

Josef G. Knoll-Wissenschaftspreisträger 1996

Josef G. Knoll-Science Award Winner 1996

Shuqiang Li: „IPM zur Bekämpfung von *Helicoverpa armigera* in China - Wirkungen von Insektizidbehandlungen auf Arthropoden im Baumwollökosystem“, Universität Hohenheim, 1998

Resümee

Problemstellung

China ist der größte Baumwollproduzent der Welt. Auf 16% der Weltanbaufläche werden 23-27% der Weltbaumwollernte erzielt. Innerhalb von China gilt Baumwolle als die wichtigste Ackerkultur, zum einen als Grundlage der Textilproduktion für die chinesische Bevölkerung von 1,3 Milliarden Menschen, zum anderen als Lebensgrundlage für viele hundert Millionen chinesischer Baumwollbauern. Für diese stellt der Verkauf der Baumwolle das hauptsächliche und in den meisten Fällen sogar einzige Einkommen dar. Das Überleben und die Ernährung dieser Bauernfamilien ist damit eng mit sicheren Erträgen in der Baumwollproduktion verwoben.

Seit Beginn unseres Jahrzehntes ist die gesamte Baumwollproduktion in China durch die Massenvermehrung von *Helicoverpa armigera*, einer Schmetterlingsraupe, in eine äußerst kritische Situation geraten, die bis heute andauert. Zum Beispiel betrug im Jahr 1992 die durch *H. armigera* verursachten Ertragsminderungen allein im Anbaugebiet des Gelben Flusses etwa 700 000 Tonnen, trotz des Einsatzes großer Mengen von Pflanzenschutzmitteln. Dies entspricht einem wirtschaftlichen Verlust von 1,45 Milliarden US \$. Erfahrungen in Forschung und Praxis der letzten Jahre zeigen deutlich, daß langfristig nur ein integriertes Pflanzenschutzmanagement ("Integrated Pest Management" IPM) der einzige Ausweg aus einer drohenden "Helicoverpa-Katastrophe" für China sein kann. Leider waren die bisher in China entwickelten Maßnahmenvorschläge für ein IPM meist im Verfahrensablauf kompliziert und dadurch nur schwer in der bäuerlichen Praxis zu etablieren. Um einen verbreiteten Einsatz von IPM in großräumigen Anbauflächen zu ermöglichen, muß daher dringlich eine praxisorientierte, leicht anwendbare IPM-Technologie für Baumwollfelder in China entwickelt werden.

Forschungsfrage und Zielsetzung

Schlüsselstelle der hier als praxisorientiert" bezeichneten IPM-Strategie, ist die Optimierung des Insektizideinsatzes, der bislang weitgehend die einzige von den Baumwollpflanzern Chinas akzeptierte Methode zur Schädlingsbekämpfung darstellt. Optimierung des Insektizideinsatzes bedeutet, daß Schädlinge zielgerichtet abgetötet und gleichzeitig Nützlinge weitgehend verschont werden. Nützlinge spielen als natürliche Feinde von *Helicoverpa armigera* in Baumwolle eine wichtige Rolle. Beispielsweise wurde nachgewiesen, daß Schlupfwespen, als natürliche Parasiten von *Helicoverpa armigera*, 86% der Eier und 75% der Raupen in einem insektizidunbehandelten Baumwollfeld töten konnten. Durch den intensiven und kontinuierlichen Einsatz von Insektiziden wurde dieses natürliche

Gleichgewicht des Baumwollökosystem bisher stark gestört.

Zusammenfassend dargestellt sind die vorrangigen Ziele eines "Optimierten Insektizideinsatzes" daher:

- möglichst geringer Einsatz von Insektiziden,
- Sicherung hoher und kontinuierlicher Baumwollerträge,
- Erhalt des ökologischen Gleichgewichts und damit Entlastung der Umwelt.

Um einen optimierten Insektizideinsatz im Baumwollökosystem zu erreichen, wurden hauptsächlich zwei grundlegende Fragen in der vorliegenden Arbeit untersucht:

- Struktur und Funktion der Arthropodenzönosen und
- Wirkungen von Insektiziden auf Arthropoden.

Das Ziel der Untersuchungen zur Struktur und Funktion der Arthropodenzönosen war herauszufinden, in welchem Entwicklungsstadium der Baumwolle bestimmte Nützlinge eine wichtige Rolle als natürliche Feinde der Schädlinge spielen und daher durch eine optimierte Insektizidbehandlung besonders geschützt werden sollten. Das Ziel der Untersuchungen zur Wirkungen von Insektiziden auf Arthropoden war herauszufinden, welche selektiven Wirkungen auf verschiedene Tiergruppen auftreten.

Methodische Vorgehen

Wie ebenfalls in obiger Abbildung dargestellt, wurden mittels Groß- und Kleinparzellenversuchen in China sowie cytotoxischen Laborversuchen in Deutschland Untersuchungen auf verschiedenen Ebenen der Organismen (Lebensgemeinschaft, Population, Individuum und Zelle) durchgeführt:

Freilandversuche auf Großparzellen

Die Großparzellenversuche wurden in den Jahren 1994 und 1995 in der Provinz Hebei (um Peking) durchgeführt, einem Gebiet, in dem viele Bauern wegen *Helicoverpa armigera* wirtschaftlich schwere Schäden erlitten. Ein 30 ha großes Baumwollfeld wurde als Versuchsfeld ausgesucht, in dem ein 3 ha großes Versuchsplot in 9 Parzellen aufgeteilt wurde. 1994 wurden dort insgesamt 3 Versuchsbehandlungsprogramme (mit je 3 Wiederholungen) durchgeführt, nämlich "IPM-gemäß", "Thiodan Programm" und "Unbehandelt". Im folgenden Jahr wurde eine Behandlung nach "IPM-gemäß", "Standard Programm", "Unbehandelt" sowie zusätzlich ein als "Bäuerliche Bewirtschaftung" benanntes Programm durchgeführt.

Die untersuchten Insektizide für die Großparzellenversuche wurden nach zwei Prinzipien ausgewählt. Eingesetzt wurden zum einen Insektizide, die theoretisch für ein IPM in Baumwolle in China geeignet erschienen, zum anderen solche, die in China bereits in der Baumwollschädlingsbekämpfung intensiv eingesetzt wurden. Die Versuchstiere wurden je nach Forschungsebene ausgewählt. Insgesamt wurden 550 Arten und etwa eine halbe Millionen Individuum in der vorliegenden Untersuchung analysiert.

Freilandversuche auf Kleinparzellen

Das Ziel der Freilandversuche auf Kleinparzellen war der Vergleich der Wirkungen verschiedener Insektizide auf Schädlinge und Nützlinge. Diese Untersuchungen wurden ebenfalls in den Jahren 1995 und 1996 in der Provinz Hebei durchgeführt. Als Versuchstiere wurden nur *Helicoverpa armigera* und einige bedeutende Nützlinge ausgewählt. Zur Durchführung und Auswertung dieser Kleinparzellenversuche wurden eigene Methoden entwickelt und getestet.

Cytotoxikologische Methoden

Das Ziel der cytotoxikologischen Untersuchungen war es, mögliche Wirkungsmechanismen der Insektizide zu erfassen. In der vorliegende Arbeit wurden die Versuchstiere (hier Spinnen als Nützlinge) nach drei unterschiedlichen Methoden mit Insektiziden behandelt, danach die Zellstruktur mittels Transmissionselektronenmikroskopie untersucht. Besonders berücksichtigt wurden sogenannte "Wash-Out Effekte", die mögliche Überlebensmechanismen bei Nützlingen darstellen können.

Empirische Grundlagen und Ergebnisse

Anwendungsaspekte

In einer ersten praxisorientierten Anwendung waren die eingesetzten experimentellen IPM Behandlungsmethoden sehr erfolgreich. Im Versuchsfeld mit optimierter Insektizidbehandlung reduzierten sich die Schädigungsraten durch *Helicoverpa armigera* sehr deutlich. Gleichzeitig sank der Insektizidbedarf, was sowohl Kosteneinsparungen für den Bauern, als auch eine Senkung der Umweltbelastungen darstellt. So war beispielsweise im Jahr 1994, nach offizieller Mitteilung des Landwirtschaftsamtes Yongnian, der Ertrag von Parzellen aus unserem "Thiodan Programm" nach nur 5 Insektizidbehandlungen 1350 kg Baumwolle pro Hektar. Im Gegensatz dazu betragen die durchschnittlichen Erträge im Landkreis Yongnian in diesem Jahr nur 750 kg/ha, obwohl die Bauern 10 und mehr Insektizidbehandlungen eingesetzt hatten.

Die Behandlungsversuche im Jahr 1995-einem "Helicoverpa-Katastrophenjahr"- waren ebenfalls äußerst aussichtsreich: Nach nur 12 Insektizidbehandlungen lagen die Erträge von Parzellen, die nach unserm "Standard Programm" behandelt wurden, immerhin bei 1239 kg/ha. Im Vergleich dazu erreichten nach 20-30 Insektizidbehandlungen 35% der Baumwollanbaufläche im Landkreis Yongnian Erträge von weniger als 400 kg/ha, 20% der Fläche mußten aufgrund von massivem Schädlingsfraß bereits vor der Ernte vernichtet werden.

Theoretische Aspekte

Bei der Analyse der Struktur und Funktion der Arthropodenzönosen wurde der Status der Schädlinge, Nützlinge, Bestäuber und Destruenten in jedem Entwicklungsstadium der Baumwolle ermittelt. Diese Ergebnisse sind die Grundlage eines zielgerichteten Schutzes für Nützlinge und einer effektiven Bekämpfung von Schädlingen durch eine optimierte Insektizidbehandlung. Viele dabei ermittelte autökologische und populationsökologische Daten zur Phänologie, Lebenszyklus, Nische, Nahrungsspektrum und Fraßvermögen im

Baumwollökosystem dominanter Arten und Tiergruppen stellen völlig neue wissenschaftliche Aspekte dar.

Zusätzlich wurde hierbei erstmalig die taxonomische, trophische und funktionelle Struktur des Baumwollökosystems umfassend analysiert. In den Großparzellenversuchen wurden insgesamt 550 Arthropoden-Arten gefunden, von denen ungefähr 50 weltweit wissenschaftlich unbeschriebene Arten und 29 für China Neufunde (Erstnachweise) darstellen.

In der Untersuchung zur Wirkung von Insektiziden auf Arthropoden mittels Großparzellenversuch wurden zuerst die Wirkungen der Insektizidbehandlung auf die Gesamtarthropodenzönose an Hand von quantitativen Populationsdaten (z.B. Intensiv-Saugmethode) analysiert. Die weitere Analyse stellte für jede funktionelle Tiergruppe die Auswirkung auf Populationsschwankungen der Schädlinge und die Diversität der Nützlinge und Destruenten dar. Dabei zeigte sich, daß in nach dem "IPM-gemäßen", "Standard Programm" und dem "Thiodan Programm" behandelten Parzellen nicht nur die Schädlinge effektive bekämpft wurden, sondern auch die Diversität der Nützlinge und anderer Nichtzielorganismen weniger gestört wurde. Die von ansässigen Bauern betriebenen "Bäuerliche Parzellen" offenbarten, daß die Bauern die jungen Larven an der Baumwolle nicht erkennen und dadurch zu spät mit dem Pestizideinsatz beginnen. Zu diesem Zeitpunkt (nach dem 3. Larvenstadium) weisen die *Helicoverpa*-Larven eine um den Faktor 30 höhere Pestizidresistenz auf und sind dadurch nicht mehr effizient zu bekämpfen. Trotzdem versuchen die Bauern, durch massiven Pestizideinsatz (täglich bis zu zwei Spritzdurchgänge) eine Bekämpfung, erreichen dadurch jedoch nur eine dramatische Reduktion der Nützlingspopulation.

In Kleinparzellenversuchen wurden einige Insektizide gefunden, die sehr effektiv gegen *Helicoverpa armigera* wirken und gleichzeitig nur wenige Nebenwirkungen auf deren Prädatoren aufweisen. So beispielsweise die Mischung aus Thiodan und Mitac. Ihr kann für die Zukunft eine bedeutende Rolle im IPM der Baumwolle in China beigemessen werden, insbesondere in *Helicoverpa*-Katastrophenjahren.

Die cytotoxikologischen Untersuchungen ergaben insektizidbedingte Veränderungen der Ultrastruktur von Zellen, wie z. B. der Mitteldarmdrüse und der Malpighischen Gefäße von Spinnen. Die nachgewiesenen Veränderungen bei der Mitteldarmdrüse - besonders die Wasch-out Effekte - können mögliche Überlebensmechanismen der Nützlinge darstellen. Ausgeprägte Veränderungen der Malpighischen Gefäße deuten auf Wirkungsmechanismen der Vorgänge bei einer Schädigung durch Thiodan hin.

Verbreitung und Anwendungsmöglichkeiten der Strategien in der Praxis

Der Vorteil der hier entwickelten IPM-Strategie, die in der Untersuchungsphase im Vordergrund stand, besteht in der einfachen Technologie, auf der dieses Verfahren beruht. Diese einfache Anwendbarkeit und Durchführung bietet eine große Chance, diese Technologie unter den Bauern zu verbreiten. Bereits während der Durchführung der Versuche haben Vertreter des Pflanzenschutzamtes und der Agroindustrie (auch aus Europa) den Versuch mit Interesse beobachtet. Einige hundert Bauern informierten sich durch den Besuch der Versuchsfelder, wann und wie ein optimaler Pestizideinsatz erfolgen sollte, um ihren Ertrag optimieren zu können.

Zur praxisorientierten Information der chinesischen Bauern wurde eine leichtverständliche

Broschüre "Integrated Pest Management for Cotton in China: a Practical Booklet for a New Strategy of Pest Control" entwickelt. Die Englische Version dieser Broschüre wird in wenigen Tagen im Margraf Verlag (Weikersheim/Deutschland) erscheinen. Ziel ist, einen verbreiteten Einsatz der IPM-Technologie in der Baumwollproduktion zu fördern und dadurch langfristig hohe Baumwollerträge zu gewährleisten. Durch die Verbreitung dieser nachhaltigen Technologie werden sich damit die Lebensbedingungen der Bevölkerung Chinas, sowohl bezüglich der Ernährungslage der chinesischen Baumwollbauern, wie auch in der Abdeckung des Textilbedarfes der 1,3 Mrd. Menschen, deutlich verbessern.

Shuqiang Li: IPM zur Bekämpfung von *Helicoverpa armigera* in China - Wirkungen von Insektizidbehandlungen auf Arthropoden im Baumwollökosystem, Margraf Verlag Weikersheim, 1998, ISBN: 3-8236-1290-5