

## 1 EINLEITUNG

Die Gurkenblattlaus *Aphis gossypii* GLOVER (Hom., Aphididae), auch Baumwollblattlaus oder Melonenlaus genannt, ist ein weltweit verbreiteter, polyphager Schädling, dessen Wirtspflanzenspektrum verschiedene Feld- und Gewächshauskulturen wie z.B. Malvaceen (Baumwolle, Hibiskus) und Curcubitaceen (Gurken, Melonen, Zucchini) umfasst. In Europa und seit 1990 auch in Deutschland stellt die Gurkenblattlaus einen wichtigen Schädling an Gurken- und anderen Gemüsekulturen im Unterglasanbau dar (VAN SCHELT 1993; ALBERT & MERZ 1995; BÜNGER et al. 1999). Aufgrund der Resistenzentwicklung von *A. gossypii* gegenüber zahlreichen chemischen Insektiziden aus verschiedensten Wirkstoffklassen wie Organophosphaten, Carbamaten oder Pyrethroiden (FURK & HINES 1993; ALBERT & MERZ 1995; VILLATTE et al. 1999; WANG et al. 2001) gewinnt die biologische Bekämpfung unter Verwendung von Nützlingen zunehmend an Bedeutung.

Zur biologischen Bekämpfung von *A. gossypii* stehen derzeit einige kommerziell erhältliche natürliche Gegenspieler zur Verfügung. Diese lassen sich in Parasitoide und Prädatoren einteilen. Parasitoide zählen zu den Spezialisten, denn sie sind meist nur dazu befähigt, einige wenige Arten zu parasitieren. Ihr Vorteil liegt darin, dass ihre Populationsdynamik eng mit denen ihres Wirtes verbunden ist (HASSELL 1980) und dass sie durch gezieltes Suchverhalten in der Lage sind, auch kleinere Blattlauskolonien aufzuspüren. So kann ein Schädlingsausbruch schon frühzeitig verhindert werden. Prädatoren hingegen zählen zu den Generalisten, da sie ein größeres Beutespektrum besitzen. Sie haben den Vorteil, auch bei geringer Populationsdichte des Zielschädling durch Präferenzwechsel ihre eigene Population aufrechterhalten zu können (SABELIS 1992; SYMONDSON et al. 2002). Bisher wurden unter anderen der Parasitoid *Aphidius colemani* VIERECK (Hym., Aphidiidae), die räuberische Gallmückenlarve *Aphidoletes aphidimyza* (RONDANI) (Dipt., Cecidomyiidae) und die Florfliegenlarve *Chrysoperla carnea* (STEPHENS) (Neur., Chrysopidae) zur biologischen Bekämpfung von *A. gossypii* und anderen Blattlausarten verwendet, jedoch mit nur mäßigen Erfolgen (VAN STEENIS 1994; VAN STEENIS & EL-KHAWASS 1995a).

In den letzten Jahren stieg das Interesse an den polyphagen Raubwanzen. Während anfänglich 1989 nur zwei Arten kommerziell erhältlich waren, wurden 1995 schon über zehn Arten angeboten (COLL & RUBERSON 1998). Trotz aller Vorteile der polyphagen Lebensweise birgt ein alleiniger Einsatz der Raubwanzen in der biologischen Bekämpfung auch Risiken hinsichtlich der Bekämpfungssicherheit. Durch ihr ungerichtetes Suchverhalten sind

Raubwanzen oftmals nicht in der Lage, geringe Vorkommen einer bestimmten Schädlingsart wie beispielsweise kleine Blattlauskolonien aufzuspüren. Somit ist eine frühzeitige Eindämmung des Populationswachstums nicht immer zwangsläufig gegeben. Eine Möglichkeit die Bekämpfungssicherheit zu erhöhen ist der kombinierte Einsatz eines spezialisierten Parasitoiden und eines generalistisch lebenden Räubers. Die beiden einzusetzenden Arten sind jedoch sorgfältig zu wählen, da ein gleichzeitiger Einsatz eines Parasitoiden und eines Räubers durch interspezifische Interaktionen auch eine Beeinträchtigung des Bekämpfungserfolges bewirken kann. Generell lassen sich verschiedene Effekte bei einem gemeinsamen Einsatz zweier Nützlinge unterscheiden: antagonistisch (Konkurrenz der Arten untereinander), additiv oder synergistisch (LUCAS 2005). Daher müssen die verwendeten Arten hinsichtlich möglicher wechselseitiger Beeinflussung miteinander kompatibel sein (MEYLING et al. 2004). Einen Einfluss auf die Kompatibilität von Nützlingen haben beispielsweise indirekte interspezifische Interaktionen wie Konkurrenz um Nahrung oder direkte interspezifische Interaktionen wie "Intraguild Predation" (WIETHOFF 2005). Als "Intraguild Predation" werden Wechselbeziehungen zwischen den Arten einer Gilde bezeichnet, welche um die gleiche Ressource konkurrieren und unter denen es gleichzeitig zu räuberischen Interaktionen kommt (POLIS et al. 1989; POLIS & HOLT 1992). Da sich die Nachkommenschaft der Parasitoide innerhalb der Blattlaus entwickelt, ist die Gefahr von Räubern erbeutet zu werden sehr hoch (BILU et al. 2006). In Folge dessen fallen die oben genannten Interaktionen in der Regel einseitig und zugunsten des Räubers aus, was wiederum die Effektivität der Bekämpfung mindern kann. Um sichere Prognosen hinsichtlich des Bekämpfungserfolges zu erstellen ist aus diesem Grund die Kenntnis von Faktoren, welche die Wirksamkeit von Nutzarthropoden begrenzen können, äußerst wichtig. Bekämpfungsprogramme lassen sich leichter entwickeln, wenn die komplexen Wechselbeziehungen zwischen Schädling und Nützing in einem Agrarökosystem detailliert untersucht worden sind. So führten z.B. die interspezifischen Interaktionen zwischen Blattlausparasitoiden und Coccinelliden durch "Intraguild Predation" an parasitierten Blattläusen zu einem verringerten Bekämpfungserfolg von Blattläusen (FERGUSON & STILING 1996). Andererseits konnte der kombinierte Einsatz von *Harmonia axyridis* (PALLAS) (Col., Coccinellidae) und dem Parasitoiden *Aphelinus asychis* (WALKER) (Hym., Aphelinidae) die biologische Bekämpfung von *Macrosiphum euphorbiae* (THOMAS) (Hom., Aphididae) verbessern (SNYDER et al. 2004b). Einen Überblick über unterschiedliche aphidophage Gilden und "Intraguild Predation" von Räubern an Parasitoiden gaben bereits einige Autoren (ROSENHEIM et al. 1995; TAYLOR et al. 1998; BRODEUR & ROSENHEIM 2000; LUCAS 2005). Allerdings ist bisher

wenig zum Einfluss von Raubwanzen bei einem gemeinsamen Einsatz mit Parasitoiden auf die Bekämpfung von Blattläusen in der Literatur beschrieben worden (NAKATA 1994; ERBILGIN et al. 2004; MC GREGOR & GILLESPIE 2005; MEYLING et al. 2004).

Ein vielversprechender Blattlausparasitoid, der zum gemeinsamen Einsatz in der biologischen Bekämpfung der Gurkenblattlaus eingesetzt werden könnte, ist ein japanischer Stamm von *Aphelinus asychis* (WALKER) (Hym., Aphelinidae). *A. asychis* ist ein solitärer Endoparasitoid, dessen verschiedene Stämme in Europa, Asien und Nordamerika verbreitet sind. Er ist in der Lage sich parthenogenetisch zu vermehren und legt seine Eier in den Wirt ab. Als synovigene Art betreiben die Weibchen sogenanntes Host feeding an ihren Wirten, welches sie für die Eireifung und zur Verlängerung der Lebensdauer benötigen (BAI & MACKAUER 1990a). Dabei wird Hämolymphe direkt vom Wirt aufgesogen, wobei der Wirt in der Regel angestochen und die austretende Körperflüssigkeit aufgeleckt wird. Zu seinen bereits bekannten Wirten zählen vor allem Getreideblattläuse, wie *Diuraphis noxia* (MORDVILKO) (BERNAL & GONZALEZ 1993a,b; DE FARIS & HOPPER 1999), *Schizaphis graminum* (RONDANI) (JACKSON & EIKENBARY 1971; RANEY et al. 1971, 1973), *Rhopalosiphum pisum* (FITCH) (RANEY et al. 1971, 1973), *Sipha flava* (FORBES) (RANEY et al. 1971, 1973), aber auch *Myzus persicae* (SULZER) (ZOHDY 1976) und *Acyrtosiphon pisum* (HARRIS) (Hom., Aphididae) (MACKAUER 1982; BAI & MACKAUER 1990b; BAI 1991) werden parasitiert. Zudem gilt er als potentieller Nützling zur biologischen Bekämpfung der Russischen Weizenblattlaus, *D. noxia* (BERNAL & GONZALEZ 1993a; ELLIOTT et al. 1999). Neuere Studien haben gezeigt, dass der japanische Stamm von *A. asychis* auch in der Lage ist, die Gurkenblattlaus *A. gossypii* zu parasitieren (ELLIOTT et al. 1999; TATSUMI & TAKADA 2005; SCHIRMER et al. 2006, 2007a; SENGONCA et al. 2007). Obwohl *A. asychis* verschiedene Blattlausarten als Wirte akzeptiert, sind nicht alle für eine biologische Bekämpfung gleichermaßen geeignet. Die verschiedenen Arten unterscheiden sich in ihrer Größe und Qualität als Nahrungsressource bzw. Wirt für den Parasitoiden (STARÝ 1988; SEQUEIRA & MACKAUER 1994). Angesichts der Tatsache, dass für eine effiziente Bekämpfung eine gute Synchronisation zwischen Schädling und Nützling erreicht werden muss, sind für die Entwicklung neuer Methoden zur biologischen Bekämpfung detaillierte Untersuchungen zu den biologischen und ökologischen Eigenschaften mit *A. gossypii* als Wirt notwendig. Derartige Studien zum Einfluss biotischer und abiotischer Faktoren auf *A. asychis* mit *A. gossypii* als Wirt fehlen bislang in der Literatur.

Unter den verschiedenen Raubwanzenarten ist *Dicyphus tamaninii* WAGNER (Het., Miridae) ein vielversprechender Nützling im Gurkenanbau, da er Thripse, Weiße Fliege und Blattläuse als Beute akzeptiert und in der Lage ist, sich an Gurken zu reproduzieren. In neueren Studien konnte seine Eignung als Räuber bei der biologischen Bekämpfung von *Trialeurodes vaporariorum* WESTWOOD (Hom., Aleyrodidae), *Frankliniella occidentalis* (PERGANDE) (Thys., Thripidae) und *A. gossypii* bestätigt werden (GABARRA et al. 1995; ALBAJES et al. 1996; CASTANE et al. 2000; SALEH & SENGONCA 2001a,b; SENGONCA & SALEH 2002). Weiterführende Arbeiten zeigen, dass er aufgrund seiner biologischen und ökologischen Eigenschaften gute Chancen hat, *A. gossypii*- Populationen im Gurkenanbau unter Glas erfolgreich zu bekämpfen (SENGONCA & SALEH 2002). Zudem ist er in der Lage, sich an ein fluktuierendes Beuteangebot anzupassen und scheint in Kombination mit weiteren Nützlingsarten deren Effektivität nicht zu beeinflussen (ALVARADO et al. 1997; SALEH 2002). Studien zu den Auswirkungen eines höheren Konkurrenzdruckes auf den Bekämpfungserfolg in Form einer erhöhten Räuberzahl bei gleichbleibendem Beuteangebot sowie "Intraguild Predation" und die Auswirkungen der interspezifischen Konkurrenz bei gemeinsamem Einsatz mit dem Parasitoiden *A. asychis* fehlen jedoch bislang in der Literatur.

Ziel der nachfolgenden Arbeit war es daher, die biologischen und ökologischen Eigenschaften von *A. asychis* bei unterschiedlichen biotischen und abiotischen Faktoren zu untersuchen. Ergänzend fanden Studien zu den intraspezifischen Interaktionen zwischen den Individuen von *A. asychis* und *D. tamaninii* statt. Im Hinblick auf einen gemeinsamen Einsatz von *A. asychis* und *D. tamaninii* waren weiterhin die direkten und indirekten interspezifischen Interaktionen zwischen der Raubwanze *D. tamaninii* und dem Parasitoiden *A. asychis* Gegenstand der Studie. Abschließend wurde der Einfluss eines weiteren Nützlings und eines weiteren Schädlings auf das Parasitoid-Prädator-System ermittelt.

## 2 MATERIAL UND METHODEN

### 2.1 Zucht der Versuchsinsekten

#### 2.1.1 Zucht der Schädlinge

##### 2.1.1.1 *Aphis gossypii*

Die für die Versuche verwendete Population der Gurkenblattlaus *A. gossypii* stammte aus einer am Institut für Nutzpflanzenwissenschaften und Ressourcenschutz – Bereich Phyto-medizin (INRES-Phytomedizin) der Universität Bonn bestehenden Dauerzucht. Die Vermehrung der Gurkenblattlaus fand in Klimakammern auf drei Wochen alten Baumwollpflanzen *Gossypium hirsutum* L. (Malvales: Malvaceae) der Sorte Caroline Queen bei einer Temperatur von  $25\pm 2^\circ\text{C}$ , einer relativen Luftfeuchte von  $60\pm 10\%$  und einem Hell-Dunkelzyklus von 16:8h mit einer Lichtintensität von etwa 3000 Lux statt. Die Baumwollpflanzen, bestehend aus jeweils 2-3 Sämlingen pro Topf (60x40cm), wurden in institutseigenen Gewächshäusern herangezogen und entweder alle 14 Tage oder bei hohem Bedarf der Gurkenblattlaus für Laboruntersuchungen auch häufiger durch neue ersetzt. Die Blätter der alten Baumwollpflanzen wurden verwendet um die neuen Pflanzen zu besiedeln.

Für die Experimente wurden Blattläuse verschiedener Altersgruppen benötigt: 1-2, 2-3 bzw. 4-5 Tage alten Nymphen oder adulte Blattläuse. Als Zuchtgefäße dienten dazu runde verschließbare Plastikpetrischalen (5,0 cm Durchmesser x 1,8 cm Höhe) mit einem mit Gaze versehenem Loch im Deckel, um genügend Luftaustausch zu gewährleisten (Abb. 1). In diese runden Plastikpetrischalen wurden ausgestanzte Gurkenblattscheiben (*Cucumis sativus* L., Sorte Vorgebirgstraube) (Curcubitales: Curcubitaceae) mit 4,5 cm Durchmesser mit der Blattoberseite nach unten auf einer 0,5 cm dicken Agar-Gel-Schicht platziert. Die verwendeten Gurkenblattscheiben stammten von 3-4 Wochen alten, im Gewächshaus bei  $24\pm 1^\circ\text{C}$  herangezogenen, Gurkenpflanzen. Um eine synchrone Entwicklung gleichaltriger Versuchsinsekten zu erreichen wurden adulte Blattläuse aus der Dauerzucht mit einem feinem Kamelhaarpinsel vorsichtig von den Blättern abgesammelt und sofort in die vorbereiteten Petrischalen überführt. Nach 24 Stunden wurden die Adulten entfernt und die neu geborenen Nymphen bis zum gewünschten Alter weiter gezüchtet. Die Zuchten der Blattläuse in den verschiedenen Altersgruppen erfolgte in Klimaschränken bei einer konstanten Temperatur von  $25\pm 1^\circ\text{C}$  sowie  $60\pm 10\%$  rLF und 16:8h Hell-Dunkelzyklus.



Abb. 1: Plastikpetrischalen für die Zucht gleichaltriger Blattläuse und als Versuchsarenen für die Laboruntersuchungen

### 2.1.1.2 Weitere Schädlinge

Zur Ermittlung des Wirtsspektrums wurden weitere Blattlausarten gezüchtet. Dazu gehörten *M. persicae*, *A. pisum* und *Aphis fabae* SCOPOLI (Hom., Aphididae). Die verwendeten Blattläuse stammten aus Zuchten, welche am INRES-Phytomedizin, Universität Bonn vorhanden waren. Die Dauerzuchten fanden in Klimakammern bei den gleichen klimatischen Bedingungen, wie bei der Zucht von *A. gossypii* statt (siehe 2.1.1.1). Als Wirtspflanzen wurden für *M. persicae* Kohl (*Brassica oleracea* L., var. Sabauda, Sorte Vertus (Brassicales: Brassicaceae) und für *A. pisum* bzw. *A. fabae* Ackerbohnen (*Vicia faba* L.) (Fabales: Fabaceae) verwendet. Die für die Versuche benötigten gleichaltrigen Blattläuse wurden unter den gleichen klimatischen Bedingungen und Methoden herangezogen wie bei *A. gossypii* (siehe 2.1.1.1).

Des Weiteren wurden für die Laboruntersuchungen zur Interaktion der Systems Parasitoid-Prädator mit anderen Schädlingen, der Kalifornische Blüenthrrips *F. occidentalis* verwendet. Dieser Schädling stammte aus einer bestehenden Dauerzucht des INRES-Phytomedizin, Universität Bonn und wurde an Buschbohnen (*Phaseolus vulgaris* L., cv. Marona) (Fabales: Fabaceae) in kontrollierten Klimakammern bei einer konstanten Temperatur von  $26 \pm 1^\circ\text{C}$ , einer relativen Luftfeuchte von  $60 \pm 5\%$ , einer Lichtintensität von etwa 3000 Lux und einem 16:8h Hell-Dunkelzyklus gezüchtet. In regelmäßigen Abständen fand ein Austausch der Pflanzschalen mit unbefallenen Pflanzen statt, welche mit befallenen Blättern älterer Pflanzen belegt wurden, so dass diese von den Schädlingen neu besiedelt werden konnten.