

**Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt  
für Land- und Forstwirtschaft  
Berlin-Dahlem**



**Untersuchungen zur Biologie, Ökologie und  
Effektivität oligophager Raubmilben  
unter besonderer Berücksichtigung  
von *Amblyseius barkeri* (HUGHES)  
(Acarina: Phytoseiidae)**

Von

**Dr. Barbara Baier und Prof. Dr. Wolfgang Karg**

Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft,  
Institut für Ökotoxikologie des Pflanzenschutzes  
und  
Institut für Integrierten Pflanzenschutz,  
Kleinmachnow

Heft 281

Berlin 1992

*Herausgegeben  
von der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft  
Berlin-Dahlem*

Kommissionsverlag Paul Parey, Berlin und Hamburg  
Seelbuschring 9-17, D-1000 Berlin 42

ISSN 0067-5849

ISBN 3-489-28100-4

Die Deutsche Bibliothek – CIP-Einheitsaufnahme

**Baier, Barbara:**

Untersuchungen zur Biologie, Ökologie und Effektivität oligophager Raubmilben unter besonderer Berücksichtigung von *Amblyseius barkeri* (Hughes) (Acarina: Phytoseiidae) / von Barbara Baier und Wolfgang Karg. Hrsg. von der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Berlin-Dahlem. – Berlin; Hamburg : Parey [in Komm.], 1992

(Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem; H. 281)

ISBN 3-489-28100-4

NE: Karg, Wolfgang; Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft < Berlin; Braunschweig > :

Mitteilungen aus der ...

© Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft

Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, des Vortrages, der Entnahme von Abbildungen, der Funk- sendung, der Wiedergabe auf photomechanischem oder ähnlichem Wege und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Eine Vervielfältigung dieses Werkes oder von Teilen dieses Werkes ist auch im Einzelfall nur in den Grenzen der gesetzlichen Bestimmungen des Urheberrechtsgesetzes der Bundesrepublik Deutschland vom 9. September 1965 in der Fassung vom 24. Juni 1985 zulässig. Sie ist grundsätzlich vergütungs- pflichtig. Zuwiderhandlungen unterliegen den Strafbestimmungen des Urheberrechtsgesetzes.

1992 Kommissionsverlag Paul Parey, Berlin und Hamburg, Seelbuschring 9-17, D - 1000 Berlin 42  
Printed in Germany by Arno Brynda GmbH, 1000 Berlin 62

## Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Einleitung	5
2. Literaturübersicht	6
2.1. Bisherige allgemeine Kenntnisse zu oligophagen Raubmilben	6
2.2. Oligophage Raubmilben im Rahmen des integrierten Pflanzenschutzes in der Unterglasproduktion	9
2.3. <i>Amblyseius barkeri</i>	12
2.3.1. Vorkommen und Morphologie	12
2.3.2. Zucht	16
3. Material und Methode	17
3.1. Allgemeine Versuchsdurchführung	17
3.2. Untersuchungen zur Biologie und Ökologie	18
3.3. Untersuchungen zur Fraßleistung	22
4. Ergebnisse	23
4.1. Embryonale und postembryonale Entwicklung	23
4.1.1. Einfluß unterschiedlicher relativer Luftfeuchten auf Embryonal- und Larvalentwicklung	23
4.1.2. Einfluß unterschiedlicher Temperaturen auf die embryonale und postembryonale Entwicklung	25
4.1.3. Einfluß der Nahrung auf die postembryonale Entwicklung	29
4.2. Lebensdauer der Adulten	30
4.2.1. Einfluß von Temperatur und relativer Luftfeuchte auf die Lebensdauer der Adulten ohne Nahrung	30
4.2.2. Einfluß der relativen Luftfeuchte auf die Lebensdauer der Adulten mit Nahrung	35
4.2.3. Einfluß der Nahrung auf die Lebensdauer der Adulten	39
4.3. Fruchtbarkeit	40
4.3.1. Einfluß der relativen Luftfeuchte auf die Fruchtbarkeit der Weibchen	40
4.3.2. Einfluß der Temperatur auf die Fruchtbarkeit der Weibchen	45

4.3.3. Einfluß der Nahrung auf die Fruchtbarkeit der Weibchen	47
4.4. Fraßleistung	49
5. Diskussion	60
5.1. Entwicklung	60
5.2. Lebensdauer	62
5.3. Fruchtbarkeit	64
5.4. Fraßleistung	67
6. Schlußfolgerungen für den Einsatz in der Unterglasproduktion	70
7. Zusammenfassung	74
8. Summary	76
9. Literaturverzeichnis	78

## 1. Einleitung

Seit Ende der 60er Jahre gewinnen weltweit zunehmend biologische Methoden der Schädlingsbekämpfung beim Anbau von Gemüse und Zierpflanzen in Gewächshäusern an Bedeutung (LENTEREN 1987, 1990; FILIPPOV 1989). Faktoren wie das Auftreten von Resistenz bei den Hauptschaderregern Spinnmilben, Weiße Fliegen und Blattläusen, lange Wartezeiten nach den chemischen Behandlungen sowie ein verändertes Umweltbewußtsein sowohl bei Produzenten als auch Verbrauchern begünstigten diese Entwicklung.

Durch den Einsatz zunächst nur der Raubmilbe *Phytoseiulus persimilis* gegen Spinnmilben und der Schlupfwespe *Encarsia formosa* gegen Weiße Fliegen wurde die Anzahl der Akarizid- und Insektizideinsätze erheblich reduziert. Die Abnahme bzw. der teilweise völlige Wegfall chemischer Maßnahmen hatte aber zur Folge, daß in einzelnen Kulturen verstärkt tierische Schaderreger zunahmen, die vorher nahezu bedeutungslos gewesen waren, da die zahlreichen chemischen Behandlungen sie früher gleich mit erfaßten. Zu diesen Schaderregern gehören Thysanopteren.

Beobachtungen von MACGILL (1939), WOETS (1973) und RAMAKERS (1978) ergaben, daß Raubmilben der Gattung *Amblyseius* BERLESE für eine Thripsbekämpfung in Frage kommen. Anfang der 80er Jahre wurde mit dem Einsatz der Art *Amblyseius barkeri* (HUGHES) begonnen. Etwas später kam *Amblyseius cucumeris* (OUDEMANS) hinzu. Die dabei vor allen Dingen mit *Amblyseius barkeri* (HUGHES) erzielten Bekämpfungserfolge sind unterschiedlich und z.T. widersprüchlich. Eine Analyse der Ergebnisse fällt schwer, da ausreichende biologische und ökologische Kenntnisse zu dieser Art fehlen.

Ziel vorliegender Arbeit war es, Untersuchungen zur Biologie und Ökologie der oligophagen Raubmilbe *Amblyseius barkeri* (HUGHES) durchzuführen. Zur besseren Bewertung wurden vergleichsweise die Arten *Amblyseius cucumeris* (OUDEMANS) und *Amblyseius agrestis* (KARG) in verschiedene Untersuchungen einbezogen. Im Rahmen der Effektivitätsprüfung galt es zu klären, ob *Amblyseius barkeri* (HUGHES) auch zur Spinnmilbenbekämpfung geeignet ist.

## 2. Literaturübersicht

### 2.1. Bisherige allgemeine Kenntnisse zu oligophagen Raubmilben

Oligophage Raubmilben, die im Rahmen des integrierten Pflanzenschutzes von Bedeutung sind, gehören hauptsächlich zur Familie der Phytoseiidae BERLESE. Die systematische Stellung dieser Familie zeigt folgende Übersicht:

Klasse:	Arachnida
Ordnung:	Acari LEACH
Unterordnung:	Parasitiformes REUTER
Cohors:	Gamasina LEACH
Überfamilie:	Phytoseioidea KARG
Familie:	Phytoseiidae BERLESE

Vertreter der Familie Phytoseiidae fungieren im Ökosystem als Antagonisten von phytopathogenen und saprophagen Mikroarthropoden (KARG 1971, 1989 a). Immer häufiger werden Arten dieser Gruppe zur biologischen Schädlingsbekämpfung eingesetzt. Nach JEPSON u.a. (1975) gibt es 28 Spezies, die speziell zur Spinnmilbenbekämpfung Anwendung finden können.

Die Verbreitung der Familie erstreckt sich weltweit. BEGLJAROV (1981) nannte 1200 Arten, aber laufend werden noch weitere gefunden (z.B. KARG 1983, 1986, 1990; KARG und EDLAND 1987, KARG und OOMEN-KALSBECK 1987). Nach CHANT (1985) beläuft sich die Zahl der jährlich neu hinzukommenden Spezies auf etwa 40.

Im Ökosystem besiedeln die Raubmilben der Familie der Phytoseiidae die verschiedensten Strata - Boden, Streu-, Kraut- und Strauchschicht sowie die Baumkronen mit mehr oder weniger hoher Individuenzahl, wobei jeder Art ein spezifischer Bereich des Lebensraumes zukommt (KARG 1989 a). So gibt es Arten, wie *Anthoseius rhenanus* (OUDEMANS) und *Amblyseius aurescens* (ATHIAS-HENRIOT), die jedoch in unterschiedlichem Umfang in allen 5 Strata zu finden sind, während sich das Vorkommen von *Seiulus tiliarum* (OUDEMANS) und *Amblyseius masseei* (NESBITT) hauptsächlich auf die Baumkronen beschränkt. Andere Arten, wie z.B. *Amblyseius obtusus* (C.L. KOCH), sind dagegen an die bodennahe Schicht gebunden.

Ausgehend von den Kenntnissen zum Vorkommen der einzelnen Phytoseiidae lassen sich Schlußfolgerungen auf ihre Nahrung ziehen. Nach KARG (1989 a) besteht eine Korrelation zwischen der

Ausdehnung des Habitats und der Breite des Beutespektrums einer Raubmilbenart. So sind das Verhalten bei der Beutesuche und der Beutewahl sowie beim Ergreifen und Vertilgen der Beute auf die als Beute in Betracht kommenden Arten des gleichen Habitats abgestimmt. Während Raubmilben des Bodens und der Streuschicht andere Milben (Tyroglyphiden) und kleine Insektenlarven als Nahrung dienen, vertilgen die auf der oberirdischen Vegetation lebenden Phytoseiidae dort vor allem Spinnmilben (Tetranychiden), Gallmilben (Eriophyiden), Weichhautmilben (Tarsonemiden) und Staubmilben (Tydeiden) (KARG 1971, KARG 1989 b, KARG und MACK 1986 a).

Je nach Breite des Nahrungsspektrums unterteilen KARG und MACK (1986 a) die Raubmilben in monophage, oligophage und polyphage Arten. Monophage Arten haben sich voll auf eine Nahrungsgruppe spezialisiert, wie z.B. *Phytoseiulus persimilis* auf Tetranychiden. Der Anteil von Spezialisten unter den Raubmilbenarten ist gering. Aber auch eine ausgeprägte Polyphagie, d.h. ein sehr breitgefächertes Nahrungsspektrum, teilweise verbunden mit gleichwertiger Annahme mehrerer Gruppen von Nahrung, gibt es bei den Raubmilben der Familie Phytoseiidae nach bisherigen Erkenntnissen wahrscheinlich nur äußerst selten.

Die meisten Vertreter der Phytoseiidae gehören zu den oligophagen Raubmilben. Nach KARG und MACK (1986 a) sind diese Arten in der Lage, sich von 2 bis 5 verschiedenen Insekten- und Milbengruppen zu ernähren und zu reproduzieren. Der Wert der einzelnen Nahrung für die jeweilige Art ist dabei jedoch sehr unterschiedlich. In der Regel hat jede Art eine Vorzugsnahrung, die auch als Hauptnahrung bezeichnet werden kann. Daneben gibt es dann eine oder mehrere Gruppen von alternativer sowie ergänzender Nahrung.

Bei der Charakterisierung der Nahrung sollte von dem von COLLYER (1964) geprägten und von HUFFAKER u.a. (1970) weiter angewandten Begriff der Alternativnahrung nur dann Gebrauch gemacht werden, wenn die Nahrungsaufnahme auch eine Reproduktion zur Folge hat. Eine Nahrung, die nur das Überleben einer Art gewährleistet, ist als zusätzliche oder ergänzende Nahrung zu kennzeichnen (OVERMEER 1985). Die Vorzugsnahrung sowie die Alternativnahrung und ergänzende Nahrung ausgewählter Arten der Phytoseiidae wurden von KARG (1989 a) in einer Übersicht zusammengefaßt dargestellt.

Neben kleinen Insektenlarven, Milben aus Lebensmittel- und Getreidevorräten, Spinnmilben, Gallmilben, Weichhautmilben und Staubmilben spielen auch pflanzliche Stoffe als Nahrung für viele Phytoseiidae eine bedeutende Rolle. Dabei wird Pollen der verschiedensten krautigen Pflanzen, Sträucher und Bäume am häufigsten genannt (GÜNTHART 1956, CHANT 1958, DOSSE 1961, HUFFAKER u.a. 1970, ZAHER und SHEHATA 1971, SAITO und MORI 1975, CROFT 1976, BAILLOD u.a. 1982).

Die einzelnen Pollenarten sind in ihrem Wert nicht für alle Phytoseiidae gleich. Zu den Raubmilben, für die bestimmte Pollenarten eine Alternativnahrung darstellen, gehören u.a. *Amblyseius fallacis* (GARMAN), *Amblyseius hibisci* (CHANT), *Amblyseius andersoni* (CHANT) und *Typhlodromus pyri* SCHEUTEN (MCMURTRY und SCRIVEN 1965, 1966; AHLSTROM und ROCK 1973, KENNETT u.a. 1979, OVERMEER u.a. 1982 a, ENGLERT und MAIXNER 1988). So läßt sich *Amblyseius andersoni* sehr gut mit Pollen von *Vicia faba* vermehren. Die dabei erzielten Ergebnisse hinsichtlich Entwicklungsdauer und Anzahl abgelegter Eier pro Weibchen und Tag sind nach OVERMEER (1981) mit denen der Nahrung *Tetranychus urticae* bzw. *Panonychus ulmi* (KOCH) identisch. Kleine Unterschiede zwischen den 3 Nahrungsarten traten dagegen bei der Mortalität während der postembryonalen Entwicklung auf. Pollen von Ginster, Lupine, Tulpe und Kiefer können nach Untersuchungen von MAIXNER (1990) als Alternativnahrung sowie Haselpollen als ergänzende Nahrung für *Typhlodromus pyri* angesehen werden. ABOUAWAD und EL-BANHAWY (1986) beobachteten, daß mit Rizinuspollen gefütterte *Amblyseius olivi* EHARA eine höhere Eiablageleistung aufwiesen als jene, die sich von Spinnmilben ernährten. Andere Arten, wie z.B. *Amblyseius sojanensis* EHARA, benötigen für eine vollständige Entwicklung neben Spinnmilben Teepollen als Nahrung (OSAKABE u.a. 1986, 1987; OSAKABE 1988).

Als weitere pflanzliche Nahrungsquelle für Phytoseiidae nennen GÜNTHART (1956) und CHANT (1958) Pilzsporen sowie CHANT (1959) und PORRES u.a. (1975) Pflanzensaft.

Fördernd auf die Eiablageleistung verschiedener Vertreter der Phytoseiidae kann sich auch die Aufnahme von Honigtau als zusätzliche Nahrung auswirken (MCMURTRY und SCRIVEN 1964, RAGUSA und SWIRSKI 1977).

Nach KENNETT und HAMAI (1980) kann selbst im Labor künstlich hergestelltes Futter für verschiedene Phytoseiidae eine alternative Nahrungsquelle sein.

Ausgehend von dem Dargestellten kann gesagt werden, daß die in der Familie Phytoseiidae doch weit verbreitete Oligophagie eine große Bedeutung für die weitere Nutzung biologischer Bekämpfungsmethoden im Rahmen des integrierten Pflanzenschutzes besitzt. Oligophage Raubmilben haben den Vorteil, daß sie innerhalb eines Ökosystems bei Vorhandensein von alternativer Nahrung überleben können, auch wenn die eigentliche Beute, z.B. Spinnmilben, in sehr geringer Anzahl oder gar nicht mehr vorhanden ist. Dadurch bleiben die Antagonisten in ausreichender Dichte erhalten und können so beim erneuten Auftreten von Phytophagen sofort deren Massenvermehrung entgegenwirken (KARG 1972).

Des weiteren besteht bei diesen Arten die Möglichkeit der kombinierten Dezimierung verschiedener Schaderreger mit einem Nützling.

Ein weiterer Vorteil ist, daß für eine Zucht mehrere Nahrungsarten zur Verfügung stehen. Bei einer Massenvermehrung wird dann in der Regel immer die Nahrung Anwendung finden, mit der am günstigsten und mit dem geringsten Arbeits- und Energieaufwand in Massen produziert werden kann. Bei der Zucht ist man so nicht unbedingt auf den Schaderreger, gegen den die Raubmilbe dann eingesetzt werden soll, angewiesen, wie z.B. bei der monophagen Art *Phytoseiulus persimilis*. Oft ist es sogar so, daß oligophage Raubmilben im Labor mit tierischer oder pflanzlicher Nahrung vermehrt werden können, mit der sie unter natürlichen Bedingungen innerhalb des Ökosystems nur spärlich oder gar nicht in Berührung kommen. Diesen Vorteilen der oligophagen Raubmilben steht nach bisherigen Erkenntnissen der Nachteil der geringeren Effektivität im Vergleich zu monophagen Arten gegenüber.

## **2.2. Oligophage Raubmilben im Rahmen des integrierten Pflanzenschutzes in der Unterglasproduktion**

Für den Einsatz im Rahmen des integrierten Pflanzenschutzes in der Gemüse- und Zierpflanzenproduktion unter Glas sucht man z.Z. unter den oligophagen Raubmilben nach Vertretern, die vor allen Dingen eine effektive Thripsbekämpfung gewährleisten und wenn möglich, gleichzeitig noch andere Schaderreger, wie z.B. Spinnmilben, als Nahrung zu sich nehmen können. Nach bisherigen Erfahrungen und aufgrund ihres Nahrungsspektrums bieten sich dafür die in Tab. 1 aufgeführten 6 Raubmilbenarten aus der

Familie der Phytoseiidae an, wobei 5 der artenreichsten Gattung *Amblyseius* angehören. Die Kenntnisse zu den einzelnen Arten bezüglich ihres Einsatzes als Prädatoren unter Glas sind sehr unterschiedlich.

*Metaseiulus occidentalis* (NESBITT) ist in Nordamerika beheimatet und dort als effektiver Spinnmilbenantagonist auch unter Glas bekannt (FIELD und HOY 1986). Anfang der 80er Jahre erfolgte die Einfuhr der Art nach Europa (KARG 1982). Wie Tab. 1 zeigt, soll sich *Metaseiulus occidentalis* neben verschiedener tierischer Nahrung, Pollen und Honigtau auch von phytopathogenen Pilzen ernähren können. Untersuchungen von FIELD und HOY (1986) zeigten weiterhin, daß diese Art auch Luftfeuchten unter 60 % sehr gut toleriert.

*Amblyseius andersoni* (Synonym: *Amblyseius potentillae* (GARMAN)) gehört neben *Typhlodromus pyri* zu den bedeutendsten Spinnmilbenräubern im Obstbau. Die Verbreitung der Art ist kosmopolitisch. Über die Tatsache, daß diese Art Thripse bekämpfen kann, wurde in den letzten Jahren des öfteren berichtet. Dabei wanderten die Raubmilben von Sommer bis Herbst in mit Gurken bepflanzte Gewächshäuser ein (WOETS 1973, RAMAKERS 1988).

Gleiches wurde von WOETS (1973) auch bei der in Europa, Nordafrika und Nordamerika beheimateten Art *Amblyseius aurescens* ATHIAS-HENRIOT beobachtet. Entsprechend Tab. 1 sind Weichhautmilben die Vorzugsnahrung von *Amblyseius aurescens*.

Ausgehend von diesen Kenntnissen wäre zu prüfen, ob *Amblyseius aurescens* auch zur Bekämpfung von Weichhautmilben an bestimmten Zierpflanzenarten, wie z.B. Gerbera, einsetzbar ist.

Voraussetzung für eine breite Anwendung aller 3 genannten oligophagen Arten zur biologischen Bekämpfung von Schaderregern im Rahmen des integrierten Pflanzenschutzes in der Unterglasproduktion sind jedoch weitere Untersuchungen zur Biologie, Ökologie und Effektivität sowie zu Möglichkeiten der Massenzucht; denn das Vorhandensein einer geeigneten Massenzuchtmethode erweist sich besonders für den Einsatz eines Nützlings im Unterglasanbau als zwingende Notwendigkeit.

Eine einfache und kostengünstige Massenzucht ist derzeit nur bei den Arten *Amblyseius agrestis*, *Amblyseius barkeri* und *Amblyseius cucumeris* erprobt. Dennoch wird die in Europa, Asien und Nordamerika beheimatete Art *Amblyseius agrestis* nur vereinzelt zur Thripsbekämpfung in Gurken eingesetzt, da auch hier Kenntnisse zur Biologie, Ökologie und Effektivität fehlen.

Tab. 1: Nahrungsspektrum ausgewählter oligophager Raubmilbenarten der Familie der Phytoseiidae, die bereits zur biologischen Bekämpfung unter Glas eingesetzt werden bzw. deren Einsatz möglich erscheint (nach KARG 1989 a)

Raubmilbenart	Beute					
	Larven, Eier von Insekten	Milben aus Vorräten Tyroglyphidae	Spinmilben Tetrany- chidae	Gall- milben Eriophyidae	Weichhaut- milben Tarsonemidae	andere Nahrung
<i>Amblyseius agrestis</i> (KARG)	+	+	++	?	+	?
<i>Amblyseius andersoni</i> (CHANT)	+	+	++	+	?	Pollen
<i>Amblyseius aurescens</i> ATHIAS-HENRIOT	+	?	+	?	++	Honigtau
<i>Amblyseius barkeri</i> (HUGHES)	++	+	+	-	+	Pollen
<i>Amblyseius cucu- meris</i> (OUDEMANS)	+	+	++	-	+	Honigtau Pollen
<i>Metaseiulus occiden- talis</i> (NESBITT)	+	+	+	++	+	Pollen Honigtau Mehltau

- ++ = Vorzugsnahrung  
 + = Räuber-Beute-Beziehung vorhanden  
 - = keine Räuber-Beute-Beziehung vorhanden  
 ? = Räuber-Beute-Beziehung ungeklärt

Kennzeichnend für diese Art ist eine parthenogenetische Vermehrung (KOLODOČKA 1975), die bei der Familie der Phytoseiidae nur vereinzelt auftritt und erstmals von KENNETT (1958) nachgewiesen wurde.

Weltweit fanden und finden zur Bekämpfung von Thysanopteren hauptsächlich die oligophagen Raubmilbenarten *Amblyseius barkeri* und *Amblyseius cucumeris* in der Unterglasproduktion Anwendung. Die dabei erzielten Ergebnisse waren sowohl positiv als auch negativ. Angaben dazu liegen von RAMAKERS (1980, 1983, 1987, 1988, 1990), RAVENSBERG u.a. (1983), KLERG und RAMAKERS (1986), STENSETH (1986), ALBERT (1987, 1990), ELLIOTT u.a. (1987), HANSEN und GEYTI (1987), HOMBURG und HUBERT (1987), POPOV u.a. (1987), RAVENSBERG und ALTENA (1987), BENNISON (1988), HANSEN (1988, 1989), GILLESPIE (1989), LINDQVIST und TIITTANEN (1989), TIITTANEN und MARKKULA (1989), ALTENA und RAVENSBERG (1990), STEINER und TELLIER (1990) vor, auf die hier aber nicht weiter eingegangen werden soll.

Die Art *Amblyseius cucumeris* zeichnet sich durch eine kosmopolitische Verbreitung aus. Umfassende Untersuchungen zur Biologie, Ökologie und Effektivität fehlen auch bei dieser Art.

### 2.3. *Amblyseius barkeri*

#### 2.3.1. Vorkommen und Morphologie

*Amblyseius barkeri* wurde erstmals von HUGHES (1948) beschrieben. Das Raubmilbenmaterial stammte von gekeimter Gerste aus den Anlagen des Londoner Hafens. Weitere Funde dieser Art sind bekannt aus den USA, vornehmlich Californien (SCHUSTER und PRITCHARD 1963), Hawaii (PRASAD 1968) und New Jersey (SPECHT 1968), Israel (PORATH und SWIRSKI 1965), Deutschland (KARG 1970), der Sowjetunion (WAIENSTEIN und SCHERBAK 1972), den Niederlanden (WOETS 1973), Japan (EHARA 1972, INOUE u.a. 1986, ASHIHARA u.a. 1987), Italien (RAGUSA 1977, RAGUSA und PAOLETTI 1985), CHINA (WU 1981), Griechenland (SOYLIOTIS-PAPAIOANNOY 1981), der Türkei (SWIRSKI und AMITAI 1982) sowie Spanien und Guinea (RAGUSA und ATHIAS-HENRIOT 1983). Unter Freilandbedingungen kam *Amblyseius barkeri* dabei hauptsächlich in den Bereichen Boden, Streu- und Krautschicht vor. Über Funde im Gewächshaus berichten KARG (1971), WOETS (1973), INOUE u.a. (1986) sowie ASHIHARA u.a. (1987). *Amblyseius barkeri* trat dabei

sowohl im Boden und auf Pflanzenresten auf dem Boden als auch auf den Pflanzen selbst auf.

Neben *Amblyseius barkeri* gibt es für diese Art nach RAGUSA und ATHIAS-HENRIOT (1983) noch folgende Synonyme:

*Amblyseius mckenziei* SCHUSTER and PRITCHARD, 1963

*Amblyseius oabuensis* PRASAD, 1968

*Amblyseius picketti* SPECHT, 1968

*Amblyseius mycophilus* KARG, 1970.

Der Körper der Adulten bei *Amblyseius barkeri* erscheint oval und von rotbrauner Färbung (Abb.1). Die Größe der Weibchen (Länge des Idiosomas) liegt nach KARG (1971) zwischen 350 und 380  $\mu\text{m}$ . Die Männchen sind mit 270 bis 290  $\mu\text{m}$  deutlich kleiner. Hinsichtlich des Aussehens und der Größe der Adulten bestehen zu *Amblyseius agrestis* und *Amblyseius cucumeris* keine deutlich sichtbaren Unterschiede. Eine genaue Differenzierung der Arten ist deshalb nur an Hand von mikroskopischen Untersuchungen mit bis zu 1000facher Vergrößerung möglich, die dann genaue Auskunft über das Vorhandensein und Aussehen der einzelnen Körperteile und Organe geben. Einige Angaben zur Morphologie von *Amblyseius barkeri* werden in der Abb. 2 gemacht. Eine ausführliche Beschreibung der Morphologie und Anatomie von *Amblyseius barkeri* sowie *Amblyseius agrestis*, *Amblyseius cucumeris* und weiterer Vertreter der Phytoseiidae enthält die Publikation "Acari (Acarina), Milben, Unterordnung Anactinochaeta (Parasitiformes). Die freilebenden Gamasina (Gamasides), Raubmilben" von KARG aus dem Jahr 1971. Aus diesem Grund soll darauf hier nicht weiter eingegangen werden.

Die von den befruchteten *Amblyseius barkeri*-Weibchen abgelegten Eier zeichnen sich durch eine ovale Gestalt und glänzend weiße Farbe aus. Mit einer Länge von 180 bis 190  $\mu\text{m}$  sind sie halb so groß wie die Weibchen. Aus den Eiern schlüpfen die 170 bis 190  $\mu\text{m}$  großen tropfenförmigen weißlichen Larven. Charakteristisch für sie sind 3 Beinpaare und keine Nahrungsaufnahme. Nach Abschluß ihrer Entwicklung häuten sich die Larven und es entsteht die 8-beinige Protonymphe. Je nach Nahrung ist ihre Farbe weiß bis gelblich. An die Protonymphe schließt sich nach einer weiteren Häutung die wiederum 4 Beinpaare besitzende Deutonymphe an. Die Farbe schwankt auch hier in Abhängigkeit von

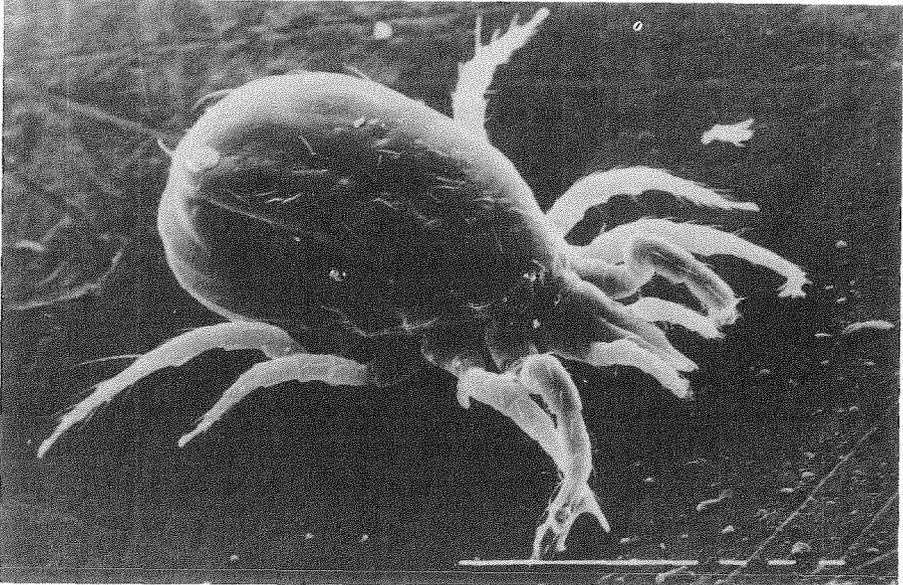


Abb. 1: Männchen von *Amblyseius barkeri*. Vergrößerung 250fach.  
(Foto CASPERSON BZA Kleinmachnow)

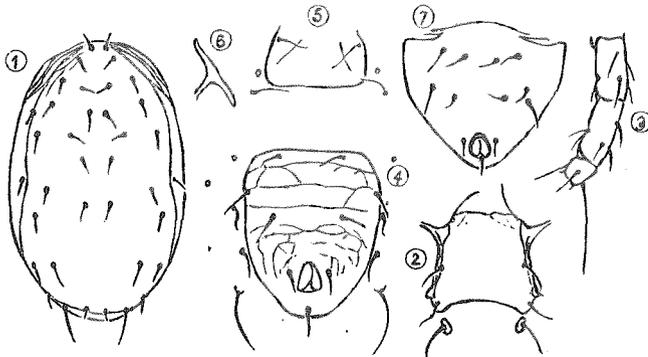


Abb. 2: Angaben zur Morphologie von *Amblyseius barkeri* nach  
SOYLIOTIS-PAPAIONNOY (1981)  
(1 = Dorsalschild Weibchen, 2 = Sternalschild Weibchen,  
3 = Macrochaete am Bein IV, 4 = Ventralschild Weibchen,  
5 = Hinterrand des Genitalschildes Weibchen, 6 = Sper-  
matophorenträger des Männchens, 7 = Ventralschild  
Männchen)

der Nahrung zwischen weißlich und gelb. Die Gestalt der Deutonymphen ähnelt schon sehr der der Adulten. In der letzten Entwicklungsphase ist bereits eine Unterteilung in Männchen und Weibchen möglich. Aus den Deutonymphen gehen dann nach einer weiteren Häutung die 8-beinigen Adulten hervor. Sie sind zunächst weiß. Die rotbraune Färbung entsteht erst mit der Verhärtung der Körperschilde in den folgenden Stunden.

Ruhestadien vor den Häutungen, wie bei den Spinnmilben, gibt es bei den Raubmilben nicht. Die Tiere schränken vor und während der Häutung nur ihre Bewegung etwas ein.

Den Raubmilben fehlen Lichtsinnesorgane, jedoch ist eine allgemeine Lichtempfindlichkeit des Körpers vorhanden.

Bei der Nahrungssuche tasten sie mit dem längeren 1. Beinpaar die Umgebung ab, während zur eigentlichen Fortbewegung nur das 2., 3. und 4. Beinpaar dienen. Gleichzeitig prüfen die Tiere mit den kurzen Fühlern das Substrat. Nach JAGER OP AKKERHUIS u.a. (1985) sowie SABELIS (1985) verfügen die Fühler und die Tarsi des 1. Beinpaares über spezielle Haarbildungen, die als chemische Sinnesorgane fungieren. Den experimentellen Beweis, daß sich die Weibchen von *Phytoseiulus persimilis* nach dem Duft von *Tetranychus urticae* über eine bestimmte Entfernung orientieren können, erbrachten SABELIS und VAN DE BAAN (1983) sowie SABELIS u.a. (1984).

Berühren die Raubmilben mit der Tarsusspitze des 1. Beinpaares eine Beute, so packen sie blitzschnell mit ihren zangenartigen Greifwerkzeugen, den Cheliceren, zu. Zunächst wird eine Chelicere in das Opfer geschlagen, anschließend die andere. Zusätzlich umgreifen die Fühler die Beute von oben und halten sie während der nun folgenden Nahrungsverarbeitung fest. Dazu greifen die Cheliceren abwechselnd in die Beute und unter Absonderung von Verdauungssäften wird der Körperinhalt der Beute verdaut und verflüssigt, um anschließend aufgesaugt werden zu können (KARG 1971).

### 2.3.1. Zucht

Die Massenzucht von *Amblyseius barkeri* erfolgt unter Verwendung phytophager Milben aus Lebensmittel- und Getreidevorräten als Beute. Das Prinzip einer derartigen Massenzucht beschrieb erstmals SCHLIESSKE (1981 a und b). Dabei werden im Labor zunächst Vorratsmilben unter kontrollierten Luftfeuchte- und Temperaturbedingungen in Weizenkleie angezogen. Haben die Vorratsmilben eine ausreichende Dichte erreicht, erfolgt die Zugabe der Raubmilben. Als Futtermilben können sowohl *Acarus farris* (OUDEMANS) (RAMAKERS und LIEBURG 1982) als auch *Tyrophagus putrescentiae* Schrank (KARG und MACK 1986 a, RASMY u.a. 1987) Verwendung finden. Angaben zur Biologie und Ökologie dieser Vorratsmilben liegen von KARG (1979) vor.

Ausgehend von oben genanntem Grundprinzip der Massenzucht für *Amblyseius barkeri* wurden in den zurückliegenden Jahren in mehreren Ländern Zuchtanlagen entwickelt, gebaut und beschrieben (RAMAKERS und LIEBURG 1982, BEGLJAROV und SUCHALKIN 1985, KARG und MACK 1986 b, KARG u.a. 1987, HANSEN und GEYTI 1987, PIATKOWSKI 1987, STEINER und ELLIOTT 1987), auf die aber hier nicht weiter eingegangen werden soll.

Mit dieser Technologie ist auch eine Massenvermehrung von *Amblyseius agrestis* und *Amblyseius cucumeris* möglich.

### 3. Material und Methode

#### 3.1. Allgemeine Versuchsdurchführung

Alle Beobachtungen und Untersuchungen erfolgten an Einzeltieren in speziell dafür angefertigten, den "Huffaker-Zellen" ähnlichen kleinen Kammern (HUFFAKER 1948, BALLARD 1953, DOSSE 1957). Dazu fanden Plexiglasstücke (75 x 25 x 5 mm), die in der Mitte 2 Bohrungen von 10 mm Durchmesser im Abstand von 15 mm aufweisen, Verwendung (Abb. 3a). Die Bohrungen erhielten auf der einen Seite einen Verschluss aus einem luftdurchlässigen Material (Futterstoff oder Papier), welches mittels verflüssigtem Kerzenwachs auf das Plexiglas geklebt wurde (Abb. 3b). Die andere Seite verschloß ein mit 2 dünnen Klebestreifen befestigtes Deckgläschen (Abb. 3c), wodurch sich die Möglichkeit der Beobachtung der Raubmilben sowie ein wiederholtes Öffnen und Schließen der Kammern zur Nahrungserneuerung ergab. Je Plexiglasstück standen so 2 Zellen zur Verfügung.

Diese Zuchtkammern kamen dann in eine geschlossene Platedose (260 x 180 x 95 mm) auf ein Drahtgitter über destilliertes Wasser oder ein mit destilliertem Wasser angefeuchtetes Salz je nach gewünschter relativer Luftfeuchte (Abb. 3d).

Zur Erzeugung der relativen Luftfeuchte fand dabei das Prinzip der konstanten Dampfspannung von konzentrierten Salzlösungen Anwendung. Die von destilliertem Wasser und den verwandten Salzen Kaliumnitrat ( $\text{KNO}_3$ ), Kaliumchlorid ( $\text{KCl}$ ), Natriumchlorid ( $\text{NaCl}$ ) und Calciumnitrat  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  bei verschiedenen Temperaturen hervorgerufenen relativen Luftfeuchten sind in Tab. 2 zusammengefaßt dargestellt. Insgesamt erfolgte dabei die Berücksichtigung von 5 Literaturquellen, wodurch sich für einzelne Salze bei bestimmten Temperaturen 2 bis 4 verschiedene Meßwerte für die relative Luftfeuchte ergaben. In diesen Fällen erfolgte die Berechnung des Durchschnittswertes, der dann bei den Untersuchungen zugrunde gelegt wurde.

Während der gesamten Beobachtungszeit standen die Platedosen in einem klimatisierten Raum bzw. in einem Klimaschrank bei der gewünschten Temperatur. Die Toleranz betrug dabei immer  $\pm 1$  °C.

Die für die Untersuchungen verwandten Raubmilben kamen aus eigener Laborzucht (KARG und MACK 1986 b, KARG u.a. 1987), wobei das Ausgangsmaterial dafür bei *Amblyseius barkeri* und *Amblyseius cucumeris* von RAMAKERS aus den Niederlanden bzw. bei *Amblyseius agrestis* von PIATKOWSKI aus Polen stammte.

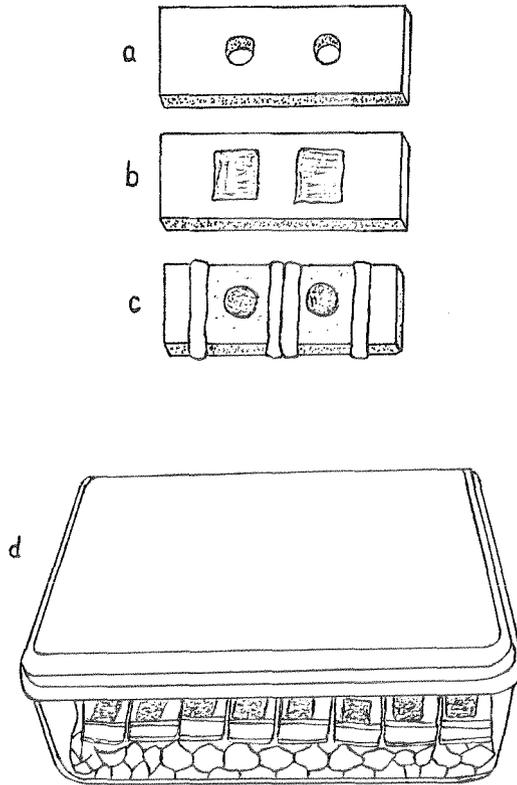


Abb. 3: Kammern und Behälter zur Ermittlung der Leistungsparameter von *Amblyseius barkeri*,  
a = Plexiglasplatte mit 2 Zuchtkammern unverschlossen  
b = Luftdurchlässiger Gewebeverschluss von unten  
c = Deckglasabdeckung von oben  
d = Plastedose mit Kammern auf einem Drahtgitter über feuchtem Salz bzw. Wasser

### 3.2. Untersuchungen zur Biologie und Ökologie

Als Erstes erfolgten Untersuchungen zum Einfluß der relativen Luftfeuchten 100, 92, 85, 75, und 52 % auf den Eischlupf und die anschließende Larvalentwicklung von *Amblyseius barkeri*, *Amblyseius agrestis* und *Amblyseius cucumeris* bei einer Standardtemperatur von 25 °C. Dazu wurden für jede zu prüfende Luftfeuchte 30 bis 60 befruchtete Weibchen je Art aus der Massenzucht entnommen und jeweils 3 Weibchen der gleichen Art in eine Zuchtkammer mit *Tyrophagus putrescentiae* als Futter überführt. Die Zuchtkammern mit den Weibchen kamen dann in eine Plastedose mit

Tab. 2: Relative Luftfeuchtwerte, die mit Wasser und verschiedenen feuchten Salzen bei Temperaturen von 10 bis 40 °C erzielt wurden, nach ZWÖLFER (1932) 1, JANISCH (1933) 2, WINSTON und BATES (1960) 3, ADAMS und MERZ (1928) 4, LEOPOLD und JOHNSTON (1927) 5

chemische Verbindung	Literaturquelle	relative Luftfeuchte in % bei einer Temperatur von							
		10 °C	13 °C	15 °C	20 °C	25 °C	30 °C	35 °C	40 °C
H <sub>2</sub> O dest.	2	100	100	100	100	100	100	100	100
KNO <sub>3</sub>	1	94,0	93,0	93,0	92,5	91,5	91,0	90,0	89,0
	2	96,7		96,2	93,0	93,0	91,5		89,0
	3	96,0	95,5	93,5	92,5	91,0	89,5		
KCl	2	88,0		86,7	86,5	84,5	84,6		82,0
	3	88,0		86,5	85,0	85,0	84,5	83,0	82,0
NaCl	1			77,0	75,0	74,0	72,0	71,5	69,5
	3	76,5		76,0	76,0	75,5	75,5	75,5	75,0
	4	76,3		77,5	78,3	76,5	75,9		75,5
	5				76,5	75,5	75,5		77,0
Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	1			56,5	55,0	54,0	52,0	50,0	48,0
	2			56,0	55,8	51,0	47,0		35,9
	3			56,0	55,5	50,5	47,0		

der entsprechenden relativen Luftfeuchte. 2- bis 3mal täglich erfolgte die Kontrolle auf Eiablage. Dabei wurden die abgelegten Eier mit einem feinen angefeuchteten Pinsel entnommen und einzeln in neue Zuchtkammern ohne Futter gegeben, die wiederum in Platedosen mit entsprechender relativer Luftfeuchte kamen.

Für jede der 5 zu untersuchenden relativen Luftfeuchten lag die Anzahl der beobachteten Eier bei 100/Art. Die Kontrollen erfolgten täglich, bis die Larven das 1. Nymphenstadium erreicht hatten.

Die Untersuchungen zur Entwicklungsdauer der einzelnen Stadien einschließlich der Gesamtentwicklung vom Ei bis zur adulten Raubmilbe erfolgten für die Art *Amblyseius barkeri* bei 13, 15, 20, 25, 30, 35, 37,5 sowie 40 °C und einer relativen Luftfeuchte zwischen 91 und 100 %. Dabei wurden wie bei den Untersuchungen zum Eischlupf Weibchen der Massenzucht entnommen, jeweils zu dritt in eine Zuchtkammer mit *Tyrophagus putrescentiae* als Futter überführt und in eine Platedose mit 92 % relativer Luftfeuchte gelegt, die in einem Labor bei 25 °C stand. Die Kontrollen auf Eiablage fanden alle 2 Stunden statt. Dabei wurden vorhandene Eier mit einem feinen Pinsel entnommen und einzeln in neue Zuchtkammern gelegt. Die Zuchtkammern kamen in die vorbereiteten Platedosen, die wiederum in einem Klimaschrank oder einem Raum mit den oben genannten Temperaturen standen. Als Nahrung dienten alle Entwicklungsstadien von *Tyrophagus putrescentiae*. Bei 15 °C wurden einem Teil der Raubmilben alle beweglichen Stadien von *Tetranychus urticae* als Nahrung gereicht. Die Beobachtungen erfolgten alle 12 Stunden, bei 25, 30 und 35 °C teilweise auch nochmals nach 6 Stunden.

Für die Arten *Amblyseius agrestis* und *Amblyseius cucumeris* wurde nur die Gesamtentwicklungsdauer bei 25 °C mit der Nahrung *Tyrophagus putrescentiae* nach gleicher Methode ermittelt.

Die Lebensdauer der adulten Raubmilben wurde sowohl mit als auch ohne Nahrung untersucht. Dabei fanden bis zu 24 Stunden alte Männchen und Weibchen aus der Massenzucht Verwendung, die bei der Variante ohne Nahrung einzeln und bei der Variante mit Nahrung paarweise (je 1 Männchen und 1 Weibchen) in eine Zuchtkammer kamen.

Die Untersuchungen ohne Nahrung erfolgten für die Art *Amblyseius barkeri* bei 15, 25 und 35 °C sowie einer relativen

Luftfeuchte von 50 bis 56, 74 bis 77, 83 bis 87, 90 bis 95 und 100 % sowie für die Arten *Amblyseius agrestis* und *Amblyseius cucumeris* nur bei der Standardtemperatur 25 °C und allen 5 relativen Luftfeuchten. Die Bonituren wurden einmal täglich zur gleichen Zeit durchgeführt.

Die Ermittlung der Lebensdauer von Männchen und Weibchen aller 3 Arten bei Vorhandensein von Nahrung erfolgte bei 25 °C und den relativen Luftfeuchten 52, 75 und 92 %. Als Futter kamen sowohl Eier als auch Larven, Nymphen und Adulte der Modernmilbe *Tyrophagus putrescentiae* zur Anwendung. Für die Art *Amblyseius barkeri* wurde weiterhin die Lebensdauer der Adulten bei 25 °C sowie 75 und 52 % relativer Luftfeuchte mit der Nahrung *Tetranychus urticae* (alle beweglichen Stadien) bestimmt. Bei den auch hier täglich zur gleichen Zeit stattfindenden Kontrollen erfolgte bei Bedarf die Zugabe neuer Nahrung sowie die Entfernung alter Reste.

Die Untersuchungen zur Fruchtbarkeit von *Amblyseius barkeri* erfolgten einmal bei konstanter Temperatur (25 °C) und drei verschiedenen relativen Luftfeuchten (52, 75 und 92 %) sowie bei einer relativen Luftfeuchte ( $92,5 \pm 2,5$  %) und drei verschiedenen Temperaturen (15, 25 und 35 °C) mit *Tyrophagus putrescentiae* als Nahrung. Des weiteren wurde die Eiablageleistung von *Amblyseius barkeri* mit der Nahrung *Tetranychus urticae* bei 25 °C und den relativen Luftfeuchten 52 und 75 % ermittelt. Für die Untersuchungen fanden auch hier bis zu 24 Stunden alte Weibchen aus der Massenzucht Anwendung, die je mit einem Männchen paarweise in eine Zuchtkammer kamen. Anschließend wurde durch ständiges Beobachten der Pärchen der Kopulationsbeginn bestimmt und notiert. Die weiteren Kontrollen erfolgten einmal täglich zur gleichen Zeit. Dabei wurde die Zahl der abgelegten Eier ermittelt, diese sowie alte Nahrungsreste anschließend mit einem feinen Pinsel entfernt und neues Futter zugegeben.

Die Ermittlung der Eiablageleistung bei den Arten *Amblyseius agrestis* und *Amblyseius cucumeris* mit *Tyrophagus putrescentiae* als Nahrung erfolgte bei einer Standardtemperatur von 25 °C und den relativen Luftfeuchten 52, 75 und 92 %.

### 3.3. Untersuchungen zur Fraßleistung

In den Untersuchungen wurde sowohl die Fraßleistung der Männchen als auch die Fraßleistung der Weibchen von *Amblyseius barkeri* über ihre gesamte Lebensdauer bestimmt. Die dazu verwandten Adulten hatten ein Alter von maximal 24 Stunden. Die Raubmilben wurden einzeln in Zuchtkammern gesetzt und erhielten adulte *Tetranychus urticae* als Nahrung. Um bei den Weibchen eine Begattung sicherzustellen, erfolgte die Zugabe eines Männchens, das nach 24 Stunden wieder entfernt wurde. Die direkte Erfassung der Fraßleistung begann somit bei den Männchen am 2. und bei den Weibchen erst am 3. Lebenstag. Die Kontrollen erfolgten täglich zur gleichen Zeit. Dabei wurden die Anzahl ausgesaugter *Tetranychus urticae* sowie bei den Weibchen auch die Anzahl abgelegter Eier erfaßt, das gesamte Futter entfernt und neues zugegeben. Die Männchen erhielten täglich 5 Futtermilben, während die Weibchen bis zum 30. Lebenstag 15 und danach 7 adulte *Tetranychus urticae* angeboten bekamen.

Bei den Weibchen erfolgte die Ermittlung der Fraßleistung bei 25 °C und 3 verschiedenen relativen Luftfeuchten (52, 75 und 92 %) sowie bei 15 °C und 2 verschiedenen relativen Luftfeuchten (56 und 95 %). Weiterhin wurde die Wechseltemperatur 15/25 °C mit 3 verschiedenen relativen Luftfeuchten (56/52, 77/75 und 95/92 %) in die Untersuchungen einbezogen, wobei die Weibchen im Wechsel 12 Stunden 15 °C und 12 Stunden 25 °C ausgesetzt waren. Die Ermittlung der Fraßleistung der Männchen erfolgte nur bei 25 °C und den relativen Luftfeuchten 52, 75 und 92 %.

Die statistische Auswertung aller Versuchsergebnisse wurde mit Statistikprogrammen vorgenommen.

#### 4. Ergebnisse

##### 4.1. Embryonale und postembryonale Entwicklung

##### 4.1.1. Einfluß unterschiedlicher relativer Luftfeuchten auf Embryonal- und Larvalentwicklung

Den direkten Einfluß der 5 untersuchten relativen Luftfeuchten auf den Eischlupf und die weitere larvale Entwicklung von *Amblyseius barkeri* im Vergleich zu den Arten *Amblyseius agrestis* und *Amblyseius cucumeris* zeigen die Tab. 3 und 4. Bei einer relativen Luftfeuchte von 85, 92 und 100 % schlüpften die Eier aller 3 Arten vollständig. Ein Rückgang der Schlupfrate war erst bei 75 % relativer Luftfeuchte zu beobachten. Er lag bei *Amblyseius agrestis* und *Amblyseius cucumeris* bei 3 bzw. 10 %, während bei *Amblyseius barkeri* nur noch 54 % aller Eier schlüpften. Eine relative Luftfeuchte von 52 % führte bei allen 3 Raubmilbenarten zum Eintrocknen der Eier. Mittels  $\chi^2$ -Test bei paarweisem Vergleich der Schlupfraten innerhalb jeder Art konnte der statistische Nachweis erbracht werden, daß bei *Amblyseius barkeri* und *Amblyseius cucumeris* keine signifikanten Unterschiede zwischen den Luftfeuchten 100, 92 und 85 % bzw. bei *Amblyseius agrestis* zwischen den Luftfeuchten 100, 92, 85 und 75 % bestehen. Alle anderen Unterschiede hinsichtlich Schlupfrate zwischen den einzelnen Luftfeuchten innerhalb der Art ergaben Signifikanz ( $\alpha < 0,05$ ) (Tab. 3).

Ein paarweiser Vergleich der Arten bei 75 % relativer Luftfeuchte führte zu signifikanten Unterschieden beim Eischlupf zwischen allen 3 Arten ( $\alpha < 0,05$ ).

Die aus den Eiern schlüpfenden Larven stellten das empfindlichste Entwicklungsstadium dar. Bei 25 °C lag die Dauer des Larvenstadiums bei allen 3 Arten zwischen 12 und 24 Stunden. Während dieser Zeit nahmen die Larven keine Nahrung zu sich. Für eine Weiterentwicklung zur Protonymphen war nur eine bestimmte relative Luftfeuchte erforderlich. Wie Tab. 4 zeigt, mußte diese bei *Amblyseius barkeri* und *Amblyseius agrestis* über 90 % liegen, während sich die Larven von *Amblyseius cucumeris* auch noch bei 75 % relativer Luftfeuchte zur Protonymphen weiterentwickeln konnten.

Tab. 3: Einfluß verschiedener relativer Luftfeuchten auf den Eischlupf von *Amblyseius barkeri* im Vergleich zu *Amblyseius agrestis* und *Amblyseius cucumeris* bei einer Temperatur von 25 °C

relative Luftfeuchte (%)	Schlupfrate in %		
	A. barkeri	A. agrestis	A. cucumeris
100	100 a 1)	100 a	100 a
92	100 a	100 a	100 a
85	100 a	100 a	100 a
75	54 b	97 a	90 b
52	0 c	0 c	0 c

1) Werte mit gleichen Buchstaben unterscheiden sich nicht signifikant bei  $\alpha = 0,05$  ( $\chi^2$ -Test mit paarweisen Vergleichen innerhalb der Art)

Tab 4: Einfluß verschiedener relativer Luftfeuchten auf die Larvalentwicklung von *Amblyseius barkeri* im Vergleich zu *Amblyseius agrestis* und *Amblyseius cucumeris* bei einer Temperatur von 25 °C

relative Luftfeuchte (%)	A. barkeri	A. agrestis	A. cucumeris
100	Weiterentwicklung der geschlüpften Larve		
92			
85	Larve stirbt		zur Protonymphe
75	keine Weiterentwicklung		möglich

#### 4.1.2. Einfluß unterschiedlicher Temperaturen auf die embryonale und postembryonale Entwicklung

Die Entwicklungsdauer der einzelnen Stadien, sowie die Gesamtentwicklung vom Ei bis zur adulten Raubmilbe bei den Temperaturen 20, 25, 30 und 35 °C mit der Nahrung *Tyrophagus putrescentiae* sind in der Tab. 5 getrennt nach Männchen und Weibchen für *Amblyseius barkeri* zusammengefaßt dargestellt.

Die Eientwicklung dauerte bei 20 °C 2,7 Tage, bei 25 °C 1,9 Tage, bei 30 °C 1,4 Tage für Männchen bzw. 1,3 Tage für Weibchen und verkürzte sich bei 35 °C auf 1,1 Tage für beide Geschlechter. Sie nahm damit zwischen 25 und 32 % der Gesamtentwicklungszeit im Temperaturbereich 20 bis 35 °C in Anspruch.

Dem Eistadium folgte das Larvenstadium, das sich mit einem Anteil von 10 bis 15 % an der Gesamtentwicklung generell als das kürzeste aller 4 Entwicklungsstadien erwies. Es dauerte bei 20 °C 1,2 Tage und lag bei 25 °C mit 0,9 Tagen schon unter einem Tag. Bei 30 °C verblieben die Männchen 0,5 und die Weibchen 0,4 Tage im Larvenstadium.

An das Larvenstadium schlossen sich die beiden Nymphenstadien, zunächst die Protonymphen und nach einer weiteren Häutung die Deutonymphen an. Der Anteil des Protonymphenstadiums an der Gesamtentwicklung lag zwischen 26 und 35 % und der des Deutonymphenstadiums zwischen 24 und 37 % im Temperaturbereich 20 bis 35 °C. Das Protonymphenstadium dauerte bei 20 °C 3,7 Tage für Männchen und 3,6 Tage für Weibchen, während das Deutonymphenstadium mit 2,8 Tagen für beide Geschlechter deutlich kürzer war. Auch bei 25 °C verblieben die Raubmilben mit 1,7 Tagen für beide Geschlechter im Vergleich zu 1,4 Tagen für Männchen und 1,5 Tagen für Weibchen länger im Protonymphen- als im Deutonymphenstadium. Bei 30 °C änderten sich dann die Verhältnisse. Für das Protonymphenstadium wurde hier mit 1,3 Tagen für Männchen bzw. 1,2 Tagen für Weibchen eine kürzere Entwicklungsdauer beobachtet, während sie für die Deutonymphen bei 1,8 bzw. 1,7 Tagen lag. Eine Temperaturerhöhung auf 35 °C brachte, wie auch schon bei den Larven, sowohl bei Protonymphen als auch bei Deutonymphen keine wesentliche Verkürzung der Entwicklungsdauer.

Für die gesamte Entwicklung vom Ei bis zur adulten Raubmilbe benötigten die Männchen bei 20 °C 10,5 und die Weibchen 10,4 Tage. Wurde die Temperatur auf 25 °C erhöht, verkürzte sich die

Gesamtentwicklungsdauer um über 4 Tage auf 5,9 Tage für beide Geschlechter. Bei 30 °C dauerte die Gesamtentwicklung vom Ei bis zur adulten Raubmilbe dann 4,9 Tage für Männchen und 4,8 Tage für Weibchen. Eine Temperaturerhöhung auf 35 °C ergab mit 0,4 bzw. 0,2 Tagen nur noch eine geringe Verkürzung der Entwicklungszeit auf 4,5 Tage bei Männchen und 4,6 Tage bei Weibchen im Vergleich zu 30 °C. Die Mortalität während der Gesamtentwicklung betrug bei den Untersuchungen maximal 12 %.

Die statistische Auswertung der für Männchen und Weibchen erzielten Entwicklungszeiten bezogen auf die einzelnen Stadien und Temperaturen durch Mittelwertvergleich (Welch-Test) führte zu keinen signifikanten Unterschieden zwischen den Geschlechtern. Eine Korrelationsanalyse ergab, daß im Temperaturbereich 20 bis 35 °C bei der Nahrung *Tyrophagus putrescentiae* die Entwicklungsdauer der Männchen und Weibchen von *Amblyseius barkeri* mit steigender Temperatur signifikant abnahm ( $\alpha < 0,05$ ).

Die bei 15 und 13 °C durchgeführten Untersuchungen zur embryonalen und postembryonalen Entwicklung von *Amblyseius barkeri* ergaben keine vollständige Entwicklung bis zur adulten Raubmilbe bei der Nahrung *Tyrophagus putrescentiae*. Die Schlupfrate der je 65 beobachteten Eier betrug bei 15 °C 69,1 % und sank bei 13 °C auf 47,4 %. Dabei dauerte die Eientwicklung bei 15 °C 8,3 Tage und verlängerte sich bei 13 °C auf 15,8 Tage. Von den geschlüpften Larven erreichten bei 15 °C nur 43 % das erste Nymphenstadium, während bei 13 °C alle starben. Die aus den Larven bei 15 °C hervorgegangenen Protonymphen fraßen zwar, aber starben zum großen Teil. Nur 41,7 % erreichten das zweite Nymphenstadium, wo dann der Entwicklungsprozeß endgültig unterbrochen wurde.

Die Untersuchungen bei 37,5 °C von insgesamt 78 Einzeltieren ergaben, daß bei dieser Temperatur eine Gesamtentwicklung vom Ei bis zur adulten Raubmilbe bei der Art *Amblyseius barkeri* möglich ist, jedoch verlängert sich die Gesamtentwicklungsdauer im Vergleich zu 35 °C durchschnittlich auf 4,7 Tage für Männchen und 4,8 Tage für Weibchen.

Bei 40 °C trockneten selbst bei einer relativen Luftfeuchte von 100 % alle 60 beobachteten Eier ein.

Die im Vergleich zu *Amblyseius barkeri* für *Amblyseius cucumeris* und *Amblyseius agrestis* ermittelte Entwicklungsdauer vom

Tab. 5: Durchschnittliche Dauer der einzelnen Entwicklungsstadien von *Amblyseius barkeri* bei 20, 25, 30 und 35 °C sowie einer relativen Luftfeuchte von 91 bis 100 % bei *Tyrophagus putrescentiae* als Nahrung

Temperatur (°C)	relative Luft- feuchte (%)	Ge- schlecht	Entwicklungsdauer in Tagen														
			Ei			Larve			Protonymphe			Deutonymphe			Gesamt		
			$\bar{x}$	s	n	$\bar{x}$	s	n	$\bar{x}$	s	n	$\bar{x}$	s	n	$\bar{x}$	s	n
20	93	♂ ♀	2,7	0,2	10	1,2	0,2	8	3,7	0,3	8	2,8	0,2	8	10,5	0,5	8
			2,7	0,3	14	1,2	0,1	12	3,6	0,2	11	2,8	0,1	11	10,4	0,6	11
25	92	♂ ♀	1,9	0,1	14	0,9	0,1	14	1,7	0,2	13	1,4	0,1	13	5,9	0,5	13
			1,9	0,2	60	0,9	0,2	57	1,7	0,2	57	1,5	0,1	56	5,9	0,6	56
30	91	♂ ♀	1,4	0,2	18	0,5	0,1	17	1,3	0,1	16	1,8	0,2	15	4,9	0,3	15
			1,3	0,2	28	0,4	0,1	25	1,2	0,1	23	1,7	0,1	23	4,8	0,2	23
35	100	♂ ♀	1,1	0,2	14	0,5	0,1	10	1,2	0,2	9	1,7	0,2	8	4,5	0,2	8
			1,1	0,1	15	0,5	0,1	13	1,2	0,1	12	1,8	0,2	12	4,6	0,3	12

Ei bis zur adulten Raubmilbe bei 25 °C und 92 % relativer Luftfeuchte zeigen die Tab. 6a für Weibchen und die Tab. 6b für Männchen. Aus den Ergebnissen ist zu ersehen, daß die Entwicklungsdauer für die Weibchen von *Amblyseius barkeri* und *Amblyseius cucumeris* mit 5,9 Tagen gleich war, während *Amblyseius agrestis* Weibchen über einen Tag länger brauchten. Zwischen den Männchen von *Amblyseius barkeri* und *Amblyseius cucumeris* ergab sich nur ein geringer, nicht signifikanter Unterschied.

Tab. 6a: Durchschnittliche Entwicklungsdauer vom Ei bis zur adulten Raubmilbe der Weibchen von *Amblyseius barkeri* im Vergleich zu den Weibchen von *Amblyseius cucumeris* und *Amblyseius agrestis* bei *Tyrophagus putrescentiae* als Nahrung  
(Temperatur: 25 °C, relative Luftfeuchte: 92 %)

Art	Entwicklungsdauer in Tagen		n
	$\bar{x}$	s	
A. barkeri	5,9	0,6	56
A. cucumeris	5,9	0,3	16
A. agrestis	7,0 **	0,7	18

\*\* Signifikante Unterschiede zu A. barkeri bei  $\alpha = 0,01$   
(Welch-Test)

Tab. 6b: Durchschnittliche Entwicklungsdauer vom Ei bis zur adulten Raubmilbe der Männchen von *Amblyseius barkeri* im Vergleich zu den Männchen von *Amblyseius cucumeris* bei *Tyrophagus putrescentiae* als Nahrung  
(Temperatur: 25 °C, relative Luftfeuchte: 92 %)

Art	Entwicklungsdauer in Tagen		n
	$\bar{x}$	s	
A. barkeri	5,9	0,5	13
A. cucumeris	6,2	0,4	9

#### 4.1.3. Einfluß der Nahrung auf die postembryonale Entwicklung

Die Untersuchungen haben ergeben, daß auch die zur Verfügung stehende Nahrung die postembryonale Entwicklung von *Amblyseius barkeri* beeinflusst. Während bei 15 °C und einer relativen Luftfeuchte von 95 % bei der Nahrung *Tyrophagus putrescentiae* die postembryonale Entwicklung spätestens bei den Deutonymphen unterbrochen wurde, erreichten bei der Nahrung *Tetranychus urticae* 10 % aller 90 beobachteten Tiere das Stadium der adulten Raubmilbe. Wie Tab. 7 zeigt, betrug die durchschnittliche Entwicklungsdauer 28 Tage. Unterschiede zwischen Männchen und Weibchen traten nicht auf.

Aus der Tab. 7 ist weiterhin zu entnehmen, daß bei Untersuchungen von BEGLJAROV und SUCHALKIN (1985) auch mit der Nahrung *Thrips tabaci* bei 15 °C eine vollständige postembryonale Entwicklung von *Amblyseius barkeri* beobachtet wurde. Die dabei ermittelte durchschnittliche Entwicklungsdauer betrug 23,1 Tage und war damit um fast 5 Tage kürzer im Vergleich zur Nahrung *Tetranychus urticae*.

Auch die mit *Thrips tabaci* gefütterten *Amblyseius barkeri* benötigten bei 20, 30 und 35 °C immer eine kürzere Zeit für die Entwicklung als diejenigen Raubmilben, die *Tyrophagus putrescentiae* als Nahrung angeboten bekamen. Nur bei 25 °C war die Entwicklungsdauer mit 6,0 Tagen beim Futter *Thrips tabaci* bzw. 5,9 Tagen beim Futter *Tyrophagus putrescentiae* annähernd gleich.

Tab. 7: Durchschnittliche Entwicklungsdauer von *Amblyseius barkeri* in Abhängigkeit von der Nahrung bei 5 verschiedenen Temperaturen

Temperatur in °C	Durchschnittliche Entwicklungsdauer vom Ei bis zur adulten Raubmilbe in Tagen bei Nahrung		
	<i>Thrips tabaci</i> 1)	<i>Tyrophagus putrescentiae</i>	<i>Tetranychus urticae</i>
15	23,1	keine vollständige Entwicklung	28,0
20	9,0	10,5	- 2)
25	6,0	5,9	-
30	4,2	4,8	-
35	4,1	4,6	-

1) nach BEGLJAROV und SUCHALKIN (1985), 2) nicht untersucht

## 4.2. Lebensdauer der Adulten

### 4.2.1. Einfluß von Temperatur und relativer Luftfeuchte auf die Lebensdauer der Adulten ohne Nahrung

Die Untersuchungen zur Lebensdauer der Adulten von *Amblyseius barkeri* ohne Nahrung bei den Temperaturen 15, 25 sowie 35 °C und den relativen Luftfeuchten 50 bis 56, 74 bis 77, 83 bis 87, 90 bis 95 sowie 100 % erbrachten die in den Abb. 4a für Männchen und 4b für Weibchen aufgezeigten Ergebnisse. Zur Vereinfachung sind dabei in den Abbildungen bei der relativen Luftfeuchte nicht die Spannen für 15 bis 35 °C sondern nur die für 25 °C geltenden Werte eingetragen. Die Anzahl der dabei beobachteten Adulten je Geschlecht lag für die einzelnen Temperatur- und Luftfeuchtekombinationen zwischen 9 und 65.

Um den Einfluß der relativen Luftfeuchte auf die Lebensdauer der Adulten mathematisch zu beschreiben, wurden die Daten einer Regressionsanalyse unterzogen. Im Ergebnis dieser Analyse konnten nachfolgende Regressionsfunktionen errechnet werden, wobei  $y$  die Lebensdauer und  $x$  die relative Luftfeuchte darstellen:

#### Männchen

$$15 \text{ °C} \quad y = 1,10 + 0,00025 \cdot \exp(10,96x) \quad (B = 0,68; \alpha < 0,001)$$

$$25 \text{ °C} \quad y = 1,15 + 0,0093 \cdot \exp(6,14x) \quad (B = 0,73; \alpha < 0,001)$$

$$35 \text{ °C} \quad y = 0,0086 + 0,0086 \cdot \exp(5,93x) \quad (B = 0,56; \alpha < 0,001)$$

#### Weibchen

$$15 \text{ °C} \quad y = -0,34 + 0,11x \quad (B = 0,54; \alpha < 0,001)$$

$$25 \text{ °C} \quad y = 1,51 + 0,025 \cdot \exp(5,92x) \quad (B = 0,88; \alpha < 0,001)$$

$$35 \text{ °C} \quad y = 0,64 + 0,018 \cdot \exp(5,28x) \quad (B = 0,92; \alpha < 0,001).$$

Die Regressionsanalysen zeigten, daß bei allen 3 Temperaturen, sowohl bei Männchen als auch bei Weibchen, mit steigender relativer Luftfeuchte die Lebensdauer der Adulten signifikant zunahm. Dabei war der Anstieg der Lebensdauer bis zu 75 % relativer Luftfeuchte immer gering. Dieses traf bis zu 85 % relativer Luftfeuchte auch noch für die Männchen bei 15 und 25 °C sowie für die Weibchen bei 15 und 35 °C zu. Dagegen konnte bei den Weibchen bei 25 °C bereits ab 75 % relativer Luftfeuchte eine deutliche Zunahme der Lebensdauer beobachtet werden, die bei den Männchen und Weibchen bei allen anderen untersuchten Temperaturen erst bei 85 % relativer Luftfeuchte einsetzte.

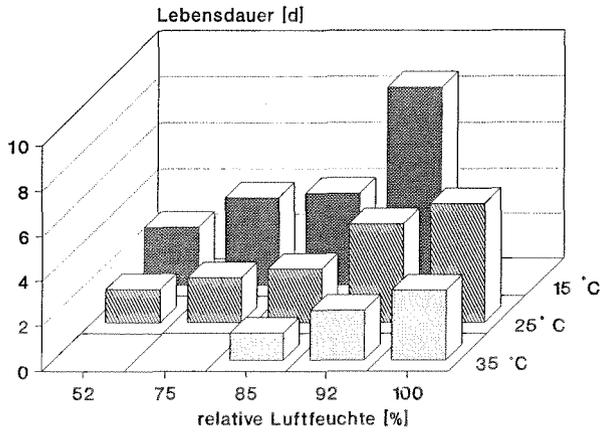


Abb. 4a: Lebensdauer der Männchen von *Amblyseius barkeri* ohne Nahrung bei 3 verschiedenen Temperaturen und 5 verschiedenen relativen Luftfeuchten

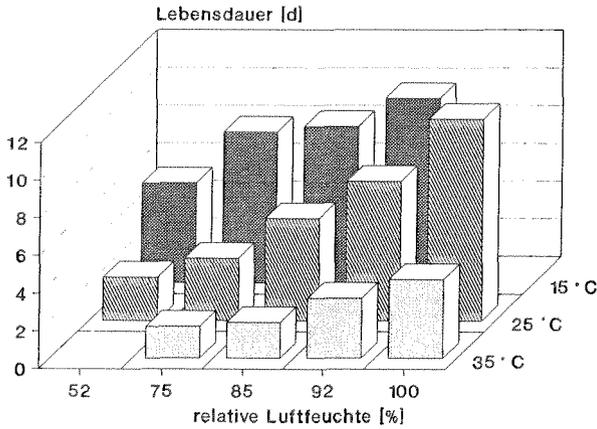


Abb. 4b: Lebensdauer der Weibchen von *Amblyseius barkeri* ohne Nahrung bei 3 verschiedenen Temperaturen und 5 verschiedenen relativen Luftfeuchten

Neben der relativen Luftfeuchte hatte auch die Temperatur einen entscheidenden Einfluß auf die Lebensdauer der Adulten. Sowohl bei Männchen als auch bei Weibchen nahm sie mit steigender Temperatur deutlich ab. Kovarianzanalysen ergaben signifikante Unterschiede zwischen den getesteten Temperaturen ( $\alpha < 0,001$ ). Auch lebten bei gleicher Temperatur die Weibchen immer signifikant länger als die Männchen ( $\alpha < 0,001$ ). Die

Unterschiede zwischen Männchen und Weibchen lagen je nach Temperatur und relativer Luftfeuchte zwischen 0,7 und 5,4 Tagen, wobei sie sich bei gleicher Temperatur mit sinkender relativer Luftfeuchte generell verkleinerten, wenn die Ergebnisse bei 15 °C und 92 % relativer Luftfeuchte unberücksichtigt bleiben.

Varianzanalysen ergaben weiterhin, daß bei den Weibchen von *Amblyseius barkeri* im dargestellten Untersuchungsbereich (Abb. 4b) der Einfluß der Temperatur auf die Lebensdauer signifikant höher war als der Einfluß der relativen Luftfeuchte ( $\alpha < 0,001$ ). Ähnliche bzw. gleiche Zusammenhänge konnten bei den Männchen nicht nachgewiesen werden.

Weniger als 24 Stunden lebten die Männchen bei 35 °C und einer relativen Luftfeuchte  $\leq 75$  %. Gleiches ergab sich auch für die Weibchen bei 35 °C und 52 % relativer Luftfeuchte. Da bei einer einmaligen Kontrolle je Tag unter diesen klimatischen Bedingungen keine exakte Erfassung der Lebensdauer möglich war, fehlen diese Angaben auch in den Abb. 4a und 4b. Untersuchungen bei 15 °C und einer relativen Luftfeuchte von 100 % erfolgten nicht.

Im Vergleich zu *Amblyseius barkeri* wurde bei 25 °C und den relativen Luftfeuchten 52, 75, 85, 92 und 100 % die Lebensdauer für die Arten *Amblyseius cucumeris* und *Amblyseius agrestis* ohne Nahrung ermittelt. Die Gegenüberstellung der Untersuchungsergebnisse zeigt Tab. 8. Auch bei den beiden Vergleichsarten durchgeführte Regressionsanalysen zur mathematischen Beschreibung des Einflusses der relativen Luftfeuchte auf die Lebensdauer der Adulten ergaben nachfolgende Funktionsgleichungen, wobei y wieder die Lebensdauer und x die relative Luftfeuchte darstellen:

*Amblyseius cucumeris*

Männchen  $y = 1,84 + 0,047 \cdot \exp(4,78x)$  (B = 0,64;  $\alpha < 0,001$ )

Weibchen  $y = -4,58 + 0,146x$  (B = 0,52;  $\alpha < 0,001$ )

*Amblyseius agrestis*

Weibchen  $y = 2,10 + 0,020 \cdot \exp(5,14x)$  (B = 0,42;  $\alpha < 0,001$ )

Im Ergebnis der Regressionsanalysen konnten auch bei den Männchen und Weibchen von *Amblyseius cucumeris* sowie den Weibchen von *Amblyseius agrestis* mit steigender relativer Luftfeuchte eine signifikante Zunahme der Lebensdauer nachgewiesen

Tab. 8: Durchschnittliche Lebensdauer der Männchen und Weibchen von *Amblyseius barkeri* im Vergleich zu Männchen und Weibchen von *Amblyseius cucumeris* sowie Weibchen von *Amblyseius agrestis* bei 5 verschiedenen relativen Luftfeuchten, ohne Nahrung und einer Temperatur von 25 °C

relative Luft- feuchte (%)	Durchschnittliche Lebensdauer in Tagen														
	Amblyseius barkeri						Amblyseius cucumeris						Amblyseius agrestis		
	Männchen			Weibchen			Männchen			Weibchen			Weibchen		
	X	s	n	X	s	n	X	s	n	X	s	n	X	s	n
100	5,3	2,1	52	0,7	4,8	37	7,1	1,8	29	9,6	3,7	30	5,4	1,5	40
92	4,4	1,4	40	7,4	2,3	39	6,2	1,7	30	10,2	3,3	33	4,6	1,3	43
85	2,4	0,7	35	5,4	2,0	33	4,3	0,9	31	6,7	1,6	35	3,3	1,5	37
75	2,0	0,5	32	3,3	0,8	43	3,3	0,7	30	5,6	0,9	30	3,1	1,0	38
52	1,5	0,5	22	2,3	0,7	31	2,5	0,6	33	3,4	0,8	34	2,6	0,8	39

werden. Ein Vergleich aller Einzelwerte für Männchen von *Amblyseius barkeri* und *Amblyseius cucumeris* mittels Kovarianzanalyse ergab, daß die Männchen von *Amblyseius cucumeris* signifikant länger lebten ( $\alpha < 0,001$ ). Die Unterschiede lagen dabei durchschnittlich zwischen 1,0 und 1,9 Tagen, wobei sie bei den relativen Luftfeuchten 85, 92 und 100 % mit 1,9, 1,8 sowie 1,8 Tagen annähernd gleich waren. Sank die relative Luftfeuchte auf 75 %, so verkleinerte sich der Unterschied in der Lebensdauer der Männchen von *Amblyseius barkeri* und *Amblyseius cucumeris* auf 1,3 Tage, während er bei 52 % relativer Luftfeuchte nur noch 1,0 Tage betrug.

Ein Vergleich der Regressionsfunktionen der Weibchen der 3 Arten zeigt, daß bei *Amblyseius agrestis* mit steigender relativer Luftfeuchte die geringste Zunahme der Lebensdauer der Weibchen zu verzeichnen war. Bei 100 % relativer Luftfeuchte lebten die Weibchen von *Amblyseius agrestis* mit durchschnittlich 5,4 Tagen nur etwa halb so lange wie diejenigen von *Amblyseius barkeri* und *Amblyseius cucumeris*. Demgegenüber verkürzten sich bei 52 % relativer Luftfeuchte die Unterschiede zu *Amblyseius cucumeris* auf 0,8 Tage, während *Amblyseius barkeri* und *Amblyseius agrestis* mit 2,3 bzw. 2,6 Tagen annähernd die gleiche Lebensdauer aufwiesen.

Die größte Verringerung der Lebensdauer durch ein Absenken der relativen Luftfeuchte von 100 auf 52 % wurde bei den Weibchen von *Amblyseius barkeri* beobachtet. Bereits bei 92 % relativer Luftfeuchte hatte die Lebensdauer ca. 30 % abgenommen. Bei einer weiteren Verringerung auf 85 % betrug sie nur noch etwa die Hälfte. Wurden die Weibchen einer relativen Luftfeuchte von 75 % ausgesetzt, verkürzte sich ihre Lebensdauer um weitere 20 % auf durchschnittlich 3,3 Tage. Von 75 bis zu 52 % relativer Luftfeuchte nahm die Lebensdauer der Weibchen von *Amblyseius barkeri* dann nur noch geringfügig ab. Im Gegensatz zu *Amblyseius barkeri* stieg die Lebensdauer der Weibchen von *Amblyseius cucumeris* mit Erhöhung der relativen Luftfeuchte kontinuierlich, wie die lineare Regressionsfunktion veranschaulicht. Weibchen von *Amblyseius cucumeris* lebten besonders im Bereich von 75 bis 92 % relativer Luftfeuchte deutlich länger als Weibchen von *Amblyseius barkeri*. Kovarianzanalysen ergaben signifikante Unterschiede ( $\alpha < 0,001$ ) in der Lebensdauer zwischen den Weibchen der 3 Arten im untersuchten Luftfeuchtebereich.

4.2.2. Einfluß der relativen Luftfeuchte auf die Lebensdauer der Adulten mit Nahrung

Die Untersuchungen zur Ermittlung der Lebensdauer der Männchen und Weibchen von *Amblyseius barkeri* mit der Nahrung *Tyrophagus putrescentiae* bei 25 °C und den relativen Luftfeuchten 52, 75 und 92 % führten zu den in Tab. 9 zusammengefaßt dargestellten Ergebnissen.

Tab. 9: Lebensdauer der Adulten von *Amblyseius barkeri* bei verschiedenen relativen Luftfeuchten und einer Temperatur von 25 °C mit *Tyrophagus putrescentiae* als Nahrung

relative Luftfeuchte (%)	Geschlecht	Lebensdauer in Tagen				
		$\bar{x}$	s	n	Min.	Max.
92	♂	33,4	15,0	11	21	49
	♀	42,9	21,8	30	20	98
75	♂	5,4	1,3	17	4	8
	♀	15,9	5,5	41	8	25
52	♂	1,8	0,6	37	1	3
	♀	5,1	1,6	54	3	8

Eine Regressionsanalyse ergab auch hier bei beiden Geschlechtern eine signifikante Zunahme der Lebensdauer mit steigender relativer Luftfeuchte (Abb. 5). Bei 92 % relativer Luftfeuchte lebten die Männchen durchschnittlich 33,4 Tage und die Weibchen 42,9 Tage. Ein Absenken der relativen Luftfeuchte auf 75 % führte bei den Männchen zu einer Verminderung der Lebensdauer um durchschnittlich 88 % auf 5,4 Tage, während sich die Lebensdauer der Weibchen nur um durchschnittlich 63 % auf 15,9 Tage verkürzte.

Wurde die relative Luftfeuchte von 75 % weiter auf 52 % gesenkt, nahm auch die Lebensdauer der Adulten weiter ab, aber bedeutend geringer im Vergleich zum Abschnitt 92 bis 75 %

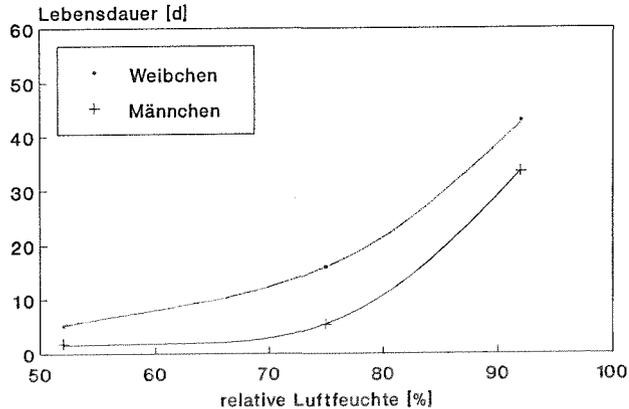


Abb. 5: Einfluß der relativen Luftfeuchte auf die Lebensdauer der Männchen und Weibchen von *Amblyseius barkeri* bei einer Temperatur von 25 °C und der Nahrung *Tyrophagus putrescentiae*

(Regressionsgleichungen:

Männchen

$$y = 1,60 + 0,0003 \cdot \exp(11,77x) \quad (B = 0,84; \alpha < 0,001)$$

Weibchen

$$y = 1,86 + 0,127 \cdot \exp(6,28x) \quad (B = 0,82; \alpha < 0,001)$$

relativer Luftfeuchte. Dabei war die Verringerung der Lebensdauer bei den Weibchen jetzt größer als bei den Männchen. Die Weibchen von *Amblyseius barkeri* lebten bei allen 3 untersuchten relativen Luftfeuchten länger als die Männchen. Hierbei war der Unterschied bei 75 % relativer Luftfeuchte mit 10,5 Tagen am größten. Ein Vergleich aller Einzelwerte der Lebensdauer von Männchen und Weibchen mittels Kovarianzanalyse ergab signifikante Unterschiede zwischen den Geschlechtern im Bereich einer relativen Luftfeuchte von 52 bis 92 % bei der Nahrung *Tyrophagus putrescentiae* ( $\alpha < 0,001$ ).

Im Vergleich zu *Amblyseius barkeri* wurde bei 25 °C und den relativen Luftfeuchten 52, 75 und 92 % die Lebensdauer der Weibchen von *Amblyseius cucumeris* und *Amblyseius agrestis* sowie bei 52 und 75 % relativer Luftfeuchte die Lebensdauer der Männchen von *Amblyseius cucumeris* bei Vorhandensein der Nahrung *Tyrophagus putrescentiae* ermittelt. Die dabei erzielten Ergebnisse zeigt die Tab. 10. Sowohl bei den Weibchen von *Amblyseius*

Tab. 10: Lebensdauer der Adulten von *Amblyseius cucumeris* und *Amblyseius agrestis* bei verschiedenen relativen Luftfeuchten und einer Temperatur von 25 °C mit *Tyrophagus putrescentiae* als Nahrung

relati- ve Luft- feuchte (%)	Art	Ge- schlecht	Lebensdauer in Tagen				
			$\bar{x}$	s	n	Min.	Max.
92	<i>A. cucumeris</i>	♀	50,1	17,6	14	31	84
	<i>A. agrestis</i>	♀	24,5	11,9	21	9	45
75	<i>A. cucumeris</i>	♂	34,0	16,5	31	14	57
	<i>A. cucumeris</i>	♀	39,1	15,3	22	23	64
	<i>A. agrestis</i>	♀	14,2	8,6	30	3	35
52	<i>A. cucumeris</i>	♂	10,0	4,1	28	5	18
	<i>A. cucumeris</i>	♀	19,3	9,3	44	9	39
	<i>A. agrestis</i>	♀	3,4	1,1	33	2	6

*cucumeris* als auch bei den Weibchen von *Amblyseius agrestis* konnte mit steigender relativer Luftfeuchte eine signifikante Zunahme der Lebensdauer beobachtet werden (Abb.6). Ein Vergleich der 3 Arten zeigt, daß die Beeinflussung der Lebensdauer durch die relative Luftfeuchte bei den Weibchen von *Amblyseius agrestis* am geringsten war. Sie hatten auch bei allen 3 relativen Luftfeuchten mit 3,4, 14,2 bzw. 24,5 Tagen die kürzeste Lebensdauer. Demgegenüber lebten die Weibchen von *Amblyseius cucumeris* im untersuchten Luftfeuchtebereich am längsten. Ihre Lebensdauer nahm von 52 % relativer Luftfeuchte mit durchschnittlich 19,3 Tagen über 39,1 Tage bei 75 % relativer Luftfeuchte und 50,1 Tage bei 92 % relativer Luftfeuchte kontinuierlich zu, wie auch die lineare Regressionsfunktion in Abb. 6 zeigt.

Für die Weibchen von *Amblyseius barkeri* ergab sich im untersuchten Luftfeuchtebereich eine signifikant längere Lebensdauer gegenüber *Amblyseius agrestis* ( $\alpha < 0,001$ ) bzw. eine signifikant kürzere Lebensdauer gegenüber *Amblyseius cucumeris* ( $\alpha < 0,001$ ), wie Kovarianzanalysen bewiesen. Die Weibchen von *Amblyseius*

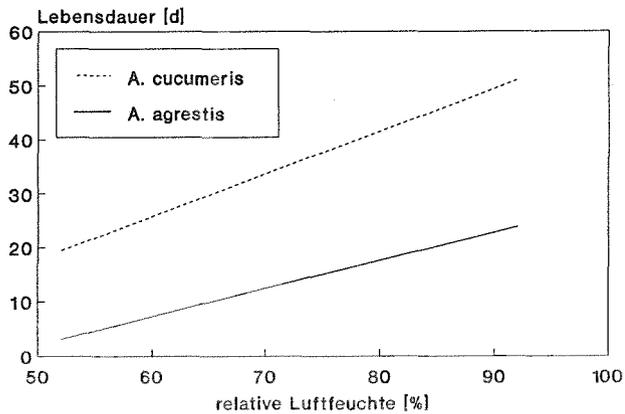


Abb. 6: Einfluß der relativen Luftfeuchte auf die Lebensdauer der Weibchen von *Amblyseius cucumeris* und *Amblyseius agrestis* bei einer Temperatur von 25 °C und der Nahrung *Tyrophagus putrescentiae* (Regressionsgleichungen:

*A. cucumeris*

$$y = -21,6022 + 0,7897x \quad (B = 0,47; \alpha < 0,001)$$

*A. agrestis*

$$y = -23,7230 + 0,5164x \quad (B = 0,53; \alpha < 0,001))$$

*cucumeris* lebten bei 52 % relativer Luftfeuchte durchschnittlich 14,2 Tage und bei 75 % relativer Luftfeuchte sogar 23,2 Tage länger als *Amblyseius barkeri*-Weibchen. Erst bei 92 % relativer Luftfeuchte hatte sich die Differenz zwischen beiden Arten auf 7,2 Tage verkürzt. Demgegenüber lebten *Amblyseius barkeri*-Weibchen bei 52 und 75 % relativer Luftfeuchte nur durchschnittlich 1,7 Tage länger als die Weibchen von *Amblyseius agrestis*. Erst bei 92 % relativer Luftfeuchte hatte sich die Differenz zwischen den beiden Arten auf 18,4 Tage erhöht.

Ein Vergleich aller 3 Arten zeigt weiterhin, daß mit sinkender relativer Luftfeuchte die Abnahme der Lebensdauer bei den Weibchen von *Amblyseius barkeri* am größten war.

Die Männchen von *Amblyseius cucumeris* lebten bei 52 % relativer Luftfeuchte durchschnittlich 10 Tage (Tab. 10). Eine Erhöhung der relativen Luftfeuchte auf 75 % erbrachte eine Verlängerung ihrer Lebensdauer um 24 auf 34 Tage. Damit lebten die Männchen von *Amblyseius cucumeris* bei 52 % relativer Luftfeuchte durchschnittlich 8,2 und bei 75 % relativer Luftfeuchte sogar

28,6 Tage länger als die Männchen von *Amblyseius barkeri*, wie ein Vergleich der Daten der Tab. 9 und 10 zeigt.

Eine statistische Auswertung mittels Welch-Test ergab, daß sowohl die Unterschiede in der Lebensdauer zwischen 52 und 75 % relativer Luftfeuchte bei den Männchen von *Amblyseius cucumeris* als auch die Unterschiede in der Lebensdauer zwischen den Männchen der beiden Arten bei 52 und 75 % relativer Luftfeuchte signifikant sind ( $\alpha < 0,001$ ).

Erste nur wenige Untersuchungen zur Lebensdauer der Männchen von *Amblyseius cucumeris* bei 92 % relativer Luftfeuchte erbrachten Werte, die im Durchschnitt bei 52 Tagen lagen. Für eine statistische Auswertung waren die Ergebnisse jedoch nicht ausreichend. Dennoch deuten sie aber schon darauf hin, daß auch die Männchen von *Amblyseius cucumeris* bei 92 % relativer Luftfeuchte deutlich länger leben als die Männchen von *Amblyseius barkeri*.

#### 4.2.3. Einfluß der Nahrung auf die Lebensdauer der Adulten

Bei 25 °C und den relativen Luftfeuchten 52 sowie 75 % wurde die Lebensdauer der Weibchen von *Amblyseius barkeri* auch noch mit der Nahrung *Tetranychus urticae* ermittelt. Die Ergebnisse der Untersuchungen im Vergleich zur Nahrung *Tyrophagus putrescentiae* zeigt die Tab. 11. Daraus ist zu entnehmen, daß die Weibchen von *Amblyseius barkeri* sowohl bei 75 als auch bei 52 % relativer Luftfeuchte bei Vorhandensein der Nahrung *Tetranychus urticae* signifikant länger lebten.

Tab. 11: Lebensdauer der Weibchen von *Amblyseius barkeri* in Abhängigkeit von der Nahrung bei 75 und 52 % relativer Luftfeuchte sowie einer Temperatur von 25 °C

relati- ve Luft- feuchte (%)	Nahrung	Lebensdauer in Tagen		
		$\bar{x}$	s	n
75	<i>Tetranychus urticae</i>	24,1	6,8	34
	<i>Tyrophagus putrescentiae</i>	15,9	5,5	41
		8,2 ***		
52	<i>Tetranychus urticae</i>	9,9	3,8	29
	<i>Tyrophagus putrescentiae</i>	5,1	1,6	54
		4,8 ***		

\*\*\* Signifikante Unterschiede bei  $\alpha = 0,001$  (Welch-Test)

#### 4.3. Fruchtbarkeit

##### 4.3.1. Einfluß der relativen Luftfeuchte auf die Fruchtbarkeit der Weibchen

Die Ermittlung der Fruchtbarkeit erfolgte zunächst bei einer Temperatur von 25 °C und den relativen Luftfeuchten 92, 75 und 52 % mit *Tyrophagus putrescentiae* als Nahrung. Dabei begannen die Weibchen von *Amblyseius barkeri* bei 92 und 75 % relativer Luftfeuchte am 2. Tag nach der Kopulation mit der Eiablage. Die durchschnittliche Anzahl täglich abgelegter Eier/Weibchen während der gesamten Ovipositionsperiode bei beiden relativen Luftfeuchten zeigt die Abb. 7. Bei 92 % relativer Luftfeuchte legten die Weibchen am 1. Ovipositionstag durchschnittlich 0,9 Eier. Bereits am nächsten Tag konnten 2,2 Eier registriert werden. Im Verlauf der folgenden Tage nahm die tägliche Anzahl abgelegter Eier langsam zu und hatte am 6. Ovipositionstag mit 2,7 ihren Höchstwert erreicht. Ab 7. Ovipositionstag ging sie dann wieder

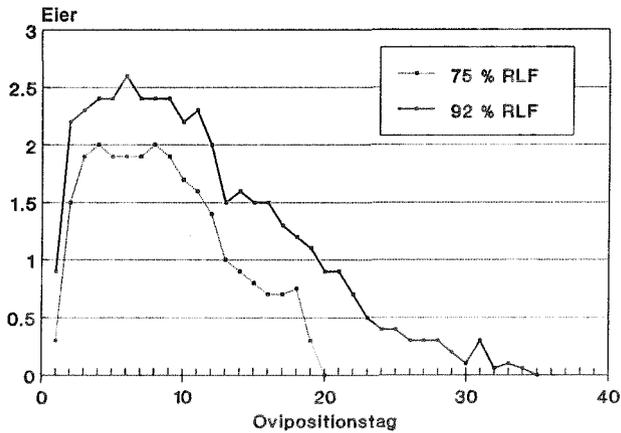


Abb. 7: Durchschnittliche Anzahl täglich abgelegter Eier von *Amblyseius barkeri*-Weibchen während der Ovipositionsperiode bei 92 und 75 % relativer Luftfeuchte sowie einer Temperatur von 25 °C und *Tyrophagus putrescentiae* als Nahrung

langsam zurück und am 12. Ovipositionstag wurden durchschnittlich noch 2,0 Eier/Weibchen gezählt. Danach sank mit zunehmendem Alter der Raubmilben die tägliche Eizahl auf 1,5 am 16., 1,2 am 19., 0,6 am 23. und 0,2 am 30. Ovipositionstag. Die maximale Dauer der Eiablagezeit betrug bei 92 % relativer Luftfeuchte 34 Tage.

Demgegenüber waren bei 75 % relativer Luftfeuchte sowohl die durchschnittliche Anzahl täglich abgelegter Eier als auch die maximale Eiablagezeit geringer. Am 1. Ovipositionstag legten die Weibchen 0,6 und am 2. Ovipositionstag 0,7 Eier weniger als bei 92 % relativer Luftfeuchte. Zwischen dem 3. und 9. Ovipositionstag konnten pro Tag 1,9 bis 2,1 Eier registriert werden, wobei der Höchstwert am 4. Ovipositionstag eintrat. Ab 10. Ovipositionstag nahm dann die tägliche Eizahl wieder kontinuierlich ab und hatte am 19. Ovipositionstag, dem maximal letzten Eiablage-tag bei 75 % relativer Luftfeuchte, den Wert 0,3 erreicht.

Während einer durchschnittlichen Ovipositionszeit von 10,3 Tagen legten die Weibchen von *Amblyseius barkeri* insgesamt 23,6 Eier bei dieser relativen Luftfeuchte. Wurde sie auf 92 % erhöht, erhöhte sich auch die durchschnittliche Ovipositionszeit auf 18,1 Tage und die Gesamtzahl Eier/Weibchen auf 40,8

(Tab. 12). Keine Eiablage erfolgte dagegen bei den Untersuchungen mit 52 % relativer Luftfeuchte.

Tab. 12: Gesamtzahl abgelegter Eier/*Amblyseius barkeri*-Weibchen bei verschiedenen relativen Luftfeuchten und einer Temperatur von 25 °C mit *Tyrophagus putrescentiae* als Nahrung

relative Luftfeuchte (%)	Gesamtzahl Eier/Weibchen				
	$\bar{x}$	s	n	Min.	Max.
92	40,8	16,2	52	10	64
75	23,6	8,7	39	6	38
52	0		42		

Eine Regressionsanalyse ergab, daß die Gesamtzahl abgelegter Eier/Weibchen mit steigender relativer Luftfeuchte signifikant zunahm (Abb. 8). Auch ein Mittelwertvergleich der Ovipositionszeiten bei 92 und 75 % relativer Luftfeuchte mittels Welch-Test führte zu signifikanten Unterschieden ( $\alpha < 0,001$ ).

Im Vergleich zu *Amblyseius barkeri* wurde zunächst die Fertilität von *Amblyseius cucumeris* untersucht. Die Gesamtzahl abgelegter Eier/Weibchen bei 25 °C und den relativen Luftfeuchten 52, 75 und 92 % während einer durchschnittlichen Ovipositionszeit von 17,1, 22,5 und 24,5 Tagen zeigt die Tab. 13. Auch bei dieser Art nahm die Gesamteizahl mit steigender relativer Luftfeuchte signifikant zu, wie die Regressionsfunktion in Abb. 8 veranschaulicht.

Ein Vergleich beider Arten mittels Kovarianzanalyse ergab, daß die Gesamtzahl abgelegter Eier/Weibchen im untersuchten Luftfeuchtebereich bei *Amblyseius cucumeris* signifikant höher war ( $\alpha < 0,001$ ). Während *Amblyseius cucumeris*-Weibchen bei 52 % relativer Luftfeuchte durchschnittlich 16,2 Eier legten, hatten die Weibchen von *Amblyseius barkeri* ihre Eiablage eingestellt. Erhöhte sich die relative Luftfeuchte, nahm die Gesamtzahl abgelegter Eier bei *Amblyseius barkeri* stärker zu als bei *Amblyseius cucumeris*, und der Unterschied zwischen beiden Arten

Tab. 13: Gesamtzahl abgelegter Eier/*Amblyseius cucumeris*-Weibchen bei verschiedenen relativen Luftfeuchten und einer Temperatur von 25 °C mit *Tyrophagus putrescentiae* als Nahrung

relative Luftfeuchte (%)	Gesamtzahl Eier/Weibchen				
	$\bar{x}$	s	n	Min.	Max.
92	42,3	8,2	17	24	55
75	33,9	7,5	22	16	49
52	16,2	6,0	41	6	29

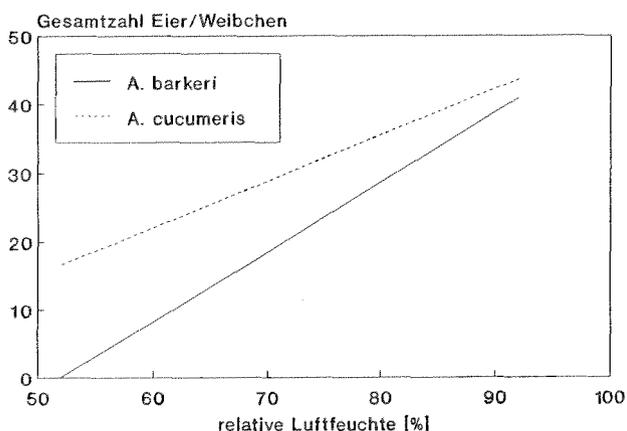


Abb. 8: Einfluß der relativen Luftfeuchte auf die Fertilität der Weibchen von *Amblyseius barkeri* und *Amblyseius cucumeris* bei einer Temperatur von 25 °C und *Tyrophagus putrescentiae* als Nahrung

(Regressionsgleichungen:

*A. barkeri*

$$y = -53,0067 + 1,0203x \quad (B = 0,70; \alpha < 0,001)$$

*A. cucumeris*

$$y = -18,5330 + 0,6758x \quad (B = 0,72; \alpha < 0,001)$$

verkleinerte sich auf 10,3 Eier bei 75 % relativer Luftfeuchte bzw. auf 1,5 Eier bei 92 % relativer Luftfeuchte.

Auch die Weibchen von *Amblyseius cucumeris* begannen am 2. Tag nach der Kopulation mit der Eiablage. Die durchschnittliche Anzahl täglich abgelegter Eier/Weibchen während der gesamten

Ovipositionsperiode bei den relativen Luftfeuchten 92, 75 und 52 % zeigt die Abb. 9. Bei 92 % relativer Luftfeuchte war der Unterschied bezogen auf die Anzahl täglich abgelegter Eier über die gesamte Ovipositionszeit gesehen zwischen den Arten *Amblyseius barkeri* und *Amblyseius cucumeris* gering, wie ein Vergleich der Abb. 7 und 9 zeigt. Der Höchstwert wurde bei *Amblyseius cucumeris* am 9. Ovipositionstag registriert. Er lag bei durchschnittlich 3,1 Eiern/Weibchen, während bei *Amblyseius barkeri* nur ein Höchstwert von durchschnittlich 2,7 Eiern/Weibchen erzielt wurde. Die maximale Dauer der Eiablagezeit betrug bei *Amblyseius cucumeris* 36 Tage und lag somit nur 2 Tage über der von *Amblyseius barkeri*.

Ein Absenken der relativen Luftfeuchte von 92 auf 75 % brachte auch bei *Amblyseius cucumeris* besonders an den Ovipositionstagen 1 und 2 sowie 7 bis 14 einen Rückgang der durchschnittlichen Anzahl täglich abgelegter Eier/Weibchen von 0,4 bis 1,4, während die maximale Dauer der Eiablagezeit mit 35 Tagen annähernd gleich blieb (Abb. 9).

Ein Vergleich zu *Amblyseius barkeri* (Abb.7) bei dieser relativen Luftfeuchte ergab während der Ovipositionstage 1 bis 3 und 7 bis 12 nur geringfügige Unterschiede zwischen den beiden

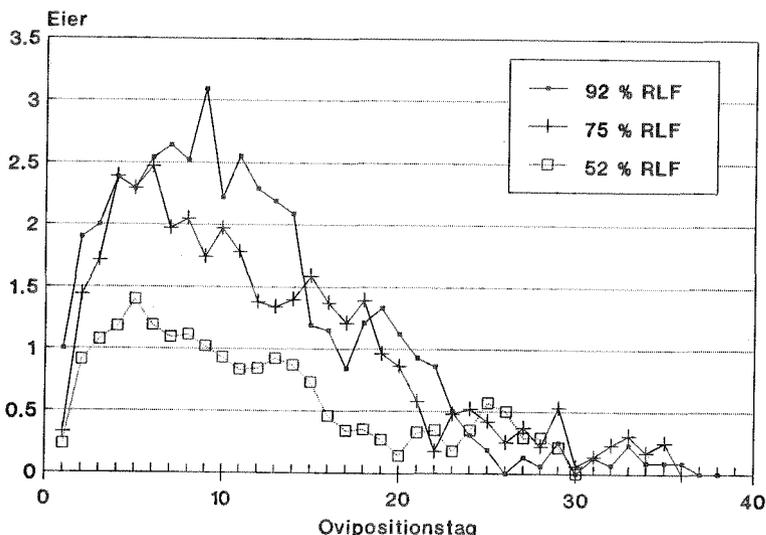


Abb. 9: Durchschnittliche Anzahl täglich abgelegter Eier von *Amblyseius cucumeris*-Weibchen während der Ovipositionsperiode bei 92, 75 und 52 % relativer Luftfeuchte sowie einer Temperatur von 25 °C und *Tyrophagus putrescentiae* als Nahrung

Arten. Dagegen lag die durchschnittliche Anzahl täglich abgelegter Eier bei *Amblyseius cucumeris* an den Ovipositionstagen 4 bis 6 sowie ab 13. Ovipositionstag immer über der von *Amblyseius barkeri*. Die maximale Dauer der Eiablagezeit war bei *Amblyseius cucumeris* mit 35 Tagen fast doppelt so lang wie bei *Amblyseius barkeri*.

Ein weiteres Absenken der relativen Luftfeuchte von 75 auf 52 % führte auch bei *Amblyseius cucumeris* zu einer deutlichen Abnahme der durchschnittlichen Anzahl täglich abgelegter Eier/Weibchen in den ersten 20 Ovipositionstagen (Abb.9). Vom 2. bis 15. Ovipositionstag legten die Weibchen durchschnittlich täglich zwischen 0,7 und 1,4 Eier ab, wobei der Höchstwert am 5. Ovipositionstag erreicht wurde. Ab 16. Ovipositionstag erreichte die durchschnittliche tägliche Eizahl/Weibchen dann nur noch Werte zwischen 0,1 und 0,6. Die maximale Dauer der Eiablagezeit betrug bei 52 % relativer Luftfeuchte 29 Tage.

Die Fruchtbarkeit von *Amblyseius agrestis* bei der Nahrung *Tyrophagus putrescentiae* war bedeutend geringer als die von *Amblyseius barkeri* und *Amblyseius cucumeris*. Bei einer relativen Luftfeuchte von 92 % lag die Gesamtzahl abgelegter Eier/Weibchen bei 13,6, wobei die Werte zwischen den einzelnen Weibchen sehr großen Schwankungen unterlegen waren.

Sank die relative Luftfeuchte auf 75 %, verringerte sich auch die Eizahl auf durchschnittlich 3,3 je Weibchen. Zu keiner Eiablage kam es bei 52 % relativer Luftfeuchte.

#### 4.3.2. Einfluß der Temperatur auf die Fruchtbarkeit der Weibchen

Neben der Standardtemperatur 25 °C wurde die Fruchtbarkeit der Weibchen von *Amblyseius barkeri* auch bei 15 und 35 °C untersucht. Dabei erfolgte die Ermittlung der durchschnittlichen Gesamtzahl abgelegter Eier an 35 bzw. 28 Weibchen bei 90 bzw. 93 % relativer Luftfeuchte und *Tyrophagus putrescentiae* als Nahrung. Die Ergebnisse zeigt die Abb. 10.

Wurde die Temperatur von 25 auf 35 °C erhöht, verringerte sich die Gesamtzahl abgelegter Eier/Weibchen um 17,5 auf 23,3.

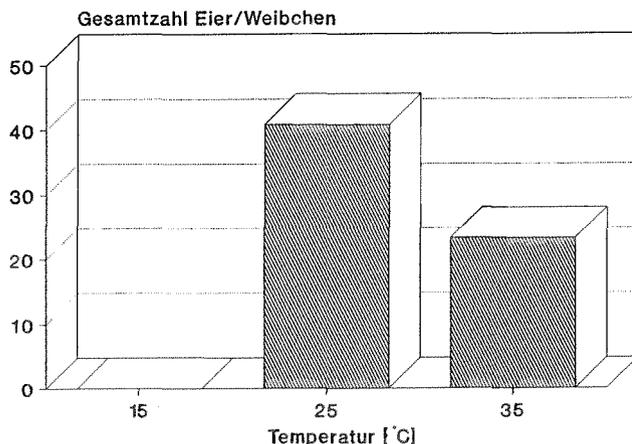


Abb. 10: Durchschnittliche Gesamtzahl abgelegter Eier/*Amblyseius barkeri*-Weibchen bei den Temperaturen 15, 25 und 35 °C sowie einer relativen Luftfeuchte von 90 bis 95 % und *Tyrophagus putrescentiae* als Nahrung

Das Absenken der Temperatur von 25 auf 15 °C hatte zur Folge, daß die Weibchen keine Eier mehr legten. Eine mittels Welch-Test durchgeführte statistische Auswertung ergab signifikante Unterschiede sowohl zwischen 15 und 25 °C als auch zwischen 35 und 25 °C ( $\alpha < 0,001$ ).

Weitere Untersuchungen zeigten, daß 24 befruchtete Weibchen, die die ersten 50 Lebenstage bei 13 bis 15 °C und 93 % relativer Luftfeuchte gehalten wurden, am 3. bis 4. Tag nach Überführung in Klimaschränke mit 25 °C und 92 % relativer Luftfeuchte mit der Eiablage begannen. Die Gesamtzahl der dann durchschnittlich abgelegten Eier/Weibchen lag bei 24,1 und war damit signifikant um 16,7 Eier geringer, als bei Haltung der Weibchen von Beginn an bei 25 °C und 92 % relativer Luftfeuchte (Welch-Test,  $\alpha < 0,001$ ).

Demgegenüber reagierten Weibchen, die am 4. Ovipositionstag der Massenzucht (25 °C und 92 % relativer Luftfeuchte) entnommen und in eine Umgebung mit 15 °C sowie 93 % relativer Luftfeuchte gebracht wurden, mit einem sofortigen Rückgang der Anzahl abgelegter Eier.

### 4.3.3. Einfluß der Nahrung auf die Fruchtbarkeit der Weibchen

Die Eiablageleistung der Weibchen von *Amblyseius barkeri* wurde bei 25 °C und 52 sowie 75 % relativer Luftfeuchte auch mit der Nahrung *Tetranychus urticae* untersucht. Dabei legten die Weibchen bei 75 % relativer Luftfeuchte während einer durchschnittlichen Ovipositionszeit von 16,6 Tagen im Durchschnitt 32,9 Eier.

Ein Vergleich zur Nahrung *Tyrophagus putrescentiae* zeigt eine signifikante Zunahme von 9,3 Eiern/Weibchen, wenn *Tetranychus urticae* gefüttert wurde (Tab.14). Die Eiablage begann auch hier am 2. Tag nach der Kopulation und erstreckte sich über maximal 36 Tage (Abb. 11). Damit war die Eiablagezeit fast doppelt so lang wie bei der Nahrung *Tyrophagus putrescentiae*.

Ein Vergleich der Abb. 7 und 11 zeigt weiterhin, daß die durchschnittliche Anzahl täglich abgelegter Eier bei Fütterung mit *Tetranychus urticae* immer größer war. Die Unterschiede lagen dabei zwischen 0,1 und 0,7 Eiern/Weibchen und Tag.

Tab. 14: Gesamtzahl abgelegter Eier/*Amblyseius barkeri*-Weibchen in Abhängigkeit von der Nahrung bei 75 % relativer Luftfeuchte und einer Temperatur von 25 °C

Nahrung	Gesamtzahl Eier/Weibchen		n
	$\bar{x}$	s	
<i>Tetranychus urticae</i>	32,9	14,8	44
<i>Tyrophagus putrescentiae</i>	23,6	8,7	39
	9,3 ***		

\*\*\* Signifikanter Unterschied bei  $\alpha = 0,001$  (Welch-Test)

Wurden die Weibchen einer relativen Luftfeuchte von 52 % ausgesetzt, konnte bei der Nahrung *Tetranychus urticae* im Gegensatz zur Nahrung *Tyrophagus putrescentiae* Eiablage beobachtet werden. Sie begann auch am 2. Tag nach der Kopulation, war aber über die

gesamte Ovipositionszeit sehr unregelmäßig. Die durchschnittliche Anzahl täglich abgelegter Eier lag zwischen 0,1 und 0,6 während einer maximalen Ovipositionszeit von 11 Tagen.

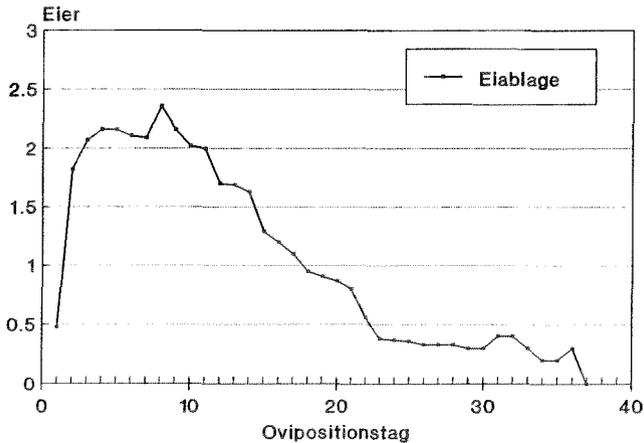


Abb.11: Durchschnittliche Anzahl täglich abgelegter Eier/*Amblyseius barkeri*-Weibchen während der Ovipositionsperiode bei 75 % relativer Luftfeuchte sowie einer Temperatur von 25 °C und *Tetranychus urticae* als Nahrung

Weitere Untersuchungen an 6 Weibchen bei 15 °C und 95 % relativer Luftfeuchte mit *Tetranychus urticae* als Nahrung führten ebenfalls zur Eiablage bei *Amblyseius barkeri*. Die hier beobachteten Adulten waren bereits als Eier diesen Umweltbedingungen ausgesetzt worden. Die Eiablage begann am 32. Tag nach der Kopulation und während einer durchschnittlichen Ovipositionszeit von 45 Tagen wurden je Weibchen im Durchschnitt 14,7 Eier abgelegt.

Beobachtungen an nur wenigen Einzeltieren bei 25 °C und 92 % relativer Luftfeuchte zeigten, daß Pollen von *Vicia fabae* für *Amblyseius barkeri* eine Alternativnahrung darstellt.

#### 4.4. Fraßleistung

Um die Effektivität von *Amblyseius barkeri* zu ermitteln, waren Untersuchungen zur täglichen Fraßleistung der Adulten über ihre gesamte Lebensdauer erfolgt. Die bei 3 verschiedenen Temperaturen und 3 bzw. 2 unterschiedlichen relativen Luftfeuchten für die Weibchen erzielten Ergebnisse zeigt Tab. 15. Dabei fraßen die Weibchen bei 25 °C und 92 % relativer Luftfeuchte durchschnittlich 1,8 adulte *Tetranychus urticae*/Lebenstag. Ein Absenken der relativen Luftfeuchte auf 75 % bei gleicher Temperatur hatte eine signifikante Zunahme der Fraßleistung um 2,6 auf 4,4 adulte Spinnmilben/Lebenstag zur Folge. Wurde die relative Luftfeuchte weiter auf 52 % gesenkt, nahm die durchschnittliche Anzahl täglich gefressener Spinnmilben jedoch wieder signifikant ab. Sie lag mit 3,4 Adulten/Lebenstag aber immer noch deutlich über dem Wert bei 92 % relativer Luftfeuchte.

Im Vergleich zu 25 °C war die Fraßleistung der Weibchen bei 15 °C mit durchschnittlich 0,6 adulten Spinnmilben bei 95 % relativer Luftfeuchte bzw. 0,7 adulten Spinnmilben bei 56 % relativer Luftfeuchte sehr gering. Signifikante Unterschiede zwischen den einzelnen relativen Luftfeuchten, wie bei 25 °C, traten bei 15 °C nicht auf.

Neben den konstanten Temperaturen 15 und 25 °C wurde die Fraßleistung der Weibchen bei der Wechseltemperatur 15/25 °C untersucht. Dabei verzehrten sie bei 95/92 sowie 56/52 % relativer Luftfeuchte mit durchschnittlich jeweils 1,8 adulten *Tetranychus urticae*/Lebenstag genau so viel wie bei 25 °C und 92 % relativer Luftfeuchte. Des Weiteren konnte auch hier mit Absenken der relativen Luftfeuchte von 95/92 auf 77/75 % eine signifikante Zunahme der durchschnittlichen täglichen Fraßleistung ermittelt werden, die jedoch nicht so hoch war wie bei 25 °C. Eine weitere Verringerung der relativen Luftfeuchte auf 56/52 % hatte dagegen mit 1,4 Adulten/Tag einen größeren Rückgang der Fraßleistung im Vergleich zu 25 °C zur Folge.

Eine Varianzanalyse ergab, daß bei den dargestellten Ergebnissen der Einfluß der Temperatur auf die durchschnittliche tägliche Fraßleistung signifikant höher war als der Einfluß der relativen Luftfeuchte ( $\alpha < 0,001$ ).

Tab. 15: Durchschnittliche tägliche Fraßleistung der Weibchen von *Amblyseius barkeri* während ihrer Lebensdauer bei 3 verschiedenen Temperaturen und relativen Luftfeuchten mit adulten *Tetranychus urticae* als Nahrung

Temperatur (°C)	relative Luftfeuchte (%)	gefressene adulte <i>Tetranychus urticae</i> /Lebenstag				
		$\bar{x}$	s	n	Min.	Max.
25	92	1,8 a1)	0,9	19	1,1	3,4
	75	4,4 b	1,3	21	1,6	6,4
	52	3,4 c	0,9	28	1,3	5,8
15	95	0,6 d	0,1	18	0,3	0,7
	56	0,7 d	0,1	16	0,5	0,9
15/25	95/92	1,8 a	0,5	16	1,0	2,7
	77/75	3,2 c	0,8	17	1,8	4,6
	56/52	1,8 a	0,4	21	1,3	2,8

1) Werte mit gleichen Buchstaben unterscheiden sich nicht signifikant bei  $\alpha = 0,05$  (Duncan-Test)

Neben der durchschnittlichen täglichen Fraßleistung, bezogen auf die Gesamtlebensdauer, wurde bei den Weibchen auch die durchschnittliche Fraßleistung einschließlich Eiablage für die einzelnen Lebenstage ermittelt. Die dabei erzielten Ergebnisse veranschaulichen die Abb. 12 bis 19. Wie sie zeigen, war die durchschnittliche Anzahl verzehrter adulter *Tetranychus urticae* an den einzelnen Lebenstagen in Abhängigkeit von Temperatur und relativer Luftfeuchte sehr verschieden. So fraßen die Weibchen bei 25 °C und 92 % relativer Luftfeuchte am 3. und 4. Lebenstag 4,2 bzw. 4,7 adulte Spinnmilben (Abb. 12). Zwischen dem 5. und 9. Lebenstag war die Fraßleistung mit 6,2 bis 6,8 Spinnmilben/Tag am höchsten. Danach nahm sie ab und lag vom 10. bis 13. Lebenstag zwischen den Werten 4,6 und 4,9. Ab dem 14. Lebenstag war ein weiterer starker Rückgang der Fraßleistung auf unter 4 adulte Spinnmilben/Tag und ab dem 20. Lebenstag auf unter 2 adulte Spinnmilben/Tag zu verzeichnen. Mit Beginn des 32. Lebenstages bis zum Ende der Lebensdauer, deren Maximum hier 89 Tage betrug, lag die Anzahl täglich gefressener adulter

*Tetranychus urticae* immer zwischen 0 und 1. Da der Verzehr in diesem Bereich relativ gleichmäßig verlief, erfolgte die Darstellung der Fraßleistung in der Abb. 12 zur Vereinfachung nur bis zum 59. Lebenstag.

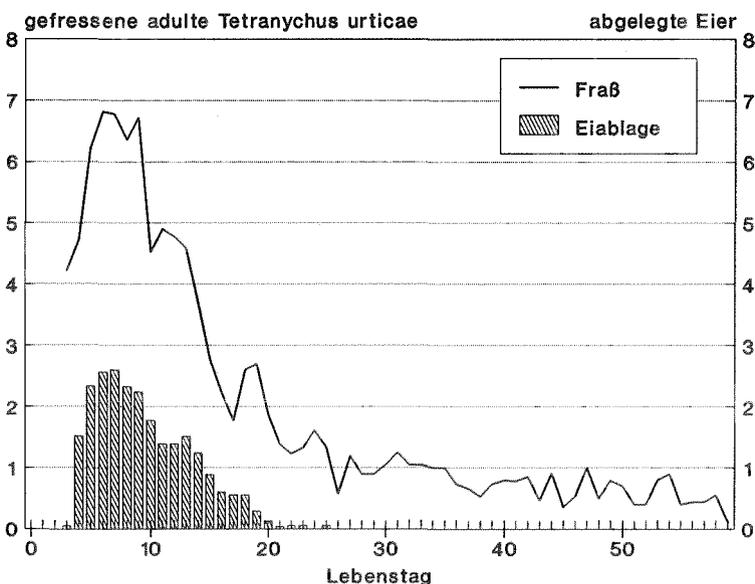


Abb. 12: Durchschnittliche tägliche Fraß- sowie Eiablageleistung der Weibchen von *Amblyseius barkeri* während der Lebensstage 3 bis 59 bei 25 °C und 92 % relativer Luftfeuchte

Wurde die relative Luftfeuchte bei 25 °C von 92 auf 75 % gesenkt, vertilgten die Weibchen am 3. und 4. Lebenstag mit 3,2 bzw. 3,9 adulten Spinnmilben etwa 1 adulte *Tetranychus urticae* weniger als bei 92 % relativer Luftfeuchte (Abb. 13). Danach erhöhte sich die tägliche Fraßleistung und hatte vom 6. bis 14. Lebenstag die Werte 5,0 bis 6,0, wobei der Höchstwert am 13. Tag erreicht war. Ab 15. Lebenstag nahm sie wieder ab auf 2 bis 3 adulte Spinnmilben/Tag während der Lebensstage 17 bis 22 bzw. auf 1 bis 2 adulte Spinnmilben/Tag vom 23. bis 32. Lebenstag.

Ein Vergleich zu 92 % relativer Luftfeuchte zeigt bei 75 % relativer Luftfeuchte eine um 1,2 bis 1,8 adulte *Tetranychus urticae*/Tag geringere Fraßleistung vom 5. bis 9. Lebenstag aber eine um 0,5 bis 1,9 adulte *Tetranychus urticae*/Tag höhere Verzehrquote an den Lebenstagen 10 bis 17.

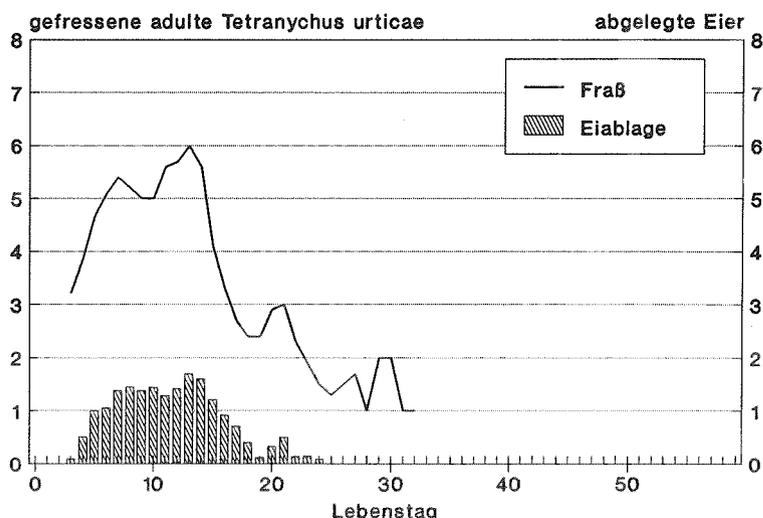


Abb. 13: Durchschnittliche tägliche Fraß- sowie Eiablageleistung der Weibchen von *Amblyseius barkeri* während ihrer maximalen Lebensdauer beginnend am 3. Lebenstag bei 25 °C und 75 % relativer Luftfeuchte

Ganz deutlich war auch hier wieder der bereits im Abschnitt 4.2.2. beschriebene Einfluß der relativen Luftfeuchte auf die Lebensdauer der Adulten zu sehen. So betrug die maximale Lebensdauer bei 75 % relativer Luftfeuchte nur 32 Tage. Damit war sie im Vergleich zu 92 % relativer Luftfeuchte um über 50 Tage kürzer.

Kamen die Weibchen bei 25 °C in Kammern mit 52 % relativer Luftfeuchte, sank ihre Lebensdauer weiter auf maximal 14 Tage (Abb. 14). Während dieser Zeit schwankte ihre Fraßleistung recht gleichmäßig zwischen 2,8 und 4,2 Spinnmilben/Tag.

Damit war die tägliche Fraßmenge bei 52 % relativer Luftfeuchte sowohl im Vergleich zu 92 % relativer Luftfeuchte während des gesamten Versuchszeitraumes um 0,6 bis 3,2 adulte Spinnmilben wie auch gegenüber 75 % relativer Luftfeuchte während der Lebenstage 4 bis 14 um 0,7 bis 2,6 adulte Spinnmilben niedriger.

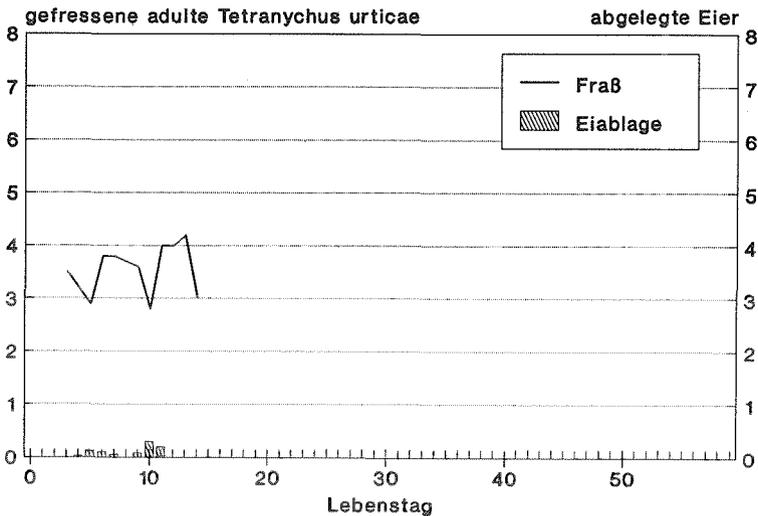


Abb. 14: Durchschnittliche tägliche Fraß- sowie Eiablageleistung der Weibchen von *Amblyseius barkeri* während ihrer maximalen Lebensdauer beginnend am 3. Lebenstag bei 25 °C und 52 % relativer Luftfeuchte

Eine Betrachtung der täglichen Eiablage bei 25 °C und allen 3 relativen Luftfeuchten in den Abb. 12 bis 14 bestätigte die im Abschnitt 4.3.1. beschriebenen Ergebnisse. Die Anzahl täglich abgelegter Eier nahm mit Verringerung der relativen Luftfeuchte ab. Des weiteren zeigen besonders die Darstellungen in den Abb. 12 und 13 deutlich, daß eine enger Zusammenhang zwischen Fraßmenge und Anzahl abgelegter Eier bestand.

Wurde die Temperatur von 25 auf 15 °C herabgesetzt, verringerte sich die tägliche Fraßmenge der Weibchen erheblich (Abb. 15 und 16). Vom 3. bis 20. Lebenstag lag die Anzahl verzehrter adulter Spinnmilben/Tag bei 95 % relativer Luftfeuchte zwischen 0,5 und 1,7 bzw. bei 56 % relativer Luftfeuchte zwischen 0,7 und 1,2. Damit war die Fraßmenge bei beiden relativen Luftfeuchten annähernd gleich. Sie nahm danach bei 95 % relativer Luftfeuchte leicht ab und schwankte vom 21. bis 59. Lebenstag zwischen 0,1 und 0,7 adulten *Tetranychus urticae*/Tag.

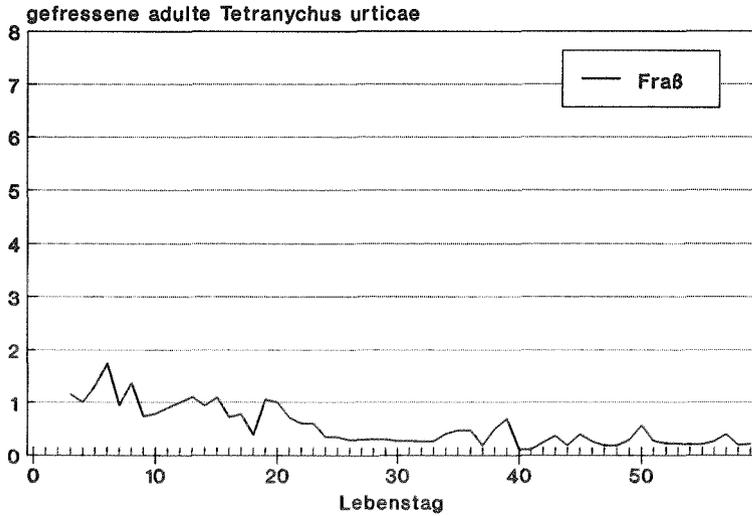


Abb. 15: Durchschnittliche tägliche Fraßleistung der Weibchen von *Amblyseius barkeri* während der Lebensstage 3 bis 59 bei 15 °C und 95 % relativer Luftfeuchte

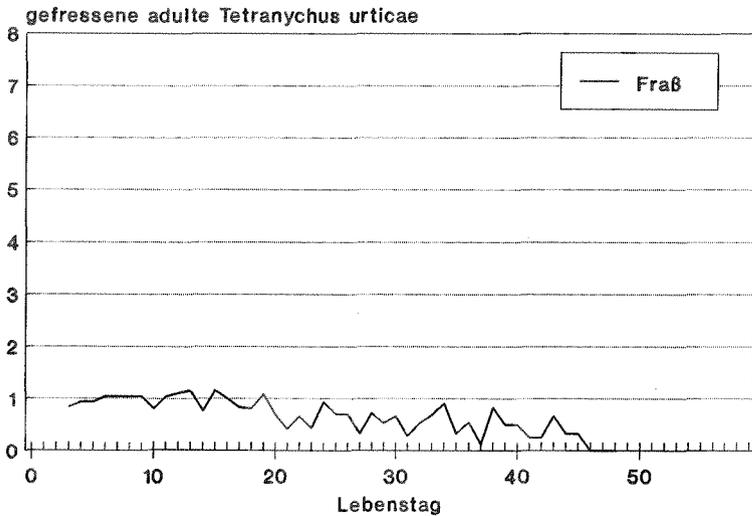


Abb. 16: Durchschnittliche tägliche Fraßleistung der Weibchen von *Amblyseius barkeri* während ihrer maximalen Lebensdauer beginnend am Lebenstag 3 bei 15 °C und 56 % relativer Luftfeuchte

Während der restlichen maximal noch 28 Lebenstage wurde von den Weibchen nur noch ganz vereinzelt Nahrung aufgenommen und so blieb dieser Zeitraum in der Abb. 15 unberücksichtigt.

Bei 56 % relativer Luftfeuchte lag die Fraßleistung der Weibchen vom 21. bis 45. Lebenstag mit 0,3 bis 0,7 adulten Spinnmilben/Tag innerhalb des Bereiches von 95 % relativer Luftfeuchte. Bis zum 48., dem absolut letzten Lebenstag bei 56 % relativer Luftfeuchte, nahmen sie dann keine Nahrung mehr zu sich.

Eine Eiablage konnte bei 15 °C und beiden relativen Luftfeuchten nicht beobachtet werden.

Die Untersuchungen bei der Wechseltemperatur 15/25 °C und den 3 verschiedenen relativen Luftfeuchten 95/92, 77/75 und 56/52 % ergaben die in den Abb. 17 bis 19 dargestellten Ergebnisse. Dabei fraßen die Weibchen bei 95/92 % relativer Luftfeuchte (Abb.17) am 3. und 4. Lebenstag durchschnittlich 1,5 bzw. 1,8 adulte Spinnmilben. Danach nahm die Fraßmenge weiter zu und lag zwischen dem 5. und 25. Lebenstag zwischen 2,2 und 2,9 verzehrten adulten *Tetranychus urticae*/Tag. Ab dem 26. Lebenstag nahm die Anzahl täglich gefressener adulter Spinnmilben mit zunehmendem Alter der Weibchen wieder ab und schwankte bis zum 38. Lebenstag zwischen 1,0 und 2,1 bzw. vom 39. bis 59. Lebenstag zwischen 0,5 und 1,1. Während der anschließenden maximal noch 34 Lebenstage, die in der Abb. 17 nicht mehr dargestellt sind, saugten die Weibchen durchschnittlich täglich nur noch 0,2 bis 0,9 adulte Spinnmilben aus.

Wurde die relative Luftfeuchte bei gleichbleibender Temperatur von 95/92 auf 77/75 % gesenkt, verkürzte sich die maximale Lebensdauer der Weibchen auf 41 Tage (Abb. 18). Dabei fraßen sie bis zum 27. Lebenstag mit durchschnittlich 2,1 bis 4,5 adulten *Tetranychus urticae*/Tag 0,3 bis 1,9 ausgewachsene Spinnmilben mehr als bei 95/92 % relativer Luftfeuchte. Die größten Unterschiede in der Fraßmenge zwischen den beiden relativen Luftfeuchten traten mit 1,3 bis 1,9 adulten Spinnmilben/Tag zwischen dem 9. und 13. Lebenstag auf. Danach betrug die Anzahl täglich ausgesaugter *Tetranychus urticae* 1,0 bis 2,0 und lag damit im Bereich der Fraßmenge bei 95/92 % relativer Luftfeuchte.

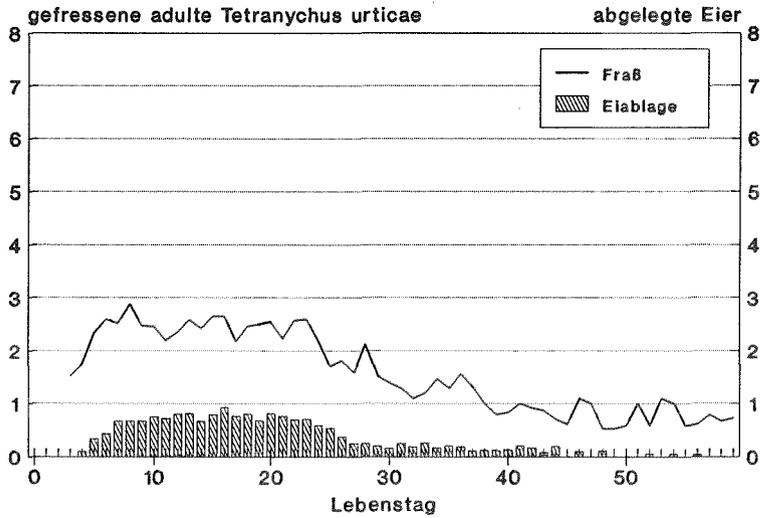


Abb. 17: Durchschnittliche tägliche Fraß- sowie Eiablageleistung der Weibchen von *Amblyseius barkeri* während der Lebens-tage 3 bis 59 bei 15/25 °C und 95/92 % relativer Luftfeuchte

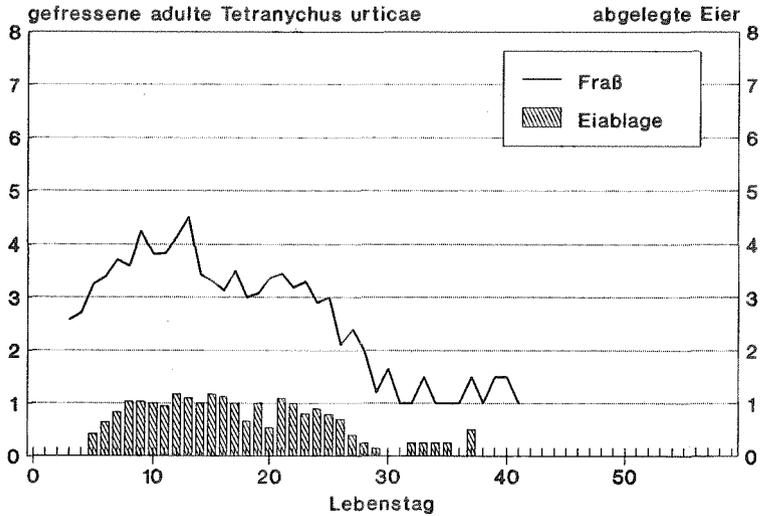


Abb. 18: Durchschnittliche tägliche Fraß- sowie Eiablageleistung der Weibchen von *Amblyseius barkeri* während ihrer maxi-malen Lebensdauer beginnend am Lebenstag 3 bei 15/25 °C und 77/75 % relativer Luftfeuchte

Kamen die Weibchen bei der Wechseltemperatur 15/25 °C in Kammern mit einer relativen Luftfeuchte von 56/52 %, lag ihre Fraßmenge bis zum 27. Lebenstag zwischen 1,3 und 2,4 adulten Spinnmilben/Tag. Damit war sie während dieses Lebensabschnittes im Vergleich zu 95/92 % relativer Luftfeuchte um 0,1 bis 1,4 bzw. zu 77/75 % relativer Luftfeuchte um 0,8 bis 3,0 adulten *Tetranychus urticae*/Tag geringer. Ab dem 28. Lebenstag nahm die Fraßmenge bei 56/52 % relativer Luftfeuchte dann kontinuierlich ab und hatte am 30., dem absolut letzten Lebenstag, den Wert 0 erreicht (Abb.19).

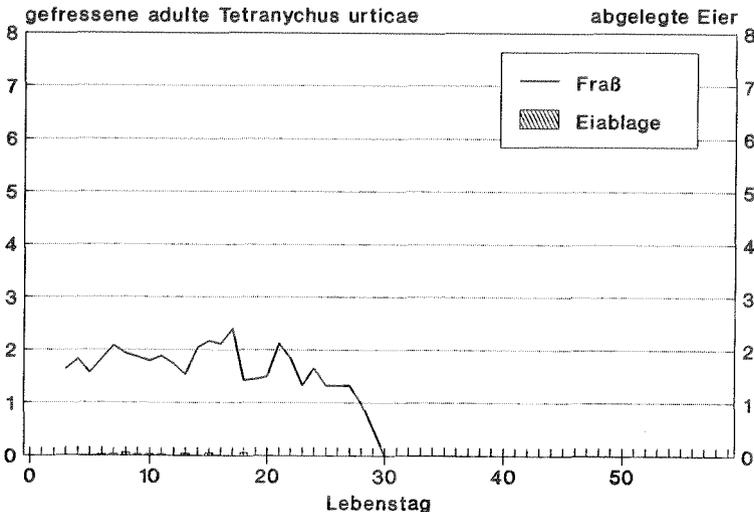


Abb. 19: Durchschnittliche tägliche Fraß- sowie Eiablageleistung der Weibchen von *Amblyseius barkeri* während ihrer maximalen Lebensdauer beginnend am Lebenstag 3 bei 15/25 °C und 56/52 % relativer Luftfeuchte

Eine Betrachtung der Eiablage der Weibchen bei der Wechseltemperatur 15/25 °C und den relativen Luftfeuchten 95/92 sowie 77/75 % zeigte auch hier deutlich den Zusammenhang zwischen Fraßmenge und Anzahl abgelegter Eier (Abb. 17 und 18). Die statistische Auswertung mittels Welch-Test ergab, daß bei dieser Temperatur die durchschnittliche Anzahl täglich abgelegter Eier/Ovipositionstag und Weibchen bei 77/75 % relativer

Luftfeuchte signifikant höher war als bei 95/92 % relativer Luftfeuchte ( $\alpha < 0,01$ ). Demgegenüber bestätigte die sehr geringe Eiablage bei 56/52 % relativer Luftfeuchte die im Abschnitt 4.3.3. dargestellten Ergebnisse.

Die Fraßleistung der *Amblyseius barkeri*-Männchen wurde nur bei 25 °C und den relativen Luftfeuchten 92, 75 und 52 % ermittelt. Wie Tab. 16 zeigt, lag die durchschnittliche Anzahl ausgesaugter adulter *Tetranychus urticae*/Lebenstag je nach relativer Luftfeuchte zwischen 0,7 und 1,5.

Tab. 16: Durchschnittliche tägliche Fraßleistung der *Amblyseius barkeri*-Männchen während ihrer Lebensdauer im Vergleich zu den *Amblyseius barkeri*-Weibchen bei 3 verschiedenen relativen Luftfeuchten und einer Temperatur von 25 °C mit adulten *Tetranychus urticae* als Nahrung

relati- ve Luft- feuchte (%)	Ge- schlecht	gefressene adulte <i>Tetranychus urticae</i> /Lebenstag				
		$\bar{x}$	s	n	Min.	Max.
92	♀	1,8	0,9	19	1,1	3,4
	♂	0,7	0,1	23	0,4	0,9
		-----				
		1,1 ***				
		-----				
75	♀	4,4	1,3	21	1,6	6,4
	♂	1,2	0,3	25	0,8	2,1
		-----				
		3,2 ***				
		-----				
52	♀	3,5	0,9	28	1,3	5,8
	♂	1,5	0,6	25	1,0	3,0
		-----				
		2,0 ***				

\*\*\* Signifikante Unterschiede bei  $\alpha = 0,001$  (Welch-Test)

Die Männchen fraßen unter den gleichen Bedingungen immer signifikant weniger als die Weibchen. Dabei war der Unterschied zwischen den beiden Geschlechtern mit 3,2 adulten Spinnmilben/Lebenstag bei 75 % relativer Luftfeuchte am größten bzw. mit 1,1 adulten Spinnmilben/Lebenstag bei 92 % relativer Luftfeuchte am kleinsten.

Im Ergebnis einer Regressionsanalyse ergab sich weiterhin, daß bei den Männchen von *Amblyseius barkeri* mit sinkender relativer Luftfeuchte die durchschnittliche Anzahl ausgesaugter adulter *Tetranychus urticae*/Lebenstag signifikant zunahm. Dieses belegt die Regressionsfunktion

$$y = 0,71 + 0,00055 \cdot \exp(7,77x) \quad (B = 0,58, \alpha < 0,01),$$

wobei y die durchschnittliche Fraßmenge/Lebenstag und x die relative Luftfeuchte darstellen.

Neben diesen Untersuchungen an erwachsenen *Amblyseius barkeri* wurde bei 13 Männchen und 18 Weibchen die Spinnmilbenmenge ermittelt, die für eine vollständige postembryonale Entwicklung erforderlich ist. Dabei saugten die Männchen bei 25 °C und 92 % relativer Luftfeuchte während ihrer 2 Nymphenstadien durchschnittlich 3,9 adulte *Tetranychus urticae* aus. Bei den Weibchen waren dagegen mit durchschnittlich 5,3 signifikant 1,4 adulte Spinnmilben mehr notwendig, um das Adultenstadium zu erreichen ( $\alpha < 0,01$ , Welch-Test).

## 5. Diskussion

### 5.1. Entwicklung

Die vorliegenden Untersuchungen haben gezeigt, daß neben der Temperatur und der Nahrung vor allem die relative Luftfeuchte für die Entwicklung der Raubmilbe *Amblyseius barkeri* von entscheidender Bedeutung ist.

Um eine durchgehende Entwicklung vom Ei bis zur adulten Raubmilbe zu gewährleisten, bedurfte es einer relativen Luftfeuchte > 90 %. Sie war erforderlich, um den empfindlichen Larven, die keine Nahrung zu sich nehmen, was auch Untersuchungen von BONDE (1989) bestätigten, eine Weiterentwicklung zur Protonymphen zu ermöglichen. Lag die relative Luftfeuchte unter 90 %, starben alle aus den Eiern schlüpfenden Larven.

Eine gleich hohe relative Luftfeuchte wie die Larven von *Amblyseius barkeri*, benötigten auch die Larven von *Amblyseius agrestis*, während die relative Luftfeuchte bei *Amblyseius cucumeris* doch mit 75 % bedeutend geringer sein konnte, um eine Weiterentwicklung der Larven zu Protonymphen sicherzustellen.

Auch die Larven von *Amblyseius agrestis* und *Amblyseius cucumeris* brauchten während ihrer Entwicklung keine Nahrung, womit die Beobachtungen für *Amblyseius cucumeris* von DOSSE (1955) bestätigt wurden.

Temperaturen von 25 bis 30 °C erwiesen sich für die Entwicklung vom Ei bis zur adulten Raubmilbe bei *Amblyseius barkeri* als optimal. Die bei 25 °C und der Nahrung *Tyrophagus putrescentiae* ermittelte Entwicklungsdauer von 5,9 Tagen für beide Geschlechter stimmt gut mit den Ergebnissen anderer Autoren überein. So dauerte die Entwicklung vom Ei bis zur adulten Raubmilbe bei *Amblyseius barkeri* nach Untersuchungen von BEGLJAROV und SUCHALKIN (1983, 1985) sowie BONDE (1989) mit *Thrips tabaci* als Nahrung durchschnittlich 6,0 bzw. 6,2 Tage. LABABIDI und SENGONCA (1988) kamen mit Eiern der Baumwollspinmilbe *Tetranychus cinnabarinus* (BOISD.) als Nahrung auf eine Gesamtentwicklungszeit von 6,5 Tagen. Etwas länger brauchten dagegen die Weibchen von *Amblyseius barkeri* bei KOLODOCKA (1985) mit 9,2 Tagen, wobei 26 °C herrschten und Tetranychiden gefüttert wurden. Bei diesen Untersuchungen dauerte das Proto- und Deutonymphenstadium mit 3,4 bzw. 3,1 Tagen doppelt so lange wie bei den hier dargestellten eigenen Ergebnissen bei 25 °C. Ausschlaggebend für die lange Entwicklungszeit der beiden Nymphenstadien

bei KOLODOČKA (1985) könnte die Nahrungsart, die nicht genau genannt ist, sein.

Generell ist bei *Amblyseius barkeri* eine durchgehende Entwicklung vom Ei bis zur adulten Raubmilbe im Temperaturbereich von 15 bis 35 °C möglich, wie auch Untersuchungen aus der Sowjetunion belegen (BEGLJAROV und SUCHALKIN 1985), wenn *Thrips tabaci* oder *Tetranychus urticae* als Nahrung zur Verfügung stehen.

Ein Vergleich der Gesamtentwicklungszeiten in diesem Temperaturbereich bei Fütterung mit *Thrips tabaci* nach BEGLJAROV und SUCHALKIN (1985) mit den eigenen Ergebnissen bei Fütterung mit *Tyrophagus putrescentiae* zeigt weiterhin, daß die Nahrungsart für die Entwicklungsdauer bei einer optimalen Temperatur von 25 °C unbedeutend war. Erreichte die Temperatur jedoch Extremwerte für die Raubmilben, wie z.B. 15 °C, kam der Nahrung doch eine sehr große Bedeutung zu. So war die Entwicklungszeit bei Thripsernährung im Vergleich zur Entwicklungsdauer bei der Nahrung *Tetranychus urticae* mit 23,1 Tagen um 5 Tage kürzer. *Tyrophagus putrescentiae* erwies sich dagegen als völlig ungeeignete Nahrung für *Amblyseius barkeri* bei 15 °C.

Für die Arten *Amblyseius barkeri* und *Amblyseius cucumeris* ergaben sich unter gleichen Bedingungen, d.h. 25 °C, 92 % relative Luftfeuchte und *Tyrophagus putrescentiae* als Nahrung, die gleichen Entwicklungszeiten für die Weibchen. Dagegen brauchten die Männchen von *Amblyseius cucumeris* mit 6,2 Tagen geringfügig, aber nicht signifikant, länger. Ähnliche Verhältnisse bei *Amblyseius cucumeris* zwischen Männchen und Weibchen beobachtete CASTAGNOLI (1989) mit einer Entwicklungszeit von 7,22 bzw. 7,05 Tagen, wenn *Dermatophagoides farinae* HUGHES gefüttert wurde. Auch LABABIDI und SENGONCA (1988) konnten zwischen den beiden Arten bei gleicher Haltung hinsichtlich Entwicklungsdauer keine signifikanten Unterschiede erkennen. Die von DOSSE (1955) und KOLODOČKA (1985) ermittelten Entwicklungszeiten für *Amblyseius cucumeris* von 6,7 bzw. 6,3 Tagen bei Ernährung mit Tetranychiden bestätigen dieses.

*Amblyseius agrestis* brauchte dagegen im Vergleich zu *Amblyseius barkeri* und *Amblyseius cucumeris* für die Entwicklung vom Ei bis zur adulten Raubmilbe bei Fütterung mit *Tyrophagus putrescentiae* 1,1 Tage länger. Damit entwickelte sich diese Raubmilbenart in den hier dargestellten Ergebnissen aber immer

noch um 1,4 Tage schneller als bei KOLODOČKA (1985), wo Tetranychiden als Nahrung zur Verfügung standen.

## 5.2. Lebensdauer

Die Lebensdauer der Adulten von *Amblyseius barkeri* war abhängig von der Temperatur, der relativen Luftfeuchte sowie dem Nahrungsangebot. Die Weibchen lebten generell länger als die Männchen.

Speziell die Untersuchungen ohne Nahrung haben gezeigt, daß im Temperaturbereich von 15 bis 35 °C sowie einer relativen Luftfeuchte zwischen 50 und 100 % die Lebensdauer sowohl der Männchen als auch der Weibchen mit steigender Temperatur abnahm bzw. mit steigender relativer Luftfeuchte zunahm. So lebten die Männchen und Weibchen bei niedriger relativer Luftfeuchte (50 bis 56 %) durchschnittlich 2,6 bzw. 5,3 Tage bei 15 °C, 1,5 bzw. 2,3 Tage bei 25 °C und weniger als 1 Tag bei 35 °C. War die relative Luftfeuchte dagegen hoch (90 bis 93 %) verlängerte sich die Lebensdauer beider Geschlechter erheblich und betrug 8,7 bzw. 9,8 Tage bei 15 °C, 4,4 bzw. 7,4 Tage bei 25 °C und 2,2 bzw. 3,2 Tage bei 35 °C. Steht keinerlei Nahrung zur Verfügung und liegt die relative Luftfeuchte annähernd bei 100 % können Männchen und Weibchen bei 25 °C immer noch 5,3 bzw. 10,7 Tage leben.

Im Vergleich zu *Amblyseius cucumeris* und *Amblyseius agrestis* wurde die Lebensdauer von *Amblyseius barkeri* bei 25 °C durch ein Absenken der relativen Luftfeuchte im untersuchten Bereich am stärksten reduziert. Die geringsten Veränderungen zeigten sich bei *Amblyseius agrestis*.

Noch deutlicher als bei den Versuchen ohne Futter kam der Einfluß der relativen Luftfeuchte auf die Lebensdauer der Adulten aller 3 Arten bei den Untersuchungen mit der Nahrung *Tyrophagus putrescentiae* zum Ausdruck. Auch hier war mit einer Abnahme der relativen Luftfeuchte die größte Verkürzung der Lebensdauer wieder bei der Art *Amblyseius barkeri* zu verzeichnen. Danach folgte *Amblyseius agrestis*, während die geringsten Veränderungen nun bei *Amblyseius cucumeris* auftraten. Weibchen von *Amblyseius agrestis* lebten bei 92 % relativer Luftfeuchte etwa halb so lange wie diejenigen von *Amblyseius barkeri*

und *Amblyseius cucumeris*, womit die Untersuchungsergebnisse ohne Nahrung bei hoher relativer Luftfeuchte Bestätigung fanden.

In den Bereichen von 75 und 52 % relativer Luftfeuchte hatten die Weibchen von *Amblyseius agrestis* und *Amblyseius barkeri* mit 14,2 und 15,9 bzw. 3,4 und 5,1 Tagen annähernd die gleiche Lebensdauer, während die Weibchen von *Amblyseius cucumeris* doch bedeutend länger lebten. Ihre Lebensdauer war bei 75 % relativer Luftfeuchte um das 1,5fache und bei 52 % relativer Luftfeuchte um das 3fache höher als die von *Amblyseius barkeri*. Der zahlenmäßig größte Unterschied zwischen den Weibchen der beiden Arten trat bei 75 % relativer Luftfeuchte mit 23,2 Tagen auf.

Noch ausgeprägter als bei den Weibchen zeigte sich die Differenz bezüglich der Lebensdauer zwischen den beiden Arten *Amblyseius barkeri* und *Amblyseius cucumeris* bei den Männchen. So konnte für *Amblyseius cucumeris* bei 52 % relativer Luftfeuchte eine 5,6mal und bei 75 % relativer Luftfeuchte eine 6,3mal höhere Lebenserwartung als bei *Amblyseius barkeri* nachgewiesen werden.

Ein Vergleich der hier dargestellten Ergebnisse zur Lebensdauer mit den Daten anderer Autoren ist aus methodischen Gründen schwierig, da sie zwar auch mit konstanter Temperatur, aber nicht mit so konstanten relativen Luftfeuchten gearbeitet haben. Bei BONDE (1989) schwankte die relative Luftfeuchte z.B. zwischen 75 und 95 % und bei LABABIDI und SENGONCA (1988) betrug sie  $60 \pm 10$  %. Nach Beschreibung der Untersuchungsmethoden muß aber davon ausgegangen werden, daß diese genannten relativen Luftfeuchten im Raum vorlagen und die eigentlichen relativen Luftfeuchten, die in unmittelbarer Nähe der Raubmilben auf den Bohnen- bzw. Baumwollblättern herrschten, höher waren. So läßt sich auch die von LABABIDI und SENGONCA (1988) ermittelte nahezu gleiche Lebensdauer von 34,4 bzw. 34,9 Tagen für die Weibchen von *Amblyseius barkeri* und *Amblyseius cucumeris* bei Ernährung mit Eiern der Baumwollspinnmilbe erklären. Damit fand wieder die Aussage Bestätigung, daß bei sehr hohen relativen Luftfeuchten die Unterschiede in der Lebensdauer zwischen den beiden Arten gering sind.

Neben Temperatur und relativer Luftfeuchte hatte auch, wie schon gesagt, die zur Verfügung stehende Nahrung einen Einfluß auf die Lebenserwartung der Raubmilbe *Amblyseius barkeri*. So lebten die Weibchen im Luftfeuchtebereich 52 sowie 75 % und

25 °C bei Fütterung mit *Tetranychus urticae* nahezu doppelt so lange bzw. um ein Drittel länger als bei der Nahrung *Tyrophagus putrescentiae*. Auch BEGLJAROV und SUCHALKIN (1983) beobachteten bei 35 °C einen Unterschied zwischen den Nahrungen *Tetranychus urticae* und *Thrips tabaci*. Dabei lebten jedoch mit *Thrips tabaci* gefütterte Weibchen von *Amblyseius barkeri* mit 6,7 Tagen 5,1 Tage länger.

Die bei BONDE (1989) mit Nymphen von *Thrips tabaci* als Nahrung erreichten Lebenszeiten von 21,2 bzw. 23,4 Tagen für Männchen und Weibchen von *Amblyseius barkeri* bei 25 °C sind im Vergleich zu allen anderen Ergebnissen die niedrigsten.

### 5.3. Fruchtbarkeit

Auch die Fruchtbarkeit von *Amblyseius barkeri* war abhängig von der Temperatur, der relativen Luftfeuchte und der zur Verfügung stehenden Nahrung. 25 bis 30 °C kombiniert mit einer relativen Luftfeuchte  $\geq 90$  % erwiesen sich als optimal. Die bei 25 °C, 92 % relativer Luftfeuchte und *Tyrophagus putrescentiae* als Nahrung erzielten 40,8 Eier/Weibchen liegen im Bereich des von LABABIDI und SENGONCA (1988) ermittelten Wertes von 37,5 bei Fütterung mit *Tetranychus cinnabarinus*-Eiern. BONDE (1989) kam mit Nymphen von *Thrips tabaci* auf eine etwas höhere Gesamtzahl von 47,1 Eiern/*Amblyseius barkeri*-Weibchen.

Generell war eine Eiablage im Temperaturbereich 15 bis 35 °C möglich. Erreichten die Temperaturen aber Extremwerte für *Amblyseius barkeri*, wie 15 und 35 °C, war die Nahrung für eine Eiproduktion entscheidend. Dieses belegen die eigenen Ergebnisse bei 15 °C sowie Untersuchungen von BEGLJAROV und SUCHALKIN (1983) bei 35 °C, wo mit *Thrips tabaci* gefütterte *Amblyseius barkeri*-Weibchen mit 3,4 Eiern/Tag durchschnittlich 1,9 Eier/Tag mehr ablegten als diejenigen Weibchen, die mit *Tetranychus urticae* gefüttert wurden.

Die Nahrungsart erwies sich auch bei nicht optimalen bzw. für *Amblyseius barkeri* sehr geringen relativen Luftfeuchten als bedeutungsvoll. So war bei 75 % relativer Luftfeuchte sowohl die tägliche Eiablage als auch die Gesamtzahl abgelegter Eier/ Weibchen bei Fütterung mit *Tetranychus urticae* im Vergleich zu *Tyrophagus putrescentiae* höher. Gleiche Verhältnisse ergaben sich auch bei 52 % relativer Luftfeuchte, wo bei der Nahrung *Tyro-*

*phagus putrescentiae* keine Reproduktion mehr auftrat, während mit *Tetranychus urticae* gefütterte *Amblyseius barkeri*-Weibchen zwar nur wenig, aber immer noch Eier ablegten.

Die Art *Amblyseius barkeri* hatte im Vergleich zur Art *Amblyseius cucumeris* unter den gleichen Bedingungen (25 °C, 52 bis 92 % relative Luftfeuchte und *Tyrophagus putrescentiae* als Nahrung) immer eine geringere Gesamtzahl Eier/Weibchen. Die Unterschiede zwischen den beiden Arten lagen bei 1,5 bis 16,2 Eiern/Weibchen, wobei die Differenz bei 92 % relativer Luftfeuchte am kleinsten war und sich mit sinkender relativer Luftfeuchte kontinuierlich vergrößerte. Dieses war auf den stärkeren Rückgang der Eiproduktion bei *Amblyseius barkeri* zurückzuführen.

Eine Berechnung der durchschnittlichen Eiablage/Ovipositionstag und Weibchen erfolgte nicht, da diese Aussage zu falschen Schlußfolgerungen führen kann, wie eine Gegenüberstellung von Ergebnissen bei 75 % relativer Luftfeuchte und 25 °C zeigt. So ergäbe sich nach den erzielten Resultaten für Weibchen von *Amblyseius barkeri* bei Fütterung mit *Tetranychus urticae* für die durchschnittliche tägliche Eiablage ein Wert von 2,0 und bei Fütterung mit *Tyrophagus putrescentiae* ein Wert von 2,3. Dieses würde bedeuten, daß bei der Nahrung *Tyrophagus putrescentiae* mehr Eier abgelegt werden. Eine Betrachtung der Abb. 7 und 11 zeigt aber, daß diese Aussage falsch ist. Mit *Tyrophagus putrescentiae* gefütterte Weibchen von *Amblyseius barkeri* legten während ihrer gesamten Ovipositionszeit täglich weniger Eier als diejenigen, die mit *Tetranychus urticae* ernährt wurden. Weibchen, die *Tetranychus urticae* als Futter angeboten bekamen, hatten jedoch eine um durchschnittlich 61 %, d.h. 6,3 Tage, längere Ovipositionsperiode, die für den geringeren Wert von 2,0 Eiern/Tag und Weibchen verantwortlich ist.

Ein Vergleich der beiden Arten *Amblyseius barkeri* und *Amblyseius cucumeris* unter den gleichen wie oben genannten klimatischen Bedingungen bei Ernährung mit *Tyrophagus putrescentiae* veranschaulicht diesen Sachverhalt noch deutlicher. Aufgrund einer um über das Doppelte längeren durchschnittlichen Ovipositionsperiode der *Amblyseius cucumeris*-Weibchen ergäbe sich eine um 0,8 Eier/Tag geringere Eiproduktion als bei *Amblyseius barkeri*, während ein direkter Vergleich der durchschnittlichen Anzahl abgelegter Eier/Ovipositionstag an einigen Tagen Gleichheit zwischen den beiden Arten bzw. in der Mehrzahl der Tage eine höhere Eiproduktion bei *Amblyseius cucumeris* erkennen ließ.

Unter Beachtung dieser Zusammenhänge entsprechen die von DOSSE (1955), EL-BADRY und ZAHER (1961), BEGLJAROV und SUCHALKIN (1983) sowie BONDE (1989) ermittelten durchschnittlichen täglichen Eiablagerraten bei *Amblyseius barkeri* und *Amblyseius cucumeris* den hier dargestellten Ergebnissen. Somit können die von BEGLJAROV und SUCHALKIN (1983) sowie BONDE (1989) nur ausgehend von der täglichen Eiablagerrate getroffenen Schlußfolgerungen, daß *Amblyseius barkeri* eine höhere Eiablageleistung als *Amblyseius cucumeris* hat, nicht aufrechterhalten werden. Die hier dargestellten Ergebnisse und Zusammenhänge beweisen das Gegenteil, und sie zeigen, daß die Fertilität einer Art nicht nur ausgehend von der durchschnittlichen Eiablage/Ovipositionstag beurteilt werden darf, sondern sie immer in Verbindung mit der Ovipositionszeit und der Gesamtzahl abgelegter Eier gesehen werden muß.

Die Fertilität von *Amblyseius agrestis* mit der Nahrung *Tyrophagus putrescentiae* erwies sich selbst unter für die Raubmilbe optimalen Temperatur- und Luftfeuchtebedingungen als sehr gering im Vergleich zu den Arten *Amblyseius barkeri* und *Amblyseius cucumeris*. Eine Massenzucht mit *Tyrophagus putrescentiae* als Grunlage erscheint deshalb als wenig effektiv.

Ein Vergleich der hier dargestellten Werte für die Fruchtbarkeit sowie auch Entwicklungs- und Lebensdauer der oligophagen Raubmilbe *Amblyseius barkeri* mit den für die monophage Art *Phytoseiulus persimilis* vorliegenden Angaben von BRAVENBOER und DOSSE (1962), BEGLJAROV (1967), LAING (1968), BARTKOWSKI und PRUSZYNSKI (1973), PRUSZYNSKI (1974, 1976, 1980), SHIH und SHIEH (1979), SABELIS (1981) sowie BADI und MCMURTRY (1984) ergab eine bedeutend höhere Fertilität und eine etwas kürzere Entwicklungsdauer für *Phytoseiulus persimilis*, während die Lebensdauer beider Arten annähernd gleich war. Zu diesem Ergebnis kamen gleichfalls LABABIDI und SENGONCA (1988) im direkten Vergleich von *Amblyseius barkeri* und *Phytoseiulus persimilis* unter gleichen Bedingungen. BEGLJAROV (1967) sowie SHIH und SHIEH (1979) beobachteten auch bei *Phytoseiulus persimilis* eine Abnahme der Fruchtbarkeit mit sinkender relativer Luftfeuchte.

#### 5.4. Fraßleistung

Neben der Entwicklungs- und Lebensdauer sowie der Fertilität eines Räubers ist vor allem deren Wirksamkeit von entscheidender Bedeutung. Sie wird nach RABBINGE (1975) als die Zahl der pro Zeiteinheit erbeuteten Schädlinge definiert.

Die Untersuchungen zur Effektivität zeigten, daß die Raubmilben der Art *Amblyseius barkeri* vorrangig die beweglichen Stadien von *Tetranychus urticae* verzehrten, wobei sie in der Regel die Jugendstadien zuerst attackierten. Frisch abgelegte Eier, die *Phytoseiulus persimilis* bevorzugt (OHNESORGE, 1981), wurden von *Amblyseius barkeri* nur sehr selten genommen, wenn sie wählen konnten.

Die tägliche Fraßmenge hing ab von der Temperatur und der relativen Luftfeuchte sowie dem Geschlecht und dem Alter der Raubmilben. Die Weibchen saugten generell mehr adulte Spinnmilben aus als die Männchen. Auch die tägliche Verzehrquote der Nymphen lag über der der Männchen. Eine schrittweise Verringerung der relativen Luftfeuchte hatte bei den Männchen immer eine Zunahme der Fraßmenge zur Folge. So erbrachte eine relative Luftfeuchte von 52 % mit durchschnittlich 1,5 ausgesaugten adulten *Tetranychus urticae*/Lebenstag eine Verdoppelung der täglich verzehrten Spinnmilbenzahl im Vergleich zu 92 % relativer Luftfeuchte.

Bei den Weibchen von *Amblyseius barkeri* zeigte sich deutlich, daß die Fraßmenge in erster Linie von der Temperatur abhängt und in engem Zusammenhang mit der jeweils herrschenden relativen Luftfeuchte gesehen werden muß. Die durchschnittliche Anzahl verzehrter adulter *Tetranychus urticae*/Lebenstag nahm mit sinkender Temperatur ab, während ein Rückgang der relativen Luftfeuchte auf 75 % immer eine deutliche Zunahme der Fraßmenge bewirkte. Ein weiteres Absenken der relativen Luftfeuchte auf für die Raubmilben ungünstige 52 bis 56 % führte dagegen wieder zu einer Abnahme der Verzehrquote.

Im Gegensatz zu den Männchen war die tägliche Anzahl ausgesaugter *Tetranychus urticae*/Weibchen unter für die Raubmilbe *Amblyseius barkeri* günstigen Temperatur- und Luftfeuchtebedingungen über die gesamte Lebensdauer gesehen großen Schwankungen unterlegen (Abb. 12 und 13). Während der Ovipositionsperiode fraßen die Weibchen am meisten. Es zeigte sich ein deutlicher Zusammenhang zwischen der Verzehrquote und der Eiablageleistung.

Je höher die Anzahl ausgesaugter adulter Spinnmilben war, um so mehr Eier wurden je Weibchen abgelegt. Die höchste Fraßmenge ergab sich in den Untersuchungen bei 25 °C und 92 % relativer Luftfeuchte an den Lebenstagen 5 bis 9 mit 6 bis 7 ausgesaugten adulten *Tetranychus urticae*. War die Eiablage beendet, nahmen die Weibchen nur noch sehr wenig Nahrung zu sich (Abb. 12).

Ein zeitweises Absenken der Temperatur von 25 °C auf 15 °C führte bei hoher relativer Luftfeuchte zu keiner Verringerung der durchschnittlichen täglichen Fraßmenge bezogen auf die Gesamtlebensdauer. Jedoch lag die Anzahl der verzehrten Spinnmilben bis zum 14. Lebenstag bei konstanten 25 °C deutlich über der Wechseltemperatur und nach dem 15. Lebenstag in den meisten Fällen unter der Wechseltemperatur, wie eine Gegenüberstellung der Abb. 12 und 17 veranschaulicht. Die gleichen Verhältnisse zwischen den Temperaturen zeigten sich bei 75 bis 77 % relativer Luftfeuchte hinsichtlich Fraßmenge an den einzelnen Lebenstagen (Abb. 13 und 18), wobei die durchschnittliche tägliche Verzehrquote bezogen auf die Gesamtlebensdauer doch bei 25 °C um 1,2 adulte *Tetranychus urticae* höher war. Demgegenüber lag bei 52 bis 56 % relativer Luftfeuchte sowohl die Anzahl ausgesaugter Spinnmilben an den einzelnen Lebenstagen als auch die durchschnittliche tägliche Fraßmenge während der gesamten Lebensdauer bei 25 °C immer deutlich über den Werten der Wechseltemperatur 15/25 °C.

Ganz wenig Nahrung benötigten die Weibchen von *Amblyseius barkeri* bei 15 °C, wobei die relative Luftfeuchte für die Nahrungsmenge hier unbedeutend war und nur, wie bei den anderen Temperaturen auch und schon genannt, einen Einfluß auf die Lebensdauer hatte. Da die Raubmilbenweibchen bei 15 °C keine Eier ablegten, brauchten sie nur die Nahrungsmenge aufzunehmen, die erforderlich ist, um zu überleben.

Ein Vergleich der hier dargestellten Fraßleistungen für *Amblyseius barkeri* mit dem für *Phytoseiulus persimilis* vorliegenden Beuteverzehr von BRAVENBOER und DOSSE (1962), MORI und CHANT (1966 a), BEGLJAROV (1967), LAING (1968), LAING und OSBORNE (1974), PRUSZYNSKI (1976), AMANO und CHANT (1977), SHIH und SHIEH (1979) sowie LABABIDI und SENGONCA (1988) ergab eine deutlich geringere Effektivität gegenüber *Tetranychus urticae* bei der oligophagen Art. Auch bei *Phytoseiulus persimilis* nahm die durchschnittliche tägliche Fraßmenge mit sinkender relativer Luftfeuchte zu (MORI und CHANT 1966 a und b, BEGLJAROV 1967).

Dieses bestätigte die von FORCE (1967) aufgestellte Theorie, daß eine hohe relative Luftfeuchte nicht unbedingt zur Lebensvoraussetzung für Raubmilben gehören muß, sondern die Raubmilben durch verstärkte Nahrungsaufnahme in der Lage sind, für sie nicht optimale Luftfeuchtebedingungen auszugleichen.

Die so noch gut zu tollerierenden relativen Luftfeuchten sind für die einzelnen Raubmilbenarten aber nicht gleich. Während bei den Weibchen von *Phytoseiulus persimilis* unter optimalen Temperaturbedingungen die Fraßmenge mit sinkender relativer Luftfeuchte bis 50 % nach BEGLJAROV (1967) sowie SHIH und SHIEH (1979) zunahm, war bei den *Amblyseius barkeri*-Weibchen, wie oben beschrieben, eine Erhöhung der Fraßmenge nur bis zu einer relativen Luftfeuchte von 75 % zu beobachten. Eine weitere Reduzierung auf 52 % relativer Luftfeuchte brachte dagegen wieder eine Verringerung der Verzehrmenge.

Ausgehend von diesen Gegenüberstellungen kann gesagt werden, daß die Raubmilbenart *Amblyseius barkeri* weniger gut relative Luftfeuchten unter 75 % tollert als *Phytoseiulus persimilis*. Dagegen verträgt die oligophage Art *Amblyseius cucumeris* relative Luftfeuchten im Bereich von 50 bis 75 % ähnlich gut wie *Phytoseiulus persimilis*, was die Untersuchungsergebnisse zur Entwicklungs- und Lebensdauer sowie Fertilität belegen. Auch nach KARG (1989) kann *Amblyseius cucumeris* seinen Wasserhaushalt besser regulieren als *Amblyseius barkeri*.

Hinsichtlich Fraßleistung unterliegt *Amblyseius barkeri* ebenfalls *Amblyseius cucumeris*, wenn Spinnmilben (DOSSE 1955, LABABIDI und SENGONCA 1988) bzw. die Thripsarten *Thrips tabaci* (BAKKER und SABELIS 1989) und *Frankliniella occidentalis* (SENGONCA und BENDIEK 1988) als Nahrung zur Verfügung stehen.

## 6. Schlußfolgerungen für den Einsatz in der Unterglasproduktion

Die oligophage Raubmilbe *Amblyseius barkeri* sollte zur biologischen Bekämpfung von Thripsen und Spinnmilben im Unterglasanbau nur bei Pflanzenarten eingesetzt werden, die bei Temperaturen  $> 20\text{ }^{\circ}\text{C}$  und relativen Luftfeuchten  $> 70\%$  kultiviert werden. Als besonders geeignet erscheinen da Gurken. Dennoch waren auch in dieser Kultur, wie einleitend schon gesagt, die in den letzten 10 Jahren erzielten Bekämpfungserfolge mit *Amblyseius barkeri*, vor allen Dingen gegen *Thrips tabaci*, sehr großen Schwankungen unterlegen. Die Gründe für die teilweise sehr guten (RAMAKERS 1980, RAMAKERS und LIEBURG 1982, BONDARENKO 1987, POPOV u.a. 1987, HANSEN 1988 und 1989, TIITTANEN und MARKKULA 1989, ALBERT 1990), aber andererseits nur befriedigenden bis schlechten Ergebnisse in Gurken (RAVENSBERG u.a. 1983, HANSEN und GEYTI 1987, STENSETH 1986, ALBERT 1987, RAVENSBERG und ALTENA 1987, HANSEN 1988 und 1989) sind vielfältig und dürfen nicht losgelöst voneinander betrachtet werden.

Erdkulturen eignen sich wegen der allgemein höheren relativen Luftfeuchte besser für *Amblyseius barkeri* als der Anbau von Gurken in Steinwolle. Ist die relative Luftfeuchte für die Raubmilben nicht optimal, reagieren sie sofort. Ihre Aktivität nimmt zu und bis zu einer gewissen Luftfeuchte werden die ungünstigen Bedingungen durch zusätzliche Nahrungsaufnahme ausgeglichen. Während die Larven in der Regel sterben, so verlassen die Nymphen, aber besonders die Adulten, die Pflanzen und ziehen sich bei der Erdkultur in die obere Bodenschicht zurück, wo sie günstigere Luftfeuchtebedingungen und meistens Nahrung vorfinden, was ein Weiterleben ermöglicht. Dieses dürfte in Steinwollekulturen wegen der Nährlösung kaum oder nur bedingt möglich sein.

Kommt zu den nicht optimalen Luftfeuchtebedingungen noch ein geringes Angebot bzw. ein völliges Fehlen geeigneter Nahrung hinzu, erhöht sich die Wahrscheinlichkeit eines schnellen Abwanderns der Raubmilben. Als gut geeignete Nahrung für *Amblyseius barkeri* in Gurken gelten alle beweglichen Stadien von *Tetranychus urticae* sowie nur das 1. Larvenstadium von *Thrips tabaci*. Adulte Thripse werden nicht und das 2. Larvenstadium nur sehr selten erfolgreich attackiert (BAKKER und SABELIS 1986 und 1987, KAJITA 1986). So ist die Zusammensetzung der vorhandenen Thripspopulation beim Einsatz von *Amblyseius barkeri* besonders

wichtig, denn obwohl sie allgemein hoch sein kann, muß für *Amblyseius barkeri* aber keine geeignete Beute zur Verfügung stehen. Fehlt Nahrung greifen die älteren Entwicklungsstadien der Raubmilbe auch ihre eigenen jüngeren Entwicklungsstadien an.

Bedingt durch die recht hohen Ansprüche, die *Amblyseius barkeri* an die relative Luftfeuchte stellt, und das nicht zur Verfügung stehen von alternativer oder zusätzlicher Nahrung auf den Pflanzen, ist es nahezu aussichtslos, diese Raubmilbenart mit einer einmaligen Freisetzung über längere Zeit vorbeugend gegen Spinnmilben und Thripse auf den Gurkenblättern zu halten. In der Erdkultur besteht jedoch die Möglichkeit, gleich nach dem Pflanzen der Gurken *Amblyseius barkeri* auf die Dämme zu streuen, wo sie optimale Lebensbedingungen und auch Nahrung vorfinden, um so die ersten über den Boden auf die Pflanzen wandernden Spinnmilben abzufangen. Aufwandmengen von 400 Raubmilben je laufenden Meter Pflanzreihe erbrachten eine deutliche Verzögerung des Erstbefalls (KARG u.a. 1989). Weiterhin wird mit dieser Behandlung einer eventuellen Vermehrung von Modernmilben im Erdsubstrat entgegengewirkt, die bei Massenaufreten an den Gurkenpflanzen Schäden verursachen können. Auch die im Boden lebenden Nymphenstadien der Thripse werden möglicherweise von *Amblyseius barkeri* als Nahrung genommen.

Die Wahrscheinlichkeit, daß die Vertreter der Art *Amblyseius barkeri* vom Boden aus die gesamten Pflanzen besiedeln, erscheint sehr gering. Sie werden den Boden, der ihnen optimale Lebensbedingungen bietet, sicher nur dann verlassen und auf die Pflanzen übergehen, wenn die eigene Dichte im Boden zu groß wird bzw. Nahrungsmangel herrscht.

Eine Freilassung von *Amblyseius barkeri* auf die Pflanzen sollte deshalb sofort nach dem ersten Auftreten von Thripsen oder Spinnmilben erfolgen. Dabei sind die Raubmilben gleichmäßig über den gesamten Pflanzenbestand so zu verteilen, daß die Mehrzahl der Blätter anschließend einen Besatz von 1 bis 2 Nymphen bzw. adulten *Amblyseius barkeri* aufweist. Diese hohen Einsatzmengen machen sich wegen der geringen Effektivität dieser oligophagen Raubmilbenart erforderlich. Besonders zur Bekämpfung von *Thrips tabaci* haben sich Wiederholungsbehandlungen bewährt, wobei die Anzahl und die Abstände zwischen den einzelnen Freilassungen vom Befallsdruck abhängen (HANSEN 1989, LINDQVIST und TIITANEN 1989). Nimmt die Anzahl der Spinnmilben zu, ist

*Amblyseius barkeri* generell durch *Phytoseiulus persimilis* zu ersetzen.

Nach Untersuchungen von LINDQVIST (1990) kann *Amblyseius barkeri* auch gegen *Frankliniella occidentalis* in Gurken eingesetzt werden. Da diese Thripsart für *Amblyseius barkeri* aber nur eine Zusatznahrung darstellt (SENGONCA und BENDIEK 1988), dürften gute Bekämpfungserfolge gegenüber *Frankliniella occidentalis* nur mit hohen und wiederholten Freilassungen von *Amblyseius barkeri* in maximal wöchentlichen Abständen möglich sein. Geeigneter als *Amblyseius barkeri* erscheint deshalb zur Bekämpfung von *Frankliniella occidentalis* die Raubmilbenart *Amblyseius cucumeris*, da sie sich auch mit dieser Thripsart als Nahrung vermehren kann (SENGONCA und BENDIEK 1988, GILLESPIE und RAMEY 1988).

Treten beide Thripsarten in den Gurkenbeständen auf, sollte generell *Amblyseius cucumeris* eingesetzt werden. Auch beim ausschließlichen Auftreten von *Thrips tabaci*, vor allen Dingen in Steinwollekulturen, ist *Amblyseius cucumeris* wegen der geringeren Luftfeuchteansprüche *Amblyseius barkeri* vorzuziehen. Dieses belegen positive Untersuchungsergebnisse von ELLIOTT u.a.(1987), HOMBURG und HUBERT (1987), BENNISON (1988) und GILLESPIE (1989) sowie STEINER und TELLIER (1990) mit *Amblyseius cucumeris*. Des weiteren zeigen diese Veröffentlichungen, daß in Gurken in der Regel auch eine einmalige Freilassung von *Amblyseius cucumeris* nicht ausreichend ist. Mehrmalige Behandlungen machen sich erforderlich, da auf den Gurkenpflanzen eine weitere zusätzliche Nahrungsquelle, die die Nützlingspopulation erhält, fehlt, wenn keine geeignete Spinnmilben- und Thripsnahrung mehr vorhanden ist.

Für Paprikabestände gilt *Amblyseius cucumeris* generell als die geeignetere Art. Sie kann sich im Gegensatz zu *Amblyseius barkeri* von Paprikapollen entwickeln und vermehren, wenn keine oder nur wenig Thripse und Spinnmilben vorhanden sind (ALTENA und RAVENSBERG 1990, RAMAKERS 1990, RIJN und SABELIS 1990), und sich so, wie in den zurückliegenden Jahren beobachtet (RAMAKERS 1983, 1987, 1988; KLERG und RAMAKERS 1986; RAVENSBERG und ALTENA 1987), besser im Bestand etablieren als *Amblyseius barkeri*. In der Regel ist eine Freilassung von *Amblyseius cucumeris* je Anbausaison ausreichend, wenn die Paprikapflanzen begonnen haben zu blühen.

Ausgehend von diesen Darstellungen für Gurke und Paprika muß geschlußfolgert werden, daß allgemeine Empfehlungen für den

Einsatz von *Amblyseius barkeri* und auch *Amblyseius cucumeris* zur biologischen Bekämpfung von Thripsen und Spinnmilben im Unterglasanbau nur bedingt möglich sind.

Um vor allen Dingen eine optimale Thripsbekämpfung zu ermöglichen, müssen für jede Kultur gesonderte Einsatzrichtlinien erarbeitet werden, die alle für die jeweilige Raubmilbenart günstigen und ungünstigen kulturspezifischen Gegebenheiten (z.B. zusätzliche Nahrungsquellen, Temperatur, relative Luftfeuchte) berücksichtigen. Nur so kann die auch bei den einzelnen Zierpflanzenarten bisher nur befriedigende bis unbefriedigende Thripsbekämpfung (ALBERT 1990) mit den oligophagen Raubmilbenarten *Amblyseius barkeri* und *Amblyseius cucumeris* verbessert werden. Um diese Richtlinien besonders für Zierpflanzen zu erstellen, bedarf es aber zunächst weiterer Aktivitäten auf dem Gebiet der Grundlagenforschung.

## 7. Zusammenfassung

Für die in Gewächshäusern zur biologischen Bekämpfung von Thripsen zum Einsatz kommenden oligophagen Raubmilbenarten *Amblyseius barkeri* (HUGHES), *Amblyseius agrestis* (KARG) und *Amblyseius cucumeris* (OUDEMANS) wurden Untersuchungen zur Biologie und Ökologie sowie für *Amblyseius barkeri* auch Untersuchungen zur Effektivität gegenüber *Tetranychus urticae* KOCH an Einzeltieren im Labor durchgeführt.

Eine durchgehende Entwicklung vom Ei bis zur adulten Raubmilbe war bei *Amblyseius barkeri* im Temperaturbereich 15 bis 35 °C unter Voraussetzung einer relativen Luftfeuchte > 90 % möglich. Eine gleich hohe relative Luftfeuchte benötigte auch *Amblyseius agrestis*, während sie bei *Amblyseius cucumeris* mit 75 % doch bedeutend geringer sein konnte.

Bei 25 °C, 92 % relativer Luftfeuchte und *Tyrophagus putrescentiae* als Nahrung gibt es zwischen den Arten *Amblyseius barkeri* und *Amblyseius cucumeris* hinsichtlich Entwicklungsdauer bei den Weibchen mit jeweils 5,9 Tagen keine bzw. bei den Männchen mit 5,9 und 6,2 Tagen nur geringfügige nicht signifikante Unterschiede. Demgegenüber benötigte *Amblyseius agrestis* länger.

Die Nahrungsart war für die Entwicklungsdauer von *Amblyseius barkeri* unter optimalen Temperaturen unbedeutend. Erreichten die Temperaturen jedoch Extremwerte für die Raubmilbe, kam der Nahrung eine sehr große Bedeutung zu.

Die Lebensdauer der Adulten von *Amblyseius barkeri* nahm mit steigender relativer Luftfeuchte zu. Die Weibchen lebten generell länger als die Männchen. Im Vergleich zu *Amblyseius cucumeris* und *Amblyseius agrestis* wurde die Lebensdauer von *Amblyseius barkeri* durch ein Absenken der relativen Luftfeuchte am stärksten reduziert.

Neben Temperatur und relativer Luftfeuchte beeinflusste auch die zur Verfügung stehende Nahrung die Lebensdauer.

Für die Fruchtbarkeit von *Amblyseius barkeri* erwiesen sich Temperaturen von 25 bis 30 °C kombiniert mit einer relativen Luftfeuchte  $\geq$  90 % als optimal. Ein Absenken der relativen Luftfeuchte hatte immer eine Verringerung der Anzahl abgelegter Eier zur Folge. Dabei legten mit *Tetranychus urticae* ernährte

Weibchen mehr Eier als jene Weibchen, die mit *Tyrophagus putrescentiae* gefüttert wurden.

Die Eiablageleistung von *Amblyseius barkeri* lag bei 25 °C, relativen Luftfeuchten von 52 bis 92 % und *Tyrophagus putrescentiae* als Nahrung immer unter der von *Amblyseius cucumeris*, wobei sich die Differenz zwischen den beiden Arten mit sinkender relativer Luftfeuchte vergrößerte. Dieses war auf eine stärkere Abnahme der Anzahl abgelegter Eier bei *Amblyseius barkeri* zurückzuführen.

Die Fertilität von *Amblyseius agrestis* bei der Nahrung *Tyrophagus putrescentiae* lag deutlich unter der von *Amblyseius barkeri* und *Amblyseius cucumeris*.

Wurde *Amblyseius barkeri* als Nahrung *Tetranychus urticae* angeboten, verzehrten die Raubmilben vorrangig die beweglichen Stadien, wobei die Jugendstadien in der Regel zuerst genommen wurden.

Die tägliche Fraßmenge hing ab von der Temperatur und der relativen Luftfeuchte sowie dem Geschlecht und dem Alter der Raubmilben. Die Weibchen saugten generell mehr adulte Spinnmilben aus als die Männchen. Auch die tägliche Verzehrquote der Nymphen lag über der der Männchen.

## 8. Summary

Investigations into the biology, ecology and efficiency of oligophagous predatory mites with particular regard to *Amblyseius barkeri* (HUGHES) (Acarina: Phytoseiidae)

The present work is about investigations into biological and ecological aspects of the oligophagous predatory mites *Amblyseius barkeri* (HUGHES), *Amblyseius agrestis* (KARG) and *Amblyseius cucumeris* (OUDEMANS) used in the biological control of thrips in greenhouses, and about investigations of the efficacy of *Amblyseius barkeri* against *Tetranychus urticae* KOCH.

Investigations were carried out on single animals in the laboratory.

Permanent development from the egg to the adult predatory mite was possible for *Amblyseius barkeri* at temperatures ranging from 15 to 35 °C and a relative humidity of > 90 %. *Amblyseius agrestis* needed a similarly high relative humidity, while *Amblyseius cucumeris* did with 75 %.

With a temperature of 25 °C, a relative humidity of 92 % and *Tyrophagus putrescentiae* as food, the females of *Amblyseius barkeri* and *Amblyseius cucumeris* showed no difference in the time of development, which amounted to 5.9 days for both, while the males showed only a small, insignificant difference, taking 5.9 days and 6.2 respectively. In contrast to that, *Amblyseius agrestis* took longer.

Provided optimum temperatures, the kind of food did not influence the time of development of *Amblyseius barkeri*. If, however, temperatures reached extremes for the predatory mite, the food became very important.

The longevity of the adults of *Amblyseius barkeri* increased with rising relative humidity. In general, the females lived longer than the males. Compared to *Amblyseius cucumeris* and *Amblyseius agrestis*, the longevity of *Amblyseius barkeri* was reduced most with a lowering of relative humidity.

Apart from temperature and relative humidity, the longevity was also influenced by the available food.

Temperatures from 25 to 30 °C and a relative humidity of  $\geq 90$  % constituted the optimum of conditions for the fertility of *Amblyseius barkeri*. A decrease in relative humidity always reduced the number of eggs laid.

Females of *Amblyseius barkeri* fed with *Tetranychus urticae* laid more eggs than those fed with *Tyrophagus putrescentiae*.

At 25 °C, 52 to 92 % relative humidity and with *Tyrophagus putrescentiae* as food, the egg production of *Amblyseius barkeri* fell always short of that of *Amblyseius cucumeris*, with the gap widening with decreasing relative humidity owing to a sharper decline in the egg production by *Amblyseius barkeri*.

With *Tyrophagus putrescentiae* as food, the fertility of *Amblyseius agrestis* was clearly under that of *Amblyseius barkeri* and *Amblyseius cucumeris*.

When *Amblyseius barkeri* was fed with *Tetranychus urticae*, the predatory mites primarily ate the motile stages, usually taking the adolescent stages first.

The daily feeding capacity depended on temperature and relative humidity as well as the sex and age of the predatory mites. The females in general sucked more *Tetranychus urticae* dry than the males. The nymphs' daily consumption, too, was greater than that of males.

## 9. Literaturverzeichnis

- ABOU-AWAD, B. A.; EL-BANHAWY, E. M. (1986): Biological studies of eriophyid mites infesting olive trees in Egypt (Acari: Phytoseiidae). *Entomophaga* 31, 99-103.
- ADAMS, J. R.; MERZ, A. R. (1928): Hygroscopicity of fertilizer materials and mixtures. *Indust. Eng. Chem.* 21, 305-310.
- AHLSTROM, K. R.; ROCK, G. C. (1973): Comparative studies on *Neoseiulus fallacis* and *Metaseiulus occidentalis* for azinphosmethyl toxicity and effects of prey and pollen on growth. *Ann. Entomol. Soc. Amer.* 66, 1109-1113.
- ALBERT, R. (1987): Experiences with the introduction of biological control methods into glasshouses in Southwest-Germany. *SROP/WPRS Bulletin* 1987/X/2, 13-17.
- ALBERT, R. (1990): Experiences with biological control measures in glasshouses in Southwest Germany. *SROP/WPRS Bulletin* 1990/XIII/5, 1-5.
- ALTENA, K.; RAVENSBERG (1990): Integrated pest management in the Netherlands in sweet peppers from 1985 to 1989. *SROP/WPRS Bulletin* 1990/XIII/5, 10-13.
- AMANO, H.; CHANT, D. A. (1977): Life history and reproduction of predacious mites, *Phytoseiulus persimilis* A.- H. and *Amblyseius andersoni* (CHANT) (Acar., Phytoseiidae). *Can. J. Zool.* 55, 1978-1983.
- ASHIHARA, W.; INOUE, K.; OSAKABE, M.; HENMI, T. (1987): Hibernation of the Kanzawa spider mite, *Tetranychus kanzawai* KISHIDA (Acarina: Tetranychidae) and its predators in grapevine glasshouses. *Jpn. J. Appl. Ent. Zool.* 31, 23-27.
- BADII, M. M.; MC MURTRY, J. A. (1984): Life history and life table parameters for *Phytoseiulus longipes* with comparative studies of *Phytoseiulus persimilis*, *Typhlodromus occidentalis* (Acari: Phytoseiidae). *Acarologia* 25, 111-123.
- BAILLOD, M.; SCHMID, A.; GUIGNARD, E.; ANTONIN, P.; CACCIA, R. (1982): Equilibres naturels, dynamique des populations et experiences de lachers de typhlodromes. *Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic.* 14, 345-352.
- BAKKER, F. M.; SABELIS, M. W. (1986): Attack success of *Amblyseius mckenziei* and the stage related defensive capacity of thrips larvae. *Med. Fac. Landbouww. Rijksuniv. Gent* 51/3a, 1041- 1044.
- BAKKER, F. M.; SABELIS, M. W. (1987): Attack success of *Amblyseius mckenziei* and the stage related defensive capacity of thrips larvae. *SROP/WPRS Bulletin* 1987/X/2, 26-29.
- BAKKER, F. M.; SABELIS, M. W. (1989): How larvae of *Thrips tabaci* reduce the attack success of pythoseiid predators. *Entomol. Exp. Appl.* 50, 47-51.

- BALLARD, R. C. (1953): A modification of the Huffaker cages for confining mites or small insects. J. Econ. Entomol. 46, 1099.
- BARTKOOVSKI, J.; PRUSZYNSKI, S (1973): Maswa hodowla rastocza *Phytoseiulus persimilis* oras jego wykorzystanie w biologicznym zwalczaniu przed zior kow w szklarniach. Zesz Probl. Post. Nauk. Rol. 144, 233-241.
- BEGIJAROV, G. A. (1967): Ergebnisse der Untersuchungen und der Anwendung von *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot als biologisches Bekämpfungsmittel gegen Spinnmilben in der Sowjetunion. Nachr.-Bl. Pflanzenschutz DDR 21, 197-200.
- BEGIJAROV, G. A. (1981): Chisnych klescej fitosejid (Parasitiformes, Phytoseiidae) fauny SSSR. Inform. Bjull. WPS MOBB, Leningrad, 2 95 S.
- BEGIJAROV, G. A.; SUCHALKIN, F. A. (1983): Kjisshnyj klessh - perspektyvnyj entomofag labachnogo. tripsa. Zascita Rast. Moskva 9, 24-25.
- BEGIJAROV, G. A.; SUCHALKIN, F. A. (1985): Metoditschnie ukasanija po biologitschekomy metodu borby s tabatschnym tripssom f saschtschischtschennom grunte. Moskva, 41 S.
- BENNISON, J. A. (1988): Integrated control of thrips on cucumbers in the United Kingdom. Med. Fac. Landbouww. Rijksuniv. Gent 53/3a, 961-966.
- BRAVENBOER, L.; DOSSE, G. (1962): *Phytoseiulus riegeli* DOSSE als Prädator einiger Schadmilben aus der *Tetranychus urticae* Gruppe. Entomol. Exp. Appl. 5, 291-304.
- BONDARENKO, N. V. (1987): The experience of biological and integrated control of pests on glasshouse crops in the USSR. SROP/WPRS Bulletin 1987/X/2, 33-36.
- BONDE, J. (1989): Biological studies including population growth parameters of the predatory mite *Amblyseius barkeri* (ACARINA: Phytoseiidae) at 25 °C in the laboratory. Entomophaga 34 (2), 275-287.
- CASTAGNOLI, M. (1989): Biologia e prospettive di allevamento massale di *Amblyseius cucumeris* (Oud.) (Acarina Phytoseiidae) usando *Dermatophagoides farina* Hughes (Acarina Pyroglyphidae) come preda. Redia LXXII 2, 389-402.
- CHANT, D, A. (1958): On the ecology of Typhlodromid mites in Southeastern England. Proceedings Tenth International Congress of Entomology 4, 649-658.
- CHANT, D. A. (1959): Phytoseiid mites (Acarina: Phytoseiidae). Part I. Bionomics of seven species in Southeastern England. Part II. A taxonomic review of the family Phytoseiidae, with description on thirty-eight new species. Can. Entomol. 91 Suppl. 12, 1-166.

- CHANT, D. A. (1985): The Phytoseiidae. Systematics and taxonomy. In HELLE, W.; SABELIS, M. W. (eds.): Spider mites. Their biology, natural enemies and control. Vol. 1 B. Elsevier, Amsterdam, 17-29.
- COLLYER, E. (1964): The effect of an alternative food supply on the relationship between two *Typhlodromus* species and *Panonychus ulmi* (KOCH) (Acarina). Entomol. Exp. Appl. 7, 120-124
- CROFT, B. A. (1976): Establishing insecticide-resistant phytoseiid mite predators in deciduous tree fruit orchards. Entomophaga 21, 383-399.
- DOSSE, G. (1955): Aus der Biologie der Raubmilbe *Typhlodromus cucumeris* OUD. (Acar.: Phytoseiidae). Z. Pflanzenkrankheiten 62, 593-598.
- DOSSE, G. (1957): Arbeitsmethoden zu morphologischen und biologischen Untersuchungen von räuberischen Milben. Z. ang. Entomol. 40, 155-160.
- DOSSE, G. (1961): Über die Bedeutung der Pollennahrung für *Typhlodromus* (T.) *pyri* Scheuten (= *tiliae* Oud.) (Acari, Phytoseiidae). Entomol. Exp. Appl. 4, 191-195.
- EHARA, S. (1972): Some phytoseiid mites from Japan with description of thirteen new species (Acarina: Mesostigmata). Ibedem. 46 (12), 317-173.
- EL-BADRY, E. A.; ZAHER, M. A. (1961): Life history of the predator mite *Typhlodromus* (*Amblyseius*) *cucumeris* Oudemans (Acarina: Phytoseiidae). Bull. Soc. Entomol. Egypte 45, 427-434.
- ELLIOTT, D.; GILKESON, L. A.; GILESPIE, D. (1987): The development of greenhouse biological control in Western Canadian vegetables greenhouses and plantscapes. SROP/WPRS Bulletin 1987/X/2, 52-56.
- ENGLERT, W. D.; MAIXNER, M. (1988): Laborzucht von *Typhlodromus pyri* und Auswirkungen von Pflanzenschutzmitteln auf Mortalität und Fekundität dieser Milbe. Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzbd. 40, 121-124.
- FIELD, R. P.; HOY, M. A. (1986): Evaluation of genetically improved strains of *Metaseiulus occidentalis* (Nesbitt) (Acarina Phytoseiidae) for integrated control of spider mites on roses in greenhouses. HILGARDIA 54 (2), 1-3.
- FILIPPOV, N. A. (1989): The present state and future outlook of biological control in the USSR. Acta Entomologica Fennica 53, 11-18.
- FORCE, D. (1967): Genetics in the colonization of natural enemies for biological control. Ann. Entomol. Soc. Am. 60, 722-729.
- GILLESPIE, D. R. (1989): Biological control of thrips (Tysanoptera: Thripidae) on greenhouse cucumber by *Amblyseius cucumeris*. Entomophaga 34, 185-192.

- GILLESPIE, D. R.; RAMEY, C. A. (1988): Life history and cold storage of *Amblyseius cucumeris* (Acarina: Phytoseiidae). Journal of the Entomological Society of British Columbia 85, 71-76.
- GÜNTHART, E. (1956): Das Rote - Spinne - Problem im Weinbau. Schweiz. Z. Obst- u. Weinbau 65, 14-20.
- HADAM, J. J.; ALINIAZEE, M. T.; CROFT, B. A. (1986): Phytoseiid mites (Parasitiformes: Phytoseiidae) of major crops in Willamette Valley, Oregon, and pesticide resistance in *Typhlodromus pyri* Scheuten. Environ. Entomol. 15, 1255-1263.
- HANSEN, L. S. (1988): Control of *Thrips tabaci* (Thysanoptera) on glasshouse cucumbers using large introduction of predatory mites *Amblyseius barkeri* (Phytoseiidae). Entomophaga 33, 33-42.
- HANSEN, L. S. (1989): The effect of initial thrips density (*Thrips tabaci* Lind. (Thysanoptera, Thripidae)) on the control exerted by *Amblyseius barkeri* (HUGHES) (Acarina, Phytoseiidae) on glasshouse cucumbers. J. Appl. Entomol. 107, 130-135.
- HANSEN, L. S. GEYTI, J. (1985): Possibilities and limitations of the use of *Amblyseius mckenziei* Sch. & Pr. for biological control of thrips (*Thrips tabaci* Lind.) on glasshouse crops of cucumber In: CAVALLORO, R (ed.): Integrated and biological control in protected crops. Proceedings of a meeting of the EC Experts' Group Meeting Heraklion 24.-26. April 1985. A. A. Balkema / Rotterdam / Brookfield, 145-150.
- HOMBURG, P. VAN DE; HUBERT, L. (1987): Californische thrips: Bestrijding. Gronten en Fruit 42, 46-47.
- HUFFAKER, G. B. (1948): An improved cage for with small insects. J. Econ. Entomol. 41, 648-649.
- HUFFAKER, C. B.; VAN DE VRIE, M.; MC MURTRY, J. A. (1970): A review II. Tetranychid populations and their possible control by predators: An evaluation. Hilgardia 40, 391-458.
- HUGHES, A. M. (1948): The mites associated with stored food products. Tech. Bulletin Minist. Agric. Fish. Fd., 400 S.
- INOUE, K.; OSAKABE, M.; ASHIHARA, W.; HAMAMURA, T. (1986): Factors affecting abundance of the kanzawa spider mite, *Tetranychus kanzawai* KISHIDA on grapevine in a glasshouse - Influence of pesticidal application on occurrence of the kanzawa spider mite and its predators. Bulletin of the Fruit Tree Research Station (Minist. Agric. Forest. and Fisheries) Series E (Aktitsu) Not, 105-116.
- JAGER OP AKKERHUIS, G.; SABELIS, M. W.; TJALLINGII, W. F. (1985): Ultrastructure of chemoreceptors on the pedipalps and first tarsi of *Phytoseiulus persimilis*. Exp. Appl. Acar. 1, 235-251.

- JANISCH, B. (1933): Über die Methoden zur Konstanthaltung von Temperatur und Luftfeuchtigkeit im biologischen Laboratoriumsversuch. Handbuch der Biologischen Arbeitsmethoden Abt. V, Bd. 10, 87-112.
- JEPPSON, L. R.; KEIFER, H. H.; BAKER, E. W. (1975): Mites injurious to economic plants. Univ. of Calif. Press, Los Angeles, 34 S.
- KAJITA, H. (1986): Predation by *Amblyseius* spp. (Acarina: Phytoseiidae) and *Orius* sp. (Hemiptera: Anthocoridae) on *Thrips palmi* KARNY (Thysanoptera: Thripidae). Appl. Entomol. Zool. 21 (3), 482-484.
- KARG, W. (1970): Neue Arten der Raubmilbenfamilie Phytoseiidae BERLESE, 1916 (Acarina, Parasitiformes). Dt. Entomol. Z. 17, 289-301.
- KARG, W. (1971): Acari (Acarina), Milben, Unterordnung Anactinochaeta (Parasitiformes). Die freilebenden Gamasina (Gamasides), Raubmilben. In: Die Tierwelt Deutschlands und der angrenzenden Meeresteile. VEB Gutsav Fischer Verlag, Jena 1971, 465 S.
- KARG, W. (1972): Untersuchungen über die Korrelation zwischen dominierenden Raubmilbenarten und ihrer möglichen Beute in Apfelanlagen. Arch. Pflanzenschutz 8, 29-52.
- KARG, W. (1979): Milben als Vorratsschädlinge. Merkblatt des Pflanzenschutzes, Leipzig, 27 S.
- KARG, W. (1982): Diagnostik und Systematik der Raubmilben aus der Familie Phytoseiidae BERLESE in Obstanlagen. Zool. Jb. Syst. 109, 188-210.
- KARG, W. (1983): Systematische Untersuchungen der Gattungen und Untergattungen der Raubmilbenfamilie Phytoseiidae BERLESE, 1916 mit der Beschreibung von 8 neuen Arten. Mitt. zool. Museum Berlin 59, 293-328.
- KARG, W. (1986): Eine neue Raubmilbenart der Gattung *Amblyseius* BERLESE, 1904 (Acarina, Parasitiformes, Phytoseiidae). Dtsch. Entoml. Z. N. F. 33, 223-226.
- KARG, W. (1989 a): Die ökologische Differenzierung der Raubmilbenarten der Überfamilie Phytoseioidae KARG (Acarina, Parasitiformes). Zool. Jb. Syst. 116, 31-46.
- KARG, W. (1989 b): Die Bedeutung der Beute- und Wirtsbeziehungen parasitiformer Milben für bodenbiologische Standortanalysen. Pedobiologia 33, 1-15.
- KARG, W. (1990): Eine neue Raubmilbenart der *Anthoseius*-*Georgicus*-Gruppe (Acarina, Phytoseiidae BERLESE). Zool. Jb. Syst. 117, 41-45.
- KARG, W. und EDLAND, T. (1987): Neue Raubmilbenarten der Phytoseiidae BERLESE, 1916. Dtsch Entomol. Z., N.F. 34, 387-395.

- KARG, W. und MACK, S. (1986 a): Bedeutung und Nutzung oligophager Raubmilben der Cohors Gamasina LEACH. Arch. Phytopathol. Pflanzenschutz, Berlin 22, 107-118.
- KARG, W.; MACK, S. (1986 b): Massenvermehrung und Einsatzmöglichkeiten der oligophagen Raubmilbe *Amblyseius mckenziei* Schuster et Pritchard in Gewächshauskulturen. Nachrichtenbl. Pflanzenschutz. DDR 40, 227-230.
- KARG, W. und OOMEN-KALSBECK, F. (1987): Neue Raubmilbenarten der Gattung *Amblyseius* BERLESE (Acarina, Parasitiformes, Phytoseiidae) - Antagonisten der unechten Spinnmilbe *Brevipalpus phoenicis* GEIJSKES. Zool. Jb. Syst. 114, 131-140.
- KARG, W.; MACK, S.; BAIER, B. (1987): Advantages of oligophagous predatory mites for biological control. SROP/WPRS Bulletin 1987/X/2, 66-73.
- KARG, W.; MACK, S.; BAIER, B. (1989): Fortschritte bei der Anwendung von Raubmilben zur biologischen Schädlingsbekämpfung in Gewächshäusern. Gartenbau 36, 44-46.
- KENNETT, C. E. (1958): Some predaceous mite of the subfamily Phytoseiidae and Aceosejinae (Acarina Phytoseiidae, Aceosejidae) from Central California, with description of new species. Ann. Entomol. Soc. Amer. 51, 471-479.
- KENNETT, C. E.; FLAHERTY, D. L.; HOFFMANN, R. W. (1979): Effect of wind-borne pollens on the population dynamics of *Amblyseius hibisci* (Acarina: Phytoseiidae). Entomophaga 24, 83-89.
- KENNETT, C. E.; HAMAI, J. (1980): Oviposition and development in predaceous mites fed with artificial and natural diets (Acari: Phytoseiidae). Entomol. Exp. Appl. 28, 116-122.
- KLERK, DE. M.-L. J.; RAMAKERS, P. M. J. (1986): Monitoring population densities of the phytoseiid predator *Amblyseius cucumeris* (Oud.) and its prey after large scale introduction to control *Thrips tabaci* Lind. on sweet pepper. Med. Fac. Landbouww. Rijksuniv. Gent, 51/3a, 1045-1048.
- KOLODOČKA, L. A. (1975): Slučaj telitokii u chisonogo klesca *Amblyseius agrestis* (Parasitiformes, Phytoseiidae). Vestnik Zoologii Kiev, Heft 2, 84-85.
- KOLODOČKA, L. A. (1985): Preimaginalnoe razvitie nekotorykh vidov khischtschny-fitosejid pri postojanoj temperature. Vstnik Zoologii Kiev Heft 3, 56-59.
- LABABIDI, M. S.; SENGONCA, C. (1988): Die Wirksamkeit der verschiedenen Raubmilbenarten gegenüber der Baumwollspinnmilbe, *Tetranychus cinnabarinus* BOISD. (Acarina: Tetranychidae). Mitt. Dtsch. Ges. Allg. Angew. Entomol. 6, 272-277.
- LAING, J. E. (1968): Life history and life table of *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot. Acarologia 10, 578-588.
- LAING, J. E.; OSBORNE, J. A. L. (1974): The effect of prey density on the functional numerical response of three species of predatory mites. Entomophaga 19, 267-277.

- LEENTEREN, J. C. VAN (1987): World situation of biological control in greenhouses and factors limiting use of biological control. SROP/WPRS Bullitin 1987/10/2, 78-81.
- LEENTEREN, J. C. VAN (1990): Integrated pest and disease management in protected crops: the inescapable future. SROP/WPRS Bullitin 1990/XIII/5, 91-99.
- LEOPOLD, H. G.; JOHNSTON, J. (1927): The relative humidity over saturated saltz. J. Amer. Chem. Soc. 49, 1974-1988.
- LIENK, S. E.; WATVE, C. M.; WEIRES, R. W. (1980): Phytophagous and predacious mites on apple in New York. Agriculture 6, 1-16.
- LINDQVIST, I. (1990): The Western flower thrips in Finland. SROP/WPRS Bulletin 1990/XIII/5, 104-108.
- LINDQUIST, I; TIITTANEN, K. (1989): Biological control of *Thrips tabaci* (Thysanoptera, Thripidae) on greenhouse cucumber. Acta Entomol. Fenn. 53, 37-42.
- MACGILL, E. I. (1939): A Gamasid mite (*Typhlodromus thripsi* N. Sp.) a predator of *Thrips tabaci* Lind. Ann. Appl. Biol. 26, 309-317.
- MAIXNER, G. (1990): Untersuchungen der Insektizidresistenz der Raubmilbe *Typhlodromus pyri* SCHEUTEN (Acarina: Phytoseiidae) an Reben des Weinbaugebietes Mosel-Saar-Ruwer. Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin Dahlem Heft 257, 118 S.
- MCMURTRY, J. A.; SCRIVEN, G. T. (1964): Studies on the feeding, reproduction and development of *Amblyseius hibisci* (Acarina: Phytoseiidae) on various food substances. Ann. Entomol. Soc. Amer., 57, 649-655.
- MCMURTRY, J. A.; SCRIVEN, G. T. (1965): Insectary production of phytoseiid mites. J. Econ. Entomol. 58, 282-284.
- MCMURTRY, J. A.; SCRIVEN, G. T. (1966): Effects of artificial foods on reproduction and development of four species of phytoseiid mites. Ann. Entomol. Soc. Amer. 59, 267-269.
- MORI, H.; CHANT, D. A. (1966 a) The influence of prey density, relative humidity, and starvation on the predaceous behavior of *Phytoseiulus pesimilis* A.- H. (Acarina: Phytoseiidae). Can. J. Zool. 44, 483-491.
- MORI, H.; CHANT, D. A. (1966 b): The influence of humidity on the activity of *Phytoseiulus persimilis* A.- H. and its prey, *Tetranychus urticae* K. (Acarina: Phytoseiidae, Tetranychidae). Can. J. Zool. 44, 863-871.
- OHNESORGE, B. (1981): Populationsdynamische Untersuchungen in einem Räuber-Beutetier-System: *Phytoseiulus persimilis* A.- H. (Acarina, Phytoseiidae) und *Tetranychus urticae* Koch. Z. Ang. Entomol. 91, 25-49.

- OSAKABE, M. (1988): Relationship between food substances and developmental success in *Amblyseius sojaensis* Ehara. Appl. Entomol. Zool. 23, 43-51.
- OSAKABE, M.; INOUE, K.; ASHIHARA, W. (1986): Feeding, reproduction and development of *Amblyseius sojaensis* Ehara (Acarina: Phytoseiidae) on two species of spider mites and on tea pollen. Appl. Entomol. Zool. 21, 322-327.
- OSAKABE, M.; INOUE, K.; ASHIHARA, W. (1987): Effect of *Amblyseius sojanensis* Ehara (Acarina: Phytoseiidae) as a predator of *Panonychus citri* (Mc Gregor) and *Tetranychus kanzawai* Kishida (Acarina: Tetranychidae). Appl. Entomol. Zool. 22, 594-599.
- OVERMEER, W. P. J. (1981): Notes on breeding phytoseiid mites from orchards (Acarina: Phytoseiidae) in laboratory. Meded. Fac. Landbouwwet. Rijksuniv. Gent 46, 503-509.
- OVERMEER, W. P. J. (1985): The Phytoseiidae. Alternative prey and other food resources. In HELLE, W.; SABELIS, M. W. (eds.): Spider mites. Their biology, natural enemies and control. vol 1B. Elsevier, Amsterdam, 131-139.
- OVERMEER, W. P. J.; DOODEMAN, M.; ZON, A. Q. VAN (1982 a): Copulation and egg production in *Amblyseius potentillae* and *Typhlodromus pyri* (Acarina: Phytoseiidae). Z. Angew. Entomol. 93, 1-11.
- PIATKOWSKI, J. (1987): Masowa hodowla drapieżnego roztocza *Amblyseius mckenziei* Sch. et Pr.. Mater. Sesji Nauk. Inst. Ochr. Rosl. 27 (2), 43-48.
- PRASAD, V. (1968): *Amblyseius* mites from Hawaii. Ann. Entomol. Soc. Amer. 61 (6), 1514-1521.
- PRUSZYNSKI, S. (1974): Hodowla i stosowanie drapieżnego roztocza *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot w ochronie ogorow szklarniowych przed przedziorkami. Inst. Orch. Roslin., Zakład upowszechniania postępu i doskonalenia zawodowego, Poznan, 15 S.
- PRUSZYNSKI, S. (1976): Możliwości zakres stosowania drapieżnego roztocza *Phytoseiulus persimilis* w biologicznym zwalczaniu przedziorkow w uprawach szklarniowych. Mat. XVI Seji Naukowej IOR Poznan, 379-394.
- PRUZYNSKYI, S. (1980): Influence of some factors on the fecundity of *Phytoseiulus persimilis* Athias - Henriot females. SRPO/WPRS Bulletin 1980/3/3 163 - 173.
- POPOV, N. A.; BELOUSOV, Y. V.; ZABDSKAYA, I. A.; KHUDYAKOVA, O. A.; SHEVTCHENKO, V. B.; SHIJKO, E. S. (1987): Biological control of glasshouse crops in the south of the USSR. SROP/WPRS Bulletin 1987/X/2, 155-157.
- PORATH, A.; SWIRSKI, F. (1965): A survey of phytoseiid mites (Acarina: Phytoseiidae) on citrus with a description of one new species. Israel J. agric. Res. 15 (2), 87-100.

- PORRES, M. A.; MC MURTRY, J. A.; MARCH, R. B. (1975): Investigations of leaf sap feeding by three species of phytoseiid mites by labelling with radioactive phosphoric acid (H<sup>3</sup> PO<sub>4</sub>). Ann. Entomol. Soc. Amer. 68, 871-872.
- RABBINGE, R. I. (1975): Population dynamics and biological control of red spider mite. Span 18, 74-75.
- RAGUSA, S. (1977): Notes on phytoseiid mites in Sicily with a description of a new species of *Typhlodromus* (Acarina: Mesostigmata). Acarologia 18 (3), 379-382.
- RAGUSA, S.; ATHIAS-HENRIOT, C. (1983): Observation on the genus *Neoseiulus* Hughes (Parasitiformes, Phytoseiidae). Redefinition. Composition, Geography, Description of two new species. Revue suisse Zool. 90 (3), 657-678.
- RAGUSA, S.; PAOLETTI, M. G. (1985): Phytoseiid mites (Parasitiformes, Phytoseiidae) of corn and soybean agroecosystems in the low-laying plain of Veneto (N-E Italy). Estratto da REDIA, LX VIII, 69-89.
- RAGUSA, S.; SWIRSKI, E. (1977): Feeding habits, post-embryonic and adult survival, mating, virility and fecundity of the predaceous mite *Amblyseius swirskii* (Acarina: Phytoseiidae) on some coccids and mealybugs. Entomophaga 22, 383-392.
- RAMAKERS, P. M. J. (1978): Possibilities for biological control of *Thrips tabaci* Lind. (Thysanoptera: Thripidae) in glasshouses. Med. Fac. Landbouww. Rijksuniv. Gent 43/2, 463-469.
- RAMAKERS, P. M. J. (1980): Biological control of *Thrips tabaci* (Thysanoptera: Thripidae) with *Amblyseius* spp. (Acari: Phytoseiidae). SROP/WPRS Bulletin 1980/III/3, 203-207.
- RAMAKERS, P. M. J. (1983): Mass production and introduction of *Amblyseius mckenziei* and *A. cucumeris*. SROP/WPRS Bulletin VI/3, 203-206.
- RAMAKERS, P. M. J. (1987): Control of spider mites and thrips with Phytoseiid predators on sweet pepper. SROP/WPRS Bulletin 1987/X/2, 158-159.
- RAMAKERS, P. M. J. (1988): Population dynamics of the thrips predators *Amblyseius mckenziei* and *Amblyseius cucumeris* (Acarina: Phytoseiidae) on sweet pepper. Netherlands Journal of Agricultural Science 36, 247-252.
- RAMAKERS, P. M. J. (1990): Manipulation of phytoseiid thrips predators in the absence of thrips. SROP/WPRS Bulletin 1990/XIII/5, 169-172.
- RAMAKERS, P. M. J.; LIEBURG, M. J. VAN (1982): Start of commercial production and introduction of *Amblyseius mckenziei* Sch. & Pr. (Acarina: Phytoseiidae) for the control of *Thrips tabaci* Lind. (Thysanoptera: Thripidae) in glasshouses. Med. Fac. Landbouww. Rijksuniv. Gent 47/2 541-545.

- RASMY, A. H.; EL BAGOURY, M. E.; REDA, A. S. (1987): A new diet for reproduction of two predaceous mites *Amblyseius gossipi* and *Agistemus exsertus* (Acari: Phytoseiidae, Stigmaeidae). *Entomophaga* 32, 277-280.
- RAVENSBERG, W. J.; ALTENA, K. (1987): Recent developments in the control of thrips in sweet pepper and cucumber. *SROP/WPRS Bulletin* 1987/X/2, 160-164.
- RAVENSBERG, W. J.; LENTEREN, J. C. VAN; WOETES, J. (1983): Developments in application of biological control in greenhouse vegetables in the Netherlands since 1979. *SROP/WPRS Bulletin* 1983/VI/3, 36-48.
- RIJN, P. C. J. VAN; SABELIS, M. W. (1990): Pollen availability and its effect on the maintenance of populations of *Amblyseius cucumeris*, a predator of thrips. *SROP/WPRS Bulletin* 1990/XIII/5 179-184.
- SABELIS, M. W. (1981): Biological control of two-spotted spider mites using phytoseiid predators. Part I: Modelling the predator prey interaction at the individual level. *Agric. Res. Rep. Pudoc Wageningen* 242 S.
- SABELIS, M. W. (1985): Predation on spider mites. In HELLE, W.; SABELIS, M. W. *Spider mites. Their biology, natural enemies and control*. Amsterdam 1 B, 103-130.
- SABELIS, M. W.; BAAN, H. E. VAN DE (1983): Location of distant spider mite colonies by phytoseiid predators: demonstration of specific kairomones emitted by *Tetranychus urticae* and *Panonychus ulmi*. *Entomol. Exp. Appl.* 33, 303-314.
- SABELIS, M. W.; VERMAAT, J. E.; GROENEVELD, A. (1984): Arrestment responses of the predatory mite *Phytoseiulus persimilis* to steep odour gradients of kairomone. *Physiol. Entomol.* 9, 437-446.
- SAITO, Y.; MORI, H. (1975): The effect of pollen as an alternative food for three species of phytoseiid mites (Acarina: Phytoseiidae). *Mem. Fac. Agric., Hokkaido Univ.*, 9, 236-246.
- SCHLISSKE, J. (1981 a): Untersuchungen zum alternativen Einsatz von *Phytoseiulus persimilis* A.-H. und endemischen Raubmilbenarten (Acari: Phytoseiidae) in der biologischen Schädlingsbekämpfung im Pflanzenbau unter Glas. *Mitt. Biol. Bundesanstalt Land- u. Forstwirtschaft Berlin Dahlem*, 43. Deutsche Pflanzenschutz-Tagung, H. 203, 130.
- SCHLISSKE, J. (1981 b): Über die Technik der Massenzucht von Raubmilben (ACARI: PHYTOSEIIDAE) unter kontrollierten Bedingungen. *Med. Fac. Landbouww. Rijksuniv. Gent* 46, 511-517.
- SCHUSTER, R. O.; PRITCHARD, A. R. (1963): Phytoseiid mites of California. *Hilgardia* 34 (7), 191-285.
- SENGONCA, C.; BENDIEK, J. (1988): Die Eignung zweier Raubmilbenarten zur biologischen Bekämpfung von *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae). *Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd.* 40, 171-175.

- SHIH, C. I. T.; SHIEH, J. N. (1979): Biology, life table, predation potential and intrinsic rate of increase of *Amblyseius longispinosus* (Evans). Plant Protection Bulletin Taiwan 27, 175-183.
- SOYLIOTIS-PAPAIOANNOY, P. (1981): Predacious mites (Phytoseiidae) observed on various plants in Greece. Ann. Inst. Phytopath. Benaki, (N.S.), 13 (1), 175-179.
- SPECHT, H. B. (1968): Phytoseiidae (Acarina: Mesostigmata) in the New Jersey apple orchard environment with description of spermathecae and three new species. Can. Entomol. 100 (7), 673-682.
- STEINER, M. Y.; ELLIOTT (1987): Biological pest management for interior plantscapes, 2nd ed. Alberta Environmental Centre, Vegreville 32 S.
- STEINER, M. Y.; TELLIER, A. J. (1990): Western flower thrips, *Frankliniella occidentalis* (Pergande) in greenhouse cucumbers in Alberta, Canada. SROP/WPRS Bulletin 1990/XIII/5, 202-205.
- STENSETH, C. (1986): Bekjempelse av nelliktrips på slangeagurk i veksthus. Forskning og forsog i landbruket 37, 15-22.
- SWIRSKI, E.; AMITAI, S. (1982): Notes on predacious mites (Acarina: Phytoseiidae) from Turkey, with description of the male of *Phytoseius echinus* Wainstein, Arutunian. Israel J. Entomol. 16, 55-62.
- TIITTANEN, K.; MARKKULA, M. (1989): Biological control of pest on Finnish greenhouse vegetables. Acta Entomologica Fennica 53, 57-59.
- WAIENSTEIN, B. A.; SCHERBAK, G. I. (1972): Gamaside species of the genus *Amblyseius* Berlese, 1904 (Parasitiformes, Phytoseiidae) new for the Ukrainian fauna. Vest. Zool. Heft 6, 35-44.
- WINSTON, P. W.; BATES, D. H. (1960): Saturated solutions for the control humidity in biological research. Ecology 41 (1), 232-237.
- WOETS, J. (1973): Integrated control in vegetable under glass in the Netherlands. Bulletin. OILB/SROP, 26-31.
- WU, W.-N. (1981): Description of five new species of phytoseiid mites from Fujian (Acarina: Phytoseiidae). Wuyi Science J. 1, 368-370.
- ZAHER, M. A.; SHEHATA, K. K. (1971): Biological studies on the predator mite *Typhlodromus pyri* Sch. (Acarina: Phytoseiidae) with the effect of prey and non prey substances. Z. Angew. Entomol. 67, 389-394.
- ZWÖLFER, W. (1932): Methoden zur Regulierung von Temperatur und Luftfeuchtigkeit. Z. Aangew. Entomol. 19 (4), 497-513