

Heat stress effects on egg number and size of the spider mite biocontrol agents

Phytoseiulus persimilis &
Neoseiulus womersleyi

DI Theresa Steiner

Masterarbeit
November 2019



Übersicht



Universität für Bodenkultur Wien

Department für Nutzpflanzen-
wissenschaften

- Praktische und wissenschaftliche Relevanz
- Hypothesen
- Artspezifische Eigenschaften
- Material und Methoden
- Ergebnisse
- Diskussion
- Ausblick

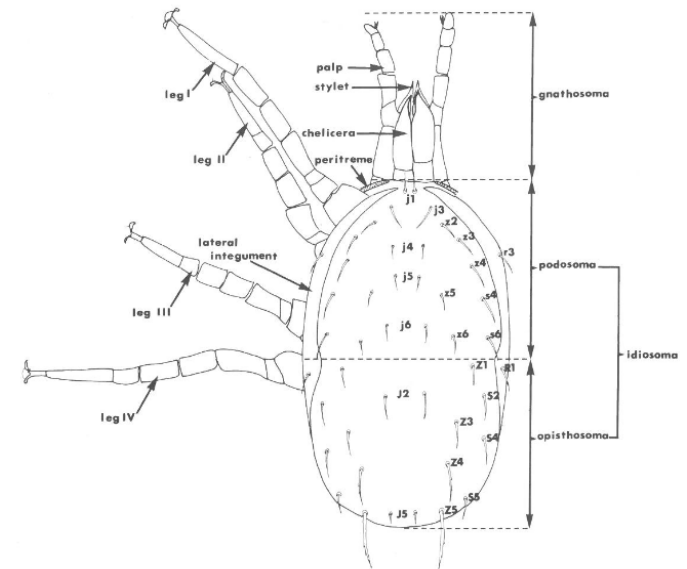


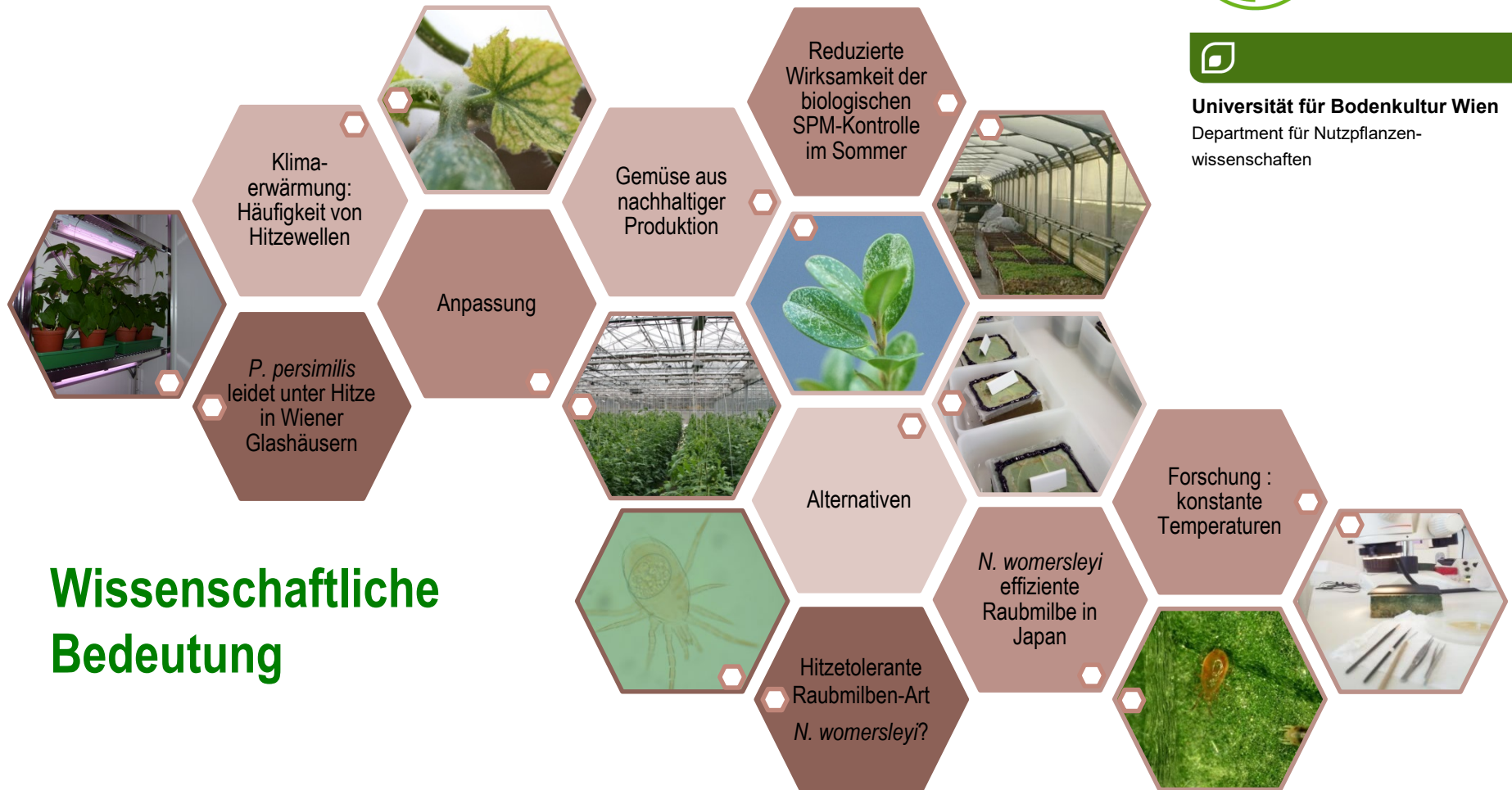
Fig. 1: Anatomie der Raubmilbe (Phytoseiidae) nach Chant (1985a)

Praktische Relevanz



Universität für Bodenkultur Wien

Department für Nutzpflanzen-
wissenschaften



Wissenschaftliche Bedeutung

Hypothesen



Universität für Bodenkultur Wien

Department für Nutzpflanzen-
wissenschaften

1) Hitzestress führt bei den Raubmilben-Arten

Phytoseiulus persimilis & *Neoseiulus womersleyi* zu erhöhter Fraßleistung

2) *Phytoseiulus persimilis* leidet stärker unter Hitzestress als die japanische Art *Neoseiulus womersleyi*

- Reproduktionsleistung
- Eigröße

3) Im Gegensatz zu *Phytoseiulus persimilis*, erzielt *Neoseiulus womersleyi* unter Hitzestress eine höhere Anzahl an Eiern.

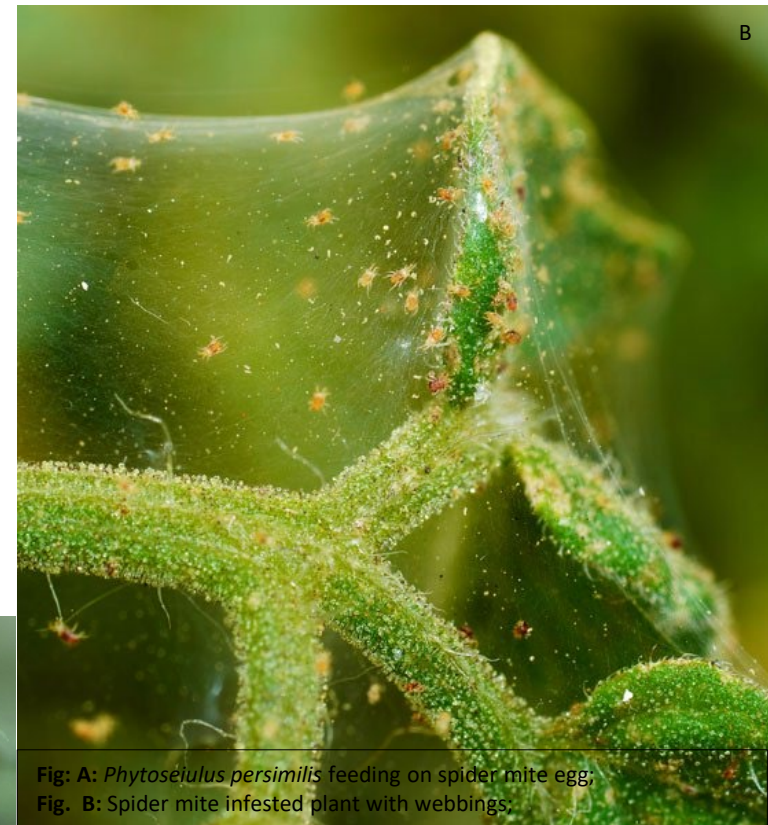


Fig. A: *Phytoseiulus persimilis* feeding on spider mite egg.
Fig. B: Spider mite infested plant with webbing.

Ziel des Versuches



Universität für Bodenkultur Wien

Department für Nutzpflanzen-
wissenschaften



P. persimilis



N. womersleyi

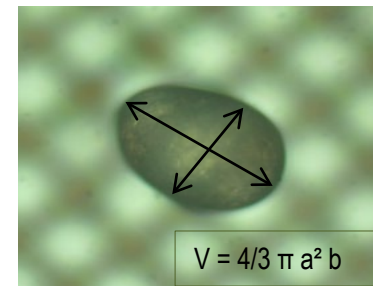


Gemeine Spinnmilbe
Tetranychus urticae: Eier

1) Fraßleistung



2) Reproduktionsleistung



3) Eigröße

Art-spezifische Eigenschaften

P. persimilis (Athias-Henriot)

- Gattung: Phytoseiulus
- Ursprung: Südamerika
- Weltweit verbreitet
- Wichtiger Gegenspieler in Unterglas-Anbau Gemüse und Zierpflanzenproduktion
- Fraßtyp I : frisst nur Spinnmilben



Universität für Bodenkultur Wien

Department für Nutzpflanzen-
wissenschaften



N. womersleyi (Schicha)

- Gattung: Neoseiulus
- Ursprung: Asien, Neuseeland, Australien
- Weit verbreitet in Asien – Biologische Kontrolle in Japan
- Nützlingseinsatz im Obst- und Gemüsebau, Teeproduktion
- Fraßtyp II : breites Fraßspektrum, Präferenz für Spinnmilben

Stamm:	Arthropoda
Unterstamm:	Chelicerata
Klasse:	Arachnida
Ordnung:	Acari
Familie:	Phytoseiidae

Einfluss der Temperatur auf Parameter



Universität für Bodenkultur Wien

Department für Nutzpflanzen-
wissenschaften

	<i>Tetranychus urticae</i> (1)	<i>Phytoseiulus persimilis</i> (2)	<i>Neoseiulus womersleyi</i> (3)	Reference
Optimal temperature for development (°C)	25	24 - 27	33	(1) Riahi <i>et al.</i> (2013), (2) Rojas <i>et al.</i> (2013), (3) Lee and Ahn (2000)
Female development time (days) ¹	13.23	5.37	4.50 ²	(1) Riahi <i>et al.</i> (2013), <i>P.p.</i> : Takafuji and Chant (1967), (3) Lee and Ahn (2000)
Lifetime reproductive success (eggs/ female)	40.10	60.39 / 80	33.57	(1) Riahi <i>et al.</i> (2013), (2) Badii and McMurtry (1984), Gerson and Weintraub (2007), (3) Nguyen and Shih (2012)
Mean daily fecundity (eggs/ female/ day)	2.34	2.69 / 3.69 / 4.50	2.33	(1) Riahi <i>et al.</i> (2013), (2) Badii and McMurtry (1984) / Takafuji and Chant (1967) / Vangansbeke <i>et al.</i> (2015), (3) Nguyen and Shih (2012)
Egg size (µg)	1.00	4.50	-	(1) and (2) Sabelis (1985b)
Food type	-	type I ³	type II ⁴	(2) McMurtry and Croft (1997), (3) Nguyen and Shih (2010)
Daily predation (eggs/ day)	-	28	10	(2) Vangansbeke <i>et al.</i> (2015), (3) Nguyen and Shih (2011)
Female longevity (days)	12.91	36.26 ⁵	18.00 - 25.00	(1) Riahi <i>et al.</i> (2013), (2) Badii and McMurtry (1984), (3) Nguyen Shih (2012)
Intrinsic rate of increase (r_m)	0.144	0.374 / 0.317	0.248 / 0.305	(1) Riahi <i>et al.</i> (2013), (2) Badii and McMurtry, (1984) / Takafuji and Chant (1967), (3) Nguyen and Shih (2012) / Sugawara <i>et al.</i> (2017)

Tab. 1: Temperature related life-table parameters of *T. urticae* as a prey and its two natural enemies *P. persimilis* and *N. womersleyi*; (data recorded at constant 25 °C or according to references)

Klimawandel und Hitzewellen

- Extremwetterereignisse treten häufiger auf (IPCC, 2014)
- Anstieg von Hitzewellen und Tropentage in Europa (Huth *et al.*, 2000)
- Anstieg von heißen Sommertagen in Wien (ZAMG, 2015)



Universität für Bodenkultur Wien

Department für Nutzpflanzen-
wissenschaften

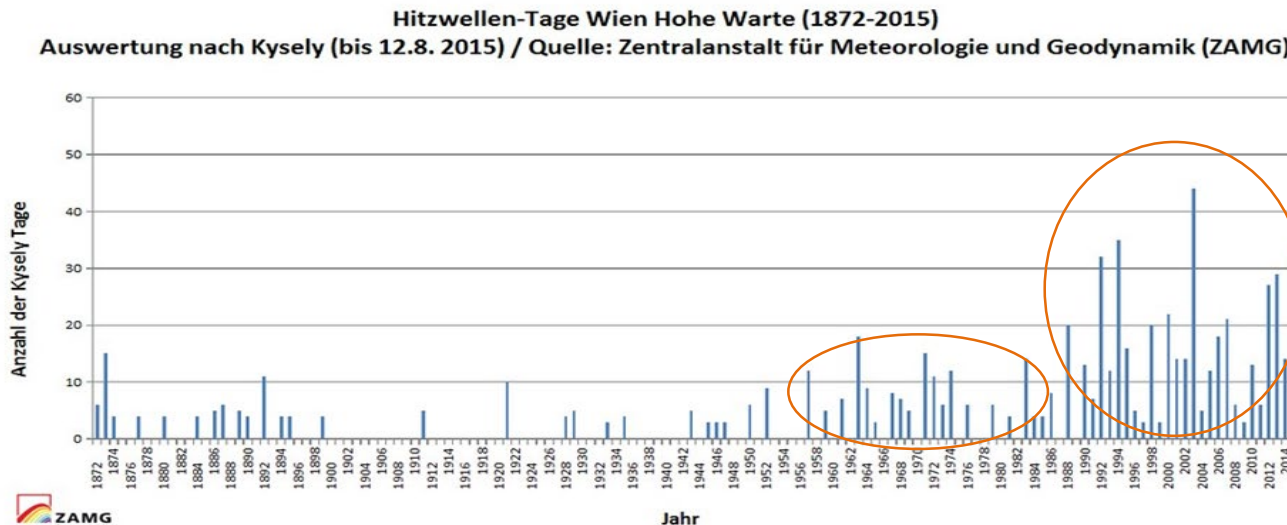


Fig 2: Number of 'Kysely-days' in Vienna, at the weather station Hohe Warte between the years 1872 and 2015; according to ZAMG (2015)

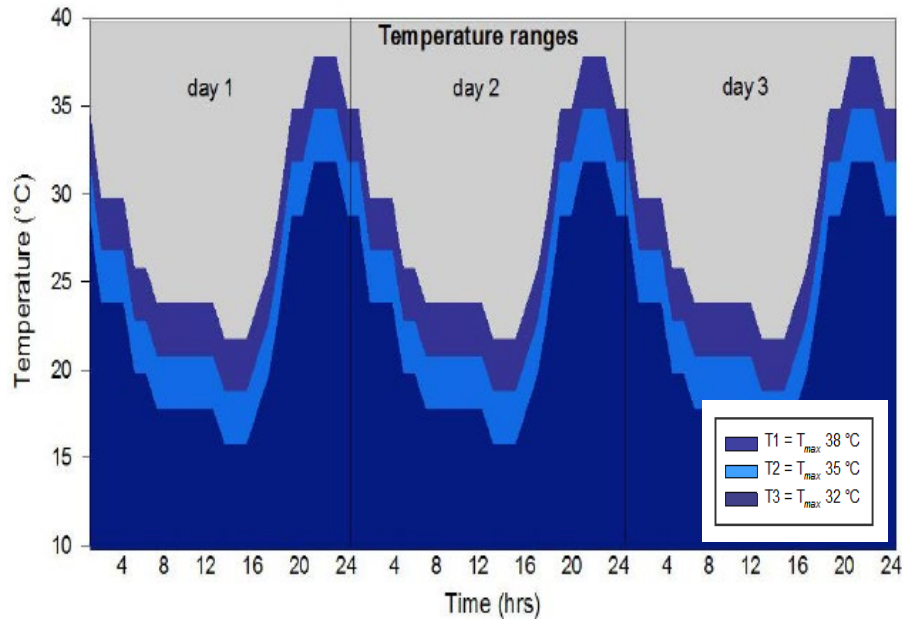
Hitzewelle: die längste Periode aufeinanderfolgender Tage

- mit $T_{max} > 30\text{ °C}$ für mindestens 3 Tage,
- einzelne Tage mit $T_{max} < 30\text{ °C}$ pro Tag, nur wenn mittlere T_{max} über die gesamte Hitzewelle $> 30\text{ °C}$
- T_{max} immer $> 25\text{ °C}$ (Huth *et al.*, 2000; Kysely *et al.*, 2000)

Material und Methode

Klimaschrank PANASONIC

Imitation von Hitzewellen in Wien



Drei Tage mit schwankenden Temperaturen:

38 °C: $T_{max} = 38\text{ °C}$, $T_{min} = 22\text{ °C}$, $T_{mean} = 28.58\text{ °C}$

35 °C: $T_{max} = 35\text{ °C}$, $T_{min} = 19\text{ °C}$, $T_{mean} = 25.58\text{ °C}$

32 °C: $T_{max} = 32\text{ °C}$, $T_{min} = 16\text{ °C}$, $T_{mean} = 22.58\text{ °C}$

Fig 3 (left): Three days of daily fluctuating temperatures.



Universität für Bodenkultur Wien

Department für Nutzpflanzen-
wissenschaften

- Drei Temperaturverläufe
- Drei aufeinanderfolgende Tage
- 16 : 8 h Licht : Tag
- Konstante Luftfeuchte (60 %)

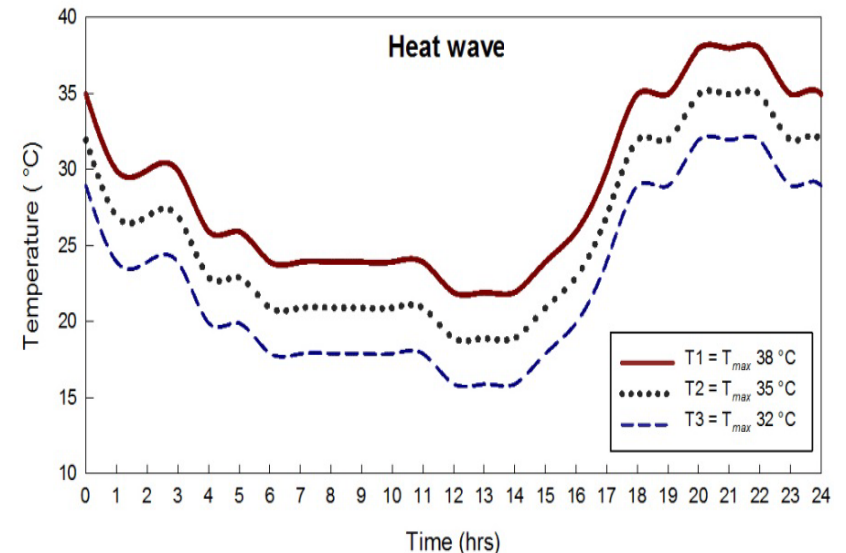


Fig. 4 (right): Temperature range of a single heat wave day.

Versuchsaufbau



Universität für Bodenkultur Wien

Department für Nutzpflanzen-
wissenschaften



Bohnenpflanzen
Phaseolus vulgaris

Raubmilben-Zucht

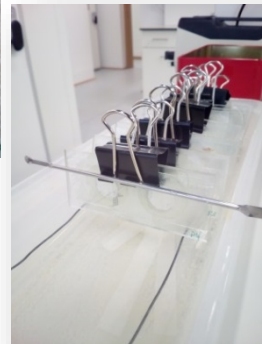


Anzucht der Weibchen unter
standardisierten Bedingungen
(25 °C, 60 % RH, 16:8 L:D)



Vorbereitung der Blattarenen:

- 80 SPM-Eier: *N. womersleyi*
- 120 SPM-Eier : *P. persimilis*



24 h Hunger-Phase
fertiler Weibchen



Drei Hitzewellen-Tage:
Exposition im Klimaschrank



Tab. 2: Measured parameters

Parameter	Maßeinheiten
Prädation	Anzahl gefressener Spinnmilben-Eier pro Tag
Reproduktion	Anzahl abgelegter Raubmilbeneier pro Tag
Eigröße	Mittleres Eivolumen in μl

Überlebensrate



Universität für Bodenkultur Wien

Department für Nutzpflanzen-
wissenschaften

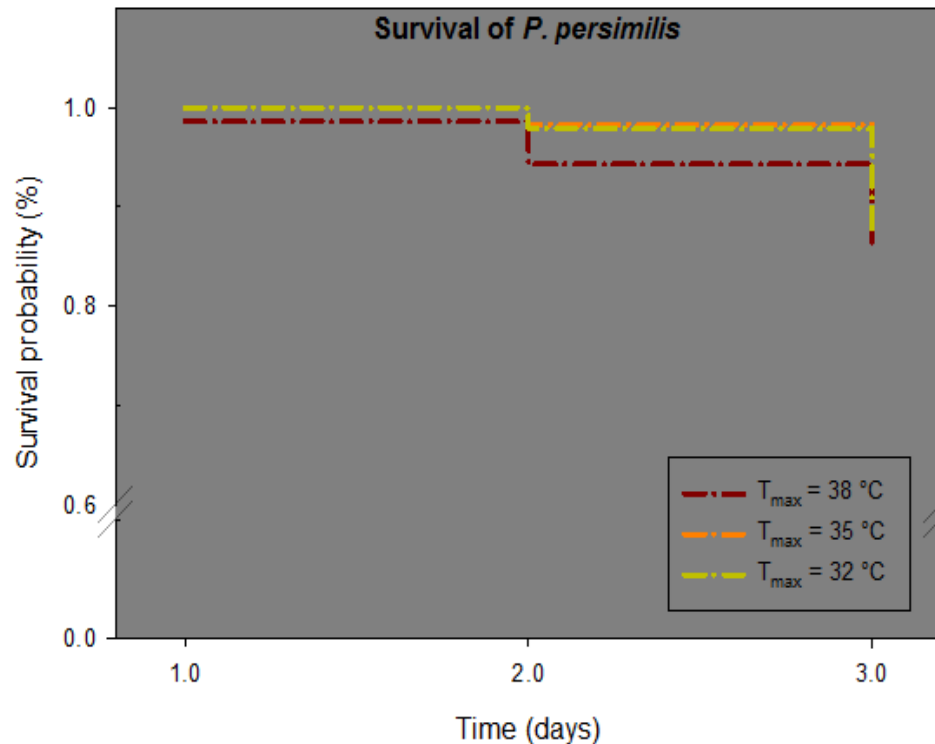


Fig 5: Survival probability of *P. persimilis* females when exposed to daily fluctuating high temperatures over three days;

- Alle *N. womersleyi* Weibchen überlebten die Hitzewellen
- 14.5 % der *P. persimilis* Raubmilben starben

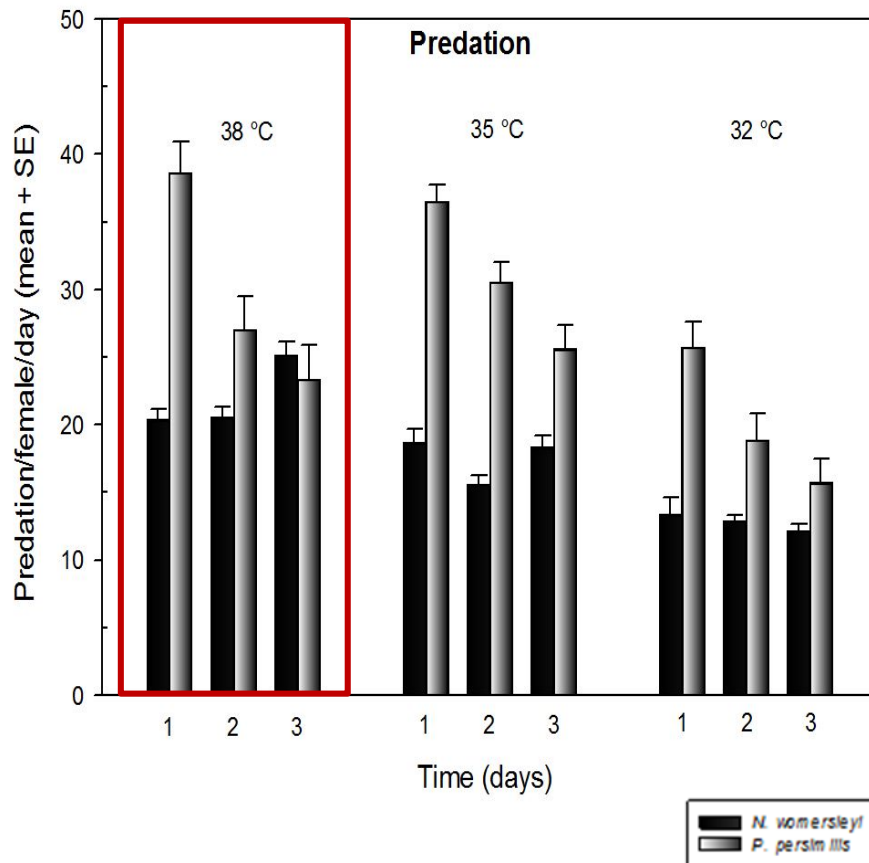


Predationsrate



Universität für Bodenkultur Wien

Department für Nutzpflanzen-
wissenschaften



- *P. persimilis* höhere Fraßleistung als *N. womersleyi*
- *N. womersleyi* frisst mehr bei höheren Temperaturen (T_{max} 38 °C) als bei T_{max} 35 und 32 °C

Fig. 6: Predation on spider mite eggs of the two predatory mite females of *N. womersleyi* (black bars) and *P. persimilis* (grey bars), when exposed to daily fluctuating high temperatures over three days



Reproduktionsleistung



Universität für Bodenkultur Wien

Department für Nutzpflanzen-
wissenschaften

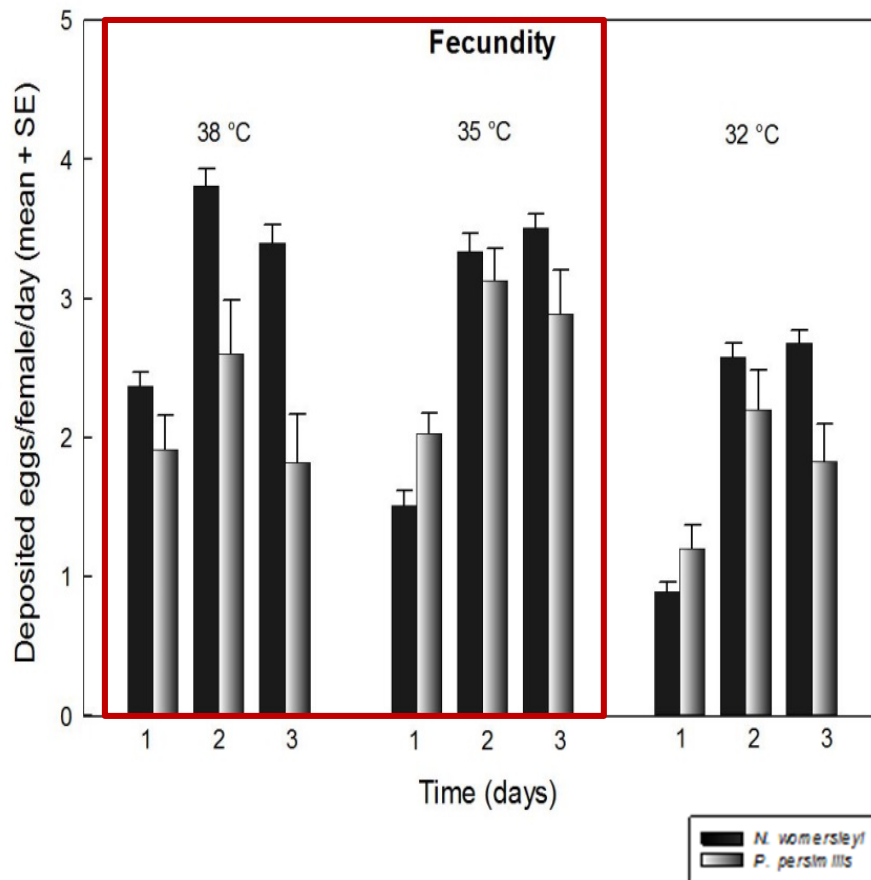


Fig. 7: Fecundity of the two predatory mite females of *N. womersleyi* (black bars) and *P. persimilis* (grey bars), when exposed to daily fluctuating high temperatures over three days

- *N. womersleyi* höhere Reproduktion als *P. persimilis*
- *P. persimilis* höchste Reproduktionsleistung bei $T_{max} 35\text{ °C}$, *N. womersleyi* bei $T_{max} 38\text{ °C}$

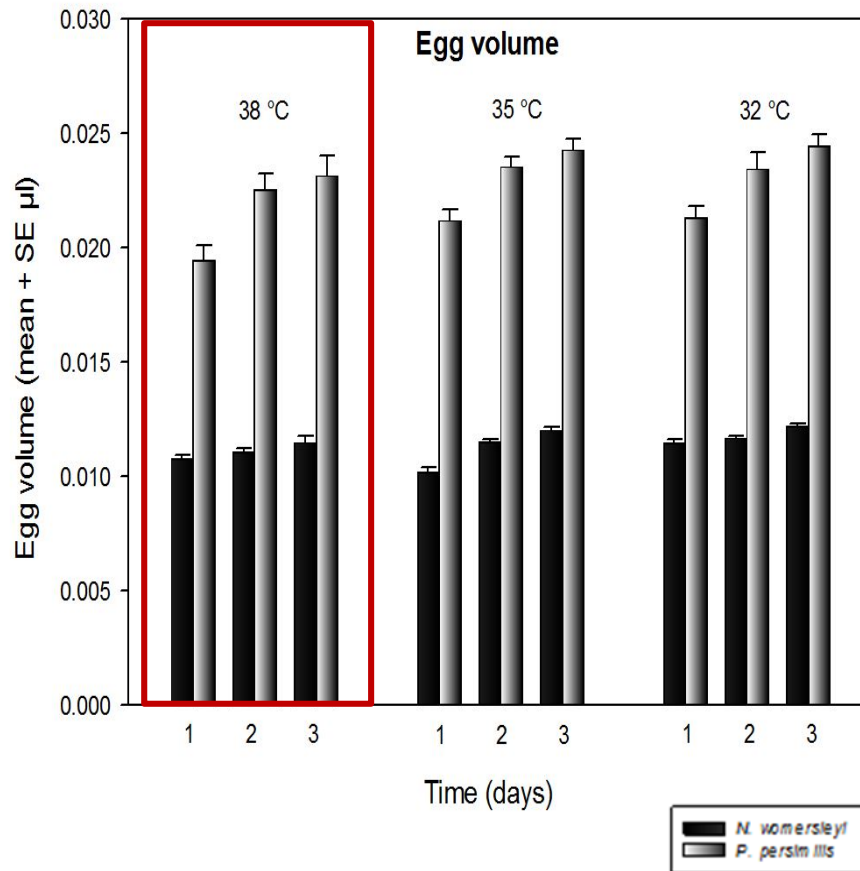


Eigröße



Universität für Bodenkultur Wien

Department für Nutzpflanzen-
wissenschaften



- Kleinsten Eier bei größter Hitze
- Eier von *P. persimilis* > *N. womersleyi*

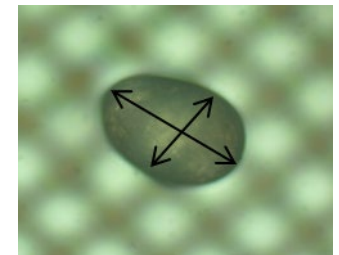


Fig. 8: Egg volume of the two predatory mite females of *N. womersleyi* (black bars) and *P. persimilis* (grey bars), when exposed to daily fluctuating high temperatures over three days

Diskussion



Universität für Bodenkultur Wien

Department für Nutzpflanzen-
wissenschaften

- Plastische Anpassung bei Hitzewellen beider Arten:
 - Höhere Fraßleistung bei Hitzestress
 - Reduzierte Eigröße
- Hitzestress für *P. persimilis* > *N. womersleyi*
 - Geringere Überlebensrate
 - Geringere Reproduktionsleistung
 - Kleine Eier
 - Geringere energetische Effizienz

Stellt die japanische Nützlingsart *N. womersleyi* eine Alternative zu *P. persimilis* dar?

- hoher Optimaltemperaturbereich und hohe Effizienz

ABER:

- Eignungsüberprüfungen nötig (Positivliste nach EPPO Standard)
- Überwinterungspotential !
- Weitere Versuchswiederholungen

Ausblick

- Hitzewellen = Trockenheit
 - Vorteilhaft für Spinnmilben
 - Luftfeuchte wichtiger Faktor für Raubmilben
- Plastische Anpassungen häufig unter konstanten Temperaturen gemessen
 - Mehr Forschungsarbeiten unter fluktuierenden Temperaturen erforderlich !
- Weitere Forschung von Hitze-Effekten an bereits bewährten und lokal etablierten Arten



Universität für Bodenkultur Wien

Department für Nutzpflanzen-
wissenschaften

Herzlichen Dank an



Elisabeth Helene Koschier,
Ao.Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr.nat.techn.



Andreas Walzer, Dr.

&



Universität für Bodenkultur Wien

Department für Nutzpflanzen-
wissenschaften



Danke für Ihre Aufmerksamkeit!