



Doctoral Thesis

Biological control of the bean weevil, *Acanthoscelides obtectus*, by a hymenopteran parasitoid, as part of an IPM system

Author(s):

Schmale, Kristina

Publication Date:

2001

Permanent Link:

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-004178963> →

Rights / License:

[In Copyright - Non-Commercial Use Permitted](#) →

This page was generated automatically upon download from the [ETH Zurich Research Collection](#). For more information please consult the [Terms of use](#).

**Biological control of the bean weevil, *Acanthoscelides obtectus*,
by a hymenopteran parasitoid, as part of an IPM system**

A dissertation submitted to the
SWISS FEDERAL INSTITUTE OF TECHNOLOGY ZÜRICH
for degree of
Doctor of Natural Sciences

presented by
Kristina (Ine) Schmale
Dipl. Biol.
Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen (Germany)
born February 4th, 1968
Germany

accepted on the recommendation of
Prof. Dr. S. Dorn, examiner
Prof. Dr. E. Frossard, co-examiner
Dr. F. L. Wäckers, co-examiner

1a Summary

Acanthoscelides obtectus (Say) (Col.: Bruchidae) and *Zabrotes subfasciatus* (Boheman) (Col.: Bruchidae) are the major post harvest pests of dry beans in Latin America. Breeding of resistant bean varieties has been successful against *Z. subfasciatus*, but these varieties remain susceptible to *A. obtectus*. The aim of this study was to find a biological control against *A. obtectus*, and to test whether this control method could be part of an IPM system, integrating resistant bean varieties and parasitoids.

1. The longevity and the progeny production of three larval/pupal ectoparasitoids of *A. obtectus* were evaluated, with and without food source. *Dinarmus basalis* Ashmead (Hym.: Pteromalidae) produced the highest number of progeny and had the longest reproductive lifespan, making it the most promising agent for the control of *A. obtectus* compared to *Anisopteromalus calandrae* (Howard) (Hym.: Pteromalidae) and *Heterospilus prosopidis* (Viereck) (Hym.: Braconidae). Honey given as a food supplement to the synovigenic species *D. basalis* and *A. calandrae* increased their lifetime progeny production through an increased reproductive lifespan, while in the pro-ovigenic species *H. prosopidis*, consumption of honey resulted in a higher number of progeny through an increased daily oviposition rather than an increased oviposition period.

2. Over a period of three years, samples of recently harvested beans were taken from small-scale farms in Restrepo, Valle de Cauca, Colombia. The level of infestation by *A. obtectus* was found to be low, but consistent over this period. At harvest time 90% of the bean samples were infested by the weevil. Based on emergence data it can be concluded that oviposition by *A. obtectus* in the field had been restricted to a very short period before harvest. The only parasitoid which emerged was *Horismenus ashmeadii* (Dalla Torre) (Hym.: Eulophidae), being recorded from 21% of the samples. The samples in which the parasitoid was found carried an average of 5 parasitoids per 1000 beans, with a maximum of 12 parasitoids. During 16 weeks of storage, two weevil generations emerged causing visible damage ranging from 0.5 to 34% of the beans (average of 14%).

While *H. ashmeadii* attacked the first generation of *A. obtectus* in the field, it failed to attack or develop under storage conditions.

3. The control potential of *D. basalis* was tested under different conditions in a laboratory long-term study. A single introduction of the parasitoid at the beginning of the experiment resulted in a significant reduction of bean damage compared to the control without parasitoids. Weevil reduction was mainly influenced by host larval age at the moment of parasitoid introduction, with parasitoids being more effective against populations of younger host larvae. Parasitoid density affected the reduction rate as well. In two of three arrangements a higher number of introduced parasitoids resulted in significant higher level of weevil reduction. The availability of sugar sources did not improve pest suppression. High weevil reduction was correlated with a low progeny production. This indicates that weevils were reduced more by host-feeding than by oviposition.

4. Based on the findings from the laboratory experiment, on-farm experiments under standard Colombian storage conditions with natural weevil infestation were performed. A single introduction of the parasitoid *D. basalis* within a week after harvest resulted in weevil eradication on farms with low levels of natural infestation. Suppression of the weevil population on farms with high natural infestation depended on the development stage of the weevil population at harvest time. Introduction of the parasitoid to younger weevil instars resulted in a weevil reduction of 88 to 97%, while development of populations of older weevil instars was delayed by the parasitoid, without reducing the build-up of the population.

5. The development of *A. obtectus* and the control potential of *D. basalis* were evaluated for three bean varieties containing different amounts of the protein arcelin (a resistance factor to *Z. subfasciatus*) as well as for an arcelin-free bean variety (control). In arcelin containing beans larval development of *A. obtectus* was prolonged, allowing the parasitoid longer access to vulnerable stages. The parasitoid eradicated the weevils in 60 to 80% of the replicates using arcelin containing varieties, and in 50% using the susceptible variety. In moderate arcelin containing varieties, reduction of the weevil population was higher than in

the arcelin free variety. In the variety with the highest arcelin content reduction by *D. basalis* was inefficient in four of ten replicates. Based on these results it can be hypothesized that bean varieties with a moderate arcelin content are most suitable for use in IPM programs against *A. obtectus* and *Z. subfasciatus*.

In conclusion, biological control by *D. basalis* is discussed in the context of insect characteristics in the chosen system, environmental influences on the control potential, and possibilities for IPM in small-scale storage systems.

Seite Leer /
Blank leaf

1b Zusammenfassung

Die Bohnenkäfer *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Col.: Bruchidae) und *Zabrotes subfasciatus* (Boheman) (Col.: Bruchidae) sind die Hauptlagerschädlinge getrockneter Bohnen in Südamerika. Es gelang resistente Bohnensorten gegen *Z. subfasciatus* zu züchten, die jedoch weiterhin anfällig für *A. obtectus* sind. Das Ziel dieser Studie war es, eine biologische Schädlingsbekämpfung für *A. obtectus* zu finden und nachzuprüfen, ob diese mit den oben erwähnten resistenten Bohnensorten in einem integrierten Schädlingsbekämpfungsprogramm angewandt werden kann.

1. Langlebigkeit und Produktion von Nachkommen dreier Ektoparasitoiden der Larven/Puppen von *A. obtectus* wurden, auch im Zusammenhang mit dem Einfluß von Nahrungsquellen, untersucht. *Dinarmus basalis* Ashmead (Hym.: Pteromalidae) produzierte die größte Anzahl von Nachkommen und verfügte über die längste reproduktive Lebenszeit, was ihn, verglichen mit *Anisopteromalus calandrae* (Howard) (Hym.: Pteromalidae) und *Heterospilus prosopidis* (Viereck) (Hym.: Braconidae), zum vielversprechendsten Gegenspieler für die Bekämpfung von *A. obtectus* macht.

Honigzugaben erhöhten Lebensdauer und Nachwuchsproduktion der beiden synovigenen Arten *D. basalis* und *A. calandrae*, indem die reproduktive Lebenszeit verlängert wurde. Bei der pro-ovigenen Art *H. prosopidis* wurde mit dem Zugeben von Honig eine höhere Anzahl von Nachkommen eher durch eine Erhöhung der täglichen Eiablage als durch eine Verlängerung der Eiablagedauer erreicht.

2. Über eine Dauer von 3 Jahren wurden Proben frisch geernteter Bohnen von Kleinbauern in Restrepo, Valle de Cauca, Kolumbien, gezogen. Der Befall durch *A. obtectus* war sehr niedrig, aber über den gesamten Versuchszeitraum vorhanden. 90% aller Proben waren zur Zeit der Ernte von dem Schädling befallen. Basierend auf den Schlupfdaten wird angenommen, daß die Eiablage von *A. obtectus* im Feld auf eine kurze Dauer vor der Ernte beschränkt ist. Nur ein einziger natürlicher Gegenspieler wurde in den Proben gefunden: der

Parasitoid *Horismenus ashmeadii* (Dalla Torre) (Hym.: Eulophidae) kam in 21% der Proben vor. Im Mittel wurde eine Befallsstärke von 5 Parasitoiden pro 1000 Bohnen gezählt; der maximale Befall waren 12 Parasitoiden pro 1000 Bohnen. Während 16 Wochen Lagerzeit schlüpften zwei Schädlingsgenerationen, die einen sichtbaren Schaden an 0.5 bis 34% der Bohnensamen verursachten. *Horismenus ashmeadii* griff zwar die erste Generation von *A. obtectus* im Feld an, vermehrte sich aber nicht im Lager.

3. Das Bekämpfungspotential von *D. basalis* wurde unter verschiedenen Konditionen in einer Langzeitstudie im Labor getestet. Die einmalige Freilassung von Parasitoiden zu Beginn des Experiments führte zu einer signifikanten Senkung der prozentualen Bohenschädigung im Vergleich zu einem parasitoidfreien Kontrollansatz. Die Schädlingsunterdrückung wurde hauptsächlich vom Alter der Wirtslarven zum Zeitpunkt der Parasitoidenfreilassung beeinflusst, wobei die Parasitoiden erfolgreicher gegen Populationen jüngerer Wirtslarven vorgingen. Auch die Parasitoidendichte beeinflusste die Reduzierung des Schädlings: In zwei von drei Versuchsansätzen wurden die Schädlinge signifikant reduziert, wenn eine höhere Anzahl Parasitoiden freigelassen wurde. Der Zusatz von Honig hatte keine Wirkung auf die Unterdrückung des Schädlings durch die Parasitoiden. Höhere Vernichtungsraten des Schädlings wurden erzielt, wenn die Nachwuchsraten des Parasitoiden gering waren. Das deutet darauf hin, daß mehr Schädlinge durch host-feeding (Aussaugen der Wirtslarven durch adulte Parasitoiden) als durch Eiablage getötet wurden.

4. Basierend auf den Ergebnissen des Laborexperiments wurden Freilandversuche unter kolumbianischen Lagerbedingungen und mit natürlich auftretendem Schädlingsbefall durchgeführt. Eine einzelne Freilassung von Parasitoiden der Art *D. basalis* innerhalb der ersten Woche nach der Bohnenernte führte zur Schädlingsausrottung auf Farmen mit geringem natürlichem Schädlingsbefall. Die Schädlingsvernichtung auf Farmen mit hohem natürlichem Schädlingsbefall hing von dem Wirtslarvenalter zum Zeitpunkt der Ernte ab. Die Freilassung von Parasitoiden zu jüngeren Larvenstadien führte zu

einer Schädlingsreduktion von 88 bis 97% nach 16 Wochen Lagerzeit. Die Freilassung von Parasitoiden zu Populationen von Wirtslarven in älteren Stadien verzögerte zwar deren weitere Entwicklung, aber der Aufbau der Schädlingspopulation wurde nicht reduziert.

5. Im letzten Versuch wurden Bohnensorten einbezogen, die durch die Beinhaltung des Proteins Arcelin resistent gegen *Z. subfasciatus* sind. Es wurde die Entwicklung von *A. obtectus* in drei Bohnensorten mit verschieden hohem Arcelingehalt bzw. einer arcelfreien Bohnensorte untersucht und die Auswirkung der veränderten Entwicklung der Schädlingslarven auf das Bekämpfungspotential von *D. basalis* beobachtet. In arcelinhaltigen Bohnen war die Entwicklungszeit von *A. obtectus* verlängert, wodurch der Parasitoid mehr Zeit hatte, die verwundbaren Larvenstadien anzugreifen. In 60 bis 80% aller Wiederholungen mit arcelinhaltigen Bohnensorten und in 50% der Wiederholungen mit der anfälligen arcelfreien Bohnensorte kam es zur Ausrottung des Schädlings durch den Parasitoiden. In den Bohnensorten mit mittlerem Arcelingehalt war die Reduzierung der Schädlingspopulation höher als bei der anfälligen Bohnensorte. Bei der Sorte mit dem höchsten Arcelingehalt hingegen war *D. basalis* in vier von zehn Wiederholungen wirkungslos. Auf diesen Ergebnissen basierend wurde angenommen, daß sich Bohnensorten mit einem mäßigen Arcelingehalt am besten für die integrierte Schädlingsbekämpfung von *A. obtectus* und *Z. subfasciatus* eignen.