

**Räumliche Konkurrenz der Larvalparasitoide
Habrobracon hebetor (SAY) (Hymenoptera: Braconidae)
 und *Venturia canescens* (GRAVENHORST) (Hymenoptera: Ichneumonidae)
 um die Mehlmotte *Ephestia kuehniella* ZELLER (Lepidoptera: Pyralidae)**

Anna Paust¹, Christoph Reichmuth³, Carmen Büttner¹, Sabine Prozell², Cornel Adler³
 & Matthias Schöller^{2,*}

¹Humboldt Universität zu Berlin, Landwirtschaftlich Gärtnerische Fakultät,
 Institut für Phytomedizin;

²Biologische Beratung;

³Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Institut für Vorratsschutz

Abstract: Spatial effects on competition between the larval parasitoids *Habrobracon hebetor* (SAY) (Hymenoptera: Braconidae) and *Venturia canescens* (GRAVENHORST) (Hymenoptera: Ichneumonidae) parasitising the Mediterranean flour moth, *Ephestia kuehniella* ZELLER (Lepidoptera: Pyralidae)

The Mediterranean flour moth *Ephestia kuehniella* (Lepidoptera: Pyralidae) is a suitable host for the hymenopteran parasitoids *Habrobracon hebetor* (Hymenoptera: Braconidae) and *Venturia canescens* (Hymenoptera: Ichneumonidae). These two larval parasitoids differ in the following biological traits: *H. hebetor* is an idiobiontic, gregarious ectoparasitoid, and *V. canescens* is a koinobiontic, solitary endoparasitoid. Previous laboratory data obtained in small-scale experiments (Petri-dish) showed that moth larvae parasitised by *V. canescens* were paralysed by *H. hebetor*, i.e. the latter parasitoid out-competed *V. canescens* completely. However, field observations in Central European bakeries and mills showed that both species occur simultaneously. Moreover, *V. canescens* seems to be more common than *H. hebetor* in these stored-product environments harbouring populations of *E. kuehniella*.

These observations led to the hypothesis that spatial scale affects the competition between the two parasitoids. Keeping the host-parasitoids ratios constant, experimental chambers with three different volumes were tested, with a maximum volume of 8m³. Hosts were exposed in four patches per room. In trials conducted in small boxes, the increase of parasitism by increasing numbers of female *H. hebetor* was confirmed. It was shown that the presence of *V. canescens* did not affect parasitism by *H. hebetor* under these conditions. With increasing numbers of female *H. hebetor* in the box, the numbers of emerging adult *E. kuehniella* decreased. The additional presence of *V. canescens* drastically reduced the numbers of *E. kuehniella* emerging in all trials. Spatial effects on competition were detected by comparison of experimental boxes and cages with different volumes. With increasing volume, the percentage of *V. canescens* emerging was constant, and the number of *H. hebetor* progeny was decreasing. Patch exploitation was decreasing in *H. hebetor* with increasing volume, but not in *V. canescens*. The data suggest that *V. canescens* is more competitive in large rooms where *H. hebetor* fails to completely find and exploit host patches.

Keywords: Biological control, stored products, idiobiont, koinobiont, host-finding.

Anna Paust, E-mail: annamaisha@web.de, Carmen Büttner, Humboldt Universität zu Berlin, Landwirtschaftlich Gärtnerische Fakultät, Institut für Phytomedizin, Lentzeallee 55/57, 14195 Berlin; Sabine Prozell und Matthias Schöller: Biologische Beratung, Hosemannstraße 8, 10409 Berlin, E-mail: bip@biologische-beratung.de;

Christoph Reichmuth und Cornel Adler, Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Institut für Vorratsschutz, Königin-Luise Str. 19, 14195 Berlin, E-mail: c.adler@bba.de

Die Larvalparasitoide *Venturia canescens* (GRAVENHORST) und *Habrobracon hebetor* (SAY) sind Parasitoide der Mehlmotte *Ephesia kuehniella*, der Dörrobstmotte *Plodia interpunctella* und der Tropischen Speichermotte *E. cautella*. *H. hebetor* ist ein idiobionter, gregärer Ektoparasitoid, d.h. die Wirtslarve wird vor der Eiablage paralytisiert und mehrere Nachkommen entwickeln sich an einem Wirtstier (HASE, 1922). *V. canescens* ist ein koinobionter, solitärer Endoparasitoid, d.h. die Wirtslarve wird vor der Eiablage nicht paralytisiert und nur ein Nachkomme entwickelt sich in einem Wirtstier, welches erst kurz vor der Verpuppung eingeht (HASE, 1937).

PRESS & al. (1977) zeigten in Versuchen in kleinen Versuchsgefäßen, dass *V. canescens* vollständig von *H. hebetor* unterdrückt wurde. Da bereits von *V. canescens* parasitierte Larven von *H. hebetor* paralytisiert und anschließend parasitiert wurden, konnte sich der Nachwuchs von *V. canescens* nicht entwickeln. *V. canescens* ihrerseits war nicht in der Lage, bereits von *H. hebetor* paralytisierte Larven zu parasitieren. PRESS & al. (1977) schlussfolgerten daraus, dass *V. canescens* bei einer massenweisen Freilassung von *H. hebetor* zur biologischen Bekämpfung unter Praxisbedingungen verdrängt werden würde. Dennoch treten beide Parasitoide in Mühlen, Bäckereien und Lagerhäusern in Mitteleuropa auch bei einem Einsatz von *H. hebetor* zur biologischen Bekämpfung gemeinsam auf (PROZELL & SCHOELLER, 1998; LUKAS, 2002, PROZELL & SCHOELLER, unveröffentl. Daten). Eine mögliche Erklärung könnte die bessere Wirtsfindungsfähigkeit von *V. canescens* in größeren Räumen sein. Das Wirtsfindungsvermögen beider Arten wurde bereits in einigen Arbeiten behandelt (PARRA & AL., 1996; DESOUHANT & AL., 2005), jedoch wurden die Auswirkungen auf die Konkurrenz dabei nicht betrachtet. Das Ziel dieser Arbeit war es daher, die räumliche Konkurrenz zwischen *H. hebetor* und *V. canescens* in Räumen mit zunehmendem Volumen zu untersuchen.

Material und Methoden

Ephesia kuehniella wurde in 31 Gläsern mit 500 Motteneiern auf 500 ml Weizen gezüchtet. Als Verpuppungshilfe diente eine Rolle aus einem 2 cm breiten Band aus Wellpappe. Die Gläser wurden bei einer Temperatur von 25°C und 60-70 % rel. F. gelagert. *Venturia canescens* wurde bei 20 ± 1°C und 60-70% rel. F. in Dunkelheit auf Larven des letzten Stadiums von *E. kuehniella* bei einem Verhältnis von 70 Larven : fünf Parasitoiden in 2 l-Gläsern gezüchtet. Ein Tropfen Honig sicherte die Ernährung der eingesetzten *V. canescens*, die bei jedem neuen Ansatz nicht älter als 24 Stunden alt waren. *H. hebetor* wurde bei 26±1°C und 60-70% rel. F. in Dunkelheit auf Larven des letzten Stadiums von *E. kuehniella* bei einem Verhältnis von zwei weiblichen und einem männlichen *H. hebetor* : zehn Larven in Petrischalen gezüchtet. Die in die Zucht eingesetzten Tiere wurden mit Honig ernährt und waren jeweils nicht älter als 24 Stunden. *V. canescens* und *H. hebetor*, die in den Versuchen eingesetzt wurden, waren jeweils nicht älter als sechs Stunden.

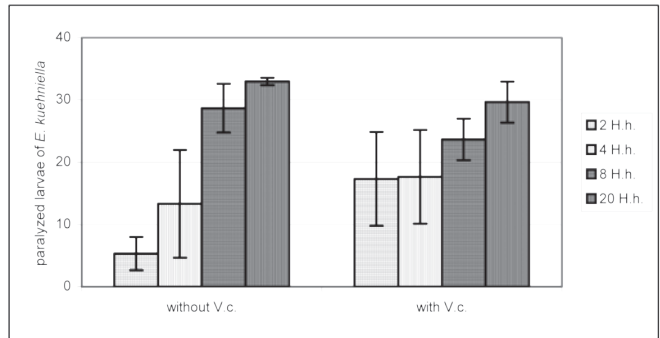
Die kleinsten Versuchsgefäße waren Boxen aus Plastik (Länge 32,7 cm, Breite 21,8 cm, Höhe 9 cm) mit einem Volumen von ca. 6,4 l. Die Versuchsgefäße mittlerer Größe waren Aquarien aus Glas (Länge 98,4 cm, Breite 38,5 cm, Höhe 49,0 cm) mit einer Metallplatte als Deckel und einem Volumen von ca. 180 l. Die größten Versuchsgefäßgröße waren Flugkäfige (Länge 200 cm, Breite 200 cm, Höhe 200 cm) mit einem Volumen von 8 m³, bestehend aus hölzernen Rahmen, die mit einer Nylongaze mit einer Maschenweite von 0,7 mm bespannt waren. Die Mottenlarven wurden in flachen Käfigen exponiert, die mit Gaze bespannt waren (Maschenweite 0,7 cm). Sie erlaubten beiden Parasitoidenarten die Parasitierung, verhinderten aber das Abwandern der Wirtslarven. Jeder Käfig enthielt einen halben Teelöffel Weizenmehl und zehn Wirtslarven. In jedem Versuchsgefäß wurden vier Käfige platziert. Die Parasitoiden wurden jeweils im Zentrum der Versuchsgefäße freigelassen.

In der kleinsten Versuchsgefäßgröße, den Boxen, sollten zunächst die Ergebnisse von PRESS & al. (1977) nachvollzogen werden. Es wurden 0, 2, 4, 8 oder 20 weibliche *H. hebetor* eingesetzt. Jeweils die halbe Anzahl an männlichen *H. hebetor* wurde dazugegeben. In den Versuchen zur räumlichen Konkurrenz wurden dieselben Parasitoid:Wirt Verhältnisse in allen drei Versuchsgefäßgrößen eingesetzt und jeweils 4 *V. canescens* dazugegeben. Außerdem wurden jeweils einmal nur 4 *V. canescens* und keine *H. hebetor* eingesetzt. Jeder Versuch wurde dreimal wiederholt. Die Expositionszeit betrug eine Woche. Eine unbehandelte Kontrolle wurde in der kleinsten Versuchsgefäßgröße, den Boxen, durchgeführt. Die toten, parasitierten und vitalen Wirtslarven wurden erfasst. Der Schlupf der Nachkommen von *H. hebetor*, *V. canescens* und *E. kuehniella* wurde ermöglicht und deren Anzahl erfasst.

Ergebnisse

1. Versuche in Boxen

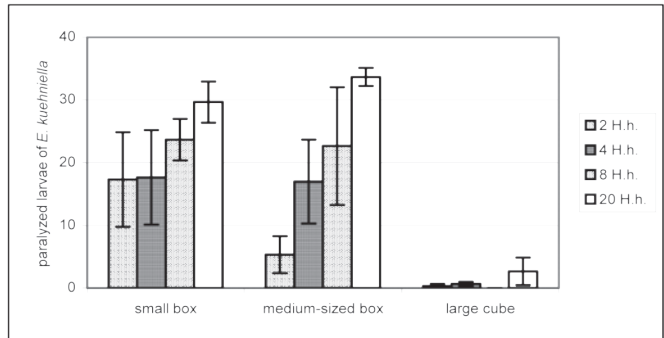
Abb. 1: Einfluss der Anwesenheit von 4 *V. canescens* auf die mittlere Anzahl paralyzierter Larven von *E. kuehniella* bei 2, 4, 8 und 20 eingesetzten *H. hebetor* Weibchen in der Plastikbox mit Standardfehler (n=3)



Mit steigender Anzahl eingesetzter *H. hebetor* Weibchen stieg die Anzahl der paralyzierten Larven von *E. kuehniella*. Der Zusatz von 4 *V. canescens* hatte keinen Einfluss auf die Anzahl der paralyzierten Larven (Abb. 1).

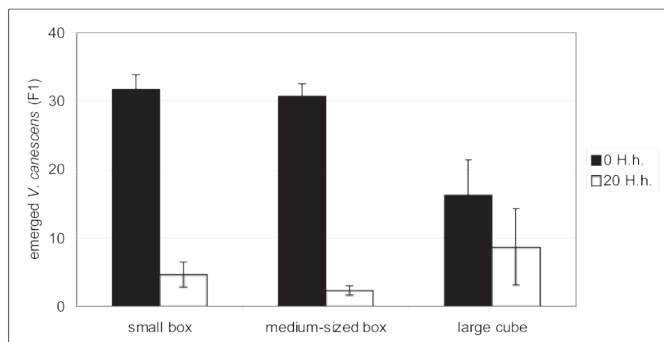
2. Versuche zur räumlichen Konkurrenz

Abb. 2: Einfluss der Versuchsgefäßgröße auf die Anzahl der durch *H. hebetor* Weibchen paralyzierten Larven von *E. kuehniella* mit Standardfehler (n=3)



Die Anzahlen der paralyzierten *E. kuehniella* Larven waren in den Boxen und den Aquarien, annähernd gleich. Im größten Versuchsgefäß wurden signifikant weniger *E. kuehniella* Larven paralyziert ($p < 0,05$) (Abb. 2)

Abb. 3: Einfluss der Versuchsgefäßgröße auf die Anzahl der geschlüpften *V. canescens* (F1) bei 2 und 20 eingesetzten *H. hebetor* Weibchen mit Standardfehler (n=3)



Die Anzahlen geschlüpfter *V. canescens* (F1) waren in den Boxen und den Aquarien annähernd gleich. Im größten Versuchsgefäß schlüpfen weniger *V. canescens* (F1). Durch die Anwesenheit von *H. hebetor* Weibchen wurde die Anzahl der *V. canescens* F1 Nachkommen signifikant ($p < 0,05$) verringert. Dieser Effekt war im größten Versuchsgefäß weniger ausgeprägt (Abb. 3).

Diskussion

Mit den Versuchen in den Boxen konnten die Ergebnisse von PRESS & al. (1977) bestätigt werden. Es wurde gezeigt, dass die Reproduktion von *H. hebetor* nicht durch die Anwesenheit von *V. canescens* beeinflusst, die Vermehrung von *V. canescens* jedoch durch die Anwesenheit von *H. hebetor* signifikant verringert wurde. Die Schlussfolgerung von PRESS & al. (1977), dass *V. canescens* bei einer massenweise Freilassung von *H. hebetor* zur biologischen Bekämpfung in der Praxis verdrängt würde, wurde mit den Versuchen zur räumlichen Konkurrenz widerlegt. Die Parasitierungsleistung von *H. hebetor* war im größten Versuchsgefäß signifikant geringer als in den kleinen Boxen. Dieser Effekt trat bei *V. canescens* womöglich aufgrund einer besseren Wirtsfindungsfähigkeit nicht auf. Einige Untersuchungen betrachten das Wirtsfindungsvermögen von Parasitoiden. In Versuchen von MURR (1930) fand *H. hebetor* immer die Larven von *E. kuehniella* bei einem Abstand von 10,5 cm vom Freilassungsort aus, sie untersuchte jedoch keine weiteren Distanzen. In den vorliegenden Versuchen betrug die maximale Distanz in den Boxen 14 cm. PARRA & al. (1996) zeigten die Fähigkeit von *H. hebetor* seine Wirte bei einer Distanz von 65 cm vom Freilassungsort aus in einem Windtunnel zu finden. Eine vergleichbare maximale Distanz besteht in den Aquarien, der mittleren Versuchsgefäßgröße der vorliegenden Arbeit. In den größten Versuchsgefäßen der vorliegenden Arbeit betrug die maximale Distanz zwischen den Parasitoiden und den Wirten 2 m. Die Wirtsfindungsfähigkeit von *V. canescens* wurde von DESOUHANT & al. (2005) untersucht. Sie zeigten, dass *V. canescens* seine Wirten bei einer Distanz von 75 cm finden konnte.

V. canescens tritt weit verbreitet in Bäckereien und Mühlen in Mitteleuropa zusammen mit *E. kuehniella* auf (PROZELL & SCHOELLER, 1998; LUKAS, 2002). Das gleichzeitige Vorkommen von zwei Larvalparasitoiden von *E. kuehniella*, die dasselbe Kairomon nutzen lässt vermuten, dass Unterschiede in der Biologie existieren, die für die biologische Bekämpfung interessant sein könnten. Die höhere Anzahl der Nachkommen pro Weibchen von *H. hebetor* macht es dieser Art leichter, sich an Orten mit einer höheren Dichte von *E. kuehniella* zu etablieren, wogegen *V. canescens* aufgrund seiner besseren Wirtsfindungsfähigkeit und seiner thelytoken Lebensweise auch in der Lage ist, weiter verstreut liegende Vorkommen von *E. kuehniella* zu nutzen. Sollte der Bekämpfungserfolg von *H. hebetor* allein nicht ausreichend sein, könnte *V. canescens* zusätzlich eingesetzt werden, um die Effektivität zu steigern.

Literaturverzeichnis

- ABBOTT, S., (1925) A method of computing the effectiveness of an insecticide. – J. Econ. Entomol. **18**: 265-267
- DESOUHANT, E., DRIESSEN, G., AMAT, I. & BERNSTEIN, G. (2005) Host and food searching in a parasitic wasp *Venturia canescens*: a trade-off between current and future reproduction? – Animal Behaviour **70**: 145-152
- HASE, A. (1922) Biologie der Schlupfwespe (*Habrobracon brevicornis* Wesmäl (Braconidae)). Zugleich ein Beitrag zur Frage der biologischen Bekämpfung von Schadinsekten. – Arb. Biol. Reichs. Land- & Forst. **11**: 95-168
- HASE, A. (1937) Neue Beobachtungen über die Männchen und Weibchen der Schlupfwespe *Nemeritis canescens*. – Arb. Morpholog. Taxon. Ent. Berlin-Dahlem **4**: 47- 61
- LUKAS, J. (2002) Parasitoids occurring in food-processing factories and grain stores. – in: ZDARKOVA, E., WAKEFIELD, M., LUKAS, J. & HUBERT, J. (Eds.) Proceedings of the Second Meeting of Working group 4, Cost Action 842, Prague, May 30-31, 2002, pp. 83-86
- MURR, L. (1930) Ueber den Geruchssinn der Mehlmottenschlupfwespe *Habrobracon juglandis* Ashmead, zugleich ein Beitrag zum Orientierungsproblem. – Zeitschr. Vergl. Phys. **2**: 210-270
- PARRA, J.R.P., VINSON, S.B., GOMES, S.M., CONSOLI, F.L. (1996) Flight response of *Bracon hebetor* (Say) (Hymenoptera: Braconidae) in a wind tunnel to volatiles associated with infestations of *Ephestia kuehniella* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae).- Biol. Contr. **6**: 143-150
- PRESS, J.W., FLAHERTY, B.R. & ARBOGAST, R.T. (1977) Interactions among *Nemeritis canescens* (Hymenoptera: Ichneumonidae), *Bracon hebetor* (Hymenoptera: Braconidae), and *Ephestia cautella* (Lepidoptera: Pyralidae). – J. Kansas Ent. Soc. **50**: 259-262.
- PROZELL, S. & SCHÖLLER, M. (1998) Insect fauna of a bakery, processing organic grain and applying *Trichogramma evanescens* Westwood. – in: ADLER, C. & SCHÖLLER, M. (Hrg.) Integrated protection of stored products. IOBC wprs Bulletin **21**: 39-44