

**Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt
für Land- und Forstwirtschaft
Berlin-Dahlem**

Heft 218

März 1984



**Kolloquium
Integrierter Pflanzenschutz im Kohlanbau**

**Institut für Pflanzenschutz im Gemüsebau
25 Jahre in Fischenich**

Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft
Institut für Pflanzenschutz im Gemüsebau, Fischenich

Berlin 1984

*Herausgegeben
von der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft
Berlin-Dahlem*

Kommissionsverlag Paul Parey, Berlin und Hamburg
Lindenstraße 44-47, D-1000 Berlin 61

ISSN 0067-5849

ISBN 3-489-21800-0

CIP-Kurztitelaufnahme der Deutschen Bibliothek
Kolloquium Integrierter Pflanzenschutz im Kohlanbau
<1984, Hürth>:
Kolloquium Integrierter Pflanzenschutz im Kohlanbau: Inst. für
Pflanzenschutz im Gemüsebau, 25 Jahre in Fischenich / Biolog.
Bundesanst. für Land- u. Forstwirtschaft, Inst. für Pflanzenschutz
im Gemüsebau, Fischenich.
Hrsg. von d. Biolog. Bundesanst. für Land- u.
Forstwirtschaft, Berlin-Dahlem. –
Berlin; Hamburg: Parey [in Komm.] 1984.
(Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- u.
Forstwirtschaft Berlin-Dahlem; H. 218)
ISBN 3-489-21800-0
NE: Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft
<Berlin, West; Braunschweig>: Mitteilungen aus der . . . ; HST

© Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft

Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, des Vortrages, der Entnahme von Abbildungen, der Funk-
sendung, der Wiedergabe auf photomechanischem oder ähnlichem Wege und der Speicherung
in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten.
Werden einzelne Vervielfältigungsstücke in dem nach § 54 Abs. 1 UrhG zulässigen Umfang
für gewerbliche Zwecke hergestellt, ist an den Verlag die nach § 54 Abs. 2 UrhG zu zahlende
Vergütung zu entrichten, die für jedes vervielfältigte Blatt 0,40 DM beträgt.

1984 Kommissionsverlag Paul Parey, Berlin und Hamburg, Lindenstraße 44-47, D-1000 Berlin 61.
Printed in Germany by Arno Brynda GmbH, 1000 Berlin 62.

Inhalt

	Seite
Vorwort	
C r ü g e r, G.: Über die Bedeutung von Virosen, Bakteriosen, Mykosen, Unkräutern und Nematoden in einem integrierten Bekämpfungssystem für den Kohlanbau.	7
d e P o n t i, O.M.B.: Chancen der Resistenzzüchtung gegen Kohlschädlinge.	25
S c h l i e s s k e, J.: Zum Kohlanbau in Schleswig-Holstein und den speziellen Problemen der Schädlingsbekämpfung.	29
F r e u l e r, J.: Arbeiten an Kohlschädlingen in der Schweiz.	36
d e n O u d e n, H.: Untersuchungen über Repellents im Einsatz gegen die Kleine Kohlfliege.	51
E l T i t t i, A.: Zur Frage der monetären Bewertung von Feinden der Kohlfliege - <i>Delia brassicae</i> - im Blumenkohl.	60
H e r t v e l d t, L., v a n K e y m e u l e n, M. and P e l e r e n t s, C.: Large scale rearing of the entomophagous rove beetle <i>Aleochara bilineata</i> (Coleoptera: Staphylinidae).	70
T h e u n i s s e n, J.: Supervised pest control in cabbage crops - theory and practice.	76
H o m m e s, M.: Integrierte Bekämpfung von Raupen und Blattläusen im Kohlanbau.	85
L a n g e n b r u c h, G.-A.: Zur Wirkung von <i>Bacillus thuringiensis</i> gegen Schadlepidopteren an Kohl.	108
v a n L e n t e r e n, J.C. and P a k, G.A.: Can we use <i>Trichogramma</i> spp. to control Lepidopteran pests in cabbage.	119

Colloquium Integrated Control
in Cole Crops

Institute for Plant Protection
in Vegetable Crops
25 years in Fischenich

	<u>Contents</u>	Page
Preface		
C r ü g e r, G.: On the importance of virus, bacterial and fungus diseases, weeds and nematodes in an integrated control system for cole crops.		7
d e P o n t i, O.M.B.: Chances of breeding for resistance against pests of cabbage.		25
S c h l i e s s k e, J.: Cabbage cultivation in Schleswig-Holstein and special problems in pest control.		29
F r e u l e r, J.: Work in progress in Switzerland on cruciferous pests.		36
d e n O u d e n, H.: Investigations on repellents against the cabbage root fly.		51
E l T i t t i, A.: A contribution on the monetary evaluation of the natural enemies of the cabbage root fly - <i>Delia brassicae</i> - on cauliflower.		60
H e r t v e l d t, L., v a n K e y m e u l e n, M. and P e l e r e n t s, D.: Large scale rearing of the entomophagous rove beetle <i>Aleochara</i> <i>bilineata</i> (Coleoptera: Staphylinidae).		70
T h e u n i s s e n, J.: Supervised pest control in cabbage crops - theory and practice.		76
H o m m e s, M.: Integrated control of caterpillars and aphids in cabbage crops.		85
L a n g e n b r u c h, G.-A.: The efficacy of <i>Bacillus thuringiensis</i> against noxious Lepidoptera on cabbage.		108
v a n L e n t e r e n, J.C. and P a k, G.A.: Can we use <i>Trichogramma</i> spp. to control lepidopteran pests in cabbage.		119

Vorwort

Im Jahr 1983 blickte das Institut für Pflanzenschutz im Gemüsebau der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft auf eine 25-jährige Tätigkeit am Standort Fischenich zurück. In dieser Zeitspanne war die Forschungsarbeit des Instituts einem vielfältigen Wandel unterworfen.

Während die ersten Nachkriegsjahre zunächst vor allem dem chemischen Pflanzenschutz einen breiten Einstieg eröffneten, trat im Jahr 1958, dem Jahr der Institutsverlegung nach Fischenich, eine entscheidende Veränderung des Lebensmittelrechts in Kraft. Es wurden die Grundlagen für Rechtsvorschriften geschaffen, um die Rückstandsmengen von chemischen Pflanzenschutzmitteln auf pflanzlichen Nahrungsmitteln zu begrenzen. Dementsprechend war auch die Arbeit des Instituts in Fischenich in der nachfolgenden Zeit darauf ausgerichtet, Grundlagen für einen praktischen Pflanzenschutz im Gemüsebau zu schaffen, der den Bedürfnissen des Verbraucherschutzes Rechnung trägt. Im Lauf der Jahre erlangten dann die Forderungen nach einer weitergehenden Schonung des Naturhaushaltes zunehmende Bedeutung. Es galt auch für den Gemüsebau integrierte Pflanzenschutzsysteme zu entwickeln.

Derzeitiger Schwerpunkt der Arbeiten des Instituts in diesem Bereich sind Untersuchungen zur Entwicklung eines Integrierten Pflanzenschutzes im Kohlanbau.

Über diese Arbeiten berichtete das Institut auf einer Pressekonferenz in Bonn und gelegentlich einer Institutsbesichtigung am 6. September 1983. Am 7. September 1983 fand in Fischenich unter in- und ausländischer Beteiligung ein wissenschaftliches Kolloquium zum Integrierten Pflanzenschutz im Kohlanbau statt. Die bei dieser Gelegenheit gehaltenen Vorträge sind Inhalt dieses Heftes der Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt.

Im Januar 1984

Gerd Crüger

Gerd Crüger

Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft,
Institut für Pflanzenschutz im Gemüsebau, Hürth-Fischenich

Über die Bedeutung von Virosen, Bakteriosen, Mykosen, Unkräutern und Nematoden in einem integrierten Bekämpfungssystem für den Kohlanbau.

Im Kohlanbau werden chemische Mittel vor allem zur Bekämpfung von Insekten eingesetzt. Der Einsatz von Fungiziden und Herbiziden beschränkt sich im allgemeinen auf den Zeitpunkt vor oder kurz nach der Saat oder Pflanzung. Die vielfältigsten Bemühungen haben Möglichkeiten für eine Verminderung des Insektizideinsatzes bei der Bekämpfung der Kohlfliege, anderen beißenden und von saugenden Insekten im Kohlanbau geschaffen. Bei der Entwicklung eines integrierten Bekämpfungssystems für den Kohlanbau ist es unerläßlich, die Gesamtheit der notwendigen Pflanzenschutzmaßnahmen in dieser Kultur, in dem Einzelbetrieb oder sogar in dem jeweiligen Anbaugebiet zu beachten.

Einige Beispiele können diese Notwendigkeit verdeutlichen. So ist bei der Erarbeitung von Schadensschwellen für Blattläuse oder Unkräuter an die Bedeutung eines Restbesatzes für die Ausbreitung von an Kohl schädigenden Virosen zu denken. Blatt- und Bodenfungizide sowie Nematizide sind ebenso wie Insektizide auf ihre Wirkung auf Nützlinge zu prüfen. Empfehlungen für eine flache Bodenbearbeitung zum Zweck der Schonung von Nützlingen können das Überdauern parasitischer Pilze auf Pflanzenresten begünstigen. Eine Nützlinge schützende Bodenbedeckung kann ein Mikroklima schaffen, das für das Auftreten von Pilzkrankheiten günstig ist. Die Reihe der Beispiele derartiger Wechselbeziehungen läßt sich fortsetzen.

Im Kohlanbau ist es jahrzehntelange Übung, die heute als wichtig angesehenen Elemente eines Integrierten Pflanzenschutzes für die Minderung der Schadwirkung von Viren, Bakterien, Pilzen, Unkräuter und Nematoden zu nutzen. Nachfolgend soll die Bedeutung der verschiedenen Maßnahmen dargelegt werden.

Für eine integrierte Bekämpfung der wichtigsten Virosen und Bakteriosen des Kohls bedeutsame Angaben finden sich in den Tabellen 1a und 1b. Entsprechende Hinweise zu den Mykosen geben die Tabellen 2a und 2b. In der Tabelle 3 sind die wichtigsten in Kohlkulturen vorkommenden Unkräuter aufgeführt. Beim Auftreten des Kohlzystenälchens (Heterodera cruciferae) und des Rübenzystenälchens (Heterodera schachtii) hat der Kohl als die Vermehrung fördernder Wirt erhebliche Bedeutung für den Nachbau anderer Kulturpflanzen, die Wirte dieser Nematoden sind. In gewisser Weise gilt dies auch für das Stengelälchen (Ditylenchus dipsaci) und einige Wandernde Wurzelnemato- den, z.B. Pratylenchus- und Tylenchorhynchus-Arten. Wirtspflanzen des Kohlzystenälchens sind neben allen Kohlarten, Radies, Rettich und Raps viele andere Kreuziferen sowie einige Lippenblütler. Wirte für das Rübenzystenälchen sind ebenfalls alle Kohlarten, Radies und Rettich, zahlreiche andere Kreuziferen und daneben Spinat, Mangold, Beta-Rüben u.a.

Elemente einer integrierten Bekämpfung

Widerstandsfähige Sorten, Resistenzzüchtung

Unter den Alternativen zur chemischen Bekämpfung kommt der Nutzung der natürlichen und der züchterisch erreichten Widerstandsfähigkeit der Kultursorten große Bedeutung zu, obwohl die Praxis in der Regel geneigt ist, bei der Bewertung von Sorten den Forderungen des Marktes und der Produktionstechnik den Vorrang einzuräumen. Für den heimischen Kohlanbau hat es bisher eine gezielte Resistenzzüchtung gegen einzelne Krankheitserreger nicht gegeben. Allerdings muß die im großen und ganzen geringe Anfälligkeit der hiesigen Kohlsorten gegen Viren, Bakterien und Pilze auch als Ergebnis einer langjährigen positiven Massenauslese bzw. einer Individualauslese mit Nachkommenschaftsprüfung auch auf Resistenzeigenschaften gesehen werden. Die Hinwendung der Kohlzüchtung zu F_1 -Hybriden und auch die Bemühungen um eine Verminderung der Empfindlichkeit der Sorten gegenüber Schädlingsbesatz dürfen nicht dazu führen, daß das erreichte Resistenzniveau gegen Viren, Bakterien und Pilze beeinträchtigt wird. - Ein langsamer, bedachter Wechsel zu neuen Sorten ist

Tab. 1a Die für den heimischen Kohlanbau wichtigsten Virose- und Bakteriosen -
 Erreger, Schädwirkungen, Wirtspflanzen.

Virose

Krankheit	Erreger	Schädwirkungen	Besonders gefähr- dete Kohlarten	Sonstige Wirtspflanzen
Kohl-schwarz- ringflecken	turnip mosaic virus	Blattflecke, Mißbil- dungen, Wachstums- hemmungen	Chinakohl, Rosen- kohl, Kopfkohl	Kruziferen, Spinat, Rhabarber und Pflanzen aus vielen Familien
Blumenkohl- mosaik	cauliflower mosaic virus	Blattflecke, Verfär- bungen, Blattfall, Lagerschäden	Blumenkohl, Weiß- kohl, Rotkohl	Brassica-Arten und an- dere Kruziferen, selten an Raps

Bakteriosen

Krankheit	Erreger	Schädwirkungen	Besonders gefähr- dete Kohlarten	Sonstige Wirtspflanzen
Adernschwärze	Xanthomonas campestris	Schäden an Blät- tern, Trockenfäule, später Naßfäule	Kopfkohl, Blu- menkohl	sonstige Kruziferen, auch Unkräuter wie Hir- tentäschel, Virginische Kresse, Zweiknotiger Krähenfuß
Bakterien-Blatt- fleckenkrankheit	Pseudomonas maculicola	Blattflecke, Blät- ter sterben ab	Blumenkohl	Kruziferen
Bakterienweich- fäule	Erwinia ca- rotovora var. caroto- vora, auch E. aroidaeae, E. atrosep- tica	Strunkfäule, nach- folgend Fäulnis al- ler Pflanzenteile. Blattflecke an Chinakohl	Chinakohl, Weiß- kohl, Kohlrabi	sonstige Kohlarten und Pflanzen aus vielen Fa- milien

Tab. 1b Die für den heimischen Kohlanbau wichtigsten Virose- und Bakteriosen - Erreger und Entwicklungsbedingungen

Virose

Krankheit	Infektionsquellen	Form der Ausbreitung, Überträger	Optimale Entwicklungsbedingungen
Kohlschwarzringflecken	infizierte Kultur- oder Wildpflanzen aus verschiedenen Familien, Samen-träger, Hausgärten	Blattläuse, insbesondere Brevicoryne brassicae, Myzus persicae	bei starkem Blattlausauftreten und Nachbarschaft von infizierten Kultur- oder Wildpflanzen
Blumenkohlmosaik	infizierte Kreuziferen, Samenträger	Blattläuse, insbesondere Brevicoryne brassicae	

Bakteriosen

Krankheit	Infektionsquellen	Form der Ausbreitung, Überträger	Optimale Entwicklungsbedingungen
Adernschwärze	Verseuchtes Saatgut, verseuchte Samenträger, verseuchte Pflanzenreste im Boden, infizierte Kreuziferen, auch Unkräuter	Saatgutübertragung, Wassertröpfeln, Wind, Bearbeitungsgeräte	feuchte und warme Witterung, Temperaturen über 20°C, Optimum 30°C
Bakterienblattfleckenkrankheit			feuchte Witterung, Temperaturen um 25°C

Tab. 2a Die für den heimischen Kohlanbau wichtigsten Mykosen -
Erreger, Schadwirkungen, Wirtspflanzen

Krankheit	Erreger	Schadwirkungen	Besonders gefähr- dete Kohlarten	Sonstige Wirtspflanzen
Kohlhernie	Plasmodio- phora bras- sicae	Mißbildung der Wurzel, Wachstumshemmung, Pflanzen sterben ab	Chinakohl, Blumen- kohl, Weißkohl	alle Kohlarten so- wie fast alle Kru- ziferen. Einzelne Arten anderer Fa- milien mit Teil- entwicklung des Erregers
Umfallkrankheit	Phoma lingam	Wurzel- und Stengel- vermorschungen. Blatt- flecke vor allem an Chinakohl.Lagerfäule	Rotkohl, Weißkohl, Chinakohl, Kohl- rabi	Brassica-Arten und andere Kruzi- feren
Falscher Mehltau	Peronospora parasitica	Blattflecke, Blätter sterben ab, Verfärbun- gen der Blumen bei Blumenkohl	Kohlanzuchten, Brokkoli, Blumenkohl	Kohlarten, Radies, Rettich sowie son- stige Kultur- und Wildkruziferen
Echter Mehltau	Erysiphe cruciferarum	wertmindernder Myzel- und Sporenträgerbelag sowie Schwarzfärbung von Blättern	Rosenkohl, China- kohl	andere Brassica- Arten sowie wei- tere Kruziferen
Kohlschwärze	Alternaria brassicae, A. brassici- cola	Beeinträchtigung der Samengewinnung durch Schotenbefall, Blatt- flecke bei Chinakohl und Kopfsalat	Samenträgerbe- stände, Chinakohl	Brassica-Arten sowie weitere Kru- ziferen
Ringfleckkrank- heit	Mycosphae- rella bras- sicolica	Blattflecke, Röschen von Rosenkohl werden schwarz	Rosenkohl Brokkoli	Brassica-Arten, auch Raps

Tab. 2b Die für den heimischen Kohlanbau wichtigsten Mykosen -
Erreger und Entwicklungsbedingungen

Krankheit	Infektionsquellen	Form der Ausbreitung	Optimale Entwicklungsbedingungen
Kohlhernie	Bodenverseuchung, verseuchte Kultursubstrate und -gefäße	Verschleppung verseuchten Bodens über Geräte, Jungpflanzen. Verbreitung durch Oberflächenwasser, Wind?	hohe Bodenfeuchtigkeit, Temperaturen um 23-25°C, niedriger pH-Wert, starke Belichtung
Umfallkrankheit	Saatgutverseuchung, befallene Pflanzenreste im Boden	befallenes Saatgut, im Anzuchtbeet, beim Pflanzvorgang	dichte Bestände bei der Jungpflanzenanzucht, nasse und kühle Witterung
Falscher Mehltau	verseuchte Nachbarkulturen. Befallene Pflanzenteile im Boden. Selten verseuchtes Saatgut	Wassertropfen und Wind, mit dem Saatgut und durch befallene Jungpflanzen	feuchte Witterung, für die einzelnen Entwicklungsstadien des Pilzes gelten unterschiedliche Temperaturoptima. Hauptgefahr bei 8-16°C und Taubildung
Echter Mehltau	Befallene Wirtspflanzen, auch in größerer Entfernung	durch Wind verbreitete Konidien	sonnige, trockene Witterung, die durch kurze Blattnässeperioden unterbrochen wird
Kohlchwärze	verseuchtes Saatgut, befallene Pflanzenteile im Boden, erkrankte Nachbarkulturen	Saatgutübertragung, durch Wind verbreitete Konidien	feuchte und trockene Witterung im Wechsel, bei Temperaturen zwischen 20-35°C
Ringfleckenkrankheit	verseuchtes Saatgut, befallene Nachbarkulturen	Saatgutübertragung, durch Wind verbreitete Askosporen	feuchte und trockene Witterung im Wechsel bei Temperaturen zwischen 12 und 20°C

Tab. 3 Die im heimischen Kohlanbau am häufigsten vorkommenden Unkräuter *

<u>Einkeimblättrige</u>	
Äckerfuchsschwanz	- Alopecurus myosuroides
Acker-Trespe	- Bromus arvensis
Ausfallgetreide	- Gerste, Roggen, Weizen
Borstenhirse-Arten	- Setaria spp.
Einjähriges Rispengras	- Poa annua
Fingerhirse-Arten	- Digitaria spp.
Flughafner	- Avena fatua
Hühnerhirse	- Echinochloa crus-galli
Windhalm, Gemeiner	- Apera spica-venti
<u>Zweikeimblättrige</u>	
Äcker-Gauchheil	- Anagallis arvensis
Äcker-Hellerkraut	- <u>Thlaspi arvense</u>
Ampfer, Krauser	- Rumex crispus
Bingelkraut, Einjähriges	- Mercurialis annua
Brennnessel, Kleine	- Urtica urens
Ehrenpreis-Arten	- Veronica spp.
Erdrauch, Gemeiner	- Fumaria officinalis
Franzosenkraut, Kleinblättriges	- Galinsoga parviflora
Franzosenkraut, Behaartes	- Galinsoga ciliata
Fuchsschwanz-Arten	- Amaranthus spp.
Gänse-distel, Kohl-	- Sonchus oleraceus
Gänse-distel, Dornige	- Sonchus asper
Gänsefuß, Weißer	- Chenopodium album
Hahnenfuß, Acker-	- Ranunculus arvensis
Hederich	- <u>Raphanus raphanistrum</u>
Hirtentäschelkraut	- <u>Capsella bursa-pastoris</u>
Hohlzahn-Arten	- Galeopsis spp.
Kamille-Arten	
Geruchlose Kamille	- Matricaria perforata
Äcker-Hundskamille	- Anthemis arvensis
Echte Kamille	- Chamomilla recutita
Knöterich, Floh-	- Polygonum persicaria
Knöterich, Vogel-	- Polygonum aviculare
Knöterich, Winden-	- Polygonum convolvulus
Kreuzkraut, Gemeines	- Senecio vulgaris
Labkraut, Klebriges	- Galium aparine
Melde-Arten	- Atriplex spp.
Mohn, Klatsch-	- Papaver rhoeas
Nachtschatten, Schwarzer	- Solanum nigrum
Senf, Acker-	- <u>Sinapis arvensis</u>
Spörgel, Acker-	- Spergula arvensis
Stiefmütterchen, Acker-	- Viola arvensis
Taubnessel-Arten	- Lamium spp.
Vogelmiere	- Stellaria media
Wicken-Arten	- Vicia spp.
Wolfsmilch-Arten	- Euphorbia spp.
<u>Wurzelunkräuter</u>	
Äckerdistel	- Cirsium arvense
Äckerwinde	- Convolvulus arvensis
Löwenzahn, Gemeiner	- Taraxacum officinale
Quecke, Gemeine	- Agropyron repens

* Arten aus der Familie der Kreuzblütler sind unterstrichen

eine wichtige Voraussetzung für einen Integrierten Pflanzenschutz, da alle Untersuchungen zu Schadens- und Bekämpfungsschwellen die Sortenfrage mit einbeziehen und meist mehrere Kulturjahre berücksichtigen müssen. Bei der Betrachtung des heutigen Kohlsortiments und der Beobachtung sortenunterschiedlicher Anfälligkeit gegenüber bestimmten Schadorganismen erscheinen für die Resistenzzüchtung folgende Parasit-Wirt-Kombinationen interessant:

cauliflower mosaic virus, turnip mosaic virus	- Weißkohl, Chinakohl
<u>Erwinia spp.</u>	- Chinakohl
<u>Xanthomonas campestris</u>	- Kopfkohlarten, Blumenkohl
<u>Peronospora parasitica</u>	- Brokkoli, Blumenkohl, Kohlrabi, Weißkohl
<u>Erysiphe cruciferarum</u>	- Rosenkohl
<u>Alternaria brassicae</u>	- Chinakohl
<u>Mycosphaerella brassicicola</u>	- Rosenkohl, Blumenkohl

Unklar ist die Situation zu Phoma lingam. Dieser Erreger ist offensichtlich in der Lage, Typen unterschiedlicher Pathogenität auszubilden, die sich weltweit beim Raps, aber örtlich auch für den Kohl haben nachweisen lassen (BONMAN 1981, HUMPHERSON-JONES 1983, PATRIC 1978). So lange unter den hiesigen Verhältnissen der epidemiologische Ablauf beim Kohl allein durch Ausschaltung der Saatgutübertragung des Erregers unterbrochen werden kann, wird die Resistenzzüchtung vermutlich nur begrenztes Interesse finden. Dies würde sich aber sicherlich ändern, falls es in den Ertragskulturen zu Askosporeninfektionen kommen sollte, die beim Raps üblich sind und im Hochland von Madras auch beim Kohl unter Praxisbedingungen erfolgen können (mündliche Mitteilung).

Die schwierige Ausgangslage für eine Resistenzzüchtung gegen Plasmodiophora brassicae wird von KARLING (1968) ausführlich diskutiert. Nach vielfältigen älteren (COLHOUN 1958) und neueren Befunden (MATTUSCH 1980) ergeben sich für diese Wirt-Parasit-Kombination besondere Schwierigkeiten aus der Fülle der auftretenden Pathotypen von P. brassicae, die vielfach noch in der Form von Populationen an einem Standort gemeinsam vorkommen.

Alle bisherigen züchterischen Fortschritte auf dem Wege zu weniger kohlhernieanfälligen Sorten zeigten längerfristig nur lokale Bedeutung. Nach dem heutigen Stand wird man davon ausgehen müssen, daß der Weg zu kohlhernieresistenten Sorten noch sehr weit ist. In jedem Fall ist zunächst eine Erhöhung der Toleranz der Kohlsorten anzustreben. Für die Praxis wichtigste Objekte einer Resistenzzüchtung wären sicherlich Blumenkohl und Chinakohl, doch erscheinen hier die Erfolgchancen am geringsten.

Saatguterzeugung, Saatgutkontrolle, Saatgutbehandlung

Wichtige Kohlanbaugebiete sind zugleich Zentren der Kohlzüchtung. Vermehrungsbestände können negative Wirkungen auf epidemiologische Abläufe haben, wie dies z.B. für die an Kohl vorkommenden Virose und einige Mykosen gilt. Aus der Sicht eines integrierten Pflanzenschutzes sollte die Saatgutvermehrung daher räumlich deutlich getrennt vom Ertragsanbau erfolgen. Sofern aus besonderen Anlässen der Anbau von Vorstufen im Ertragsanbauggebiet erfolgt, ist sicherlich bei den Samenträgern eine intensivere chemische Bekämpfung angebracht als bei den Ertragskulturen. Der Verhinderung der Übertragung von Schadorganismen durch das Saatgut sollte im Rahmen des integrierten Pflanzenschutzes besondere Aufmerksamkeit gewidmet werden. Dies gilt vor allem dann, wenn die Saatgutübertragung die entscheidende Rolle im epidemiologischen Ablauf spielt, wie z.B. beim Auftreten von Xanthomonas campestris und Phoma lingam. Aber auch die anderen mit dem Samen übertragbaren Erreger von Kohlkrankheiten, wie Alternaria brassicae und A. brassicicola, Mycosphaerella brassicicola und auch Peronospora parasitica müssen ausgeschaltet werden. Dabei gilt eine chemische Saatgutbehandlung gleichzeitig einem Schutz in der Auflaufphase. Hier könnten Kombinationen von Standardfungiziden, wie Captan oder Thiram mit Phycomycetenmitteln, wie z.B. Metalaxyl oder Oxazolithion nützlich sein. Saatgutschutz hat bei Direktsaat besondere Bedeutung. Leider bleibt die Einarbeitung von Fungiziden und Insektiziden in die Pillenhüllmasse nicht ohne Wirkung auf Keimfähigkeit und Triebkraft (CRÜGER und KAMPE 1974). Auch liegen noch keine Versuchsergebnisse vor, die belegen, daß mit

dem Inkrusta-Verfahren eine eindeutig höhere Verträglichkeit gegeben ist. Hinzuweisen bleibt noch, daß zwar die Saatgutübertragung von Phoma lingam mit Benzimidazolpräparaten (gewöhnlich in Kombination mit Thiram im Einsatz) unterbunden werden kann (GABRIELSON et al. 1977, GABRIELSON and MAGUIRE 1977), mit dem außer Übung kommen der Heißwasserbeize jedoch die Gefahr der Saatgutübertragung von Xanthomonas campestris allgemein steigt.

Anzuchtflächen, Anzuchterden, Anzuchtgefäße

Auf die Notwendigkeit des systematischen Wechsels der Anzuchtflächen für Kohlpflanzen kann nicht eindeutig genug hingewiesen werden. Dabei geht es nicht nur um die Verschleppung bodenbürtiger Pilze sondern beispielsweise auch um die Einschleppung von Rübennematoden, wenn die Betriebe Kohljungpflanzen zukaufen, die auf verseuchten Flächen herangezogen wurden (THOMAS 1975). Leider muß man auch davon ausgehen, daß die im Handel erhältlichen Kultursubstrate nicht die volle Gewähr der Freiheit von Schadorganismen bieten. Auch muß an die Verseuchungsgefahr gedacht werden, die in der Anzuchtphase besteht, wenn nicht entseuchte Anzuchtgefäße oder Stellflächen benutzt werden.

Fruchtfolgen, Fruchtwechsel

Mit der zunehmenden Tendenz zur Spezialisierung verstärkt sich die Neigung der Kohlanbauer, auf der Einzelfläche die zeitlichen Abstände zwischen den Kohlkulturen zu verkürzen. Eine extreme Position nehmen hier vor allem die Anbauer von Blumenkohl ein. In Einzelfällen folgen hier - und manchmal sogar über längere Zeit ungestraft - zwei Kulturen im Jahr aufeinander. Auch im Anbau von Chinakohl zeichnen sich ähnliche Tendenzen ab. In erster Linie sind es die bodenbürtigen Schadorganismen, die uns einen Fruchtwechsel aufzwingen. Die Hauptbedeutung dabei besitzt ohne Zweifel die Kohlhernie. Feste Normen für die einzuhaltende Zeitspanne zur ausreichenden Herabsetzung der Kohlherniegefahr können allgemein gültig nicht gegeben werden, doch sollten 4 Jahre sicherlich nicht unterschritten werden. Die Mehrzahl der bakteriellen und pilzlichen an Kohl schädlichen Krankheitserreger ist

in der Lage, über Monate oder einige Jahre im Boden - vornehmlich auf befallenen Pflanzenteilen - zu überdauern. In der Regel beschränkt sich auf diese Weise entstehender Befall auf Schaden an Einzelpflanzen. Eine Ausnahme bildet das Auftreten von Peronospora parasitica, wo von Bodeninfektionen her entscheidende Primärherde gesetzt werden. Auch scheint eine Bodenverseuchung durch Phoma lingam an Chinakohl häufig der Ausgangspunkt für Blattbefall zu sein.

Der Kohl ist Wirtspflanze für eine Reihe von Wandernden Wurzel-nematoden und auch für Wurzelgallenälchen. Größere Bedeutung für das Fruchtfolgesystem haben das Kohlzystenälchen (Hetero-dera cruciferae) und das Rübenzystenälchen (H. schachtii). Doch haben sich im heimischen Kohlanbau bisher keine deutlichen Schadwirkungen gezeigt. Eine gewisse Gefahr scheint der Rüben-nematode allerdings für den Rosenkohlanbau in den Niederlanden darzustellen (DE MOEL 1982). Wichtig ist, daß die möglichen negativen Wirkungen für den nachfolgenden Anbau von Wirtspflanzen des Rüben-nematoden gesehen werden, die sich aus der Vermehrung von Heterodera schachtii am Kohl ergeben.

Grundsätzlich ist zu beachten, daß die Mehrzahl der an Kohl auf-tretenden Schadorganismen in großer Breite andere Kultur- und Wildpflanzen aus der Familie der Kruziferen befällt. Fruchtfol-gen, die zu einer Herabsetzung des Verseuchungsgrades führen sollen, müssen daher auf Kruziferenanbau verzichten, es sei denn, es handelt sich um einen gezielten Anbau von Feindpflanzen. Als Grundsatz bleibt festzuhalten, daß auf der gleichen Fläche der Anbau von Kruziferen nur im Abstand von mindestens 4 Jahren erfolgen sollten. Anzumerken ist jedoch, daß nicht nur der zeitliche Abstand für den primären Befall durch Schadorganismen von Bedeutung ist, sondern vielfach auch der räumliche Abstand große Bedeutung hat. Dies gilt insbesondere für den kleinflächigen, satzweisen Kohlanbau.

Überwinterungsbestände, Nachbarkulturen, Alternative Wirte, Mischkulturen

In einigen Kohlanbaugebieten wird Kohl, vor allem Rosenkohl und Wirsing, angebaut, der den Winter überdauert und mit dem früh gepflanzten Kohl den Wirtspflanzenkreis in das nächste Jahr

schließt. Bisher gibt es allerdings noch keine sicheren Anzeichen dafür - sieht man einmal von den Virosen ab - daß diese überwinternden Bestände eine besondere Bedeutung als Primärherde für Kohlkrankheiten haben.

Weitaus größere Bedeutung für den epidemiologischen Ablauf verschiedener Kohlkrankheiten hat die verbreitete Praxis, insbesondere für die Belieferung des Frischmarktes, die Kohlarten in Folgesätzen in unmittelbarer Nachbarschaft anzubauen. Hier muß die Tendenz gefördert werden, mit möglichst großen räumlichen Abständen zu arbeiten. Dies gilt sowohl für die Krankheits- als auch für die Schädlingsbekämpfung. Grenzen für derartige Forderungen ergeben sich naturgemäß durch die strukturelle Situation mancher Anbaugebiete.

Schwierigkeiten bei dem Bestreben, die Bedeutung der Kohlkrankheiten durch Fruchtfolgemeasures auf tragbarem Niveau zu halten, ergeben sich aus der Tatsache, daß für die Mehrzahl der Erreger auch eine Reihe anderer Kulturpflanzen sowie viele Unkräuter aus der Familie der Kreuzblütler Wirtspflanzen sind (s. Tab. 1 a und 2 a). Der örtlich stark zunehmende Anbau von Ölrapen und von Zwischenfrüchten, wie Raps-, Senf-, Rettich- und der Anbau aller Brassica-Arten bedeutet eine große Gefahr für den Kohlanbau. Eindeutige Hinweise, daß Erkrankungen der Kohlbestände ihren Ausgang von benachbarten Rapskulturen nehmen, liegen für Myco-sphaerella brassicicola (mündl. Mitt. Gemüse-Zucht-Genossenschaft Marne) und Alternaria brassicae (ANONYM 1981) vor. Eine, allerdings bisher theoretische, Gefahrenquelle stellt der Raps auch bezüglich des Auftretens von Phoma lingam an Kohl dar, gelangtes doch durch von Rapsstoppeln stammende Askosporen Infektionen an Kohl zu setzen (HUMPHERSON-JONES 1983). Die weitere Entwicklung wird hier sorgfältig beobachtet werden müssen.

Bei den Bestrebungen zur Schaffung einer nützlingsschonenden Bodenbedeckung wird darauf zu sehen sein, daß keine ungeeigneten, die Vermehrung von Schadorganismen fördernden Pflanzenarten, vornehmlich wird es dabei um die Kreuziferen gehen, heranwachsen. Entsprechendes gilt auch, wenn aus der Sicht einer wirtschaftlichen Schadensschwelle ein Rest-Unkrautbesatz tragbar erscheint und im Bestand verbleiben soll.

Kulturmaßnahmen

Ziel aller Kulturmaßnahmen ist in erster Linie die Schaffung optimaler Wachstumsbedingungen. Bei der Entwicklung eines integrierten Bekämpfungssystems für den Kohlanbau ist der Pflanzung gegenüber der Direktsaat der Vorzug zu geben, da mit der Direktsaat, durch die besondere Empfindlichkeit der auflaufenden Keimlinge und die längere Standzeit auf der Ertragsfläche, höhere Pflanzenschutzauwendungen entstehen. Auch muß die Direktsaat als "nützlingsfeindlich" angesehen werden, da eine besonders lange Periode ohne jegliche schützende Bodenbedeckung entsteht. Damit die Ausbreitung von Xanthomonas campestris und Phoma lingam nicht begünstigt wird, müssen die aus dem Saatbeet entnommenen Jungpflanzen sofort ausgepflanzt werden. Die Möglichkeiten durch Kulturmaßnahmen auf die Ausbreitung von Krankheiten in der heranwachsenden Kultur einzuwirken sind begrenzt. Im Fall des Auftretens der Adernschwärze und anderer Bakteriosen sollte das Befahren der Bestände mit Maschinen auf das unbedingt notwendige Maß beschränkt werden, damit eine mechanische Ausbreitung des Erregers unterbleibt. - Auch der Erreger der Kohlhernie kann durch Bodenbearbeitungsgeräte verschleppt werden. Weitere Kulturmaßnahmen gegen diese Krankheit sind die Anhebung des pH-Wertes auf den Maximalwert, den die Bodenart zuläßt, die Verwendung von Pflanzen mit möglichst großem Wurzelballen und die Vermeidung von Staunässe. Durch einen gesteuerten Einsatz der Beregnung kann die Schädigung des Echten Mehltaus an Rosenkohl und Chinakohl gemildert werden, kann die Ausbreitung des Falschen Mehltaus bei Blumenkohl erschwert werden. Da eine Reihe von Schadorganismen auf befallenen Pflanzenteilen überdauern und von dort neue Infektionen setzen kann, ist stets dafür zu sorgen, daß abgeerntete Bestände baldmöglichst mit rotierenden Geräten bearbeitet werden, damit das Pflanzenmaterial durch flaches Einarbeiten einer schnellen Verrottung ausgesetzt wird und daß alle vorjährigen Pflanzenreste vor der ersten Pflanzung von Kohl im Frühjahr tief untergepflügt werden.

Chemische Bekämpfungsmaßnahmen

Bei der Jungpflanzenanzucht sind intensive chemische Bekämpfungsmaßnahmen angebracht. Hier muß es das Ziel sein, die Entstehung

primärer Infektionsquellen zu unterbinden. Neben den Maßnahmen zur Verhinderung der Saatgutübertragung ist vielfach auch eine Bekämpfung der Keimlingskrankheiten (Erreger: Pythium spp., Rhizoctonia solani, Olpidium brassicae, Alternaria spp., Botrytis cinerea, Phoma lingam) durch die Beizung oder nachfolgende Fungizidanwendung im Gieß- oder Spritzverfahren zweckmäßig. Wünschenswert wäre es, wenn hierfür zugelassene Präparate zur Verfügung stehen würden, die neben Wirkstoffen wie Captan, Captafol, Folpet oder Mancozeb noch ein Phycomycetenmittel (z.B. Metalaxyl, Oxazolithion) enthalten, damit gleichzeitig auch die in der Anzucht besonders wichtige Bekämpfung des Falschen Mehltaus erfolgen kann.

Fungizidanwendungen in den Kohlertragskulturen beschränken sich auf Einzelfälle. In der Mehrzahl der Anbaugebiete ist eine Alternaria-Bekämpfung an Chinakohl regelmäßig erforderlich. In der Praxis bewährt haben sich Spritzungen mit Vinclozolin. Örtlich erfolgen Fungizidspritzungen gegen Falschen Mehltau an Blumenkohl, Kohlrabi und Brokkoli. Dabei werden vornehmlich Mancozeb-Präparate eingesetzt. Auch für diesen Einsatzbereich wäre ein Kombinationspräparat mit diesem Wirkstoff und einem Phycomyceten-Mittel erwünscht. Im Rheinland und in der Pfalz erscheint in einzelnen Jahren die Bekämpfung des Echten Mehltaus an Rosenkohl erforderlich. Zwar kommt es nicht zu Ertragseinbußen, doch können sich deutliche Qualitätsminderungen durch Schwarzfärbung der Röschen ergeben. Im europäischen Ausland werden neben Kontaktfungiziden, wie Dinocap, zur Bekämpfung Pyrazophos und auch BCM-Präparate bzw. Kombinationen beider Wirkstoffe eingesetzt. Da Pyrazophos bekanntlich auch Wirkungen auf Arthropoden besitzt, müssen mögliche Effekte dieser Substanz auf die Nützlingsfauna bedacht werden.

Die Anwendung spezieller Herbizide hat in den Kohlanbau verhältnismäßig spät Eingang gefunden. Große Bedeutung hat weiterhin vor allem die Anwendung von Kalkstickstoff, wobei häufig gleichzeitig eine Minderung des Befalls durch die Kohlhernie erreicht wird (MATTUSCH 1978). Über die Wirkungen des Kalkstickstoffs auf die Bodenflora und Bodenfauna liegen breite Untersuchungen vor (GLATHE 1971, KNÖSEL und KIEWNICK 1964, VAN DEN BRANDE et al. 1960, VENTER 1973 u.a.).

Positive und negative Effekte sind in der Regel von vorübergehender Natur. Nähere Untersuchungen bezüglich eines möglichen Effektes auf Ei- und Puppenräuber der Kohlfliege erscheinen wünschenswert.

Für die übrigen im Kohl eingesetzten Herbizide (Alachlor, Alloxidym-Salz, Desmetryn, Metazachlor, Propachlor, Trifluralin), die gewöhnlich im Frühstadium der Kohlkultur eingesetzt werden, liegen nur begrenzte Beobachtungen zur Wirkung auf Bodenflora und Bodenfauna oder andere Nebenwirkungen vor. Gewisse fungizide Effekte werden vor allem dem Trifluralin nachgesagt. Der Einfluß der Herbizide auf Nützlinge im Kohlanbau dürfte in erster Linie indirekter Natur sein, d.h. über Wirkungen auf den bodendeckenden Unterwuchs entstehen.

Bekämpfungsschwellen, Wirtschaftliche Schadensschwellen

Bezüglich der hier angesprochenen Schadorganismen kann für die Diskussion von Bekämpfungsschwellen folgendes gelten:

Bei der Kohljugpflanzenanzucht und in den Vermehrungsbeständen ist die Bekämpfungsschwelle für Pilzkrankheiten nahe dem Wert "Null" zu suchen, damit möglichst keine primären Infektionsherde entstehen. Bei der Bekämpfung von Kohlvirosen gilt es in gefährdeten Lagen das Auftreten geflügelter Blattläuse weitestgehend zu begrenzen. Dies kann eine Bekämpfung notwendig machen, die über das hinausgeht, was zur Vermeidung einer Schädigung durch die Saugtätigkeit der Blattläuse notwendig ist. Fungizideinsätze in den Ertragskulturen sollten sich weiter reduzieren lassen, wenn der speziellen Empfindlichkeit der Rosenkohlsorten gegen Echten Mehltau, von Blumenkohl-, Kohlrabi- und Brokkolisorten gegen Falschen Mehltau und, in begrenztem Umfang, der unterschiedlichen Empfindlichkeit von Chinakohlsorten gegen Alternaria mehr Rechnung getragen wird.

Zur wirtschaftlichen Schadensschwelle bei der Unkrautbekämpfung ist u.a. auf die Arbeit von ORTH und HÜLSENBERG (1969) zu verweisen, wonach in Abhängigkeit von Kohlart und vorkommenden Unkrautarten ein gewisser Unkrautbesatz durchaus geduldet werden kann. Dabei wird der Wert eines derartigen Restbesatzes als Schutzdecke für die Nützlingsfauna mitzubewerten sein.

Bezüglich der Schädwirkung von Nematoden an Kohl kann festgestellt werden, daß die wirtschaftliche Schadensschwelle bisher im heimischen Anbau noch nicht überschritten wird. Beispiele aus dem Ausland zeigen, daß dies aber möglich ist. Leichtfertiger Umgang mit der Fruchtfolge muß daher vermieden werden.

Zusammenfassung

Im Kohlanbau werden chemische Mittel vor allem zur Bekämpfung von Insekten eingesetzt. In ein integriertes Bekämpfungssystem müssen aber auch die Maßnahmen gegen Viren, Bakterien, Pilze, Unkräuter und Nematoden einbezogen werden. Für diese Schadorganismen werden die wichtigsten Grundlagen für eine integrierte Bekämpfung tabellarisch dargestellt. Die Chancen der Resistenzzüchtung werden aufgezeigt. Die Bedeutung gesunden Saatgutes und hygienischer Maßnahmen bei der Anzucht sowie eines vernünftigen Fruchtwechsels, von alternativen Wirten und Kulturmaßnahmen sowie der chemischen Bekämpfung im Rahmen eines integrierten Pflanzenschutzes im Kohlanbau werden diskutiert. Abschließend werden einige Anmerkungen zu Schwellenwerten gemacht.

On the importance of virus, bacterial and fungus diseases, weeds and nematodes in an integrated control system for cole crops.

Summary

In cole crops chemicals are mainly used for insects control. Just as well control practices against viruses, bacteria, fungi, weeds and nematodes have to be included into an integrated control system. Data of these diseases causing organisms important for integrated control are presented in tables. Chances of breeding for resistance are shown up. The importance of healthy seeds, hygienic measurements in seed beds, of a reasonable crop rotation, of alternative hosts and growing practices as well as chemical treatments in an integrated control system in cole crops are discussed. Finally some remarks are made on the different thresholds.

Literatur

- Anonym: Pflanzenschutzdienst des Landes Schleswig-Holstein, Jahresbericht 1981, S. 51
- Bonman, J.M. et al.: Virulence of Phoma lingam to cabbage. Plant Dis. 65. 1981, 865-867
- van den Brande, J., D'Herde, J. et Gillard, A.: Sur les propriétés nématicides de la cyanamide de chaux. Editions Vyncke, Gent, 1960
- Colhoun, J.: Club root disease of crucifers caused by Plasmodiophora brassicae Woron. - A monograph. The Commonwealth Mycol. Institute, Phytopathol. Paper No. 3, Kew Surrey, 1958
- Crüger, G.: Pflanzenschutz im Gemüsebau. Eugen Ulmer, Stuttgart, 1983
- Crüger, G. und Kampe, W.: Kohlfliiegenbekämpfung bei gepflanztem und gesättem Kohl. Gemüse 10. 1974, 126-128
- Gabrielson, R.L. et al.: Fungicidal eradication of seedborne Phoma lingam of crucifers. Plant Dis. Repr. 61. 1977, 118-121
- Gabrielson, R.L. und Maguire, J.D.: The biology and control of Phoma lingam in crucifer seed crops. Search 14. 1977, No. 1, 2-8
- Glathe, H.: Kalkstickstoff und Mikroflora des Bodens. Z. Pflanzenernähr. Bodenk. 128. 1971, 41-50
- Hanf, M.: Ackerunkräuter Europas mit ihren Keimlingen und Samen. BASF Aktiengesellschaft, Ludwigshafen, 1982
- Humpherson-Jones, F.M.: Pathogenicity studies on isolates of Leptosphaeria maculans from brassica seed production crops in south-east England. Ann. appl. Biol. 103. 1983, 37-44
- Karling, J.S.: The Plasmodiophorales. Hafner Publishing Company, New York and London, 1968
- Knösel, D. und Kiewnick, L.: Beitrag zur Wirkung von "Cyanamidflüssig" auf Bodenmikroorganismen. Zentralbl. Bakteriologie. 2 Abt. 118, 1964, 387-396
- Mattusch, P.: Ein Beitrag zur Verminderung der durch den Kohlhernieerreger Plasmodiophora brassicae verursachten Schäden durch den Einsatz von Kalkstickstoff. Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd. (Braunschweig) 30. 1978, 150-152

- Mattusch, P.: Problematik und Stand der Kohlherniebekämpfung.
Rhein. Monatsschr. Gemüse, Obst, Schnittbl. 68. 1980,
138-140
- De Moel, C.: Bietecyste-aaltjes en de teelt van (vroege)
spruitkool. Groenten Fruit. 37. 1982, 48-49
- Nieuwhof, M.: Cole Crops. Leonard Hill, London, 1969
- Orth, H. und Hülsenberg, C.: Konkurrenzwirkung von Unkräutern
in einigen Gemüsekulturen. Angew. Botan. 43. 1969,
71-86
- Petrie, G.A.: Occurrence of a highly virulent strain of blackleg
(Leptosphaeria maculans) on rape in Saskatchewan 1975-
1977. Can. Plant Dis. Surv. 58. 1978, 21-25
- Thomas, E.: Übertragung von Rübennematoden durch Kohlpflanzen.
Landw.Z. Rheinl. 142. 1975, 1444-1445
- Venter, F.: Möglichkeiten und Grenzen der Verwendung von Kalk-
stickstoff im Gemüsebau in pflanzenbaulicher und phyto-
sanitärer Hinsicht.
Institut für Gemüsebau, Techn. Universität München,
1973, 216 S.

O.M.B. de Ponti

Institut für gärtnerische Pflanzenzüchtung (IVT), Wageningen,
Niederlande.

Chancen der Resistenzzüchtung gegen Kohlschädlinge

In anderen Vorträgen dieses Kolloquiums wurde bereits erwähnt, daß der Kohlanbau durch eine größere Zahl von Schädlingen gefährdet wird, die zur Zeit noch überwiegend chemisch bekämpft werden. Auch die Möglichkeiten der verschiedenen Alternativen für Routinespritzungen wurden diskutiert. Die meisten alternativen Bekämpfungen zielen auf eine Verminderung der Schädlingspopulationen, biologisch oder auch chemisch. Vorzugsweise werden die verschiedenen Taktiken kombiniert angewendet in einer Strategie der Integrierten Bekämpfung.

Die Resistenzzüchtung zielt auf das Vermindern oder eben Verhindern des Populationsanstieges. Auf diese Weise werden die Schädlingsprobleme verhütet statt bekämpft. In der Mehrzahl der Fälle wird die Schädlingsresistenz, wegen ihrer Unvollständigkeit, nicht ausreichend sein für den Pflanzenschutz. Darum kann die Schädlingsresistenz nur ein Teil eines integrierten Schädlingsbekämpfungssystems sein. In diesem Beitrag werden die Chancen der Resistenzzüchtung skizziert.

Obwohl es über die meisten Kohlschädlinge Literaturdaten gibt in Bezug auf die Resistenz, führt es zu weit, dieses Thema vollständig zu besprechen. Dieser Beitrag wird sich darum auf die Erfahrungen beschränken, die wir in den letzten drei Jahren mit amerikanischem Zuchtmaterial mit Resistenz gegen Kohlraupen und Kohlblattläuse gesammelt haben.

In den Vereinigten Staaten, namentlich in der New York State Agricultural Experiment Station in Geneva, hat der Kohlzüchter Dr. M. H. Dickson vor ungefähr acht Jahren beim Prüfen der Kohlgartenbank in einer australischen Blumenkohlsorte ein hohes Niveau von Resistenz gegen alle dort auftretenden Kohlraupen gefunden. Über diese Ergebnisse wurde schon mehrmals berichtet (DICKSON and ECKENRODE 1980). Im Jahre 1981 haben wir diese Sorte auch auf unseren Versuchsfeldern in Wageningen im Vergleich mit eini-

gen Standardsorten geprüft. Zusammen mit Den Ouden, Theunissen und anderen Mitarbeitern des Instituuts voor Plantenziektenkundig Onderzoek (IPO) haben wir diese Sorte eingehend bewertet und wir waren erstaunt über die Resistenz gegen die meisten Raupen und gegen die Mehligke Kohlblattlaus.

Im Sommer 1982 habe ich zwei Monate bei Dr. Dickson verbracht, um die vielen neuen Zuchtlinien von Blumenkohl und Weißkohl, in die die Resistenz inzwischen eingekreuzt war, zu beurteilen.

Verschiedene Linien kombinierten schon eine hohe Resistenz mit ziemlich guten allgemeinen gartenbaulichen Eigenschaften. Die Resistenz beschränkte sich auch nicht länger auf die hellgrünen Typen - diese Färbung, bedingt durch eine abweichende Struktur der Wachsschicht, zeigt das Ursprungsmaterial - sondern war auch schon eingekreuzt in die normalen blaugrünen Typen. Die Resistenz ist deshalb nicht ursächlich verbunden mit dieser abweichenden Wachsschicht; auch hellgrüne Typen können sehr anfällig sein.

Auf Grund dieser intensiven Kontakte hat Dr. Dickson darin eingewilligt, seine am weitesten entwickelten Linien 1983 in Wageningen beurteilen zu lassen. Sechs Weißkohllinien und fünf Blumenkohllinien wurden bonitiert, wiederum in enger Zusammenarbeit mit Kollegen des IPO. Zweiwöchentlich wurden die verschiedenen Entwicklungsstadien der Raupen gezählt und die Zahl der Blattläuse geschätzt. In den meisten Linien der beiden Kohlararten war die Resistenz gegen Mamestra brassicae- und Plutella xylostella-Raupen überzeugend. Der Befall von Pieris-Raupen war zu gering um einen Unterschied feststellen zu können, aber die Resistenz gegen Pieris brassicae war schon in den USA nachgewiesen worden. Die Resistenz der blaugrünen Typen war noch nicht so hoch wie die der hellgrünen Typen, aber das läßt sich aus der polygenen Vererbung der Resistenz erklären. Es muß möglich sein, die Resistenz der blaugrünen Typen zu verbessern.

Alle hellgrünen Linien waren auch resistent gegen die Mehligke Kohlblattlaus Brevicoryne brassicae, während die blaugrünen Linien in dieser Hinsicht unterschiedlich und unbeständig waren. Auf diese Resistenz wurde aber bisher kaum selektiert. Ein ent-

sprechendes Zuchtprogramm wurde jedoch 1983 in den USA aufgenommen.

Erwähnt sei noch, daß die hellgrünen Typen sehr anfällig oder vielleicht empfindlich sind für Erdflöhe der Gattung Phyllotreta. Weil wir damit rechnen, daß die Resistenz endgültig in blaugrüne Sorten eingebaut wird, betrachten wir das Erdflöhproblem als vorübergehend.

Zusammenfassend glauben wir, daß unsere amerikanischen Kollegen sehr interessante Zuchtlinien entwickelt haben, die auch für den europäischen Kohlanbau von sehr großer Bedeutung sein können. Obwohl die Resistenz nicht vollständig, und vielleicht in gewisser Weise saisonabhängig ist, wird sie einen wesentlichen Beitrag zu der integrierten Schädlingsbekämpfung im Kohlanbau liefern können. Auch in den Versuchsfelder des BBA-Instituts für Pflanzenschutz im Gemüsebau in Hürth-Fischenich wurden 1983 einige Weißkohllinien positiv beurteilt.

Zusammenfassung

Es wird über Erfahrungen in den Niederlanden mit Zuchtmaterial berichtet, das von der New York State Agricultural Experiment Station in Geneva stammt. Ursprungsmaterial ist eine australische Blumenkohlsorte. Diese und auch das geprüfte Kreuzungsmaterial erwiesen sich von hoher Resistenz gegen Mamestra brassicae und Plutella xylostella. Hellgrüne Typen waren auch gegen Brevicoryne brassicae resistent, während die diesbezügliche Resistenz bei den blaugrünen Typen variierte und unbeständig war.

Chances of breeding for resistance against pests of cabbage

Summary

A report is given on experiences in the Netherlands with breeding lines originating from the New York State Agricultural Experiment Station in Geneva. The original material was an Australian cauliflower variety. This one and the crossing

lines tested proved resistant against Mamestra brassicae and Plutella xylostella. Light-green lines were resistant against Brevicoryne brassicae as well, while blue-green lines showed varying and inconsistent resistance against this pest.

Literatur

Dickson, M.H. and C.J. Eckenrode, 1980: Breeding for resistance in cabbage and cauliflower to cabbage looper, imported cabbageworm, and diamondback moth.
J. Amer. Soc. Hort. Sci. 105. 782-785.

J. Schliesske

Amt für Land- und Wasserwirtschaft Itzehoe, Abteilung Pflanzenschutz, Rellingen

Zum Kohlanbau in Schleswig-Holstein und den speziellen Problemen der Schädlingsbekämpfung

Die traditionellen Kohlanbaugebiete Schleswig-Holsteins sind Dithmarschen, die Insel Fehmarn und das Gebiet um Glückstadt an der Niederelbe.

In dem von Klima und Boden her begünstigten Anbaugebiet Dithmarschens wird vor allem Einschneidekohl auf 2 056 ha *) angebaut. Dieser Weiß- und Rotkohl wird zu 75 - 80 % im Vertragsanbau für die Konservenindustrie produziert. Die Jungpflanzenanzucht erfolgt im Freiland auf den leichteren Böden des Geestrandes. Pro ha werden 22 - 25 000 Pflanzen gesetzt. Der Anbau von Wirsing (39 ha), Blumenkohl (23 ha) und Kohlrabi (29 ha) spielt gegenüber den vorgenannten Kohlarten nur eine untergeordnete Rolle.

Der auf 174 ha Fläche angebaute Weiß- und Rotkohl der Insel Fehmarn ist fast ausschließlich für den Export nach Skandinavien bestimmt. Anders als in Dithmarschen wird hier die Direktsaat praktiziert, so daß man 33 - 40 000 Pflanzen/ha erhält. Seit 8 Jahren wird auch vermehrt Winterwirsing (ca. 20 ha) produziert. Versuche, den Anbau von Chinakohl auf Fehmarn einzuführen, wurden wieder aufgegeben.

Ein Gebiet mit gärtnerischem Intensivanbau von Kohlgemüse findet sich um Glückstadt in der Elbmarsch. Weiß- und Rotkohl werden als Frühkohl (30 ha) für den Frischmarkt produziert. Die Gesamtanbaufläche für Kopfkohl (Weiß-, Rot- und Wirsingkohl) beträgt 143 ha. Eine Vorrangstellung nimmt der Anbau von Blumenkohl mit 189 ha ein. Die Anzucht von Jungpflanzen für den eigenen Bedarf und eventuell auch für den Verkauf, erfolgt unter Glas. Blumenkohl wird in zwei Sätzen angebaut, wobei der zweite

*) Flächenangaben von 1981

Satz durch Chinakohl ersetzt werden kann. Die Anbaufläche von Chinakohl hat in den letzten Jahren ständig zugenommen und beträgt etwa 30 ha. Kohlrabi wird auf 5 ha produziert und Rosenkohl auf 9 ha.

Die Schädlinge des Kohlgemüses

Aus der Vielzahl der Schädlinge, die an Kohlgewächsen auftreten können, sind für die Anbauggebiete Schleswig-Holsteins nur einige von wirklicher Bedeutung, diese dann aber besonders im gärtnerischen Intensivanbau des Glückstädter Raumes.

Sollen in dem folgenden Situationsbericht Prioritäten gesetzt werden, so stellen die Kohlfliegenarten (Delia spp.) mit den besonders an Blumen- und Chinakohl verursachten Ausfällen die Hauptschädiger. Neben dem Wurzelsystem und dem Strunk sind die Blattstiele und stärkeren Blattadern bei Weiß-, Rot- und Chinakohl oft stark beeinträchtigt. Bei Chinakohl tritt häufig als Folge des Kohlfliegenbefalls Erwinia-Fäule auf, die ihrerseits zu bedeutendem Sekundärausfall führen kann. Chlorfenvinphos-Anwendung am Ballen des Setzlings verhindert meist nur den Befall an der Wurzel und am Strunk. Wenn mit zu kleinem oder auseinanderfallendem Wurzelballen zu wenig Wirkstoff in das Pflanzloch gelangt, kann es eventuell auch zu Schäden am Wurzelhals kommen. Gefährdet sind ab Mitte Mai die Freilandpflanzungen aus den Unterglasanzuchten, vor allem, wenn keine Insektizid-Behandlung vorgenommen wurde, da zu diesem Zeitpunkt ein starker Flug der Kohlfliege stattfindet, der u.a. auch auf anbautechnische Bedingungen zurückzuführen ist.

Nachdem im Herbst der letzte Kohl geerntet worden ist, verbleiben die Strünke oftmals im Boden, da wegen der Unbefahrbarkeit des Marschlandes von einer Bearbeitung abgesehen werden muß. Im kommenden Frühjahr sind die Fliegen aus ihren Tönnchen, die zum großen Teil im verbliebenen torfigen Wurzelballen der Wirtspflanze überwintert haben, geschlüpft, noch ehe eine Bodenbearbeitung möglich war, die eine Reduzierung der Kohlfliegenpopulation durch die mechanische Einwirkung des Umpflügens zur Folge gehabt hätte.

Auch der in der Nachbarschaft der Kohlgemüseflächen angebaute Raps kann zu einem vermehrten Kohlfliegenauftreten beitragen. Vor allem in den früh gesäten Winterrapsbeständen sind die Larven vorwiegend an größeren Pflanzen in dichten Beständen zu finden. Eine Bekämpfung im Herbst wird bisher nicht durchgeführt, so daß die Larven ungehindert zur Verpuppung gelangen können.

Nach Aussagen der Praktiker ist im Glückstädter Raum mit drei Generationen der Kleinen Kohlfliege (D. brassicae) zu rechnen, wobei die dritte Generation häufig auch den Rosenkohl befällt (Titze, 1983). Ab August bis in den September hinein werden die Kohlrösen bzw. die Blattachseln der Pflanzen mit Eiern belegt. Die Larven minieren dann in den Rosen, so daß diese zu meist vollständig unbrauchbar werden.

Für das Niederelbegebiet ist bisher noch nicht festgestellt worden, welche Kohlfliegenarten im einzelnen vorkommen. Neben der Kleinen Kohlfliege und der Großen Kohl- oder Rettichfliege (D. floralis) können evtl. auch die Rosenkohlfliege (Pegohylemyia fugax) und die Blumenkohlminierfliege (Phytomyza rufipes) festgestellt werden. In Zusammenarbeit mit dem Zoologischen Institut der Universität Hamburg wird im Rahmen einer Diplomarbeit dieser Frage nachgegangen. Gleichzeitig sollen Erhebungen über die Parasiten- und Prädatorenfauna dieser Kohlfliegenarten durchgeführt werden. In Schleswig-Holstein ist auf diesem Gebiet in der Vergangenheit noch keine Untersuchung durchgeführt worden, so daß diese Arbeit der erste Schritt in die Richtung des Integrierten Pflanzenschutzes im Feldgemüsebau dieser Region sein kann. Die Bereitschaft der Praktiker ist gegeben, da sie sich der Gefahr ausgesetzt sehen, in der weiteren Zukunft die insektiziden Granulate zu verlieren, die bisher fast ohne Probleme und mit gutem Erfolg eingesetzt wurden.

Die Kohldrehherzmücke (Contarinia nasturtii) kann in der Jungpflanzenanzucht schädlich werden, da die Kopfbildung der Kohlsetzlinge gestört wird. Eine gezielte Bekämpfung wird jedoch

nicht immer durchgeführt, da häufig die Insektizidanwendung gegen Blattläuse (Myzus persicae) die nötige Nebenwirkung hat.

Die trockene Witterung des Sommers 1983 begünstigte die Entwicklung der Mehligen Kohlblattlaus (Brevicoryne brassicae). Starker Befall konnte an Weiß- und Blumenkohl festgestellt werden. Bei letzterem drangen die Läuse tief in die Blume ein, so daß nicht unerhebliche Qualitätseinbußen zu verzeichnen waren. Der sehr hohe Parasitierungsgrad der Kohlblattläuse konnte aber deren weitere Populationsentwicklung nicht wesentlich beeinflussen.

An Rosenkohl kann ein übersehener Spätbefall ebenfalls zu minderer Qualität und Erschwerung der Ernte führen. Zur Bekämpfung werden Pirimicarb, Mevinphos oder die Wirkstoffkombination Oxydemeton-methyl + Parathion eingesetzt. Um die tief zwischen den Blättern lebenden Läuse zu erreichen, werden die Insektizide mit 1 000 l Wasser/ha ab Juli ausgebracht.

Die Kohlmotte (Kohlschabe) (Plutella xylostella) tritt besonders bei trockener Witterung schon ab Juni an den Jungpflanzen des zweiten Blumenkohlsatzes auf. Sofort nach dem Schlupf der Raupen wird mit Permethrin oder Cypermethrin behandelt. Die Anwendungen richten sich ebenfalls gegen die Larven der verschiedenen Eulenschmetterlinge (Noctuidae), die bis spät in den Herbst ein Problem darstellen. Neben den Fraßschäden tragen die oft nicht unwesentlichen Verschmutzungen der Blume durch den Kot, manchmal nur weniger Raupen, erheblich zu Qualitätsminderungen oder gar Ernteaussfällen bei.

Leider ist der Einsatz von Bacillus thuringiensis-Präparaten so gut wie unbekannt.

Im Sommer 1983 konnte bei Chinakohlanpflanzungen beobachtet werden, daß große Schwärme von Jungstaren (Sturnus vulgaris) in den frühen Morgenstunden in die Kulturen einfielen, um die Noctuiden-Larven aufzunehmen, noch bevor sie wieder für die Tagesstunden in den Boden zurückkehren konnten. Die Aktivität

der Stare war in diesem Jahr besonders auffällig, da die Vögel, bedingt durch die Trockenheit, auf den Grünländereien nicht genügend Nahrung fanden.

Der Befall mit Raupen des Kleinen Kohlweißlings (Pieris rapae) trat in 1983, bedingt durch warme, trockene Witterung, mehr hervor. Die Qualität des Kohlkopfes wird durch die Fraßgänge und den Kot der einzeln lebenden Raupen stark gemindert. Der Schaden durch die Larven des Großen Kohlweißlings (P. brassicae) im Feldanbau von Kopfkohl ist oftmals unerheblich, so daß sich eine Pflanzenbehandlung mit Insektiziden, auch im Interesse der die Kohlweißlingsraupen parasitierenden Schlupfwespenarten, erübrigt. Bei Blattkohl dagegen ist eine Maßnahme oft unumgänglich, um den Befall auf den äußeren Blättern zu reduzieren. Zum Einsatz kommen Permethrin und Cypermethrin.

Die von den Zwischenfruchtbeständen der landwirtschaftlichen Kulturen wie Sommerraps, Stoppel- oder Kohlrüben her bekannten Larven der Kohlrübenblattwespe (Athalia rosae) schädigten in der Vergangenheit vereinzelt stark an Chinakohl.

Die Bodenfeuchtigkeitsverhältnisse des Marschlandes fördern, besonders in der Nähe der wasserführenden Gräben, die Entwicklung verschiedener Schneckenarten (Limacidae, Milacidae, Arionidae, Helicidae), die in den Randbereichen der Kohlkulturen erhebliche Schäden verursachen können.

Im Frühjahr sind die Kohlsetzlinge häufig einer zunehmenden Zahl von Ringeltauben (Columba palumbus) ausgesetzt. Trotz angesetzter Abschußtage durch die örtliche Jägerschaft im Monat Mai jeden Jahres kann der Schaden kaum vermindert werden. Versuche, die Vögel zu vergrämen, hatten zum Erfolg, daß der Schadfraß nur räumlich verlagert wurde.

In manchen Jahren, so auch 1983, fallen zur Zeit der Ernte des zweiten Blumenkohlsatzes oftmals Wanderratten (Rattus norvegicus) als Kohlschädlinge auf. Der Schaden äußert sich in Fraßstellen an der Blume, deren Ausdehnung vom "Naschfraß" bis zur fast völligen Vernichtung des Erntegutes reichen kann.

Da jeder von Ratten geschädigte Blumenkohl verworfen wird, kann der Ernteausfall, besonders auf Flächen in der Nähe großer wasserführender Gräben, recht erheblich sein.

Zusammenfassung

Die Kohlanbaugebiete Schleswig-Holsteins sind Dithmarschen, die Ostseeinsel Fehmarn sowie die Elbmarsch um Glückstadt an der Niederelbe mit ausgesprochen gärtnerischem Intensiv-anbau von Kohlgemüse.

Die bedeutendsten Schädlinge der Kohlgewächse sind die Kohlfliegenarten (Delia brassicae, D. floralis), die besonders an Blumen- und Chinakohl Ausfälle verursachen. Die Bekämpfung wird bisher durch Anwendung von Chlorfenvinphos-Granulat am Ballen des Setzlings durchgeführt. Die Kohldrehherzmücke (Contarinia nasturtii) kann vor allem in der Jungpflanzenanzucht schädlich werden. Von Bedeutung sind weiterhin die Mehligelike Kohlblattlaus (Brevicoryne brassicae), die Kohlmotte (Plutella xylostella) und die verschiedenen Eulenraupen (Noctuidae). Die durch die Kohlrübenblattwespe (Athalia rosae) verursachten Schäden an Chinakohl nahmen in der Vergangenheit vereinzelt stark zu.

Summary

Cabbage cultivation in Schleswig-Holstein and special problems in pest control.

Areas of cabbage cultivation in Schleswig-Holstein are Dithmarschen, the baltic sea island Fehmarn as well as the Elbmarsch around Glückstadt with intensive horticultural cabbage cultivation. The most important cabbage pests are the cabbage root flies (Delia brassicae, D. floralis) which mainly damage cauliflower and chinese cabbage. Control is up to now accom-

plished by applying chlorfenvinphos to soil-blocks of transplants. The cabbage midge (Contarinia nasturtii) is especially serious in young plant cultivations. Important are furthermore the cabbage aphid (Brevicoryne brassicae), the diamond-back moth (Plutella xylostella) and various species of Noctuidae. Damage caused by the turnip sawfly (Athalia rosae) on chinese cabbage increased partially in the past.

Literatur

Statistische Berichte des Statistischen Landesamtes Schleswig-Holstein. Der Anbau von Gemüse und anderen Gartengewächsen zum Verkauf in Schleswig-Holstein im Jahre 1981.
Ausgegeben am 3.3.1982

Titze, W. (1983): Kohlflye an Rosenkohl
Bauernblatt/Landpost 37/133 (32), 70 (3942)

J. Freuler

Station fédérale de recherches agronomiques de Changins,
CH-1260 Nyon, Schweiz

Arbeiten an Kohlschädlingen in der Schweiz

Von den zahlreichen Schädlingen an Kohlgewächsen seien die drei Hauptschädlinge erwähnt, welche in der Reihenfolge ihrer Wichtigkeit behandelt werden.

In der Schweiz ist die Kleine Kohlfliege, Delia radicum L. (syn. Delia brassicae WIED.), wohl der wichtigste Schädling an Gemüsearten der Gattung Brassica und Raphanus. Wenn die chemische Bekämpfung an Stengelkruziferen gute Erfolge erzielt, so muß man doch feststellen, daß die Wirksamkeit an Wurzelkruziferen häufig ungenügend ist. Dies trifft z.B. im traditionellen Rettichanbau im Kanton Thurgau zu, wo der Schädling bereits Anzeichen von Resistenz gegen Chlorfenvinphos aufweisen soll (STAEDLER, pers. Mitt.). Ähnliche Verhältnisse kann man im Stoppelrübenanbau in der Genfer Region antreffen. Daneben gibt es seit einiger Zeit Kohlfliegenbefall an den Röschen vom Rosenkohl und in den Blattrippen des Wirsings. Diesen Schäden ist auch mit zeitlich abgestimmten Spritzungen nur unzulänglichlich beizukommen.

Wir haben zum ersten in der welschen Schweiz festgestellt, daß die Befallsstärke von Region zu Region stark variiert. Es schien deshalb angebracht, in einer ersten Phase die Gründe dieser Befallsunterschiede kennenzulernen. Durch das Erstellen von Lebensstafeln anfangs der 70er Jahre in einer schwach befallenen Zone (Region Nyon: Changins und Bois de Chênes) konnte einiges Licht in die Situation gebracht werden, indem eine Basis für den Vergleich mit anderen Zonen geschaffen wurde. Die Lebensstafeln haben den Zweck, die Höhe der Mortalität für die verschiedenen Lebensstadien des Schädlings zu bestimmen und darauf abgestützt Hauptmortalitätsfaktoren zu erkennen, d.h. solche, welche dazu geeignet sind, Schädlingspopulationen wirksam auf einem tolerierbaren Niveau zu stabilisieren.

Die quantitative Bestimmung der Adulten geschah mittels Schlupfkäfigen (Abb. 1) und diejenige der Eier, Larven und Puppen anhand von Bodenentnahmen und -waschungen. Die darauffolgende Be-

rechnung der Mortalität in den sich folgenden Etappen ergibt über ein Jahr das in Abb. 2 überschlagsmäßig dargestellte Bild.

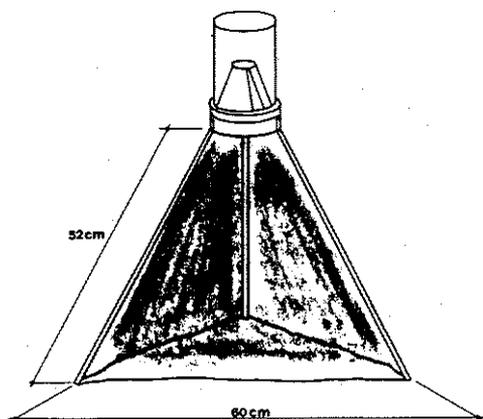


Abb. 1 Schlupftrichter für D. radicum

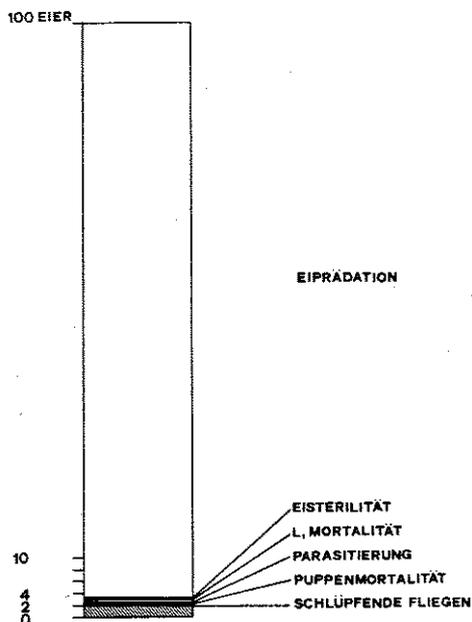


Abb. 2 Mittlere Lebensstafel von D. radicum gültig für eine schwach befallene Zone

Es stellt sich eindeutig heraus, daß die Eiprädation vorab durch Carabiden und Staphyliniden von größter Bedeutung ist. Sie beträgt im Mittel 56 % pro Tag. Die Eisterilität macht 5 % aus, die L₁-Mortalität 10 % und diejenige der Puppen 4 %. Die Parasitierung durch die Cynipide Trybliographa rapae WESTW. und die Staphylinide Aleochara bilineata GYLL. variiert von Generation zu Generation mit den in der Tab. 1 aufgeführten Werten. Vergleichsweise sind auch solche aus einem Walliser Standort (Fully) aufgeführt. Aus den Daten geht hervor, daß im Wallis, einem Gebiet mit durchweg starken Fliegenpopulationen, A. bilineata, welche auch eine wichtige Räuberfunktion hat, abwesend ist. Durch Bodenfallen konnte bestätigt werden, daß im Wallis verglichen mit den untersuchten Standorten in der Waadt (Changins und Bois de Chênes) allgemein sehr wenig Räuber vorhanden sind. Ihre Seltenheit und das Fehlen von A. bilineata hängen mit der Struktur des Bodens, insbesondere mit der Porenverteilung,

Tab. 1: Parasitierungsgrad von D. radicum - Puppen in Prozenten durch T. rapae (Tr) und Aleochara (Al), nach Generationen getrennt

Standort	Jahr	Parasitierungsgrad von <u>D. radicum</u> in %								
		1. Generation			2. Generation			3. Generation		
		Tr	Al	Total	Tr	Al	Total	Tr	Al	Total
Fully	1971	9	0	9	6	0	6	44	0	44
		11	31	42	4	71	75	5	23	28
Changins	1971	4	20	24						
	1972									
Bois de Chênes	1971	15	35	50	13	68	81	11	0	11
	1972	31	12	43						

und der Erreichbarkeit der Wirtstiere zusammen, d.h. der feinsandige Walliser Boden steht der Aktivität der Räuber und Parasiten entgegen, indem z.B. die Junglarven von A. bilineata gar nicht in dieses Substrat eindringen können.

Wenn man die Adultenschlupf- und Eiablagekurven der verschiedenen Gebiete heranzieht, kommt man noch auf weitere Ursachen, welche die Populationen im Wallis ansteigen lassen.

Die Flüge der verschiedenen Generationen wurden mittels der bekannten Schlupfkäfige, unter welche befallene Strünke gestaffelter Pflanzungen plaziert wurden, charakterisiert. In den Abb. 3 bis 5 sind die absoluten Zahlen für die drei Standorte Fully (Wallis) und Bois de Chênes und Changins (beide Waadt) aufgetragen. Diese Daten sind dann in den Abb. 6 und 7 als Summenkurven dargestellt. Es geht hervor, daß sich der Schlupf im Wallis im Frühjahr über eine lange Periode erstreckt. Die Puppen sind während des Winters im kalten, feuchten Boden, welcher sich zu Beginn der Vegetationsperiode nur langsam erwärmt, und liegen tiefer als in den schwereren Böden von Changins und des Bois de Chênes. Es resultiert daraus eine Überschneidung des ersten und des zweiten Fluges, was zu konstanter Präsenz von Adulten führt nicht aber in Changins und im Bois de Chênes. Im Sommer gibt es im Wallis hauptsächlich diskontinuierliche Aestivationserscheinungen (Sommerdiapause), was ebenfalls zu gestreuter Präsenz von Adulten führt.

Mit den Eiablagecharakteristiken kann man dann zeigen, daß in Changins und im Bois de Chênes die zweite Eiablageperiode stärker ist als die erste. Im Wallis ist das anders: die erste ist doppelt so stark wie die zweite.

All diese Betrachtungen erklären, weshalb im Wallis die Populationen rasch aufbauen und auf einem hohen Niveau bleiben.

In einer zweiten Phase sollte versucht werden, die angehäuften Erkenntnisse anwendbar zu machen, d.h. in ein der Praxis nützlich Prognosewesen umzusetzen. Dieses stützte sich zuerst auf das Fallenstellen ab, womit das Erstauftreten der Fliegen im Frühling und in Gegenden mit diskontinuierlichem Flug die Flugperioden bestimmt wurden. Als Fallentypen boten sich an: gelbe Leimtafel (Akrylglas Nr. 374), Trichterfalle nach ECKENRODE, Büchsenfalle (Reuse um getopfte Pflanze), Flugunterbruchfalle

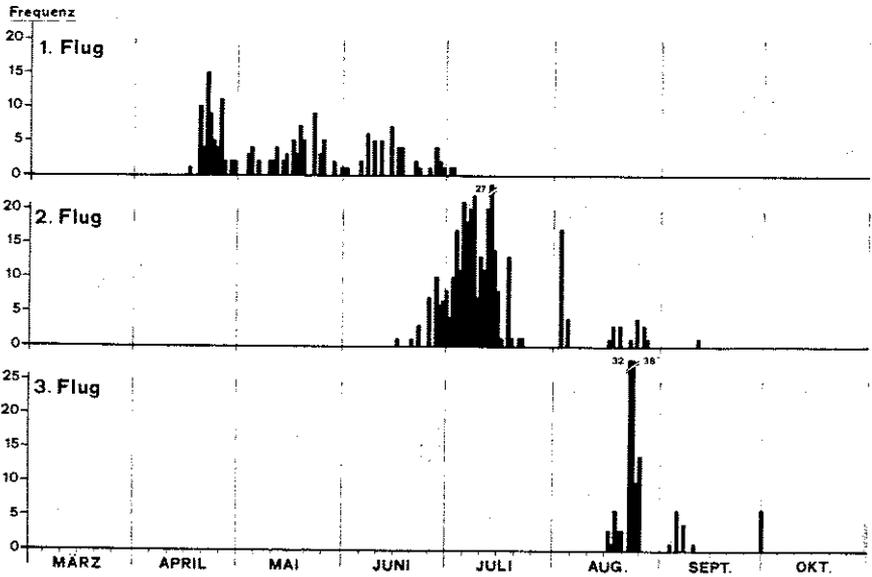


Abb. 3 Anzahl geschlüpfter D. radicum im Wallis (Fully) 1971

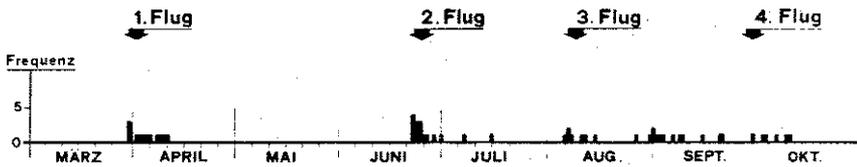


Abb. 4 Anzahl geschlüpfter D. radicum in der Waadt (Bois de Chênes) 1972

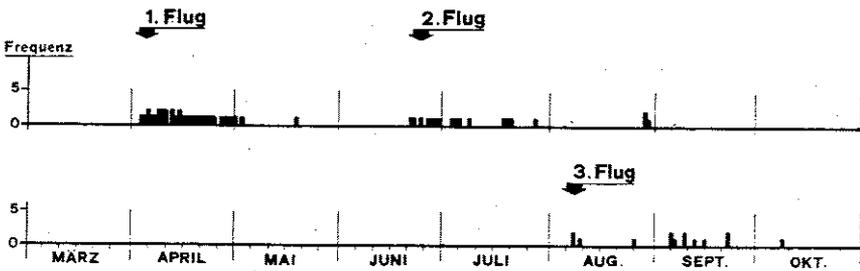


Abb. 5 Anzahl geschlüpfter D. radicum in der Waadt (Changins) 1972

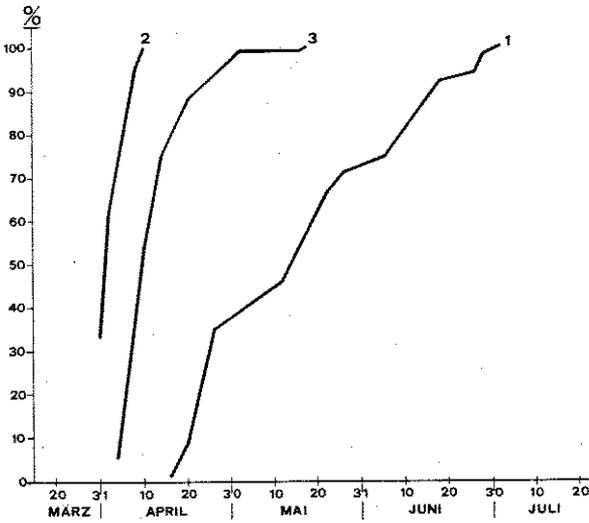


Abb. 6 Ausschlüpfen der überwinterten Puppen von D. radicum, Fully 1971 (1), Changins 1972 (2) und Bois de Chênes 1972 (3)

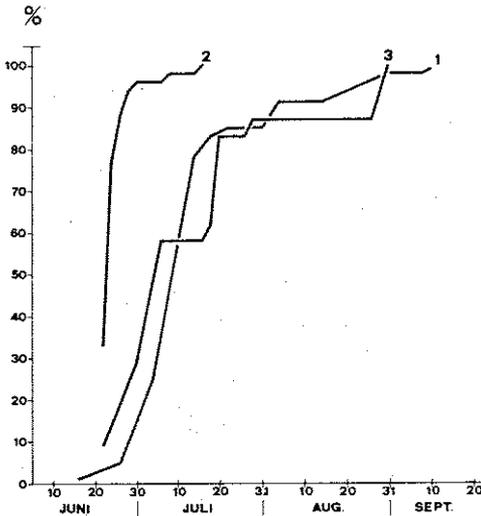


Abb. 7 Ausschlüpfen der Puppen der 1. Generation von D. radicum, Fully 1971 (1), Changins 1972 (2) und Bois de Chênes 1972 (3)

(VAN DINTHER, pers. Mitt.) und die Gelbschale mit oder ohne Zusatz eines Allylsenfölvverdampfers nach FINCH. Obwohl der letzte Fallentyp am meisten Vorteile vereinigt, ist auch er für eine breite Anwendung in der Praxis ungeeignet, da eine Bestimmung der Fliegen recht schwierig ist.

Das Ausarbeiten von Schadensschwelen hat dann die O.I.L.B. (Internationale Organisation für biologische Schädlingsbekämpfung) - Arbeitsgruppe für "Integrierten Pflanzenschutz in Brassica-Kulturen" angeregt. In mehreren Ländern forschte man nach möglichen Zusammenhängen zwischen der Anzahl gefangener Fliegen und dem daraus für die Kultur entstehenden Schaden einerseits und über die Schadensschwelle basierend auf der Anzahl abgelegter Eier an Stengelkruziferen andererseits. Während das erste Thema keine schlüssigen Resultate brachte, führten die Eizahlen zu konkreten Empfehlungen.

Sie lauten: 10 Eier pro Pflanze innerhalb 10 Tagen bzw.

20 Eier pro Pflanze innerhalb 20 Tagen nach dem
Auspflanzen.

Will man diese Technik anwenden, so muß man Eizählungen durchführen. Die ehemals arbeitsaufwendigen Erdprobenahmen und nachfolgenden Eiwaschungen konnten kürzlich durch eine Eiablagerolle (2 cm breiter Filzstreifen) ersetzt werden, welche auch dem Gemüsebauern nach sachgemäßer Einführung anvertraut werden kann. Das notwendige Material kann beim Autor angefordert werden.

Es wurde festgestellt, daß 10 dieser Rollen pro Parzelle genügen, um den Beginn der Eiablage festzustellen (Negativprognose). Wenn mit der Toleranzschwelle gearbeitet wird, werden hingegen 40 benötigt, um eine genügende Genauigkeit zu erreichen. Der Vollständigkeit halber sei noch ein Folgetestplan mit Sequenzanalyse angeführt (abgeleitet nach MUKERJI und HARCOURT) in graphischer (Abb. 8) und tabellarischer Darstellung (Tab. 2). Daß diese Toleranzschwelle im betreffenden Gemüseanbauggebiet jeweils getestet werden muß, zeigen die Verhältnisse aus dem Wallis in Abb. 9, was nach dem bisher Gesagten im übrigen wenig erstaunt. In dieser speziellen Gegend ist die Toleranzschwelle so niedrig, daß man geradezu darauf verzichten kann. Die Folge davon ist, daß sich der Warndienst darauf beschränken kann, den Anfang der Eiablage im Frühling festzustellen. Die stetige Präsenz der Kohl-

fliege macht es notwendig, alle folgenden Pflanzungen zu behandeln. In anderen weniger gefährdeten Gebieten kann der systematische Einsatz der Eiablagerollen durch die Negativprognose und die Anwendung der angepaßten Toleranzschwelle den Insektizideinsatz auf ein notwendiges Minimum herabsetzen.

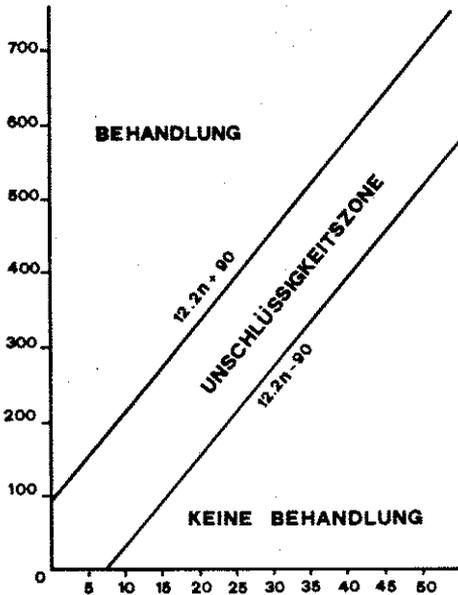


Abb. 8

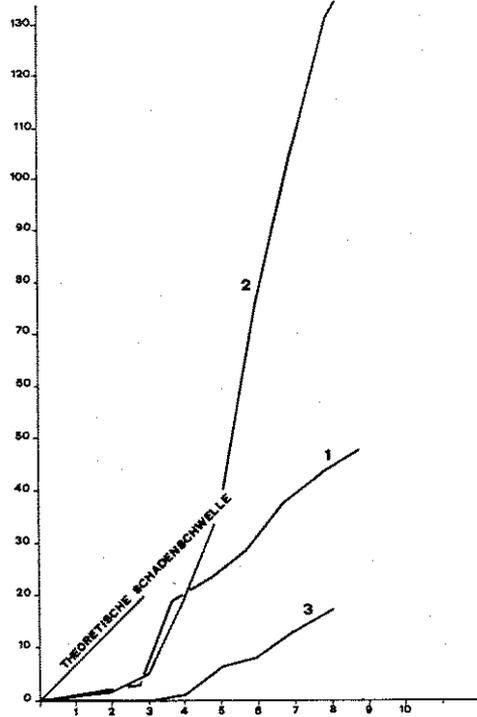


Abb. 9

Abb. 8 Folgetestplan für Kohlfliegenerier:
Gemeinsames $k=0.78$ mit den Kategorien:
(1) ≤ 10 Eier/Pflanze
(2) ≥ 15 Eier/Pflanze

Abzisse: Anzahl Pflanzen in der Probenahme
Ordinate: Aufsummierte Anzahl Eier

Abb. 9 Gültigkeitstest der Toleranzschwelle für D. radicum am Blumenkohl
1 Frühlingsblumenkohl Wallis 1980 mit einem RDI (root damage index) = 58.7
2 Sommerblumenkohl Wallis 1981 mit einem RDI = 72.8
3 Frühlingsblumenkohl Wallis 1982 mit einem RDI = 71.8
Abzisse: Anzahl Wochen nach dem Auspflanzen
Ordinate: Aufsummierte Anzahl Eier pro Pflanze

Tab. 2: Folgetestplan für Kohlfliegen Eier

Anzahl kontrollierte Pflanzen		Anzahl Eier pro kontrollierte Pflanzen	
		Unschlüssigkeitszone	
5		0 - 151	
10		32 - 212	
15		93 - 273	
20		154 - 334	
25	keine Behandlung	215 - 395	Behandlung
30		276 - 456	
35		337 - 517	
40		398 - 578	
45		459 - 639	
50		520 - 700	

Nun zum zweiten Insekt: unter den Raupen an Kohl ist die Kohleule, Mamestra brassicae L., die schädlichste. Lange Zeit waren die Lichtfalle auf regionaler Ebene und die Köderfallen in den einzelnen Parzellen die einzige Möglichkeit, Anhaltspunkte über die Aktivität des Falters zu gewinnen. Die Pheromonforschung hat indessen große Fortschritte erzielt, so daß im Jahre 1978 der für das Kohleulenmännchen aktive Lockstoff Z-11-Hexadecenylacetat vorgestellt werden konnte. Dieser in einem geeigneten Verdampfer eingeschlossene Duftstoff wurde der Ausgangspunkt für einen neuen Fallentyp. Im Feld stellte sich dann allerdings bald heraus, daß die Fangzahlen relativ gering sind, d.h. meistens unter 10 Männchen pro Falle und Woche. Die Chemiker stellten alsbald fest, daß die genannte Substanz bloß die Hauptkomponente in einem vielfältig aufgebauten Duftstoffbukett ausmacht. Eine von ARN aus Wädenswil angeregte mehrjährige Versuchstätigkeit über Synergisten und Inhibitoren, deren praktischer Teil vorab in gewissen Rebbergen der welschen Schweiz, wo sich erstaunlicherweise eine starke Kohleulenpopulation aufhalten kann,

durchgeführt wurde, hat bis jetzt keine praktischen Resultate gebracht.

Wir haben versucht, mit der oben erwähnten Hauptkomponente das Maximum für die Prognose herauszuholen und sind zu folgenden Schlüssen gekommen:

1. Der Erstaufttritt von M. brassicae in Kohlkulturen kann aufgedeckt, hingegen keine eigentliche Flugkurve aufgezeichnet werden.
2. Eine bis zwei Wochen nach dem Erscheinen der ersten Männchen können die ersten Eigelege gefunden werden.
3. Drei bis vier Wochen nach diesen Erstfaltern ist mit Junglarven zu rechnen. Abb. 10 bis 12 machen deutlich, daß die Punkte 2 und 3 in der Sommerpflanzung weniger gut nachweisbar sind als in der Frühlingskultur.
4. Es besteht kein Zusammenhang zwischen der Anzahl der Falter und der Anzahl der Eigelege, d.h. es kann keine Toleranzschwelle basierend auf der Anzahl Falter aufgebaut werden.

Der letzte hier behandelte Schädling gehört ebenfalls zur Familie der Noctuiden: es ist die migrierende Ypsilonleule, Agrotis ipsilon HUFNAGEL. Die Raupen sind im Feldbau bekannt, richten aber auch Schäden an jungen Gemüsesaaten an und können aufgrund ihrer Ernährungsweise auch größere Kohlpflanzen zerstören.

Außergewöhnliche Schäden im Jahre 1964 haben dazu geführt, daß ab 1965 durch MURBACH Migrationsstudien unternommen wurden. Da die Adulten befähigt sind, hohe Bergketten zu überfliegen, wurden Lichtfallen an wichtigen Wanderstraßen, z.B. am Großen St. Bernhard, montiert.

Die Migration Richtung Norden nimmt ihren Ursprung in Unterägypten und in den angrenzenden Ländern. Die Mehrzahl der Exemplare aus der ersten Migration bleibt in Italien und legt dort ihre Eier ab, deren Überleben stark von der Feuchtigkeit des Milieus abhängt. Wenn während der ersten Migration häufig Niederschläge fallen, gelingt es jedoch einigen wenigen teilweise abgeflogenen Exemplaren direkt bis zu uns vorzustoßen. Diese Vorboten erreichen uns von April bis Mai. Diese erste Generation ist für den Gemüsebau nur in Ausnahmefällen von Bedeutung.

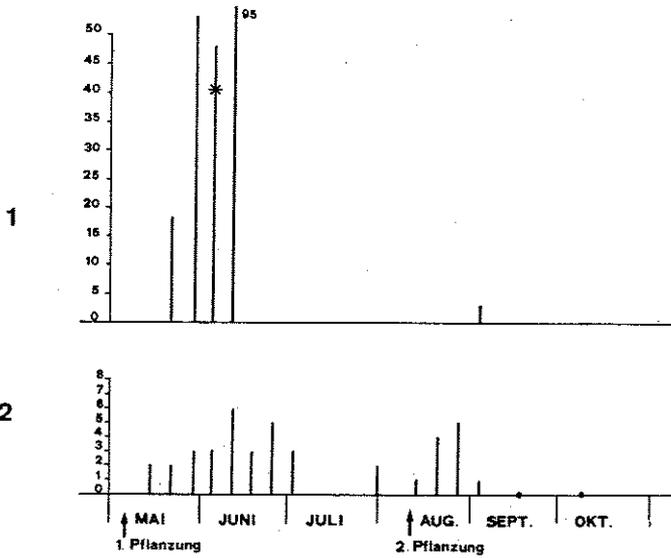


Abb.10 Eiablage (1) und Flug (2) von *M.brassicae* an Blumenkohl in Saillon (Wallis) 1980 - * Anwesenheit von Raupen
 Abszisse: Datum der Kontrollen
 Ordinate: 1 Anzahl Eigelege pro 100 Pflanzen
 2 Anzahl Kohleulenmännchen pro Pheromonfalle

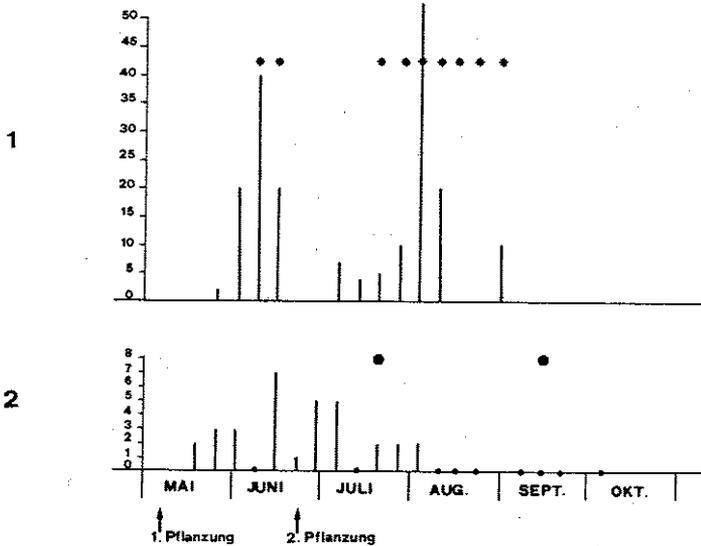


Abb.11 Eiablage (1) und Flug (2) von *M.brassicae* an Blumenkohl in Saillon (Wallis) 1982 - * Anwesenheit von Raupen - ● Auswechseln des Verdampfers
 Abszisse: Datum der Kontrollen
 Ordinate: 1 Anzahl Eigelege pro 100 Pflanzen
 2 Anzahl Kohleulenmännchen pro 2 Pheromonfallen

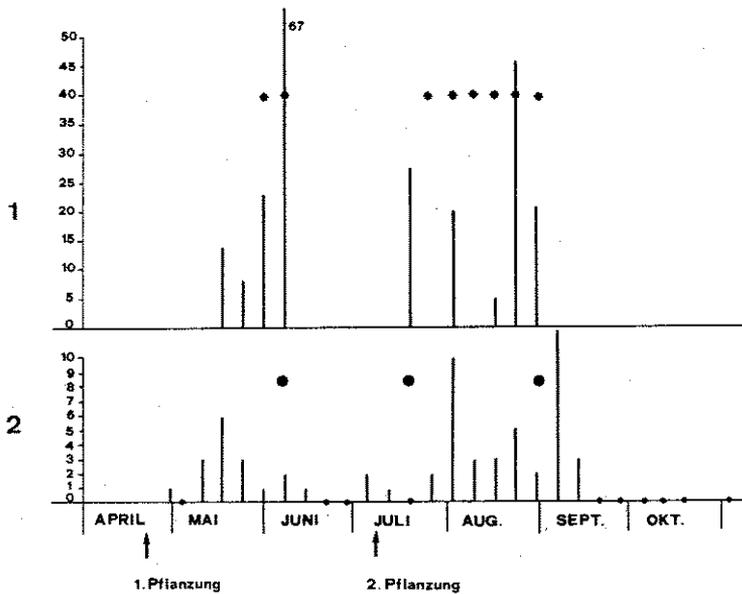


Abb.12 Eiablage (1) und Flug (2) von M.brassicae an Blumenkohl in Saillon (Wallis) 1983 - * Anwesenheit von Raupen -
● Auswechseln des Verdampfers
Abszisse: Datum der Kontrollen
Ordinate: 1 Anzahl Eigelege pro 100 Pflanzen
2 Anzahl Kohleulenmännchen pro 2 Pheromonfallen

Dazu gehört das Jahr 1970, wo man bis zum 20. Mai bis zu 23 Weibchen zählte, was dann zu merklichen Schäden anfangs Juni an Salat, Karotten und Zwiebeln führte. Für den Feldbau, vorab für den Maisanbau, weil der Saatzeitpunkt in die erste Migration fällt, lautet die Toleranzschwelle 6-8 Weibchen. Sie ist unabhängig vom Standort der Lichtfalle wegen des oben erwähnten Verhaltens der Weibchen in dieser Zeit (HÄCHLER, pers. Mitt.). Bei diesen Zahlen können Schäden zwischen 1 % und 15 % entstehen, je nachdem ob der Mais früh oder spät gesät werden konnte. Sind untolerierbare Ausfälle im Feldbau aufgetreten, so kann die zweite Migration im Gemüsebau gefährlich werden. Diese besteht hauptsächlich aus Individuen, welche von Italien einfliegen. Sie dauert von Juni bis Juli. Die Weibchen kommen von weniger weit her als in der ersten Migration und sind dazu disponiert, weiter nach Norden zu fliegen. Die Fänge in den Lichtfallen sind deshalb je nach Standort sehr unterschiedlich. Dies wird in der Abb. 13 verdeutlicht. Daneben gibt es auch bereits ein-

heimische Abkömmlinge der ersten Migration, welche gemäß Temperatursumme ab Mitte Juni zu erwarten sind. Der im allgemeinen starke zweite Flug dauert lange, so daß man in den Kulturraupen verschiedener Größe antrifft. Die Schäden werden ab Anfang bis Mitte Juli sichtbar.

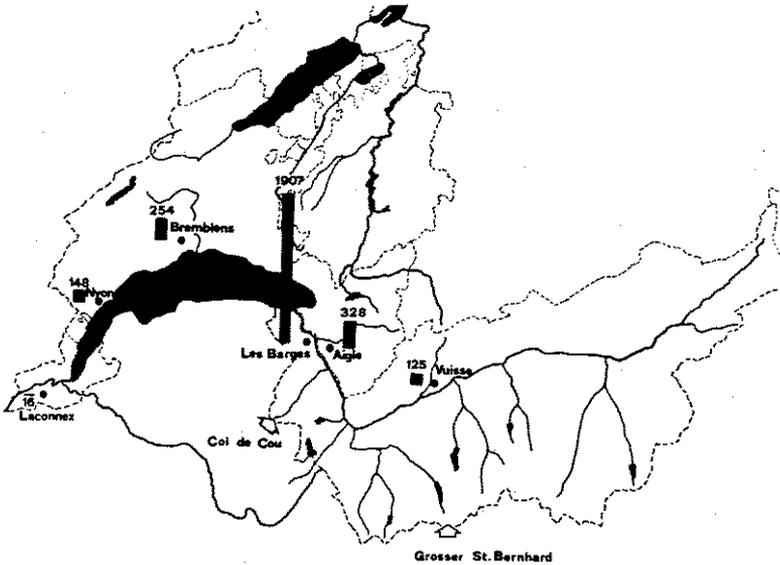


Abb. 13 Lichtfallenfänge von *A. ipsilon* vom 15. Juni bis 31. Juli 1983 an verschiedenen Standorten in der welschen Schweiz - Die Pfeile stellen Haupteinflugachsen in die Schweiz dar

In den letzten zwei Jahren hat sich herausgestellt, daß die Toleranzschwelle bei ungefähr 40 Weibchen liegt (HÄCHLER, pers. Mitt.). Dies ist gültig für die Lichtfalle im Unterwallis (Les Barges). Aus den oben erwähnten Gründen traten die Schäden aber auch in der Orbeebene bei Yverdon oder noch weiter nördlich auf.

Die Rückmigration ist ab Mitte Juli bis Mitte August möglich. Vom 10. September an haben die Weibchen keine Eier mehr. Sie erreichen in einer ersten Etappe wiederum Italien und erst deren Abkömmlinge erreichen das Herkunftsland ihrer Vorfahren.

Eine Überwinterung als Puppe ist bei uns denkbar. Da sie jedoch keine Diapause durchmacht, findet eine Weiterentwicklung bei

Temperaturen über 6°C statt. Gelegentlich im Winter geschlüpfte Adulte versuchen zu migrieren, da sie ansonsten erfrieren.

Die Alpenkette stellt eine Barriere dar, welche regelmäßige Übervermehrungen bei uns verhindert. Jahrelange Auszählungen durch meine Kollegen haben gezeigt, daß mit wenigen Ausnahmen die Schadenjahre einem Dreijahreszyklus zu folgen scheinen. Angaben aus der Literatur bestätigen die Theorie. Ein großes Schadenjahr war z.B. 1970, dann wieder in schwächerem Maß 1979 und 1982.

All diese Kenntnisse gestatten es, dem Prognosedienst wertvolle Angaben zu liefern.

Zusammenfassung

Die drei wichtigen Kruziferen-Schädlinge, die Kleine Kohlfliege, die Kohleule und die Ypsiloneule werden in der Reihenfolge ihrer wirtschaftlichen Bedeutung behandelt. Durch das Erstellen von Lebenstafeln ist es möglich, die deutlichen Unterschiede in der Schadwirkung der Kleinen Kohlfliege in den verschiedenen Kohlanbaugebieten der Westschweiz zu erklären. Eine in gleicher Weise für den Beratungsdienst als auch für die Anbauer geeignete Eifalle wurde erarbeitet. Sie kann als Hilfsmittel für eine Negativprognose oder das Arbeiten mit wirtschaftlichen Schadensschwellen dienen.

Die Verwendung des Pheromons Z-11-HDA erlaubt Fänge der Kohleule in dem jeweiligen Kohlbestand, während die Lichtfalle nur Hinweise auf die Aktivität der Falter in einem größeren Bereich gibt. Die Pheromonfalle zeigt den Flugbeginn und die folgenden Flugaktivitäten auf. Zwei Wochen später hat die Kontrolle der Eiablage und vier Wochen später die Kontrolle auf junge Raupen zu erfolgen.

Die Migration der Ypsiloneule wird durch ein System von Lichtfallen erfaßt, das auf die Haupteinflugachsen abgestellt ist. Im Zuge der ersten Migration schädigt dieser Schädling selten an Gemüse, während dies bei der zweiten Flugperiode häufiger vorkommt. Ein vorläufiger Schwellenwert, basierend auf der Zahl der gefangenen Weibchen wird vorgeschlagen.

Work in progress in Switzerland on cruciferous pests

Summary

The three important cruciferous pests, the cabbage root fly, the cabbage moth and the dark sword grass moth are treated in order of their economic importance.

Life table studies are suitable to detect and explain marked differences in cabbage root fly attack in different cruciferous growing areas of Western Switzerland. An egg trap has been worked out easy to handle for the extension service and farmers in order to work on the base of negative forecast or with an economic threshold in the case of stem crucifers.

The use of the pheromon Z-11-HDA to trap the cabbage moth allows now to get down to a field scale, while the light trap could only be an indicator of the activity of the moth for a whole region. This new trap detects the beginning of the flight and subsequent launches. Two weeks later, the egg laying controls or four weeks later, those for the presence of young caterpillars have to follow.

The migration of the dark sword grass moth is monitored by a system of light traps which are put along the axe of migration. With the first migration this pest is rarely harmful in vegetable crops whereas with the second it is more dangerous. A provisional threshold based on the number of trapped females is proposed.

H. den Ouden

Research Institute for Plant Protection, Wageningen,
Niederlande

Untersuchungen über Repellents im Einsatz gegen die Kleine Kohlfliege

Einleitung

Das Insektenrepellent Naphthalin kann in geeigneter Formulierung eine etwa sechswöchige und damit beispielsweise für Blumenkohl genügende Wirkung gegen die Kleine Kohlfliege Delia brassicae (DEN OUDEN & THEUNISSEN, in Vorbereitung) haben. Die in dieser Arbeit beschriebene "controlled release"-Formulierung in Hydroolith hat sich aber für diesen Zweck als zu teuer erwiesen. Weiter zeigte sich, daß das Naphthalin auf die eilegende Kohlfliege nur eine Repellentwirkung auf geringe Distanz besitzt.

Die Anwendung von stärker wirksamen oder in billigere Trägerstoffe eingelagerten Repellents ist notwendig, um einen ökonomisch annehmbaren Erfolg zu erzielen. Im allgemeinen kann man sagen, daß es schwieriger ist, eine Fliege in Legenot abzuwehren als z.B. ein Insekt, das Futter sucht.

Auf der Suche nach in Frage kommenden neuen Substanzen wurde zunächst von den Untersuchungen ausgegangen, die sich im Medizinal- und Veterinärsektor um bessere Mücken- und Fliegenrepellents bemühen. Auch hier ist die Wirkungsdauer neben der Wirksamkeit ein sehr wichtiger Faktor. Es besteht keine direkte Beziehung zwischen Wirksamkeit und Wirkungsdauer. Siedepunkt, Löslichkeit und Molekulargewicht bestimmen die Eignung als Repellent. Insbesondere der Molekulardurchmesser, ein schwierig zu bestimmender Wert, ist wichtig. Bei Isomeren ist zum Beispiel vom Isomer mit dem kleinsten Durchmesser die größte Wirkung zu erwarten. Hier besteht wahrscheinlich ein Zusammenhang mit dem Eindringungsvermögen in die Rezeptoren (WRIGHT 1975). Der eigentliche Wirkungsmechanismus der Repellents ist im übrigen noch weitgehend ungeklärt (SCHRECK 1977). Die Wirkung erfolgt im allgemeinen über die Gasphase. Die meisten Repellents sind Flüssigkeiten oder niedrig schmelzende feste Stoffe, deren Siedepunkt über 150°C liegt. Zusammenhänge zwischen Struktur und Wirksam-

keit lassen sich im allgemeinen schwer ableiten. Wirksame Substanzen sind nach WRIGHT (1975) in fast allen Gruppen organischer Substanzen zu finden.

SCHRECK (1977) nennt seine Forschungsarbeit über Testmethodiken nicht so sehr eine Wissenschaft sondern mehr eine Kunst.

In den Vereinigten Staaten von Amerika sind in einem langjährigen Versuchsprogramm 25 000 Verbindungen gegen Insekten getestet worden, die Soldaten im Felde oder in ihren Kasernen belästigen oder die Textilverräte der Armee angreifen. Die Ergebnisse einer neueren Veröffentlichung zeigen, wie außerordentlich verschieden die Reaktion von, in diesem Fall sechs, miteinander eng verwandten Mückenarten auf ein Repellent sein kann. In dieser Arbeit (RUTLEDGE et al. 1983) wird über die Ergebnisse mit 31 vorgeprüften Verbindungen und deren mittlere wirksame Dosis (ED 50) berichtet, bei der die Mücken über eine Versuchsdauer von 20 Minuten abgewehrt wurden. Das Verhältnis der maximalen und der minimalen ED 50 der 31 Repellents variierte für die sechs Mückenarten im Maximum um den Faktor 111 und im Minimum um den Faktor 2.

Bei der Mehrzahl der ausgewählten Substanzen handelt es sich um ziemlich komplizierte chemische Verbindungen, die zunächst für die Verwendung im Gartenbau zu teuer erscheinen. Daher wurde in den eigenen Versuchen neben dem Standard Naphthalin und einigen schon länger bekannten Mückenrepellents, wie Diäthyltoluamid und Dimethylphthalat, zunächst eine Reihe von sogenannten sekundären Pflanzenstoffen untersucht, die schon in der frühen Entwicklungsgeschichte der Repellents gebräuchlich waren und auch jetzt vielleicht noch als billige Rohstoffe zur Verfügung stehen könnten. Es handelt sich um Komponenten von Substanzen, wie Campher, Zitronellöl, Eukalyptusöl, Orangenblütenöl usw. Es mag sein, daß diese Stoffe gegen Mücken nicht optimal wirksam sind, doch weisen die Empfindlichkeitsunterschiede, die schon zwischen einzelnen Mückenarten bestehen, darauf hin, daß ein guter Effekt gegen eine ganz andere Dipterenfamilie, insbesondere bei Verwendung eines guten Trägerstoffes, nicht ausgeschlossen ist.

Methodik

Ein Vergleich der Repellentwirkung von einigen der genannten Stoffe fand zunächst mittels einer von uns entwickelten Labor-

technik, in einem Fliegenzuchtkäfig statt (s. Abbildung). Das System beruht auf der Attraktivität eines Kohlrübenstücks auf die Imagines der Kohlfliege. Diese legen ihre Eier in Sand unter und neben das zylindrische oder würfelartige Kohlrübenstück. Die Zahl der Eier ist ein Maß für die Eignung der jeweiligen Position des Kohlrübenstücks. Zur Auswertung wird der Sand im Nahbereich des Rübenstücks in Wasser gegeben, die aufschwimmenden Eier werden abgeseibt und gezählt.

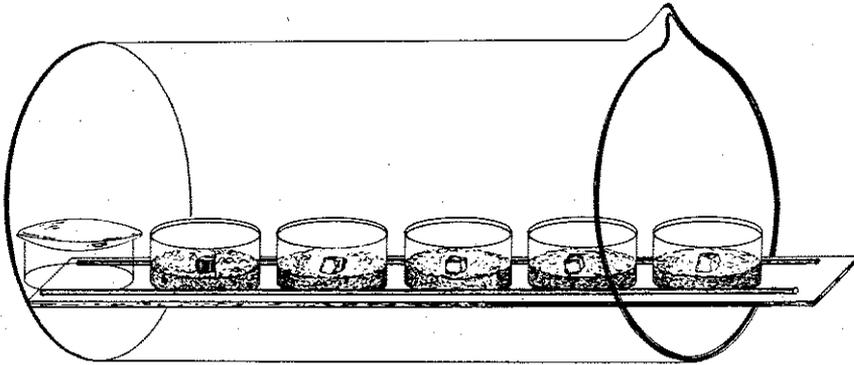


Abb.: Versuchsanordnung zur Prüfung der Repellentwirkung auf die eiablagebereite Kleine Kohlfliege

Innerhalb des (obengenannten) Käfigs liegen zwei oder mehr Glasgefäße von 1,27 l (20 cm lang, Durchmesser 9 cm). Auf einem kleinen Brett (20 cm x 3,5 cm; 0,5 cm stark) im Käfig ist zwischen zwei auf dem Brettrand festgeklebten Gummischläuchen eine Reihe von sechs kleinen Glaszylindern (1,8 cm hoch, Durchmesser 2,5 cm) fixiert; fünf gefüllt mit Sand und einem Kohlrübenstück und einer mit einem Uhrglas versehen, auf dem sich - etwa 3 cm von der nächsten Eiablagestelle entfernt - eine bestimmte Menge des zu testenden Repellents befindet. Von dort ist ein Gradient des Repellents nach außen vorhanden und demgemäß steigt die zu

erwartende Anzahl der Fliegeneier. Wie schnell sie steigt und bis zu welcher Höhe und wieviele Eier in den Legegläschen gefunden werden, ist abhängig von den physikalischen Eigenschaften und der Wirksamkeit des Mittels. Das beste Mittel läßt die geringste Anzahl Eier in der Nähe des Uhrglases erwarten und wird auch eine gute Distanzwirkung zeigen. Die Gesamteizahl hängt im übrigen ab von der Zahl der Fliegen, ihrem Alter und der Attraktivität von anderen in dem Käfig vorhandenen Testzylindern. Sie ist also eine relative Zahl, die man besser nicht mit einem Blankozylinder vergleicht, weil eine Präferenzlage einen zu günstigen Eindruck von der Wirkung des Abwehrstoffes schafft. Sehr flüchtige Repellents, wie Zineol (Eucalyptol) können nur in kurzfristige Versuche von etwa fünf Stunden Dauer aufgenommen werden.

Es empfiehlt sich, bestimmte Substanzen in verschiedenen Kombinationen und Anordnungen in den Käfig einzubringen, um einen guten Eindruck von ihrer relativen Repellentwirkung zu erhalten, denn es erscheint denkbar, daß der Duft aus der Öffnung der Becher die ankommende Fliege im nächsten Becher beeinflusst.

Bei den Freilandversuchen sind die Wirkstoffe in Hydrolith - eine hydrolytisch und bakteriell abbaubare Kunststoffverbindung - molar eingemischt. Granulate dieser Formulierung wurden an den Stengelgrund von Blumenkohlpflanzen gestreut. Der Ablauf der Eiablage und die Entwicklung der Pflanzen wurden etwa sechs Wochen lang beobachtet. Anschließend wurden die Pflanzen aufgenommen und der Befallsindex bestimmt. Jede Granulatformulierung wurde in zwei Wiederholungen von je 50 Pflanzen in drei Dosierungen auf ihre Wirksamkeit (Tabelle 2) nach folgender Formel bewertet:

$$100 - \frac{\text{Prozentsatz stark befallener Pflanzen mit Behandlung}}{\text{Prozentsatz stark befallener Pflanzen ohne Behandlung}} \times 100$$

Versuchsergebnisse

Mittels dieser Methodik sind mehrere der oben genannten, verschiedenartigen Verbindungen miteinander verglichen worden. Hierbei ist vielfach Naphthalin als Standardverbindung mit einbezogen worden. Die Monoterpene haben im Zentrum unseres Interesses gestanden. Es zeigte sich, daß einige dieser Substanzen erstens eine größere Wirkung auf Distanz von "Position R" (Tabelle 1) haben als Naphthalin (Tabelle 1, Versuch 1) und daß zwischen

chemisch strukturell verwandten Stoffen, wie zum Beispiel Geraniol und Zitronellal sehr große Unterschiede in der Repellentwirkung bestehen (Tabelle 1, Versuch 2).

Eine wichtig erscheinende Verbindung ist Zineol (Eucalyptol). Sie hat eine gute Distanzwirkung, siehe Versuch 3, demgemäß eine große Flüchtigkeit und ist daher nur unter speziellen Bedingungen genügend einzukapseln. Zineol war sowohl Diäthyltoluamid als auch Zitronellal überlegen. Terpeneol besitzt wegen seines hohen Siedepunktes (217°C) eine größere Chance für eine praktische Anwendung (Tabelle 1, Versuch 1).

Das zu den Pyrethroiden gehörende Cypermethrin, das als Stallfliegenrepellent empfohlen wird (MEYER 1982), war dem Naphthalin nicht überlegen und hatte in einer Dosis von 200 mg eine geringere Repellentwirkung gegen die eilegende Kohlfliege als 8 mg Zitronellal (Tabelle 1, Versuch 4).

Um für Freilandversuche eine Auswahl unter den im Laborversuch wirksamen Substanzen zu treffen, sind einige Aspekte zu berücksichtigen, die eng miteinander verbunden sind. Die Kosten dürfen nicht hoch sein, aber die wirksame Dosis bestimmt die Kosten. Die Flüchtigkeit soll innerhalb bestimmter Grenzen liegen. Durch Einlagerung in geeignete Trägerstoffe kann für eine entsprechende ständige Wirkstoffabgabe ("controlled release") gesorgt werden. Dabei ist wiederum der Preis des Trägerstoffes ein wichtiger Faktor beim Einsatz zur Bekämpfung der Kohlfliege, wenn die Kombination von Repellent und Trägerstoff in ziemlich großer Menge an den Stengelgrund gestreut werden soll, oder man müßte einen sehr stabilen Wirkstoff zur Verfügung haben, der sich auf die Blätter spritzen läßt. Diese Erwägungen führten in erster Linie zu Zitronellal und Terpeneol in Hydrolith, in der Hoffnung, daß sie ebenso wirksam sind wie Naphthalin, aber in kleineren Mengen des formulierten Produkts eingesetzt werden können.

Die Ergebnisse des Freilandversuches, der in der Flugperiode der dritten Kohlfliegengeneration ausgeführt wurde, werden in Tabelle 2 wiedergegeben. Der Befallsverlauf deutet auf eine längere Wirksamkeit der Terpeneolformulierung hin. Das Zitronellal hatte sich bei ersten Versuchen im Frühjahr als recht flüchtig erwiesen und auch hier sieht man, daß die Zunahme der Prozentsätze umgefallener Pflanzen sehr schnell ansteigt. Das ist beim

Tabelle 1: Repellentwirkung einiger flüchtiger Substanzen auf die eiablagebereite Kleine Kohlfliege
Versuchsordnung siehe Abbildung. R = Position des Repellents.

Anzahl der abgelegten Kohlfliegeneier - Versuchsdauer 24 Stunden

Versuch 1

Substanz	Dosis	Eizahl bei Position					Summe	
		R	1	2	3	4		5
Zitronellal	200 mg	-	0	38	74	108	67	287
Naphthalin		-	45	179	49	130	198	601
Terpineol		-	12	22	36	80	58	208

Versuch 2

Zitronellal	200 mg	-	0	0	29	31	76	136
Naphthalin		-	7	112	234	320	381	1054
Geraniol		-	168	205	275	256	324	1228

Versuch 3

Anisol	200 mg	-	222	503	426	377	261	1789
Zineol		-	41	29	89	49	107	315
Zitronellal		-	75	194	100	238	151	758
Diäthyltoluamid		-	234	260	263	178	204	1139

Versuch 4

Naphthalin	200 mg	-	52	104	266	289	279	990
Zitronellal	8 mg	-	36	34	164	129	235	598
Zitronellal	200 mg	-	6	27	50	78	61	222
Cypermethrin	200 mg	-	95	185	284	182	248	994

Terpineol nicht der Fall, doch wird bei Versuchsende die Effektivität über den eng mit dem Ertrag korrelierten Wurzelschadenindex bestimmt, ergibt sich auch für diese Substanz eine gänzlich ungenügende Wirkung. Weder Zitronellal noch Terpineol erzielen, auch in höchster Dosis, eine dem Insektizid Trichloronat vergleichbare Wirkung.

Tabelle 2: Repellentwirkung einer Stengelgrundbehandlung von Blumenkohl auf die Kleine Kohlfliege, Freilandversuch - Behandlung am 16. August.

Substanz	Dosis pro Pflanze	Wirkungsgrad %	Befallsverlauf umgefallene Pflanzen bis		
			21.Sept.	4.Okt.	19.Okt.
Zitronellal eingekapselt in Hydrolith	16 g	24	6	22	25
	8 g	20	0	18	22
	4 g	17	5	21	28
	0 g	0	5	35	42
Terpineol eingekapselt in Hydrolith	16 g	42	0	3	6
	8 g	50	0	3	8
	4 g	29	0	8	15
	0 g	0	2	19	28
Trichloronat 25 % AS	100 ml 0,025 %	98	0	0	0

Diskussion

Diese Ergebnisse stimmen wenig optimistisch. Die Wirkungsdauer dieser Substanzen mit einem Siedepunkt unterhalb dem des Naphthalin reicht selbst bei Einlagerung in Hydrolith nicht für einen ausreichenden Toleranzaufbau der Blumenkohlpflanzen aus. Weitere Versuche mit purem Terpineol und Zitronellal haben noch gezeigt, daß diese Stoffe in direktem Kontakt mit sehr jungen Blättern und Herzen der Pflanzen phytotoxisch sind. Sie müssen also eingekapselt werden, um diesem Effekt entgegenzuwirken und eine längere Wirksamkeit zu erhalten. Zunächst sollen jetzt Naphthalin und andere wenig flüchtige Repellents in einer hoffentlich billigeren Hüllmasse als Hydrolith erneut getestet wer-

den. Vermutlich wird man auf eine Distanzwirkung verzichten müssen, wie dies auch bei den Mückenrepellents der Fall ist. Dies steht im Gegensatz zu der Wirkung der Attractans der Kohlfliege.

Zusammenfassung

In der Einleitung werden einige allgemeine Gesichtspunkte zu Repellents und ihrer Wirkungsweise dargestellt. Anschließend wird eine neue Versuchsanstellung zur Prüfung von Repellents gegen die Kleine Kohlfliege (Delia brassicae) beschrieben. Die Prüfmethodik beruht auf der Erfassung der Eiablage von D. brassicae unter dem Einfluß potentieller Repellents und ihrer ausreichend wirksamen Dosen.

Einige mit dieser Methodik erzielte Ergebnisse werden dargestellt. Abschließend wird über einen Freilandversuch mit zwei zunächst aussichtsreich erscheinenden Substanzen berichtet, die eingekapselt in das abbaubare Polymer Hydrolith an den Stengelgrund der Blumenkohlpflanzen ausgebracht wurden. Diese beiden Verbindungen Zitronellal und Terpeneol, die im Labor dem Naphthalin und dem Diäthyltoluamid überlegen waren und sich nur gegenüber dem zu flüchtigen Zineol unterlegen zeigten, konnten das Ergebnis der Anwendung eines Standardinsektizids (Trichloronat) nicht erreichen. Die Festlegung des Zitronellal in dem Polymer schien geringer als die des Terpeneol.

Investigations on repellents against the cabbage root fly.

Summary

In the introduction some aspects of the availability and mode of action of repellents in general are mentioned. Then a new laboratory method for testing repellents against the cabbage root fly, Delia brassicae, is described. It is based upon the oviposition of D. brassicae under the influence of potential repellents and dosages of sufficiently active substances amongst them.

Some results obtained with this testing method are shown. Finally a field experiment with cauliflower protected by two initially promising substances encapsulated in the degradable polymer blend Hydrolith is described. These compounds, citronellal and terpeneole which in the laboratory were superior to naphthalene

and diethyltoluamide and inferior only to the too volatile cineole, could not equal the effect of a standard application of the insecticide trichloronate. The retention of citronellal in the polymer must have been less than that of terpineole.

Literatur

Meyer, G.: Oormerk tegen vliegen. SHELL Venster 7. 1982. 8.

Ouden, H. den & Theunissen, J.: Protection of cabbage against oviposition of cabbage root fly by a controlled release compound of naphthalene. Zeitschr. angew. Ent. 96. 1984, im Druck.

Rutledge, L.C., Collister, D.M., Meixsell, V.E. & Eisenberg, G.H.G.: Comparative sensitivity of representative mosquitos (Diptera: Culicidae) to repellents. J. Med. Entomology 20. 1983, 506-510.

Schreck, C.E.: Techniques for the evaluation of insect repellents - a critical review. Ann. Rev. Entomol. 22. 1977, 101-119.

Wright, R.H.: Why mosquito repellents repel. Scientific American. 233. 1975, 104-111.

A. El Titi

Landesanstalt für Pflanzenschutz/Stuttgart

Zur Frage der monetären Bewertung von Feinden der Kohlfliege -
Delia brassicae - im Blumenkohl.

Allgemeine Bemerkungen

Wie nützlich sind die "Nützlinge"?! Wie schädlich sind die
"Schädlinge"?!

Es sind Fragen, die in den pflanzenschutzlichen Kreisen immer wieder zu neuen Diskussionen Anlaß geben. Sucht man nach ihren Inhalten, so läßt sich in der Regel eine Forderung nach einer abstrakten geldlichen Bewertung des "Nutz-" bzw. "Schadeneffekts" erkennen. Der Ertrag als ökonomische Größe soll also die Orientierungsgrundlage sein. Schon an der Vielzahl der Insektenarten mit den unterschiedlichsten Populationsdichten, die sich im Pflanzenbestand aufhalten, wird deutlich, daß es hierbei keineswegs um einfache Beziehungen gehen kann. Selbst bei vorgegebener Populationsgröße kann die Effizienz (Schad- bzw. Nutzeffekt) ein und derselben Art von einem Standort zum anderen und von Jahr zu Jahr sehr stark variieren. Für den Kohlanbau konnte STRICKLAND (1954, 1957) am Beispiel der Mehligen Kohlblattlaus - Brevicoryne brassicae - an Rosenkohl zeigen, wie unterschiedlich die Meßgröße - Ertrag - bei den einzelnen Pflanzen mit gleichem Blattlausbesatz ausfallen kann. Für die Höhe der Schäden (wirtschaftlich), wenn es um phytophage Arten geht, ist die Kompensations- bzw. Regenerationsfähigkeit der Pflanze bzw. der Pflanzenbestände bestimmend (BARDNER et al. 1974). Die Pflanzen (=Pflanzenpopulation) in einem Kulturbestand sind demnach in der Lage, gewisse organische "Verletzungen" oder "Zerstörungen" (Schädigung im biologischen Sinne) ertragsmäßig aufzufangen. Neben endogenen Faktoren beeinflussen Witterungsverhältnisse den Umfang dieser Fähigkeit. Daß es sich hier nicht um einen starren Wert handelt, ist verständlich. Dies ist auch im Prinzip der wirtschaftlichen Schadensschwelle

zugrunde gelegt. Dort wird eine gewisse Regenerationsfähigkeit der Kulturpflanze vorausgesetzt, die auch als Toleranzgrenze bezeichnet wird. Aus diesen Gründen geben Schwellenwerte Befallsbereiche an. Für die Bewertung der zu erwartenden Schäden ist folgerichtig die Berücksichtigung einer Reihe von Faktoren erforderlich. Dazu gehören die gesamte Regenerationsfähigkeit der Pflanzenbestände, die Populationsdichte der Schadorganismen, der Witterungsablauf und der vermarktbare Ertrag.

Schädigen mehrere Arten in einem und demselben Kulturbestand oder gar an demselben Pflanzenorgan, so ist es unter Beachtung der beschriebenen Umstände so gut wie unmöglich, die ertragsrelevanten Schadanteile der einzelnen Arten, vor allem unter Freilandbedingungen, getrennt zu bemessen. Erschwerend würden mögliche interspezifische Konkurrenzinflüsse auf die ökonomische Bewertung der einzelnen Arten wirken. Wie sich solche Konkurrenz auf die Populationsdichte der einzelnen Arten auswirkt, läßt sich auch versuchstechnisch im Freiland nicht ohne weiteres erfassen, und nicht aus dem biozönotischen Gefüge herauslösen.

Ähnliche Grundüberlegungen liegen bei der Bewertung der Nutzarthropoden vor. Viele messen ihren Nutzeffekt über die Anzahl vernichteter Beuteindividuen an der Ertragshöhe. Eine derartige Bewertung der Antagonisten kann also nur über indirekte Wege erfolgen. Kommt der phytophage Schädling (=Beute bzw. Wirt) in einer Populationsdichte vor, deren Schadwirkung von der Kulturpflanze kompensiert wird, so bleibt der Ertrag unbeeinflusst und der Nutzen der natürlichen Feinde unmeßbar. Sind sie deshalb nutzlos?! Sicherlich nicht. Es sind - wie die Vielzahl populationsdynamischer Untersuchungen belegt - gerade die biotischen Agenzien, sieht man von den abiotischen ab, die Übervermehrungen von Schadinsekten verhindern und die Stärke folgender Generationen bestimmen. In besonderem Maße kontrollieren sie auch die Dichte der sogenannten "sekundären Schädlinge" (NICHOLSON 1933). Daß manche spezifischen Schadwirkungen unterhalb der Toleranzgrenze bleiben, ist oft auf die Wirkung biologischer Mortalitätsfaktoren zurückzuführen. Nicht alle Antagonisten reagieren auf eine bestimmte Beutedichte. Sie spre-

chen aber relativ schnell auf einen Dichteanstieg an. Die Ausschaltung oder lediglich die Störung ihrer Funktionsfähigkeit kann unübersehbare Folgen haben, die ökonomisch dann keines Nachweises bedürfen. Gerade mit diesem Potential an Nützlichkeit (FRANZ 1982) begründet der Integrierte Pflanzenschutz seine langfristige Strategie. Erhaltung, Schonung und Ausnutzung dieser natürlichen, kostenlosen Begrenzungsfaktoren charakterisieren das integrierte Verfahren schlechthin.

Es fehlt an versuchstechnischen Möglichkeiten, solche langfristigen Auswirkungen quantitativ in Geldwerten zu erfassen. Reproduzierbare Beweisführung für solche bestehenden Beziehungen zweiter oder dritter Ordnung innerhalb eines Ökosystems erfordert eine neue Orientierung. Nicht die ertragswirksame Leistung der natürlichen Feinde von Schadorganismen soll zur Disposition stehen, sondern die Folgen ihrer Ausschaltung aus dem Wirkungsgefüge müßten, aber dann in makroökonomischen Meßgrößen, aufgezeigt werden.

Die natürlichen Feinde der Kohlfliege

Die Kohlfliegen-Population erleidet unter Freilandbedingungen eine hohe Mortalität. Sie beträgt je nach Standort und Jahr ca. 98 % (EL TITI 1977). Im Laufe der preimaginalen Stadien (Ei, Larve und Puppe) geht der größte Populationsanteil verloren. Verantwortlich dafür sind hauptsächlich Carabidae und Staphylinidae (HUGHES 1959; HUGHES & SALTER 1959; WHRIGT, HUGHES & WORALL 1960), Cynipidae und Ichneumonidae (HERTVELDT 1970), sowie terrestrische Raubmilben (SCHÖNE 1916). Die Summe der Leistungen aller dieser Feinde schafft die Grundlage dafür, daß die Populationsdichte der Kohlfliege nicht ansteigt. Langfristig tragen sie also aktiv dazu bei, Fliegengradationen vorzubeugen.

Als populationsdynamische Regler leisten Feinde der Kohlfliege - wie aufgeführt - für den Kohlanbau unschätzbare Dienste. Sie mit betriebswirtschaftlichen Meßgrößen bewerten zu wollen, ist dennoch weder möglich, noch geeignet, ihre Funktionen im Ökosystem gerecht zu beurteilen. Auf diese langfristige Funktion von Kohlfliegen-Feinden soll in diesen Ausführungen nicht weiter eingegangen werden.

Feinde der Kohlfliege lassen sich aber hinsichtlich ihrer Fähigkeit, direkte Beschädigung der Kohlpflanzen abzuwehren, in zwei Gruppen einteilen. Da ist zum einen die Gruppe der Ei- und Larven-Prädatoren. Erstere sind in der Lage, durch das Vertilgen abgelegter Eier, den Schädling vor dem Beginn der Schädigung zu vernichten. Durch das Abtöten an den Wurzeln lebender Maden reduzieren Larven-Vertilger den Grad der Schädigung. Kurzfristig, und nur so gesehen, erbringen sie den größeren wirtschaftlichen Nutzen als andere Antagonisten. Zum anderen ist da die Gruppe der Parasiten, die erst während des letzten Larvenstadiums ihre Wirte mit Eiern belegen, um sie nach der Verpuppung abzutöten. Sie können die Zerstörung an den Wurzeln weder verhindern, noch reduzieren, da sie erst nach Vollendung der Schädigung wirksam werden. Dazu gehören hauptsächlich Cynipidae, Ichneumonidae und Staphylinidae (Aleochara bipustulata, A. bilineata), die letzteren in ihrer parasitischen Form (WISHART 1957; WISHART et al. 1957; FULDNER 1960).

Bewertung der Ei-Prädatoren bei der Mortalität der Kohlfliege

Zwischen dem Kohlfliegenbefall und dem vermarktbareren Ertrag im Blumenkohl besteht eine Abhängigkeit (EL TITI 1977, 1979; MAACK 1977). Mit zunehmendem Pflanzenalter steigt die Widerstandsfähigkeit (Kompensationsfähigkeit) gegen die Kohlfliege an. Bis 4 Wochen nach der Auspflanzung des Blumenkohls beispielsweise können 15 - 20 Eier/Pflanze (EL TITI 1977) bzw. bis 5 Larven/Pflanze (MAACK 1977) toleriert werden, ehe der Geldwert der Ertragsausfälle den Bekämpfungskosten entspricht. Schon an der Differenz zwischen Ei- und Larvenzahlen sind gewisse Verluste zu erkennen. Diese Verluste sind vorwiegend auf die Wirkung einer Reihe von Bodenkäfern zurückzuführen. Gelingt es, diese polyphagen Feinde am Erreichen der Eiablage-Stelle, nämlich dem Wurzelbereich der Blumenkohlpflanzen, zu hindern, so können sich abgelegte Eier ungestört entwickeln und als Larven die Wurzel schädigen. Daraus läßt sich die höchstmögliche Schädigung bzw. der Ertragsausfall durch die Kohlfliege in dem betreffenden Areal quantitativ erfassen.

Die Aufstellung von Barrieren (HASSAN 1969; EL TITI 1977a) um die einzelnen Kohlpflanzen und das Anbringen von Bodenfallen

innerhalb des umzäunten Areals (zum Wegfangen laufender Käfer) ermöglichen eine weitgehende Ausschaltung der Prädatoren, auch wenn diese nicht vollständig sein kann. Vor allem werden flugunfähige Käfer (hauptsächlich Carabidae) hierdurch abgehalten. Der Mehrzahl der fliegenden Staphylinidae kann dadurch aber der Zugang zur Eiablagestelle nicht versperrt werden. Trotz dieser Einschränkung hat die Anwendung der Barrieren (EL TITI 1977a) die Mortalität der Kohlfliege im Ei- und Larvenstadium deutlich beeinflußt. Durch Ausschaltung eines Teils der Laufkäferpopulation erhöhte sich die Überlebensrate bis zum Puppenstadium durchschnittlich bis zu 50 % (Abb. 1a und 1b). Mit zunehmenden Eizahlen nahm die Überlebensrate deutlich ab (dichteabhängig) (Tab. 1). Dabei hat sich herausgestellt, daß die Höhe der Eimortalität von dem Exponierungstermin abhängt. Innerhalb der für den Blumenkohl als kritisch geltenden 30 Tage nach der Auspflanzung treten verschiedene Feindarten, offensichtlich mit unterschiedlicher Leistungsfähigkeit auf. Wenn man nun von einer quantitativen Beziehung zwischen Eizahlen als Befallsparameter und dem realen Ertrag beim Blumenkohl ausgeht (Abb.2) (EL TITI 1977, 1979), so können die korrespondierenden Erträge zu den gefundenen Ei- bzw. Puppenzahlen innerhalb sowie außerhalb der Barrieren untereinander verglichen werden. Die Erträge verringern sich also um den Anteil, der durch die nicht abgetöteten Fliegen verursacht wurde. Die Ausschaltung der Feinde hat den ansonsten erzielbaren Ertrag um diesen Anteil verringert. Der errechnete Wert des Ertragsanteils, der durch Ausschaltung der Feinde im Versuchsgebiet verloren geht, beträgt nach diesem Beispiel für Blumenkohl (in Anlehnung an den Feldabnahmepreis im Stuttgarter Kohlanbaugebiet) ca. DM 300,--. Dieser Betrag ist ein Durchschnittswert.

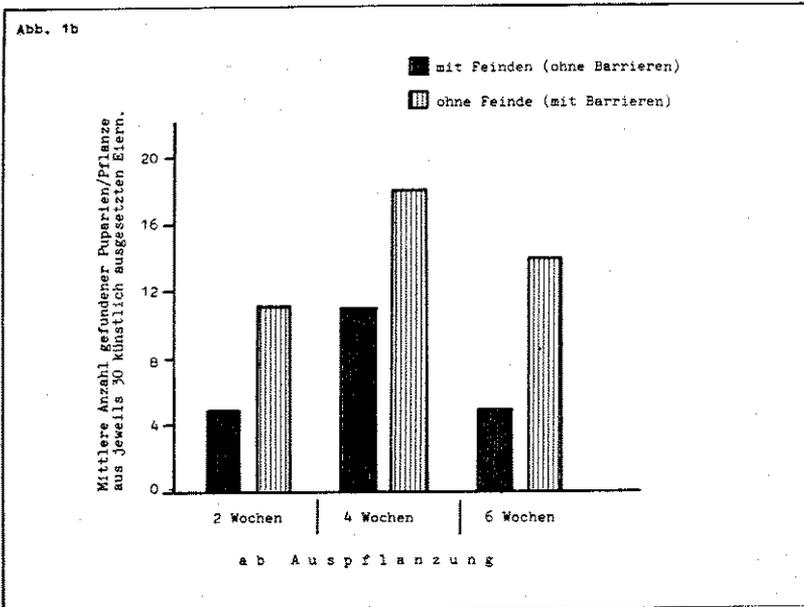
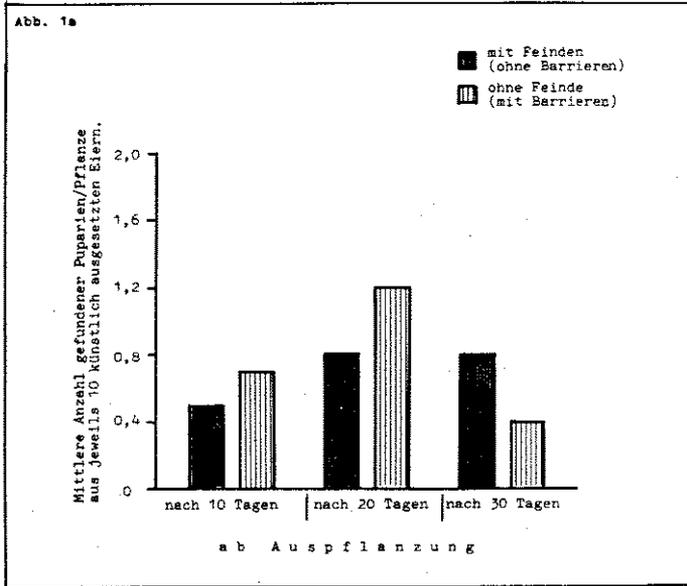


Abb.1: Die durchschnittliche Mortalität künstlich ausgesetzter Kohlflieden-Eier bei eingezäunten bzw. freistehenden Blumenkohlpflanzen an drei verschiedenen Terminen.
a: Infektion nach 10, 20 bzw. 30 Tagen von der Auspflanzung
b: Infektion nach 2, 4 bzw. 6 Wochen von der Auspflanzung

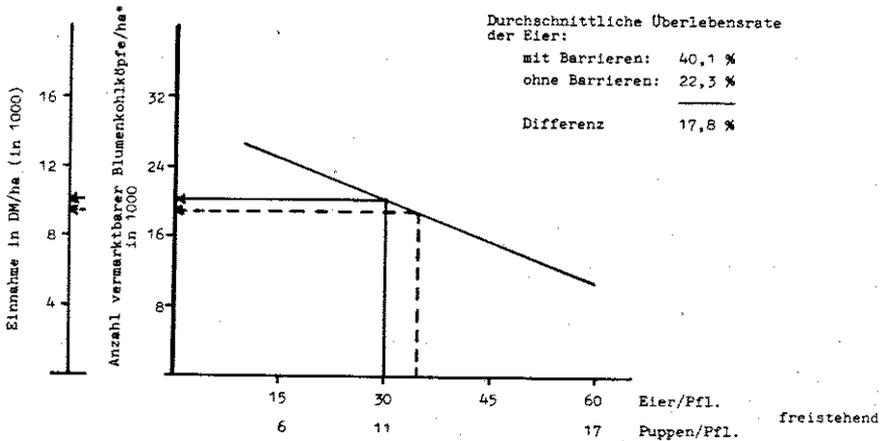
Tab. 1: Überlebensrate (%) unterschiedlicher Anzahl Kohlfliegen-Eier/Pflanze mit und ohne Barrieren.

	m i t B a r r i e r e n			o h n e B a r r i e r e n			Differenz in der Überle- bensrate		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III
10 Eier/Pfl.	-o-	-o-	-o-	43	45	43	-	-	-
15 Eier/Pfl.	-o-	-o-	-o-	33	40	30	-	-	-
30 Eier/Pfl.	31	58	47	18	37	18	13	40	29
60 Eier/Pfl.	-o-	-o-	-o-	11	29	20	-	-	-

I = 10 Tage nach Auspflanzung

II = 20 Tage nach Auspflanzung

III = 30 Tage nach Auspflanzung



*pro ha 40000 Pflanzen.

Abb. 2: Die Beziehung zwischen Kohlfliegen-Befall (Ei- bzw. Puppenzahl/Pflanze) und den erzielbaren Einnahmen in DM bei eingezäunten (ohne natürliche Feinde) bzw. freistehenden (mit natürlichen Feinden) Blumenkohlpflanzen.

Zusammenfassung

Neben den abiotischen Faktoren sind es natürliche Feinde, die die Kohlfliegen-Population langfristig unter Kontrolle halten. Eine umfassende monetäre Bewertung ihrer Funktionen ist mit den üblichen betriebswirtschaftlichen Parametern nicht möglich.

Eine ökonomische Bewertung von Ei- und Larvenprädatoren ist dagegen durch Ausschaltung wenigstens eines Teiles der Raubkäferpopulation möglich. Für Blumenkohl konnte der Nutzeffekt mit etwa DM 300,--/ha eingeschätzt werden.

A contribution on the monetary evaluation of the natural enemies of the cabbage root fly - *Delia brassicae* - on cauliflower.

Summary

Besides the abiotic mortality factors, carabids and staphylinids are the main responsible agents for the natural control of the cabbage root fly population. A long-term monetary evaluation of this particular function using microeconomical parameter is not possible.

Estimation of the predatory effect of ground beetles during the egg and larval stage of the cabbage root fly, seems to be on the other hand possible by using barriers. Excluding just a proportion of the soil living predators caused a reduction of cauliflower yield valued up to about DM 300,--/ha. Long-term ecological effects of these antagonists are not considered in this calculation.

Literatur

BARDNER, R. and K. FLETCHER, 1974: Insect infestations and their effects on the growth and yield of field crops. Bull. ent. Res. 64, 141-160.

- EL TITI, A., 1977: Die Ermittlung der wirtschaftlichen Schadensschwelle für die kleine Kohlfliege (Erioischia brassicae Bouché) im Blumenkohlanbau. I. Beziehung zwischen Schädlingsdichte, chemischer Bekämpfung und Ertrag. Z. Pflanzenkrankh. Pflanzensch. 84. (2), 65-77.
- EL TITI, A., 1977a: Die Ermittlung der wirtschaftlichen Schadensschwelle für die kleine Kohlfliege (Erioischia brassicae Bouché) im Blumenkohlanbau. II. Quantifizierung der Eimortalität. Z. Pflanzenkrankh. Pflanzensch. 84. (2), 78-83.
- EL TITI, A., 1979: Weitere Untersuchungen zur Frage der wirtschaftlichen Schadensschwelle für die kleine Kohlfliege (Erioischia brassicae Bouché) im Blumenkohlanbau. Z. Pflanzenkrankh. Pflanzensch. 86. (2), 65-74.
- FRANZ, J.M., 1982: Über die Nützlichkeit der "Nützlinge". Gesunde Pflanzen 34, 246-247.
- FULDNER, D., 1960: Beiträge zur Morphologie von Aleochara bilineata Gyll. und A. bipustulata L. (Coleoptera: Staphylinidae). Z. Morph. Ökol. Tiere 49. 312-386.
- HASSAN, S.A., 1969: Observations on the effect of insecticides on coleopterous predators of Erioischia brassicae (Diptera: Anthomyiidae). Entomol. exp. appl. 12. 157-168.
- HERTVELDT, L., 1970: Incidence of Trybliographa rapae (Westwood) parasitic wasp of the cabbage root fly, Delia brassicae Bouché. Meded. Fac. Landbouwwetensch. Rijks-univ. Gent 35. 105-118.
- HUGHES, R.D., 1959: The natural mortality of Erioischia brassicae (Bouché) during the egg stage of the first generation. J. Animal Ecol. 28. 343-357.
- HUGHES, R.D. and D.D. SALTER, 1959: Natural mortality of Erioischia brassicae (Bouché) during the immature stages of the first generation. J. Animal Ecol. 28. 231-241.

- MAACK, G., 1977: Schadwirkung der Kleinen Kohlfliege (Phorbia brassicae Bouché) und Möglichkeiten zur Reduzierung des Insektizidaufwandes bei der Bekämpfung. Mitt. Biol. Bundesanst. Land-Forstwirtschaft. Berlin-Dahlem, H. 197, 235 S.
- NICHOLSON, A.J., 1933: The balance of animal populations. J. Animal Ecol. 2. 132-78.
- NICHOLSON, A.J. and V.A. BAILEY, 1935: The balance of animal populations. Part I, Proc. Zool. Soc. London.
- SCHÖNE, W.J., 1916: The cabbage maggot, its biology and control. Bull. New York State Agric. Exp. Sta. No. 419. 104-124.
- STRICKLAND, A.H., 1954: Assessment of cabbage aphid damage in commercial Brussels sprouts crops. Plant Pathol. 3. 107-117.
- STRICKLAND, A.H., 1957: Cabbage aphid assessment and damage in England and Wales, 1946-1955. Plant Pathol. 6, 1-9.
- WISHART, G., 1957: Surveys of parasites of Hylemya spp. (Diptera: Anthomyiidae) that attack cruciferous crops in Canada. Can. Entomol. 89. 450-453.
- WISHART, G.; COLHOUN, E.H. and E. MONTEITH, 1957: Parasites of Hylemya spp. (Diptera: Anthomyiidae) that attack cruciferous crops in Europe. Can. Entomol. 89. 510-517.
- WRIGHT, D.W.; HUGHES, R.D. and J. WORRALL, 1960: The effect of certain predators on the number of cabbage root fly (Erioischia brassicae (Bouché)) and the subsequent damage caused by the pest. Ann. appl. Biol. 48. 756-63.

L. Hertveldt, M. Van Keymeulen and C. Pelerents

I.W.O.N.L.-Centre for Integrated Control, Faculty of Agricultural Sciences, Laboratory of Zoology, State University of Ghent, Coupure 653, 9000 Ghent, Belgium.

LARGE SCALE REARING OF THE ENTOMOPHAGOUS ROVE BEETLE *ALEOCHARA BILINEATA* (COLEOPTERA: STAPHYLINIDAE)

The rove beetle, *Aleochara bilineata* Gyllenhal is an important predator and parasite of several dipterous pests of vegetable crops. Daily, one adult can eat about ten dipterous eggs or first instar larvae. The female lays her eggs in soil crevices close to host pupae. The beetle larva gnaws a hole in the fly puparium, enters the pupa and develops inside the host.

Under natural conditions *A. bilineata* parasitizes different Anthomyiidae, including the cabbage root fly, *Delia brassicae* (Bouché) and the onion fly, *Delia antiqua* (Meigen), both major pests respectively of brassicas and onions. As parasitism occurs following the damage caused by the fly larvae, only the subsequent pest infestation is reduced. Nevertheless, *A. bilineata* is a potential effective controlling agent due to his activity as a predator. Moreover this oligophagous predaceous beetle has probably a habitat specialization caused by his more narrow host specificity.

However biological control will require always releases of reared beetles. In cabbages, the attack of the cabbage root fly during the first weeks after transplanting determines the final damage. As the beetles emerge from overwintering sites after *D. brassicae*, release of beetles is necessary at the moment that the first dipterous eggs are laid. When the natural population of *A. bilineata* can be increased through releases and the use of selective pesticides, it seems possible that after an initial release the natural occurring beetles are able to take over the control of the pest.

For research on the possibility of biological control and the evaluation of side effects of pesticides on natural enemies, the development of a large scale rearing is required. The existing laboratory rearing methods (Fuldner 1960, Adashkevich and Perecrest 1977, Bromand 1980) are only suitable for the production of a restricted number of beetles. The major bottle-neck is both the oviposition substrate and the collection of the eggs. Experiments in our laboratory have shown that the longevity and the fecundity is increased when beetles can hide under e.g. blotting-paper. Therefore, a substrate for the adults has to be found, which can serve for oviposition too. Furthermore the influence of adult food, of the number of adults per cage and of oviposition stimulantia was studied on longevity, fecundity and fertility.

Based on this research, the following methods and techniques are developed for adult handling and collection of eggs.

The adult beetles are kept in a Plexiglas cylinder with a gauze as bottom. This cage is filled partly with expanded clay granules (diameter: 1-2 mm). The clay granules provide the necessary shelter and ensure a sufficient humidity. To stimulate oviposition, onion- or cabbage root fly pupae are added to the granules. As adult food, house fly larvae are provided *ad libitum*. The females lay their eggs in the crevices between the granules. Two times a week the eggs are washed out of the cage with lukewarm tap water. (Hertveldt et al., 1983). An accurate technique for counting the small eggs by weighing was developed (Van Keymeulen, unpublished).

The adult beetles are kept at 22-24°C and 60% RH under constant dim light. Under these conditions, about 20,000 eggs are collected from one adult cage, containing hundred beetles ($\sigma/\varphi = 1/1$). The average fecundity is 400 eggs per female. (Fig.1.)

As the rove beetles parasitize several dipterous species, a host had to be chosen for the rearing. Rearing experiments with onion fly and cabbage root fly as hosts gave comparable yields.

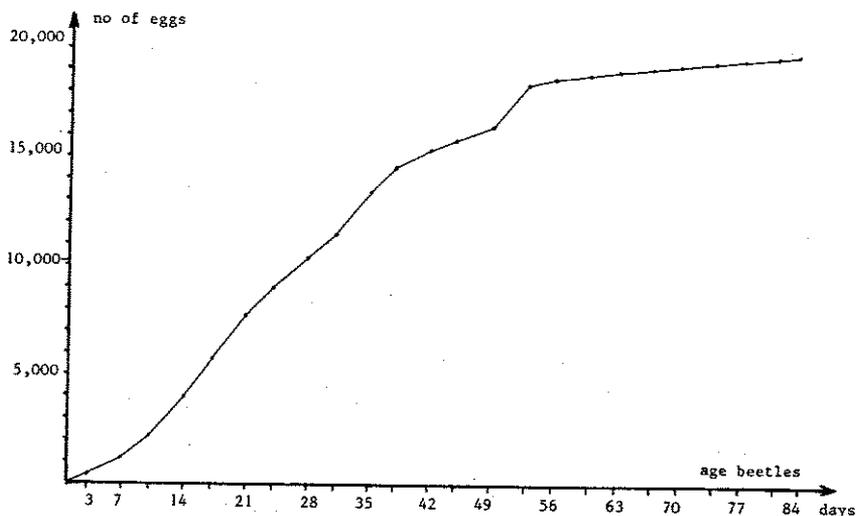


Fig.1. Production of eggs in one adult cage with 100 rove beetles ($\sigma/\text{Q} = 1/1$)

Although in our laboratory a mass rearing method for the cabbage root fly was developed with rutabaga as larval food (Van Keymeulen et al., 1981), preference was given to the onion fly because of the existence of an artificial diet. The onion fly is reared following the methods described by Ticheler (1971) and Noorlander (1974).

During several laboratory experiments the following factors were studied, which influence parasitism and the yield of beetles: ratio beetle eggs/fly pupae, age of the beetle eggs or first instar larvae at inoculation, age of the pupae at inoculation, distribution of the eggs on the pupae, pupal weight, substrates, humidity of the substrates, shape and size of recipients, number of pupae per recipient and abiotic conditions. With the results of these experiments the following method was developed.

Zero to two days old onion fly pupae are distributed in a single layer on vermiculite. Accumulation of pupae increases the risk on superparasitism and in consequence reduces the yield of beetles. Therefore the number of pupae used is determined by the surface of the recipient. A number of beetle eggs equal to the number of pupae and determined by weighing, is distributed evenly onto the

pupae. A layer of wet vermiculite (10 dry vermiculite/1 water V/V) is added.

These petri dishes are stored at 22°C and 70% RH. When the first onion flies emerge, about 9 - 10 days after inoculation with beetle eggs, the pupae are brought in a collection system described by Van Keymeulen et al. (1981). The collected flies are reused for the rearing. Then the pupae are placed in a box with a bottom of nylon gauze. The emerged beetles fall through the gauze in a second box.

The yield of beetles, expressed as a percentage of the inoculated eggs or pupae averages 35-40 % (Fig.2.).

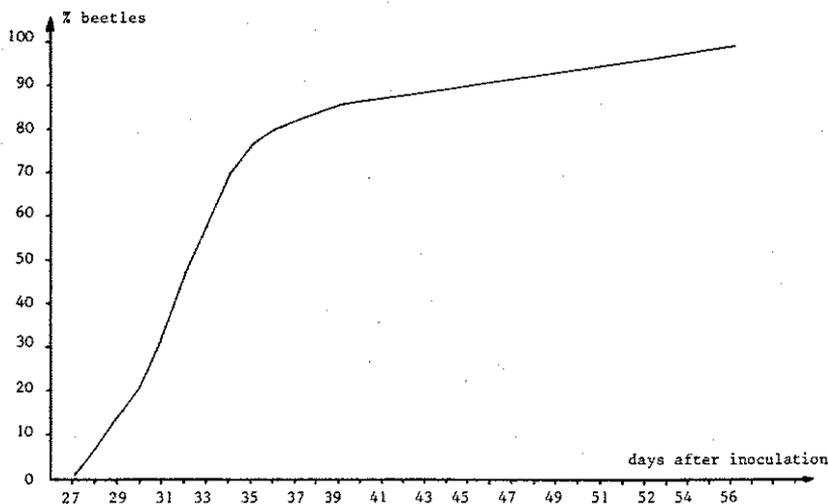


Fig.2. Cumulative emergence curve of *A.bilineata* beetles

During 1983, 65,000 *A.bilineata* beetles were reared according to the above described method. The greater number of the beetles was released during two small-scale biocontrol experiments on the first and second field generation of the cabbage root fly. The first results seem promising.

Summary

Aleochara bilineata Gyllenhal is an important predator and parasite of several dipterous pests. Especially its predator activity makes this rove beetle a potential effective bioagent. A large scale rearing method for this beetle was developed on one of its natural hosts, the onion fly. Special attention was given to the adult cage and the oviposition substrate. The method for inoculation of the onion fly pupae with beetle eggs is described. The average fecundity is 400 eggs per female. The beetle yield averages about 35 - 40 % of the number of eggs inoculated.

Acknowledgment

The authors thank P. Pelereents for technical assistance. Carried out at the Laboratory of Zoology of the Faculty of Agricultural Sciences, State University of Ghent and supported by the Institute for the Encouragement of Scientific Research in Industry and Agriculture (I.R.S.I.A. - I.W.O.N.L.)

References

- Adashkevich, B.P., and O.N. Perekrest. 1977. Rearing and calculation of effectiveness of *Aleochara*. Zashchita Rastenü. 6 : 29 - 30.
- Bromand, B. 1980. Investigations on the biological control of the cabbage root fly (*Hylemya brassicae*) with *Aleochara bilineata*. IOBC-WPRS Bulletin, III 1 : 49 - 62.
- Fuldner, D. 1960. Beiträge zur Morphologie und Biologie von *Aleochara bilineata* Gyll. and *A. bipustulata* L. (Coleoptera : Staphylinidae). Z. Morph. Ökol. Tiere 49 : 312 - 386.
- Hertveldt, L., M. Van Keymeulen and A. Gillard. A simple Technique for Handling Adults and Collecting Eggs of *Musca domestica* and *Aleochara bilineata*. J. econ. Ent. In press.
- Noorlander, J. 1974. De massakweek. Jaarversl. 1973, Inst. plziektenk. Onderz., Wageningen, p. 86.

- Ticheler, J. 1971. Rearing of the onion fly, *Hylemya antiqua* (Meigen), with a view to release of sterilized insects. In : Sterility principle for insect control or eradication. (Proc. Symp., Athens, 1970). IAEA, Vienna, pp. 341 - 346.
- Van Keymeulen M., L. Hertveldt and C. Pelerents. 1981. Methods for improving both the quantitative and qualitative aspects of rearing *Delia brassicae* for sterile release programmes. Ent. exp. & appl. 30 : 231 - 240.

J. Theunissen
Research Institute for Plant Protection (IPO), Wageningen

Supervised pest control in cabbage crops: theory and practice

Introduction

Still growing public awareness of the undesirable side-effects of pesticides and the ever increasing costs of their use are an important incentive for the world-wide search for effective and economically feasible insect pest control methods which limit or exclude the use of insecticides. Because it is much more easy to kill than to manage insect populations in our crops these methods require more knowledge and research effort than routine chemical control. For similar reasons methods of biological control etc. are less widely applicable. In many cases the use of insecticides is mandatory to prevent unacceptable damage to the crop. However, significant reductions in the use of insecticides could be achieved by using supervised control methods. Supervised control is ordinary chemical control but, contrary to calendar or routine applications, really "need-based". This includes an evaluation of the insect pest situation in the crop and the use of criteria on tolerable insect pest populations. For the grower considerations on risk and economic benefits of savings on unnecessary insecticide applications are most relevant.

An acceptable supervised control system is based on four elements: tolerance, field sampling, risk analysis and economics. Theoretical approaches of these elements may shed light on their scientific basis, but this has to be translated in practical concepts which are understandable and acceptable to the individual grower.

Tolerance

A certain tolerance of pest insects in crops is indicated by the complex of ideas concerning thresholds. One of the few aspects on thresholds which are clear is the huge confusion both in concepts and in terminology.

The most practical and yet most elusive concept is the control threshold, defined as: "the pest population density at which control should take place to prevent economic damage to the crop caused by the increasing pest population" (Sylvén, 1968; Stern, 1973). When economic damage is inflicted the pest has reached the damage threshold and caused economic damage i.e. a financial loss equal to the costs of control.

Thus, the damage threshold is an abstraction, an economic equilibrium point determined by a number of factors like the relation between pest density and damage, price of the product, costs of control, effectivity of control, attainable yield. This list of factors is also a list of variables which determine the numerical value of the damage threshold in a given situation. The relation between pest density and damage caused by this pest will seldom be linear, non linearity is far more likely. Costs and prices of various commodities change continuously. The effectivity of a control treatment will differ according to the farmer, his skills and equipment, the weather, the species and age distribution of the pest, the insecticide used etc. The attainable yield is equally variable from field to field and season to season. Hence, to establish the numerical value of the theoretical damage prior to a control decision is impossible due to these variables. Other variables and some interactions have been mentioned (Geier, 1982) for use in models. However, most variables cannot be determined exactly for any given moment during the cropping season. So the damage threshold is totally unspecified when it is most needed.

Since the control threshold is meant to determine the moment of action before the damage threshold can be reached it is equally unspecified. In addition to this the control threshold implies a good deal of speculation on the future course of the pest population density. In fact it is supposed that the density will steadily increase once the control threshold has been reached. Obviously this is not always correct and an element of probability is introduced implicitly. This makes the control threshold the most elusive threshold concept. Its practical value should be the indication of that pest population which cannot be tolerated anymore.

As it is clear that the theoretical concepts of control and damage thresholds are useless in practical field situations the alternative is to work with approximations of the control threshold as criteria of the tolerable pest populations. This has been done in various ways. Direct counts of larvae as a criterion (Chalfant, 1979; Shelton and Andaloro, 1982; Shelton et al., 1982), eggs and larvae (Greene, 1972; Sears et al., 1983), symptoms of plant injury by insect feeding (Chalfant et al., 1979; Workman et al., 1980) or combined criteria (Jackson, 1983) have been used as practical approximations of the control threshold. However, to be acceptable to the grower these criteria must be simple and clear. He does not count insects nor judges whether leaf injury is due to feeding this week or last week.

For practical application by the grower in the Netherlands approximations of the control threshold for cabbage aphids (*Brevicoryne brassicae*) and a cabbage caterpillar complex (*Mamestra brassicae*, *Pieris rapae*, *Plutella xylostella*, *Evergestis forficalis*) are expressed in percentage of infested plants. They have been named "tolerance levels" because they specify the tolerance of the crop for cabbage aphids and caterpillars at any given moment during the growing season. Tolerance levels can be fixed or be variable. Variable tolerance levels introduce the effect of the growth stage of the crop in the decision making process. For Brussels sprouts the following set of variable tolerance levels has been developed:

<u>growth stage</u> ★	<u>caterpillars</u>	<u>cabbage aphids</u>
2	15	10
4	20	20
6	40	20
8	40	20
10	40	20
12	4	10
14	4	10
16	0	0
18	0	0
20	0	0

★expressed in weeks after transplanting

The decreased tolerance 12 weeks after transplanting is due to the formation of the sprout buttons at about that time. The buttons are the product to be protected. Injury of the leaves or leaf area reduction does not influence significantly the quantity of the yield (Wit, 1982).

Other sets of tolerance levels have been developed for other cabbage crops and are being tested for some seasons.

Field sampling

The essential problem of field sampling is how to compromise between the theoretically necessary sample size and sampling method on the one side and the effort which can be achieved in practical field conditions in view of economical and other constraints on the other side. To be acceptable to the grower a practical field sampling method must be simple, cheap and reliable. The latter condition opposes the two preceding ones. Since much depends on the biology of the pests concerned and their distribution within the crop this is a starting point in developing practically suitable field sampling methods (Theunissen, 1983, 1984). In field trials simple random sampling is commonly used (Chalfant, 1979; Chalfant et al., 1979; Shelton and Andaloro, 1982; Sears et al., 1983), sometimes a form of stratified sampling (Greene, 1972) or a multi-stage sampling method (Zavaleta and Dixon, 1982). To adapt basic forms of sampling to the technical and economic requirements of field application by extension personnel or the individual grower simpler and yet reliable methods are being developed (Zavaleta and Dixon, 1982; Hoy et al., 1983).

For practical use in a supervised control system for cabbage pests in the Netherlands a systematic sampling method has been developed which enables the grower himself to carry out the field sampling. Criterium is whether or not the plant, being the sampling unit, is infested by any of the mentioned caterpillar species or cabbage aphids. No counts are made except the number of infested plants in the total sample. This enables the grower to sample quickly and easily and to calculate the percentage of infested plants which then can be compared to his set of tolerance levels. Spraying lanes are used to disperse the sampling units in the field, the standard sample size being 100 plants/ha. The distance between sampled plants is measured in paces for convenience and the plants are spaced equally along the spraying lanes. The sampled plants are taken alternately to the left and right of the row behind the spraying lanes (fig. 1). According to this method one hectare of heading cabbage can be sampled in one manhour (Theunissen, 1984; Theunissen en den Ouden, 1983c). Because the sampling costs expressed in manhours are important this method has been compared with some other sampling methods (Theunissen and den Ouden, 1983d) on relative precision per unit costs.

Risk analysis

In the practical use of a supervised control strategy the two tools of a sampling recipe and set of tolerance levels are sufficient for making decisions whether to take control measures or not (Theunissen and den Ouden, 1983e). However, for the acceptance of this strategy by the grower two other elements are very important. One of them is an assessment of the risks he takes when he follows the advised control strategy. In this context it is irrelevant whether these risks are real or imaginary. If they are perceived by the grower as risks they are to be taken seriously in the entire concept as a control strategy.

Potential risks may originate from both tools: sampling errors and too high tolerance levels. The very use of sampling implies an uncertainty, a probability of obtaining the wrong information. What matters is to minimize this probability by selecting the proper sampling procedure and by estimating the real risks in terms of the probability of taking the wrong control decision. This problem resembles matters on quality control in which samples of produced commodities are being tested and

- where: $P(c)$ = the probability of c infested plants in a sample of n plants
- $\binom{n}{c}$ = the number of combinations of c infested plants in a sample of n plants (binomial coefficient)
- p = the proportion of infested plants in the crop
- n = the sample size
- c = the maximal number of infested plants in a sample of n plants which is tolerable

Development of this formula for various values of p for a fixed n and c gives the operating characteristic for the combination of sample size and tolerance level which determines its shape (Theunissen en den Ouden, 1983a, b). The operating characteristic shows the probability (P) of accepting the pest situation in the crop at a given sample size and tolerance level at various levels (p) of infestation (fig. 2). The sampling result, which is supposed to reflect this level of infestation, determines the acceptance or rejection of the pest situation in the crop. The probability that this decision is right or wrong is shown in the appropriate operating characteristic (fig. 3).

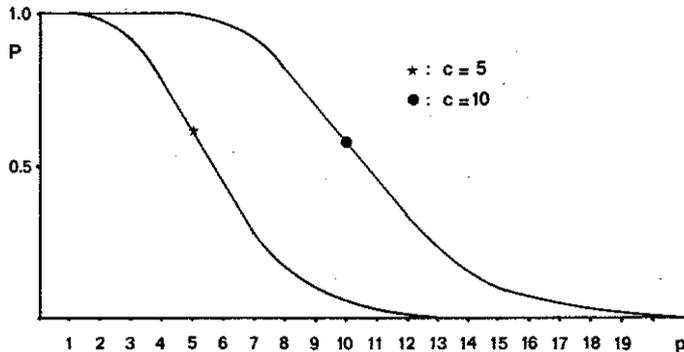


Fig. 2. Operating characteristics for $n = 100$ and $c = 5$ and 10 . P is the probability of accepting the pest situation at various percentages of infested plants (p) in the crop.

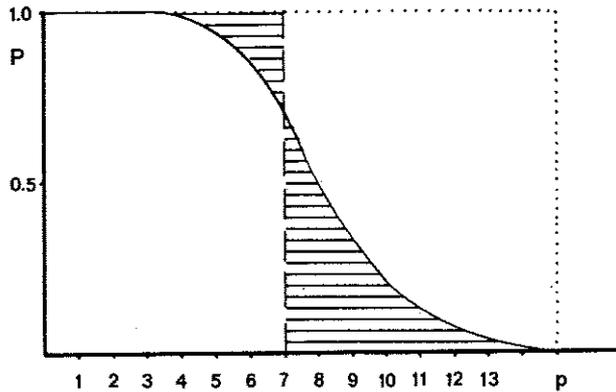


Fig. 3. Operating characteristic. At 7% infested plants there is 70% chance that the pest situation will be accepted. The value of c is here 8%. At that rate of infestation the probability of acceptance or rejection is about equal. Therefore, c should be given a numerical value which includes a sufficient safety margin to prevent damage in case the pest situation is incorrectly accepted. This would be the case if p for instance is 10%. At that value of p there is 20% chance of accepting the crop as "clean". If the tolerance level would be 7% in this illustration the shaded areas indicate the probabilities of incorrect rejection (above) and incorrect acceptance (below).

A second source of risks are tolerance levels which are too high in a given situation resulting in damage to the yield. The most practical way to optimize these approximations of the control threshold is to set tolerance levels empirically under local conditions at a safe low level and increase them gradually over a number of growing seasons in field trials. Thorough verification in this way is essential to avoid risks and to gain the confidence of the grower. He will not be convinced by operating characteristics but only by finding out how the supervised control system works out in practice. Regional demonstration fields maintained by the extension service are crucial for the conviction and instruction of the growers showing both the technical and economical feasibility of this control system.

Economics

The ultimate incentive for the grower to adopt certain techniques or methods is the expected economic benefit from their use. The basic condition for introduction of supervised control is that there should be no significant difference in quantity and quality of the yield when compared

to farmers practice in crop protection. Saving on unnecessary control treatments on its own does not increase yields, unless phytotoxic effects are involved. Reduced expenditure on chemicals, use of machinery and labour against the same yield are the real economic benefits. In the balance of costs and benefits the time spent on field sampling every one or two weeks should be considered as costs, expressed in manhours. This is an important consideration in selecting a field sampling method (Theunissen and den Ouden, 1983d).

Indications on the potential economic returns of the use of supervised control have been obtained in the Netherlands. In cooperation with the Extension Service and regional plant protection specialists regional trials have been carried out with Brussels sprouts during 1981 and 1982. Plots were sampled at random ($n = 10$) and fixed tolerance levels were used: spray on sight when any of the sampled plants was infested. This crude system was compared to farmers practice. The yields did not differ. It became apparent that large savings on control applications were possible. The reduction in the use of insecticides was 62% in 1981 and 34% in 1982. Because insecticides frequently are combined in one spray the corresponding reductions in number of treatments were 52% and 13% respectively. The weather during the growing season of 1981 was representative for Dutch conditions. In Brussels sprouts the growers treated their crop on average 7.3 times against insect pests, the supervised control required 3.5 only. In terms of use of insecticides this means on average 13.6 times by the grower against 5.2 times an insecticide by supervised control. If the total Dutch area of Brussels sprouts (about 6400 ha) would have been managed under supervised control in 1981 the growers would have saved about Dfl 4 million, of which Dfl 2.6 million on insecticides only. In seasons which are more favourable to insect pests this sum will be lower but the money will be well spent, based on field sampling. In 1982 using variable tolerance levels in red cabbage the comparison with farmers practice resulted in an economic benefit of Dfl 139,-/ha, including sampling costs (Theunissen en den Ouden, 1983c). In farmers practice 7 treatments were applied against 4 in the supervised control system. Even in favourable conditions for the pest considerable savings are possible.

Concluding remarks

In developing pest management systems, of which supervised control can be a part, it is important to realize who is supposed to use the system. It makes much of a difference in degree of sophistication whether extension service personnel (perhaps commercial scouts) are supposed to carry the system or the individual grower is expected to pick up the information and to apply the system. This choice of target group is reflected in the instructions and methods used to promote the system. Shelton (pers. comm.) tailores his methodology to commercial scouting in which the grower is advised by specialists based on reports of scouts. In Dutch, perhaps West-European, conditions technically well developed extension services lack the necessary manpower. Therefore, the individual grower himself is the target, briefly instructed and supported by extension service personnel. This situation calls for maximal simplicity of the system, quite apart from economic considerations. Once widely accepted the system may become more refined and diverse according to regional and perhaps local conditions.

The described system should be considered as an outline of possibilities to optimize insect pest control adapted to regional or even individual circumstances by growers and their advisers. No recipe can be given which is valid everywhere and for ever. If needed other pest species have to be included.

Achieving acceptance of the supervised control system by the grower is vital. Therefore, the tools of sampling recipe and set of tolerance levels should be simple and useful, risks and economic benefits made clear by instruction and demonstration.

Summary

As main elements of a practical supervised control system for insect pests in cabbage crops have been mentioned: tolerance, field sampling, risk analysis and economics. Although scientifically valid the theoretical concepts of control and damage thresholds are useless in practice. Approximations of the control threshold have to be used: tolerance levels, adjusted to the growth stages of the crop and other biological data. A practical field sampling method has been described as a tool for the grower. Since acceptance of an insect control strategy by the grower is essential for its application it is absolutely necessary to specify possible risks and to demonstrate its technical features and economical benefits in the field during a number of seasons. Considerable savings on unnecessary control treatments have been demonstrated.

Zusammenfassung

Vier wichtige Elemente eines praktisch brauchbaren Systems gezielter Bekämpfung sind: Toleranz, eine Feldstichprobenmethodik, Risiko-Analyse und wirtschaftliche Bedeutung. Die theoretischen Konzepte der Bekämpfungsschwellen und der Schadensschwellen sind wissenschaftlich wichtig, aber für den praktischen Anbau kaum brauchbar. Näherungswerte für die Bekämpfungsschwellen sind erforderlich: Toleranzwerte, dem Entwicklungsstadium der Pflanze und anderen biologischen Daten angepaßt. Eine Stichprobenmethodik zum Gebrauch durch den Anbauer wird erläutert. Die Bereitschaft der Anbauer zur Annahme einer speziellen Methodik ist Voraussetzung für die praktische Durchführbarkeit einer Bekämpfungstechnik. Daher müssen das mögliche Risiko, die Verfahrenstechnik und der wirtschaftliche Nutzen in mehrjährigen Feldversuchen demonstriert werden. Deutliche Möglichkeiten zur Einsparung überflüssiger Spritzungen konnten aufgezeigt werden.

References

- Chalfant, R.B., 1979; Action threshold for the cabbage caterpillar complex in Georgia; J. Georgia Entomol. Soc. 14, 359-363.
Chalfant, R.B., Denton, W.H., Schuster, D.J., and Workman, R.B., 1979; Management of cabbage caterpillars in Florida and Georgia by using visual damage thresholds; J. Econ. Entomol. 72, 411-413.
Geier, P.W., 1982; The concept of pest management-economic threshold levels of losses; Protection Ecology 4, 239-246.

- Greene, G.L., 1972; Economic damage threshold and spray interval for cabbage looper control on cabbage; *J. Econ. Entomol.* 65, 205-208.
- Hoy, C.W., Jennison, G., Shelton, A.M. and Andaloro, J.T., 1983; Variable-intensity sampling: a new technique for decision making in cabbage pest management; *J. Econ. Entomol.* 76, 139-143.
- Jackson, T.A., 1983; Rationalisation of spray programmes for control of insect pests in Brussels sprouts; *Proc. 35th Weed and Pest Control Conf.*, New Zealand, 308-311.
- Sears, M.K., Jaques, R.P. and Laing, J.E., 1983; Utilization of action thresholds for microbial and chemical control of lepidopterous pests (Lepidoptera: Noctuidae, Pieridae) on cabbage; *J. Econ. Entomol.* 76, 368-374.
- Shelton, A.M. and Andaloro, J.T., 1982; Effect of lepidopterous larval populations on processed cabbage grades; *J. Econ. Entomol.* 75, 141-143.
- Shelton, A.M., Andaloro, J.T. and Barnard, J., 1982; Effects of cabbage looper, imported cabbageworm and diamondback moth on fresh market and processing cabbage; *J. Econ. Entomol.* 75, 742-745.
- Stern, V.M., 1973; Economic thresholds; *Ann. Rev. Entomol.* 18, 259-280.
- Sylvén, E., 1968; Threshold values in the economics of insect pest control in agriculture; *Nat. Swed. Inst. Pl. Prot. Contr.* 14, 69-79.
- Theunissen, J., 1983; Development of sampling methods of pests in cabbage crops; Progress Report 1979/1981 CEC Programme on Integrated and Biological Control, EUR 8273, 184-201.
- Theunissen, J., 1984; Development and application of sampling methods of pests in Brassica crops; Final Report CEC Programme on Integrated and Biological Control (in press).
- Theunissen, J. en Den Ouden, H., 1983 a; Praktijkbemonstering van plagen in vollegrondsgroenten 1. Uitgangspunten; *Gewasbescherming* 14, 35-40 (in Dutch).
- Theunissen, J. en Den Ouden, H., 1983 b; Praktijkbemonstering van plagen in vollegrondsgroenten 2. Het gebruik van de keuringskarakteristiek; *Gewasbescherming* 14, 71-75 (in Dutch).
- Theunissen, J. en Den Ouden, H., 1983 c; Praktijkbemonstering van plagen in vollegrondsgroenten 3. Geleide bestrijding in rode kool; *Gewasbescherming* 14, 119-124 (in Dutch).
- Theunissen, J. and Den Ouden, H., 1983 d; Comparison of sampling methods for insect pests in Brussels sprouts; *Med. Fac. Landbouww. Rijksuniv. Gent* 48, 281-286.
- Theunissen, J. and Den Ouden, H., 1983 e; Development of a supervised control system in cabbage crops; *Proc. 10th Intern. Congr. of Plant Prot.*, Brighton, 1214.
- Wit, A.K.H., 1982; The relation between artificial defoliation and yield in Brussels sprouts as a method to assess the quantitative damage induced by leaf-eating insects; *Z. angew. Entomol.* 94, 425-431.
- Workman, R.B., Chalfant, R.B. and Schuster, D.J., 1980; Management of cabbage worms with two damage thresholds and five insecticide sprays; *J. Econ. Entomol.* 73, 757-780.
- Zavaleta, L.R. and Dixon, B.L., 1982; Economic benefits of Kalman filtering for insect pest management; *J. Econ. Entomol.* 75, 982-988.

Martin Hommes

Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft,
Institut für Pflanzenschutz im Gemüsebau, Hürth-Fischenich

Integrierte Bekämpfung von Raupen und Blattläusen im Kohlanbau

1. Einleitung

Am Institut für Pflanzenschutz im Gemüsebau der Biologischen Bundesanstalt wurden bereits umfangreiche Untersuchungen zur integrierten Bekämpfung von Kohlschädlingen durchgeführt (HOMMES 1983, MAACK 1977).

Ziel dieses Beitrages ist es, einige neuere Versuchsergebnisse zur integrierten Bekämpfung von schädlichen Raupen und Blattläusen im Kohlanbau darzustellen. Dabei standen Untersuchungen zum Gebrauch von Bekämpfungsschwellen im Mittelpunkt.

Ferner wird über Versuche mit verminderten Insektiziddosierungen und über die Wirksamkeit von drei Chitinsynthesehemmern berichtet.

2. Material und Methoden

2.1. Prüfung verminderteter Insektizidaufwandmengen bei Weißkohl (Versuch A):

Ziel des Versuches war es, die in den Jahren zuvor durchgeführten Untersuchungen zur Wirksamkeit reduzierter Aufwandmengen gegenüber beißenden und saugenden Schädlingen weiterzuführen (HOMMES 1983).

Dazu wurde Weißkohl 'Marner August' am 26.5.1982 auf einer 1000 m² großen Parzelle des Versuchsfeldes des Instituts gepflanzt (Pflanzabstand: 50 cm x 50 cm).

Getestet wurden nachfolgende Insektizide:

Celathion Combi (285 g/l Chlorthiophos + 300 g/l Dimethoat), Decis (2,5 % Deltamethrin), E 605 Combi (200 g/l Oxydemeton-methyl + 175 g/l Parathion),

Tamaron (600 g/l Methamidophos) und Thiodan 35 flüssig (357 g/l Endosulfan).

Die Applikation der Präparate erfolgte mit einer Parzellenspritze mit der für den Gemüsebau üblichen Wasseraufwandmenge von 600 l/ha routinemäßig in vierzehntägigem Abstand. Insgesamt wurden alle Mittel viermal angewendet.

Die Parzellen hatten eine Größe von 2,5 m x 8 m und waren randomisiert angeordnet. Die Versuchsauswertung erfolgte am 17.8.1982. Pro Parzelle und Wiederholung (5) wurden 20 Pflanzen ausgewertet. Dabei wurde unterschieden in vermarktungsfähige und nicht zu vermarktende Kohlköpfe. Bei den letzteren wurde zusätzlich nach der Ursache Fraßschaden oder Blattlausbesatz differenziert.

Die Daten wurden varianzanalytisch verrechnet. Die Absicherung der Mittelwertsdifferenzen erfolgte nach dem DUNCAN-Test. Zur besseren Veranschaulichung der Ergebnisse sind die ermittelten Werte in Prozent angegeben.

2.2. Prüfung von Chitinsynthesehemmern, verminderten Aufwandmengen und Bekämpfungsschwellen bei zwei Weißkohlsorten (Versuch B).

In diesem Versuch wurden vergleichend an zwei Weißkohlsorten 'Marner August' und 'Wiam' die Wirksamkeit dreier verschiedener Chitinsynthesehemmer Alsystin 25 WP (25 % Triflumuron), CME 13406/SC 15 und Dimilin 25 WP (25 % Diflubenzuron), die Anwendung von Bekämpfungsschwellen (Tab. 1), sowie eine Versuchsvariante mit verminderten Aufwandmengen erprobt. Die Pflanzung der beiden Sorten erfolgte am 31.5.1983. Mit Ausnahme bei der Versuchsvariante - Insektizidanwendung nach Überschreiten von Bekämpfungsschwellen - wurden in allen anderen Varianten die Mittel nach Auftreten des ersten Befalls routinemäßig in vierzehntägigem Abstand eingesetzt.

Anordnung und Größe der Parzellenerfolgte wie bei Versuch A, jedoch wurde die erste Hälfte einer jeden Par-

zelle mit der Sorte 'Märner August' und die zweite Hälfte mit der Sorte 'Wiam' bepflanzt. Art und Weise der Auswertung erfolgte ebenfalls wie bei Versuch A, wobei von jeder Sorte pro Parzelle und Wiederholung 10 Pflanzen ausgewertet wurden.

2.3. Prüfung verschiedener Verfahren zur gezielten Insektizidanwendung bei Rotkohl und Wirsing

Ziel dieses Versuches war es, verschiedene Verfahren einer gezielten Bekämpfung (Insektizidanwendung nach Bekämpfungsschwellen, nach Fallenfängen und Flugbeobachtungen sowie nach Befallskontrollen in einer unbehandelten Beobachtungsparzelle) zu erproben. Der Insektizideinsatz richtete sich in den einzelnen Varianten nach

Variante 1:

- der Höhe des Schädlingsbesatzes, differenziert nach Schädlingsgruppen sowie den Entwicklungsstadien der Raupen bzw. der Koloniengröße. Dabei wurde die unterschiedliche Anfälligkeit der einzelnen Kohlarten durch entsprechende Korrekturfaktoren berücksichtigt (Tab. 1). Bei den in der Tabelle 1 aufgeführten Schwellenwerten handelt es sich um die neueste Version der im Institut erarbeiteten und laufend weiterentwickelten vorläufigen Bekämpfungsschwellen (HOMMES 1983).

Variante 2:

- der Anzahl befallener Pflanzen, unabhängig von der Höhe des Schädlingsbesatzes der einzelnen Pflanzen (Tab. 2). Erfahrungen mit dieser Methode liegen aus den Niederlanden (THEUNISSEN und DEN OUDEN 1983 a, b, c) sowie aus den Vereinigten Staaten (SHELTON et al. 1983) vor.

Variante 3:

- den Fängen in Licht- und Pheromonfallen sowie der Beobachtung des Fluges der Tagfalter (Tab. 3). Die Fallen standen auf dem Versuchsgelände des Instituts. Phe-

romonfallen und Quellen für Mamestra brassicae stammen von H. ARN (Wädenswil, CH), Pheromonquellen für Plutella xylostella von S. VOERMAN (Wageningen, NL) (Tab. 3).

Variante 4:

- dem Befallsverlauf in einer unbehandelten Beobachtungsparzelle (wöchentliche Kontrolle von 25 Rosenkohlpflanzen, Sorte 'Hilds Ideal') (Tab. 4).

Bei den Versuchsvarianten 1 und 2 wurden wöchentlich 4 Pflanzen pro Parzelle, Sorte und Wiederholung (5) kontrolliert und anschließend die jeweiligen Befallswerte ermittelt. Bei Variante 1 wurde der in den einzelnen Schädlingsgruppen ermittelte Besatz in relative Befallswerte umgewandelt und addiert. Dabei wurde einem Schädlingsbesatz in Höhe eines in Tab. 1 aufgeführten Schwellenwertes ein relativer Befallswert von 1 zugeordnet. Überschritt die Summe aller relativen Befallswerte den Wert 1, so wurde eine entsprechende Insektizidbehandlung vorgenommen.

Die Spritzungen erfolgten in vierzehntägigem Abstand, je nachdem ob die entsprechenden Befallswerte überschritten waren oder eines der in den Tabelle 3 und 4 aufgeführten Kriterien erfüllt war. Zur Bekämpfung der schädlichen Raupen wurde Decis (25 g/l Deltamethrin) und gegen die Mehligke Kohlblattlaus (Brevicoryne brassicae) Pirimor Granulat zum Auflösen in Wasser (50 % Pirimicarb) eingesetzt.

Um Informationen über den Einfluß einer unterschiedlichen Anfälligkeit verschiedener Kohlarten zu erhalten, wurde der Versuch vergleichend an einer anfälligen Wirsingsorte 'Ice Queen' und einer wenig anfälligen Rotkohlsorte 'Marner Lagerrot' durchgeführt. Hierzu wurden die beiden Sorten auf einer 1000 m² großen Versuchsfläche des Instituts abwechselnd nebeneinander in 2,5 m breiten und 40 m langen Beeten angebaut (Pflanzung: 15.6.1983, Pflanzabstand 50 cm x 50 cm). Die einzelnen Parzellen

Tab. 1: Bekämpfungsschwellen 1983 (Versuchsvariante 1)

A) Beißende Insekten (Raupen/100 Pfl.)

Stadium/Größe	Schädlinge, die Eier als Eiablage ablegen (z.B. Kohleule, Kohl- zünsler)	Schädlinge, die Eier einzeln ablegen (z.B. Kleiner Kohl- weißling)	Kohlmotte
Larven L ₁₋₂ (≤ 2 cm)	200	100	} 50
Larven L ₃₋₆ (> 2 cm)	50	25	

Korrekturfaktoren: 0,5 Blumenkohl, Brokkoli, Chinakohl, Wirsing
1,5 Kohlrabi, Rosenkohl, Rotkohl

B) Saugende Insekten (Mehlige Kohlblattlaus)

50 Pflanzen von 100 mit kleinen Kolonien	(< 200 Blattläuse/Pflanze)
10 Pflanzen von 100 mit großen Kolonien	(≥ 200 Blattläuse/Pflanze)

Korrekturfaktoren: 0,5 Blumenkohl, Brokkoli, Chinakohl, Wirsing

Tab. 2: Bekämpfungsschwellen (Versuchsvariante 2)

A) Beißende Insekten (Raupen)

1. Wirsing 10 % der Pflanzen befallen
2. Rotkohl 30 % der Pflanzen befallen

B) Saugende Insekten (Mehlige Kohlblattlaus)

1. Wirsing 5 (10) % befallene Pflanzen
2. Rotkohl 15 (20) % befallene Pflanzen

Werte in () gelten für Blattlausbekämpfung in Versuchsglied 5 (Tab. 7).

Tab. 3: Kriterien für eine gezielte Bekämpfung der beißenden Schädlinge nach Fallenfängen und Flugbeobachtung (Versuchsvariante 3)

- A) Kohleule: 2 Wochen nach Flugmaximum in Licht- oder Pheromonfallen
- B) Kohlmotte: 1 Woche nach Flugmaximum in Licht- oder Pheromonfallen
- C) Kohlweißlinge: 2 Wochen nach starkem Falterflug

Tab. 4: Kriterien für eine gezielte Bekämpfung nach Befallsentwicklung in einer unbehandelten Beobachtungsparzelle (Versuchsvariante 4)

A) Beißende Insekten (Raupen)

1. Kohleule und Kohlweißlinge: nach Hauptschlupf der Eilarven
2. Kohlmotte: nach Massenaufreten von Junglarven ($L_{2/3}$)

B) Saugende Insekten (Mehlige Kohlblattlaus)

jeweils nach starkem Anstieg der Populationsdichte

hatten eine Größe von 2,5 m x 5 m und waren randomisiert angeordnet. Die Auswertung der Parzellen erfolgte wie bei Versuch A.

3. Ergebnisse

3.1. Ergebnisse Versuch A:

In einem früheren Feldversuch hatte sich gezeigt, daß bei dem Präparat Decis die Aufwandmenge ohne Wirkungsminderung um die Hälfte reduziert werden konnte (HOMMES 1983). Erst bei einem Viertel der zugelassenen Aufwandmenge deutete sich ein Nachlassen der Wirkung an, was sich jedoch statistisch nicht absichern ließ. Aus diesem Grunde wurden diese beiden Aufwandmengen erneut getestet. Als weitere Versuchsvariante wurde die Kombination von Decis (1/4 Aufwandmenge) und E 605 Combi (1/2 Aufwandmenge), einem auch bei verringerter Dosis gut wirkenden Präparat gegen die Mehligke Kohlblattlaus, geprüft.

Wie die in der Tab. 5 dargestellten Ergebnisse zeigen, konnten die schädlichen Raupen mit der Hälfte der zugelassenen Aufwandmenge von Decis wiederum sehr gut bekämpft werden. Eine nachlassende Wirksamkeit bei einem Viertel der Dosis deutet sich auch in diesem Versuch wieder an. Bemerkenswert ist die in früheren Versuchen nicht beobachtete Wirkung von Decis gegen Brevicoryne brassicae, die hier bei der auf 100 ml/ha reduzierten Aufwandmenge deutlich sichtbar ist aber bei der nächst niedrigeren Dosierung (50 ml/ha) jedoch völlig verschwindet. Die kombinierte Anwendung von Decis und E 605 Combi in verminderten Aufwandmengen erwies sich als sehr wirksam. Bei der Bekämpfung der Raupen deutet sich sogar ein leicht additiver Effekt der beiden Mittel an. Wie aus einem früheren Versuch hervorging, konnte auch bei dem Präparat Tamaron die Aufwandmenge bei gleichbleibender Wirkung um die Hälfte reduziert werden. In der jetzt geprüften Dosis (1/4 Aufwandmenge) wird jedoch sofort ein starkes Nachlassen der Wirkung gegen die beißenden Schäd-

Tab. 5: Ergebnisse eines Feldversuches zur Wirkung verminderter Insektizidaufwand-
mengen (Versuch A)

Versuchsglieder	Aufwandmenge	Anteil (%) nicht vermarktungsfähiger Kohlköpfe infolge Fraßschaden	Anteil (%) nicht vermarktungsfähiger Kohlköpfe infolge Blattlausbesatz
Kontrolle		78 a	16 a b
Decis	100 ml/ha ⁺⁺	3	e c d e
Decis	50 ml/ha ⁺⁺⁺	8	e 18 a
Decis	50 ml/ha ⁺⁺⁺	3	e 4 d e
+ E 605 Combi	+ 300 ml/ha ⁺⁺		
Tamaron	600 ml/ha ⁺	12	d e 14 a b c
Tamaron	150 ml/ha ⁺⁺⁺	29	c 19 a
Thiodan 35 fl.	600 ml/ha ⁺	11	e 0 e
Thiodan 35 fl.	300 ml/ha ⁺⁺	24	c 4 d e
Celathion Combi	300 ml/ha ⁺	22	c d 7 b c d e
Celathion Combi	150 ml/ha ⁺⁺	41	b 11 a b c d
F-Wert		30,5***	4,2***
+ zugelassene Aufwandmenge			
++ 1/2 der zugelassenen Aufwandmenge			
+++ 1/4 der zugelassenen Aufwandmenge			

Mittelwerte mit gleichen Buchstaben unterschieden sich nicht signifikant voneinander

linge erkennbar. Die in dem früheren Versuch bereits beobachtete unzureichende Blattlauswirkung des Präparates wird in diesem Versuch erneut bestätigt. Bei den zwei neu in die Untersuchungen aufgenommenen Mitteln Thiodan 35 flüssig und Celathion Combi zeigt sich ebenfalls ein starkes Nachlassen der Wirkung mit einer Verringerung der Aufwandmenge um 50 Prozent. Besonders stark ausgeprägt ist dies gegenüber den schädlichen Raupen.

Ein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Weißkohlsorten wurde bei keiner Versuchsvariante beobachtet.

3.2. Ergebnisse Versuch B:

Wie aus den in Tab. 6 dargestellten Ergebnissen hervorgeht, sind zwischen der routinemäßigen Anwendung von Decis und Pirimor in den zugelassenen Aufwandmengen sowie der ebenfalls routinemäßigen Applikation der beiden Präparate in verminderten Aufwandmengen und der Anwendung der beiden Mittel nach dem Überschreiten von Bekämpfungsschwellen keine signifikanten Unterschiede erkennbar. Der größte Mitteleinspareffekt wurde jedoch nicht durch die gezielte Spritzung der Präparate nach Überschreiten von Bekämpfungsschwellen sondern durch ihre regelmäßige Anwendung in verringerten Aufwandmengen erreicht. So wurde durch die gezielte Insektizidausbringung eine Behandlung und damit 33 % Mittel eingespart, während in der Versuchsvariante reduzierte Aufwandmengen die eingesparte Mittelmenge bei Decis 75% und bei Pirimor 50 % betrug. Die Wirkung von Orthen, einem gegen beißende und saugende Insekten zugelassenen Präparat war nicht zufriedenstellend. So war bei der Bekämpfung der Mehligen Kohlblattlaus überhaupt kein Effekt erkennbar.

Bei der Prüfung der drei Insektenwachstumsregler aus der Gruppe der Benzoylharnstoffe traten bei der Bekämpfung der schädlichen Raupen gesicherte Unterschiede auf. Die beste Wirkung zeigte das Präparat CME 13406. Keinen Ef-

Tab. 6: Ergebnisse eines Feldversuchs zur integrierten Bekämpfung von beißenden und saugenden Schädlingen bei Weißkohl

Versuchsglieder	Aufwandmenge	Zahl der Applikationen	Anteil (%) nicht vermarktungsfähiger Kohlköpfe infolge Fraßschaden Blattlausbesatz	15 a
Kontrolle			85 a	15 a
Decis + Pirimor 14-tägig	200 ml/ha + 300 g/ha	3	2	0 b
Decis + Pirimor 14-tägig	50 ml/ha + 100 g/ha	3	10	1 b
Decis + Pirimor Applikation nach Bekämpfungsschwellen	200 ml/ha + 300 g/ha	2	10	4 b
Orthene 14-tägig	600 g/ha	3	30	15 a
Dimilin 25 WP 14-tägig	300 g/ha	3	90 a	20 a
Alsystin 25 WP 14-tägig	500 g/ha	3	56 b	18 a
CME 13406 14-tägig	400 ml/ha	3	14	19 a
F-Wert			9,7***	8,7***

Mittelwerte mit gleichen Buchstaben unterscheiden sich nicht signifikant voneinander

fekt auf eine Verminderung der Verluste durch Fraßschaden hatte der Einsatz von Dimilin 25 WP. Bei Alsystin 25 WP war eine deutliche Wirkung erkennbar, die jedoch für eine zufriedenstellende Bekämpfung der schädlichen Raupen nicht ausreichen dürfte. Eine Verminderung der Ausfälle durch die Mehligle Kohlblattlaus wurde von keinem der drei Mittel erreicht.

3.3. Ergebnisse Versuch C:

In den Abb. 1 und 2 sind die wöchentlich bei den Versuchsvarianten 1 und 2 ermittelten Befallswerte, getrennt nach Raupen und Blattläusen, für Rotkohl und Wirsing dargestellt. Wie aus der Abb. 1 zu ersehen ist, überschritt der relative Schädlingsbesatz (Variante 1) bei Rotkohl nur einmal und bei Wirsing dreimal die Bekämpfungsschwelle. Im Vergleich dazu lag der Prozentsatz befallener Pflanzen (Variante 2) bei Rotkohl zweimal und bei Wirsing dreimal über der kritischen Marke. Bei Wirsing war die Zahl der Spritzungen gegen Raupen in beiden Versuchsvarianten gleich, einen kleinen Unterschied gab es jedoch bei den Behandlungsterminen.

Der Befall durch die Mehligle Kohlblattlaus war bereits zu Beginn der Kontrollen bei beiden Kohlarten so stark, daß sofort gespritzt werden mußte (Abb. 2). Bei Rotkohl waren bei Versuchsvariante 1 drei und bei Variante 2 vier Insektizidapplikationen erforderlich. Bei Wirsing mußte mit Ausnahme des letzten Behandlungstermins bei Variante 2 regelmäßig bekämpft werden, da sich der Befall innerhalb von 14 Tagen wieder erholt oder erst gar nicht unter die Bekämpfungsschwelle sank.

Die geringsten Einsparungen erbrachte die gezielte Bekämpfung der schädlichen Raupen nach Fallenfängen und Flugbeobachtung der Adulten (Variante 3, Abb. 3, Tab.7). Zur Bekämpfung der Kohlmotte mußten zwei Behandlungen (8.7. und 3.8.1983), gegen die Kohleule eine (17.8.1983) und eine weitere aufgrund eines starken Falterfluges des

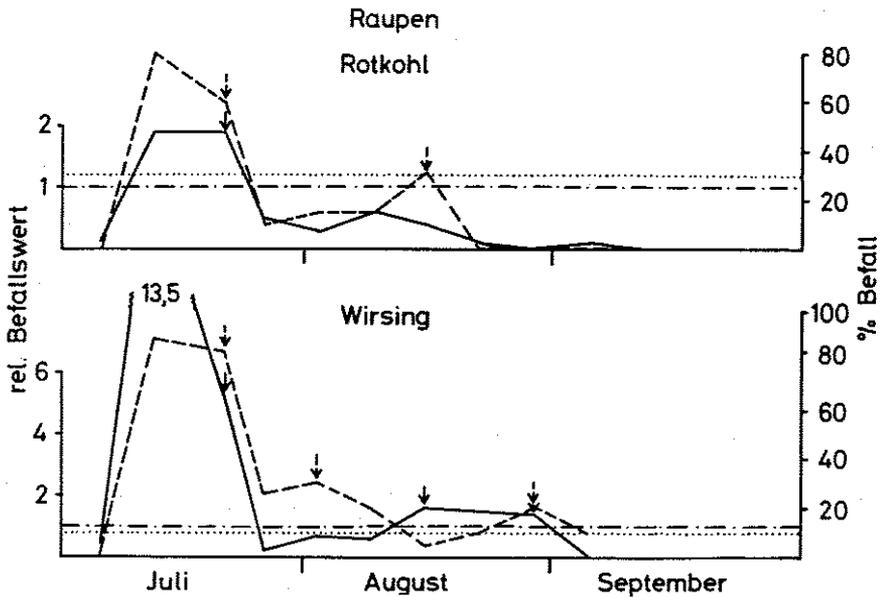


Abb. 1 Wöchentliche Befallswerte in Versuchsvariante 1 (— relativer Befallswert, .— Bekämpfungsschwelle) und 2 (--- % Befall, ... Bekämpfungsschwelle); ↓ Decis-Anwendung (200 g/ha)

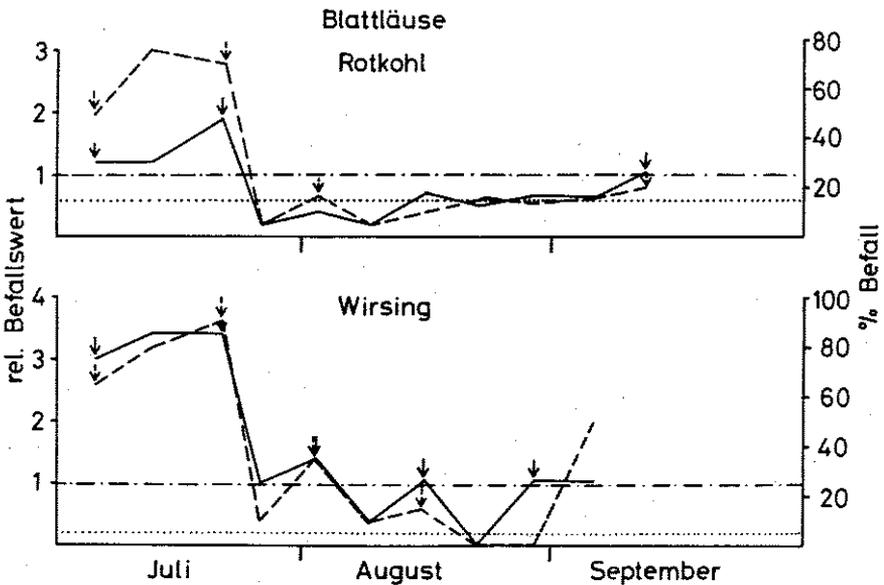


Abb.2 Wöchentliche Befallswerte in Versuchsvariante 1 (— relativer Befallswert, .— Bekämpfungsschwelle) und 2 (--- % Befall, ... Bekämpfungsschwelle); ↓ Pirimor-Anwendung (300 g/ha)

Kleinen Kohlweißlings in der zweiten Augushälfte durchgeführt werden.

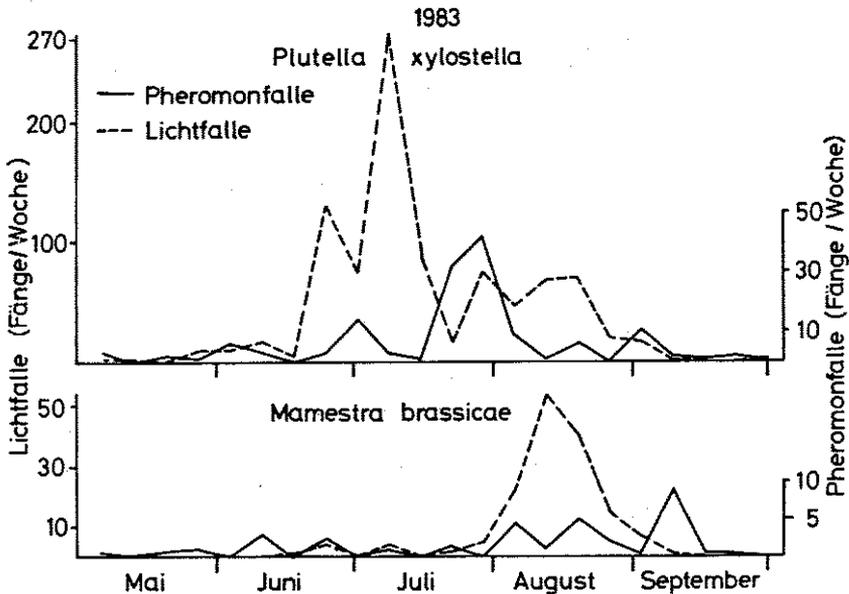


Abb.3 Licht- und Pheromonfallenfänge von Kohleule und Kohlmotte am Standort Fischenich im Jahre 1983

In den Abb. 4 und 5 sind die Befallsentwicklungen der drei wichtigsten beißenden Schädlinge (Kohleule, Kohlmotte und Kleiner Kohlweißling) sowie der Mehligen Kohlblattlaus (Besatz an parasitierten - Mumien - und nicht parasitierten Blattläusen) in der unbehandelten Beobachtungsparzelle dargestellt (Variante 4). Aufgrund der dort registrierten Befallsentwicklung wurde dreimal eine Bekämpfung der Raupen (8.7., 17.8. und 31.8.1983) sowie viermal eine Blattlausbekämpfung (8.7., 17.8., 31.8. und 14.9.1983) für notwendig befunden. Im Vergleich zu einer routinemäßigen Insektizidanwendung wurden zwei (Wirsing) bzw. drei (Rotkohl) Applikationen bei der Raupenbekämpfung und jeweils zwei (Wirsing und Rotkohl) bei der Bekämpfung der Mehligen Kohlblattlaus eingespart.

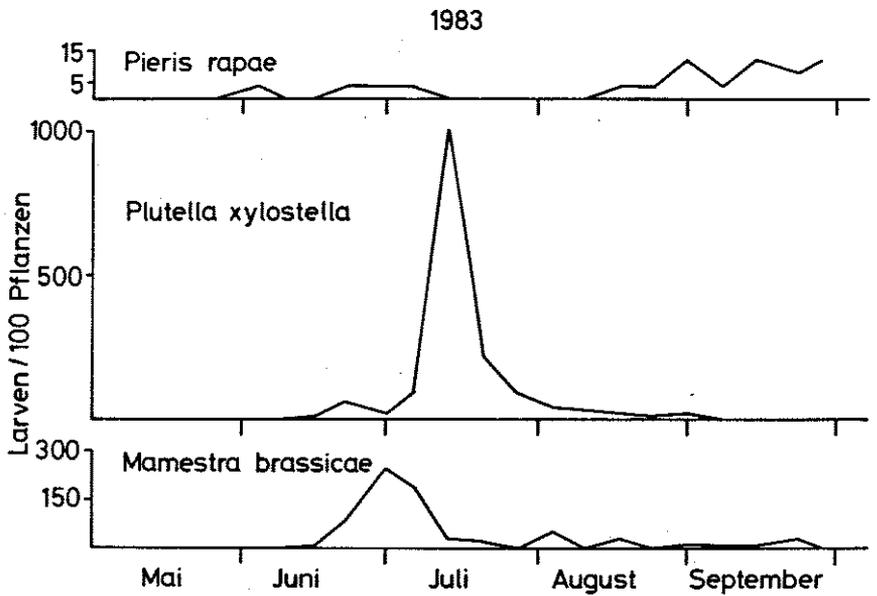


Abb. 4 Raupenbesatz der 3 wichtigsten beißenden Schädlinge in einer unbehandelten Beobachtungsparzelle am Standort Fischenich im Jahre 1983

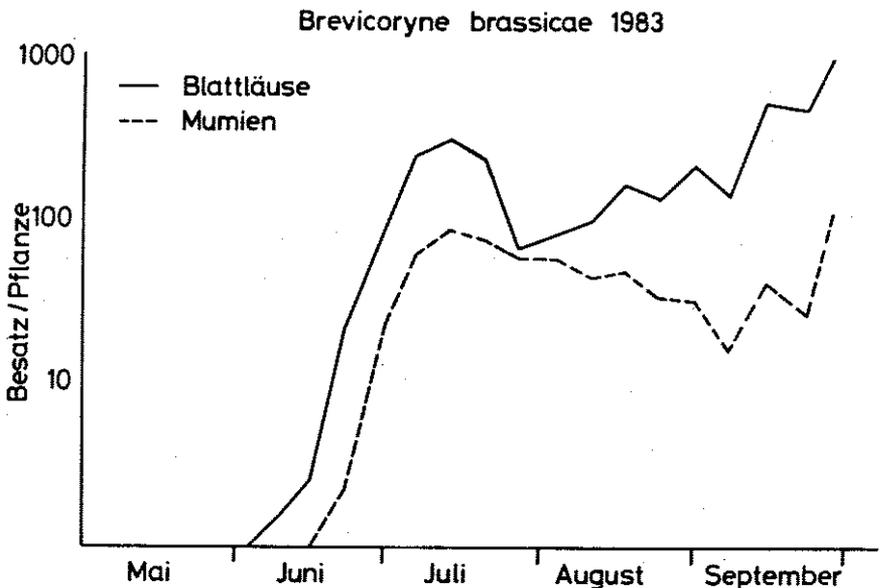


Abb.5 Blattlaus- und Mumienbesatz in einer unbehandelten Beobachtungsparzelle am Standort Fischenich im Jahre 1983

Die Ergebnisse des Versuches C sind in der Tab. 7 aufgeführt und lassen sich wie folgt zusammenfassen:

1. Die geprüfte Wirsingsorte erwies sich als wesentlich anfälliger als die mitgetestete Rotkohlsorte. Die Verluste durch Fraßschaden und Blattlausbesatz lagen bei der Wirsingsorte um mehr als das Doppelte über denen der Rotkohlsorte.
2. Alle vier erprobten Verfahren einer gezielten Schädlingsbekämpfung erzielten, mit Ausnahme der Blattlausbekämpfung bei Wirsing nach der Befallsentwicklung in einer unbehandelten Rosenkohlparzelle, den gleichen Anteil vermarktungsfähiger Ware wie eine routinemäßige Insektizidanwendung.
3. Die meisten Insektizidanwendungen ließen sich bei Rotkohl bei der Bekämpfung von Raupen durch eine Spritzung nach Schädlingsbesatz (Variante 1) einsparen.
4. Bei einem hohen Befallsdruck mit Mehligem Kohlblattlaus und Vorhandensein einer anfälligen Sorte erwies sich eine gezielte Bekämpfung als nicht sinnvoll, da schon bei einer eingesparten Insektizidanwendung der Anteil nicht vermarktungsfähiger Ware stark zunahm.

Tab. 7 Ergebnisse eines Feldversuchs zur gezielten Schädlingsbekämpfung bei Wirsing und Rotkohl 1983

Versuchsglied	Anteil (%) nicht vermarktungsfähiger Kohlköpfe infolge			
	Wirsing	Rotkohl	Wirsing	Rotkohl
1 Kontrolle	49 a (-/-) ⁺	23 a (-/-)	88 a (-/-)	34 a (-/-)
2 Decis + Pirimor -Routinespritzung 14tägig-	0 b (5/5)	0 b (6/6)	29 c (5/5)	1 b (6/6)
3 Decis + Pirimor - Spritzung nach Tab.1 (Schädlingsbesatz) -	1 b (3/5)	1 b (1/3)	25 c (5/5)	4 b (3/3)
4 Decis + Pirimor -Spritzung nach Tab. 2 (% befallene Pflanzen)-	5 b (3/4)	2 b (2/5)	34 c (4/4)	12 b (4/5)
5 Decis + Pirimor - Spritzung nach Tab. 3 und 2 (Fallenfängen und Flugbeobachtung)	3 b (4/5)	1 b (4/4)	25 c (5/5)	6 b (3/4)
6 Decis + Pirimor - Spritzung nach Tab.4 (Beobachtungsparzelle)	5 b (3/3)	5 b (3/4)	55 b (3/3)	12 b (4/4)
F-Wert	16,22**	6,02**	29,80**	10,18**

⁺ (n₁/n₂) n₁ Zahl der Decis- bzw. Pirimor-Anwendungen, n₂ Spritzungen insgesamt
Aufwandmengen: Decis 200 ml/ha, Pirimor 300 g/ha
Werte mit gleichen Buchstaben unterscheiden sich nicht signifikant voneinander (= 5 %)

4. Diskussion

Durch eine gezielte Insektizidanwendung kann, wie aus den dargestellten Versuchen hervorgeht, die Zahl der Behandlungen und damit die ausgebrachte Insektizidmenge im Vergleich zu Routinespritzungen erheblich vermindert werden. Ähnliche Ergebnisse liegen aus den Niederlanden (THEUNISSEN und DEN OUDEN 1984), den Vereinigten Staaten (SHELTON et al. 1982, 1983, SHELTON and ANDALORO 1983, WORKMAN et al. 1980) sowie aus der Bundesrepublik Deutschland (HOMMES 1983) vor.

Mit allen getesteten Verfahren wurde bei der Bekämpfung der schädlichen Raupen bei mittlerem Befallsdruck der gleiche Anteil vermarktungsfähiger Ware erzielt, wie durch eine Spritzung in vierzehntägigem Abstand. Die Zahl der gegen Raupen erforderlichen Insektizidanwendungen, für Wirsing und Rotkohl zusammengenommen, war jedoch bei den einzelnen Verfahren sehr unterschiedlich: Routinespritzung 11, Spritzung nach Fallenfängen und Flugbeobachtung 8, nach Beobachtungsparzellen 6, nach Prozent befallene Pflanzen 5 und nach der Höhe des Schädlingsbesatzes 4.

Legt man den Zeitaufwand zugrunde, den die einzelnen Methoden beanspruchen, so steigt er mit deren Effektivität an. Eine Spritzung nach Fallenfängen und Flugbeobachtung benötigt zwar den geringsten Zeitaufwand, erfordert auf der anderen Seite jedoch ein hohes Maß an Sachkenntnis. Insbesondere der Gebrauch von Pheromonfallen ist zur Zeit noch mit vielen offenen Fragen verbunden (Fallentyp, Pheromonkonzentration, Nebenfänge etc.). Ein weiterer Nachteil dieses Verfahrens ist, daß es sich bei den Schädlingen im Kohlanbau um einen Artenkomplex handelt, der eine Reihe von verschiedenen Fallen erforderlich macht. Günstiger zu beurteilen ist die laufende Beobachtung von ungespritzten Kontrollparzellen. Hierdurch wurden weitere Spritzungen eingespart, zusätzlich erhält man Informationen über Art und Entwicklungsstadien der Schädlinge sowie über das Vorkommen von Nützlingen.

Am effektivsten, was das Einsparen von Pflanzenschutzmit-

teilen betraf, war jedoch die Ermittlung des Schädlingsbesatzes oder die Feststellung des prozentualen Befalls. Beide Verfahren haben den Vorteil, daß die Erhebungen in den zu behandelnden Parzellen durchgeführt werden und sich die Entscheidung über eine vorzunehmende Behandlung ausschließlich am vorhandenen Befall orientiert.

Außerdem erhält man eine genaue Kontrolle über die Wirksamkeit vorangegangener Spritzungen. Um den Hauptnachteil dieser Verfahren, den hohen Zeitbedarf für die Bonituren, zu minimieren, wurden in den Niederlanden (THEUNISSEN und DEN OUDEN 1983 a, b und d), den Vereinigten Staaten (HOY et al. 1983, SHEPARD 1973) sowie der DDR (SCHWÄHN et al. 1980) umfangreiche Untersuchungen durchgeführt und genaue Richtlinien für eine schnelle und repräsentative Kontrolle der Flächen erarbeitet. Das Verfahren, nur den prozentualen Raupenbefall zu ermitteln, hat den Vorteil, daß es sehr leicht von den Praktikern übernommen werden kann. Ein Nachteil des Verfahrens besteht darin, daß das unterschiedliche Schadenspotential der einzelnen Arten nicht berücksichtigt wird und der in dieser Weise ermittelte Befall die mögliche Gefährdung unter- bzw. überschätzt. Erfahrungen mit dieser Methode liegen aus den Niederlanden (THEUNISSEN und DEN OUDEN 1983 c, 1984) und den Vereinigten Staaten (SHELTON et al. 1983) vor.

Die genaue Ermittlung des Schädlingsbesatzes, differenziert nach Arten und Entwicklungsstadien, hat neben dem höheren Zeitbedarf für die Kontrollen den Nachteil, daß sie nur von geschultem Personal, wie z.B. in den Vereinigten Staaten von eigens hierfür ausgebildeten "Scouts", vorgenommen werden kann (SHELTON et al. 1983). Vorteile des Verfahrens sind: genauere Informationen über den vorhandenen Befall sowie die Möglichkeit des gezielten Einsatzes von spezifischen Mitteln und abgestimmten Dosierungen entsprechend dem vorhandenen Artenspektrum und den Entwicklungsstadien.

Nach den im Jahre 1983 erzielten Ergebnissen ist eine gezielte Bekämpfung der Mehligten Kohlblattlaus bei starkem

Befallsdruck und Vorhandensein einer anfälligen Sorte oder Kohlart nicht sinnvoll, da keine Spritzungen eingespart werden können. Zudem zeigte sich, daß schon bei einer eingesparten Spritzung der Anteil an nichtvermarktungsfähiger Ware rapide zunahm. Demgegenüber lassen sich beim Vorhandensein einer relativ wenig anfälligen Sorte Behandlungen einsparen. Von den erprobten Verfahren waren die beiden Bekämpfungsschwellenvarianten (Behandlung nach Schädlingsbesatz bzw. nach % Befall) am besten. Nicht zufriedenstellend war die Bekämpfung nach dem Populationsverlauf in den unbehandelten Kontrollparzellen. Weitere Versuche werden zeigen müssen, inwieweit dieses Verfahren verbessert werden kann.

Eine recht interessante und einfache Alternative zur gezielten Bekämpfung stellt eine routinemäßige Spritzung mit verringerten Dosen der zugelassenen Aufwandmenge dar. Wie aus den Daten des Versuches B hervorgeht, war die ausgebrachte Insektizidmenge bei der Variante "reduzierte Aufwandmengen" niedriger als bei einer Behandlung nach Bekämpfungsschwellen. Dem Nachteil, daß die biologische Wirksamkeit der Präparate durch den Hersteller oder Vertreter der Mittel nicht mehr abgesichert ist, stehen als Vorteile eine Senkung der Mittelkosten, eine geringere Umweltbelastung sowie eine mögliche Nützlingsschonung, die einen schnellen Neuaufbau einer Schädlingspopulation verhindern kann, gegenüber (HELLPAP und SCHMUTTERER 1982).

In den Versuchen mit verminderten Aufwandmengen zeigte sich auch, daß eine Reduzierung der Mittelmenge am ehesten bei den spezifisch wirkenden Präparaten möglich ist. Bei einer Verringerung der Aufwandmenge bei gegen beißende und saugende Insekten zugelassenen Mitteln wurde meist sehr schnell ein Nachlassen der Wirkung gegenüber einer der beiden Zielgruppen festgestellt.

Ein Schritt in die richtige Richtung hin zu nützlingsschonenden und spezifisch wirkenden Präparaten könnte auch der Einsatz von Entwicklungshemmern sein. Von drei die Chi-

tinsynthese hemmenden Mitteln zeigte insbesondere das Präparat CME 1406 eine sehr gute Wirkung gegen schädliche Raupen (BECHER et al. 1983). Die beobachtete völlig unzureichende Wirkung von Dimilin gegen schädliche Raupen in Kohlkulturen könnte mit dessen stark verzögert eintretender Wirkung zusammenhängen (THEUNISSEN und DEN OUDEN 1978).

5. Zusammenfassung

Verschiedene Methoden einer gezielten Bekämpfung (Spritzung nach Bekämpfungsschwellen, nach Fallenfängen und Flugbeobachtung sowie nach dem Befallsverlauf in unbehandelten Kontrollparzellen) wurden an Rotkohl, Wirsing und Weißkohl geprüft. Bei der Bekämpfung der schädlichen Raupen hatten alle in diesen Versuchen erprobten Verfahren den gleichen Erfolg wie eine routinemäßige Insektizidanwendung.

Bei der Mehligen Kohlblattlaus erwies sich die gezielte Bekämpfung bei starkem Befallsdruck und Vorhandensein einer anfälligen Sorte als nicht sinnvoll. Durch eine Verringerung der Standardaufwandmengen ließen sich mehr Mittel einsparen als durch eine gezielte Insektizidanwendung.

Von drei geprüften Chitinsynthesehemmern zeigte das Präparat CME 1406 die beste Wirkung gegen Raupen.

Integrated control of caterpillars and aphids in cabbage crops

6. Summary

Different methods of supervised control (treatments depending on spraying thresholds, on captures in traps and flight observations and on population development in untreated control plots) were tested in Savoy, red and white cabbage. For the control of the Lepidoptera pests all the different methods of supervised control gave the same amount of marketable heads as a routine spraying.

The supervised control was unfit for the cabbage aphid, when having a very susceptible cultivar and a high infestation pressure.

More insecticides could be saved by reducing the recommended doses and routine spraying comparing to an insecticide application depending on spraying thresholds.

From three tested chitinsynthesis inhibiting insecticides CME 1406 was the most effective one to caterpillars.

7. Literatur

- Becher, H.-M.; Becker, P.; Prokic-Immel, R. und W. Wirtz, 1983: CME 134, a new chitin synthesis inhibiting insecticide.
Proc. 10th Intern. Congress Plant Protection
Brighton 20.-25.11.1983, Vol. 1, 408-415.
- Hellpap, C. und H. Schmutterer, 1982: Untersuchungen zur Wirkung vermindelter Pirimorkonzentrationen auf Erbsenblattläuse (Acyrtosiphon pisum Harr.) und natürliche Feinde.
Z. ang. Entomol. 94, 246-252.
- Hommel, M., 1983: Untersuchungen zur Populationsdynamik und integrierten Bekämpfung von Kohlschädlingen.
Mitt. Biol. Bundesanst. Land-Forstwirtschaft. Berlin-Dahlem H. 213, 210 pp.
- Hoy, C.W.; Jennison, C.; Shelton, A.M. und J. Andaloro, 1983: Variable - intensity sampling: a new technique for decision making in cabbage pest management.
J. Econ. Entomol. 76, 139-143.
- Maack, G., 1977: Schadwirkung der Kleinen Kohlfliege (Phorbia brassicae Bouché) und Möglichkeiten zur Reduzierung des Insektizidaufwandes bei der Bekämpfung. Mitt. Biol. Bundesanst. Land-Forstwirtschaft. Berlin-Dahlem H. 177, 135 pp.

- Schwahn, P.; Trommer, R.; Treichel, F. und K. Röder, 1980: Methodische Anleitung zur Schaderreger- und Bestandesüberwachung im Feldgemüsebau. Akademie der Landwirtschaftswissenschaften der DDR, Markkleeberg, 80 pp.
- Shelton, A.M.; Andaloro, J.T. und J. Barnard, 1982: Effects of cabbage looper, imported cabbageworm and diamondback moth on fresh market and processing cabbage. *J. Econ. Entomol.* 75, 742-745.
- Shelton, A.M. und J. T. Andaloro, 1983: Management of insect pests on processing cabbage in New York State, USA.
Proc. 10th Intern. Congress Plant Protection Brighton 20.-25.11.1983, Vol. 3, 1209.
- Shelton, A.M.; Sears, M.K.; Wyman, J.A. und T.C. Quick, 1983: Comparison of action thresholds for Lepidopterous larvae on fresh-market cabbage.
J. Econ. Entomol. 76, 196-199.
- Shepard, M., 1973: A sequential sampling plan for treatment decisions on the cabbage looper on cabbage.
Environ. Entomol. 2, 901-903.
- Theunissen, J. und H. den Ouden, 1978: Influence of some insecticides on the development of caterpillar populations on cabbage.
Neth. J. Pl. Path. 84, 157-165.
- Theunissen, J. und H. den Ouden, 1983 a, b, c: Praktijkbemonstering van plagen in vollegrondsgroenten. *Gewasbescherming* 14.
a) 1. Uitgangspunten. p. 35-40.
b) 2. Het gebruik van de Keurings Karakteristiek. p. 71-75.
c) 3. Geleide bestrijding in rode kool. p. 119-124.
- Theunissen, J. und H. den Ouden, 1983 d: Comparison of sampling methods for insect pests in Brussels sprouts. *Med. Fac. Landbouww. Rijksuniv. Gent* 48, 281-286.

Theunissen, J. und H. den Ouden, 1983 e: Development of a supervised control system in cabbage crops. Proc. 10th Intern. Congress Plant Protection Brighton 20.-25.11.1983, Vol. 3, 12-14.

Workman, R.B.; Chalfant, R.B. und D.J. Schuster, 1980: Management of the cabbage looper and diamondback moth on cabbage by using two damage thresholds and five insecticide treatments.

J. Econ. Entomol. 73, 757-758.

Gustav-Adolf Langenbruch

Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft
Institut für biologische Schädlingsbekämpfung, Darmstadt

Zur Wirkung von *Bacillus thuringiensis* gegen Schadlepidopteren an Kohl.

In der Bundesrepublik Deutschland sind zwei ausschließlich auf *Bacillus thuringiensis* (B.t.) basierende Biopräparate amtlich geprüft und zugelassen : Dipel und Thuricide HP. Dazu kommt noch das Kombinationspräparat Celamerck Insektenschutz natural, das aber hier unberücksichtigt bleiben soll; es enthält außer B.t. noch Pyrethrum.

Dipel und Thuricide HP basieren beide auf dem Bakterienstamm HD-1 (Varietät kurstaki, Serotyp H-3ab) und weisen 25 bzw. 50×10^9 Sporen je g auf. Sie sind qualitätsmäßig annähernd als gleichwertig zu betrachten. Die Vorteile der B.t.-Präparate, die sich aus ihrer Selektivität ergeben, sind allgemein bekannt, auf einige Nachteile wird später noch eingegangen.

Dipel und Thuricide HP sind zugelassen gegen Kohlweißlingsraupen mit einer Aufwandmenge von 300 g/ha und gegen andere freifressende Schmetterlingslarven am Kohl (außer Noctuiden) mit 600 g/ha. Für Thuricide HP liegt darüber hinaus eine Zulassung vor gegen die Kohleule mit 900 g/ha.

Es ist seit langem bekannt, daß Noctuiden-Larven relativ unempfindlich gegenüber B.t. sind. Bei der Kohleule liegt die Ursache dafür nach BURGERJON und MARTOURET (1971) darin, daß die Endotoxin-Kristalle der Bakterien im Darm der Raupe nicht bzw. nicht ausreichend gelöst bzw. aufbereitet werden. Denn nicht die Kristalle selbst sind toxisch, sondern bestimmte Untereinheiten, in die sie im Darm enzymatisch gespalten werden. Diese toxischen Untereinheiten werden bei der Kohleule nur unzureichend gebildet.

Hinzu kommt nach LEBRUN und VLAYEN (1979) sowie nach ESPINEL (1981), daß Mamestra brassicae und andere Noctuiden mit B.t. behandeltes Material nicht fressen, also ein Repellenteffekt vorliegt. Wir haben dies nur vereinzelt beobachtet. Allerdings läßt sich auch bei der sehr empfindlichen Plutella xylostella im Wahlversuch ein gewisser Repellenteffekt nachweisen.

Laborversuche

Wir haben im Biotest verschiedene Lepidopterenarten in ihrer Empfindlichkeit gegenüber B.t. verglichen. Dabei wurden Markstammkohl-Blattstücke in B.t.-Suspensionen getaucht, nach dem Abtrocknen in Bellaplastbecher gelegt und nach dem Aufsetzen der Larven (je nach Art L1, L2 oder L4) im Lichtthermostaten bei 21 °C und einem photoperiodischen Wechsel von 16 h hell : 8 h dunkel gehalten. Nach 2 Tagen setzten wir die Tiere auf unbehandelte Blätter oder künstliches Medium um. Die nach 2 - 8 Tagen ermittelte Mortalität wurde mit einem instituts-eigenen Computerprogramm von HUBER verrechnet. Die nach einer Probittransformation erhaltenen Geraden zeigt Abb. 1 .

Wirkungsgrad (%)

(8 Tage nach Versuchsbeginn)

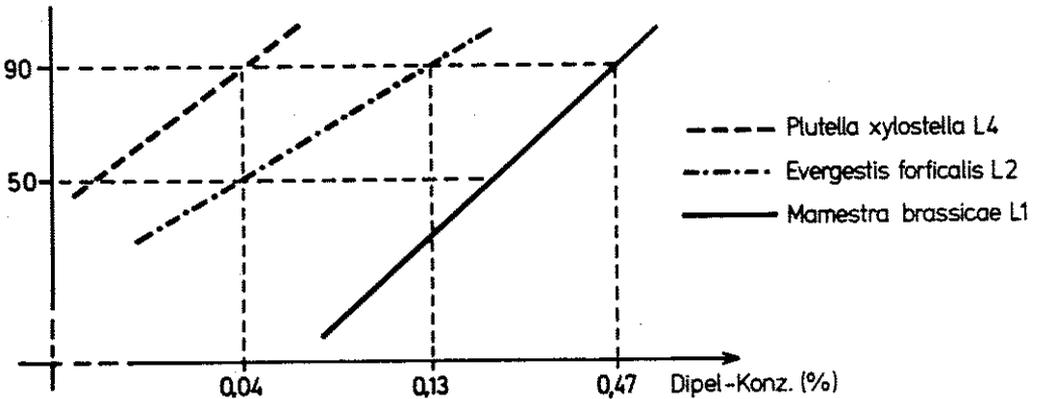


Abb. 1 : Empfindlichkeitsvergleich verschiedener Schadlepidopteren an Kohl gegenüber dem Bacillus thuringiensis - Präparat Dipel.

Für die Kohleule (L1) ergibt sich eine LC 90 von ca. 0,47 %, für den Kohlzünsler (L2) liegt sie bei 0,13 % und für die Kohlmotte (L4) bei 0,04 %. Plutella xylostella (L4) sind also 12 x und Evergestis forficalis (L2) etwa 4 x empfindlicher gegenüber Dipel als Mamestra brassicae (L1).

Bei gleicher Versuchstechnik (lediglich erfolgte noch die Zugabe eines Netzmittels) erwies sich Mamestra oleracea (L1) empfindlicher als M. brassicae (L1). Vgl. Abb.2 .

Wirkungsgrad (%)

(8 Tage nach Versuchsbeginn)

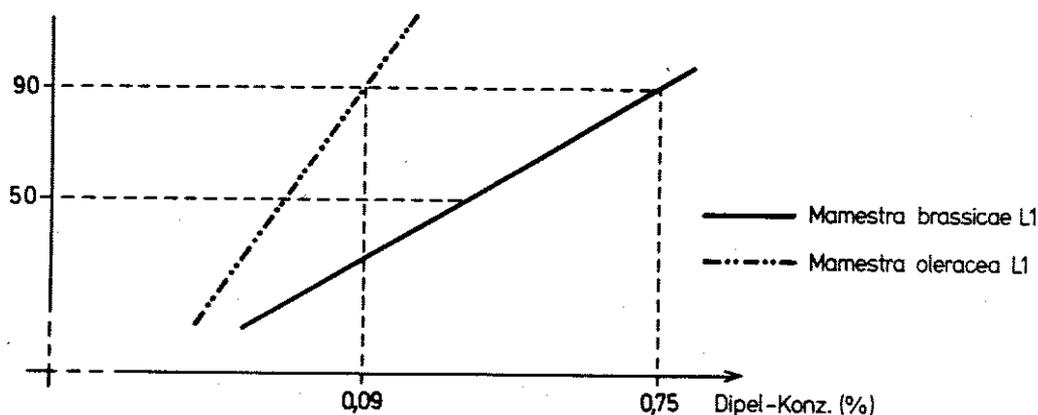


Abb. 2 : Empfindlichkeitsvergleich von M. brassicae und M. oleracea gegenüber Dipel (mit Citowett)

In diesem Versuch liegt zwar die LC 90 für M. brassicae deutlich höher (0,75 %), doch stimmt die LC 50 mit dem vorigen Versuch überein. Der Grund für diesen Unterschied kann in der genaueren Bestimmbarkeit der LC 50 gegenüber der LC 90 liegen, es kann aber auch ein Repellenteffekt bei höherer Präparatanlagerung die Ursache sein. Die Geraden sind so gezeichnet, wie errechnet, obwohl ihre Steigungen nicht signifikant voneinander verschieden sind.

Für M. oleracea (L1) ergibt sich etwa die gleiche Empfindlichkeit wie für E. forficalis (L2); beide sind wesentlich empfindlicher als M. brassicae (L1).

In einem kleinen Versuch haben wir außerdem Mamestra suasa mit den beiden anderen Mamestra-Arten verglichen. Da die errechneten Geraden in diesem Falle nicht signifikant waren (weil jeweils nur zwei Konzentrationen getestet wurden), werden hier die Ergebnisse nur tabellarisch aufgeführt (Tabelle 1). Es ist deutlich zu erkennen, daß M. suasa noch empfindlicher reagierte als M. oleracea. Allerdings waren die Larven der erstgenannten Art mit 0,20 mg gegenüber 0,26 mg bei M. oleracea auch ein wenig leichter.

Testtier	Wirkungsgrad in % nach 2 Tagen bei einer Dipel-Konzentration von		
	0,02 %	0,06 %	0,18 %
<u>M. brassicae</u> L1	-	29	67
<u>M. oleracea</u> L1	19	55	-
<u>M. suasa</u> L1	50	83	-

Tabelle 1 : Empfindlichkeitsvergleich von drei Mamestra-Arten gegenüber Dipel

Daraus ergibt sich folgende Rangfolge der Empfindlichkeit von Kohlschädlingen gegenüber Dipel:

Plutella xylostella > (Pieris brassicae = P. rapae) > Mamestra suasa ≥

M. oleracea ≥ Evergestis forficalis > M. brassicae

Die Pieris-Arten gelten allgemein als leicht mit B.t. bekämpfbar. Da wir nur kleine Versuche durchgeführt haben, sind die beiden Arten hier eingeklammert.

Gewächshausversuche

Die beschriebenen Biotests sind insofern von der Praxis entfernt, als weder die unterschiedliche Anlagerung des Präparats an den verschiedenen Pflanzenteilen noch die spezifischen Lebens- und Fraßgewohnheiten der Larven noch die Auswirkungen einer längeren B.t.-Aufnahme (über zwei Tage hinaus) erfaßt werden. Eine andere Versuchstechnik sollte diese Nachteile wenigstens teilweise vermeiden :

Getopfte Markstammkohlpflanzen wurden mit Testraupen besetzt, nach einer Stunde auf einer Applikationsstrecke in praxisüblichem Abstand aufgestellt, praxisüblich gespritzt, anschließend mit einem Blechkragen umgeben und ins Gewächshaus gestellt (Abb. 3). Nach der endgültigen Aufstellung wurde die Anzahl der Testtiere pro Pflanze überprüft und in bestimmten Abständen die Mortalität ermittelt. Bei den aufgesetzten Larven handelte es sich teils um Zucht-, teils um Freilandmaterial. Die Behandlung erfolgte mit einem Parzellenspritzgerät (Flachstrahldüsen Teejet 11004, 50 cm Düsenabstand, Düsen 50 cm über dem Pflanzenbestand, 3,75 bar Überdruck). Ausgebracht wurde Thuricide HP in einer Konzentration von

0,15 %, die sich aus der Ausbringungsmenge von 600 l/ha und der zugelassenen Aufwandmenge gegen die Kohleule von 900 g/ha ergibt.



Abb. 3 : Gewächshausversuch mit praxisüblich gespritzten Markstammkohlpflanzen, die von einem Blechkragen umgeben sind. Der aufgesetzte Blechring ist innen mit Raupenleim bestrichen.

Das Ergebnis zeigt Tabelle 2. Dabei ist noch zu beachten, daß in diesem Versuch die für die Sporen schädlichen UV-Strahlen sowie etwaige Niederschlagsverluste ausgeschaltet waren.

Testtier	Wirkungsgrad (%) nach					Tagen
	5	7	9	12	15	
<u>Pieris brassicae</u> L3	20	56	93	95	95	
<u>Plutella xylostella</u> L4	100	-	-	-	-	
<u>Evergestis forficalis</u> L1-2	30	46	60	67	69	
<u>Mamestra brassicae</u> L1	18	22	22	29	29	

Tabelle 2 : Empfindlichkeit verschiedener Kohlschädlinge gegenüber Thuricide HP bei praxisüblicher Anwendung

Die Werte zeigen, welche Wirkung nach einem praktischen Einsatz von Thuricide HP auf dem Kohlfeld erwartet werden kann. Eine Bekämpfung von Kohlmotte und Kohlweibling ist gegeben, der Kohlzünsler wird noch maximal zu 70 %, die Kohleule höchstens noch zu 30 % erfaßt. Da bei den letzten beiden Arten die empfindlichsten ersten Larvenstadien getestet wurden, setzen diese Wirkungsgrade auch eine genaue Feldbeobachtung, termingerechte Spritzung und eine entsprechende Wiederholung bei anhaltender Eiablage voraus. Ein B.t.-Spritzbelag wirkt im allgemeinen nicht länger als 10 Tage.

In einem weiteren ähnlichen Versuch ergab Dipel 0,1 % gegen die Kohlmotte (L4) einen Wirkungsgrad von 89 % nach 4 Tagen; gegen die Kohleule (L1) erreichten dagegen selbst 0,5 % nur 17 % Mortalität.

Versuche und Überlegungen zur Wirksamkeitssteigerung

Nach den vorliegenden Ergebnissen ist also die Kohleule mit den heutigen B.t.-Präparaten nicht ausreichend bekämpfbar. Welche Verbesserungsmöglichkeiten sind denkbar ?

1) Erhöhung der von den Larven beim Fraß aufgenommenen Toxin- und Sporenmenge

Um dieses Ziel zu erreichen, gibt es eine ganze Reihe von Möglichkeiten :

a) Die nahe liegende Steigerung der Aufwandmenge scheidet aber schon aus wirtschaftlichen Gründen aus. Wie Abb. 4 zeigt, sind im Kohlanbau gegenwärtig selektive Pflanzenschutzverfahren teurer als breitwirksame, obwohl die B.t.-Präparate in jüngster Zeit deutlich billiger geworden sind. Eine Verdopplung der Aufwandmenge des B.t.-Präparats gegen die Kohleule wäre einerseits wirtschaftlich gesehen kaum tragbar und würde andererseits zur Erzielung eines befriedigenden Wirkungsgrades noch nicht ausreichen.

b) Nach eigenen Versuchen kann eine geeignete Ausbringungstechnik bei der Maiszünslerbekämpfung zu einer besseren Präparatanlagerung am Fraßort beitragen (Abb.5, LANGENBRUCH, 1979). Indessen ist dieser Weg bei Kopfkohl wohl nicht gangbar.

Da die Kohleule ihre Eier auf der Blattunterseite der unteren Blätter ablegt, und die Junglarven auch dort fressen, wäre zur besseren Benetzung der Blattunterseiten eine 'Unterblattspritzung' erforderlich. Deshalb haben wir gemeinsam mit dem Institut für Pflanzenschutz im Gemüsebau der Biologischen Bundesanstalt schon vor Jahren diese Methode bei der Ausbringung von Kernpolyederviren gegen die Kohleule erprobt. Doch scheiterte dieses Verfahren beim Kopfkohl daran, daß der Bestand zu früh schließt. Tief herabgesetzte

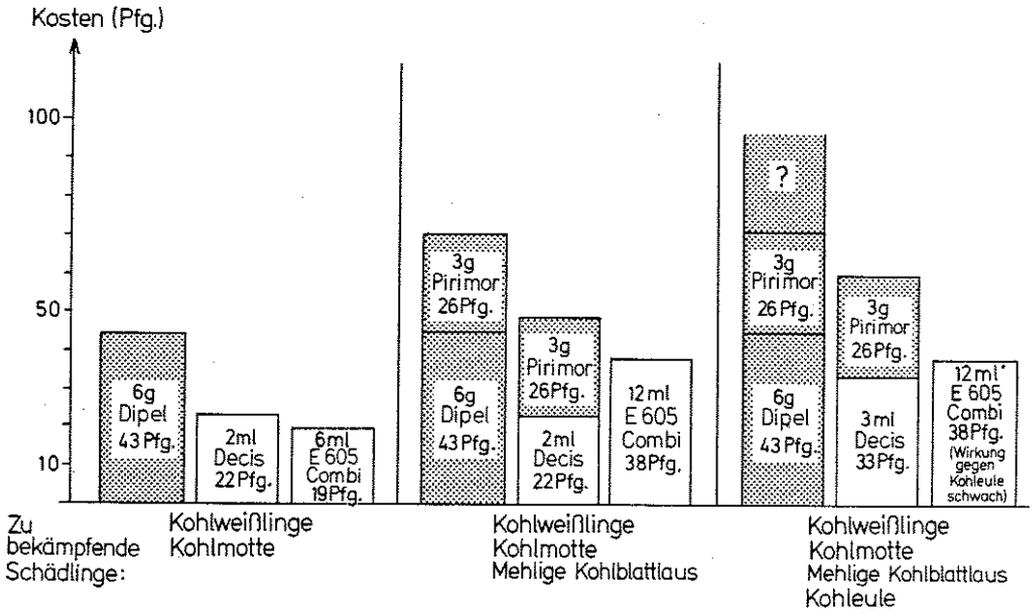


Abb. 4 : Preisvergleich für selektive (gerastert) und breitwirksame (offen) Insektizide (Genossenschaftspreise incl. MwSt. 1983)
Beispiel Kopfkohl, Präparatekosten für eine Behandlung von 100 m²

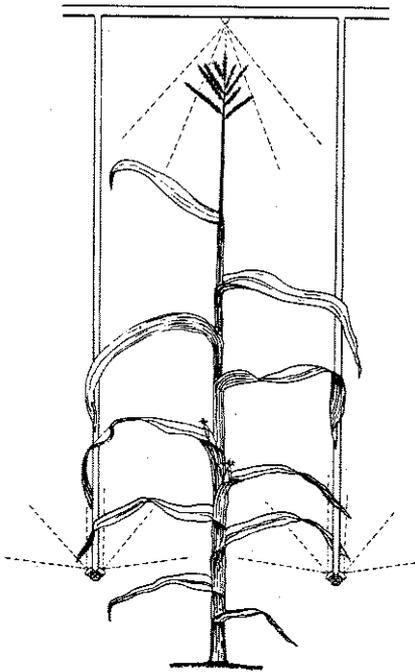


Abb. 5 :
Düsenanordnung des Spezialspritzgestänges zur preiswerten Maiszünslerbekämpfung mit Bacillus thuringiensis

Düsen reißen dann Blätter ab bzw. werden von diesen in ihrer Funktion behindert. Auch Schleppschläuche dürften m.E. in dieser Hinsicht nicht besser abschneiden. Zu erproben wäre evtl. eine kleintropfige Ausbringung mit zusätzlichem Gebläse oder eine elektrostatische Aufladung der Tropfen.

'Unterblattspritzungen' wären höchstens vor Bestandesschluß möglich, d.h. bis etwa Juli. Der Kohl steht danach aber u.U. noch mehrere Monate, so daß auch die mögliche Depotwirkung einer 'Unterblattspritzung' infolge Blattzuwachses und etwaiger niederschlagsbedingter Verluste für die restliche Standzeit nicht ausreichen dürfte.

Anders liegen die Verhältnisse beim Rosenkohl. Hier wäre eine 'Unterblattspritzung' vielleicht aussichtsreich.

c) Der Zusatz eines Netzmittels kann die Präparatablagerung am Kohl verbessern. Er wird im allgemeinen aber von den Vertriebsfirmen nicht gewünscht und würde auch eine gesonderte Zulassung erfordern.

Durch Zusatz von Citowett (0,025 %) zu Thuricide HP (0,15 %) konnte in einem praxisnahen Versuch die Mortalität von Mamestra brassicae L1 teilweise gesteigert werden, doch reichte dies für eine hinreichende Bekämpfung nicht aus.

d) Einen deutlichen Erfolg erbrachten indessen Fraßstimulanzien. Wir prüften gegen die Kohleule die Wirksamkeit von Dipel (0,1 %) unter Zusatz von 1 % einer Melasseformulierung (Cargil Insecticide Base) und konnten auf diese Weise die Mortalität von 5 auf 25 % steigern. Durch Zusatz von Coax, einem anderen Additiv, das in den USA als Fraßstimulants zur Bekämpfung von Schädlingen mit Fraßgiften in der Baumwolle eingesetzt wird, ließ sich die Mortalität verdoppeln (Tabelle 3). Aber selbst diese Kombinationen sind für praktische Verhältnisse nicht ausreichend.

Präparate (Konz. in %)		Wirkungsgrad nach 6 Tagen (%)	
Thuricide HP	Coax	Junge L 1	Alte L 1
0,3	0	25	16
0,3	0,3	48	-
0,3	0,6	-	28

Tabelle 3 : Wirkungssteigerung von Bacillus thuringiensis gegen Mamestra brassicae durch Zusatz eines Fraßstimulants bei praxisnaher Anwendung

2) Verwendung eines effektiveren B.t.-Stammes

Nach Firmenangaben sowie SNEH et al. (1981) sollen Stämme des B.t. var. thuringiensis (Serotyp H-1) eine bessere Wirkung gegen Noctuiden aufweisen als B.t. var. kurstaki. Beim Vergleich von drei Präparaten, von denen zwei die Varietät kurstaki und eines die Varietät thuringiensis enthielt, zeigte sich aber, daß die Formulierung gegebenenfalls einen größeren Einfluß auf die Wirksamkeit haben kann als der verwendete Stamm oder die Varietät von B.t.

Nach Untersuchungen von SNEH et al. (1981) sowie von BURGESS und JARRETT (1983) sollen auch bestimmte Stämme der Varietäten entomocidus und aizawai eine bessere Wirkung gegen Noctuiden zeigen als die Varietät kurstaki. Ob diese Varietäten kommerziell genutzt werden, dürfte davon abhängen, in welcher Größenordnung sie den jetzt formulierten Stämmen überlegen sind, und ob sich ihre Effektivität nicht nur auf wenige Lepidopterenarten beschränkt. Wünschenswert wäre ein Stamm, der nicht nur gegen einzelne Noctuidenarten, sondern gegen zahlreiche bedeutende Lepidopteren wirksam ist. Das ist leider bei dem fraglichen Stamm der Varietät aizawai nicht der Fall, denn er wirkt z.B. nicht gegen Heliothis virescens, die als Schädling in der Baumwolle große Bedeutung hat.

Wer hätte vor 10 Jahren gedacht, daß man eine besondere B.t.-Varietät erfolgreich gegen Stechmückenlarven einsetzen könnte? Warum sollte es nicht auch B.t.-Stämme geben, die insbesondere gegenüber Noctuiden eine bessere Effektivität aufweisen?

Da zur Zeit keine der diskutierten Möglichkeiten ausreicht, um alle wichtigen Schadraupen im Kohl ausschließlich mit B.t. zu bekämpfen, bleibt als Ausweg nur eine Kombination mit anderen selektiven Verfahren.

Gegen die Kohleule bietet sich dazu ein spezifisches Kernpolyedervirus an. Aus den gemeinsamen, bereits oben erwähnten Versuchen mit dem Institut für Pflanzenschutz im Gemüsebau der Biologischen Bundesanstalt sowie aus französischen Arbeiten (BURGERJON et al., 1979) ist bekannt, daß 600 g B.t./ha kombiniert mit 10^{13} Polyeder/ha, mehrmals in der Saison gezielt ausgebracht, einen ausreichenden Schutz vor Schadraupen gewährleisten. Offen sind bisher aber auch bei dem Virus noch Fragen der Produktion, Zulassung und Wirtschaftlichkeit.

Eine andere mögliche Kombination besteht in dem Einsatz von B.t. und Trichogramma-Schlupfwespen. Letztere kommen als Parasiten der Kohleuleneier natürlicherweise vor. Produktion und praxisnahe Feldversuche laufen dazu bereits seit mehreren

Jahren. Entscheidend ist aber auch hier die Wirtschaftlichkeit und die Konkurrenzfähigkeit des Verfahrens gegenüber einer relativ billigen Spritzung mit breitwirksamen Insektiziden.

Zusammenfassung

Die in der Bundesrepublik Deutschland zugelassenen Bacillus thuringiensis-Präparate enthalten den Stamm HD-1 der Varietät kurstaki. Gegenüber diesem Bakterienstamm weisen die für den deutschen Kohlanbau wichtigen Schadraupen folgende Rangfolge der Empfindlichkeit auf : Plutella xylostella > Pieris brassicae = P. rapae > Mamestra suasa > M. oleracea > Evergestis forficalis > M. brassicae. P. xylostella L 4 sind etwa 12 x empfindlicher als M. brassicae L 1. In Biotests und in Versuchen mit getopften Kohlpflanzen und praxisnaher Spritzung läßt sich bestätigen, daß gegen M. brassicae kein ausreichender Bekämpfungserfolg erzielbar ist.

Eine Steigerung des Wirkungsgrades durch Einsatz einer größeren Aufwandmenge ist unter den gegenwärtigen Bedingungen wirtschaftlich nicht tragbar. Eine 'Unterblattspritzung' zur Erhöhung der Anlagerung am Fraßort führt bei Kopfkohl zu mechanischen Schäden. Der Zusatz von Netzmitteln oder Fraßstimulanzien wirkt sich zwar positiv, aber nicht hinreichend aus. Über effektivere Bakterienstämme wird in der Literatur berichtet, doch bleibt abzuwarten, ob sie ausreichend wirksam sind und kommerziell verwertet werden. Eine Kombination von Bacillus thuringiensis mit einem Kernpolyedervirus der Kohleule hat sich in Feldversuchen bewährt, doch sind für das Virus Produktion, Zulassung und Wirtschaftlichkeit noch offen.

Am ehesten nutzbar wäre gegenwärtig ein kombinierter Einsatz von Bacillus thuringiensis und Trichogramma-Schlupfwespen, wenn er sich als wirtschaftlich und konkurrenzfähig gegenüber breitwirksamen Insektiziden erweist. Auf alle Fälle wäre diese biologische Bekämpfung ökotoxikologisch weniger bedenklich.

Summary

The efficacy of Bacillus thuringiensis against noxious Lepidoptera on cabbage

The Bacillus thuringiensis preparations registered in the Federal Republic of Germany are based on the isolate HD-1 (var. kurstaki). The caterpillars noxious in cabbage in Germany show the following range of susceptibility against this

isolate: Plutella xylostella > Pieris brassicae = P. rapae > Mamestra suasa > M. oleracea > Evergestis forficalis > M. brassicae.

P. xylostella L 4 are about 12 times more susceptible than M. brassicae L 1. It could be verified in bioassays and trials with potted plants sprayed with a usual nozzle-boom that a sufficient control of M. brassicae is impossible.

An enhancement of the efficacy by spraying of a higher dose is at present not economic. The use of a special nozzle-boom for spraying the underside of the leaves caused mechanical damage in cabbage. The addition of a wetting agent or of phagostimulants enhanced the efficacy, but was not sufficient enough. More effective B.t. isolates are known in literature, but practical trials and commercial production are still outstanding. A combination of B.t. and a nuclear polyhedrosis virus of M. brassicae proved true in field trials, but production, registration and economy of the virus still need to be clarified.

A combined use of B.t. and Trichogramma parasites seems feasible, if it is economic and competitive to non-specific insecticides. At any rate, such a biological control would be less hazardous for the environment than chemical control with non-specific agents.

Literatur

- BURGERJON, A., D. MARTOURET, 1971: Determination and significance of the host spectrum of Bacillus thuringiensis. In: BURGESS, H. D., N. W. HUSSEY: Microbial control of insects and mites. London, New York, S. 305-325.
- BURGERJON, A., R. BUES, S. POITOUT, 1979: Essai en culture de choux-fleurs du virus de la polyédrose nucléaire de Mamestra brassicae. Entomophaga 24, 153-161.
- BURGESS, H. D., P. JARRETT, 1983: Strains of Bacillus thuringiensis against agricultural species. Internat. co-operative programme on B.t. Newsletter 7, S.6.
- ESPINEL, R., 1981: Etude en laboratoire du comportement alimentaire de Mamestra brassicae en présence de feuillage traité avec B.t. Z. angew. Ent. 91, 383-388.
- LANGENBRUCH, G. A., 1979: Vergleich zweier Spritzgestänge zur biologischen Maiszünslerbekämpfung. Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd. (Braunschweig) 31, 185-189.
- LEBRUN, Ph., P. VLAYEN, 1979: Quelques développements récents en matière de lutte microbiologique par l'utilisation de Bacillus thuringiensis. Rev. des Questions Scientifiques 150 (4), 531-545.
- SNEH, B., S. SCHUSTER, M. BROZA, 1981: Insecticidal activity of Bacillus thuringiensis strains against the Egyptian cotton leaf worm Spodoptera littoralis. Entomophaga 26, 179-190.

J.C. van Lenteren and G.A. Pak
Dept. of Entomology
Agricultural University
Wageningen
The Netherlands

Can we use Trichogramma spp. to control Lepidopteran pests in cabbage?

Introduction

In 1980 a cooperative research project was started by several Dutch research groups and the Institut für biologische Schädlingsbekämpfung in Darmstadt (W-Germany) to study the possibilities for biological control of Lepidopteran pests in cabbage crops (Brussels sprouts) by means of inundative releases of Trichogramma species (Glas et al., 1981; Smits, 1982; van Lenteren et al., 1982; Noldus & van Lenteren, 1983).

The Institute for Plant Protection aims at an Integrated Control Program in Brussels sprouts (the largest field vegetable in the Netherlands with a total area of about 6000 ha) and one of the limiting factors is the problem of controlling five major Lepidopteran pests (Pieris brassicae, P. rapae, Mamestra brassicae, Plutella xylostella and Evergestis forficalis). Momentarily these pests are controlled with on average 8 "preventive" sprays per season. Furthermore there are developments in a number of West-European countries to develop a biological control program against the corn borer, Ostrinia nubilalis. The most problematic part of the development of these new biological control programs will be the selection of effective Trichogramma species/strains for different crops in the different climate zones. One of the aims, besides the direct practical aspect of developing biological control of the Lepidopteran pests mentioned above, is the development of evaluation techniques for testing the control potentials of natural enemies prior to their introduction. Methods for evaluation pertinent to Trichogramma application have been discussed by van Lenteren (1980) and van Lenteren et al. (1982); they will not be discussed here. It suffices to note that testing of natural enemies for inundative release programs at first hand seems less elaborate than testing beneficial insects for inoculative release programs. In the inundative release programs one aims at an almost immediate kill of the pest individuals and not so much at controlling subsequent generations of the pest through reproduction in the field and build up of the released natural enemies. The natural enemy is mass produced and released at certain intervals. This makes the prerequisite of a good seasonal synchronisation of the parasite with its host unnecessary; synchronisation is

effected through a well-timed release by the applicator. A good internal synchronization with the host is also unimportant: it is sufficient when the parasite kills the host. In the case of Trichogramma good and cheap mass-rearing and release methods have already been developed. A great reproductive potential of the parasite is not important: the necessary reproductive capacity of the total Trichogramma population can easily be adjusted by the releaser of the parasites and he can also adjust the release method to differences in pest numbers and distribution. The most important aspects of the Trichogramma - cabbage pests relationship seem to be:

- good attack of all Lepidopteran species on cabbage
- good performance under Dutch climatic conditions

Besides this, we also studied the influence of chemical mediators (kairomones) on host searching and efficiency of parasitism to obtain an impression of the possibilities for manipulation of Trichogramma with such chemicals so as to improve field performance.

Laboratory Research.

Performance at low temperatures.

Earlier attempts (around 1960) in the Netherlands to control leafrollers (Archips rosana) in apple orchards with Trichogramma demonstrated the adverse effects of cold spells on the performance of the parasites. Effective control was achieved at temperatures above 15°C, but parasitization rates dropped to insufficient levels when the mean temperature was below 15°C for a few days or more (de Jong, 1963). A similar phenomenon was observed by Parker et al. (1971) who imported Trichogramma evanescens from Poland and released it in Missouri (USA) to control Pieris rapae in cabbage. Releases in Dutch cabbage crops must be made from June through August. Especially in June, the occurrence of mean daily temperatures below 15°C can be expected frequently (Figure 1).

Little is known about the relationship between temperature and activity in Trichogramma species. In our laboratory a collection of 60 different strains of several species is maintained on eggs of Ephestia kuehniella, the Mediterranean flour moth (Table 1). In order to detect differences in response to low temperatures, the parasitization activity of each strain was determined at 12°C. Three species, T. maidis (= evanescens), T. pretiosum, and T. semblidis, originating from the Netherlands, U.S.A., and U.S.S.R., respectively, were studied at a temperature range from 12 to 30°C to determine the relationship between temperature and parasitization activity.

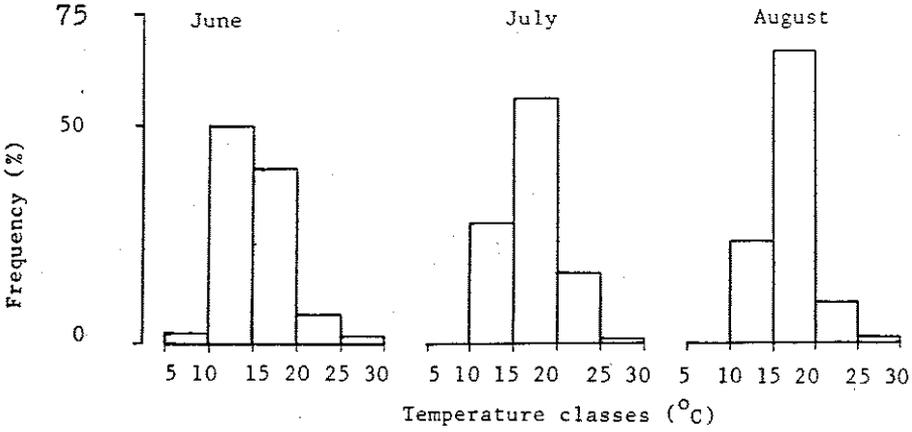


Fig. 1: Distribution of mean daily temperatures (air temperature 150 cm above ground, 1974 - 1983) in June, July and August in Wageningen, Netherlands.

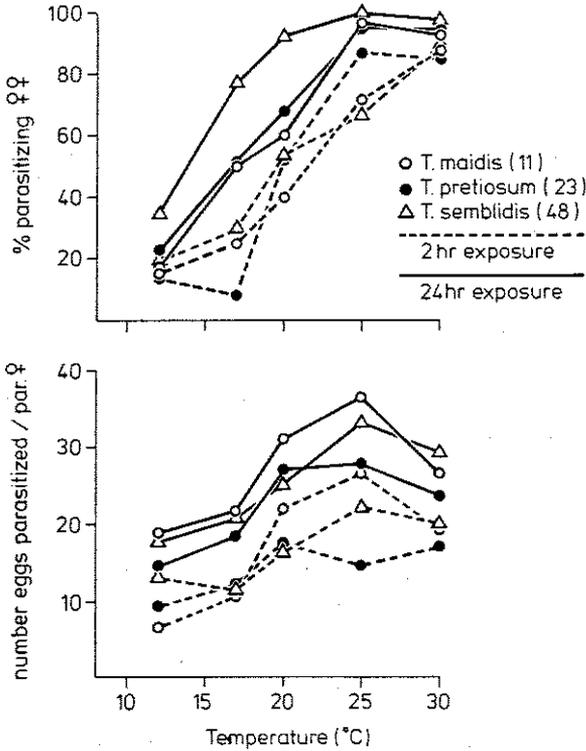


Fig. 2: Relationship between temperature and % parasitizing females and number of eggs parasitized per active female during 2 and 24 hr exposure, for three Trichogramma species.

Table 1. Species, host and country of origin of *Trichogramma* strains studied.

Strain nr. ¹	Species	Host	Origin
1	(A 138) <i>T. evanescens</i>	Noctuidae	France
2	(A 256) <i>T. lutea</i>	<i>Heliothis armigera</i>	S. Africa
3	(A 16) <i>T. maidis</i>	<i>Ostrinia nubilalis</i>	Moldavia ²
4	(A 81) <i>T. brassicae</i>	<i>Mamestra brassicae</i>	France
5	(A 108) <i>T. embryophagum</i>	<i>Laspeyresia pomonella</i>	Ukraine ²
6	(A 45) <i>T. embryophagum</i>	<i>Pandemis</i> sp.	France
7	(A 163) <i>T. maidis</i>	<i>Mamestra brassicae</i>	Moldavia
8	(D -) <i>T. maidis</i>	<i>Ostrinia nubilalis</i>	Moldavia
9	(D -) <i>T. embryophagum</i>	-	Germany
10	(D H80) <i>T. maidis</i>	<i>Mamestra brassicae</i>	Holland
11	(D H81) <i>T. maidis</i>	<i>Mamestra brassicae</i>	Holland
12	(Z OL30) <i>T. maidis</i>	<i>Ostrinia nubilalis</i>	Moldavia
13	(Z HMO) <i>T. maidis</i>	<i>Mamestra brassicae</i>	Hungary
14	(Z RUE) <i>T. dendrolimi</i>	-	Romania
15	(A 254) <i>T. schuberti</i>	<i>Ostrinia nubilalis</i>	France
16	(A 21) <i>T. pintoi</i>	-	USSR
17	(A 258) <i>T. rhenana</i>	<i>Ostrinia nubilalis</i>	France
18	(A 261) <i>T. ostriniaae</i>	<i>Ostrinia formicalis</i>	China
19	(A 2) <i>T. oleae</i>	<i>Glyphodes unionalis</i>	Yugoslavia
20	<i>T. sp. (near exiguum)</i>	<i>Heliothis zea</i>	Peru
21	(A 68) <i>T. nagarkatti</i>	<i>Heliothis zea</i>	Mexico
22	<i>T. dendrolimi</i>	-	Romania
23	(UCR) <i>T. pretiosum</i>	<i>Heliothis zea</i>	California ³
24	(UCR) <i>T. exiguum</i>	<i>Heliothis zea</i>	Alabama ³
25	(UCR) <i>T. platneri</i>	<i>Amorbia essigana</i>	California
26	(UCR) <i>T. sp. (group chilonus)</i>	Noctuidae	USA
27	(UCR) <i>T. minutum</i>	<i>Datura</i> sp.	California
28	(IpD) <i>T. embryophagum</i>	<i>Zeiraphera diniana</i>	Poland
29	(IpD) <i>T. evanescens</i>	<i>Pieris rapae</i>	Czechoslovakia
30	(IpD) <i>T. dendrolimi</i>	<i>Pieris brassicae</i>	Czechoslovakia
31	(IpD) <i>T. embryophagum</i>	<i>Zeiraphera diniana</i>	Czechoslovakia
32	<i>T. embryophagum</i>	<i>Leucoma salicis</i>	Holland
33	<i>T. maidis</i>	<i>Mamestra brassicae</i>	Ukraine
34	(K 82) <i>T. maidis</i>	<i>Pieris brassicae</i>	Moldavia
35	(K 163) <i>T. maidis</i>	<i>Mamestra brassicae</i>	Moldavia
36	<i>T. evanescens</i>	<i>Mamestra brassicae</i>	Portugal
37	(K 168) <i>T. maidis</i>	<i>Mamestra brassicae</i>	Moldavia
38	(K 177,2) <i>T. maidis</i>	<i>Mamestra brassicae</i>	Ukraine
39	(K 178,3) <i>T. maidis</i>	<i>Mamestra brassicae</i>	Ukraine
40	(K 179,1) <i>T. maidis</i>	<i>Mamestra brassicae</i>	Ukraine
41	(K 140) <i>T. maidis</i>	<i>Ostrinia nubilalis</i>	Moldavia
42	(K 142) <i>T. maidis</i>	<i>Ostrinia nubilalis</i>	Moldavia
43	(K P. ach) <i>T. brassicae</i>	-	Poland
44	(K 191,1) <i>T. embryophagum</i>	<i>Mamestra brassicae</i>	Ukraine
45	(K 3b) <i>T. semblidis</i>	-	Ukraine
46	(K 188b1) <i>T. pintoi</i>	<i>Cassida nebulosa</i>	Moldavia
47	(K 212a, 28) <i>T. sp. (near sibiricum)</i>	-	Moldavia
48	(K 180) <i>T. semblidis</i>	<i>Phytometra gamma</i>	Germany
49	(K 194,2) <i>T. evanescens</i>	<i>Pieris brassicae</i>	Ukraine
50	(K prin) <i>T. principium</i>	-	USSR
51	(USDA) <i>T. exiguum</i>	-	USA
52	<i>T. maidis</i>	<i>Mamestra brassicae</i>	Holland
53	<i>T. schuberti</i>	<i>Mamestra brassicae</i>	Holland
54	<i>T. maidis</i>	<i>Pieris rapae</i>	Holland
55	<i>T. maidis</i>	<i>Mamestra brassicae</i>	Holland
56	(USDA) <i>T. evanescens</i>	<i>Pieris rapae</i>	France
57	<i>T. sp. (near evanescens)</i>	<i>Chilo</i> sp.	Egypt
58	(UCR) <i>T. brevicapillum</i>	<i>Vanessa</i> sp.	California
59	<i>T. sp. (near embryophagum)</i>	<i>Archips rosana</i>	Holland
60	(A -) <i>T. maidis (vestigial)</i>	<i>Ostrinia nubilalis</i>	France

¹ Strain number at laboratory of origin in parentheses

A = Antibes, France, INRA Station de Zoologie et de Lutte Biologique.

D = Darmstadt, Fed. Rep. Germany, Institut für biologische Schädlingsbekämpfung.

Z = Zürich, Switzerland, Station Fédérale de Recherches Agronomique.

UCR = Riverside, USA, University of California, Division of Biological Control.

IpD = Ivanka pri Dunaji, Czechoslovakia, Institute of Experimental Phytopathology and Entomology.

K = Kishiniev, Moldavian Republic, USSR, Allunion Institute of Biological Methods of Plant Protection.

USDA = United States Dept. of Agriculture, Beneficial Insect Introduction Laboratory, Beltsville, USA - ²Republic of USSR - ³State of USA

In each test 40 one-day-old females, reared at 15°C (or at the test temperature when this was above 15°C) were kept individually in 7.0 x 1.5 cm glass vials, plugged with cotton. Each vial was provided with an egg card, carrying ca. 50 E. kuehniella eggs which is an ample host supply. The first exposure period lasted 2 h, during which the parasites were observed. Egg cards were then exchanged for fresh ones, which were exposed for 22 h without observation. Thus data for a total exposure period of 24 h were collected.

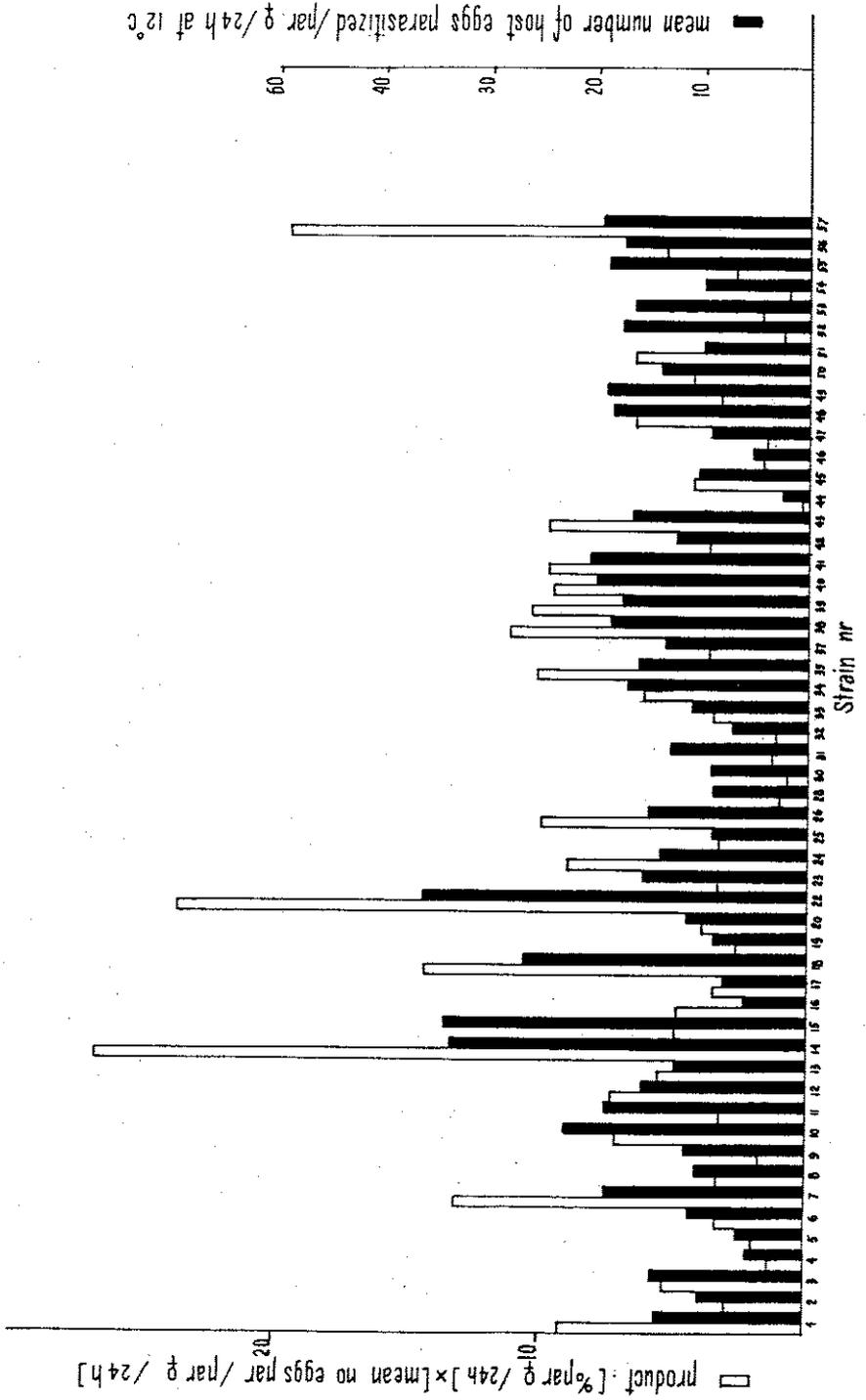
Figure 2 shows a consistent pattern for the relationship between the percentage females parasitizing and temperature, in the 3 species. Activity is lowest at 12°C, and increases with temperature up till 25°C. At this temperature under 24 h exposure, almost all females parasitized one or more host eggs. Increase rates of percentage parasitizing females and temperature do not differ much between the 3 species tested.

Figure 2 also shows the number of eggs parasitized by the different species (Trichogramma females lay one egg in an E. kuehniella host egg). The maximum number of host eggs parasitized per female occurs at 25°C. Above 20°C parasitization seems to be restricted by the egg supply in the ovaria of the wasps. A strain with a high % activity does not necessarily parasitize a high number of hosts. Apparently two distinctly temperature dependent processes occur, one triggering the onset of movement to search and parasitize and another one controlling rates or rhythms of movement and oviposition.

Figure 3 shows the oviposition rates (black bars) and the product of this rate and % activity (white bars). The white bars indicate the mean number of hosts parasitized per female of a strain during 24 h at 12°C, and thus represent the total performance of the strain.

A large variation among the strains for activity at low temperature is observed. Even strains belonging to the same species show a large variation. Within the T. evanescens species group a variation ranging from 5 to 70 % was measured. There is no obvious relation between activity at low temperature and climatic conditions at the place of origin. However, indigenous strains are characterized by a low activity. This finding challenges the common practice to mass produce and release local strains.

Fig. 3: Oviposition rate and parasitization activity of different Trichogramma species and strains during 24 hr exposure at 12°C.



Host-age and host-species selection.

Host-age selection

To determine whether all Lepidopteran pests of cabbage will be attacked, host-selection experiments were conducted. The Trichogramma strains with the highest activity at 12°C were studied in these experiments, besides a few with a low activity but which were known to attack Pieris spp. eggs readily. For each host species it was first determined which age of the host egg was preferred by the Trichogramma strain. Two types of experiments were done: one in which hosts of several ages (young = 1-2 days, medium = 3-4 days, old = 5-6 days; all at 20°C) were simultaneously offered to the parasite. After a 24-hour period the parasites were removed and parasitism was determined by counting the hosts that, as a result of parasitism, turn black after some days. In another test hosts of two ages were offered to a parasite and the behaviour of the parasite was continuously observed and recorded.

Until now the host-age selection of 7 strains/species has been studied and we may conclude from the summarized data presented in table 2 that apparently there is no strong preference for hosts of a certain age: hosts of all ages of three host species are accepted equally well. In the host-species selection tests we could therefore, for each host species, use eggs of all ages. Usually young eggs (\pm 1 day old) were used in the following experiments.

Table 2.

Host-age selection of Mamestra brassicae, Pieris brassicae and P. rapae eggs by different Trichogramma spp/strains.

Strain nr.	<u>Trichogramma</u> species	Preference for certain age of host								
		<u>M. brassicae</u>			<u>P. brassicae</u>			<u>P. rapae</u>		
		young	medium	old	young	medium	old	young	medium	old
1	<u>T. evanescens</u>	+	+		+	+		+	+	
7	<u>T. maidis</u>	+	+	+	+	±	+	+	+	+
11	<u>T. maidis</u>	+	+	+	+	+	+	+	+	+
38	<u>T. maidis</u>	+	+	+	+	+	+	+	+	+
43	<u>T. brassicae</u>	+	+	+	+	+	+	+	+	+
56	<u>T. evanescens</u>	+	+	+	+	+	+	+	+	+
57	<u>T. evanescens</u>	+	+	±	+	+	+	+	+	+

Explanation: + = accepted
 ± = accepted, but + stage preferred

Host-species selection.

In this study mainly experiments were done in which individual females were observed continuously. We are still working on a test that gives most quantitative data in the shortest experimental time; several of the tests we have used are too much time consuming for testing series of natural enemies. We are convinced, however, that direct observations are elementary in obtaining data on host selection. In most of the tests host eggs of two pest species were offered simultaneously to a parasite. The number of contacts with each host and the number of acceptances was scored. The data are summarized in table 3. The conclusions for 6 of the 7 strains tested are as follows:

- Mamestra brassicae is preferred above both Pieris rapae and P. brassicae.
- Acceptance of P. rapae and P. brassicae is about equal.
- Pieris brassicae and P. rapae are accepted better when M. brassicae eggs are not present.

Strain 11 behaves different in that it accepts Pieris eggs as well as Mamestra eggs.

Table 3.

Host-species selection of Mamestra brassicae, Pieris brassicae and P. rapae eggs by different Trichogramma spp/strains.

Strain nr.	<u>Trichogramma</u> species	<u>Preference for certain host species</u>			
		Mb vs. Pb	Mb vs. Pr	Pb vs. Pr	
1	<u>T. evanescens</u>	+	+	-	
7	<u>T. maidis</u>	+	+	-	
11	<u>T. maidis</u>	-	-	-	
38	<u>T. maidis</u>	+	+	-	
43	<u>T. brassicae</u>	+	+	+	
56	<u>T. evanescens</u>	+	+	-	
57	<u>T. evanescens</u>	+	+	-	

Explanation: + indicates preference for species, - indicates no preference for either species.

Influence of distribution pattern of host eggs on efficiency of parasitism.

Results of our studies on the influence of the distance between host eggs and the efficiency of parasitism have been published before (Glas et al., 1981)

This work was started to study whether the different host-distribution patterns that the parasite may encounter in the field could have an influence on the parasitization activity, and therefore on the success or failure of the biological control program. The five major pests that occur in the field each have different distribution patterns of their eggs. Pieris brassicae and Manestra brassicae lay their eggs in large egg batches that can consist of several hundreds of eggs. The egg batches of M. brassicae are very compact whereas the egg batches of P. brassicae often consist of several small groups separated by short distances. Pieris rapae lays its eggs separately. Evergestis forficalis lays its eggs in small groups which consist of about a dozen eggs. Plutella xylostella lays its tiny eggs along the veins of the leaves separately or in small groups. A single leaf may contain more than 30 of these eggs.

Laing (1937, 1938) found that T. evanescens females move randomly on the surface of a leaf while searching. The host egg is perceived from a short distance (1.8 mm) by means of sight. After a host has been visited a searching pattern with turning movements in the vicinity of the host occurs. In our experiments the distance between the eggs was different in each experiment. Sixteen eggs of P. brassicae or M. brassicae were offered to one female Trichogramma (either T. evanescens or T. cacoeciae) at distances of 0, 1, 2, 3, 4, 5 and 10 mm respectively. Clear correlations were found in the distance between the host eggs and the numbers of hosts that were parasitized per unit of time. The females of both Trichogramma species spent up to ten times as much time per visit when the eggs are 10 mm apart than they do in the situation that the host eggs are close together. Consequently the number of hosts parasitized per unit of time decreases as the distance between hosts increases. The visit time increased rapidly when the distance between the hosts became larger than 2 mm, which can be related to the finding of Laing (1937) that Trichogramma perceives the host when the eggs are further than 2 mm apart. As a direct consequence of this, not only the time spent per visit but also the number of eggs laid per host increases as the distance between hosts increases. In all these experiments no kairomones were applied, in a following series of experiments we will include kairomone application. The final conclusion is that Trichogramma females parasitize more efficiently when the hosts are close together, i.e. on egg batches than when eggs are separated. The number of hosts that can

be parasitized per individual parasite per unit of time is higher firstly because the parasite discovers more hosts and secondly because the number of eggs laid per host is smaller.

These findings are supported by field data showing that individually laid eggs of M.brassicae are parasitized less well than M.brassicae egg batches.

Role of chemical mediators in host searching.

The process leading to parasitization is generally divided into the following phases (e.g. Vinson, 1976): 1. host-habitat location, 2. host location and 3. host inspection. In each phase physical and chemical stimuli play an important role (Weseloh, 1981). As long as the host is not yet found, that is during host-habitat location and host location, olfactory stimuli are the most important mediators of the parasite's behaviour. The cues may have different origins. They can be derived from the host plant: of several species of parasitic Hymenoptera it is known that they use host-plant odour as an olfactory cue during host-habitat location, and this has been shown in some Trichogramma species too (Altieri et al.; 1981). The cues can also be derived from the host itself, or from a product of the host. In this case they are called kairomones. A kairomone is a substance produced or acquired by an organism that, when it contacts an individual of another species in the natural context, evokes in the receiver a behavioral or physiological response that is adaptively favorable to the receiver but not to the emitter (Nordlund, 1981). At a distance volatile kairomones may cause an attractant response in the parasite, in the form of a directed movement towards the odour source. Once arrived in the host habitat the parasite may show an arrestment response, due to the presence of contact kairomones, which can be observed as an extended and intensified searching behaviour for the host (Kennedy, 1978).

A number of substances have shown to function as a kairomone for Trichogramma evanescens though the chemical structure of the active components has not been elucidated in each case. Details of the experiments done thus far with Trichogramma can be found in Noldus & van Lenteren (1983). The preliminary research was set up to find out which parts of products of Pieris brassicae, P. rapae and Mamestra brassicae have a kairomonal effect on Trichogramma evanescens (strain 11) and resulted in the findings summarized in table 4 and 5.

Table 4.

Materials tested in an olfactometer for possible volatile kairomonal effects on Trichogramma evanescens.

<u>Material tested</u>	<u>response</u>
1. cabbage leaf with host eggs and host deposits of <u>P. brassicae</u>	no response
2. cabbage leaf with host eggs and host deposits of <u>M. brassicae</u>	no response
3. oviposition-detering pheromone of <u>P. brassicae</u>	no response
4. virgin <u>P. brassicae</u> females	attraction
5. mated <u>P. brassicae</u> females	no response
6. <u>P. brassicae</u> males	no response
7. synthetic sex pheromone of <u>M. brassicae</u>	no response
8. hexane extract of sex pheromone gland of <u>M. brassicae</u>	no response
9. calling, virgin <u>M. brassicae</u> females	attraction

Table 5.

Materials tested on cabbage leaves in an observation cage for possible contact-kairomonal effects on Trichogramma evanescens

<u>Material tested</u>	<u>response</u>
1. wing scales of <u>M. brassicae</u>	arrestment
2. wing scales of <u>P. brassicae</u>	arrestment
3. wing scales of <u>P. rapae</u>	arrestment
4. oviposition-detering pheromone of <u>P. brassicae</u>	arrestment

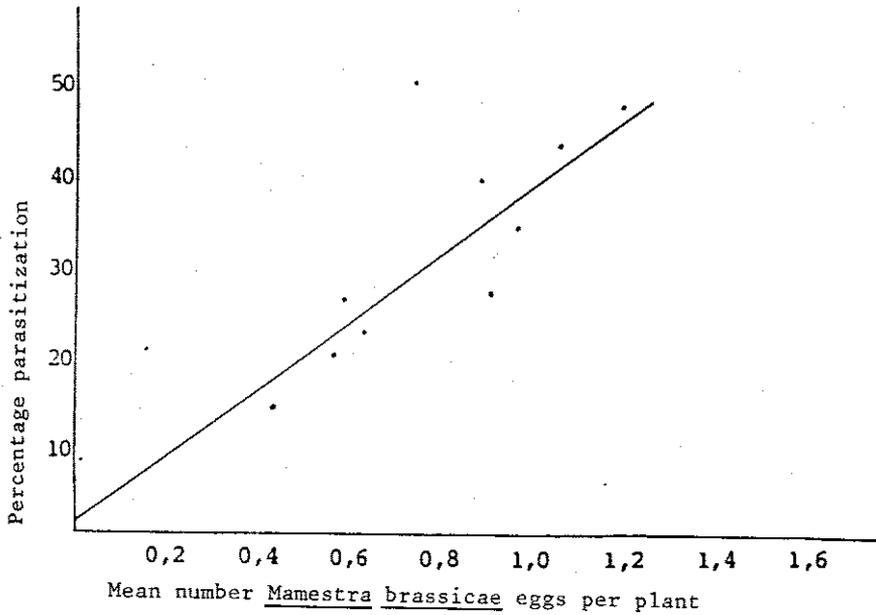


Figure 4.

Relationship between Mamestra brassicae egg density in cabbage and percentage parasitism by Trichogramma spp. (mean % for entire season per plot).

From table 4 we may conclude that in an olfactometer T. evanescens does not show a response to host-habitat material combined with host eggs and host deposits. Furthermore, the oviposition-detererring pheromone of P. brassicae, mated P. brassicae females, P. brassicae males, synthetic sex pheromone and a hexane extract of the sex pheromone gland of M. brassicae do not act as volatile kairomones. However, virgin P. brassicae and M. brassicae females release volatile substances to which Trichogramma females are attracted. For M. brassicae we have determined that the parasite reacts to the pheromone blend or a component thereof: the parasites reaction at the same moment that M. brassicae we do not know to which substance(s) the parasite reacts as the presence of female sex pheromones has as yet not been detected in this species.

From table 5 we can conclude that the wing scales of the three Lepidopteran species tested act as contact kairomones for T. evanescens. When T. evanescens contacts the oviposition-detererring pheromone of P. brassicae we also measured an arrestment response. It seems clearly adaptive for a parasite to search longer or more intensively on places where host eggs have been deposited. We would like to stress here that we have just started our research into kairomonal influences. The possibility for practical use of kairomones as manipulators of search behaviour can only be assessed after much more ecological research.

Field research.

Experimental releases of Trichogramma to study their impact on Lepidopteran cabbage pests have been carried out in Brussels sprouts field (0.5-1 ha) for 4 seasons since 1980. The parasites are mass produced on eggs of Sitotroga cerealella in Darmstadt (Dr. Hassan). Releases are made weekly from June to September by depositing parasitized host eggs in the center of 10 x 10 m experimental plots. For details see Glas et al. (1981). The plots (3 replicates per treatment) are sampled weekly for host eggs, larvae and pupae of the pest species.

Weather conditions during the 4 years of experiments differed, and relatively cool (1980) as well as warm summers (1982, 1983) occurred. However, Lepidopteran pest densities were low (< 1 larva per plant) in all years. Under these conditions it is difficult to

obtain significant differences in larval infestations between treated and control plots. Besides, several authors (e.g. Parker, 1970; Gross, 1981) have stressed the poor performance of Trichogramma parasites when host egg densities are low, such as early in the season. This is possibly due to the lack of host-associated chemical search stimulants and lack of search reinforcing host encounters.

In warm summers we observed high infestation levels of Plutella xylostella (5-10 larvae per plant). Parasitized P. xylostella eggs were never found, possibly the eggs are too small for Trichogramma to accept them as hosts. Larval damage to the plants never was serious, first since they are small and do not eat much, second due to high parasitization of larvae and pupae by Apanteles and Diadegma parasite species.

In 1983, a comparison of the performance of a strain with a high activity at low temperature (strain 57) and one with a low activity (strain 8) were made. Summer temperatures turned out exceptionally high, however, and both strains dispersed readily beyond the boundaries of the release plots and were recovered from the control plots as well. In cold summers dispersal from the release center of the plot seemed to be limited to a few meters.

Densities of P. brassicae and P. rapae were extremely low (< 0.5 eggs per plant) in the beginning of the season and did not increase later on. In neither of the treated plots, parasitized Pieris sp. eggs were found. M. brassicae reached a peak density of 2-3 eggs per plant. Parasitization rates remained low in the first 4 weeks of the season, when the plants were small, and increased rapidly once the crop had a closed canopy. This indicates that the parasites must be able to walk from one plant to the other in order to locate host eggs effectively. Parasitization rates increased towards the end of the season, when parasitism was almost 100 %. A suppression of the larval population was apparent. Mean percentage parasitism for the entire season was 42 % (strain 57) and 36 % (strain 8), respectively (significantly different at $P < 0.05$). A significant positive correlation was found between the M. brassicae egg density and the percentage parasitism (Figure 4).

The data that were obtained from the field experiments thus far are too limited to draw any definite conclusions on the effec-

tiveness of Trichogramma releases in controlling Lepidopteran pests in cabbage. We will continue field testing of candidate strains. In order to overcome the problem of low host densities in field plots, other techniques for testing parasite effectiveness e.g. by applying laboratory reared host eggs to the field, must be developed.

Acknowledgements.

The cooperation in this research by the following graduate students is highly appreciated by the authors: Annemarie Brand, Marianne van Dijken, Ingrid Heck, Tanja van Heiningen, Anneke Kaskens and Lucas Noldus. Marian Kole and Doeke van der Schaaf participated as technical assistant and post graduate research fellow, respectively. Truus de Vries typed this paper.

Summary

Trichogramma egg parasites are used world wide for Lepidopteran pest control by periodic inundate releases. In our laboratory we maintain a collection of ca. 60 different strains of Trichogramma spp., with the purpose to select the strain that is most effective in controlling the Lepidopteran species complex in Dutch cabbage crops. The variation among strains for characteristics determining parasite efficiency is studied in laboratory experiments. Thus far results were obtained on parasitization activity at low temperature, host-age and -species selection and the influence of host associated chemicals as well as host egg distribution patterns on the searching behaviour of Trichogramma. Candidate strains are tested in experimental field releases.

Zusammenfassung

Trichogramma Eiparasiten werden weltweit zur Bekämpfung von schädlichen Lepidopteren mit periodischer Massenfrelassung eingesetzt. In unseren Laborzuchten unterhalten wir ca. 60 verschiedene Stämme von Trichogramma spp. mit dem Ziel, die Stämme auszuwählen, die sich gegenüber den im niederländischen Kohlanbau schädlichen Lepidopteren am wirksamsten erweisen. Die Variationen zwischen den Stämmen bezüglich ihrer Eignung als Parasiten werden in Laborversuchen untersucht. Bisher liegen Ergebnisse vor über die Parasitierungsaktivität bei niedrigen Temperaturen,

sowie über Einflüsse von Wirtsalter und Wirtsart, von wirtszugehörigen Stoffen sowie Formen der Eiverteilung auf das Suchverhalten von Trichogramma. Versuchsstämme wurden im Freiland getestet.

References.

- Altieri, M.A., W.J. Lewis, D.A. Nordlund, R.C. Gueldner & J.W. Todd, 1981. Chemical interactions between plants and Trichogramma wasps in Georgia soybean fields. *Prot. Ecol.* 3 (3): 259 - 263.
- Glas, P.C., P. Smits, P. Vlaming & J.C. van Lenteren, 1981. Biological control of lepidopteran pests in cabbage crops by means of inundative releases of Trichogramma species (T. evanescens Westwood and T. cacoeciae March): a combination of field and laboratory experiments. *Med. Fac. Landbouww. Rijksuniv. Gent*, 46,2, 487 - 479.
- Gross, H.R., 1981. Employment of kairomones in the management of parasitoids. In: *Semiochemicals, their role in pest control*. D.A. Nordlund, R.L. Jones & W.J. Lewis (eds) Wiley, New York. pp 137 - 152.
- Jong, D.J. de, 1963. Onderzoek met een sluipwesp in boomgaarden. *Fruittelt* 53: 152 - 153.
- Kennedy J.S., 1978. The concepts of olfactory 'arrestment' and 'attraction'. *Physiol. Entomol.* 3: 91-98.
- Laing J., 1937. Host finding by insect parasites. I. Observations on finding of hosts by Alysia manducator, Mormoniella vitripennis and Trichogramma evanescens. *J. Anim. Ecol.* 6: 298 - 317.
- Laing J., 1938. Host finding by insect parasites. II. The chance of Trichogramma evanescens finding its hosts. *J. Exptl. Biol.* 15: 281 - 302.
- Lenteren J.C. van 1980. Evaluation of control capabilities of natural enemies: does art have to become science? *Neth. J. Zool.* 30 (2), 369 - 381.
- Lenteren J.C. van, P.C.G. Glas & P.H. Smits, 1982. Evaluation of control capabilities of Trichogramma and results of laboratory and field research on Trichogramma in the Netherlands. *Les Trichogrammes, Antibes (France), les colloques de l'INRA no. 9*: 257 - 268.
- Noldus, L.P.J.J. & J.C. van Lenteren, 1983. Kairomonal effects on searching for eggs of Pieris brassicae, Pieris rapae and Mamestra brassicae of the parasite Trichogramma evanescens Westwood. *Med. Fac. Landb. Rijksuniv. Gent* 48 (in press)

- Nordlund, D.A., 1981. Semiochemicals; a review of terminology. In: D.A. Nordlund, R.L. Jones & W.J. Lewis (eds.): Semiochemicals, their role in pest control. Wiley, New York pp 13 - 28.
- Parker, F.D., 1970. Management of pest populations by manipulating densities of both hosts and parasites through periodic releases. Ch. 16. In: Biological Control. C.B. Huffaker ed. pp 365-376. Plenum Publ. Corp. New York.
- Parker F.D., F.R. Lawson, and R.E. Pinnell, 1971. Suppression of Pieris rapae using a new control system: Mass releases of both the pest and its parasites. J. Econ. Entom. 64. 721 - 735.
- Smits P.H., 1982. The influence of kairomones of Mamestra brassicae L. on the searching behaviour of Trichogramma evanescens Westwood. Les Trichogrammes, Antibes (France); les colloques de l'INRA no. 9: 139 - 150.
- Vinson, S.B., 1976. Host selection by insect parasitoids. Annu. Rev. Entomol. 21: 109 - 133.