

# Paarungsverhalten und „self-referent phenotype matching“ in der Raubmilbe *Phytoseiulus persimilis*

## Mating behavior and „self-referent phenotype matching“ in the predaceous mite *Phytoseiulus persimilis*

Monika Enigl und Peter Schausberger

Institut für Pflanzenschutz, Department für Angewandte Pflanzenwissenschaften und Pflanzenbiotechnologie, BOKU, Peter Jordan Str. 82, 1190 Wien monika.enigl@boku.ac.at; peter.schausberger@boku.ac.at

### Abstract

Inbreeding may have negative fitness effects. Consequently, organisms evolved various mechanisms enabling them to avoid close inbreeding. In no-choice and choice experiments we assessed whether the predaceous mite *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot (Acari: Phytoseiidae) avoids close inbreeding by kin recognition. No-choice experiments demonstrated that females more readily accept unrelated males than they accept related ones, which suggests a female preference for unrelated mates. Because each female had been reared in isolation prior to experiments, the females most likely imprinted on self and later on used „self-referent phenotype matching“ to assess potential mating partners. In contrast, neither female nor male choice experiments indicated a preference. Analyses of female and male behavior revealed that in choice experiments female preference for unrelated males was probably confounded by male competition and/or altered by the different ecological context posed by choice experiments.

### Keywords

Phytoseiidae, mate choice, sexual selection, inbreeding

### Einleitung

Inzuchtdepression wirkt sich negativ auf die Fitness aus. Inzuchtdepressionen sind im Tierreich weit verbreitet (BATESON 1983; CHARLESWORTH & CHARLESWORTH 1987) und wurden auch in haplo-diploiden Milben nachgewiesen (POE & ENNS 1970; VALA et al. 2003). Konkrete Auswirkungen sind z. B. verminderte Eiproduktion, Sterilität, erhöhte Mortalität und Verschiebung des Geschlechterverhältnisses (PUSEY & WOLF 1996). Zahlreiche Organismen haben Fähigkeiten entwickelt, um Inzucht zu vermeiden: a) unterschiedliche räumliche Verteilung, b) verspätete Reife oder Unterdrückung der Reproduktionsfähigkeit, c) „Extra-pair/extra-group Kopulation“, oder d) Verwandtenerkennung (PUSEY & WOLF 1996). Verwandtenerkennung kann die Fitness auf verschiedene Art und Weise positiv beeinflussen, z.B. durch Altruismus (HAMILTON 1964ab), durch Vermeidung der Krankheitsübertragung auf verwandte Individuen (PFENNIG et al. 1998) oder durch die Wahl des optimalen Paarungspartners (BATESON 1978). Verwandtenerkennung ist ein dreistufiger Prozess: (1) Produktion eines Erkennungslabels, (2) Wahrnehmen und Erkennen dieses Labels – diese Fähigkeit wird

erlernt, und (3) Aktion, d.h. ein verwandtes Individuum wird anders behandelt als ein fremdes Individuum (SHERMAN et al. 1997). In Bezug auf Paarung kann das die Vermeidung von verwandten Partnern bedeuten. Verwandtenerkennung ist somit eine Möglichkeit, Inzucht zu vermeiden und wurde in verschiedensten Tieren beobachtet (BLOUIN & BLOUIN 1988; PUSEY & WOLF 1996). Eine besondere Form der Verwandtenerkennung ist „self-referent phenotype matching“. „Self-referent phenotype matching“ ist das Erkennen verwandter Individuen durch Vergleichen des Geruchs oder anderer Merkmale des zu erkennenden Individuums mit dem eigenen Geruch oder anderen eigenen Merkmalen. Experimentelle Nachweise von „self-referent phenotype matching“ bei der Wahl des Paarungspartners sind selten. Bei Arthropoden gab es bisher lediglich einen Nachweis. SIMMONS (1989) stellte bei der Feldgrille *Gryllus bimaculatus* de Geer fest, dass unbefruchtete Weibchen nicht verwandte Paarungspartner durch „self-referent phenotype matching“ erkennen und bevorzugen. Bei der Raubmilbe *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot wurde Verwandtenerkennung durch „self-referent phenotype matching“ in Zusammenhang mit Kannibalismus nachgewiesen (SCHAUSBERGER & CROFT 2001; SCHAUSBERGER 2004), aber es gibt keine Untersuchungen, die sich mit Verwandtenerkennung und Paarungsverhalten beschäftigen. Inzucht kann bei *Phytoseiulus persimilis* zu 80%iger Mortalität der Eier führen (POE & ENNS 1978). *Phytoseiulus persimilis* ist ein hoch spezialisierter Räuber von Spinnmilben der Familie Tetranychidae und wird im Rahmen der biologischen Schädlingskontrolle u.a. gegen die Gemeine Spinnmilbe *Tetranychus urticae* Koch auf Gemüse und Zierpflanzen eingesetzt (z.B. HELLE und SABELIS 1985). Aufgrund der oben genannten Fitnessverluste sollte *P. persimilis* potentielle Paarungspartner als verwandt oder nicht verwandt erkennen. In unserer Studie untersuchten wir daher, ob (1) *P. persimilis*-Weibchen zwischen verwandten und nicht verwandten Paarungspartnern unterscheiden können, (2) der dahinter stehende Mechanismus „self-referent phenotype matching“ ist, und (3) diese Fähigkeit genutzt wird, um Inzucht zu vermeiden.

### Material und Methode

In den Versuchen wurden Individuen von drei *P. persimilis* Kolonien verwendet. Die Kolonien wurden im Labor unter folgenden Bedingungen gehalten: mit

*T. urticae* befallene Bohnenblätter wurden auf einer Plastikplatte aufgehäuft, welche auf einem mit Wasser angereicherten Schwamm platziert war. Die Zuchteinheiten wurden bei 20 – 25 °C, 60 – 80% relativer Luftfeuchte und 16:8 h (hell:dunkel) Photoperiode aufbewahrt. Die Versuche fanden auf Blattarenen statt. Jede Arena bestand aus einem mit *T. urticae* befallenen Bohnenblatt, welches mit der Unterseite nach oben auf einem wassergesättigten Schwamm platziert wurde. Die Blattarenen wurden durch feuchte Papiertuchstreifen begrenzt, welche die Milben am Entkommen hinderten.

#### Paarungsverhalten ohne Wahlmöglichkeit (Experimente 1 und 2)

Hier wurde das Paarungsverhalten von verwandten und nicht verwandten Paaren beobachtet. Im Experiment 1 wurden Paare mit Weibchen und Männchen von derselben Kolonie im Vergleich zu Paaren mit Weibchen und Männchen aus verschiedenen Kolonien gebildet. Im Experiment 2 wurden Geschwisterpaare mit nicht verwandten Paaren, bestehend aus Weibchen und Männchen aus verschiedenen Kolonien, verglichen. Es wurden folgende Parameter gemessen: Zeit bis zum Paarungsbeginn, Dauer der Paarung, Anzahl abgelegter Eier und Geschlechterverhältnis der resultierenden Nachkommen.

#### Paarungsverhalten bei Wahlmöglichkeit (Experimente 3 und 4)

In diesen Experimenten wurden einzelne Weibchen (Versuch 3) und Männchen (Versuch 4) vor die Wahl gestellt, sich für einen verwandten oder nicht verwandten Paarungspartner zu entscheiden. Für Versuch 3 wurde dazu ein Weibchen mit zwei Männchen (Geschwister und nicht verwandt), für Versuch 4 ein Männchen mit zwei Weibchen (Geschwister und nicht verwandt) auf eine Blattarena platziert.

### Ergebnisse

#### Paarungsverhalten ohne Wahlmöglichkeit (1 und 2)

In diesen Experimenten stellte sich heraus, dass der Verwandtschaftsgrad einen Einfluss auf das Paarungsverhalten hat: die Zeit bis zum Paarungsbeginn war bei nicht verwandten Paaren kürzer als bei verwandten Paaren. Die übrigen Parameter unterschieden sich nicht signifikant zwischen verwandten und nicht verwandten Paaren (Tab. 1, 2 und 3).

#### Paarungsverhalten bei Wahlmöglichkeit (3 und 4)

In den Wahlexperimenten zeigte sich keinerlei Präferenz für verwandte oder nicht verwandte Paarungspartner. Ungefähr gleich viele Weibchen und Männchen wählten Geschwister oder nicht verwandte Individuen als erste Paarungspartner (Abb. 1).

Herkunft der Paarungspartner	Männchen isoliert	Zeit		Dauer		Anzahl abgelegter Eier	Geschlechterverhältnis (%)
		bis zu Paarung (min)	der Paarung (min)	der Paarung (min)	der Paarung (min)		
Selbe Kolonie (verwandt)	nein	29 ± 27 (16)	115 ± 20 (16)			30 ± 4 (14)	74 ± 08 (14)
	ja	36 ± 29 (16)	152 ± 55 (16)			29 ± 7 (09)	82 ± 12 (09)
Andere Kolonie (nicht verwandt)	nein	13 ± 8 (06)	103 ± 12 (06)			31 ± 2 (06)	82 ± 08 (06)
	ja	29 ± 16 (22)	141 ± 64 (22)			27 ± 6 (12)	71 ± 25 (12)

Tab. 1: Paarungsverhalten von verwandten und nicht verwandten Paaren. Alle Weibchen waren isoliert aufgewachsen. Die Männchen waren entweder isoliert aufgewachsen oder wurden direkt aus den Zuchtkolonien entnommen (isoliert ja/nein). Mittelwerte ± Standardabweichung; Zahlen in Klammer sind die Anzahl der Wiederholungen.

### Diskussion

Die Experimente zum Paarungsverhalten (ohne Wahlmöglichkeit) der Raubmilbe *P. persimilis* zeigten deutliche Unterschiede zwischen Paaren mit hohem Verwandtschaftsgrad und nicht verwandten Paaren. *Phytoseiulus persimilis* Weibchen sind in der Lage zwischen verwandten und nicht verwandten Männchen zu differenzieren, wobei nicht verwandte Männchen die attraktiveren Paarungspartner sind. Nachdem Männchen sich mit vielen Weibchen paaren und Weibchen sich nur ein bis wenige Male paaren (z. B. AMANO & CHANT 1978, pers. Beobachtung), ist davon auszugehen, dass die Weibchen die endgültige Entscheidung treffen, ob eine Paarung stattfindet oder nicht (Weibchenwahl). Nachdem alle Weibchen isoliert aufgewachsen sind, kann die Präferenz für nicht verwandte Männchen genetisch fixiert sein oder die Weibchen haben sich den eigenen Geruch oder ein anderes eigenes Merkmal eingeprägt und so zwischen verwandten und nicht verwandten Paarungspartnern unterschieden („self-referent phenotype matching“). Es gibt einige Studien, die auf „self-referent phenotype matching“ als Mechanismus der Verwandtenerkennung hinweisen aber kein eindeutiges Beispiel für eine genetische Fixierung der Fähigkeit zwischen verwandten und nicht verwandten Individuen unterscheiden zu können (WALDMAN 1988; SHERMAN et al. 1997). SCHAUSBERGER (2004) konnte „self-referent phenotype matching“ in Zusammenhang mit Kannibalismus bei *P. persimilis* nachweisen. Bei der Feldgrille *G. bimaculatus* beobachtete SIMMONS (1989) ähnliche

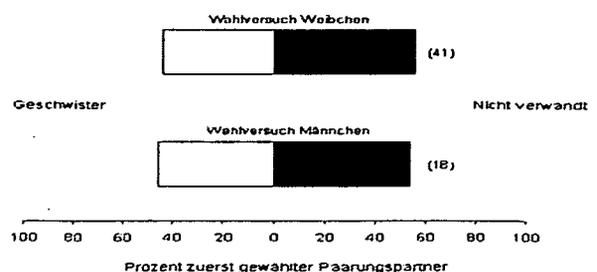


Abb. 1: Wahl des Paarungspartners. Einzelne Weibchen oder Männchen hatten die Wahl zwischen einem verwandten und einem nicht verwandten Paarungspartner. Zahlen in Klammer sind die Anzahl der Wiederholungen.

Quellenvariable	Abhängige Variable	df	Mitt. Quadrat	F Wert	Signifikanz
Verwandtschaftsgrad	Zeit bis zur Paarung	1	1814,426	3,471	0,068
	Dauer der ersten Paarung	1	1857,422	0,787	0,379
	Geschlechterverhältnis	1	<0,001	0,001	0,971
	Anzahl der Eier	1	0,016	0,001	0,981
Männchenisolation ja/nein	Zeit bis zur Paarung	1	18633,903	2,647	0,109
	Dauer der ersten Paarung	1	1384,012	7,897	0,007
	Geschlechterverhältnis	1	0,011	0,000	0,987
	Anzahl der Eier	1	76,438	2,642	0,113
Interaktion Verwandtschaft und Männchenisolation	Zeit bis zur Paarung	1	208,387	0,399	0,530
	Dauer der ersten Paarung	1	5,932	0,003	0,960
	Geschlechterverhältnis	1	0,189	4,281	0,046
	Anzahl der Eier	1	21,979	0,760	0,389

Tab. 2: Resultat der univariaten Varianzanalysen zum Paarungsverhalten ohne Wahlmöglichkeit

Verwandtschaftsgrad der Paarungspartner	Zeit bis zur Paarung (min)	Dauer der ersten Paarung (min)	Gesamtdauer aller Paarungen (min)
Geschwister	66 (22)	124 (23)	138 (23)
Nicht verwandt	37 (24)	149 (22)	167 (22)
T-test Wert	-2,428	1,455	1,538
Signifikanz	0,020	0,153	0,131

Tab. 3: Paarungsverhalten von Geschwisterpaaren und nicht verwandten Paaren. Alle Weibchen und Männchen waren isoliert aufgewachsen. Mittelwerte  $\pm$  Standardabweichung; Zahlen in Klammer sind die Anzahl der Wiederholungen.

Phänomene wie in unseren Versuchen.

Nicht verwandte Individuen paarten sich früher als verwandte Individuen – auch er beschreibt „self-referent phenotype matching“ als den zugrundeliegenden Mechanismus. Basierend auf den Ergebnissen der Experimente zum Paarungsverhalten ohne Wahlmöglichkeit erwarteten wir, dass Weibchen in Wahlversuchen nicht verwandte Männchen als Paarungspartner bevorzugen würden. Jedoch zeigten die Weibchen in den Wahlversuchen keine Präferenz – weder für Geschwister noch für nicht verwandte Männchen. Laut Theorie kann die Weibchenwahl von verschiedenen Faktoren verdeckt oder beeinträchtigt werden: Paarung mit mehreren Partnern, intra-sexuelle Konkurrenz oder veränderte Umweltbedingungen. In unseren Versuchen erscheinen die beiden letzten Erklärungen am wahrscheinlichsten. Das Phänomen, dass die Weibchenwahl durch veränderte Umweltbedingungen geändert werden kann, wurde u.a. von LESNA & SABELIS (1999) bei bodenbewohnenden Raubmilben gezeigt.

## Literatur

AMANO, H. & D.A. CHANT, 1978: Mating behavior and reproductive mechanisms of two species of predacious mites, *Phytoseiulus persimilis* Athias Henriot and *Amblyseius andersoni* (Chant) (Acarina: Phytoseiidae). - *Acarologia* 20: 196-213.

BATESON P., 1978: Sexual imprinting and optimal outbreeding. - *Nature* 273: 659-660.

BATESON P., 1983: *Mate Choice*. - Cambridge University Press, Cambridge.

BLOUIN F.S. & M. BLOUIN, 1988: Inbreeding Avoidance Behaviors. - *Trends in Ecology and Evolution* 9: 230-232.

CHARLESWORTH D. & B. CHARLESWORTH, 1987: Inbreeding depression and its evolutionary consequences. *Annual Review of Ecology and Systematics* 18: 237-268.

HAMILTON W.D., 1964a: The genetical evolution of social behaviour. - I. *Journal of Theoretical Biology* 7: 1-16.

HAMILTON, W.D., 1964b: The genetical evolution of social behaviour. - II. *Journal of Theoretical Biology* 7: 17-52.

HELLE W. & M.W. SABELIS, 1985: *Spider mites. Their biology, natural enemies and control*. - Volume 1B. Elsevier, Amsterdam.

LESNA I. & M.W. SABELIS, 1999: Diet-dependent female choice for males with "good genes" in a soil predatory mite. - *Nature* 401: 581-584.

PFENNIG D.W., S.G. HO & E.A. HOFFMAN, 1998: Pathogen transmission as a selective force against cannibalism. - *Animal Behavior* 55: 1255-1261.

POE S.L. & W.R. ENNS, 1970: Effects of inbreeding on closed populations of predaceous mites (Acarina: Phytoseiidae). - *Canadian Entomologist* 102: 1222-1229.

PUSEY A. & M. WOLF, 1996: Inbreeding avoidance in animals. - *Trends in Ecology and Evolution* 11: 201-206.

SCHAUSBERGER P (2004) Ontogenetic isolation favors sibling cannibalism in mites. - *Animal Behaviour* 67: 1031-1035.

SCHAUSBERGER P. & B.A. CROFT, 2001: Kin recognition and larval cannibalism by adult females in specialist predaceous mites. - *Animal Behaviour* 61: 459-464.

SHERMAN P.W., H.K. REEVE & D.W. PFENNIG, 1997: Recognition systems. - In: KREBS JR & DAVIS NB (eds) *Behavioural Ecology, An Evolutionary Approach*, 4<sup>th</sup> Edition. pp. 69-96. Blackwell Science, Oxford, UK.

SIMMONS L.W., 1989: Kin recognition and its influence on mating preferences of the field cricket, *Gryllus bimaculatus* (de Geer). *Animal Behaviour* 38: 68-77.

VALA F, J.A.J. BREEUWER & M.W. SABELIS, 2003: Sorting out the effects of Wolbachia, genotype and inbreeding on life-history traits of a spider mite. - *Experimental and Applied Acarology* 29: 253-264.

WALDMAN B., 1988: The ecology of kin recognition. - *Annual Review of Ecology and Systematics* 19: 543-571.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Entomologica Austriaca](#)

Jahr/Year: 2004

Band/Volume: [0010](#)

Autor(en)/Author(s): Enigl Monika, Schausberger Peter

Artikel/Article: [Paarungsverhalten und "self-referent phenotype matching" in der Raubmilbe \*Phytoseiulus persimilis\*. 6-8](#)