

Diss. ETH Nr. 6837

ALTERNATIVE BEKÄMPFUNGSMETHODEN
GEGEN *TRIBOLIUM*, *PLODIA* UND *CADRA*

ABHANDLUNG
zur Erlangung
des Titels eines Doktors der Technischen Wissenschaften
der
EIDGENÖSSISCHEN TECHNISCHEN HOCHSCHULE ZÜRICH

Vorgelegt von

T o m a s H o p p e

dipl.Ing.-Agr. Landwirtsch. Hochschule Prag
geboren am 13. Juni 1946
in Vysoke Myto (Tschechoslowakei)

Angenommen auf Antrag von

Prof. Dr. V. Delucchi, Referent
Prof. Dr. H. Z. Levinson, Korreferent

1 9 8 1

ABSTRACT

Alternative control methods against *Tribolium*, *Plodia* and *Cadra*

- (a) The action of two insect growth regulators (IGRs) with juvenile hormone activity, methoprene (Isopropyl-11-methoxy-3,7,11-trimethyl-2,4-dodecadienoate) and epofenonane {Isomeric mixture of 6,7-epoxy-3-ethyl-1-(p-ethylphenoxy)-7-methylnonane and 6,7-epoxy-1-(p-ethylphenoxy)-3,4,7-trimethylnonane; 3:1} were tested in laboratory on several strains of *Tribolium castaneum* (HERBST). Both compounds were used as acetone solutions and mixed with larval food (wheat flour). Effective concentrations EC_{50} and EC_{90} of the compounds were determined for a susceptible (FSS II), malathion-resistant (Kano) and multiresistant (CTC-12) strain as follows: EC_{50} and EC_{90} for methoprene are in FSS II 0,08 and 0,12 ppm respectively, in Kano 0,09 and 0,16 ppm, and in CTC-12 0,17 and 0,30 ppm. EC_{50} and EC_{90} for epofenonane are in FSS II 0,15 and 0,34 ppm respectively, in Kano 0,27 and 0,70 ppm, and in CTC-12 0,44 and 1,11 ppm. Thus the insecticide-resistant strains Kano and CTC-12 proved to be cross-resistant to both IGRs.

Specific epofenonane-resistance could be induced after successive treatments of 13 generations in the susceptible FSS II-insects only. A slight increase of the resistance was obtained in Kano, and no increase was noted in CTC-12 strain.

Sublethal concentrations of epofenonane caused a reduction of oviposition in adults emerging in the treated flour. Under certain circumstances full inhibition of the reproduction could be achieved.

- (b) Physical control of beetles in semolina by means of entoleter is possible in the pastry industry. Results of a practical trial indicate that the adults of several species as well as *T. castaneum*-eggs suffered 100% mortality when treated at 2900 TPM.

However, the problem of insect fragments in pastry products must be considered. These fragments can only be partly removed from the semolina through sieving.

- (c) Wheat infested with pupae of *T.confusum* DUVAL was shaken by means of a vibrator. While vibrations at 100 and 250 Hz lasting for 12 min had no apparent effect on the pupae, a mortality of 92,7 % was caused by shaking them with the wheat grains for only 1 min at 12,5 Hz. Young pupae (0 - 24 h old) were approximately 3x less susceptible than old pupae (5 - 6 d old). The lethal effect of shaking on pupae was cumulative. A 5 min treatment was as effective as 5 treatments lasting for 1 min each, or ten 30 sec treatments together. The possibility of using conventional grain elevators for the control of stored-product insects might be considered.
- (d) Detection and surveillance of storage moths in chocolate factories before and after control measures is possible by means of adhesive traps baited with a synthetic sexual attractant. However, the bait composition and dose are of great importance. The synthetic TDA {(Z,E)-9,12-Tetradecadienylacetate} is a very powerful attractant for males of *Plodia interpunctella* HUBNER, but is much less attractive to the males of *Cadra cautella* WALKER. The attractiveness of the TDA for *C.cautella* can be improved by adding 50 % of synthetic TA {(Z)-9-Tetradecenylacetate}. The maximal luring effect on the *Cadra*-males was obtained at the TDA-dose between 0,1 and 1 $\mu\text{g AI per m}^3$ of the room. Application of a dose at approx. 10 $\mu\text{g TDA pro m}^3$ resulted in males confusion.

Results of laboratory experiments indicate that vertical traps of the stripe-type (without attractant) were preferred by *P.interpunctella* to horizontal, square- and ring-traps. The shape and position of the trap determine the success of attraction; the colour of the trap is of a secondary importance.

- Der praktische Einsatz von Sexuallockstoff-Fallen eignet sich in Lebens- und Genussmittelfabriken für die Befallserkennung sowie Populationsüberwachung vor und nach Einsatz von Bekämpfungsmitteln.

4 ZUSAMMENFASSUNG

- (a) Zwei Insektenwuchsregulatoren mit juvenilhormon-ähnlicher Wirkung, Methopren (11-Methoxy-3,7,11-trimethyl-2,4-dodecadiensäure-isopropylester) und Epofenonan {Isomerengemisch von 6,7-Epoxy-1-(p-äthylphenoxy)-3-äthyl-7-methylnonan und 6,7-Epoxy-1-(p-äthylphenoxy)-3,4,7-trimethylnonan im Verhältnis 3:1}, wurden unter Laborbedingungen an verschiedenen resistenten Stämmen von *Tribolium castaneum* (HERBST) auf ihre biologische Wirksamkeit getestet. Dabei erwies sich Methopren aktiver als Epofenonan. Bewertet an der Herabsetzung der Schlüpftrate normaler Imagines, wurden bei den einzelnen Stämmen folgende EC_{50} -Werte ermittelt: FSS II (insektizidempfindlicher Stamm) 0,07 ppm für Methopren und 0,15 ppm für Epofenonan; Kano (malathion-resistent) 0,09 bzw. 0,27 ppm; CTC-12 (multiresistent) 0,17 bzw. 0,44 ppm. Die Resultate weisen darauf hin, dass die Stämme Kano und CTC-12 gegen beide Testsubstanzen wechselseitig resistent sind.

Epofenonan-Resistenz konnte nach aufeinanderfolgenden Behandlungen von 13 Generationen mit Epofenonan bei dem FSS II-Stamm induziert und bei dem Kano-Stamm leicht erhöht werden, bei dem CTC-12-Stamm blieb sie dagegen praktisch unverändert.

Sublethale Konzentrationen von Epofenonan in Weizenmehl vermindern das Vermehrungspotential der Imagines und können bei entsprechender Dosierung die Fortpflanzung vollständig unterdrücken. Es konnte nachgewiesen

werden, dass die adulten Weibchen nicht befruchtet wurden, was vermutlich auf subtile morphologische Deformationen an den männlichen Genitalien zurückzuführen ist.

- (b) Ergebnisse eines Praxisversuches zeigten, dass sich Prallmaschinen (Entoleter) zur alternativen Bekämpfung verschiedener vorratsschädlicher Käferarten gut eignen. Es konnte bewiesen werden, dass die Behandlung von Griess bei 2900 Touren/min eine restlose Abtötung der sich darin befindlichen Imagines und *T. castaneum*-Eier bewirkte. Ungelöst bleibt jedoch das Problem der Entfernung von Insektenfragmenten, die bei einer solchen Behandlung entstehen und in die Fertigprodukte (der Teigwarenindustrie) gelangen können.
- (c) Weizenkörner, die durch Erschütterungen in eine turbulente Reibungsbewegung versetzt werden, verletzen sämtliche in den Körner-Zwischenräumen auftretenden Puppen von *Tribolium confusum* DUVAL. Eine 90 sec dauernde Behandlung mit einem Vibrator nach Brüel & Kjaern überlebten bei 12,5 Hz nur 7,3 % der erschütterten Puppen. Die Empfindlichkeit der Puppen gegen mechanische Verletzungen nimmt mit dem Alter zu. So sind die 5 bis 6 Tage alten Puppen kurz vor dem Ausschlüpfen der Imagines etwa 3x empfindlicher als die jungen Puppen (<24 h alt). Larven und Imagines sind gegen mechanische Verletzungen relativ widerstandsfähiger als Puppen.
- (d) Befallserkennung und Populationsüberwachung von vorratsschädlichen Mottenarten (Phycitinae) lassen sich in Schokoladenfabriken vor und nach Insektizidanwendungen mit Hilfe von Klebefallen, die mit synthetischem Sexuallockstoff beködert sind, leicht praktizieren. Dabei muss auf die richtige Zusammensetzung und Dosierung des Lockstoffes geachtet werden. Das (Z,E)-Tetradecadienylacetat (TDA) ist für die optimale Anlockung von *Plodia-*

interpunctella-Männchen oder in synergistischer Kombination von 2:1 mit (Z)-9-Tetradecenylacetat (TA) für die optimale Anlockung von *Cadra cautella*-Männchen gut anwendbar. Wenn in einer Mottenpopulation *C. cautella* vorherrscht, wird eine optimale Fängigkeit der Fallen bei einer Raumdosierung zwischen 0,1 and 1 µg TDA pro m³ erreicht.

Ausserdem ist die Fängigkeit der Fallen weitgehend von deren Form und Grösse abhängig. Vertikal hängende, streifenförmige Fallen werden von den genannten Zünslerarten häufiger als kreis- und quadratförmige Fallen, bzw. als handelsübliche Delta- und Trichterfallen angefliegen. Mit der Länge der streifenförmigen Fallen des Fliegenfängertyps nimmt auch ihre Fängigkeit zu, wogegen die Farbe der Falle keinen wesentlichen Einfluss auf die Fängigkeit hat. Es kann gefolgert werden, dass neben dem olfaktorischen Verhalten auch optomotorische Reaktionen ausschlaggebend für die Anflüge paarungsbereiter Männchen an Fallen sind.