strategie met mengteelten centraal. Er zijn verschillende manieren waarop mengteelten kunnen bijdragen aan de beheersing van bladluis. In hun review brengen Ben Issa *et al.* (2017a) drie manieren naar voren. Ten eerste kunnen geuren van een bladluis-gevoelige gewassoort worden gemaskeerd door deze af te wisselen met een tweede soort gewas, en/of kan deze tweede gewassoort de bladluizen afweren. Ten tweede kan een mengteelt natuurlijke vijanden voedsel en/of schuilplaatsen bieden. En ten derde zou een voor bladluis aantrekkelijke soort planten als vanggewas kunnen functioneren, en in een mengteelt de bladluizen bij het hoofdgewas kunnen weghouden. Vervolgens hebben Ben Issa *et al.* (2016, 2017b) van 12 plantensoorten onder gecontroleerde condities in een klimaatkast onderzocht of deze door de afscheiding van plantengeuren de ontwikkeling van bladluis op naburige paprikaplant konden onderdrukken. Acht van de 12 planten-soorten bleken de populatie-ontwikkeling en/of vestiging van bladluizen op naburige paprikaplanten te kunnen reduceren (Ben Issa *et al.* 2016). Met drie plantensoorten werd vervolgens een kasexperiment uitgevoerd. Hierbij bleek het onderdrukkende effect van deze plantensoorten op de bladluisontwikkeling op paprika af te nemen met de afstand tussen de paprikaplant en de 'mengplant' (Ben Issa *et al.* 2017b), en was er op een afstand van 2.5 m geen effect meer waarneembaar. Hieruit valt af te leiden dat het belangrijk is om de rijen van verschillende gewassoorten in een mengteelt niet te breed te maken.

Voor 'onze' toepassing van mengteelten hebben we gekozen om twee plantensoorten af te wisselen die beide van commercieel belang zijn en reeds worden geteeld op bedrijven met eenjarige zomerbloeiërs. Eind 2017 zijn daarom eerst de soorten eenjarige zomerbloeiërs die het meest worden geteeld in beeld gebracht. Hieruit zijn voor de eerste serie proeven, uitgevoerd in 2018, 6 soorten van verschillende plantenfamilies geselecteerd die onder vergelijkbare omstandigheden worden geteeld (Verbena, Impatiens, Petunia, Tagetes, Pelargonium en Lobelia (zie Tabel 2.3 en Figuur 2.1) Hierbij is bij voorkeur gekozen voor soorten die uit zaad worden opgekweekt, zodat met uitgangsmateriaal zonder residuen van chemicaliën kon worden gewerkt. Alleen voor Pelargonium zijn stekken als uitgangsmateriaal gebruikt. Vervolgens is getoetst welke van deze plantensoorten het meest- en minst bladluisgevoelig waren, en is ervoor gekozen om enkele rijen met bladluisgevoelige soorten af te wisselen met enkele rijen bladluis-resistente soorten, en de verspreiding van een bladluispopulatie in deze mengteelten te vergelijken met die in een monoteelt van alleen de bladluisgevoelige soort in zowel de aanwezigheid als de afwezigheid van de roofwants *Macrolophus pygmaeus*.

Tabel 2.3

Eenjarige zomerbloeiers, voor de experimenten van 2018 geselecteerd als toetsplant voor bladluisgevoeligheid, en groentegewassen die voor de standaard kweek van bladluizen worden gebruikt.

Nederlandse naam	Familie	Latijnse naam	Ras	Opgekweekt uit:	Gebruik
Petunia	Solanaceae	<i>Petunia grandiflora</i>	Parade Plus F1 White	zaad	toetsplant
Lobelia	Campanulaceae	<i>Lobelia erinus</i>	Rapid Blue	zaad	toetsplant
Ijzerhard	Verbenaceae	<i>Verbena x hybrida</i>	Tuscany Mix	zaad	toetsplant
Afrikaantje	Compositae/ Asteraceae	<i>Tagetes patula nana</i>	Bonanza Bee	zaad	toetsplant
Geranium	Geraniaceae	<i>Pelargonium zonale</i>	Toscana Bernd	stek	toetsplant
Vlijtig liesje	Balsaminaceae	<i>Impatiens walleriana</i>	DeZire F1 Salmon Splash	zaad	toetsplant



Figuur 2.1 Zes soorten eenjarige zomerbloeiers die zijn gebruikt als toetsplanten. Van links naar rechts: *Petunia*, *Lobelia*, *Verbena* (Ijzerhard), *Tagetes* (Afrikaantje), *Pelargonium* (Geranium) en *Impatiens* (vlijtig Liesje).

In de strategie van 2019 stond de opbouw van een *Macrolophus pygmaeus* populatie in opeenvolgende teelten van eenjarige zomerbloeiers binnen een bedrijf centraal. Hiervoor is de situatie van het bedrijf Kwekerij Wouters B.V. in Ens geanalyseerd. De teelt van geraniumplanten (*Pelargonium* sp.), welke vanaf november worden geteeld en waarvan de opkweek de eerste 5-6 weken bij een relatief warme teelttemperatuur van 19 °C plaatsvindt, bood een kans voor een vroege opbouw van een *Macrolophus* populatie op de kwekerij enkele weken voor de start van de opkweek van bladluisgevoelige eenjarige zomerbloeiers. Geranium is ook relatief ongevoelig voor bladluizen. Na gesprekken met kKwekerij Wouters en andere teeltbedrijven van eenjarige zomerbloeiers, is besloten om het onderzoek te richten op de bestrijding van bladluis in de plantensoorten *Verbena*, *Calibrachoa* en *Tagetes*. De strategie die we hebben ingezet bestond uit:

- Het opbouwen van populatie van *Macrolophus* op *Pelargonium* sp.
- Het zo vroeg mogelijk in de teeltcyclus van bladluis gevoelige soorten (*Calibrachoa*, *Verbena* & *Tagetes*) beginnen met de introductie van *Macrolophus*.
- Het 'recyclen' van *Macrolophus* aan het einde van de geraniumteelt en aan het einde van de opeenvolgende relatief korte teeltcycli van de bladluis-gevoelige soorten planten.

Bij Kwekerij Wouters B.V. werden twee *Pelargonium* soorten geteeld, namelijk *Pelargonium peltatum* en *Pelargonium zonale*, waar verschillende cultivars van waren. Aan de hand van bladbehang en hardheid van de bladeren zijn deze soorten ingedeeld in 4 groepen (I, II, III en IV) (zie Tabel 2.4). Bij de proefbeschrijvingen is gebruikt gemaakt van deze groepsnummering. In Tabel 2.5 staan de cultivars van *Verbena*, *Calibrachoa* en *Tagetes* die zijn gebruikt in de experimenten.

Nadat Pelargonium de eerste 5-6 weken bij een teelttemperatuur van 19°C is opgekweekt worden de planten verder geteeld bij een temperatuur van 12 °C voor een periode van ongeveer 3 maanden. Omdat de ontwikkeling van *M. pygmaeus* - zeker onder koelere omstandigheden - traag is, is het belangrijk om *M. pygmaeus* in een zo vroeg mogelijk stadium van de teelt te introduceren. Dit zou kunnen wanneer de planten 3 weken oud zijn. De meer bladluisgevoelige soorten Calibrachoa en Verbena worden ook tijdens de eerste 5-6 weken opgekweekt bij 19 °C. Vervolgens worden ze voor een periode van ongeveer 8 weken verder geteeld bij 15 °C. Deze planten worden echter 'getopt' wanneer ze 4 weken oud zijn. *Macrolophus pygmaeus* roofwantsen, welke pas kunnen worden uitgezet nadat de planten zijn getopt, kunnen dan nog maar gedurende een beperkte tijdsduur van de relatief hoge teelttemperatuur profiteren. Tagetes staat gedurende de hele opkweek- en teeltperiode van ongeveer 12 weken bij een temperatuur van 15 °C.

Het beste is als *M. pygmaeus* direct na uitzetten binnen een relatief korte periode veel eitjes in het gewas kan afzetten, zodat de ontwikkeling van de eitjes voor een zo groot mogelijk gedeelte onder een relatief gunstige teelttemperatuur kan plaatsvinden (en zo kan worden versneld). Omdat het uitzetten van hoge aantallen *M. pygmaeus* al snel erg duur wordt, is er gedacht aan de mogelijkheid om *M. pygmaeus* adulten steeds na een korte periode op een batch van jonge planten terug te vangen en over te zetten op een nieuwe batch van jonge planten. Bij een dergelijk scenario is het belangrijk dat de omstandigheden voor de eileg en overleving *M. pygmaeus* zo gunstig mogelijk zijn. De toevoeging van een goede kwaliteit van additioneel voedsel, zoals een mengsel van cysten van pekelkreeftjes (*Artemia*) en eitjes van meelmotten (*Ephestia kuehniella*), kan dan een duidelijke meerwaarde hebben. Een additioneel voordeel is dat de planten in dit vroege stadium van de teelt nog dicht op elkaar staan, waardoor er per plant minder voedsel hoeft te worden toegediend. In een latere fase van de teelt en van de ontwikkeling van *M. pygmaeus* zou dan een goedkopere voedselsoort kunnen worden toegediend, zoals een standaard kwaliteit *Artemia*. Om te weten of het 'recyclen' van *M. pygmaeus* interessant is, is het tevens belangrijk om te weten hoeveel *M. pygmaeus* vrouwtjes van verschillende leeftijden kunnen bijdragen aan de productie van nakomelingen. Derhalve is de overleving en voortplanting van *M. pygmaeus* in 2019 apart onderzocht voor verschillende leeftijdscohorten.

Tabel 2.4

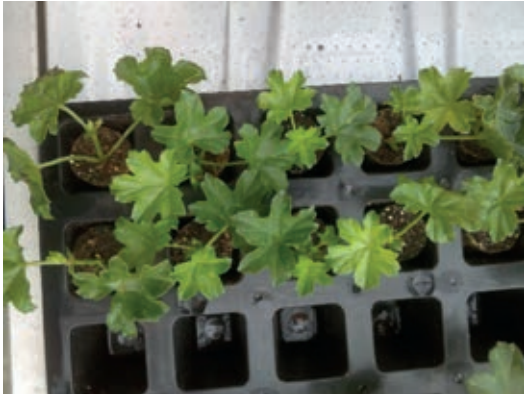
Pelargonium soorten en rassen, en de indeling in 4 verschillende groepen met bijbehorende kenmerken van beharing en hardheid blad. Deze *Pelargonium* groepen zijn gebruikt in de experimenten van 2019.

Groep	Soort	Ras	Kleur	Beharing	Hardheid blad
I	<i>Pelargonium peltatum</i>	BALCON	red	Glabrous/Smooth	Soft
	<i>Pelargonium peltatum</i>	BALCON	lila	Glabrous/Smooth	Intermediate
	<i>Pelargonium peltatum</i>	BALCON	desrumeax	Glabrous/Smooth	Soft
II	<i>Pelargonium peltatum</i>	SUNFLAIR	red	Glabrous/Grainy	Hard
	<i>Pelargonium peltatum</i>	SUNFLAIR	pink	Glabrous/Grainy	Hard
III	<i>Pelargonium zonale</i>	CASTELLO	rose	Hairy	Soft
	<i>Pelargonium zonale</i>	CASTELLO	lavender	Hairy	Intermediate
	<i>Pelargonium zonale</i>	SAVANNAH	white	Hairy	Soft
IV	<i>Pelargonium zonale</i>	ELARA		Hairy	Soft
	<i>Pelargonium zonale</i>	SMART	salmon	Hairy	Soft

Tabel 2.5

Bladluisgevoelige soorten en rassen eenjarige zomerbloeiërs, die in de experimenten van 2019 zijn gebruikt.

Soort	Ras	Kleur
<i>Verbena x hybrida</i>	MAGELANA	lila
<i>Verbena x hybrida</i>	MAGELANA	violet
<i>Verbena x hybrida</i>	LANAI	lanai
<i>Calibrachoa</i>	CABARET	
<i>Targetes patula nana</i>	BONANZA	



Groep I (*P. peltatum* "Balcon")



Groep II (*P. peltatum* "Sunflair")



Groep III (*P. zonale* "Castello en Savannah")



Groep IV (*P. zonale* Elara en Smart)

Figuur 2.2 De 4 groepen *Pelargonium* sp. die zijn gebruikt in de experimenten van 2019.



Verbena x hybrida "Magelana en Lanai"



Calibrachoa "Cabaret"



Tagetes patula nana "Bonanza"

Figuur 2.3 De 3 soorten bladluis-gevoelige eenjarige zomerbloeiers die zijn gebruikt in de experimenten van 2019.

3 Bladluis-gevoeligheid van een aantal belangrijke soorten eenjarige zomerbloeiërs

3.1 Inleiding

Voor de zes geselecteerde soorten eenjarige zomerbloeiërs (Petunia, Lobelia, Verbena, Tagetes, Pelargonium en Impatiens; zie Tabel 2.3) is onderzocht hoe gevoelig ze zijn voor bladluis. Er zijn hiervoor vier soorten bladluis gebruikt, die veelvuldig voor problemen zorgen in gewassen onder glas, namelijk perzikluis (*Myzus persicae*), boterbloemluis (*Aulacorthum solani*), katoenluis (*Aphis gossypii*) en aardappeltopluis (*Macrosiphum euphorbiae*).

3.2 Materiaal en methoden

De zes soorten eenjarige zomerbloeiërs zijn opgekweekt bij Florensis zonder chemische bestrijdingsmiddelen. De vier soorten bladluizen komen uit kweken van Wageningen UR Glastuinbouw. Perzikluis en katoenluis worden respectievelijk gekweekt op paprika en komkommer in een kas. Boterbloemluis en aardappeltopluis worden gekweekt op bladpansen van respectievelijk paprika en tomaat in petrischalen in een klimaatkast.

3.2.1 Experiment 1: Ontwikkeling van *M. persicae* op zes soorten planten eenjarige zomerbloeiërs

In maart 2019 is een eerste kortlopende proef ingezet waarbij de gevoeligheid van de zes soorten eenjarige zomerbloeiërs voor *M. persicae* bladluizen is getoetst. De proef is uitgevoerd in kooien van 40x40x60 cm waarin elk 2 potten met meerdere stekken van een van de bovengenoemde soorten stonden. Hierbij is de hoeveelheid bladoppervlakte tussen de soorten zoveel mogelijk gelijk gehouden. Vervolgens zijn in elke pot 15 volwassen bladluizen geïntroduceerd. Voor elke soort eenjarige zomerbloeiër zijn er 5 herhalingen uitgevoerd. Tien dagen na de introductie van de bladluizen is het aantal *M. persicae* nimfen en volwassen bladluizen voor elke plant gescoord.

3.2.2 Experiment 2: Ontwikkeling van vier bladluissoorten op zes soorten eenjarige zomerbloeiërs

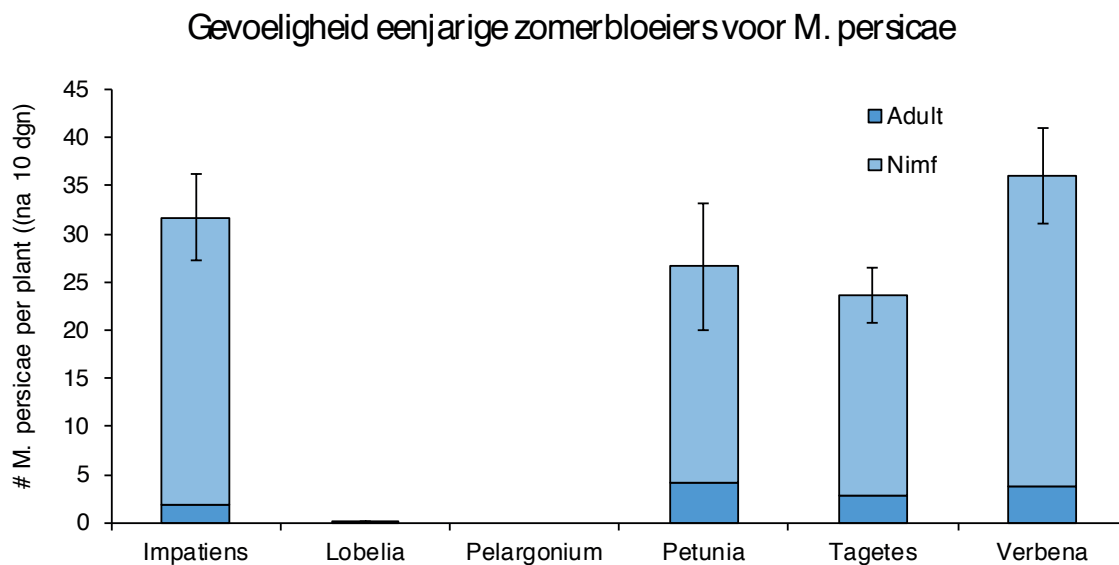
In dit experiment zijn de vier soorten bladluis die zijn getoetst eerst voor een periode van twee weken gekweekt op de zes soorten eenjarige zomerbloeiërs. Op deze manier konden de bladluizen alvast wennen aan een nieuwe waardplant. Hiervoor werd voor elke bladluissoort een blad met groot aantal bladluizen vanuit de 'moederkweek' overgezet naar elke soort eenjarige zomerbloeiër. Enkel de bladluissoorten die zich in de kortlopende kweek konden reproduceren op de desbetreffende soort eenjarige zomerbloeiër werden meegenomen in het experiment. Het experiment werd uitgevoerd in kooien in een kas bij een gemiddelde temperatuur van 22 °C en een RV van 60%. Per behandelingscombinatie zijn er op twee verschillende momenten 4 kooien van 40x40x60 cm ingezet. Tevens zijn kooien ingezet met planten van de gewasgroenten waarop de moederkweken van de bladluissoorten werd uitgevoerd als een positieve controle. Daarnaast is er op de Pelargonium planten een spontane besmetting met boterbloemluis gevonden. Daarom is de gevoeligheid van enkele soorten planten (Impatiens, Petunia, Pelargonium en paprika) voor deze populatie boterbloemluis apart onderzocht. Elke kooi bevatte 5 planten, en op elke plant werden idealiter 20 volwassen, reproducerende, bladluizen geïntroduceerd.

In enkele gevallen waarbij dit aantal bladluizen niet aanwezig was in de kweek, werden 5 of 10 reproducerende bladluizen per plant ingezet. Na 10 dagen werd elke plant geëvalueerd voor het aantal bladluizen per geïntroduceerd vrouwtje. De resultaten zijn ingedeeld in 7 categorieën, variërend van geen overleving tot zeer snelle reproductie (zie Tabel 3.2).

3.3 Resultaten en discussie

3.3.1 Experiment 1: Ontwikkeling van *M. persicae* op zes soorten planten eenjarige zomerbloeiërs

De bladluisoort *M. persicae* kon op 4 van de 6 soorten eenjarige zomerbloeiërs nakomelingen produceren, namelijk op Impatiens, Petunia, Tagetes en Verbena. Op Lobelia en Pelargonium werden geen nakomelingen van *M. persicae* waargenomen. Een belangrijke aanmerking op deze proef is dat de toename van de *M. persicae* populatie niet over meerdere generaties is gevolgd op dezelfde plantensoort. In een tweede experiment zijn de bladluizen derhalve eerst vermeerderd op de soort plant waarop ze later zijn getoetst. Uit deze proef is gebleken dat de *M. persicae* kloon die wij hebben gebruikt zich niet goed op Petunia kon ontwikkelen (zie Tabel 3.1). Voor de overige soorten eenjarige zomerbloeiërs komen de resultaten van het eerste en tweede experiment voor *M. persicae* wel overeen.



Figuur 3.1 Aantal *M. persicae* bladluizen per plant in een kortlopende (10 dagen) proef, waarbij bij de start van de proef op elke plant 15 volwassen bladluizen waren geïntroduceerd.

3.3.2 Experiment 2: Ontwikkeling van vier bladluisoorten op zes soorten eenjarige zomerbloeiërs

De getoetste soorten eenjarige zomerbloeiërs lieten een verschillende gevoeligheid zien tegen de 4 bladluisoorten. Verbena, Impatiens en in mindere mate Tagetes bleken het meest gevoelig voor de bladluisoorten en -klonen die we hebben getoetst, terwijl de door ons getoetste bladluis soorten en -klonen zich op Petunia, Pelargonium en Lobelia over het algemeen niet goed konden ontwikkelen. Op Lobelia kon geen van de getoetste bladluisoorten zich ontwikkelen. Ditzelfde werd waargenomen voor Pelargonium voor de bladluispopulaties uit de standaardkweken. Op Verbena en Impatiens reproduceerden katoenluis en perzikluis zich het snelst. Aardappeltopluis ontwikkelde zich alleen goed op Verbena, niet op Tagetes en in mindere mate op petunia. Op Tagetes ontwikkelde alleen perzikluis zich goed. Boterbloemluis uit de standaardkweek kon zich naast paprika enkel op Petunia ontwikkelen. Deze plantensoort behoort tot dezelfde familie als paprika (Solanaceae).

Boterbloemluis uit een spontaan optredende populatie op Pelargonium kon zich daarentegen wel op deze plantensoort voortplanten, alhoewel de reproductiesnelheid erg laag was. Interessant genoeg ontwikkelde deze spontane populatie van *A. solani* zich niet goed op paprika. Dit kan te maken hebben met de symbionten die de bladluis bij zich draagt, en die de waardplant acceptatie kunnen beïnvloeden. Naast de geïntroduceerde soorten bladluizen werden er op Verbena ook nog een drietal andere soorten bladluis gevonden: twee soorten wortelluizen en een bladbewonende bladluissoort.

De resultaten met de verschillende populaties van boterbloemluis laat zien dat er binnen bladluisoorten duidelijke verschillen kunnen zijn in waardplantgeschiktheid. De gegevens uit onderstaande Tabel zijn daarom enkel indicatief en moeten met de nodige voorzichtigheid worden geïnterpreteerd. Tevens geeft het vinden van een drietal nog ongeïdentificeerde bladluisoorten aan dat er in de praktijk waarschijnlijk veel relatief onbekende soorten zullen optreden, waartegen de effecten van specialistische natuurlijke bestrijders, zoals sluipwespen, niet bekend is.

Tabel 3.1

Gevoeligheid van verschillende soorten eenjarige zomerbloeiërs voor 4 soorten bladluizen, in vergelijking met het groentegewas waarop ze worden gekweekt.

	M. euphorbiae aardappeltopluis moederkweek: tomaat	A. gossypii katoenluis moederkweek: komkommer	M. persicae perzikluis moederkweek: paprika	A. solani boterbloemluis moederkweek: paprika	A. solani boterbloemluis moederkweek: Pelargonium
<i>Eenjarige zomerbloeiërs</i>					
Verbena	>>	>>>	>>>	><	NA
Impatiens	><	>>	>>	X	X
Tagetes	<	<	>>	<	NA
Petunia	>	X	<	>	<
Pelargonium	X	X	X	X	>
Lobelia	X	X	X	<	NA
<i>Control plants</i>					
tomaat	>>	NA	NA	NA	NA
komkommer	NA	>>	NA	NA	NA
paprika	NA	NA	>>>>	>>	<
Index:					
NA	geen gegevens beschikbaar				
X	geen overleving				
<	bladluis overleeft, maar reproduceert vrijwel niet				
><	bladluis overleeft, tweede generatie reproduceert (vrijwel) niet				
>	reproductiesnelheid laag				
>>	reproductiesnelheid gemiddeld				
>>>	reproductiesnelheid hoog				
>>>>	reproductiesnelheid erg hoog				

4 Ontwikkeling, overleving en reproductie van *Macrolophus pygmaeus* op eenjarige zomerbloeiërs

4.1 Inleiding

Macrolophus pygmaeus behoort tot de roofwantsen van de familie Miridae, die niet alleen verschillende soorten prooien eten, maar ook plantencellen aanprikken om zich te voeden. Plantensoorten kunnen verschillen in hun geschiktheid en aantrekkelijkheid als waardplant voor dit soort roofwantsen (Ingegno *et al.* 2011). In de praktijk wordt *Macrolophus* vaak bijgevoerd met cysten van pekelkreeftjes (*Artemia* sp) om sneller een populatie op te bouwen in het gewas. In gewassen zoals tomaat kan de roofwants goed gedijen op de standaard-kwaliteit *Artemia*. De vraag is hoe goed een populatie van *M. pygmaeus* zich kan ontwikkelen op verschillende soorten eenjarige zomerbloeiërs, en welke rol additioneel voedsel hierbij speelt.

In een eerste serie proeven (Proef 1), uitgevoerd in het voorjaar van 2018, is daarom de ontwikkeling, overleving en reproductie van *M. pygmaeus* op 6 verschillende soorten eenjarige zomerbloeiërs (zie Tabel 2.3 en Figuur 2.1) en op chrysant verder onderzocht in de aan- en afwezigheid van *Artemia*. Er zijn hierbij twee soorten *Artemia* onderzocht, de standaard-kwaliteit *Artemia* van Koppert Biological Systems en de kwaliteits-*Artemia* van Biobee Biological systems.

In een tweede serie proeven, uitgevoerd in het voorjaar van 2019, is de overleving en reproductie van *M. pygmaeus* adulten (Proef 2) en de ontwikkelingsnelheid en overleving van *M. pygmaeus* nimfen (Proef 3) onderzocht op verschillende rassen van *Pelargonium zonale* en *Pelargonium peltatum* (zie Tabel 2.4 en Figuur 2.2). de bladluisgevoelige soorten eenjarige zomerbloeiërs *Calibrachoa*, *Verbena* en *Tagetes* (zie Tabel 2.5 en Figuur 2.3) Voor Proef 2 is de overleving en het aantal nakomelingen per leeftijdscohort apart onderzocht, en zo na te gaan hoe de overleving van *M. pygmaeus* over de tijd verandert en hoe de productie van nakomelingen samenhangt met de leeftijd van de *M. pygmaeus* vrouwtjes. Vervolgens is er nog een proef gedaan om te onderzoeken of de plantensoort/ -ras invloed heeft op de vruchtbaarheid van de adulten die zich op deze plantensoort/ -ras hebben ontwikkeld (Proef 4).

4.2 Materiaal en methoden

4.2.1 Proef 1: Overleving en reproductie van *M. pygmaeus* op *Verbena*, *Impatiens* en *Lobelia* in de aan- en afwezigheid van alternatief voedsel

Voor dit experiment zijn drie soorten eenjarige zomerbloeiërs geselecteerd, namelijk *Impatiens*, *Verbena* en *Lobelia*. Tevens is chrysant meegenomen in deze proef, omdat ook in dit gewas bladluis (met name katoenluis) voor problemen kan zorgen. Tomaat (cv. Snacker) is gebruikt als referentiesoort, omdat *M. pygmaeus* in de praktijk reeds veelvuldig wordt ingezet in dit gewas.

In de eerste fase van het experiment is de overleving van *M. pygmaeus* getoetst. In de tweede fase van het experiment is onderzocht hoeveel nakomelingen de overlevende *M. pygmaeus* vrouwtjes konden produceren.

De roofwantsen voor het experiment zijn geleverd door Koppert Biological Systems, en zijn ingezet in het experiment vlak nadat ze volwassen waren geworden. Voor elk van de 15 behandelingscombinaties zijn 4 herhalingen uitgezet in kooien van 40x40x60 cm. Elke kooi bevatte één plant. Voor de behandelingen met extra voedsel werd 0.5 gram Artemia zo goed mogelijk over de plant verdeeld. Vervolgens werd in elke kooi *M. pygmaeus* geïntroduceerd. In de kooien zonder voedsel zijn elk 24 *M. pygmaeus* vrouwtjes geïntroduceerd, terwijl in de kooien met voedsel elk 8 *M. pygmaeus* vrouwtjes zijn geïntroduceerd. Dit hogere aantal *M. pygmaeus* vrouwtjes in de kooien zonder voedsel was ter compensatie van de verwachte hogere mortaliteit in deze behandelingen. Naast de vrouwtjes zijn in elke kooi ook *M. pygmaeus* mannetjes geïntroduceerd, om ervoor te zorgen dat alle vrouwtjes de kans kregen om te paren. In de eerste herhaling van het experiment was er voor elk vrouwtje 1 mannetje toegevoegd, en in de overige herhalingen was er voor elke 4 vrouwtjes 1 mannetje toegevoegd. Na een periode van 7 dagen is het aantal levende en dode *M. pygmaeus* vrouwtjes bepaald. De overleving van *M. pygmaeus* vrouwtjes is vervolgens omgerekend naar het % overlevende vrouwtjes dag⁻¹, met behulp van de volgende formule:

$$\% \text{ overlevende vrouwtjes dag}^{-1} = (m/n)^{1/d} \text{ dag}^{-1}$$

Met:

m = aantal levende vrouwtjes einde experiment.

n = aantal levende vrouwtjes start experiment.

d = duur van het experiment (dagen).

De levende *M. pygmaeus* vrouwtjes in elke kooi zijn vervolgens overgezet naar nieuwe kooien (40x40x60 cm), met dezelfde behandeling van plantensoort en additioneel voedsel. In de behandelingen zonder voedsel werden elk 8 vrouwtjes geïntroduceerd, en in de behandelingen met voedsel werden elk 4 vrouwtjes geïntroduceerd. Afhankelijk van de grootte van de planten bevatte elke kooi 2 tot 5 planten. Voor de behandelingen met additioneel voedsel werd in elke kooi 0.5 gram Artemia zo goed mogelijk over de planten verdeeld. Wederom werden er per behandelingscombinatie 4 herhalingen ingezet. Na 4 weken is het aantal *M. pygmaeus* nakomelingen in elke kooi bepaald. Hierbij werd onderscheid gemaakt tussen de verschillende nimfenstadia en volwassen roofwantsen.



Figuur 4.1 Kasopstelling voor de eerste fase van proef 1, waarbij de overleving van *M. pygmaeus* werd getoetst op 3 verschillende soorten eenjarige zomerbloeiers (*Verbena*, *Impatiens* en *Lobelia*), chrysant en tomaat, in de aan- en afwezigheid van *Artemia* als additioneel voedsel.

4.2.2 Proef 2: Overleving en reproductie per leeftijdsklasse van *M. pygmaeus* adulten op *Calibrachoa*, *Verbena*, *Tagetes*, en *Pelargonium* in de aanwezigheid van alternatief voedsel

Deze proef is uitgevoerd in kooien in een kas van 144 m², op 14 teelttafels met een eb-vloed systeem. De temperatuur was ingesteld op 19 °C. Een eerste proefserie is uitgevoerd met de 4 *Pelargonium* groepen (I, II, III en IV) die in Tabel 2.4 zijn beschreven en in Figuur 2.2 zijn afgebeeld. Zowel begin februari als eind februari is stekmateriaal van ongeveer 10 dagen oud door kweekkerij Wouters B.V. in Ens geleverd aan Wageningen UR Glastuinbouw in Bleiswijk. Toen de planten 3 weken oud waren, zijn ze overgezet in nieuwe trays. De traygaten zijn om en om gevuld met een plant. Vervolgens zijn per *Pelargonium* groep 3 gaaskooien van 60*90*60 cm (l*b*h) gevuld met elk 54 planten. Als controlebehandeling zijn er 3 extra kooien ingezet met elk 20 snijbonen.

In elke kooi is 0.2 gram Entofood (een mengsel van Artemia cysten en eitjes van de meelmot *Ephestia kuehniella*, geproduceerd door Koppert Biological Systems) uitgestrooid over de planten. Dit komt overeen met grofweg 10 kg ha⁻¹. Vervolgens zijn in elke kooi 54 volwassen *M. pygmaeus* paartjes geïntroduceerd, afkomstig van Koppert Biological Systems. Eén week na de start van het experiment is er voor de 'tweede plantronde' een nieuwe set van kleinere gaaskooien (40x40x60 cm) met stekmateriaal of bonen voorbereid. Om de *M. pygmaeus* adulten ook in de controlebehandeling van bonen een schuilplek te verschaffen, zijn de bonen vanaf de 'tweede plantronde' afgedekt met een tissue. Vervolgens zijn alle *M. pygmaeus* roofwantsen uit de eerste set kooien teruggevangen, en is het aantal levende en dode individuen uit elke kooi geteld. De levende *M. pygmaeus* roofwantsen uit elke kooi zijn vervolgens in een nieuwe kooi met een nieuwe batch planten van dezelfde Pelargonium groep (of controle van snijbonen) overgezet. Het aantal planten per kooi is aangepast op het aantal overlevende *M. pygmaeus* adulten, met als uitgangspunt twee *M. pygmaeus* roofwantsen per plant. Vervolgens zijn alle beschreven handelingen herhaald voor de derde en vierde plantronde. In totaal zijn dezelfde *M. pygmaeus* adulten na de introductie in de eerste serie kooien nog 3 maal overgezet naar een nieuwe serie kooien met planten, waardoor er voor 4 leeftijdscohorten van 1 week gegevens zijn verzameld over de overleving en de eileg. Alle planten of snijbonen waar *M. pygmaeus* eitjes had afgezet zijn in de originele kooien doorgekweekt in dezelfde kas bij 19 °C. Vanaf vier weken na de inzet van de adulten is het aantal nimfen in elke kooi op 3 opeenvolgende momenten gescoord.

Een tweede proefserie is uitgevoerd met Verbena, Calibrachoa, Tagetes en een controlebehandeling van snijbonen (zie Tabel 2.5). Deze proefserie is twee dagen na de eerste proefserie met Pelargonium gestart. Het is op dezelfde manier uitgevoerd, met als enige verschil het aantal planten per kooi. Omdat de kiemplanten van Calibrachoa en Verbena minder bladoppervlak hadden dan de stekken van Pelargonium, zijn voor deze twee soorten alle gaten in de trays gevuld met een plant. De kiemplanten van Tagetes waren nog kleiner, en hiervan zijn er per tray-gat 2 planten geplaatst. Derhalve zijn in de eerste plantenronde 124 planten van Calibrachoa en Verbena, en 248 planten van Tagetes per kooi geplaatst. Net als bij de proefserie met Pelargonium zijn er in de eerste plantronde 54 paartjes van *M. pygmaeus* geïntroduceerd, en is het aantal planten per kooi in de volgende plant-rondes aangepast aan het aantal overlevende *M. pygmaeus* roofwantsen, met als uitgangspunt 2 *M. pygmaeus* roofwantsen per twee planten van Verbena/ Calibrachoa of per vier planten van Tagetes. Op basis van de verzamelde gegevens zijn er drie parameters berekend. Ten eerste is het percentage overleving van *M. pygmaeus* adulten per dag berekend. Dit is gedaan met dezelfde formule als beschreven voor Proef 1, namelijk:

$$\% \text{ overlevende vrouwtjes dag}^{-1} = (m/n)^{1/d} \text{ dag}^{-1}$$

Met:

m = aantal levende vrouwtjes einde experiment.

n = aantal levende vrouwtjes start experiment.

d = duur van het experiment (dagen).

Omdat het niet mogelijk was om tussen de verschillende rondes van alle *M. pygmaeus* adulten de sekse te bepalen, is de aanname gedaan dat steeds evenveel mannetjes als vrouwtjes zijn overleden. Dit komt overeen met de bevindingen van Perdakis & Lykouressis (2004), die bij 20 °C geen verschil in levensduur tussen mannetjes en vrouwtjes *M. pygmaeus* roofwantsen op tomaat vonden. Ten tweede is vervolgens het aantal nakomelingen per levend *M. pygmaeus* vrouwtje per dag berekend:

$$\# \text{ nakomelingen levend vrouwtje}^{-1} \text{ dag}^{-1} = 2^e / (\{d(m+n)\})$$

Met:

e = aantal nakomelingen

m = aantal levende vrouwtjes einde experiment.

n = aantal levende vrouwtjes start experiment.

d = duur van het experiment (dagen).

Ten derde is het totaal aantal nakomeling per geïntroduceerd *M. pygmaeus* vrouwtje over de gehele periode van 4 weken berekend.

Tabel 4.1 In deze Tabel staat schematisch aangegeven in welke week van 2019 de *M. pygmaeus* adulten naar een nieuwe batch jonge planten ('ronde') zijn overgezet, en in welke weken het aantal nakomelingen in elke ronde is gescoord.

Week	Inzetten/ overzetten <i>M. pygmaeus</i>	# stekken	# snijbonen	Evaluatie #nakomelingen
9	Ronde 1	54	20	
10	Ronde 2	24	8	
11	Ronde 3	18	6	
12	Ronde 4	18	6	
13				Ronde 1
14				Ronde 1-2
15				Ronde 1-2-3
16				Ronde 2-3-4
17				Ronde 3-4
18				Ronde 4



Figuur 4.2 Kasopstelling van Proef 2, waarbij de overleving en reproductie van *M. pygmaeus* op 4 groepen van *Pelargonium* is getoetst. Boven: de opstelling van de kooien in de kas. Midden links: een nieuwe batch met *Pelargonium* stekmateriaal. Midden rechts: snijbonen als controlebehandeling. Onder: het scoren van het aantal *M. pygmaeus* nimfen.



Figuur 4.3 Batches met plantmateriaal van *Verbena* (boven), *Calibrachoa* (midden) en *Tagetes* (onder) voor de eerste plantronde van proef 2.

4.2.3 Proef 3: Ontwikkeling en overleving van *M. pygmaeus* nimfen op Calibrachoa, Verbena, Tagetes, *Pelargonium zonale* en *P. peltatum*

Voor het bepalen van de ontwikkelingssnelheid van *M. pygmaeus* nimfen op de verschillende *Pelargonium* groepen en op Verbena, Calibrachoa en Tagetes is gebruik gemaakt van plantmateriaal uit plantronde 2 van proef 2. Voor deze plantronde zijn op 5 maart (*Pelargonium*) of 7 maart (Verbena, Calibrachoa, Tagetes) volwassen *M. pygmaeus* roofwantsen in kooien geïntroduceerd, en na één week wederom uit de kooien verwijderd. Vervolgens zijn uit elke kooi willekeurig een aantal door *M. pygmaeus* met eitjes belegde planten geselecteerd. Voor *Pelargonium* waren dit 4 planten per kooi, voor Verbena of Calibrachoa 8 planten per kooi en voor Tagetes 16 planten per kooi (zie Tabel 4.2). Deze jonge planten zijn per stuk (*Pelargonium*), per twee stuks (Verbena en Calibrachoa) of per vier stuks (Tagetes) opgepot in 10,5 cm potten, waarvan steeds 4 potten zijn overgezet in nieuwe (40x40x60 cm) kooien. Net als in proef 2 zijn er per plantensoort 3 herhalingen uitgevoerd. De kooien werden afhankelijk van het teeltgewas weggezet bij de gewenste teelttemperaturen (zie Tabel 4.3). Elke week werden de nimfen bijgevoerd met Artemia. Het ontwikkelingsstadium van de nimfen werd regelmatig gecontroleerd. Op het moment dat de eerste adulten werden waargenomen is de eindwaarneming gedaan. Deze eindwaarneming heeft plaats gevonden op 23 en 24 april. Hierbij is het aantal *M. pygmaeus* nimfen en adulten gescoord. Vervolgens is voor de verschillende plantensoorten het percentage nimfen dat op de datum van de eindwaarneming het volwassen stadium had bereikt berekend.

Voor het bepalen van de overleving van *M. pygmaeus* nimfen op de verschillende soorten planten, zijn in de laatste week van maart jonge *M. pygmaeus* nimfen van het eerste ontwikkelingsstadium (N1) verzameld van plantronde 1 van proef 2. Voor elke soort of groep eenjarige zomerbloeiërs zijn schone jonge planten opgepot in 10,5 cm potten en weggezet in aparte (40x40x60 cm) kooien. Per kooi stonden wederom 4 potten, met eenzelfde aantal planten als gebruikt voor de bepaling van de ontwikkelingssnelheid (zie Tabel 4.2). Als controlegewas zijn snijbonen gebruikt, met 2 snijbonen per kooi. Per kooi zijn vervolgens 30 L1 nimfen geïntroduceerd. Hierbij is ervoor gezorgd dat de L1 nimfen op dezelfde soort/ groep eenjarige zomerbloeiërs zijn geplaatst als waar ze vandaan kwamen. De kooien werden afhankelijk van het teeltgewas weggezet bij de gewenste teelttemperaturen (zie Tabel 4.3). Elke week werd er bijgevoerd met Artemia. In de controle behandelingen werd tevens elke week een verse boon aangeboden. De behandelingen zijn uitgevoerd in 3 herhalingen. Op 11 april werden de eerste volwassen *M. pygmaeus* roofwantsen in de controle van snijbonen waargenomen. Op 15 april is het aantal nog levende *M. pygmaeus* roofwantsen in elke kooi met snijbonen bepaald. Op 19 april zijn bij alle andere soorten eenjarige zomerbloeiërs de eerste volwassen roofwantsen waargenomen. Op 30 april is voor elke kooi het aantal levende roofwantsen bepaald. Vervolgens is voor elke plantensoort het percentage van de 30 jonge nimfen dat zich succesvol tot het volwassen stadium heeft ontwikkeld berekend.

Tabel 4.2

Aantal planten per pot en per kooi van proef 3, voor de verschillende soorten eenjarige zomerbloeiërs.

Plantensoort	#planten per pot	#planten per kooi
<i>Pelargonium</i> sp.	1	4
Verbena	2	8
Calibrachoa	2	8
Tagetes	4	16

Tabel 4.3

Periode waarin *M. pygmaeus* eitjes heeft gelegd op de verschillende soorten eenjarige zomerbloeiers, en de periodes waarbij de planten met *M. pygmaeus* eitjes en/of nimfen onder de verschillende kasttemperaturen zijn geteeld voor proef 3.

Datum	Handeling	Ingestelde kasttemperatuur (°C)
5-mrt	<i>M. pygmaeus</i> adulten geïntroduceerd op Pelargonium sp.	19
7-mrt	<i>M. pygmaeus</i> adulten geïntroduceerd op Verbena, Calibrachoa, Tagetes	19
12-mrt	<i>M. pygmaeus</i> adulten verwijderd van Pelargonium sp.	19
14-mrt	<i>M. pygmaeus</i> adulten verwijderd van Verbena, Calibrachoa, Tagetes	19
14-mrt	Tagetes planten verplaatst naar andere kas	15
21-mrt	Verbena en Calibrachoa planten verplaatst naar andere kas	15
26-mrt	Pelargonium planten verplaatst naar andere kas	12
23-apr	Eindevaluatie Pelargonium	
24-apr	Eindevaluatie Verbena, Calibrachoa en Tagetes	



Figuur 4.4 De verschillende soorten eenjarige zomerbloeiers opgepot in 10.5 cm potten voor proef 3. Links: Pelargonium, rechtsboven: Verbena, rechtsmidden: Calibrachoa, rechtsonder: Tagetes.

4.2.4 Proef 4: Overleving en eileg van *M. pygmaeus* adulten die zijn opgekweekt op verschillende soorten eenjarige zomerbloeiërs

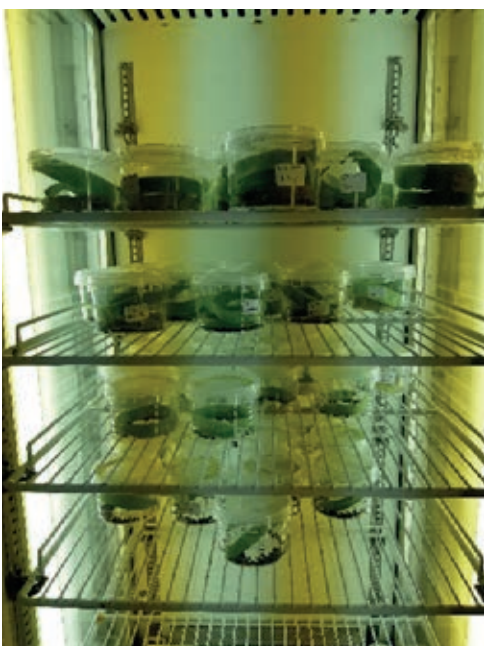
De vruchtbaarheid van *M. pygmaeus* vrouwtjes, bij Wageningen UR Glastuinbouw opgekweekt op verschillende soorten eenjarige zomerbloeiërs, is vergeleken met de vruchtbaarheid van *M. pygmaeus* vrouwtjes bij Wageningen UR Glastuinbouw opgekweekt op snijbonen en met *M. pygmaeus* vrouwtjes afkomstig van Koppert Biological Systems. De verschillende soorten/ groepen eenjarige zomerbloeiërs waarop *M. pygmaeus* werd opgekweekt staan weergegeven in Tabel 4.4. Vervolgens is van deze verschillende groepen *M. pygmaeus* vrouwtjes de eileg per week gevolgd over een periode van 4 weken.

De vruchtbaarheidstoetsen vonden plaats in doorzichtige plastic containers (8.5 cm diameter, 6 cm hoog) in een koelbroedstoof bij 22 °C, 70% RV en 16-8 L:D. De deksel van elke container was voorzien van een gat dat was afgesloten met tripsgaas voor ventilatie. Elke container werd voorzien van een snijboon. Op de bodem van de containers werd een dun laagje boekweitdoppen gestrooid als schuilplek voor nimfen en werd een overmaat van een mengsel van *Artemia* spp. cysten en *Ephestia kuehniella* eieren (Entofood) gestrooid als voedsel. Vervolgens werden in elke container 8 *M. pygmaeus* vrouwtjes en 4 mannetjes geplaatst van 0-1 week oud. Na 7 dagen werden de mannetjes verwijderd en werden de containers met de overgebleven vrouwtjes voorzien van een verse snijboon en vers Entofood. In totaal werden de *M. pygmaeus* vrouwtjes 4 keer, met steeds 1 week tussenpauze, van een verse snijboon voorzien. Van alle 9 behandelingen zijn in totaal 6 herhalingen gedaan. Doordat niet voor alle behandelingen op elk moment voldoende *M. pygmaeus* vrouwtjes van de juiste leeftijdsklasse beschikbaar waren, zijn de herhalingen op verschillende momenten uitgevoerd. Na 2 weken in de koelbroedstoof begonnen de eerste *M. pygmaeus* nimfen uit te komen. De containers werden daarom voorzien van vers Entofood en van een verse snijboon. In elke container zijn steeds drie weken na het verwijderen van de adulten alle nimfen geteld.

Tabel 4.4

Overzicht van de verschillende eenjarige zomerbloeiers waarop *M. pygmaeus* werd gekweekt.

Plantensoort	Groepering	Cultivar	Bloemkleur	
<i>Pelargonium peltatum</i>	I	Balcon	Rood	
			Lila	
			Desrumaux	
<i>Pelargonium peltatum</i>	II	Sunflair	Rood	
			Roze	
<i>Pelargonium zonale</i>	III	Castello	Roze	
			Lavendel	
			Wit	
<i>Pelargonium zonale</i>	IV	Savanna	Wit	
			Elara	Rood
			Smart	Zalm
<i>Verbena</i>		Magelana	Lila	
			Paars	
			Paars	
<i>Calibrachoa</i>		Lanai	Paars	
			Cabernet	Wit
			Geel	
			Paars	
Tagetes		Bonanza	Rood	
			Geel	
			Oranje	
Snijbonen		Bonanza	Bont	



Figuur 4.5 De containers met *M. pygmaeus* vrouwtjes – opgekweekt op verschillende soorten eenjarige zomerbloeiers – op snijbonen in de koelbroodstov van Proef 4.

4.3 Resultaten

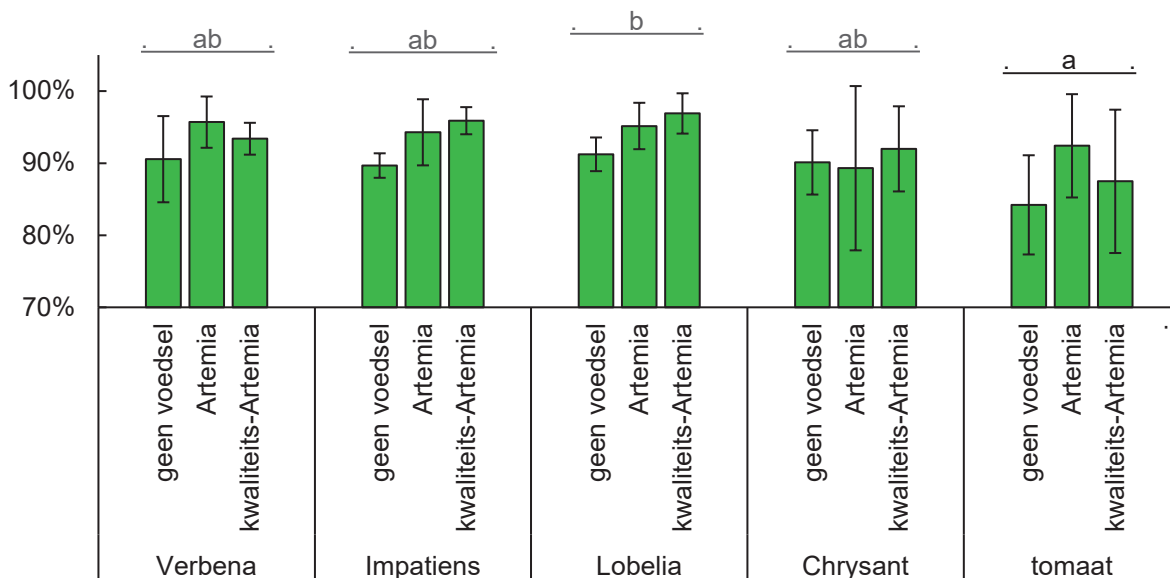
4.3.1 Proef 1: Overleving en reproductie van *M. pygmaeus* op Verbena, Impatiens en Lobelia in de aan- en afwezigheid van alternatief voedsel

Overleving. Zowel de toevoeging van additioneel voedsel ($P = 0.018$) als de soort eenjarige zomerbloeiër ($P = 0.021$) had een significant effect op de overleving van *M. pygmaeus* vrouwtjes (zie Figuur 4.4). Het percentage vrouwtjes dat per dag overleefde gedurende de eerste week van het experiment lag gemiddeld 4.4% lager in de behandeling zonder additioneel voedsel dan in de behandelingen met Artemia. De kwaliteit van de Artemia had geen invloed op de overleving van *M. pygmaeus*. De overleving op tomaat was significant lager dan de overleving op Lobelia, maar verschilde niet van de overleving op Verbena, Impatiens en Chrysant.

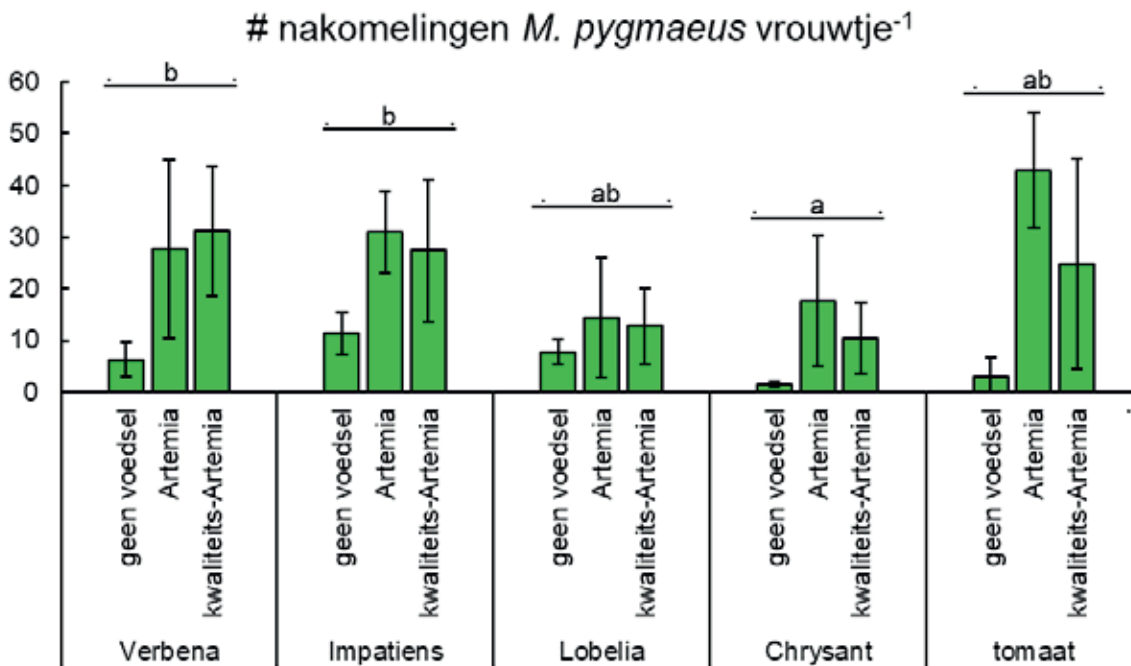
Nakomelingen. Ook hadden zowel de toevoeging van additioneel voedsel ($P < 0.001$) als de soort eenjarige zomerbloeiër ($P = 0.002$) een significant effect op het aantal nakomelingen per geïntroduceerd *M. pygmaeus* vrouwtje (zie Figuur 4.5). Het gemiddelde aantal nakomelingen lag maar liefst 75% lager in de behandelingen zonder additioneel voedsel in vergelijking met de behandelingen met Artemia. De kwaliteit van de Artemia had geen invloed op het aantal nakomelingen. Het aantal nakomelingen per geïntroduceerd *M. pygmaeus* vrouwtje was significant lager op chrysant dan op Verbena en Impatiens, maar verschilde niet significant van het aantal nakomelingen op tomaat en Lobelia.

Ontwikkelingsnelheid. In de afwezigheid van additioneel voedsel lag het gemiddelde percentage *M. pygmaeus* nakomelingen dat 4 weken na de eerste eileg door de *M. pygmaeus* vrouwtjes het 5^e nimfenstadium of het volwassen stadium nog niet had bereikt significant lager dan in de aanwezigheid van Artemia ($P < 0.001$; zie Figuur 4.6). Dit duidt op een lagere ontwikkelingsnelheid van de nimfen in de afwezigheid van additioneel voedsel. De soort eenjarige zomerbloeiër had hierop geen significant effect.

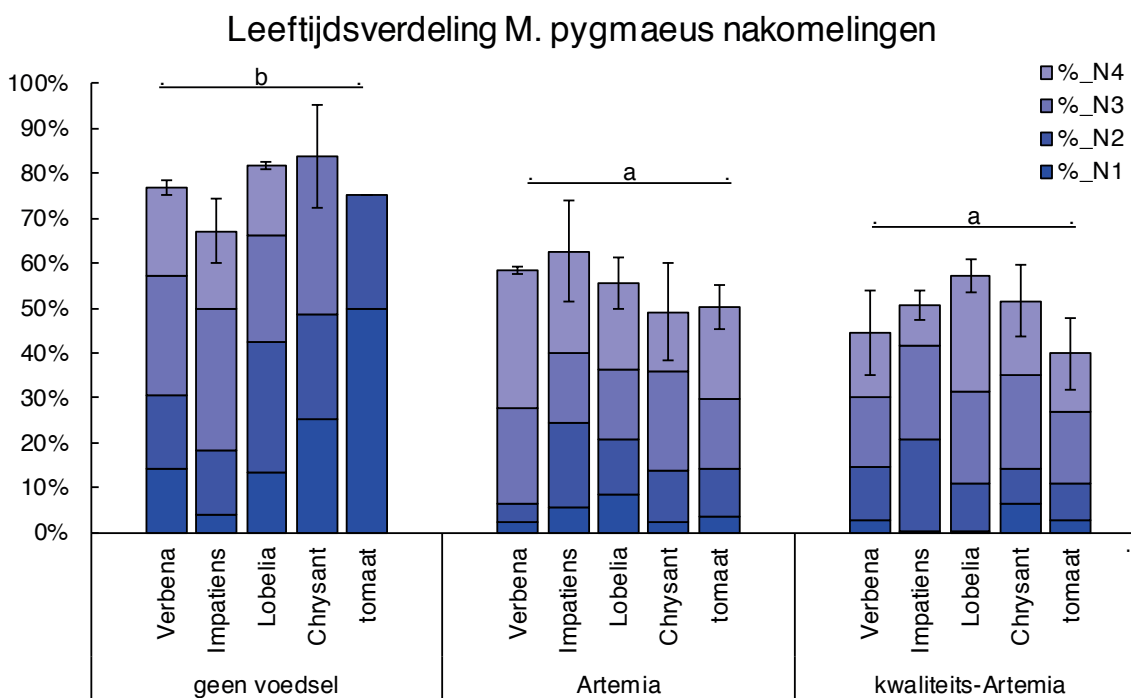
Overleving *M. pygmaeus* vrouwtjes (% dag⁻¹)



Figuur 4.5 Het gemiddelde percentage (\pm standaardfout) *M. pygmaeus* vrouwtjes dat elke dag overleeft op verschillende soorten eenjarige zomerbloeiërs in a) de afwezigheid van additioneel voedsel, b) de aanwezigheid van standaard kwaliteit Artemia (Koppert Biological Systems) en c) de aanwezigheid van kwaliteits-Artemia (Biobee Biological Systems) in Proef 1. Wanneer er geen overeenkomstige letters boven een groep staven van een soort eenjarige zomerbloeiërs staat, is het verschil tussen deze eenjarige zomerbloeiërs significant.



Figuur 4.6 Het gemiddelde aantal nakomelingen (\pm standaardfout) per *M. pygmaeus* vrouwtje op verschillende soorten eenjarige zomerbloeiers in a) de afwezigheid van additioneel voedsel, b) de aanwezigheid van standaard kwaliteit Artemia (Koppert Biological Systems) en c) de aanwezigheid van kwaliteits-Artemia (Biobee Biological Systems) in Proef 1. Wanneer er geen overeenkomstige letters boven een groep staven van een soort eenjarige zomerbloeiers staat, is het verschil tussen deze eenjarige zomerbloeiers significant.



Figuur 4.7 Het gemiddelde percentage (\pm standaardfout) *M. pygmaeus* nakomelingen dat 4 weken na de eerste eileg door de *M. pygmaeus* vrouwtjes nog niet het 5^e nimfenstadium of het volwassen stadium had bereikt, voor de verschillende soorten eenjarige zomerbloeiers in a) de afwezigheid van additioneel voedsel, b) de aanwezigheid van standaard kwaliteit Artemia (Koppert Biological Systems) en c) de aanwezigheid van kwaliteits-Artemia (Biobee Biological Systems) in Proef 1. Wanneer er geen overeenkomstige letters boven een groep staven van een soort eenjarige zomerbloeiers staat, is het verschil tussen deze eenjarige zomerbloeiers significant. De verschillende tinten geven het gemiddelde percentage nimfen in het eerste, tweede, derde en vierde nimfenstadium apart weer.

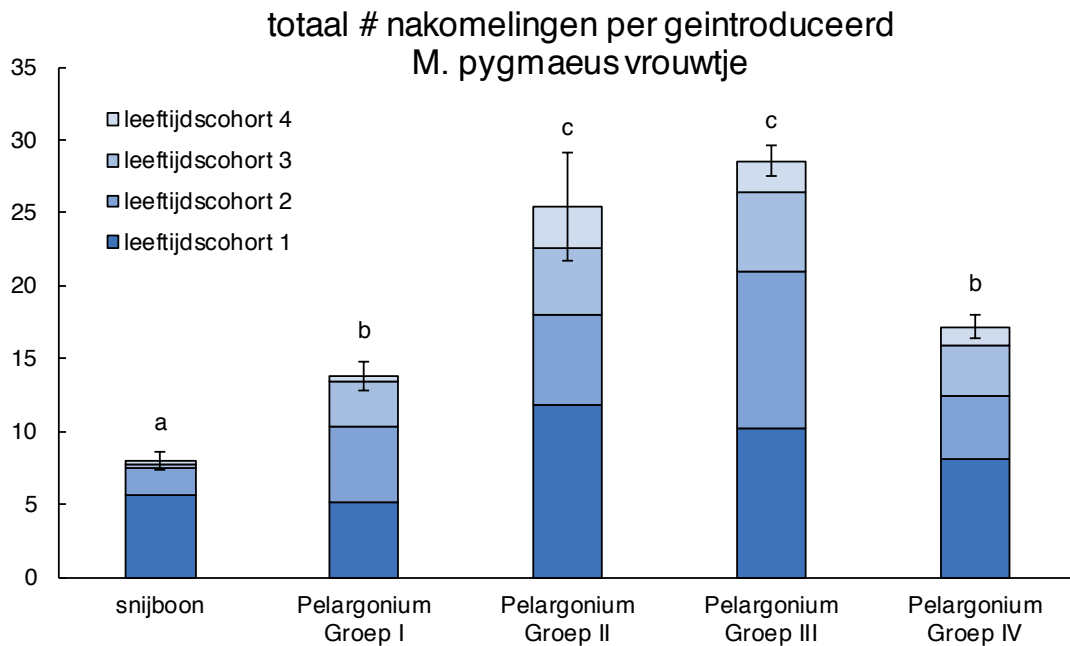
4.3.2 Proef 2: Overleving en reproductie per leeftijdsklasse van *M. pygmaeus* adulten op Calibrachoa, Verbena, Tagetes, *Pelargonium zonale* en *P. peltatum* in de aanwezigheid van alternatief voedsel

Nakomelingen op Pelargonium sp. Voor de algehele verschillen tussen de Pelargonium groepen met betrekking tot geschiktheid als waardplant voor *M. pygmaeus* kunnen we het beste kijken naar totaal aantal nakomelingen dat gemiddeld genomen per geïntroduceerd vrouwtje over een periode van 4 weken is geproduceerd (zie Figuur 4.8). Het totaal aantal nakomelingen per geïntroduceerd vrouwtje ligt duidelijk hoger voor de Pelargonium groepen II en III. Het laagste aantal nakomelingen werd geproduceerd op snijbonen.

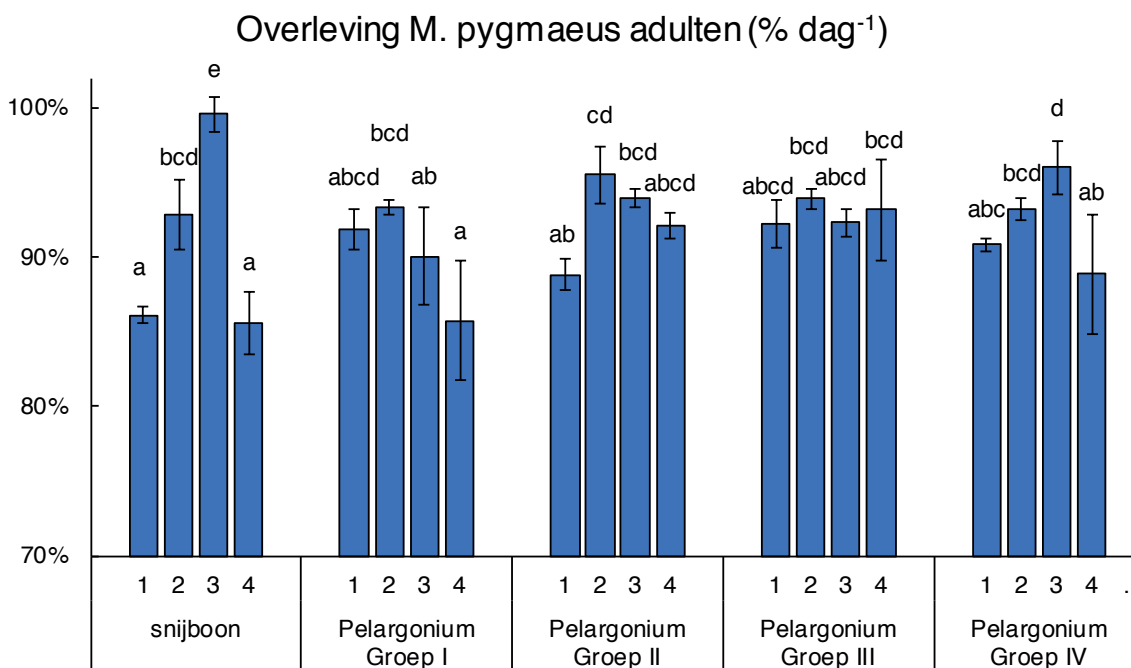
Naast de geschiktheid als waardplant van de verschillende soorten Pelargonium wilden we ook graag weten wat elk leeftijdscohort bijdraagt aan de productie van nakomelingen. In Figuur 4.8 is dit het aantal nakomelingen per leeftijdscohort aangegeven met verschillende kleuren. We zien dat de bijdrage van elk leeftijdscohort afneemt naarmate de *M. pygmaeus* adulten ouder worden. Het aantal nakomelingen per leeftijdscohort hangt samen met het aantal roofwantsen dat in elk leeftijdscohort nog in leven is, en van de voortplantings-frequentie (het aantal nakomelingen dat een levend *M. pygmaeus* vrouwtje elke dag produceert). In Figuur 4.9 staat het % overleving van *M. pygmaeus* adulten per dag voor elk leeftijdscohort, en in Figuur 4.10 staat de voortplantings-frequentie van *M. pygmaeus* vrouwtjes per dag voor elk leeftijdscohort.

Overleving op Pelargonium sp. Het effect van Pelargonium groep op het % overleving van *M. pygmaeus* adulten per dag was over de gehele linie van leeftijdscohorten niet significant. Het effect van leeftijdscohort op het % overleving van *M. pygmaeus* adulten per dag was wel significant, en verschilde voor de verschillende groepen Pelargonium planten ($P = 0.002$) (zie Figuur 4.9). Voor zowel de controle van snijboon als voor Pelargonium groep II en IV lag het % overleving per dag in het eerste levenscohort lager dan in één of meerderde van de volgende leeftijdscohorten binnen dezelfde plantengroep. Dit zou mogelijk kunnen worden verklaard door de stress van de verandering van omgeving en voedselsoort vanuit de kweek bij Koppert en transport/opslag van de roofwantsen naar de experimentele setting. Verder was er in de kooien met snijboon voor *M. pygmaeus* geen schuilplek aanwezig, terwijl de roofwantsen zich in de kooien met planten makkelijker tussen de planten konden verschansen. Vanaf het tweede leeftijdscohort zijn de snijbonen afgedekt met een tissue om de roofwantsen ook in deze behandeling een schuilplek te verschaffen. Voor Pelargonium groep III was er geen verschil in % overleving per dag tussen de leeftijdscohorten. Voor de controle van snijboon, Pelargonium groep I, Pelargonium groep II en Pelargonium groep IV lag het % overleving per dag in het tweede of derde leeftijdscohort het hoogste.

Voortplantings-frequentie op Pelargonium sp.. Het aantal nakomelingen per levend *M. pygmaeus* vrouwtje per dag (= voortplantings-frequentie) werd zowel door de Pelargonium groep ($P < 0.001$) als door het leeftijdscohort ($P < 0.001$) beïnvloed, en er was een significante interactie tussen deze twee factoren ($P < 0.001$) (zie Figuur 4.10). In vrijwel alle plantgroepen, behalve Pelargonium groep II, lag de eileg-frequentie van de allerjongste vrouwtjes (leeftijdscohort 1) significant lager dan voor het tweede en/of derde leeftijdscohort. Een verklaring hiervoor is dat *M. pygmaeus* vrouwtjes wanneer ze net volwassen zijn nog niet meteen beginnen met eitjes leggen. Terwijl de voortplantings-frequentie voor de Pelargonium groepen II, III en IV stabiel bleef voor de leeftijdscohorten 2-4, nam de eileg-frequentie in de controlebehandeling met snijboon en Pelargonium groep I af voor de oudere vrouwtjes.

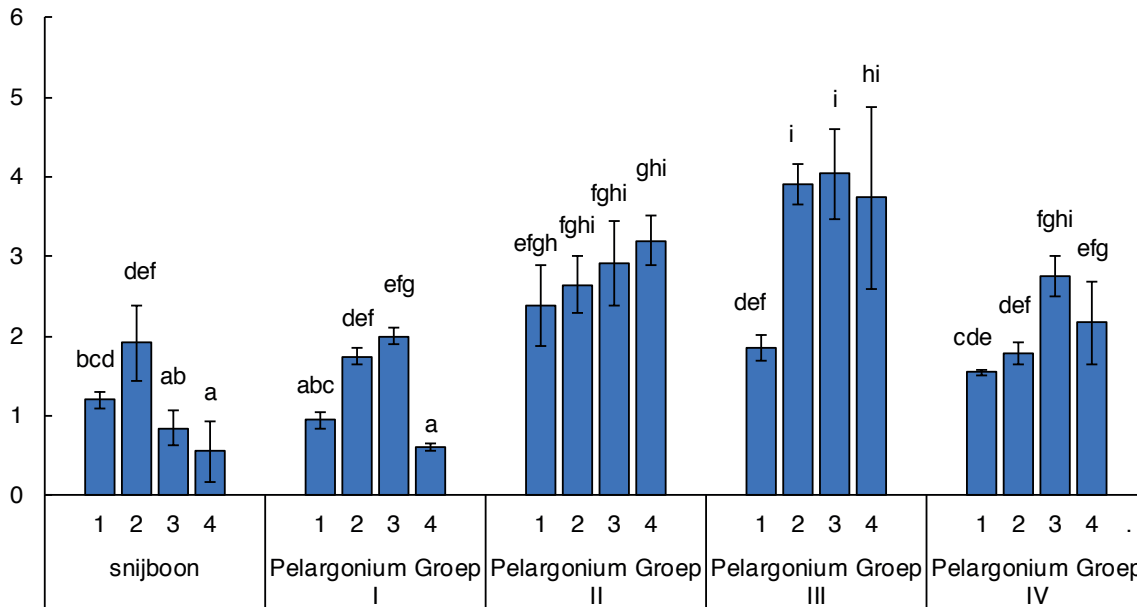


Figuur 4.8 Het totale aantal nakomelingen (\pm standaardfout) per geïntroduceerd *M. pygmaeus* vrouwtje over een periode van 4 weken voor elke *Pelargonium* groep (zie Tabel 4.4) en voor de controlebehandeling op snijbonen. De bijdrage door elk leeftijdscohort aan het totale aantal nakomelingen per geïntroduceerd *M. pygmaeus* vrouwtje is gespecificeerd (zie de verschillende kleuren en de legende in de Figuur). Wanneer de letters boven een staaf niet overlappen, is het verschil in het aantal nakomelingen per vrouwtje statistisch significant.



Figuur 4.9 Het gemiddelde percentage (\pm standaardfout) *M. pygmaeus* vrouwtjes per leeftijdscohort (waarbij 1 = vrouwtjes van 0-1 weken oud, 2 = vrouwtjes van 1-2 weken oud, 3 = vrouwtjes van 2-3 weken oud en 4 = vrouwtjes van 3-4 weken oud) dat elke dag overleeft op verschillende groepen van *Pelargonium* planten (zie Tabel 4.4) en op de controlebehandeling van snijbonen. Wanneer de letters boven een staaf niet overlappen, is het verschil in overleving statistisch significant.

nakomelingen per levend *M. pygmaeus* vrouwtje dag⁻¹

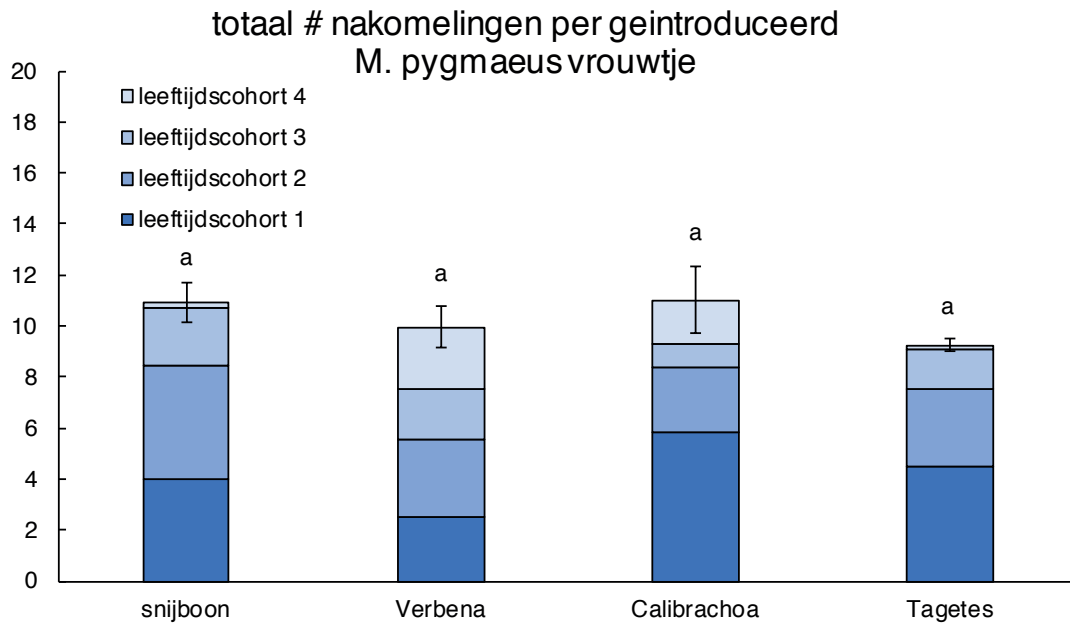


Figuur 4.10 Het gemiddelde aantal nakomelingen (\pm standaardfout) per levend *M. pygmaeus* vrouwtje per dag voor de 4 leeftijdscohorten (waarbij 1 = vrouwtjes van 0-1 weken oud, 2 = vrouwtjes van 1-2 weken oud, 3 = vrouwtjes van 2-3 weken oud en 4 = vrouwtjes van 3-4 weken oud) op verschillende groepen van *Pelargonium* planten (zie Tabel 4.4) en op de controlebehandeling van snijbonen. Wanneer de letters boven een staaf niet overlappen, is het verschil in het aantal nakomelingen per vrouwtje per dag statistisch significant.

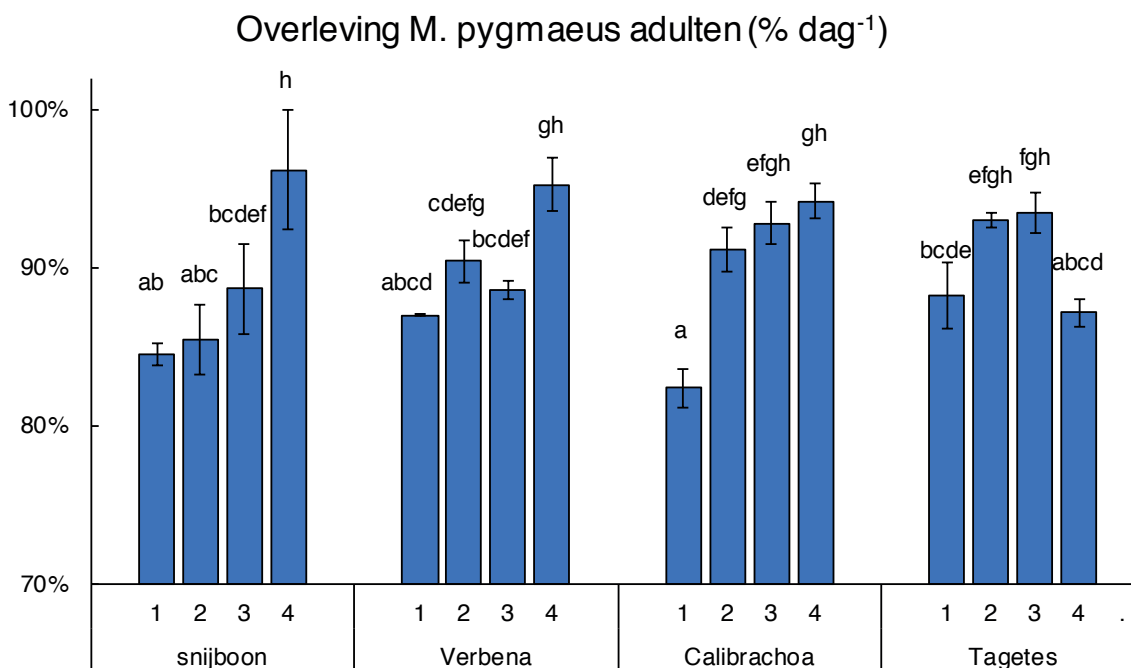
Nakomelingen op bladluisgevoelige eenjarige zomerbloeiers. Het totaal aantal nakomelingen per geïntroduceerd vrouwtje over een periode van 4 weken verschilde niet tussen de getoetste soorten bladluisgevoelige eenjarige zomerbloeiers ($P = 0.11$; Figuur 4.11). De eerste twee leeftijdscohorten droegen duidelijk het meeste bij aan het aantal nakomelingen.

Overleving op bladluisgevoelige eenjarige zomerbloeiers. Het % overleving van *M. pygmaeus* adulten per dag werd over de gehele lijn van leeftijdscohorten niet significant beïnvloed door de soort bladluisgevoelige eenjarige zomerbloeier (*Verbena*, *Calibrachoa*, *Tagetes*, snijboon). Het effect van leeftijdscohort op het % overleving van *M. pygmaeus* adulten per dag was wel significant, en verschilde voor de verschillende soorten eenjarige zomerbloeiers ($P = 0.001$) (zie Figuur 4.12). Voor alle 3 de getoetste soorten eenjarige zomerbloeiers en voor de controlebehandeling met snijboon lag het % overleving per dag in het eerste levenscohort lager dan in één of meerdere van de volgende leeftijdscohorten binnen dezelfde plantengroep. Dit zou mogelijk kunnen worden verklaard door de stress van de verandering van omgeving en voedselsoort vanuit de kweek bij Koppert en transport/ opslag van de roofwantsen naar de experimentele setting. Behalve voor *Tagetes*, lag het overlevings-percentage van de oudste *M. pygmaeus* adulten niet lager dan voor de leeftijdscohorten 2 en 3.

Voortplantings-frequentie op bladluisgevoelige eenjarige zomerbloeiers. Het aantal nakomelingen per levend *M. pygmaeus* vrouwtje per dag (=voortplantings-frequentie) werd zowel door de soort eenjarige zomerbloeier ($P < 0.001$) als door het leeftijdscohort ($P < 0.001$) beïnvloed, en er was een significante interactie tussen deze twee factoren ($P < 0.001$) (zie Figuur 4.12). Net als voor de proef met *Pelargonium* lag de voortplantings-frequentie voor de meeste plantensoorten (behalve *Tagetes*) significant lager voor de allerjongste vrouwtjes (leeftijdscohort 1) in vergelijking met een of meerdere latere leeftijdscohorten. Dit heeft waarschijnlijk te maken met het feit dat de vrouwtjes niet meteen na het bereiken van het volwassen stadium beginnen met het leggen van eitjes. Opvallend was dat voor zowel *Verbena* als *Calibrachoa* de hoogste voortplantings-frequentie werd gevonden voor de oudste vrouwtjes. Dit kan niet goed worden verklaard vanuit de biologie. Het zou kunnen dat de aanname dat de mortaliteit evengroot was voor mannetjes en vrouwtjes niet klopte. Als de mannetjes in realiteit minder oud werden dan de vrouwtjes, zouden we met deze aanname een overschatting hebben gemaakt van de voortplantings-frequentie op latere leeftijd.

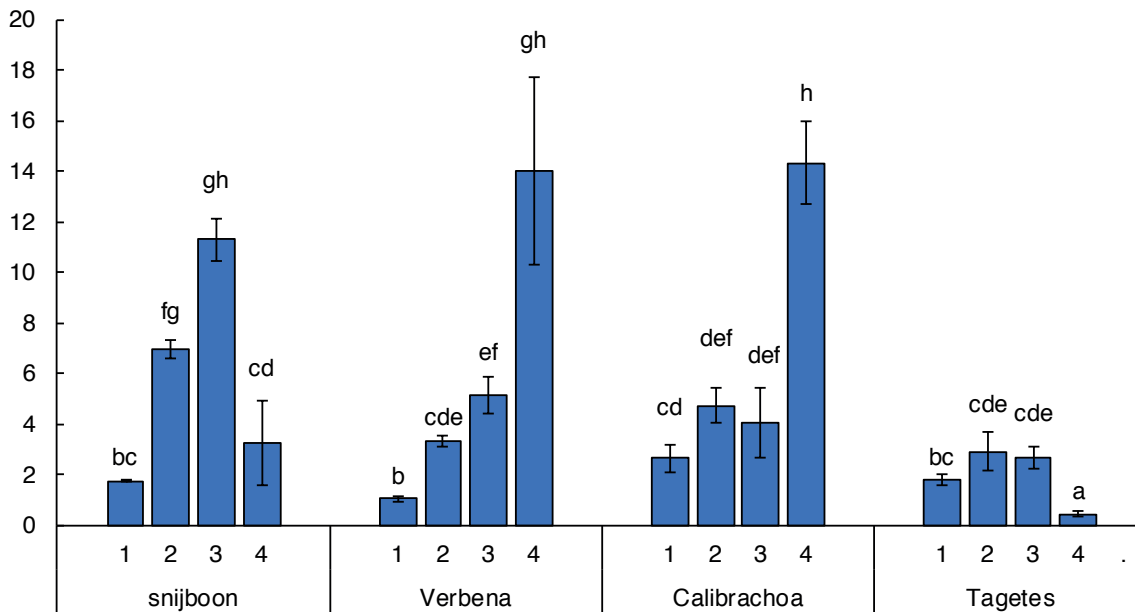


Figuur 4.11 Het totale aantal nakomelingen (\pm standaardfout) per geïntroduceerd *M. pygmaeus* vrouwtje over een periode van 4 weken voor drie soorten eenjarige zomerbloeiërs (zie Tabel 4.4) en voor een controlebehandeling op snijbonen. De bijdrage door elk leeftijdscohort aan het totale aantal nakomelingen per geïntroduceerd *M. pygmaeus* vrouwtje is gespecificeerd (zie de verschillende kleuren en de legende in de Figuur). Wanneer de letters boven een staaf niet overlappen, is het verschil in het aantal nakomelingen per vrouwtje statistisch significant.



Figuur 4.12 Het gemiddelde overlevingspercentage per dag (\pm standaardfout) van *M. pygmaeus* vrouwtjes per leeftijdscohort (waarbij 1 = vrouwtjes van 0-1 weken oud, 2 = vrouwtjes van 1-2 weken oud, 3 = vrouwtjes van 2-3 weken oud en 4 = vrouwtjes van 3-4 weken oud) dat elke dag overleeft op drie verschillende soorten eenjarige zomerbloeiërs (zie Tabel 4.4) en op een controlebehandeling van snijbonen. Wanneer de letters boven een staaf niet overlappen, is het verschil in overleving statistisch significant.

nakomelingen per *M. pygmaeus* vrouwtje dag⁻¹

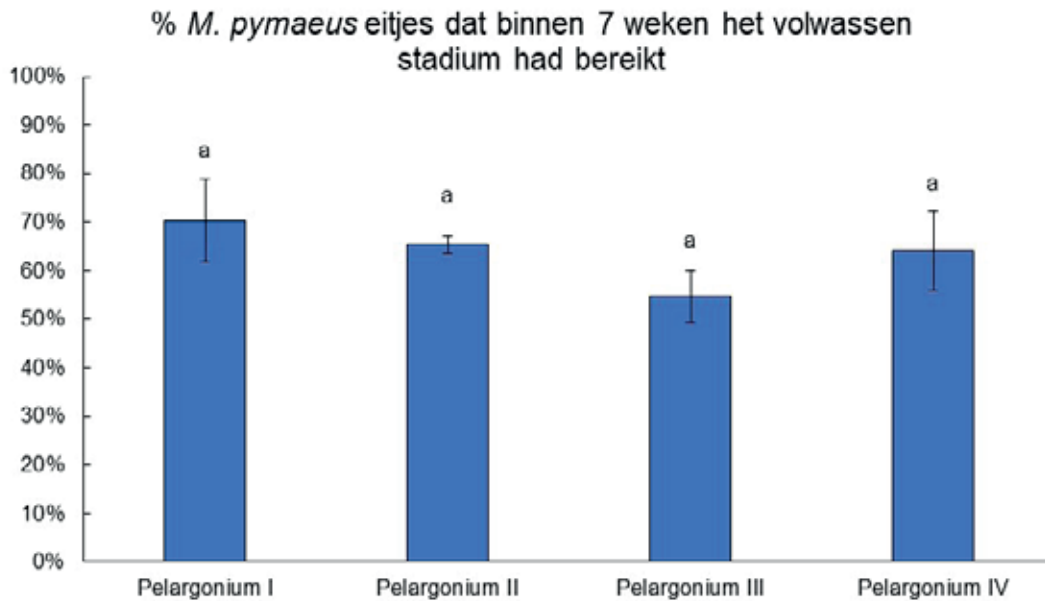


Figuur 4.13 Het gemiddelde aantal nakomelingen (\pm standaardfout) per levend *M. pygmaeus* vrouwtje per dag voor de 4 leeftijdscohorten (waarbij 1 = vrouwtjes van 0-1 weken oud, 2 = vrouwtjes van 1-2 weken oud, 3 = vrouwtjes van 2-3 weken oud en 4 = vrouwtjes van 3-4 weken oud) op verschillende drie verschillende soorten eenjarige zomerbloeiërs (zie Tabel 4.4) en op een controlebehandeling van snijbonen. Wanneer de letters boven een staaf niet overlappen, is het verschil in het aantal nakomelingen per vrouwtje per dag statistisch significant.

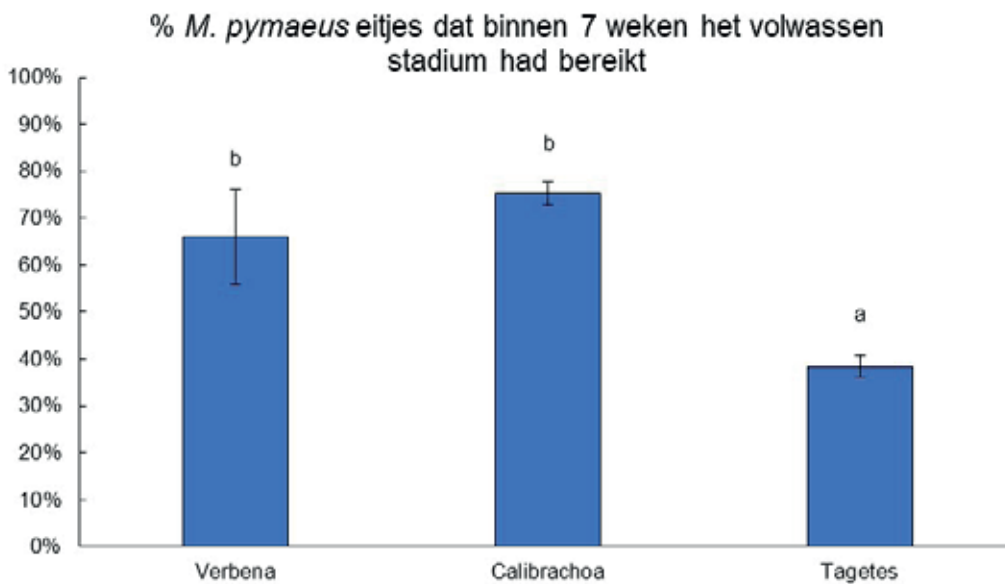
4.3.3 Proef 3: Ontwikkeling en overleving van *M. pygmaeus* nimfen op Calibrachoa, Verbena, Tagetes, *Pelargonium zonale* en *P. peltatum*

De ontwikkelingssnelheid van ei-adult van *M. pygmaeus* verschilde niet tussen de *Pelargonium* groepen (zie Figuur 4.14). De ontwikkelingssnelheid van ei-adult op Tagetes lag lager dan op Verbena en Calibrachoa (zie Figuur 4.15). Dat kan eenvoudig worden verklaard doordat de Tagetes planten een week eerder van de kas met een ingestelde etmaaltemperatuur van 19 °C zijn verplaatst naar een kas met een ingestelde etmaaltemperatuur van 15 °C (zie Tabel 4.3 voor de details). Dit is gedaan om de omstandigheden in de praktijk, waar Tagetes wordt opgekweekt bij 15 °C, zo goed mogelijk na te bootsen.

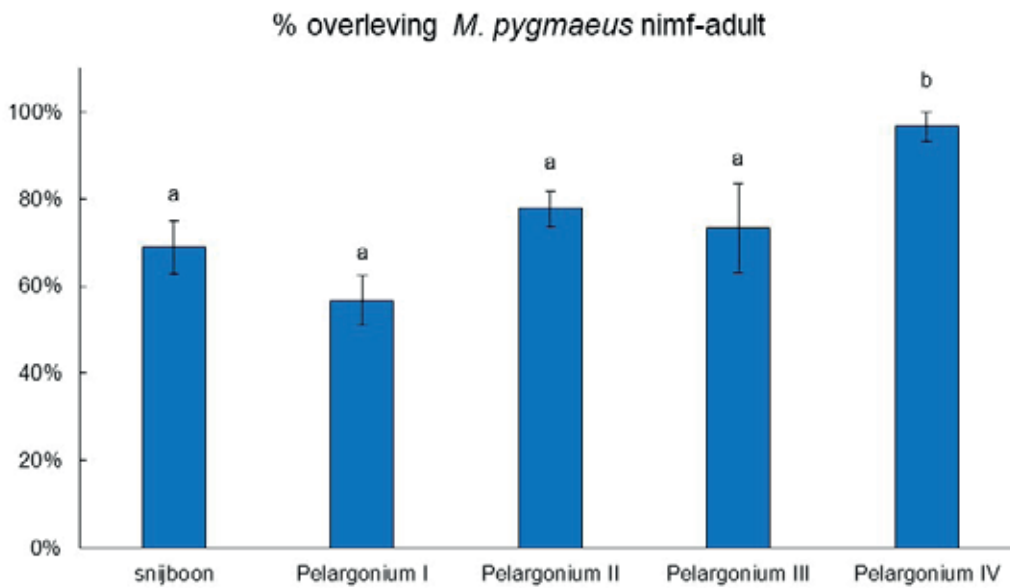
De overleving van jonge L1 nimf tot adult verschilde tussen de verschillende *Pelargonium* groepen ($P = 0.017$). Voor *Pelargonium* groep IV (*P. zonale* cv. Elara en Smart) lag de overleving van nimf-adult iets hoger dan voor de overige drie *Pelargonium* groepen. Tussen de soorten bladluisgevoelige eenjarige zomerbloeiërs waren er geen significante verschillen in overleving van de onvolwassen stadia van *M. pygmaeus*.



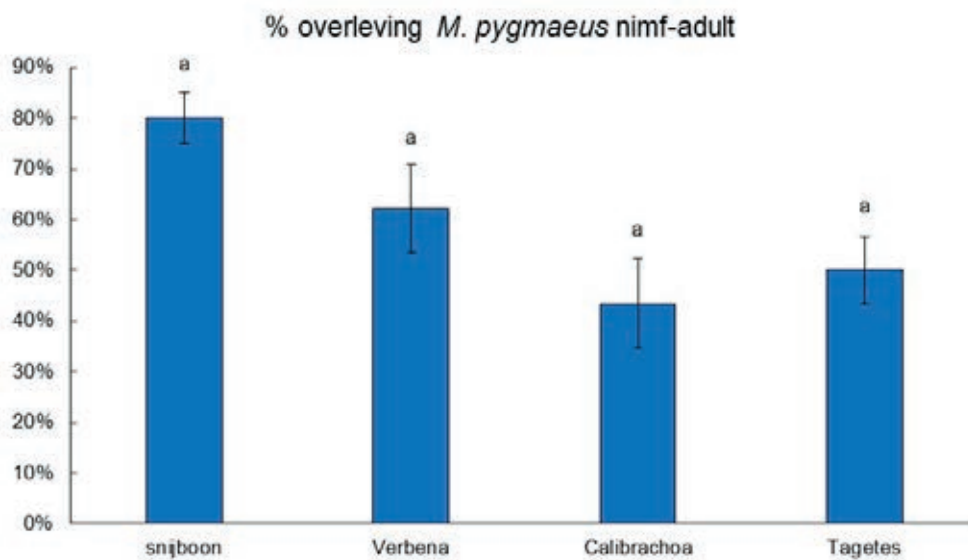
Figuur 4.14 Percentage (\pm standaardfout) van de *M. pygmaeus* eitjes, gelegd door vrouwtjes van leeftijdscohort 2 van Proef 2, dat binnen 7 weken het volwassen stadium had bereikt voor de 4 verschillende *Pelargonium* sp. groepen (zie Tabel 4.4). Wanneer de letters boven een staaf niet overlappen, is het verschil in het % *M. pygmaeus* eitjes dat binnen 7 weken het volwassen stadium had bereikt statistisch significant.



Figuur 4.15 Percentage (\pm standaardfout) van de *M. pygmaeus* eitjes, gelegd door vrouwtjes van leeftijdscohort 2 van Proef 2, dat binnen 7 weken het volwassen stadium had bereikt voor 3 soorten bladluisgevoelige eenjarige zomerbloeiërs (zie Tabel 4.4). Wanneer de letters boven een staaf niet overlappen, is het verschil in het % *M. pygmaeus* eitjes dat binnen 7 weken het volwassen stadium had bereikt statistisch significant.



Figuur 4.16 Percentage (\pm standaardfout) jonge *M. pygmaeus* nimfen dat succesvol tot het volwassen stadium is ontwikkeld op 4 verschillende *Pelargonium* sp. groepen en een controlebehandeling van snijboon (zie Tabel 4.4). Wanneer de letters boven een staaf niet overlappen, is het verschil in overleving statistisch significant.



Figuur 4.17 Percentage (\pm standaardfout) jonge *M. pygmaeus* nimfen dat succesvol tot het volwassen stadium is ontwikkeld op 3 soorten bladluisgevoelige eenjarige zomerbloeijs en een controlebehandeling van snijboon (zie Tabel 4.4). Wanneer de letters boven een staaf niet overlappen, is het verschil in overleving statistisch significant.

4.3.4 Proef 4: Overleving en eileg van *M. pygmaeus* adulten die zijn opgekweekt op verschillende soorten eenjarige zomerbloeiers

Nakomelingen geproduceerd door M. pygmaeus opgekweekt op Pelargonium sp. Het totaal aantal nakomelingen per geïntroduceerd *M. pygmaeus* vrouwtje verschilde tussen de Pelargonium soorten/ -rassen en controlebehandelingen waarop de vrouwtjes waren opgegroeid ($P < 0.001$; zie Tabel 4.18). Vrouwtjes die waren opgegroeid op planten van Pelargonium groep I (een *P. peltatum* soort, zie Tabel 2.4) produceerden slechts ongeveer de helft van de nakomelingen in vergelijking met vrouwtjes die waren opgegroeid op een van de andere Pelargonium groepen of op snijboon. *Macrolophus pygmaeus* vrouwtjes die direct uit de kweek van Koppert Biological Systems produceerden ook slechts minder dan de helft van het aantal nakomelingen in vergelijking met *M. pygmaeus* vrouwtjes die bij Wageningen UR Glastuinbouw waren opgekweekt op snijboon of op Pelargonium groepen II, III of IV. De eerste twee leeftijdscohorten droegen relatief het meeste bij aan het aantal geproduceerde nakomelingen (zie Figuur 4.18).

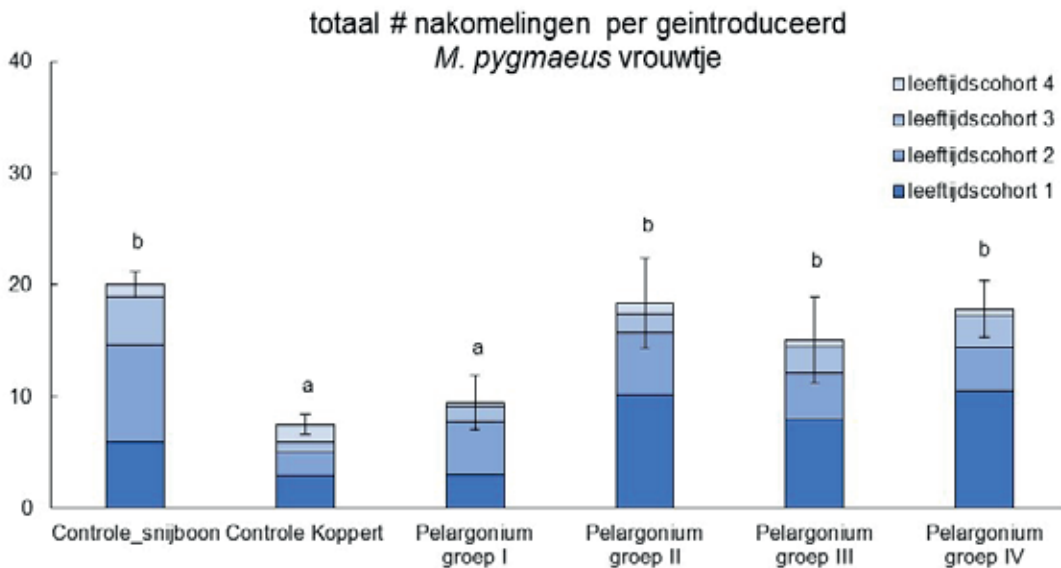
Overleving van M. pygmaeus vrouwtjes opgekweekt op Pelargonium sp. Ook het % overleving per dag van de *M. pygmaeus* vrouwtjes van het eerste leeftijdscohort verschilde tussen de verschillende Pelargonium groepen en de controlebehandelingen ($P < 0.001$; zie Figuur 4.19). Het overlevingspercentage per dag van deze jongste vrouwtjes was het hoogst voor vrouwtjes die waren opgekweekt op snijboon, Pelargonium groep II of Pelargonium groep IV. Het overlevingspercentage per dag van de *M. pygmaeus* vrouwtjes van Koppert Biological Systems was significant lager dan de overige behandelingen in de eerste week van het experiment. Tevens hebben we voor elke behandeling berekend na hoeveel dagen 50% van de geïntroduceerde *M. pygmaeus* vrouwtjes was overleden. Ook dit verschilde tussen de Pelargonium soorten/ -rassen en de controlebehandelingen ($P = 0.002$), en volgde grofweg dezelfde trend als het % overleving per dag van het eerste leeftijdscohort (zie Figuur 4.20).

Voortplantings-frequentie van M. pygmaeus vrouwtjes opgekweekt op Pelargonium sp. Ook het aantal nakomelingen per levend *M. pygmaeus* vrouwtje per dag (de voortplantings-frequentie) verschilde tussen de Pelargonium groepen en de controlebehandelingen ($P < 0.001$; Figuur 4.21). De trend was grofweg gelijk met het totaal aantal nakomelingen per geïntroduceerd vrouwtje, maar de verschillen tussen de behandelingen waren minder sterk omdat het effect van de mortaliteit niet is meegenomen in deze berekening. Het leeftijdscohort had ook een significant effect op de voortplantings-frequentie ($P < 0.001$) en dit effect was onafhankelijk van de plantensoort waarop de vrouwtjes waren opgekweekt. De voortplantings-frequentie was het hoogst voor de vrouwtjes van het tweede leeftijdscohort, en nam daarna snel af met de leeftijd.

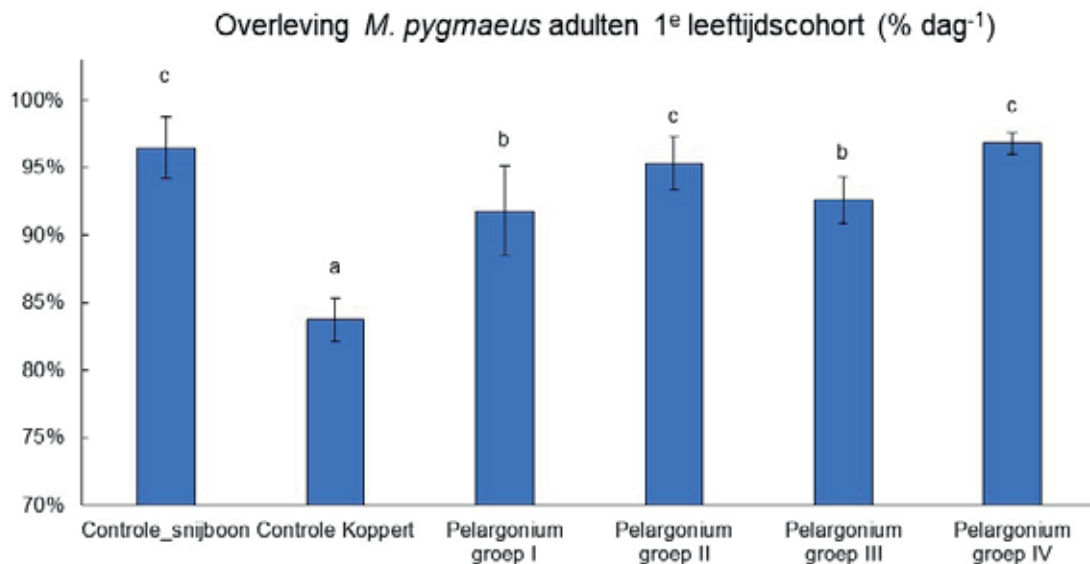
Nakomelingen geproduceerd door M. pygmaeus opgekweekt op bladluisgevoelige eenjarige zomerbloeiers. Het totaal aantal nakomelingen per geïntroduceerd *M. pygmaeus* vrouwtje verschilde tussen de bladluisgevoelige soorten eenjarige zomerbloeiers en controlebehandelingen waarop de vrouwtjes waren opgegroeid ($P < 0.03$; zie Figuur 4.22). Het maakte echter geen verschil of de *M. pygmaeus* vrouwtjes waren opgekweekt op Verbena, Calibrachoa of Tagetes. Alleen het aantal nakomelingen geproduceerd door de *M. pygmaeus* vrouwtjes direct afkomstig van Koppert Biological Systems lag lager. Wederom droegen de eerste twee leeftijdscohorten het meeste bij aan het totaal aantal geproduceerde nakomelingen.

Overleving van M. pygmaeus vrouwtjes opgekweekt op bladluisgevoelige eenjarige zomerbloeiers. Er waren geen significante verschillen in het overlevingspercentage per dag van de *M. pygmaeus* vrouwtjes die waren opgekweekt op de verschillende bladluisgevoelige soorten eenjarige zomerbloeiers en de controlebehandelingen ($P = 0.13$; zie Figuur 4.23). Het aantal dagen waarna 50% van de geïntroduceerde *M. pygmaeus* vrouwtjes was overleden verschilde wel tussen de opkweekbehandelingen ($P = 0.017$; zie Figuur 4.24). Voor de *M. pygmaeus* vrouwtjes die waren opgekweekt op Calibrachoa en de *M. pygmaeus* vrouwtjes die direct afkomstig waren van Koppert Biological Systems duurde het significant minder lang voordat 50% was overleden dan voor de *M. pygmaeus* vrouwtjes die waren opgekweekt op snijboon.

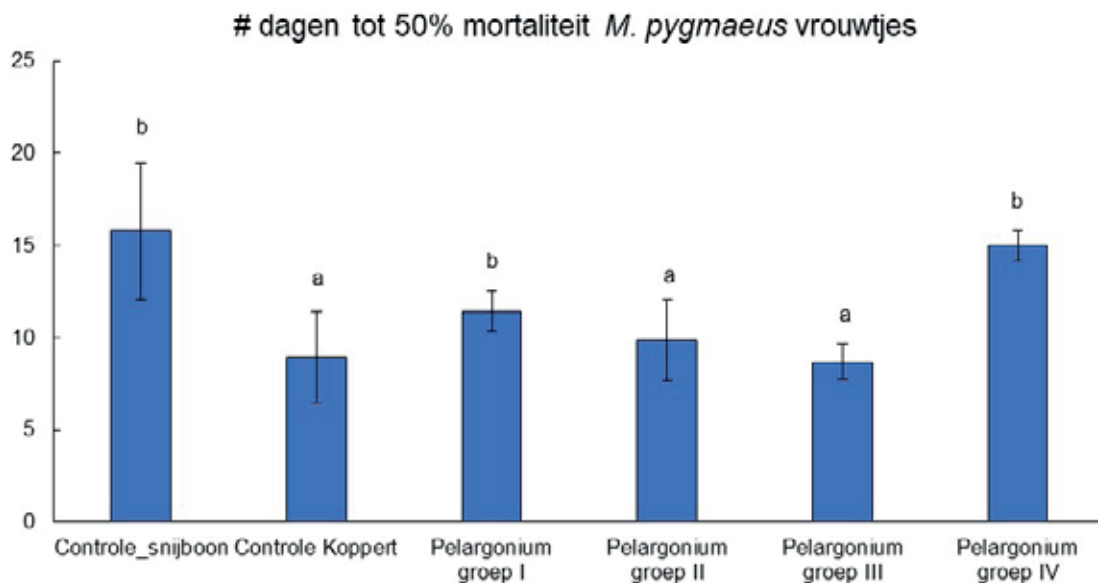
Voortplantings-frequentie van *M. pygmaeus* vrouwtjes opgekweekt op bladluisgevoelige eenjarige zomerbloeiërs. Zowel de opkweekbehandeling ($P = 0.006$) als het leeftijdscohort ($P < 0.001$) had een significant effect op het aantal nakomelingen per levend *M. pygmaeus* vrouwtje per dag in de proef met bladluisgevoelige eenjarige zomerbloeiërs, en deze effecten waren onafhankelijk van elkaar (zie Figuur 4.25). De voortplantings-frequentie van *M. pygmaeus* verschilde niet tussen vrouwtjes die waren opgekweekt op Verbena, Calibrachoa, Tagetes en snijboon. De voortplantings-frequentie lag iets lager voor de *M. pygmaeus* vrouwtjes die direct afkomstig waren van Koppert. De oudste vrouwtjes (leeftijdscohort 4) hadden een significant lagere voortplantings-frequentie dan de jongere vrouwtjes van de leeftijdscohorten 1-3.



Figuur 4.18 Het totale aantal nakomelingen (\pm standaardfout) per geïntroduceerd *M. pygmaeus* vrouwtje over een periode van 4 weken op snijboon voor individuen die zijn opgekweekt op een van de 4 Pelargonium groepen (zie Tabel 4.4), zijn opgekweekt op snijboon, of direct afkomstig zijn van Koppert Biological Systems. De bijdrage door elk leeftijdscohort aan het totale aantal nakomelingen per geïntroduceerd *M. pygmaeus* vrouwtje is gespecificeerd (zie de verschillende kleuren en de legende in de Figuur). Wanneer de letters boven een staaf niet overlappen, is het verschil in het aantal nakomelingen per vrouwtje statistisch significant.

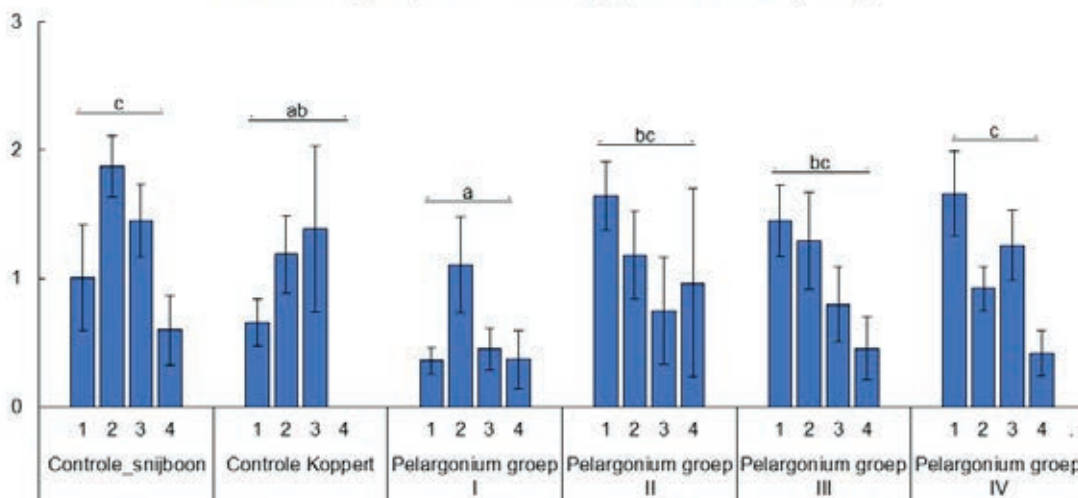


Figuur 4.19 Het gemiddelde overlevingspercentage per dag (\pm standaardfout) van *M. pygmaeus* vrouwtjes per leeftijdscohort (waarbij 1 = vrouwtjes van 0-1 weken oud, 2 = vrouwtjes van 1-2 weken oud, 3 = vrouwtjes van 2-3 weken oud en 4 = vrouwtjes van 3-4 weken oud) dat elke dag overleeft op snijboon, voor individuen die zijn opgekweekt op een van de 4 Pelargonium groepen (zie Tabel 4.4), zijn opgekweekt op snijboon, of direct afkomstig zijn van Koppert Biological Systems. Wanneer de letters boven een staaf niet overlappen, is het verschil in overleving statistisch significant.



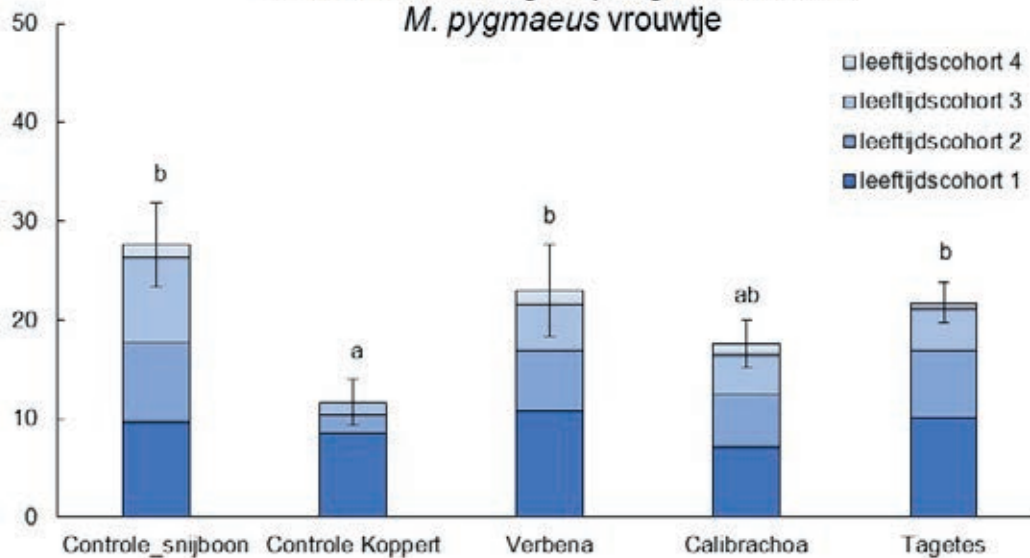
Figuur 4.20 Het aantal dagen (\pm standaardfout) tot 50% van de *M. pygmaeus* vrouwtjes was overleden op snijboon, voor individuen die zijn opgekweekt op een van de 4 Pelargonium groepen (zie Tabel 4.4), zijn opgekweekt op snijboon, of direct afkomstig zijn van Koppert Biological Systems. Wanneer de letters boven een staaf niet overlappen, is het verschil in overleving statistisch significant.

nakomelingen per levend *M. pygmaeus* vrouwtje dag⁻¹

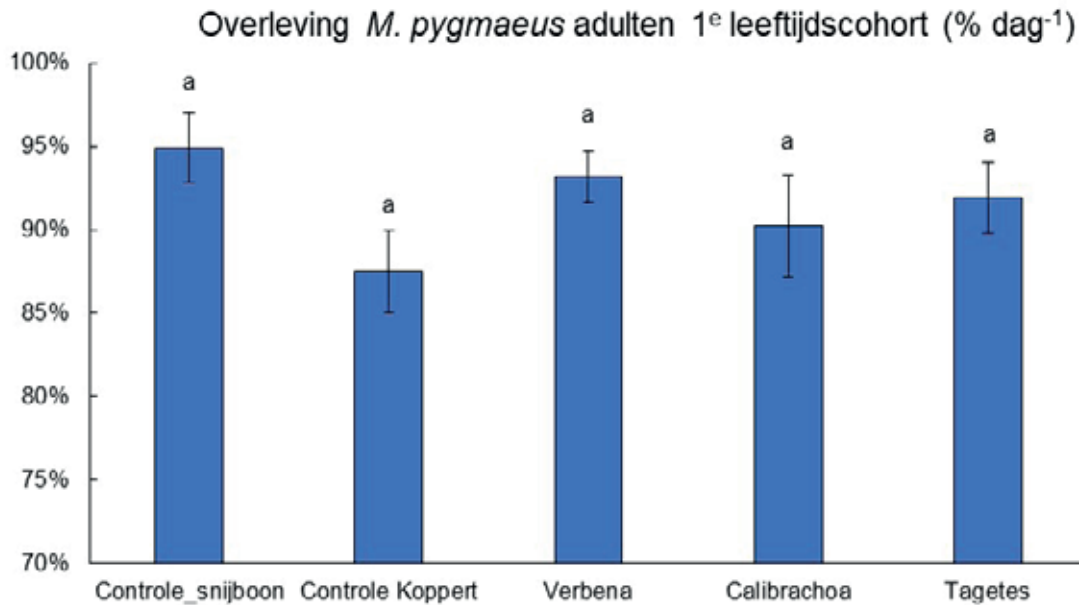


Figuur 4.21 Het gemiddelde aantal nakomelingen (\pm standaardfout) per levend *M. pygmaeus* vrouwtje per dag voor de 4 leeftijdscohorten (waarbij 1 = vrouwtjes van 0-1 weken oud, 2 = vrouwtjes van 1-2 weken oud, 3 = vrouwtjes van 2-3 weken oud en 4 = vrouwtjes van 3-4 weken oud) op op snijboon, voor individuen die zijn opgekweekt op een van de 4 *Pelargonium* groepen (zie Tabel 4.4), zijn opgekweekt op snijboon, of direct afkomstig zijn van Koppert Biological Systems. Wanneer de letters boven een staaf niet overlappen, is het verschil in het aantal nakomelingen per vrouwtje per dag statistisch significant.

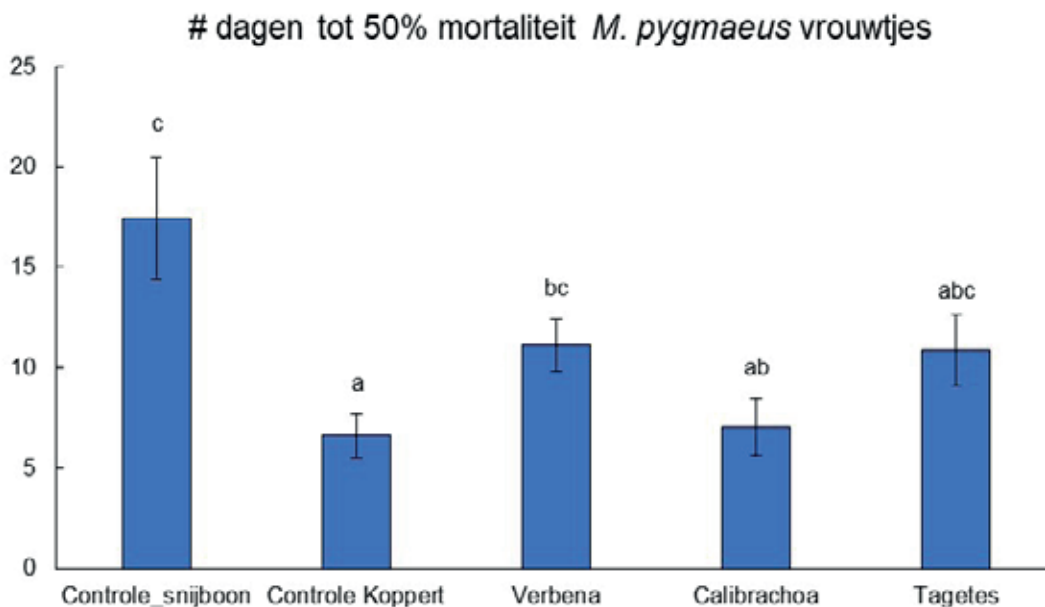
totaal # nakomelingen per geïntroduceerd *M. pygmaeus* vrouwtje



Figuur 4.22 Het totale aantal nakomelingen (\pm standaardfout) per geïntroduceerd *M. pygmaeus* vrouwtje over een periode van 4 weken op snijboon voor individuen die zijn opgekweekt op een van de drie soorten bladluisgevoelige eenjarige zomerbloeiërs (zie Tabel 4.4), zijn opgekweekt op snijboon, of direct afkomstig zijn van Koppert Biological Systems. De bijdrage door elk leeftijdscohort aan het totale aantal nakomelingen per geïntroduceerd *M. pygmaeus* vrouwtje is gespecificeerd (zie de verschillende kleuren en de legende in de Figuur). Wanneer de letters boven een staaf niet overlappen, is het verschil in het aantal nakomelingen per vrouwtje statistisch significant.

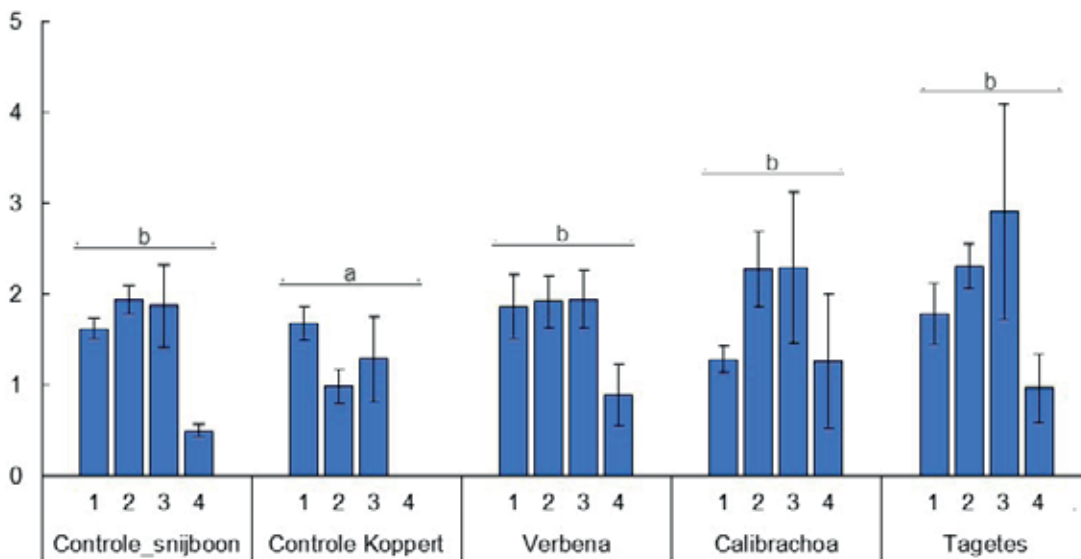


Figuur 4.23 Het gemiddelde overlevingspercentage per dag (\pm standaardfout) van *M. pygmaeus* vrouwtjes per leeftijdscohort (waarbij 1 = vrouwtjes van 0-1 weken oud, 2 = vrouwtjes van 1-2 weken oud, 3 = vrouwtjes van 2-3 weken oud en 4 = vrouwtjes van 3-4 weken oud) dat elke dag overleeft op snijboon, voor individuen die zijn opgekweekt op een van de drie soorten bladluisgevoelige eenjarige zomerbloeiërs (zie Tabel 4.4), zijn opgekweekt op snijboon, of direct afkomstig zijn van Koppert Biological Systems. Wanneer de letters boven een staaf niet overlappen, is het verschil in overleving statistisch significant.



Figuur 4.24 Het aantal dagen (\pm standaardfout) tot 50% van de *M. pygmaeus* vrouwtjes was overleden op snijboon, voor individuen die zijn opgekweekt op een van de drie soorten bladluisgevoelige eenjarige zomerbloeiërs (zie Tabel 4.4), zijn opgekweekt op snijboon, of direct afkomstig zijn van Koppert Biological Systems. Wanneer de letters boven een staaf niet overlappen, is het verschil in overleving statistisch significant.

nakomelingen per levend *M. pygmaeus* vrouwtje dag⁻¹



Figuur 4.25 Het gemiddelde aantal nakomelingen (\pm standaardfout) per levend *M. pygmaeus* vrouwtje per dag voor de 4 leeftijdscohorten (waarbij 1 = vrouwtjes van 0-1 weken oud, 2 = vrouwtjes van 1-2 weken oud, 3 = vrouwtjes van 2-3 weken oud en 4 = vrouwtjes van 3-4 weken oud) op op snijboon, voor individuen die zijn opgekweekt op een van de drie soorten bladluisgevoelige eenjarige zomerbloeiërs (zie Tabel 4.4), zijn opgekweekt op snijboon, of direct afkomstig zijn van Koppert Biological Systems. Wanneer de letters boven een staaf niet overlappen, is het verschil in het aantal nakomelingen per levend vrouwtje per dag statistisch significant.

4.4 Discussie

Uit de experimenten van 2018 blijkt dat de drie eenjarige zomerbloeiërs Verbena, Impatiens en Lobelia niet significant verschillen in waardplant kwaliteit voor *M. pygmaeus*. Zowel de overleving, als het aantal nakomelingen per vrouwtje als de ontwikkelingstijd van de nimfen was niet significant beïnvloed door de soort eenjarige zomerbloeiër. Wel had de toevoeging van additioneel voedsel in de vorm van Artemia (cysten van pekelkreeftjes) een significant effect op al deze drie aspecten van de levenscyclus van *M. pygmaeus*. De overleving en het aantal geproduceerde nakomelingen per vrouwtje lag hoger wanneer de *M. pygmaeus* vrouwtjes werden bijgevoerd met Artemia, en de ontwikkelingstijd van de nimfen was korter in de aanwezigheid van Artemia. De herkomst van de Artemia (Koppert Biological Systems of Biobee Biological Systems) maakte hierbij geen verschil.

In 2019 zijn naast een drietal bladluisgevoelige eenjarige zomerbloeiërs (Verbena, Calibrachoa en Tagetes, ook 4 groepen bestaande uit verschillende Pelargonium soorten en -rassen vergeleken met betrekking tot de geschiktheid als waardplant voor *M. pygmaeus* roofwantsen. Tussen de Pelargonium soorten/ -rassen kwamen duidelijke verschillen naar voren met betrekking tot het aantal nakomelingen per *M. pygmaeus* vrouwtje.

In proef 2, waarbij *M. pygmaeus* adulten die direct afkomstig waren van Koppert Biological Systems op de verschillende Pelargonium groepen zijn ingezet, vonden we het hoogste aantal nakomelingen per vrouwtje over een periode van 4 weken op Pelargonium groep II en III. In proef 4, waar we hebben onderzocht of de plantensoort waarop *M. pygmaeus* wordt opgekweekt van invloed is op de vruchtbaarheid van de *M. pygmaeus* vrouwtjes, vonden we de hoogste vruchtbaarheid op de Pelargonium groepen II, III en IV. De overleving van jonge (L1) nimf tot adult was het beste op Pelargonium groep IV. Op vrijwel alle aspecten van de levenscyclus van *M. pygmaeus* had Pelargonium groep I de minst positieve invloed. Deze groep bestond uit *P. peltatum* planten van het ras Balcon, met gladde en relatief zachte bladeren. Er was echter geen duidelijk onderscheid in waardplant geschiktheid tussen *Pelargonium peltatum* (groep I en II) enerzijds en *Pelargonium zonale* (groep III en IV) anderzijds. Deze soorten verschillen sterk in bladbehaving, waarbij de *P. zonale* soorten relatief veel bladbehaving hebben en de *P. peltatum* soorten gladde bladeren hebben (zie Tabel 2.4 voor meer details over de 4 Pelargonium groepen die zijn getoetst). Het is bekend dat de familie van de miride roofwantsen, waartoe *M. pygmaeus* behoort, goed zijn aangepast aan behaarde planten (Wheeler & Krimmel, 2015). De verwachting was daarom dat ze zich beter zouden voortplanten op de *P. zonale* soorten (groepen III en IV) dan op de *P. peltatum* soorten (groepen I en II). Dit resultaat duidt erop dat er mogelijk ook andere eigenschappen van Pelargonium soorten die we niet hebben bepaald in deze proeven, zoals bijvoorbeeld inhoudsstoffen, een rol spelen bij de geschiktheid als waardplant voor *M. pygmaeus*.

De 3 bladluisgevoelige soorten eenjarige zomerbloeiers Verbena, Calibrachoa en Tagetes verschilden niet significant in waardplantkwaliteit voor *M. pygmaeus*. Zowel het aantal nakomelingen dat een vrouwtje op deze planten kon produceren, als de overleving was nagenoeg gelijk, en verschilde niet van dat van de controle op snijboon. Alleen op Calibrachoa werd het punt van 50% mortaliteit sneller bereikt ten opzichte van snijboon. Ook de vruchtbaarheid van de vrouwtjes die op de verschillende bladluisgevoelige eenjarige zomerbloeiers waren opgekweekt verschilden onderling niet. Hoewel de proeven met Pelargonium en de proeven met eenjarige zomerbloeiers met enkele dagen tussenpauze zijn gestart, en ze dus officieel niet direct vergeleken kunnen worden, lag het aantal nakomelingen per geïntroduceerd *M. pygmaeus* vrouwtje beduidend lager op de 3 soorten eenjarige zomerbloeiers (Verbena, Calibrachoa en Tagetes) ten opzichte van de Pelargonium soorten (en met name Pelargonium groepen II en III), terwijl het aantal nakomelingen op snijboon tussen beide experimenten nauwelijks verschilde. Dit geeft aan dat het opkweken van *M. pygmaeus* op de juiste Pelargonium soorten/-rassen een meerwaarde kan hebben voor de vestiging van deze roofwantsen op het bedrijf.

5 Voorkeur van *Macrolophus pygmaeus* voor verschillende soorten eenjarige zomerbloeiërs en plekken met alternatief voedsel

5.1 Inleiding

In 2018 is onderzocht op welke plantensoorten *M. pygmaeus* roofwantsen bij voorkeur verblijven. Dit is belangrijk omdat er op kwekerijen van eenjarige zomerbloeiërs vaak meerdere soorten planten naast elkaar worden geteeld. Wanneer *M. pygmaeus* een sterke voorkeur heeft voor een bepaalde plantensoort, zou het kunnen gebeuren dat de (volwassen) roofwantsen daar naartoe trekken waardoor andere plantensoorten minder bescherming genieten. Omdat *M. pygmaeus* zich zowel met plantensap als met prooien voedt, zou het kunnen dat de aanwezigheid van alternatief voedsel de voorkeur voor plantensoorten beïnvloedt. Daarom hebben we in 2018 de voorkeur voor plantensoorten in de aan- en afwezigheid van *Artemia* onderzocht. In 2019 hebben we onderzocht of *M. pygmaeus* een voorkeur heeft om op planten met extra voedsel te verblijven ten opzichte van dezelfde plantensoorten zonder voedsel. De achterliggende gedachte hierbij was het onderzoeken van de mogelijkheid om een gedeelte van de opgebouwde *M. pygmaeus* populatie in een vak met oudere planten voor de oogst naar een aangelegen gedeelte met jongere planten te lokken, om zo de populatie op het bedrijf in stand te houden.

5.2 Materiaal en methoden

5.2.1 Proef 1: meerkeuze toetsen met verschillende soorten eenjarige zomerbloeiërs

In proef 1 is de voorkeur van volwassen *M. pygmaeus* roofwantsen voor 6 verschillende soorten eenjarige zomerbloeiërs getoetst, namelijk Verbena, Impatiens, Lobelia, Petunia, Tagetes en Pelargonium (zie Tabel 2.3). Dit is zowel in de aanwezigheid als in de afwezigheid van *Artemia* als additioneel voedsel gedaan. Het experiment is uitgevoerd in langwerpige kooien (60x60x180 cm) in de kas. Elke kooi bevatte 18 planten, 3 planten van elke bovengenoemde soort, welke volledig geward in de kooi waren gepositioneerd. Daarna is in elke kooi van de behandeling met additioneel voedsel 0.5 gram *Artemia* (Artefeed van Koppert Biological Systems) toegevoegd. Vervolgens zijn er in de kooien zonder additioneel voedsel 40 vrouwtjes en 40 mannetjes van *M. pygmaeus* geïntroduceerd. Voor de kooien met voedsel waren dit 50 vrouwtjes en 30 mannetjes. Van elke behandeling zijn 4 herhalingen uitgevoerd. Twee dagen na de introductie van *M. pygmaeus* is het aantal levende en dode roofwantsen op elke plantensoort en elders in de kooi bepaald.



Figuur 5.1 Opzet van de keuzeproef van *M. pygmaeus* voor 6 verschillende soorten eenjarige zomerbloeiers in kooien van 180x60x60 cm. In elke kooi stonden 3 planten van elke plantensoort (Verbena, Impatiens, Lobelia, Petunia, Tagetes en Pelargonium) volgens een volledig gewarde verdeling.

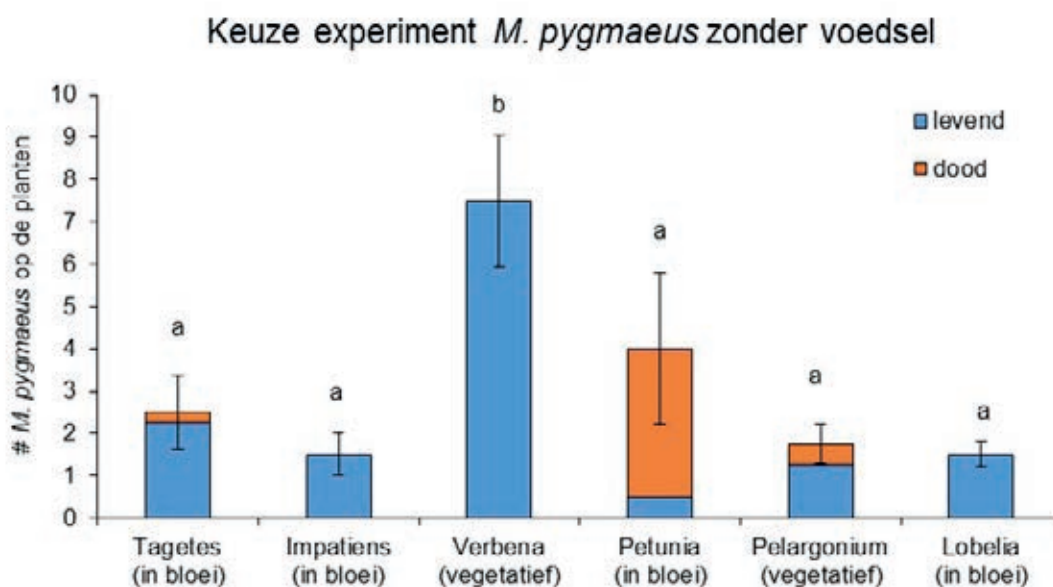
5.2.2 Proef 2: tweekeuze toetsen met of zonder alternatief voedsel

In proef 2 is onderzocht of *M. pygmaeus* roofwantsen naar planten met voedsel kunnen worden gelokt. Voor de proef zijn kooien van 60x80x60 cm gebruikt. Aan één kant van elke kooi is een batch planten zonder voedsel geplaatst, waarop 20 volwassen *M. pygmaeus* vrouwtjes zijn geïntroduceerd. Na 3 dagen is aan de andere kant van de kooi ofwel een batch met planten van dezelfde soort met voedsel (bestaande uit een ruime hoeveelheid van een mengsel van Artemia cysten en Ephestia eitjes) ofwel een batch met planten van dezelfde soort zonder voedsel geplaatst. Vervolgens is 4 dagen na het plaatsen van deze tweede batch planten het aantal *M. pygmaeus* vrouwtjes op beide batches planten geteld. Er zijn in totaal 20 herhalingen van de proef uitgevoerd. Om een mogelijk effect van de positie van de batches met planten waarop de *M. pygmaeus* vrouwtjes zijn losgelaten uit te sluiten, is deze batch planten met *M. pygmaeus* in de helft van de herhalingen aan de linkerkant van de kooi geplaatst, en in de andere helft van de herhalingen aan de rechterkant van de kooi.

5.3 Resultaten

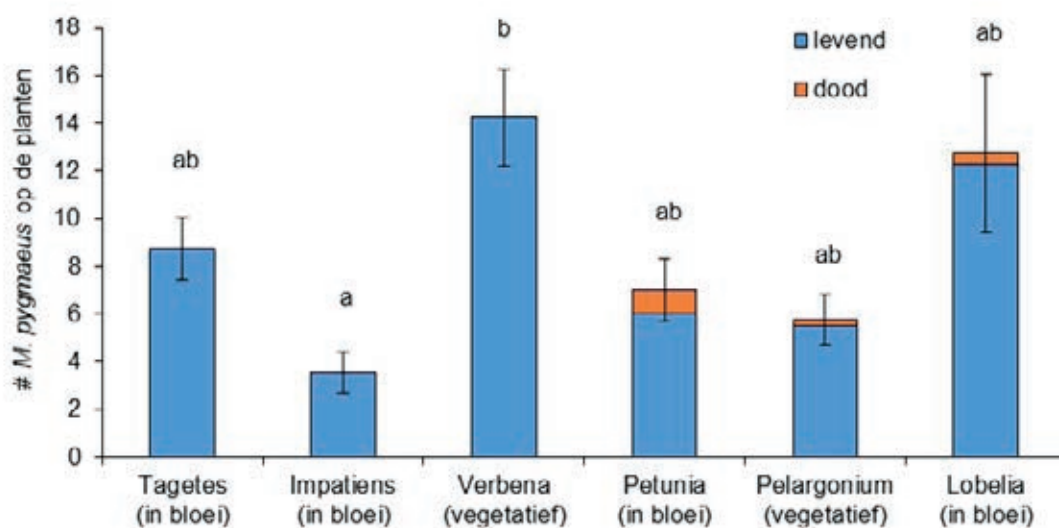
5.3.1 Proef 1: meerkeuze toetsen met verschillende soorten eenjarige zomerbloeiers

De manier waarop de *M. pygmaeus* adulten zich in de kooi verdeelden over de verschillende soorten eenjarige zomerbloeiers verschilde in de kooien waarbij voedsel was aangebracht op de planten en de kooien waarbij geen voedsel was aangebracht op de planten ($P < 0.001$). In Figuur 5.2 is de verdeling van de *M. pygmaeus* adulten over de planten zonder voedsel weergegeven, en in Figuur 5.3 is de verdeling van de *M. pygmaeus* adulten over de planten met voedsel weergegeven. In de keuzeproef zonder voedsel, vonden we duidelijk meer *M. pygmaeus* adulten terug op Verbena in vergelijking met de overige soorten eenjarige zomerbloeiers. In de keuzeproef met voedsel, was het verschil tussen het aantal teruggevonden *M. pygmaeus* op Verbena en de overige soorten eenjarige zomerbloeiers minder groot, en was het aantal teruggevonden *M. pygmaeus* adulten op Verbena alleen significant hoger ten opzichte van Impatiens. Op Petunia was een groot percentage van de teruggevonden *M. pygmaeus* adulten overleden.



Figuur 5.2 Het aantal levende en dode *M. pygmaeus* adulten (\pm standaardfout) dat tijdens de evaluatie van de keuzeproef op elke plantensoort werd teruggevonden, wanneer op geen van de planten additioneel voedsel was aangebracht. Wanneer de letters boven een staaf niet overlappen, is het verschil in het aantal *M. pygmaeus* adulten tussen de plantensoorten statistisch significant.

Keuze experiment *M. pygmaeus* met Artemia

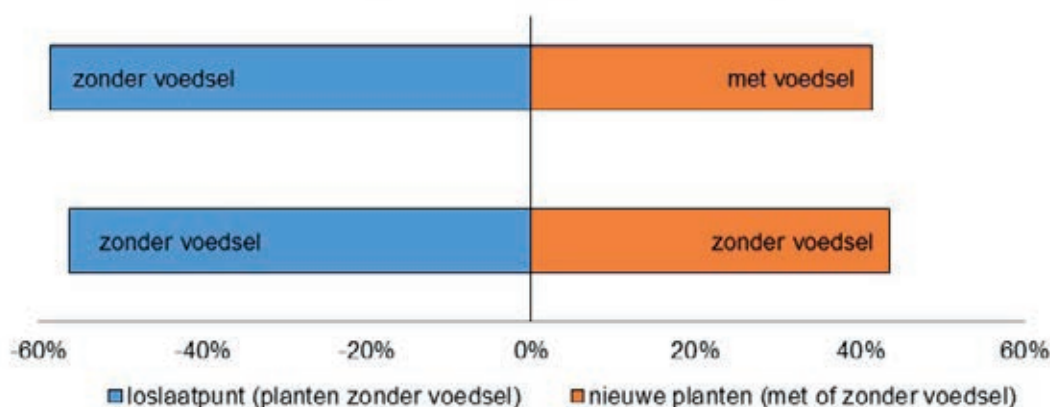


Figuur 5.3 Het aantal levende en dode *M. pygmaeus* adulten (\pm standaardfout) dat tijdens de evaluatie van de keuzeproef op elke plantensoort werd teruggevonden, wanneer op alle additioneel voedsel in de vorm van Artemia was aangebracht. Wanneer de letters boven een staaf niet overlappen, is het verschil in het aantal *M. pygmaeus* adulten tussen de plantensoorten statistisch significant.

5.3.2 Proef 2: tweekeuze toetsen met of zonder alternatief voedsel

De resultaten van keuzeproef 2 laat zien dat de toevoeging van een grote hoeveelheid hoge kwaliteit voedsel niet helpt om *M. pygmaeus* adulten aan te trekken wanneer deze zich reeds hebben gevestigd op planten zonder voedsel (zie Figuur 5.3). De verdeling van *M. pygmaeus* vrouwtjes over het loslaatpunt (planten zonder voedsel) en de nieuwe batch met planten is onafhankelijk van de toevoeging van voedsel op de nieuwe batch planten.

Keuzeproef *M. pygmaeus* vrouwtjes



Figuur 5.3 Het *M. pygmaeus* vrouwtjes dat werd teruggevonden op de batch planten zonder voedsel (het loslaatpunt) en de batch planten met voedsel, bestaande uit een mengsel van Artemia en Ephestia.

5.4 Discussie

Uit de resultaten van keuzeproef 1 blijkt dat *M. pygmaeus* een duidelijke voorkeur heeft voor *Verbena* ten opzichte van de overige soorten eenjarige zomerbloeiërs die waren meegenomen in de keuzeproef. Een dergelijke voorkeur zou een probleem kunnen vormen wanneer bladluis zich manifesteert op een minder aantrekkelijke soort eenjarige zomerbloeiërs in een aan *Verbena* grenzend vak, waar *M. pygmaeus* mogelijk naartoe trekt waardoor de bladluis vrij spel heeft. Of deze voorkeuren van *M. pygmaeus* adulten zich ook op grotere schaal manifesteren moet echter nog worden onderzocht. De voorkeur kwam in deze kleinschalige proeven minder sterk naar voren in de aanwezigheid van *Artemia* als alternatieve voedselbron. Dit biedt zo nodig een mogelijke 'tool' om ongewenste voorkeuren van *M. pygmaeus* voor bepaalde plantensoorten te reduceren. Uit de resultaten van keuzeproef 2 blijkt echter dat de toevoeging van voedsel per sé niet aantrekkelijk is voor *M. pygmaeus* vrouwtjes die zich reeds op planten (zonder voedsel) gevestigd. Dit is een tegenvaller, omdat we hoopten dat het aanbrenge van voedsel - net als voor *Orius* (zie Deel 1 van deze rapportage) - kon worden ingezet als loktechniek om *M. pygmaeus* adulten te behouden op het bedrijf in plaats van ze af te voeren met geoogste planten.

6 Effect van additioneel voedsel op de predatie van *M. persicae* nimfen door *M. pygmaeus*.

6.1 Inleiding

In Hoofdstuk 4 lieten we zien dat het bijvoeren van *Macrolophus pygmaeus* met Artemia ook bij eenjarige zomerbloeiërs een duidelijke meerwaarde heeft voor de overleving en reproductie. In dit Hoofdstuk beschrijven we een experiment naar het effect van de aanwezigheid van Artemia op de predatie van bladluis door *M. pygmaeus*.

6.2 Materiaal en methoden

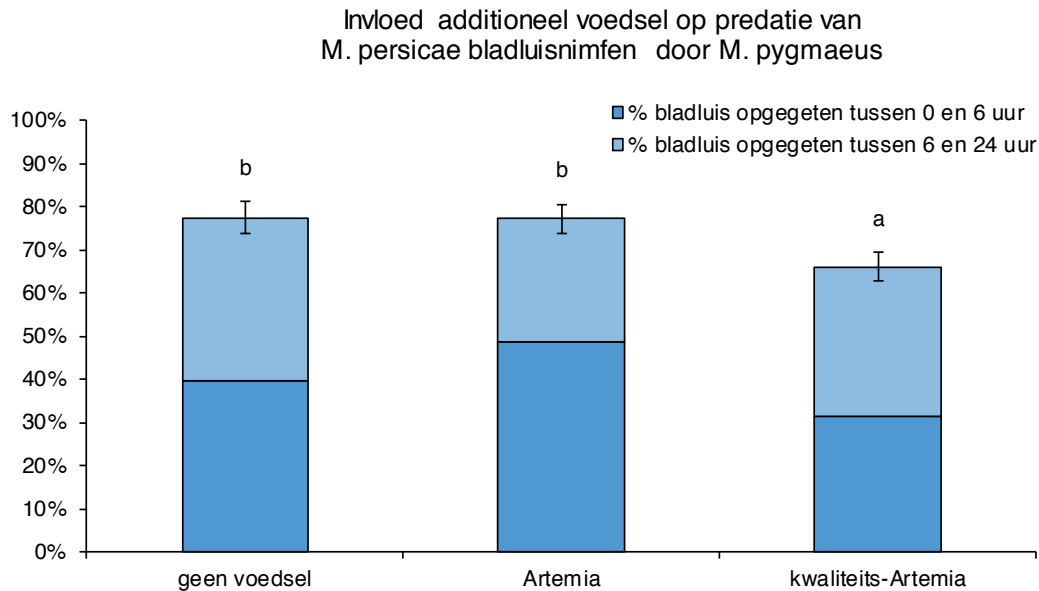
De predatiesnelheid van *M. persicae* nimfen door volwassen *M. pygmaeus* vrouwtjes is getoetst in a) de afwezigheid van additioneel voedsel, b) de aanwezigheid van standaard kwaliteit Artemia (Artefeed, Koppert Biological Systems) en c) de aanwezigheid van kwaliteits-Artemia (Biobee Biological Systems). De proef is uitgevoerd in plastic containers (8.5 cm diameter, 6 cm hoog) die waren afgesloten met een deksel met gaas (zie Figuur 6.1). In elke container was een bladpons van paprika met de onderkant naar boven geplaatst op een laagje lauwwarme agar. Vervolgens zijn op elke bladpons 20-25 volwassen *M. persicae* bladluizen geplaatst, die 24 uur lang de tijd kregen om nakomelingen te produceren. Na 24 uur zijn alle volwassen bladluizen verwijderd, en is het aantal nimfen uitgedund tot 30 stuks per bladpons. Vervolgens is in de containers van de behandelingen met extra voedsel elk een klein hoopje met Artemia geplaatst. Vervolgens is in elke container een volwassen *M. pygmaeus* vrouwtje geïntroduceerd, die in de 18 uren voorafgaand aan de toets niets heeft gegeten. De containers zijn vervolgens in het laboratorium dichtbij het raam geplaatst. Zowel 6 uur als 24 uur na de introductie van *M. pygmaeus* is het aantal resterende *M. persicae* bladluis-nimfen geteld. Op basis hiervan is het percentage bladluis-nimfen dat tussen 0-6 uur en 6-24 uur na de introductie van *M. pygmaeus* is opgegeten berekend. Voor elke behandeling zijn er 29 herhalingen uitgevoerd.



Figuur 6.1 De proefopzet om de predatie van *M. persicae* nimfen door *M. pygmaeus* te toetsen in a) de afwezigheid van additioneel voedsel, b) de aanwezigheid van standaard kwaliteit Artemia (Artefeed, Koppert Biological Systems) en c) de aanwezigheid van kwaliteits-Artemia (Biobee Biological Systems). Links: de plastic containers met bladponzen van paprika. Rechts: close-up van een bladpons met *M. persicae* nimfen en een *M. pygmaeus* roofwants.

6.3 Resultaten en discussie

Onder toevoeging van kwaliteits-Artemia aten *M. pygmaeus* vrouwtjes iets minder *M. persicae* bladluis nimfen dan in de afwezigheid van additioneel voedsel ($P = 0.001$; zie Figuur 6.2). De toevoeging van standaard kwaliteit Artemia had geen invloed op de consumptie van bladluisnimfen door *M. pygmaeus*.



Figuur 6.1 Het percentage van de in totaal 30 aangeboden nimfen (gemiddelde \pm standaardfout) van de bladluissoort *M. persicae* dat binnen 6 uur en binnen 24 uur is opgegeten door één *M. pygmaeus* vrouwtje in a) de afwezigheid van additioneel voedsel, b) de aanwezigheid van standaard kwaliteit Artemia (Koppert Biological Systems), en c) de aanwezigheid van kwaliteits-Artemia (Biobee Biological Systems). Behandelingen zonder gemeenschappelijke letters zijn statistisch verschillend van elkaar ($P < 0.05$)

7 Effect van mengteelten en de inzet van *M. pygmaeus* op de verspreiding en populatiegroei van bladluis

7.1 Inleiding

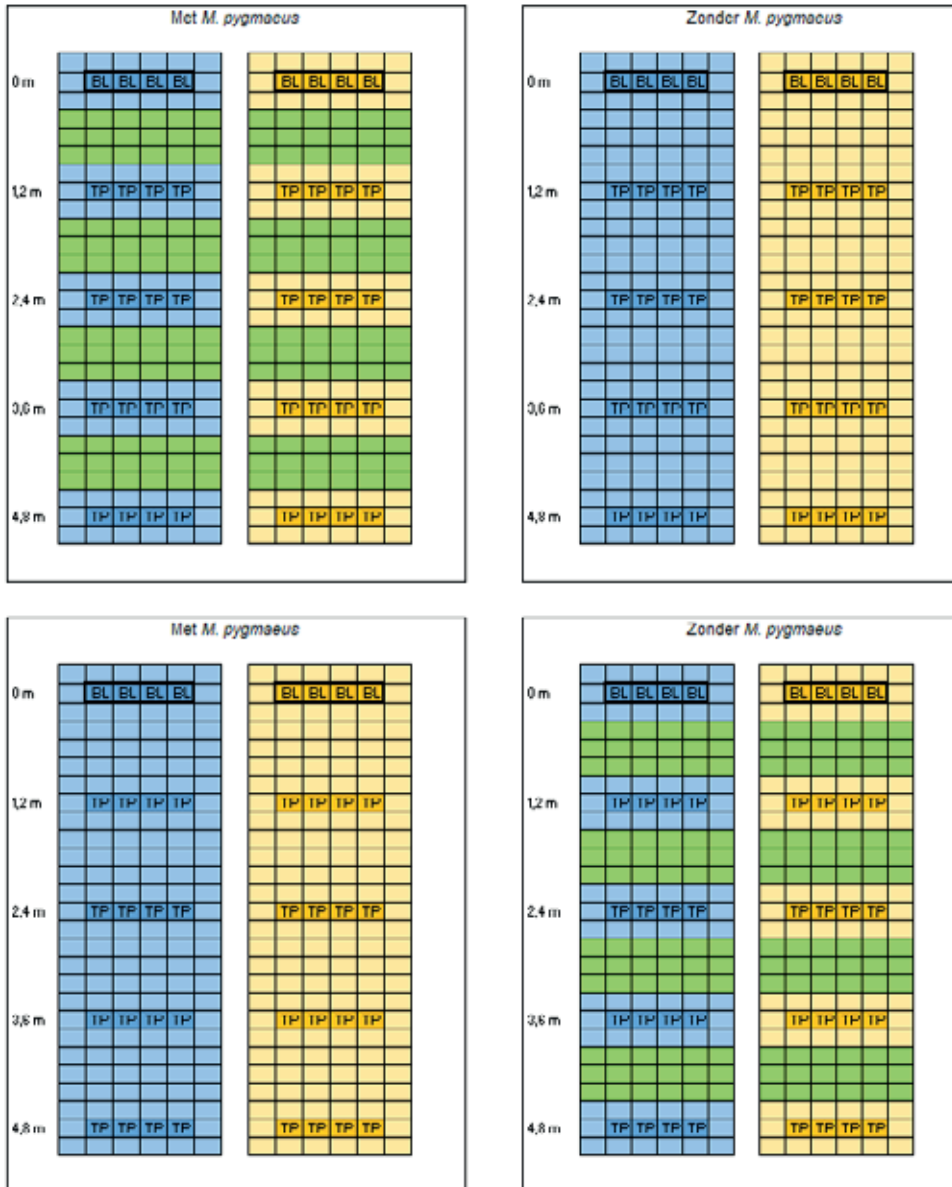
In het voorjaar van 2018 is er een kasproef uitgevoerd om de afzonderlijke en gecombineerde effecten van een mengteelt en *M. pygmaeus* roofwantsen te onderzoeken in de teelt van eenjarige zomerbloeiërs. Onze hypothese was dat door het afwisselen van rijen met bladluisgevoelige soorten eenjarige zomerbloeiërs en rijen van een plantensoort die niet gevoelig is voor bladluis de verspreiding van bladluis over het gewas kan worden afgeremd. Tevens verwachtten we dat *M. pygmaeus* roofwantsen de populatiegroei van bladluis kunnen remmen, en dat het gecombineerde effect van de mengteelt en de inzet van *M. pygmaeus* het beste effect zou hebben.

7.2 Materiaal en methoden

Voor de mengteelt werden rijen met bladluisgevoelige soorten eenjarige zomerbloeiërs (Verbena & Impatiens) afgewisseld door rijen met Lobelia (niet bladluis-gevoelig). In Tabel 7.1 staan de sorts- en cultivar namen van de in deze proef gebruikte planten weergegeven. Als controle werden Verbena en Impatiens zonder Lobelia als monocultuur geteeld. Deze vier behandelingscombinaties (mengteelt (ja/nee), Macrolophus (ja/nee) zijn over 2 keer vier grote (3.5 x 5.5 m) inloopkooien verdeeld, welke in twee 144 m² proefkassen (kas A en kas B) stonden. In elke inloopkooi waren 2 vakken aangebracht van ongeveer 5.4 meter lang en 1.2 meter breed. In het ene vak stonden Impatiens planten en in het andere vak stonden Verbena planten. Elk vak bestond uit 27 rijen planten van 6 planten breed. In de mengteelten werden steeds 3 rijen planten van elke soort afgewisseld (zie Figuur 7.1).

Half april 2018 zijn 4 weken oude planten voor deze proef geleverd door Florensis. Deze planten zijn vervolgens opgepot in 10.5 cm potten. Drie weken (kas A) of 4 weken (kas B) later zijn 30 Verbena en 30 Impatiens planten geïnoculeerd met elk 10 *Myzus persicae* bladluizen. Deze planten zijn weggezet in afzonderlijke kleine kooien die naast de grote inloopkooien zijn geplaatst. Drie weken na de inoculatie is het aantal bladluizen op elke plant geteld, en zijn er aan één uiteinde van elk vak, op de '0 m' positie (zie Figuur 7.1) vier met bladluis besmette planten geplaatst. Hierbij is het aantal bladluizen dat op elke plantensoort (Verbena of Impatiens) is geïntroduceerd nagenoeg gelijk gehouden tussen de behandelingscombinaties van elke kas. In kas 'A' zijn in elk Verbena vak verdeeld over de 4 planten in totaal 2104-2135 *M. persicae* bladluizen geïntroduceerd, en in elk Impatiens vak verdeeld over de 4 planten in totaal 702-709 *M. persicae* bladluizen geïntroduceerd. In kas 'B' zijn in elk Verbena vak verdeeld over de 4 planten in totaal 2282-2317 *M. persicae* bladluizen geïntroduceerd, en in elk Impatiens vak verdeeld over de 4 planten in totaal 981-985 *M. persicae* bladluizen geïntroduceerd. Eén dag na de introductie van de met bladluis besmette planten in de grote inloopkooien, zijn verspreid over elke kooi 160 volwassen *M. pygmaeus* roofwantsen (80 paartjes) losgelaten. Dit staat gelijk aan 12 *M. pygmaeus* roofwantsen (6 paartjes) per m² gewas. Na twee weken zijn nogmaals 80 *M. pygmaeus* paartjes in elke grote inloopkooi geïntroduceerd. De roofwantsen waren steeds als nimfen besteld bij Koppert Biological Systems, en vervolgens in eigen beheer doorgekweekt op snijbonen en een mengsel van Artemia en Ephestia tot ze het volwassen stadium hadden bereikt. Wekelijks is er in elke kooi 12 ml Artemia over het gewas uitgestrooid als bijvoeding voor *M. pygmaeus*. Dit staat gelijk aan ongeveer 1 kilo Artemia per ha. Zes weken na de plaatsing van de met bladluis besmette planten in de inloopkooien (en de eerste introductie van *M. pygmaeus*) is de eindevaluatie gedaan. In elk vak bevonden zich op 1.2 m, 2.4 m, 3.6 m en 4.8 m 4 testplanten, waarop het aantal gevleugelde en ongevleugelde bladluizen is geteld, en het aantal *M. pygmaeus* roofwantsen is gescoord.

Vervolgens is op basis van het aantal bladluizen dat op de testplanten is geteld het totaal aantal bladluizen in een kooi berekend. Daarna is op basis van het aantal per kooi geïntroduceerde bladluizen bij de start van de proef, het aantal bladluizen per kooi aan het einde van de proef en het aantal dagen tussen de start en het einde van de proef berekend, hoeveel dagen de bladluispopulatie er in elke kooi over heeft gedaan om zich in aantal te verdubbelen (verdubbelingstijd). Tevens is berekend hoe de bladluizen aan het einde van de proef waren verdeeld over de verschillende afstanden van de moederhaard.



Figuur 7.1 Indeling kas met 4 grote kooien (3.5 x 5.5 m), met in elke kooi een 2 plotjes van 6x27 planten met als hoofdsoort Verbena (links, 'blauwe' planten) en Impatiens (rechts, 'oranje' planten), al dan niet afgewisseld met Lobelia ('groene' planten) in een monoteelt of mengteelt. In de helft van de kooien ('met *Macrolophus*') zijn aan het begin van de proef 6 paartjes *Macrolophus*/ m² geïntroduceerd. Tevens zijn aan het begin van de proef in elk vak 4 planten met bladluis (BL) geïntroduceerd. Op 1.2 m, 2.4 m, 3.6 m, en 4.8 m vanaf de met bladluis besmette planten bevonden zich de testplanten (TP) waarop het aantal bladluizen is geteld tijdens de evaluatie van de proef.

Tabel 7.1

De soort- en cultivar namen van de eenjarige zomerbloeiërs die in dit experiment zijn gebruikt.

Plantensoort	Familie	Cultivar	Bladluis-gevoelig
<i>Lobelia erinus</i>	Campanulacea	Rapid Blue	Nee
<i>Verbena x hybrida</i>	Verbenaceae	Tuscany Mix	Ja
<i>Impatiens walleriana</i>	Balsaminaceae	DeZire F1 Salmon Splash	Ja



Figuur 7.2 Buitenaanzicht inloopkooi.



Figuur 7.3 Monocultuur met aan de linkerkant een vak met *Impatiens* en de rechterkant een vak met *Verbena* bij de start van de proef.



Figuur 7.4 Mengteelt met aan de linkerkant een vak met Impatiens dat is afgewisseld met Lobelia en de rechterkant een vak met Verbena dat is afgewisseld met Lobelia bij de start van de proef.



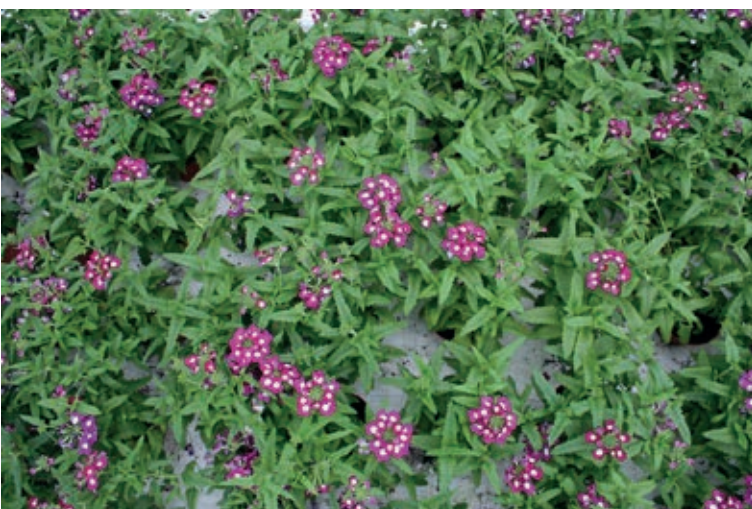
Figuur 7.5 Close-up van mengteelt van Impatiens (links) afgewisseld met Lobelia (rechts) bij de start van de proef.



Figuur 7.6 Close-up van mengteelt van Verbena (rechts) afgewisseld met Lobelia bij de start van de proef.



Figuur 7.7 Mengteelt met aan de linkerkant een vak met Impatiens dat is afgewisseld met Lobelia en de rechterkant een vak met Verbena dat is afgewisseld met Lobelia tegen het einde van de proef.



Figuur 7.8 Close-up van monocultuur van Verbena tegen het einde van de proef.



Figuur 7.9 Close-up van monocultuur van *Impatiens* tegen het einde van de proef.



Figuur 7.10 Close-up *Verbena* plant met *M. persicae* bladluizen.

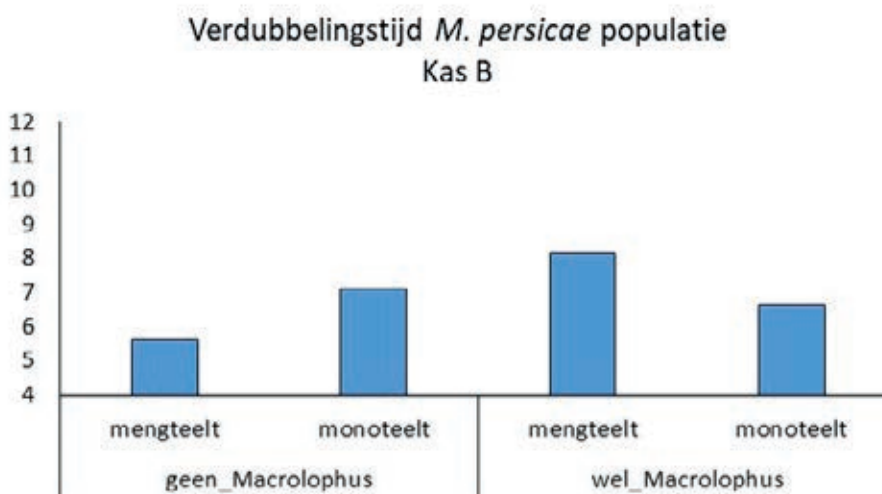
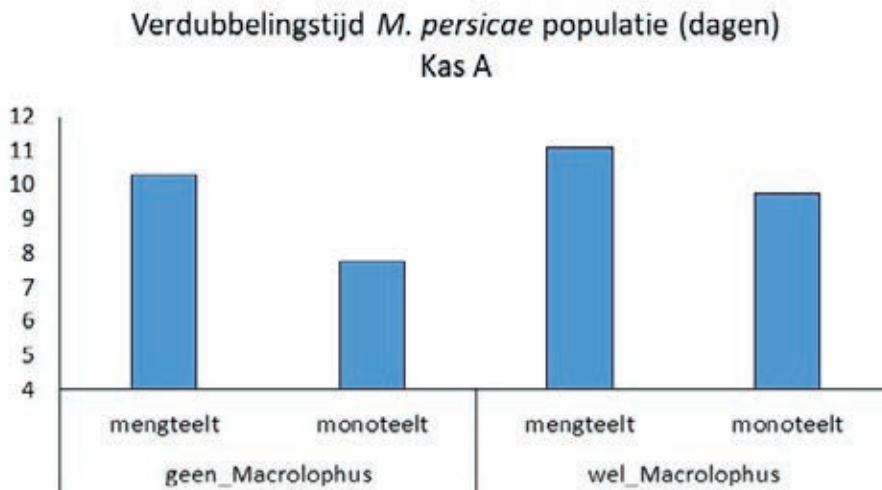
7.3 Resultaten

Omdat deze proef op een relatief grote schaal moest worden uitgevoerd, was het niet haalbaar om meer dan twee echte herhalingen per behandelingscombinatie uit te voeren. Daarom is ervoor gekozen om geen statistische analyse te doen, maar resultaten per herhaling (kas A en kas B) te bekijken (zie Figuur 7.11). Dit betekent dat we geen harde uitspraken kunnen doen omtrent de effecten. Wel kunnen we kijken naar de trends in de resultaten, en in hoeverre deze overeenkomen met onze verwachtingen.

Om het effect van mengteelt en *M. pygmaeus* roofwantsen op de populatiegroei van *M. persicae* bladluizen te kunnen beoordelen is de verdubbelingstijd (dagen) berekend. Hoe langer de verdubbelingstijd, hoe minder snel de bladluispopulatie toenam. In lijn met onze verwachting, zagen we in kas A dat de verdubbelingstijd in de mengteelt hoger was dan in de monoteelt, wat betekent dat de bladluispopulatie minder snel was toegenomen in de mengteelt vergeleken met de monoteelt. Dit was zowel in de kooien zonder *M. pygmaeus* roofwantsen als in de kooien met *M. pygmaeus* roofwantsen het geval. In kas B zagen we dezelfde trend voor de behandeling met *M. pygmaeus* roofwantsen, maar een omgekeerde trend voor de behandeling zonder *M. pygmaeus* roofwantsen. In zowel de mengteelt als de monoteelt in kas A lag de verdubbelingstijd van bladluis iets hoger in de kooien met *M. pygmaeus* dan in de kooien zonder *M. pygmaeus*. Dit betekent dat *M. pygmaeus* de populatie-ontwikkeling van de bladluizen in de aanwezigheid van *M. pygmaeus* iets langzamer ging. In kas B was deze trend ook duidelijk waarneembaar in de mengteelt, maar niet in de monoteelt.

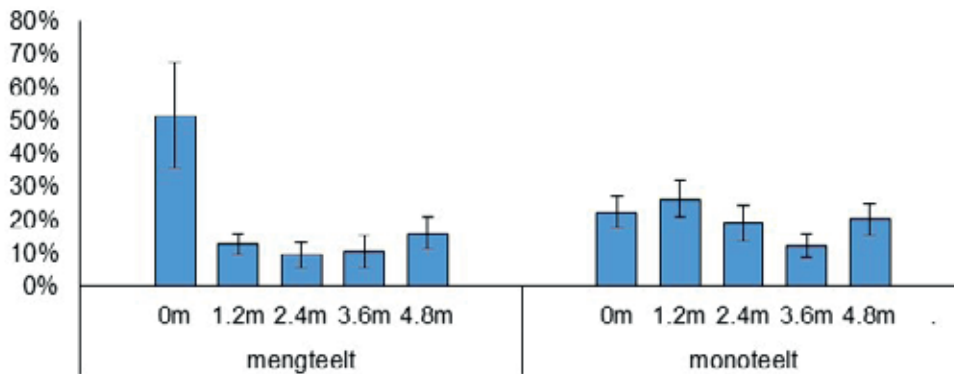
Om de invloed van mengteelt op de verspreiding van de bladluis vanaf de moederhaard te bekijken, is in Figuur 7.12 aangegeven welke percentage van de totale bladluispopulatie tijdens de eindevaluatie aanwezig was op de verschillende afstanden vanaf de moederhaard waar toetsplanten stonden (0 m, 1.2 m, 2.4 m, 3.6 m en 4.8 m). Deze percentages zijn gemiddeld over de twee kassen en de behandelingen met en zonder *M. pygmaeus* roofwantsen. In een statistische analyse in GENSTAT is getoetst of mengteelt een effect had op het percentage bladluizen dat aanwezig was op de moederhaard ten opzichte van het gemiddelde percentage bladluizen elders in het gewas. Het effect van mengteelt op de verdeling van bladluis tussen de moederhaard en de rest van het gewas bleek afhankelijk te zijn van de soort eenjarige zomerbloeiër ($P = 0.002$). Voor Impatiens in mengteelt lag het percentage bladluizen op in de moederhaard significant hoger dan het percentage bladluizen elders in het gewas, terwijl de bladluizen in de monoteelt gelijk waren verdeeld tussen de moederhaard en de rest van het gewas ($P < 0.001$; zie Figuur 7.12 bovenste grafiek). Voor Verbena was er geen significant effect van mengteelt op de verdeling van bladluizen tussen de moederhaard en de rest van het gewas ($P = 0.341$). In zowel de mengteelt als de monoteelt waren de bladluizen evenredig verdeeld over de moederhaard en de rest van het gewas (zie Figuur 7.12 onderste grafiek).

Aan het einde van de proef werden in geen van de kooien *M. pygmaeus* roofwantsen teruggevonden op de Impatiens planten (zie Figuur 7.13). Op Verbena werden wel *M. pygmaeus* roofwantsen teruggevonden bij de eindevaluatie in de kooien waar de roofwantsen waren uitgezet. Alleen in de mengteelt in kas A lag het aantal *M. pygmaeus* roofwantsen per m² aan het einde van de proef hoger dan het aantal roofwantsen dat tijdens de proef per m² was geïntroduceerd.

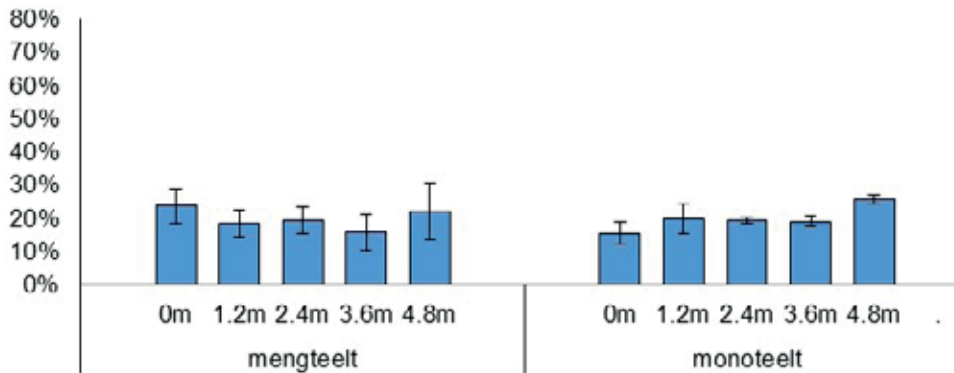


Figuur 7.11 Verdubbelingstijd (dagen) van de *M. persicae* populatie per kooi, voor de vier behandelingscombinaties (a) mengteelt zonder *M. pygmaeus*, b) monoteelt zonder *M. pygmaeus*, c) mengteelt met *M. pygmaeus* en d) monoteelt met *M. pygmaeus* voor Kas A (bovenste grafiek) en Kas B (onderste grafiek). Hoe langer de verdubbelingstijd, hoe minder snel de bladluispopulatie toeneemt. Elke staaf vertegenwoordigt een enkele herhaling.

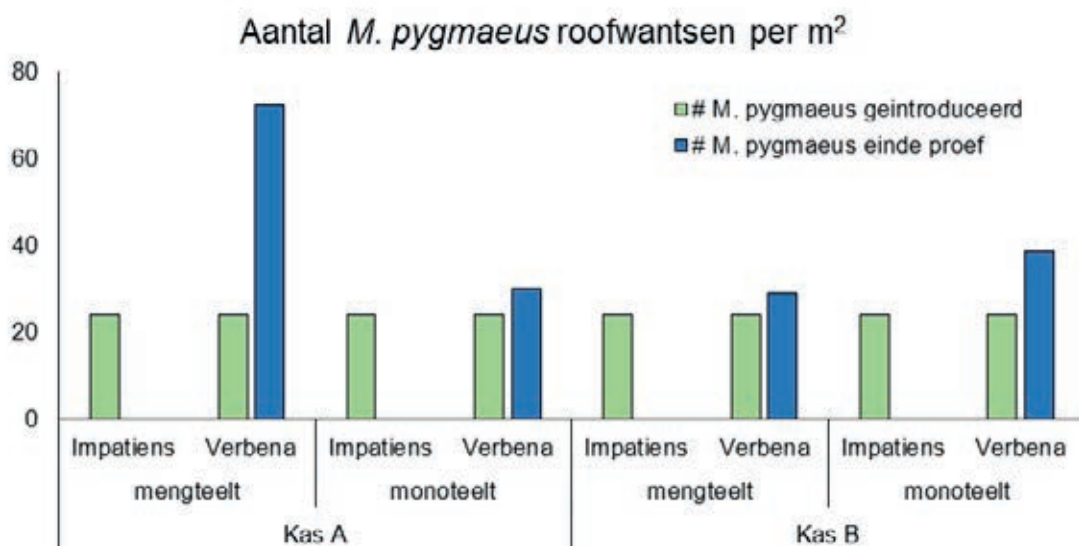
Verdeling van *M. persicae* bladluizen over de verschillende afstanden vanaf de moederhaard:
Impatiens



Verdeling van *M. persicae* bladluizen over de verschillende afstanden vanaf de moederhaard:
Verbena



Figuur 7.12 Verdeling van bladluis over de verschillende afstanden vanaf de moederhaard van bladluis voor *Impatiens* (bovenste grafiek) en *Verbena* (onderste grafiek) in de mengteelt en de monoteelt. Elke staaf vertegenwoordigt het percentage (\pm standaardfout) bladluizen ten opzichte van de gehele bladluis populatie in een kooi dat zich rondom de gespecificeerde afstand van de moederhaard bevindt, gemiddeld over de twee kassen en de behandelingen met en zonder *M. pygmaeus* roofwantsen.



Figuur 7.13 Aantallen *M. pygmaeus* per m² geïntroduceerd (in week 0 en week 2), en aantallen *M. pygmaeus* per m² tijdens de eindevaluatie (week 6).

7.4 Discussie

In alle behandelingen is de bladluispopulatie tijdens de proef zeer sterk gegroeid. Wel lag de ontwikkelingsnelheid van de bladluispopulatie in drie van de vier kooien met een mengteelt lager dan in de corresponderende kooien met een monoteelt. In Impatiens kon afwisseling met Lobelia in de mengteelt de verspreiding van bladluis vanuit de moederhaard over het gewas ten opzichte van de monoteelt reduceren. In Verbena, die gevoeliger is voor bladluis dan Impatiens, kon een mengteelt met Lobelia de verspreiding van bladluis niet tegenhouden. *Macrolophus pygmaeus* kon zich tijdens de relatief korte periode van de proef niet goed vestigen in het gewas. Op Impatiens werden helemaal geen *M. pygmaeus* roofwantsen teruggevonden tijdens de eindevaluatie. Op Verbena werden wel *M. pygmaeus* roofwantsen teruggevonden, maar de aantallen waren relatief laag. Slechts in 1 van de kooien was er een lichte toename in de aantallen roofwantsen per m² aan het einde van de proef. Hoewel we op basis van dit experiment alleen geen oorzaak kunnen aanwijzen voor de afwezigheid van *M. pygmaeus* op de Impatiens planten, bieden de voorgaande experimenten wel indicaties. In de experimenten beschreven in Hoofdstuk 4.1 vonden we geen verschillen in waardplantkwaliteit van Impatiens en Verbena voor *M. pygmaeus*. In de keuzeproef die is beschreven in Hoofdstuk 5 bleek Verbena aantrekkelijker te zijn voor *M. pygmaeus* dan Impatiens, zowel in de afwezigheid als de aanwezigheid van Artemia. Deze voorkeur voor Verbena boven Impatiens zou een reden kunnen zijn geweest waarom er in deze proef geen roofwantsen werden teruggevonden in Impatiens. Beide soorten eenjarige zomerbloeiërs stonden immers in dezelfde kooi. Het ondersteunt de zorgen van het ontstaan van een zogenaamde 'enemy-free zone' op minder aantrekkelijke plantensoorten, waar bladluis vrij spel heeft, wanneer deze in de buurt van een aantrekkelijke plantensoort staan. Of dit fenomeen inderdaad optreedt zou nog verder moeten worden onderzocht met grotere aantallen *M. pygmaeus* per m². Alhoewel Verbena een minder goede waardplant lijkt te zijn voor *M. pygmaeus* dan Pelargonium (zie Hoofdstuk 4), kan uit de resultaten van de proeven uit Hoofdstuk 4 niet worden afgeleid waarom de populatie roofwantsen zo laag was aan het einde van deze proef. Mogelijk zijn er veel van de uitgezette roofwantsen vrij snel na het uitzetten overleden. Ook in eerder proeven vonden we soms een hoge mortaliteit onder de *M. pygmaeus* roofwantsen net na het uitzetten. Verder is het goed te beseffen dat de tijdsduur van 4 weken tussen de tweede uitzet van *M. pygmaeus* en de eindevaluatie te kort was om een groot deel van de eitjes gelegd door deze tweede batch *M. pygmaeus* uit te laten komen.

8 Bestrijding van beginnende bladluishaarden door verschillende stadia van *M. pygmaeus* in eenjarige zomerbloeiers

8.1 Inleiding

In deze proef is onder gecontroleerde omstandigheden in kooien onderzocht hoe goed jonge nimfen, oudere nimfen en adulten van *M. pygmaeus* beginnende bladluishaarden in bladluisgevoelige eenjarige zomerbloeiers kunnen bestrijden.

8.2 Materiaal en methoden

In mei 2019 zijn kooiproeven zijn uitgevoerd om de mate van bestrijding van *M. persicae* bladluizen door *M. pygmaeus* roofwantsen op de eenjarige zomerbloeiers Calibrachoa, Verbena en Tagetes te testen. Het experiment vond plaats in een kas van 24 m², en de etmaaltemperatuur was ingesteld op 15 °C. Elke kooi (40x40x60 cm) bevatte 4 planten van 8 weken oud van één van deze soorten eenjarige zomerbloeiers in 10.5 cm potten. Voedingswater werd gegeven via een eb-vloed systeem. Zowel *M. persicae* als *M. pygmaeus* waren opgekweekt op hetzelfde gewas als het toetsgewas, tenzij anders vermeld. In elke kooi zijn op één van de 4 planten 10 volwassen rode *M. persicae* bladluizen geïntroduceerd.

Voor de gewassen Verbena en Tagetes is de bladluisbestrijding door drie leeftijdsgroepen van *M. pygmaeus* getoetst: jonge nimfen (N1-3), oudere nimfen (N3-5) en volwassen roofwantsen van 0-1 weken oud. Als controlebehandelingen zijn er voor beide gewassen kooien ingezet met alleen bladluizen. De proef is in 5 herhalingen (volwassen *M. pygmaeus*) of 6 herhalingen (*M. pygmaeus* nimfen) uitgevoerd. Voor de behandelingen met *M. pygmaeus* zijn er per kooi op het moment van de bladluisintroductie 12 roofwantsen geïntroduceerd. Voor de volwassen *M. pygmaeus* waren dit 6 mannetjes en 6 vrouwtjes. De behandeling met de volwassen *M. pygmaeus* is om logistieke redenen één week later ingezet (dus zowel de introductie van de bladluizen als van de roofwantsen) dan de behandelingen met de *M. pygmaeus* nimfen. Bij de inzet van de volwassen roofwantsen, en vijf dagen na de inzet van de *M. pygmaeus* nimfen is Artemia (Artefeed van Koppert Biological Systems) uitgestrooid in elke kooi. Daarna is er in alle kooien elke week bijgevoerd met Artemia. Vijf weken na de start van de behandeling is voor elke kooi het aantal bladluizen op elk van de 4 planten apart geteld, en is daarnaast het aantal levende *M. pygmaeus* roofwantsen geteld.

Voor het gewas Calibrachoa liep de *M. pygmaeus* kweek niet goed genoeg om voldoende roofwantsen voor de proef te leveren. Er is besloten om toch een proef in te zetten met volwassen *M. pygmaeus* roofwantsen afkomstig van de kweek op de Pelargonium groepen II en III. Er is gekozen om 3 verschillende dichtheden *M. pygmaeus* adulten op Calibrachoa te testen: 2, 6 en 12 adulten van 0-1 week oud. De sexratio van *M. pygmaeus* was 50:50 en in elke kooi was de helft van de *M. pygmaeus* roofwantsen afkomstig uit Pelargonium groep II en de andere helft uit Pelargonium groep III. Voor elke *M. pygmaeus* behandeling zijn 5 herhalingen ingezet, en daarnaast zijn er 5 controlekooien ingezet met alleen bladluizen. Zowel tijdens de inzet, als elke opeenvolgende week, is bijgevoerd met Artemia (Artefeed van Koppert Biological Systems).

Voor de proef met Verbena en Tagetes konden de behandelingen met de *M. pygmaeus* nimfen niet gelijktijdig starten met de behandeling van de *M. pygmaeus* adulten. Om voor de mogelijke invloed van het start-tijdstip van de proef te controleren, is voor de twee behandelingen met de nimfen en de behandeling met de adulten een aparte controlebehandeling ingezet zonder *M. pygmaeus* roofwantsen. Om de behandeling met de nimfen en adulten toch nog onderling te kunnen vergelijken is voor deze behandelingen de afname in het aantal bladluizen per kooi ten opzichte van het gemiddelde aantal bladluizen per kooi in de controlebehandelingen berekend, en uitgedrukt in het % bladluis bestrijding.

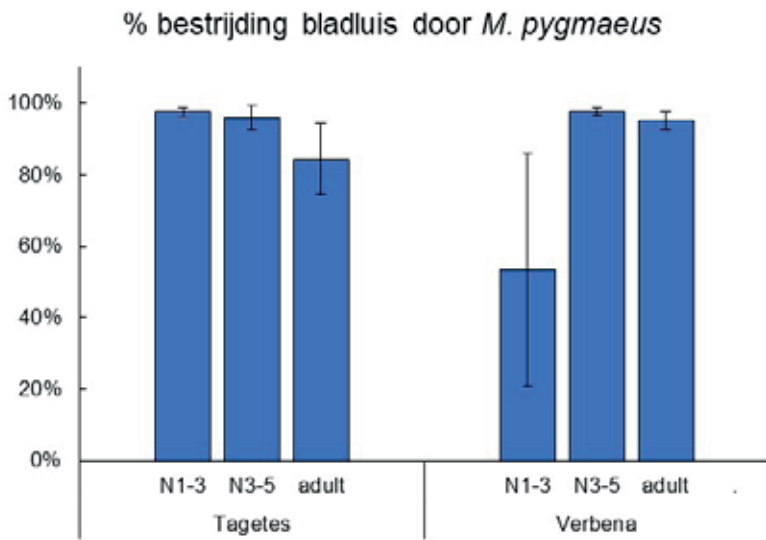
Wegens logistieke redenen kon de bladluistelling niet altijd gelijktijdig worden uitgevoerd voor alle herhalingen en behandelingen binnen een proef. Omdat een verschil van één of enkele dagen toch een behoorlijke invloed kan uitoefenen op het aantal bladluizen van een exponentieel groeiende populatie, hebben we hiervoor gecorrigeerd door de verdubbelingstijd (dagen) uit te rekenen, en op basis hiervan het aantal bladluizen in elke kooi te bepalen op een vaste tijdsduur tussen de start van de proef en het evaluatiemoment.



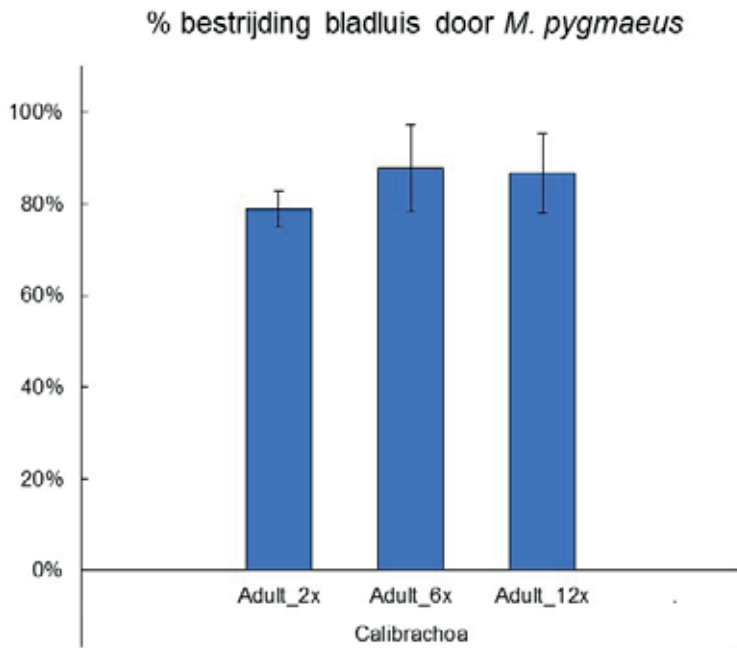
Figuur 8.1 Een *M. pygmaeus* adult in een *Tagetes* bloem op zoek naar bladluis.

8.3 Resultaten

De bestrijding van bladluis met *M. pygmaeus* verliep in alle behandelingen zeer goed. Ten opzichte van de bladluispopulatie in kooien zonder *M. pygmaeus*, lag de bladluispopulatie in de aanwezigheid van *M. pygmaeus* gemiddeld 86% lager. Dit bestrijdings-percentages was niet afhankelijk van de soort eenjarige zomerbloeiër, het ontwikkelingsstadium dat *M. pygmaeus* had tijdens de introductie (*Tagetes* en *Verbena*; zie Figuur 8.2) of het aantal geïntroduceerde *M. pygmaeus* adulten (*Calibrachoa*; zie Figuur 8.3). Het gemiddelde percentage overleving van *M. pygmaeus* per dag over de looptijd van de proef (36 dagen) verschilde niet tussen de behandelingen (zie Figuur 8.4).

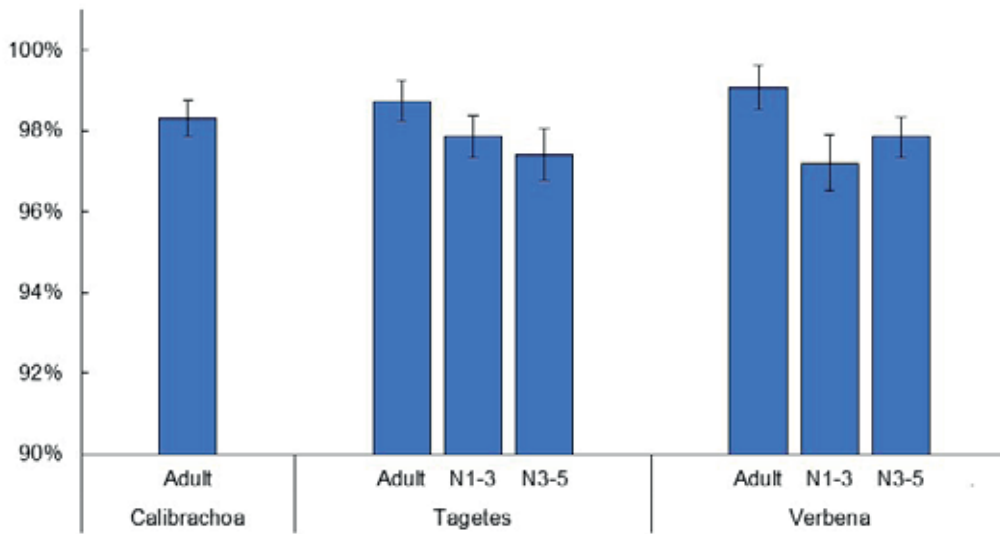


Figuur 8.2 Het percentage bestrijding van *M. persicae* bladluizen op *Tagetes* en *Verbena* door *M. pygmaeus* geïntroduceerd als jonge (N1-3) nimfen, oudere (N3-5) nimfen en jonge (0-1 weken oude) adulten.



Figuur 8.3 Het percentage bestrijding van *M. persicae* bladluizen op *Calibrachoa* door verschillende dichtheden *M. pygmaeus* roofwantsen, geïntroduceerd als jonge (0-1 weken oude) adulten.

Overleving *Macrolophus* vrouwtjes (% dag⁻¹)



Figuur 8.4 Het gemiddelde overlevingspercentage per dag (\pm standaardfout) van *M. pygmaeus* roofwantsen geïntroduceerd als jonge (N1-3) nimfen, oudere (N3-5) nimfen en jonge (0-1 weken oude) adulten over een periode van 36 dagen.

9 Risico op cosmetische schade door *M. pygmaeus* in eenjarige zomerbloeiers

9.1 Inleiding

Macrolophus pygmaeus is in de glastuinbouw groenteteelt een veel gebruikte natuurlijke vijand, en kan verschillende plaagsoorten vaak efficiënt bestrijden. Deze roofwantssoort voedt zich echter naast prooien ook met plantsap, door de cellen van de plant aan te prikken. Om te onderzoeken of *M. pygmaeus* roofwantsen cosmetische schade aan een aantal belangrijke soorten eenjarige zomerbloeiers kan veroorzaken zijn Verbena, Calibrachoa, Tagetes en Pelargonium planten aan verschillende dichtheden van *M. pygmaeus* roofwantsen blootgesteld, en is het uiterlijk van deze planten vergeleken met planten uit een controlebehandeling die niet waren blootgesteld aan *M. pygmaeus*.

9.2 Materiaal en methoden

Elke (40x40x60 cm) kooi bevatte 4 potten met planten van 10 weken oud van een van de 4 Pelargonium groepen (zie Tabel 2.4), Verbena, Calibrachoa of Tagetes (zie Tabel 2.5). Potten met Pelargonium, Verbena of Calibrachoa bevatten 1 plant per pot, en potten met Tagetes bevatten 2 planten per pot. De kooien met Calibrachoa, Verbena en Tagetes stonden in een kas van 24 m² en een minimum temperatuur van 15 °C. Watergift en voeding vond plaats via een eb-vloed systeem. De kooien met Pelargonium groepen I tot en met IV stonden in een kas 24 m² en een minimum temperatuur van 12 °C. Watergift in de kas met Pelargonium gebeurde handmatig door het ontbreken van een eb-vloed systeem. Om verdrinking van *M. pygmaeus* door een handmatige watergift te voorkomen werden de Pelargoniums per twee planten in een plastic bakje geplaatst met een laag vermiculiet op de bodem. In de zijkant van het plastic bakje zat vlak boven de bodem een gat voor de afwatering.

Om beter te kunnen evalueren of nieuwe gevormde bloemen zouden worden aangetast door *M. pygmaeus* zijn een week voor de introductie van *M. pygmaeus* van alle gewassen de bloemen en bloemknoppen verwijderd. Voor alle eenjarige zomerbloeiers zijn er vier dichtheden *M. pygmaeus* ingezet: 0, 16, 48 en 144 volwassen roofwantsen per kooi. De *M. pygmaeus* die in dit experiment is ingezet was afkomstig van Koppert Biological Systems. Op de dag van aankomst van de bestelling, 1 dag voor het inzetten, werden de *M. pygmaeus* adulten gelijkmatig over ruime emmers verdeeld en voorzien van boekweïtdoppen, verse snijbonen, *Artemia* spp. cysten en *Ephestia kuehniella* eieren (Entofood). Deze tussenstap in kweekemmers werd gedaan om de zwakkere *M. pygmaeus*, die binnen 1 dag zouden sterven, uit te selecteren zodat alleen de sterkere individuen konden worden ingezet in de proef. Van elke plantenbehandeling zijn 5 herhalingen van de controlebehandeling zonder *M. pygmaeus* ingezet, 3 herhalingen van de behandeling met 16 *M. pygmaeus* roofwantsen, en 2 herhalingen van de behandelingen met 48 en 144 *M. pygmaeus* roofwantsen. Alle planten, inclusief de planten van de controlebehandeling, werden wekelijks voorzien van verse *Artemia* (Artefeed) als additioneel voedsel voor *M. pygmaeus*. Vijf weken na de introductie van *M. pygmaeus* is de eindevaluatie gedaan. Om de eindevaluatie te vergemakkelijken zijn alle planten uit de kooien gehaald en per plantensoort naast elkaar neergezet op de tafels in de kas. Vervolgens zijn alle planten beoordeeld op schade door *M. pygmaeus* door voor elke plantensoort het uiterlijk van de planten van de controlebehandeling zonder *M. pygmaeus* te vergelijken met het uiterlijk van de planten die waren blootgesteld aan verschillende dichtheden van *M. pygmaeus*. De eindevaluatie is samen met Arthur van den Berg van Glastuinbouw Nederland gedaan.



Figuur 9.1 Verschillende soorten eenjarige zomerbloeiërs uitgesteld over de tafels voor de evaluatie van de schade-proef met *M. pygmaeus*.

9.3 Resultaten

Alleen Pelargonium planten van groep I (*P. peltatum* cv. Balcon) vertoonden symptomen van schade door *M. pygmaeus* in de vorm van vlekjes op de bladeren die niet werden waargenomen in de *P. peltatum* cv. Balcon planten van de controlebehandeling. Op geen van de andere getoetste plantensoorten (Verbena, Calibrachoa en Tagetes en Pelargonium groepen II, II en IV) werd schade door *M. pygmaeus* waargenomen.

10 Systeemaanpak biologische plaagbestrijding in eenjarige zomerbloeiërs: waar staan we nu?

De getoetste strategieën hebben voor de huidige praktijkomstandigheden in de eenjarige zomerbloeiërs nog geen werkzaam systeem opgeleverd. Mogelijk zou in de toekomst een systeem waarbij bladluisgevoelige soorten eenjarige zomerbloeiërs en bladluisresistente eenjarige zomerbloeiërs worden afgewisseld in rijen kunnen worden toegepast om de verspreiding van bladluizen af te remmen. Om een populatie *M. pygmaeus* op het bedrijf op te bouwen moet al in de winterperiode worden begonnen. Pelargonium vormt, met de juiste keuze voor soort en cultivar, een goede waardplant voor een vroege opbouw van een *M. pygmaeus* populatie. Met de juiste raskeuze kan ook cosmetische schade die op sommige Pelargonium rassen bij hoge *M. pygmaeus* populaties kan optreden worden voorkomen. Om deze populatie effectief in te kunnen zetten op de plekken waar ze nodig is, is er een systeem nodig om deze roofwantsen te verplaatsen. Dit systeem moet nog verder worden ontwikkeld. Het lokken van *M. pygmaeus* roofwantsen met voedsel lukt niet. Wellicht is het toch mogelijk om *M. pygmaeus* roofwantsen die tijdens het oogsten/verplaatsen van potten opvliegen op te vangen op aantrekkelijke lokplanten, welke daarna kunnen worden verplaatst naar de kasafdeling waar de roofwantsen nodig zijn. Een andere optie is een mechanisch systeem waarmee de roofwantsen kunnen worden opgezogen. Naast de inzet van *M. pygmaeus* kan er ook verder worden gekeken welke andere bestrijders een bijdrage kunnen leveren aan de bladluisbestrijding in dit gewas, en hoe de diversiteit aan plantensoorten die reeds deel uitmaken van het assortiment van de teeltbedrijven deze bestrijders kan ondersteunen. Er zou kunnen worden gekeken welke eenjarige zomerbloeiërs geschikt zijn als nectarplanten voor natuurlijke vijanden zoals bijvoorbeeld zweefvliegen, en hoe deze dan het beste kunnen worden gepositioneerd om deze natuurlijke vijanden te ondersteunen.

Literatuur

- Almohamad, R., Verheggen, F., Francis, F. Haubruge, E. (2007).
How does the age of hoverfly females affect their reproduction? Communications in Agricultural and Applied Biological Sciences. 72 (3)
- Almohamad, R., Verheggen, F.J., Haubruge, E., (2009)
Searching and oviposition behaviour of aphidophagous hoverflies (Diptera: Syrphidae): a review.
Biotechnologie Agronomie Societe et environnement 13(3): 467-481.
- Amoros-Jimenez, R. Pineda, A. Fereres, A., Marcos-Garcia, A (2012)
Prey availability and abiotic requirements of immature stages of the aphid predator *Sphaerophoria rueppellii*.
Biological Control 63(1): 17-24.
- Aparicio, Y., Gabarra, R., Arno, J. (2018)
Attraction of *Aphidius ervi* (Hymenoptera: Braconidae) and *Aphidoletes aphidimyza* (Diptera: Cecidomyiidae) to Sweet Alyssum and assessment of plant resources effects on their fitness. Journal of Economical Entomology 111: 533-541
- Ben Issa, R., H. Gautier, G. Costagliola, and L. Gomez. 2016.
Which companion plants affect the performance of green peach aphid on host plants? Testing of 12 candidate plants under laboratory conditions. Entomologia Experimentalis Et Applicata 160:164-178.
- Ben-Issa, R., L. Gomez, and H. Gautier. 2017a.
Companion Plants for Aphid Pest Management. Insects 8.
- Ben Issa, R., H. Gautier, and L. Gomez. 2017b.
Influence of neighbouring companion plants on the performance of aphid populations on sweet pepper plants under greenhouse conditions. Agricultural and Forest Entomology 19:181-191.
- Bloemhard, C.M.J., Wielen, M. van der., Messelink, G.J. (2014).
Seasonal abundance of aphid hyperparasitoids in organic greenhouse crops in The Netherlands. Proceedings of the Working Group Meeting: IOBC-WPRS p. 15-19.
- Boulanger, F. X., et al. (2019)
"Optimizing aphid biocontrol with the predator *Aphidoletes aphidimyza*, based on biology and ecology." Pest Management Science 75(6): 1479-1493.
- Charles, J., Pain, T.D. (2016)
Fitness effect of food resources on the polyphagous aphid parasitoid, *Aphidius colemani* Viereck (Hymenoptera: Braconidae: Aphidiinae)
- Cocuzza, G.E., De Clerq, P., Lizzio, S., Van de Veire, M., Tirry, L., Degheele, D., Vacante, V. (1997)
Life tables and predation activity of *Orius laevigatus* and *O. albidipennis* at three constant temperatures.
Entomologia Experimentalis et Applicata. 85: 189-198.
- Dinu, M.M., Bloemhard, C.M.J., van Holstein-Saj, R., Messelink, G.J. (2017)
Exploring opportunities to induce epizootics in greenhouse aphid populations. Acta Horticulturae 1164: 371-375.
- Fujiwara, C. and M. Nomura (1999)
"Effects of photoperiod and temperature on larval development of *Chrysoperla carnea* Stephens (Neuroptera: Chrysopidae)." Japanese Journal of Applied Entomology and Zoology 43(4): 175-179.
- Gonzalez, D., Nave, A., Goncalvez, F., Nunes, F.M., Campos, M., torres, L. (2016) Higher longevity and fecundity of *Chrysoperla carnea*, a predator of olive pests, on some native flowering Mediterranean plants. Agonomy for Sustainable Development 36 (30).
- Guo, H, Meng, L., Wang, Y., Zheng, L., Li, B. 2014
Oviposition behaviour of the predatory midge *Aphidoletes aphidimyza* in response to aphid patch quality.
Journal of Insect Behaviour 27(6):816-825
- Hart, A.J., Bale, J.S., Fenlon, J.S. (1997)
Developmental threshold, day-degree requirements and voltinism of the aphid predator *Episyrphus balteatus* (Diptera: Syrphidae). Annals of applied biology, 130: 427-237
- He, X. and Sigsgaard, L. (2019)
A floral diet increases the longevity of the coccinellid *Adalia bipunctata* but does not allow molting or reproduction. Frontiers in Ecology and Evolution 7 (6).

- Jalali, M. A., *et al.* (2010)
 "Temperature-dependent development of the two-spotted ladybeetle, *Adalia bipunctata*, on the green peach aphid, *Myzus persicae*, and a factitious food under constant temperatures." *Journal of Insect Science* 10.
- Ingegno, B., L., Pansa, M.G., Tavella, L. (2011)
 Plant preference in the zoophytophagous generalist predator *Macrolophus pygmaeus* (Heteroptera: Miridae). *Biological Control* 58(3): 174-181.
- Ingegno, B.L., Messelink, G., Leman, A., Sacco, D., Tavella, L. (2020)
 Thermal thresholds for activity and development of European mirid predatory bugs (in preparation).
- Jandricic, S. (2017)
 Managing Million Bells, Updates. <https://onfloriculture.com/2017/01/16/managing-million-bells-2017-updates/>
- Kazemi, F. and M. R. Mehrnejad (2011)
 "Seasonal occurrence and biological parameters of the common green lacewing predators of the common pistachio psylla, *Agonoscena pistaciae* (Hemiptera: Psylloidea)." *European Journal of Entomology* 108(1): 63-70.
- Koczor, S., Szentkirályi, F., Fekete, Z., Tóth, M. (2016)
 Smells good, feels good: oviposition of *Chrysoperla carnea*-complex lacewings can be concentrated locally in the field with a combination of appropriate olfactory and tactile stimuli. *Journal of Pest Science*.
- Leroy, P.D., Verheggen, F.J., Capella, Q., Francis, F., Haubruge, E. (2010)
 An introduction device for the aphidophagous hoverfly *Episyrphus balteatus* (De Geer) (Diptera: Syrphidae) *Biological Control* 54: 181-188.
- Kruidhof, H.M., Bloemhard, C., Catalá-Senent, L., Shah, P., Shinde, A., Messelink, G., van der Salm, C.
 Green Challenges: systeemaanpak biologische plaagbestrijding met gebruik van functionele biodiversiteit. Deel 1: Chrysant. Wageningen UR Glastuinbouw. Rapport WPR-941.
- Martinez-Garcia, H., Saenz-Romo, M.G., Aragon-Sanchez, M., Roman-Fernandez, L.R., Saenz-de-Cabezón, E., Marco-Mancebon, V., Perez-Moreno, I. (2017)
 Temperature-dependent development of *Macrolophus pygmaeus* and its applicability to biological control. *Biocontrol* 62(4): 481-493.
- Messelink, G., Kruidhof, M., Elfferich, C., Leman, A. (2015)
 Nieuwe mogelijkheden voor de bestrijding van wittevlug in de sierteelt onder glas. Rapport GTB-1350.
- Messelink, G.J., Bloemhard, C.M.J., Kok, L.W., Janssen, A. (2011)
 Generalist predatory bugs control aphids in sweet pepper. *IOBC/WPRS Bulletin* 68, 115-118
- Messelink, G. J., Bloemhard, C. M. J., Cortes, J. A., Sabelis, M. W., & Jansen, A. (2011)
 Hyperpredation by generalist predatory mites disrupts biological control of aphids by the aphidophagous gall midge *Aphidoletes aphidimyza*. *Biological Control*, 57(3), 246-252.
- Messelink, G.J., Vijverberg, R. Leman, A. Janssen, A. (2016)
 Biological control of mealybugs with lacewing larvae is affected by the presence and type of supplemental prey. *Biocontrol* 61:555-565
- Lommen, S.T.E. (2013)
 Waarom bestaan er tweestippelige lieveheersbeestjes die niet kunnen vliegen en zijn ze betere bladluizenbestrijders? *Entomologische berichten* 77 (3): 81-86.
- Messelink, G.J. (2017)
 Kleine lieveheersbeestjes bieden perspectief tegen luizenprobleem. *Vakblad Onder Glas*. Oktober 2017.
- Papanikolaou, N. E., *et al.* (2013)
 "Temperature-Dependent Development, Survival, Longevity, and Fecundity of *Propylea quatuordecimpunctata* (Coleoptera: Coccinellidae)." *Annals of the Entomological Society of America* 106(2): 228-234.
- Perdikis, D.C.H., Lykouressis, D.P. (2004)
Macrolophus pygmaeus (Hemiptera: Miridae) population parameters and biological characteristics when feeding on eggplant and tomato without prey. *Journal of Economic Entomology* 97(4): 1291-1298.
- Samuel, R., Dass, I.J., Singh, R. (2013)
 Studies on oviposition behaviour and egg hatching pattern of an aphid predator, *Episyrphus balteatus* (de Geer) (Diptera: Syrphidae): a promising biocontrol agent. *Journal of Aphidology*, 27: 45-52.
- Van Rijn, P.C.J., Kooijman, J., Wackers, F.L. (2013)
 The contribution of floral resources and honeydew to the performance of predatory hoverflies (Diptera: Syrphidae). *Biological Control* 67 (1): 32-38.

Wheeler, A.G., Krimmel, B.A. 2015.

Mirid (Hemiptera: Heteroptera) specialists of sticky plants: adaptations, interactions, and ecological implications. *Annual review of entomology* 60: 393-414.

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-942

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, 5.000 medewerkers en 12.000 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.