



Doctoral Thesis

Bean pest management in East Africa a scientific evaluation of organic insect control practices used by Tanzanian farmers

Author(s):

Paul, Ursula Verena

Publication Date:

2007

Permanent Link:

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-005629027> →

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](#).

Diss ETH No. 17528

Bean Pest Management in East Africa –

**A scientific evaluation of organic insect control practices
used by Tanzanian farmers**

**A dissertation submitted to the
SWISS FEDERAL INSTITUTE OF TECHNOLOGY**

**For the degree of
DOCTOR OF NATURAL SCIENCES**

Presented by

**Ursula Verena Paul
Dipl. Ing. Agr. ETH
born June 6th, 1967
from Zürich (ZH)**

**Accepted on recommendation of
Prof. Dr. Peter J. Edwards, examiner
Prof. Dr. Alex Widmer, co-examiner
Dr. Angelika Hilbeck, co-examiner
Dr. Urs Schaffner, co-examiner**

2007

1

Summary

Beans have been introduced to Africa more than 400 years ago. Since then they became the second most important source of protein and third most important source of energy for the African people. The pest complex is characterised by a combination of endemic insects as well as seed borne cosmopolitan insects. Over time, African farmers developed pest management strategies adapted to their situation. With intensification, some of those strategies became insufficient and new approaches are sought after. This dissertation explores local knowledge and evaluates effectiveness of selected practices throughout the production cycle. It combines research in close collaboration with farmers with research on station and in the laboratory.

An endemic field pest, *Ootheca bennigseni*, eats the young bean leaves, before it oviposits its eggs close to bean roots, where the larvae feed and develop. Farmers want a field spray to reduce the leaf damage and the resulting yield loss. As industrial insecticides are too expensive and often unavailable, they suggest using local substances such as an extract of *Vernonia lasiopus* (vernonia) and organic substances such as cow urine. In a researcher managed trial on a farmer's field, three applications of an aqueous extract of vernonia, diluted cow urine, and two controls (water and lambda cyhalothrin) were applied. Insect abundance of adults and larvae were measured and leaf damage assessed. Cow urine proved to be highly effective in reducing adult insect abundance for at least 24 hours. In comparison, Vernonia reduced adult abundance less effectively but effects lasted for at least seven days. Leaf damage was significantly reduced by application of vernonia during the peak infestation period, but urine treated plants were not less damaged than control plants, which shows that the frequency of the treatments was not sufficient. Larvae abundance assessed at harvest time and yield were not

improved in any of the treatments including lambda cyhalothrin, which controlled the adult abundance successfully and reduced leaf damage significantly.

The cosmopolitan insect *Acanthoscelides obtectus* is mainly known as a storage pest. But it is also a field pest in its own right and infests beans while they ripe in the field. Several field and laboratory trials were conducted to establish pre-harvest infestation preferences. The adult insect was found in fields six weeks before harvest in research fields, but only one week before harvest in farmers' fields. Pods from fields close to homesteads were more often infested than those from fields at least one kilometre away from habitation or storage facilities. Amongst the pods collected from farms, only pods at the end of wilting stage or drier were infested by *A. obtectus*. Delayed harvest increased infestation in dry bean pods. In laboratory no-choice trials, pods at physiological maturity or maturer were infested similarly. However, when given the choice, the insect preferred the maturer pods. Infestation rates did not differ between open or closed pods. Dry mature pods stimulated oviposition more than less mature pods. The pod alone stimulated oviposition in *A. obtectus* more than an empty dish (no pod and no bean seed), but it stimulated oviposition less than the seeds alone or the complete pod with beans seeds.

Storage losses are mainly due to a pest complex of two insects: *Acanthoscelides obtectus* and *Zabrotes subfasciatus*. Farmers traditionally use dried botanicals for controlling storage pests in beans. Some traditional botanicals and some other locally available plants were tested against both bruchids on farm and in the laboratory. In laboratory trials, *Chenopodium ambrosoides* was most effective with an insect mortality of 100% in less than three days for *A. obtectus* and *Z. subfasciatus*. Powdered *Tagetes minuta* increased mortality significantly more than no botanical or powdered bean leaves. Entire *T. minuta* leaves did not increase mortality, nor did *Cupressus lusitanica* or *Azadirachta indica* or bean leaves in either powder or leaf form. In on farm trials, *A. indica* seed powder was the most effective treatment. The on-farm trials suggested that *A. indica* seed powder is effective in protecting stored products for up to four months (or for two to three generations of insects). However, *C. ambrosioides* and *T. minuta* (both dried and ground young plants) and to a lesser degree *C. lusitanica* (leaves in powdered form) also have a good potential for short term storage (up to two months or one to two generations of insects).

In the synthesis five theses on farmers' pest management are discussed in the light of the author's personal experiences.

- (1) Farmers use treatments that control pests, but effectiveness and duration of control varies greatly.
- (2) Farmers concentrate their pest management efforts to where it is most effective: more control practices are used in storage than in the field crop.
- (3) Farmers observe, experiment, and adapt production and storage with respect to local conditions.
- (4) Farmers know the damage done by pests, but their knowledge on the pest ecology is limited.
- (5) When farmers understand the lifecycle of the pest in more detail, they gain confidence and are more likely to teach other farmers about their control practices.

In conclusion this research shows the need to include farmers in learning trials. Only what they experience and see can be internalised to bring about change. It is crucial that farmers learn to understand life cycles of insects, or how diseases spread, so that they can take simple measures to reduce their losses.

2

Zusammenfassung

Bohnen wurden vor mehr als 400 Jahren nach Afrika eingeführt. Heute tragen Bohnen als zweitwichtigste Nahrungsquelle für Protein und als drittwichtigste Nahrungsquelle für Energie massgeblich zur ausgewogenen Ernährung der Afrikanischen Völker bei. Der Schädlingskomplex ist durch eine Kombination von endemischen und weltweit verbreiteten Insekten charakterisiert. Mit der Zeit entwickelten die Afrikanischen Bauern Pflanzenschutzmassnahmen, die an ihre Situation angepasst waren. Mit der Intensivierung, boten jedoch manche Massnahmen ungenügenden Schutz, und deshalb wurde nach neuen Möglichkeiten gesucht. Diese Dissertation erkundet das lokale Wissen der Bauern und beurteilt die Wirksamkeit von ausgewählten Praktiken während dem ganzen Anbauzyklus. Diese Studie verbindet Forschung in enger Zusammenarbeit mit den Bauern mit Forschung auf der Versuchsstation und im Labor.

Ein endemischer Schädling der Bohnenpflanze, *Ootheca bennigseni*, frisst an den jungen Bohnenblättern, bevor er seine Eier nahe zu Bohnenwurzeln legt, von denen sich die Larve ernährt. Die weitere Entwicklung findet im Boden statt. Bauern erwünschen sich ein Spritzmittel, um den Blattschaden und die davon resultierende Ertragseinbusse zu vermindern. Aber da die industriellen Insektizide oft zu teuer oder nicht erhältlich sind, schlagen sie vor, locale Substanzen wie einen Extrakt von *Vernonia lasiopus* (Vernonia) oder organische Substanzen wie Kuhurin zu benutzen. Forscher führten Versuche in Feldern von Bauern durch. Dabei wurden drei Spritzungen von einem Wasserextrakt von Vernonia, verdünntem Kuhurin und zwei Kontrollen (Wasser und Lambda Cyhalothrin) durchgeführt. Adult- und Larvenabundanz wurden gemessen und der Schaden an Blättern erfasst. Kuhurin erwies sich als sehr effektiv, um die Anzahl erwachsener Insekten während 24 Stunden zu reduzieren. Vernonia im Vergleich, war weniger effektiv, dafür dauerte der Effekt für mindestens sieben Tage. Blattschaden nach Behandlung mit Vernonia war ver-

mindert während der Hauptinfestationszeit. Aber Pflanzen, die mit Urin behandelt wurden wiesen gleich viel Schaden wie unbehandelte Pflanzen auf. Dies zeigt, dass häufiger hätte behandelt werden müssen. Larvenabundanz, zur Erntezeit, und Ertrag waren bei keiner Behandlung verbessert, auch nicht bei Lambda Cyhalothrin, das sowohl die Adultenabundanz erfolgreich kontrollierte, als auch den Blattschaden signifikant verminderte.

Das weltweit verbreitete Insekt, *Acanthoscelides obtectus*, ist vor allem als Lagerhaltungsschädling bekannt. Aber es ist selber auch ein Feldschädling in reifenden Bohnenfeldern. Mehrere Feld- und Laborversuche wurden durchgeführt, um dessen Vorlieben herauszufinden. Adulte wurden sechs Wochen vor Ernte in Feldern der Forschungsstation gefunden. In Feldern der Bauern, wurden die ersten Adulten erst eine Woche vor Ernte gefangen. Hülsen von Feldern, die näher als einen Kilometer von Häusern entfernt waren, waren häufiger befallen, als Hülsen von Feldern, die weiter entfernt waren. Auf Feldern der Bauern, wurden nur Hülsen befallen, die reifer als das Welkstadium waren. Verzögerte Ernte führten zu erhöhtem Befall durch *A. obtectus*. In Laborversuchen, bei denen das Insekt keine Auswahl zwischen mehreren Hülsen hatte, wurden die Hülsen aller Reifestadien ähnlich häufig befallen. Wenn das Insekt jedoch die Wahl zwischen zwei Hülsen hatte, bevorzugte es die reifere. Ob die Hülsen offen or geschlossen waren, machte keinen Einfluss auf die Befallsrate. Ovipositionstimulation war höher bei trockenen, reifen Hülsen, als bei weniger reifen. Die Hülse alleine (ohne Samen) stimuliert Oviposition in *A. obtectus* mehr als eine leere Petrischale (ohne Hülse, ohne Samen), aber die Hülse allein stimulierte Oviposition weniger als entweder ganze mit Samen gefüllte Hülsen oder Bohnensamen alleine.

Verluste bei der Lagerhaltung werden vor allem von einem Schädlingkomplex von zwei Insekten verursacht: *Acanthoscelides obtectus* und *Zabrotes subfasciatus*. Traditionellerweise gebrauchen die Bauern getrocknete Pflanzen, um die Lagerhaltungsschädlinge in Bohnen zu kontrollieren. Traditionelle und andere örtlich erhältliche Pflanzen wurden im Labor und bei Bauern auf Ihre Wirksamkeit gegen beide Schädlinge getestet. In Laborversuchen, war *Chenopodium ambrosioides* am wirkungsvollsten. Die Mortalität war 100 % in weniger als drei Tagen für beide Arten. Pulver von *Tagetes minuta* erhöhte die Mortalität signifikant, verglichen mit keinem

Pflanzenmaterial oder mit gepulverten Bohneblättern. Unzerkleinerte Blätter von *T. minuta* hatten keine Wirkung auf die Mortalität. Sowohl Blätter von *Cupressus lusitanica* und *Azadirachta indica* waren unabhängig von der Anwendungsform wirkungslos. Bei Versuchen mit Bauern war das Samenpulver von *A. indica* am wirkungsvollsten. Der Versuch schlägt eine Wirkungsdauer von ungefähr vier Monaten (oder zwei bis drei Insektengenerationen) vor. Jedoch sowohl *C. ambrosioides* und *T. minuta* (beider Blätter als Pulver verwendet), als auch in geringeren Massen *C. lusitanica* zeigen ein hohes Potential zur kurzzeitigen Lagerhaltung (bis zwei Monate oder eine Generation der Schädlinge).

In der Synthese werden fünf Thesen betreffend der Schädlingsbekämpfung durch die Bauern aus persönlicher Erfahrung diskutiert.

- (1) Bauern benützen Schädlingsbekämpfungsmassnahmen, aber deren Effizienz und Wirkungsdauer unterscheiden sich erheblich.
- (2) Bauern benützen Schädlingsbekämpfungsmassnahmen vor allem dort, wo es am effizientesten ist: In der Lagerhaltung werden mehr Massnahmen durchgeführt, als im Feldanbau.
- (3) Bauern beobachten, experimentieren und passen ihre Anbau- und Lagerhaltungsmethoden an lokale Umstände an.
- (4) Bauern kennen den durch Schädlinge verursachten Schaden, aber ihr Wissen der Insektenökologie ist beschränkt.
- (5) Wenn die Bauern den Lebenslauf der Insekten besser verstehen, gewinnen sie mehr Selbstbewusstsein und geben ihr Wissen eher an andere Bauern weiter.

Abschliessend hat diese Forschung gezeigt, dass es wichtig ist, Bauern in Lernversuche einzubeziehen. Nur wenn sie selbst mitmachen und das Insekt sehen, kann das neue Wissen einverleibt werden. Es ist paramount, dass Bauern die Lebensläufe der Insekten verstehen lernen, oder dass sie die Vermehrung von Krankheiten verstehen, damit sie in der Lage sind, mit einfachen Massnahmen ihre Verluste zu vermindern.