

Nr. 19
SHUQIANG LI

IPM zur Bekämpfung von *Helicoverpa armigera* in China

Wirkungen von Insektizidbehandlungen
auf Arthropoden im Baumwollökosystem



9 Schwarzweißzeichnungen
82 Schwarzweißabbildungen
24 Tabellen



Margraf Verlag

5. Zusammenfassung

Um in China eine praktisch orientierte IPM-Strategie zur Bekämpfung der Baumwollschädlinge zu entwickeln, werden in der vorliegenden Arbeit die Struktur und Funktion der Arthropodenzösen in Baumwollkulturen sowie die Wirkung von Insektizidbehandlungen auf diese Arthropodenzösen untersucht. Der Zielorganismus der Bekämpfung ist der Altweltliche Baumwollkapselwurm, *Helicoverpa armigera*, als wichtigster Schädling der Baumwolle Chinas, der jährlich Baumwollschäden in Milliardenhöhe verursacht.

5.1 Baumwoll-Schädlingsmanagement in China

Als Hintergrund der Arbeit werden das Spektrum und der Status der Baumwollschädlinge sowie die Maßnahmen der Baumwollschädlingsbekämpfung in China an Hand vieler unpublizierter Daten, Jahresberichte verschiedener Pflanzenschutzämter sowie der mehrjährigen praktischen Erfahrung des Autors analysiert. In China wurden in den letzten Jahren mehr als 300 Phytophage als Baumwollschädlinge beschrieben, darunter sind aber nur 4 Arten bzw. Artenkomplexe als Schlüsselschädlinge zu bezeichnen, nämlich *Helicoverpa armigera* (Noctuidae), *Aphis gossypii* (Aphididae), *Pectinophora gossypiella* (Gelechiidae) und *Tetranychus spp.* (Tetranychidae). Unter diesen 4 Schlüsselschädlingen sind die durch *Helicoverpa armigera* verursachten Schäden in den 90er Jahren besonders groß; im Jahr 1992 wurden beispielsweise allein im Anbaugebiet am Gelben Fluß Schäden an der Baumwolle von mehr als 1.45 Milliarden US \$ verursacht. Eine Analyse der landwirtschaftlichen Entwicklung am Beispiel der Provinz Hebei ergab, daß die in den letzten 50 Jahren wegen intensiver Landnutzung verursachten Änderungen des Anbausystems sowie die Entwicklung der Insektizidresistenz als die wichtigsten Ursachen für die Massenvermehrung von *Helicoverpa armigera* angesehen werden müssen.

Die Maßnahmen der Baumwollschädlingsbekämpfung in China werden ebenfalls über historische Entwicklungen bis zum gegengewärtigen Status analysiert: Die chemische Bekämpfung ist die beliebteste Methode der chinesischen Bauern und spielt im Moment eine überragende Rolle, aber sie hat auch viele Probleme mitgebracht. Die biologische Bekämpfung wurde in den 70er und 80er Jahren in China in weiten Bereichen intensiv eingesetzt, aber momentan ist die biologische Bekämpfung in der Baumwolle auf die Forschungsebene zurückgegangen. Der Integrierte Pflanzenschutz wird daher als der einzige Ausweg, insbesondere für die heutige *Helicoverpa*-Katastrophe, angesehen. Das Problem von IPM liegt aber in der Komplexität seiner Technologie, welche die Hauptschwierigkeit für die Verbreitung dieses Prinzips unter den Bauern ist. Eine einfache Technologie auf der Basis von rationellen Insektizidbehandlungen zu entwickeln, ist daher unbedingt notwendig und stellt gleichzeitig das praktische Ziel der vorliegenden Untersuchungen dar. Rationelle Insektizidbehandlung bedeutet hier hauptsächlich, daß damit einerseits die Schädlinge getötet und andererseits die Nützlinge geschont werden sollen.

5.2 Struktur und Funktion der Arthropodenzösen im Baumwollökosystem

Um das obengenannte Ziel zu erreichen, wurden dafür die wichtigsten Grundlagen, nämlich

die Struktur und Funktion der Arthropodenzönosen zuerst auf der Basis von Großparzellenversuchen im Jahr 1994 und 1995 erforscht. In den Großparzellenversuchen wurden insgesamt 550 Arthropoden-Arten gefunden, von denen ungefähr 50 weltweit wissenschaftlich unbeschriebene Arten sowie zusätzlich 29 für China Neufunde (Erstnachweise) waren. Die taxonomische, trophische und funktionelle Struktur der Arthropodenzönosen werden zunächst generell diskutiert. Die weiteren Forschungen zu diesem Thema beziehen sich speziell auf die funktionelle Struktur, wobei das Schädlings-, Nützlings-, Destruenten- und Bestäuber-Subsystem im Detail analysiert werden.

Bei den *Untersuchungen zur Struktur und Funktion des Schädlings-Subsystems* nach Großparzellenversuchsdaten werden hauptsächlich Morphologie, Phänologie, Lebenszyklus und Ökologie des „Schlüsselschädlings“ *Helicoverpa armigera* analysiert. Im Versuchsgebiet tritt *Helicoverpa armigera* insgesamt in 5 Generationen auf, wovon insbesondere die 2. bis 4. Generation große Schäden an der Baumwolle verursacht. Die weitere Analyse des Schädlings-Subsystems umfaßt die „Gelegentlichen Schädlinge“, insbesondere die Rüsselkäfer *Phytoscapus gossypii* und *Ptochus sp.*, die im Versuchsjahr 1994 auch die wirtschaftliche Schadensschwelle überschritten haben. Ferner wurden die „Unbedeutenden Schädlinge“, wie beispielsweise die in Massen vorkommenden Arten aus den Familien Tenebrionidae, Gryllidae und Trigonidiidae, die in geringerer Individuenzahl auftretenden „Historischen Schädlinge“, die „Latenten Schädlinge“ sowie die in den Versuchsparzellen vorgekommenen Vorrats- und Baumschädlinge berücksichtigt.

Die *Untersuchungen zur Struktur und Funktion des Nützlings-Subsystems* beziehen sich auf die verschiedenen Parasiten sowie Prädatoren der Baumwollschädlinge:

- Als Parasiten der Baumwollschädlinge werden hier hauptsächlich die Ei- und Larvenparasiten von *Helicoverpa armigera* sowie die Parasiten von Baumwollblättaußen berücksichtigt. *Trichogramma chilonis* (Trichogrammatidae) ist der einzige in den Versuchsparzellen festgestellte Eiparasit von *Helicoverpa armigera*; der Parasitierungsanteil betrug im Versuchsjahr 1995 bis zu 86%. Als Larvenparasiten von *Helicoverpa armigera* wurden 8 Arthropoden-Arten in den Versuchsfeldern nachgewiesen. In unseren Züchtungsexperimenten wurden aber nur zwei Arten, nämlich *Campeletis chlorideae* (Ichneumonidae) und *Microplitis mediator* (Braconidae) als bedeutende Larvenparasiten festgestellt. Der berechnete Parasitierungsanteil durch die beiden Arten betrug bis zu 78% in den Versuchsfeldern. Die Parasiten der Baumwollblattlaus *Aphis gossypii* sind hauptsächlich *Binodoxys communis* (Aphidiidae) und *Lipolexis gracilis* (Aphidiidae). 15-18% der Baumwollblattläuse waren durch die beiden Arten parasitiert.
- Als Prädatoren der Baumwollschädlinge wurden einige Familien aus den Ordnungen Araneae, Coleoptera, Hymenoptera und Heteroptera im Detail analysiert. Einige Arten aus den Familien Marienkäfer (Coccinellidae), Laufkäfer (Carabidae), Kurzflügler (Staphylinidae), Baldachin- und Zwergspinnen (Linyphiidae), Blumenwanzen (Anthocoridae), Florfliegen (Chrysopidae) gelten als bedeutendste Prädatoren der Baumwollschädlinge. Die Besiedlungsdichte, die Bedeutung, das Fraßvermögen sowie das Verhalten für die meisten Arten oder Gruppen davon werden aufgrund unserer Ergebnisse ausführlich dargestellt, wobei sich darunter generell überwiegend Blattlausprädatoren befinden, und die spezifischen Prädatoren

von *Helicoverpa amrigeria* aufgrund der intensiven Insektizidbehandlungen meist nur in kleinen Populationen auftreten.

Bei den *Untersuchungen zur Struktur und Funktion des Destruenten-Subsystems* konnte gezeigt werden, daß Asseln (Isopoda) und Schwarzkäfer (Tenebrionidae) die bedeutendsten Primärersetzer in unseren Versuchspartellen sind. Verschiedene Mikrophytophage, insbesondere einige Arten aus den Familien Moderkäfer (Lathridiidae), Kurzflügler (Staphylinidae), Plattkäfer (Silvanidae) und Staubläuse (Psocoptera: Ectopsocidae) treten mit besonders großen Populationen in den Versuchspartellen auf. Außerdem wurden dort verschiedene Dungkäfer und Aasfresser nachgewiesen. Die Populationschwankungen der Dungkäfer und Aasfresser sowie deren Bedeutung und Nahrungsspektrum werden ebenfalls an Hand unserer Ergebnisse dargestellt.

Im *Bestäuber-Subsystem* wurden von den „echten“ Bestäubern, wie den Arten aus den Familien Apidae, Megachilidae und Halictidae nur wenige Individuen festgestellt, die daher keine große Bedeutung besitzen. Eine ebenfalls geringe Bedeutung als Bestäuber kommt einzeln betrachtet den als Blütenbesucher zu bezeichnenden 110 verschiedenen Arthropodenarten zu, aufgrund ihrer großen Individuen- und Artenzahlen können sie insgesamt jedoch möglicherweise eine Bedeutung haben.

5.3 Wirkungen von Insektiziden auf Arthropoden im Baumwollökosystem

Die Experimente zur Wirkung von Insektizidbehandlungen auf Arthropoden im Baumwollökosystem wurden in Großpartellenversuchen in den Jahren 1994 und 1995, in Kleinpartellenversuchen in den Jahren 1995 und 1996 sowie in cytotoxikologischen Untersuchungen in den Jahren 1993 und 1996 durchgeführt.

In den *Großpartellenversuchen* wurden 1994 insgesamt 3 Versuchsprogramme („Unbehandelt“, „Thiodan Programm“, „IPM-gemäß“) und 1995 insgesamt 4 Versuchsprogramme („Unbehandelt“, „IPM-gemäß“, „Standard Programm“ und „Bäuerliche Partellen“) durchgeführt. *Die Ertragssteigerungen der Baumwolle*, als angewandte Seite unserer Großpartellenversuche, waren sehr erfolgreich: So haben wir im Jahr 1994 Erträge von 1350 kg/ha in unseren Partellen aus dem „Thiodan Programm“ erreicht und im Jahre 1995 mit dem „Standard Programm“ 1239 kg/ha. Im Vergleich dazu lagen im Versuchsgebiet die durchschnittlichen Erträge der Bauern bei 750 kg/ha im Jahre 1994 und im Jahre 1995 sogar noch viel niedriger (vgl. Abb. 4.31).

Als theoretische Seite der Großpartellenversuche wurden zuerst die *Wirkungen der Insektizidbehandlungen auf die Gesamtarthropodenzönosen* an Hand von Daten der Intensiv-Saugmethode analysiert. Es wurde eine deutliche Änderung der Gesamtindividuenzahlen der Arthropoden in verschiedenen Versuchsprogrammen nachgewiesen. So wurden beispielsweise im Versuchsjahr 1995 bei 33 Aufnahmetermen auf je 12 m² Fläche 29084 Arthropoden (außer Homoptera und Lepidoptera) beim Versuchsprogramm „Unbehandelt“, 12974 beim „Standard Programm“, 13830 beim „IPM-gemäßen Programm“ und 10684 auf „Bäuerlichen Partellen“ gefangen. Die Anzahl der Arthropoden-Ordnungen wurde in den verschiedenen Behandlungsprogramm ebenfalls deutlich reduziert, bei vielen Untersuchungsterminen verblieben nur die individuenreichen

„Haupt-Ordnungen“. Trotzdem änderte sich die Dominanzstruktur der Arthropoden-zönosen kaum.

Zur Erfassung der Wirkungen von Insektizidbehandlungen auf Schädlinge in Großparzellenversuchen wurden die Populationsschwankungen der Schlüsselschädlinge *Helicoverpa armigera* sowie die gelegentlichen Schädlinge *Phytoscapthus gossypii*/*Ptochus sp.* (Curculionidae) in den verschiedenen Versuchsprogrammen analysiert. Zur Bestimmung der Populationschwankungen von *Helicoverpa armigera* wurden hierbei die Ergebnisse von Licht- und Pheromonfallen sowie Direktzählungen benutzt. Bei *Phytoscapthus gossypii*/*Ptochus sp.* werden nur die Daten der Intensiv-Saugmethode von 1995 sowie der Klopfmethode 1994 verwendet. Die Mortalität durch die verschiedenen Insektizide, die Schutzwirkung an Baumwolle wurden im zeitlichen Verlauf der Vegetationsperiode verfolgt.

Zur Erfassung der Wirkungen von Insektizidbehandlungen auf Nützlinge in Großparzellenversuchen wurden die Parasitierungsprozentsätze von *Helicoverpa armigera* zuerst an Hand der Untersuchungsergebnisse der Ei-Ausbrütung und Larven-Züchtung analysiert. Die Besiedlungsdichte von *Trichogramma chilonis* sowie die Parasiten der *Aphis gossypii* wurden aber mittels Daten der Intensiv-Saugmethode dargestellt. Die Wirkungen der Insektizide auf die Dominanzstrukturen, die Populationsschwankungen, die ökologischen Indices sowie den Wirkungsgrad der Prädatoren, insbesondere Marienkäfer, Laufkäfer, Spinnen werden aufgrund von Ergebnissen einer ganzen Reihe von Untersuchungsmethoden beschrieben, beispielsweise der Intensiv-Saugmethode, Bodenfallen-, Stechrahmen- und Klopfmethode. Außerdem verursachten Insektizidbehandlungen möglicherweise auch die beobachteten Mißbildungen an zwei Spinnen aus den „Bäuerlichen Parzellen“.

Zur Erfassung der Wirkungen von Insektizidbehandlungen auf Destruenten in Großparzellenversuchen wurden die Wirkungen der Insektizidbehandlungen auf Asseln, Moderkäfer, Kurzflügler, Dungkäfer sowie Pillendreher analysiert. In den meisten Fällen traten erwartungsgemäß große Populationen in unbehandelten Parzellen und kleine Populationen in behandelten Parzellen auf. Bei einigen Tiergruppen wurden unerwartete Ergebnisse erzielt, beispielsweise wurden in einigen Behandlungsprogrammen mehr Asseln vorgefunden als in den „Unbehandelten Parzellen“. Hierfür werden Erklärungsmöglichkeiten diskutiert.

Zum Vergleich der Wirkungen von Insektizidbehandlungen auf *Helicoverpa armigera* und einige Prädatoren in Kleinparzellenversuchen wurden 9 Insektizide im Jahr 1995 und 7 Insektizide 1996 untersucht. Thiodan, Thiodan+Mitic, Deltphos und Decisdan waren besonders wirksam gegen *Helicoverpa armigera* und unter bestimmten Umweltbedingungen nicht toxisch gegenüber dem Nützling *Propylaea japonica* (Coccinellidae). Die Mischung aus Thiodan und Mitac zeigte hierbei die beste Wirkung. Ihr kann für die Zukunft eine sehr bedeutende Rolle im IPM der Baumwolle in China bemessen werden, insbesondere in *Helicoverpa*-Katastrophenjahren.

Zur Erfassung der Wirkungen von Insektizidbehandlungen auf Spinnen in elektronenmikroskopischen Untersuchungen wurden die Veränderungen der Mitteldarmdrüse sowie der Malpighischen Gefäße analysiert. Es wurden Thiodanbedingte Veränderungen der Ultrastruktur, wie deformiertes rauhes endoplasmatisches

Reticulum, Vermehrung von Kristallen in Sekretvakuolen, Auflösungserscheinungen in Kernmembranen sowie erhöhte Anzahlen an Spheriten, in Abhängigkeit der Zelltypen beobachtet, die bei den am stärksten verhaltensgestörten Tieren am deutlichsten ausgeprägt waren. Die ausgeprägten Schädigungen der Malpighischen Gefäße könnten möglicherweise auf zugrunde liegende Wirkungsmechanismen der Thiodan Schädigung hinweisen.

5.4 Anwendungsaspekte

Aufgrund der sowohl praxis- als auch grundlagenorientierten Untersuchungsergebnisse wurde ein Vorschlag für integrierte Maßnahmen der Baumwollschädlingsbekämpfung erarbeitet, der direkt in die Praxis umgesetzt werden kann. Die vorgeschlagenen Maßnahmen reduzieren die Schädigungsraten durch *Helicoverpa armigera* sehr deutlich und senken gleichzeitig den Insektizidbedarf, was sowohl Kosteneinsparungen als auch einen wichtigen Beitrag zur Senkung der Umweltbelastungen erwarten läßt.

6. Summary

To develop a practically orientated IPM-strategy for the control of cotton pests in China, the structure and function of the arthropod community in cotton and the effects of insecticide treatment on this arthropod community are investigated in the present study. The target organism of pest control in this study is the cotton bollworm, *Helicoverpa armigera*, as the most important cotton pest which causes a yearly damage of several billions US\$ in the cotton of China.

5.1 Cotton pest management in China

As background of the research the spectrum and status of cotton pests as well as methods of the cotton pest control in China are analyzed with the assistance of many unpublished data, annual reports of various Stations of Plant Protection and several years of practical experience of the author. In the past years more than 300 phytophagous taxa were reported as cotton pests in China. Only 4 of these species or species complexes can be pointed out as key pests: i.e. *Helicoverpa armigera* (Noctuidae), *Aphis gossypii* (Aphididae), *Pectinophora gossypiella* (Gelechiidae) and *Tetranychus spp.* (Tetranychidae). Among these key pests immense damages occurred in the 90ies by *Helicoverpa armigera*. In 1992 a loss of more than 1.45 billion US \$ was caused in the Yellow River cotton zone alone. An analyses of the agricultural development in the province Hebei showed that changes in cultivation systems within the past 50 years due to intensive cultivation as well as the development of insecticide resistance have been the most important causes for outbreaks of *Helicoverpa armigera*.

Methods of the cotton pest control in China are also given from historical developments to the present state: Chemical control is the most popular method of Chinese farmers but has also caused many problems. Biological control was widely practiced in the 70ies and 80ies in China but now it has been reduced to research only. Therefore, the integrated pest management is considered as the only solution for the present „*Helicoverpa* catastrophe“. Its problem lies in the complexity of its technology which is the main difficulty for the distribution among the farmers. Therefore, it is of utmost importance to develop a simple technology on the basis of judicious use of insecticides and emphasizes the practical aim of this research. Judicious use of insecticide means here, that on the one hand pests are killed and on the other hand natural enemies are treated with consideration.

5.2 Structure and function of the arthropod community in cotton ecosystems

To gain the aim mentioned above the structure and function of the arthropod community were investigated on the basis of large-plot experiments in the years 1994 and 1995. In this study 550 arthropod species were found in a cotton field in total, of which approx. 50 species are new to science and additional 29 species are new to China. The taxonomic, trophical and functional structure of this 550 arthropod are first discussed in general. Further investigations on this topic refer especially to the functional structure in

which the pest subsystem, natural enemy subsystem, decomposer subsystem and the pollinator subsystem will be analyzed in detail.

Investigations of the structure and function of the pest subsystems mainly the morphology, phenology, life cycle and ecology of the key pest *Helicoverpa armigera* are analyzed. *Helicoverpa armigera* occurs in 5 generations from which the 2nd to 4th generation causes massive damage on cotton in particular. Further research of the pest subsystem contains the „occasional pests“ in particular the boll weevil *Phytoscapus gossypii* and *Ptochus sp.* which exceeded the economic threshold in 1994 as well. Furthermore, „insignificant pests“ were taken into consideration - such as in large population present species of the families Tenebrionidae, Gryllidae and Trigonidiidae - as well as in smaller population present „historical pests“, „latent pests“ and in the experimental plots occurring stored-product pests and tree pests.

Investigations of the structure and function of natural enemy subsystems refer to the various parasites and predators of cotton pests:

- As important parasites of the cotton pests mainly the egg and larva parasites of *Helicoverpa armigera* as well as the parasites of cotton aphid are present. *Trichogramma chilonis* (Trichogrammatidae) is the only egg parasite of *Helicoverpa armigera* found in the experimental plot. As larva parasites of *Helicoverpa armigera* there are 8 arthropod species in our experimental plot, but only 2 species which are *Camponotus chloridae* (Ichneumonidae) and *Microplitis mediator* (Braconidae) could be detected as important parasites in our cultivation experiment. The percentage parasitism of these species amounted up to 78% in the experimental plots. Parasites of the cotton aphid *Aphis gossypii* are mainly *Binodoxys communis* (Aphidiidae) and *Lipolexis gracilis* (Aphidiidae). 15-18% of the cotton aphid were parasitized by the 2 species.

- As predators of the cotton pests several families of the orders Araneae, Coleoptera, Hymenoptera and Heteroptera were analyzed in detail. Some species of the families Coccinellidae, Carabidae, Staphylinidae, Linyphiidae, Anthocoridae and Chrysopidae are the most important predators of the cotton pests. Owing to our results the population density, feeding capability and the behavior of most species or families had been described in detail. The predators are mainly general predators and the specific predators of *Helicoverpa armigera* only occur in small populations.

The investigations of structure and function of the decomposer subsystem showed that isopods (Isopoda) and darkling beetles (Tenebrionidae) were the most important primary decomposers in our experimental plots. Various microphytophagous arthropods - especially some species of the families Lathridiidae, Staphylinidae, Silvanidae and Ectoposocidae (Psocoptera) - occur in large populations in the experimental plots. Furthermore, various dung insects were found. The population dynamics of the dung insects as well as their importance as decomposer in our experimental plots are presented.

In the pollinator subsystem no great significance could be recognized because few individuals were found of the „real“ pollinators such as species of the families Apidae, Megachilidae and Halictidae. Also the 110 species of various arthropods, the so-called

flower visitors have little importance as pollinators if seen separately. But due to their immense number of individuals and species they could be important in total.

5.3 Effects of insecticides on the arthropods in cotton ecosystems

Investigations of the effects of insecticides on the arthropods in cotton ecosystems in large-plot experiments were executed in 1994 and 1995, in small-plot experiments in 1995 and 1996 and in cyto-toxicol experiments in 1993 and 1996.

Three experimental programs („untreated“, „Thiodan program“, „IPM-approach“) were executed in large-plot experiments in 1994 and 4 experimental programs („untreated“, „IPM-approach“, „standard program“ and „farmer's practice“) in the year 1995. The yield increase of cotton in our large-plot experiments has been very successful. In our plots we reached a yield of 1350 kg/ha from the „Thiodan program“ in 1994 and 1239 kg/ha from the „standard program“ in 1995. In comparison the average yield of the farmers was 750 kg/ha in the experimental area in 1994 and even lower in 1995 (see fig.4.31).

As theoretical part of the large-plot experiments in a first step the effects of insecticides on the general structure of arthropod community were analyzed with the assistance of the intensive vacuum suction method. A clear effect on the amount of individuals of arthropods in different various experimental plots could be shown. For instance in 1995 on 33 surveys (12 m² per program and survey) 29084 arthropods (without Homoptera and Lepidoptera) were caught in the experimental program „untreated“, 12974 in the „standard program“, 13830 in the „IPM approach“ and 10684 in the „farmers practice“. The number of arthropod families was also clearly reduced in these various programs, in many surveys only the „main families“ with large numbers of individuals were left. Nevertheless, the dominance structure of the arthropods hardly changed.

To investigate the effects of insecticides on the cotton pests in large-plot experiments, population changes of the key pests *Helicoverpa armigera* as well as the occasional pests *Phytoscaphus gossypii*/*Ptochus sp.* (Curculionidae) were analyzed in the above mentioned experimental programs. For determination of the population changes of *Helicoverpa armigera* results of light and pheromone traps as well as visual inspections were used. For *Phytoscaphus gossypii*/*Ptochus sp.* data of the intensive vacuum suction method of 1995 and the tapping method of 1994 were used. Mortality due to different insecticides, and the effects of cotton protection were investigated during the vegetation period.

To investigate the effects of insecticides on natural enemies in large-plot experiments, the percentage parasitism of *Helicoverpa armigera* was first analyzed with the assistance of the results of egg breeding and larva cultivation. Population density of *Trichogramma chionis* as well as the parasites of *Aphis gossypii* were shown in reference to data of the intensive vacuum suction method. Effects of the insecticides on the dominant structures, the population changes, ecological indices as well as the efficiency of predators especially Coccinellidae, ground beetles and spiders are described based on several experimental methods, e.g. intensive vacuum suction method, pitfall traps, soil sampling and tapping

method. Furthermore insecticides might have caused observed malformation on two spiders in the „farmer’s practice“.

To investigate the effects of insecticides on the decomposers in large-plot experiments the effects of insecticides on Isopoda, Lathridiidae, Staphylinidae as well as various dung beetles were analyzed. As expected large populations mostly occurred in non-treated plots and small populations in treated plots. For some families however unexpected results were obtained, e.g. in some experimental programs more isopods were observed as in untreated plots. For these results interpretations are given.

To compare effects of insecticides against *Helicoverpa armigera* and some predators in small-plot experiments 9 insecticides in 1995 and 7 insecticides in 1996 were tested. Thiodan, Thiodan+Mitac, Deltphos and Decisdan were especially successful against *Helicoverpa armigera*, and not toxic to the natural enemy *Propylaea japonica* (Coccinellidae) under certain environmental conditions. The mixture of Thiodan and Mitac produced the best results. In the future it could play a very important role on the cotton in China especially in years of a *Helicoverpa* catastrophe.

To investigate the effects of insecticides on spiders in cyto-toxical experiments the midgut gland as well as the Malpighian tubules were studied. Thiodan induced changes of ultrastructure were observed such as deformed rER, increase of crystals in secretory granule, dissolution phenomena in nucleic membranes as well as increased numbers of spherites in relation to cell types. They were most pronounced on behaviorally disordered animals. Distinct damages of Malpighian tubules might point to the fundamental mechanisms of Thiodan damage.

5.4 Applicational aspects

On the basis of the practically as well as fundamentally orientated results a proposal of integrated methods for cotton pest control was made which can be transferred directly into practice. The methods proposed clearly reduce the damage caused by *Helicoverpa armigera*, and at the same time decrease the need of insecticides which lets expect cost savings and an important contribution to the reduction of ecological damage.