Zeitschrift: Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft = Bulletin de la Société Entomologique Suisse = Journal of the Swiss Entomological Society

Herausgeber: Schweizerische Entomologische Gesellschaft

Band: 51 (1978)

Heft: 2-3

Artikel: Die Bekämpfung des Apfelwicklers (Laspeyresia pomonella L.) durch Freilassung sterilisierter Falter in einer Apfelanlage

Autor: Mani, E. / Wildbolz, T. / Riggenbach, W.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-401877

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 02.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

MITTEILUNGEN DER SCHWEIZERISCHEN ENTOMOLOGISCHEN GESELLSCHAFT
BULLETIN DE LA SOCIÉTÉ ENTOMOLOGIQUE SUISSE
51, 143–154, 1978

Die Bekämpfung des Apfelwicklers (Laspeyresia pomonella L.) durch Freilassung sterilisierter Falter in einer Apfelanlage

E. MANI, TH. WILDBOLZ, W. RIGGENBACH & M. MENDIK
Eidg. Forschungsanstalt für Obst-, Wein- und Gartenbau, CH-8820 Wädenswil

Suppression of codling moth (Laspeyresia pomonella L.*) in an apple orchard by the release of sterile insects* – A Sterile Insect Technique program has been carried out in a comparatively well isolated 0,5 ha apple orchard from 1968 to 1976. Results show that a codling moth population can be suppressed by SIT also under European conditions.

At the end of 1968 the codling moth population of the orchard was quite low due to regular insecticide sprays. The population increased considerably in 1969 and 1970 when no control measures were taken. From 1971 to 1974 radiationsterilized moths (30–40 Krad) were released for control (54000–200000 each year). The population decreased to about 10% and stabilized at this low level (fruit attack below 0,5%). Unsprayed apple trees outside the orchard were heavily attacked by codling moth during the whole period. In 1975 and 1976 when no codling moth control measures were taken in the orchard the population increased again. Obviously some mated females immigrating into the orchard were responsible for the stabilization of the population in 1973 and 1974 as well as for the strong population increase in 1976.

Chances of SIT under local conditions are discussed. A drastic reduction of the high codling moth populations on unsprayed apple and pear trees would be a prerequisite for the practical application of the method.

In unserem Apfel- und Birnenanbau ist der Apfelwickler ein Hauptschädling, und zu seiner Bekämpfung werden regelmässig Insektizidspritzungen durchgeführt. In anderen Obstbaugebieten, in denen sich pro Jahr zwei und mehr Generationen folgen, ist die Bedeutung des Schädlings und die Zahl der erforderlichen Spritzungen entsprechend grösser. Somit drängt sich im Rahmen des integrierten Pflanzenschutzes die Suche nach neuen Bekämpfungsverfahren auf. Unter den neuen, unkonventionellen Verfahren hat in den vergangenen Jahren die Sterilpartnermethode (Sterile Insect Technique) oder Autozidmethode als Spezialfall der genetischen Bekämpfung grosse Beachtung gefunden.

In Kanada und dem Nordwesten der USA wurden bereits Ende der fünfziger/anfangs der sechziger Jahre Vorversuche im Laboratorium und an eingezelteten Bäumen durchgeführt (PROVERBS, 1962; PROVERBS & NEWTON, 1962 a,b,c; HATHAWAY, 1966). In der Folge wurden sterilisierte Falter zu Bekämpfungszwecken in ungespritzten, wie auch in vorher gespritzten Apfelanlagen freigelassen (PROVERBS *et al.*, 1966; PROVERBS, 1967; PROVERBS *et al.*, 1967, 1969; BUTT *et al.*, 1970; PROVERBS, 1970). Dabei handelte es sich jeweils um Flächen von 2–4 ha. Ende der sechziger/anfangs der siebziger Jahre wurden, unterstützt durch sanitäre Massnahmen und chemische Bekämpfung, Flächen von 40 bis 150 ha mit sterilisierten Faltern behandelt (BUTT *et al.*, 1972, 1973; PROVERBS *et al.*, 1975; WHITE *et al.*, 1976; PROVERBS *et al.*, 1977). In den Jahren 1976 und 1977 waren es in British Columbia

schliesslich 320 ha resp. 440 ha, auf welchen sterilisierte Falter zur Bekämpfung und lokalen Ausrottung des Apfelwicklers freigelassen wurden (PROVERBS, 1977).

In Europa wurden in den letzten Jahren vorbereitende Arbeiten für die Autozidmethode durchgeführt (FOSSATI *et al.*, 1971; JERMY & NAGY, 1971; PRISTAVKO, 1971; WILDBOLZ & MANI, 1971; NAGY & JERMY, 1972; CHARMILLOT *et al.*, 1973 a,b; NAGY & JERMY, 1975; AUDEMARD, 1976; FISCHER-COLBRIE, 1976; NIEMCZYK *et al.*, 1977; WHITE *et al.*, 1977). Freilassungen von sterilisierten Faltern zur Bekämpfung des Apfelwicklers in Obstanlagen erfolgten in Frankreich (AUDEMARD *et al.*, 1976), in Polen (SUSKI, 1977), der Schweiz (WILDBOLZ & MANI, 1975 a,b) und der USSR (PETRUSHOVA & BULYGINASKAYA, 1972). Ferner wurden in der Westschweiz substerile Falter und substerile F_1-Diapauselarven zur Bekämpfung eingesetzt (CHARMILLOT *et al.*, 1976 a,b; CHARMILLOT, 1977).

In der vorliegenden Arbeit wird über die Ergebnisse eines Freilassungsprogrammes berichtet, das in den Jahren 1968–76 in einer kleineren, isolierten Apfelanlage im oberen Rheintal durchgeführt wurde. Mit diesem Versuchsprogramm sollte die Anwendbarkeit und Wirksamkeit des Verfahrens unter unseren Verhältnissen untersucht werden. Dies drängte sich auf, da die früheren Bekämpfungsversuche unter den witterungs- und anbaumässig sehr verschiedenen Bedingungen des amerikanischen Nordwestens (British Columbia, Washington State) durchgeführt worden waren. Neben dem Bekämpfungserfolg wurde der Ermittlung biologischer Daten (Dispersions- und Kopulationsverhalten, Populationsdynamik usw.) spezielle Aufmerksamkeit geschenkt.

Abb. 1: Versuchsanlage Marschlins mit Blick nach Süden. Vordergrund: Teil der Versuchsanlage. Hintergrund rechts: unbehandelte Apfel- und Birnbäume (Foto A. Staub).

Die für das Versuchsprogramm ausgewählte Obstanlage Marschlins liegt im oberen Rheintal bei Landquart. Im Talboden befinden sich offenes Ackerland und Wiesen mit Tausenden von unbehandelten Apfel- und Birnenhochstämmen, einige Erwerbsobstanlagen sowie kleinere Wälder.

Die Obstanlage Marschlins ist relativ gut isoliert. Im Süden, Osten und Norden ist sie von Wiesen und offenem Ackerland umgeben, und die am nächsten gelegenen Apfel- und Birnenhochstämme sind in Distanzen von 300–500 m zu finden (Abb. 1). Im Westen werden die nächstgelegenen Mostbirnbäume (Distanz 150 m) durch einen schmalen Waldstreifen abgedeckt (Abb. 3). Die Fläche der Anlage beträgt 0,5 ha und ist mit 15–20jährigen Bäumen der Sorten Golden Delicious und Jonathan in Heckenform bepflanzt.

Der Apfelwickler wurde bis und mit dem Jahre 1968 regelmässig und mit Erfolg mit Insektiziden bekämpft. 1969 und 1970 wurde auf Insektizide verzichtet, um den Populationsverlauf beim Weglassen jeglicher Bekämpfung festzustellen. 1971 bis 1974 wurden dann sterilisierte Falter zur Bekämpfung freigelassen. In den folgenden zwei Jahren wurde erneut auf jede Bekämpfung verzichtet. Für die bessere Interpretation des Bekämpfungserfolges wurde ferner während der ganzen Versuchsperiode der Apfelwicklerbefall auf unbehandelten Bäumen in der Umgebung erfasst.

Die für die Freilassung benötigten Falter wurden auf einem künstlichen Nährboden gezüchtet, welcher dem in Summerland B.C. verwendeten (BRINTON *et al.,* 1969) sehr ähnlich ist (BUTT, 1975; MANI *et al.,* 1975 a; E. MANI *et al.,* in Vorbereitung). Die geschlüpften Falter wurden jeweils morgens und abends gesammelt und bei 12 °C aufbewahrt.

Für die Sterilisation wurden die 1–48 Stunden alten Falter auf 2 °C abgekühlt. Die immobilisierten Falter wurden in Dosen (200 cm^3) gegeben. Diese Dosen befanden sich in einem wenig grösseren, kaltes Wasser (2 °C) enthaltenden Behälter. Damit konnten die Falter auch während der Bestrahlung bei dieser Temperatur gehalten werden.

Die Sterilisation der Falter erfolgte mit Gammastrahlen (Co-60) und zwar 1971 und 1972 in einer «Gammacell 220» von AECL, Kanada (Dosisleistung ca. 600 Krad/Std) und 1973 und 1974 in einer Pool-Gammabestrahlungsanlage der Firma Sulzer, Schweiz (Dosisleistung ca. 140 Krad/Std). Zur Sicherstellung der Bestrahlung wurde den Faltern jeweils ein Chloralhydratdosimeter (Moos, 1972) beigegeben. Die Bestrahlungsdosis betrug 40 Krad im Jahre 1971, 30 Krad im Jahre 1972 und 35 Krad in den Jahren 1973 und 1974.

Zur Ueberprüfung der Wirksamkeit der Bestrahlung wurden periodisch 10 Serien zu je 5 Falterpaaren (♂ bestrahlt x ♀ unbestrahlt und umgekehrt) in 1 Liter grosse Zuchtbehälter gegeben und die abgelegten Eier auf ihre Sterilität überprüft. Die Qualität der gezüchteten und sterilisierten Falter wurde wiederholt getestet und zwar im Laboratorium, wie auch unter Freilandbedingungen. Dabei wurden vor allem Lebensdauer, Eiablage, Flugleistung, Dispersion und Kopulation untersucht (MANI *et al.,* 1975 b; REMUND & BOLLER, 1975; NIEMCZYK *et al.,* 1977; E. MANI, unveröffentlicht). Markiert wurden die Falter von 1971–73 durch Bestäuben mit Fluoreszenzfarbstoffen (Day-Glo) und 1974 durch Beifügen eines Fettfarbstoffes (Calco oil red-1700) in das Raupenfutter.

Während des Autotransportes in die rund 100 km entfernte Obstanlage wurden die Falter in einem Kühlschrank bei 8–10 °C gehalten.

Von Anfang Mai bis Mitte September wurden dreimal wöchentlich sterilisierte Falter freigelassen und zwar zwischen 1000 und 30000 pro Woche. Die Freilassungsmenge richtete sich nach der Flugkurve der Freilandpopulationen. Von Mitte Juni bis Mitte August wurden bei günstiger Witterung viele Falter freigelassen, im Vor- und Nachsommer sowie bei Schlechtwetterperioden weniger.

Bei schönem und warmem Wetter wurden die Falter direkt ins Blätterwerk der Bäume freigelassen und zwar in jede zweite Baumreihe. Bei kühler und nasser Witterung wurden die Falter in neun über die Anlage verteilte Käfige gegeben. Es waren dies auf 1,5 m hohen Pfählen befestigte Holzkistchen, bei welchen zwei Seiten mit einem 1-cm-Drahtgitter bespannt waren. Durch das Drahtgitter konnten die Falter bei Eintritt wärmerer Witterung wegfliegen; zudem waren sie vor Vogelfrass geschützt.

Das Verhältnis freigelassener, sterilisierter Falter zu Freilandfaltern wurde mit Fallen untersucht. Je zwei mit Pheromon und zwei mit virginellen Weibchen geköderte Fallen (MANI *et al.*, 1972; MANI & WILDBOLZ, 1975) wurden in der Mitte der Anlage aufgehängt und dreimal wöchentlich kontrolliert.

Die Grösse der Apfelwicklerpopulation wurde jeweils anhand der Zahl ausgewachsener Raupen ermittelt. Bei acht gleichmässig über die Anlage verteilten Gruppen von je sechs Bäumen (d.h. ca. 20% aller Bäume) wurde das Fallobst (ab Ende Juli) und das Ernteobst auf wurmstichige Früchte kontrolliert. Die gefundene Raupenzahl wurde dann auf die ganze Anlage umgerechnet.

Im Jahre 1975 wurden bei den der Anlage am nächsten gelegenen Wirtspflanzen wiederholt 2–300 markierte Männchen freigelassen. Zur Erfassung eines eventuellen Einfluges in die Versuchsanlage wurden 10 Pheromonfallen gleichmässig über die Anlage verteilt.

RESULTATE UND DISKUSSION

Aus der Abb. 2 ist der Populationsverlauf während der Versuchsperiode 1968–76 ersichtlich. Im Herbst 1968 war die in der Anlage vorhandene Apfelwicklerpopulation als Folge regelmässiger Insektizidspritzungen mit ca. 300–400 ausgewachsenen Larven relativ gering. Ohne Bekämpfung stieg die Population an und zwar auf rund 2800 ausgewachsene Raupen im Jahre 1969 und auf 3900 im Jahre 1970.

In den Jahren 1971 und 1972, den beiden ersten Jahren der Freilassung sterilisierter Falter, ging die Population von rund 3900 auf 1800 resp. 500 ausgewachsene Raupen zurück. Offensichtlich war dieser drastische Rückgang die Folge der Freilassungen, war doch der Apfelwicklerbefall an ungespritzten Bäumen in der Umgebung der Versuchsanlage während dieser Zeit durchwegs hoch. Durch die Freilassungen in den Jahren 1973 und 1974 konnte die Population zwar auf tiefem Niveau gehalten (Fruchtbefall unter 0,5%), aber nicht mehr weiter reduziert werden.

Die erneute Einstellung jeglicher Bekämpfung im Jahre 1975 bewirkte vorerst keinen Populationsanstieg. Im Jahre 1976 nahm dann die Population um das Sechzehnfache zu, d.h. in einem für unsere Verhältnisse ganz ungewohnten Ausmass.

Das Resultat der Freilassungen ist demnach gekennzeichnet durch eine rund neunzigprozentige Reduktion der anfänglich hohen Population und eine Stabilisierung auf niedrigem Niveau. In Nordamerika wurden relativ hohe Ausgangspopulationen in ähnlichem Masse reduziert (PROVERBS *et al.*, 1966, 1967; BUTT *et al.*, 1970).

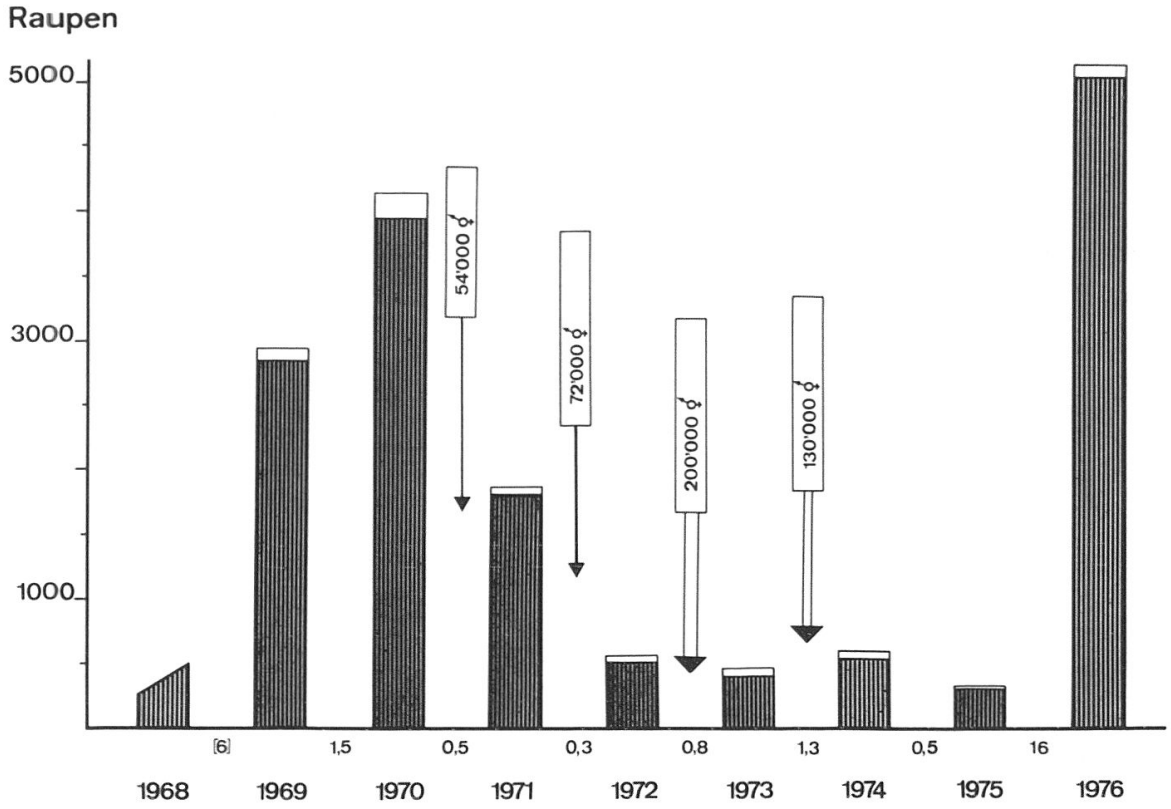

Abb. 2: Populationsverlauf in der Versuchsanlage Marschlins (Populationsermittlungen im Spätsommer und Herbst). Schraffierter Säulenteil: ausgewachsene Raupen. Nicht schraffierter Säulenteil: im Herbst nicht ausgewachsene Raupen. Pfeile: Freilassungen sterilisierter Falter. Zahlen unterhalb des Balkens: Vermehrungsfaktor.

Weshalb sich in unserem Versuch der anfänglich starke Rückgang der Population auf tieferem Niveau nicht mehr fortsetzte, soll nun eingehender diskutiert werden.

Für einen Erfolg der Autozidmethode von entscheidender Bedeutung sind die Qualität und Sterilität der freigelassenen Falter, die Gleichmässigkeit der Verteilung, das Verhältnis sterile zu fertilen Faltern und die Isolation der behandelten Fläche.

Auf die zentrale Bedeutung einer guten Falterqualität weisen die vielen Untersuchungen hin, die in den letzten Jahren durchgeführt worden sind (HATHAWAY *et al.,* 1970; DESEÖ, 1971; WHITE & HUTT, 1972; CHARMILLOT *et al.,* 1973 a,b; PROVERBS *et al.,* 1973; ROBINSON, 1973, 1974; HUTT & WHITE, 1974, 1975; ROBINSON & PROVERBS, 1975; WHITE *et al.,* 1975; FISCHER-COLBRIE, 1976; WHITE *et al.,* 1977). Allerdings können mit solchen Tests immer nur einzelne Schritte des Verhaltensablaufs erfasst werden.

In unseren regelmässig durchgeführten Qualitätstests (MANI *et al.,* 1975 b; NIEMCZYK *et al.,* 1977; E. MANI, unveröffentlicht) erwiesen sich die gezüchteten und sterilisierten Falter meist als gleichwertig mit Faltern aus im Freiland gesammelten Raupen. In einzelnen Fällen waren sie leicht unterlegen (Flugleistung im Flugmühlentest, Rückfang an mit Weibchen geköderten Fallen bei ungünstiger Witterung). Die Falterqualität blieb jedoch während der ganzen Freilassungsperiode unverändert. Deshalb kann sie für die Erklärung der Populationsstabilisierung in den Jahren 1973 und 1974 nicht massgebend sein.

Tabelle 1: Falterfang in der Versuchsanlage mit 4 Fallen (je 2 mit Pheromon und 2 mit Weibchen geköderte Fallen). Niedrigstes Verhältnis bezieht sich auf die ungünstigste Kontrollperiode von 2-3 Tagen.

Jahr	Zahl gefangene Männchen steril	fertil	Verhältnis steril:fertil durchschnittlich	niedrigst
1971	3392	138	25 : 1	5 : 1
1972	934	28	33 : 1	5 : 1
1973	1637	27	61 : 1	7 : 1
1974	1452	8	182 : 1	14 : 1

Die Weibchen erwiesen sich schon nach einer Bestrahlung mit 20 Krad als vollkommen steril. Nach der Kopulation bestrahlter Männchen mit fertilen Weibchen resultierte dagegen noch eine geringe Restfertilität. Sie war jedoch kleiner als in anderen Untersuchungen (PROVERBS & NEWTON, 1962 a; HATHAWAY, 1966; FOSSATI *et al.*, 1971; PROVERBS *et al.*, 1975). Nach Bestrahlung der Männchen mit 30 Krad schlüpften noch 4%, mit 35 Krad 2% und mit 40 Krad 1% der Eier. Zudem starb ein grosser Teil der geschlüpften Räupchen nach kurzer Zeit.

Die Falterverteilung war gleichmässig und erfüllte die von PROVERBS *et al.* (1969) aufgestellten Anforderungen weitaus.

Das Verhältnis steriler zu fertilen Faltern an den Fallen (Tab. 1) war in den Jahren 1973 und 1974 deutlich besser als 1971 und 1972. Das laut Literatur anzustrebende Verhältnis von 40 zu 1 (HATHAWAY, 1966; PROVERBS, 1967; PROVERBS *et al.*, 1969; BUTT *et al.*, 1970; WHITE *et al.*, 1973; PROVERBS *et al.*, 1975) wurde 1973 noch einige Male, 1974 dagegen nur zweimal unterschritten (am 10. Juni, 14:1 und am 1. Juli, 17:1). Nach dem 1. Juli wurden im Jahre 1974 überhaupt nur noch sterile Falter gefangen. Somit wären in den Jahren 1973 und 1974 genügend sterilisierte Falter in der Anlage vorhanden gewesen, um eine weitere Reduktion der Apfelwicklerpopulation zu erreichen.

Eine Reihe von Indizien deuten nun darauf hin, dass die Isolation der Anlage ungenügend war, um den Einflug von Männchen und Weibchen aus der Umgebung zu verhindern. So wurden mit den zwei im Jahre 1976 in der Versuchsanlage aufgehängten Fallen 92 Freilandmännchen gefangen. Es waren dies mehr Männchen als nach der Populationsschätzung (Wintermortalität 50%) im gesamten in der Anlage vorhanden sein konnten. Zuflug von Männchen aus der Umgebung konnte 1975 direkt nachgewiesen werden. Wie erwähnt, wurden damals wiederholt Falter an Kernobstbäumen in der Umgebung der Versuchsanlage freigelassen. Ein Prozent dieser Falter wurden in der Anlage zurückgefangen. Neuere Untersuchungen über das Dispersionsverhalten der Männchen zeigen zudem (PROVERBS, 1971; HOWELL & CLIFT, 1974; MANI & WILDBOLZ, 1977, 1978), dass sich einzelne Männchen über Distanzen von mehreren Kilometern ausbreiten.

Für den Erfolg eines Autozidprogrammes von weit grösserer Bedeutung als der Zuflug von Männchen - diese können durch die Freilassung sterilisierter Falter weitgehend ausgeschaltet werden - ist der Einflug kopulierter Weibchen. Leider besitzen wir bis heute noch kein einfaches und wirksames Fallensystem, um die Dispersion der Weibchen erfassen zu können.

Einen indirekten Hinweis auf den Einflug kopulierter Weibchen gibt uns die Verteilung des Fruchtbefalls in einzelnen Jahren, sowie der ungewöhnlich starke Populationsanstieg im Jahre 1976.

Im Jahre 1973 (Abb. 3) konzentrierte sich der Befall eindeutig auf den Südwestrand der Anlage, also dort, wo am ehesten mit einem Einflug aus der Umgebung zu rechnen war. Ähnlich war die Situation in den Jahren 1974 und 1976. Auch

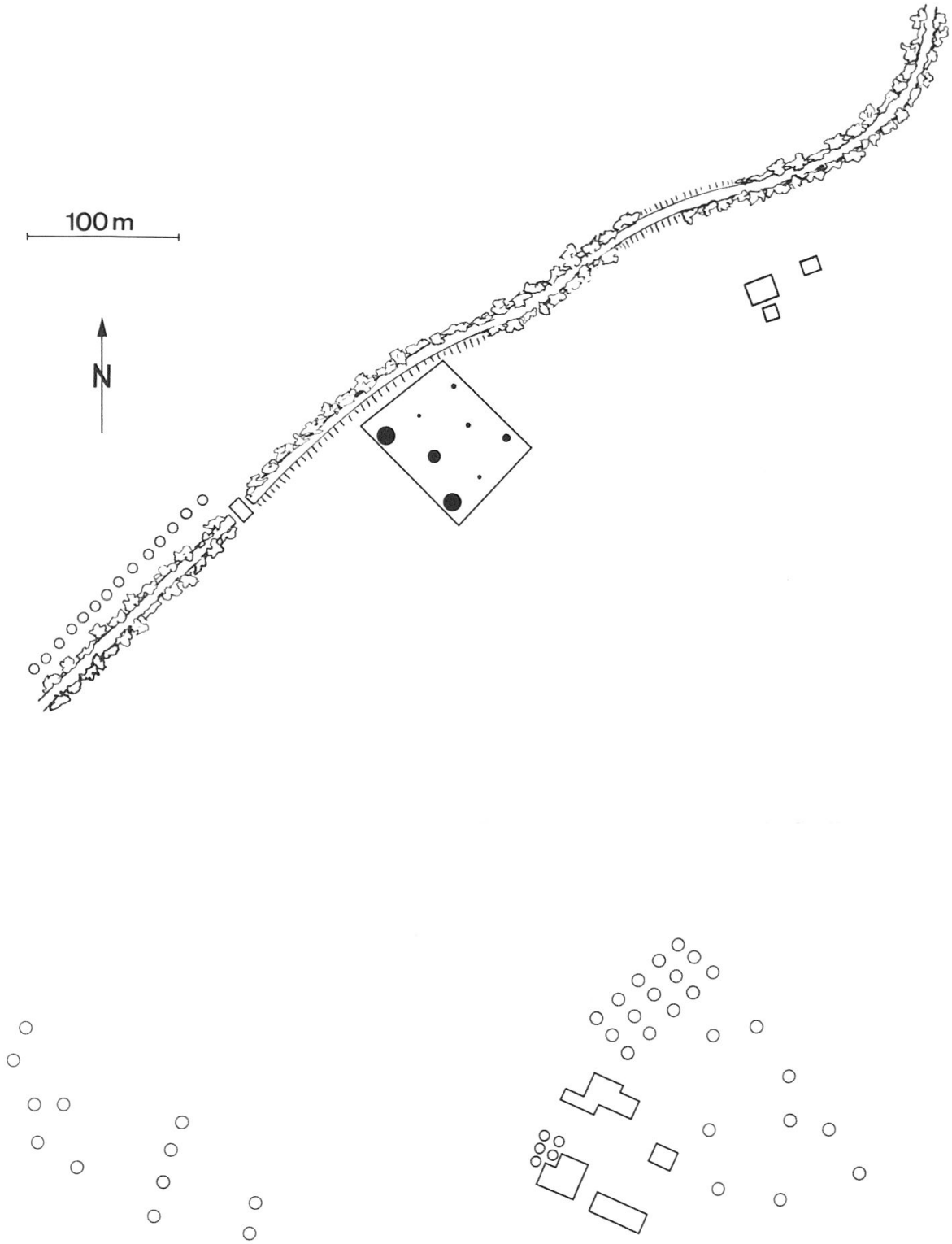

Abb. 3: Plan der Versuchsanlage und seiner Umgebung mit schematischer Darstellung des Raupenbefalls im Jahre 1973. Im Nordwesten der Anlage Kanal mit schmalem Waldstreifen. Kleine Kreise: unbehandelte Apfel- und Birnbäume. Schwarze Punkte in der Versuchsanlage: Raupenbefall in den 8 kontrollierten Baumgruppen (grösster Punkt: 28 Raupen; kleinster Punkt: 3 Raupen).

in Nordamerika, bei den unter weit günstigeren Isolationsbedingungen durchgeführten grossflächigen Versuchen liessen sich Befallskonzentrationen an bestimmten Orten mehrfach durch Zuflug kopulierter Weibchen erklären (BUTT *et al.*, 1973; PROVERBS *et al.*, 1975).

Nach den Untersuchungen verschiedener Autoren (BOVEY, 1966) legen die Falter der überwinternden Generation im Durchschnitt zwischen 17 und 64 Eier ab. Unter unseren Verhältnissen liegt die Zahl abgelegter Eier ohne Zweifel an der unteren Grenze, d.h. es dürfte nur mit etwa 10–20 Eiern pro Weibchen zu rechnen sein. Um die im Herbst 1976 ermittelte Population von rund 5000 ausgewachsenen Larven zu erhalten, wären mindestens 2–300 Weibchen erforderlich gewesen. Dies ist aber zwei- bis dreimal mehr, als in der Anlage aufgrund der Ermittlungen im Vorjahr und unter Einbezug einer 50%igen Wintermortalität vorhanden sein konnten.

Unter der gleichen Annahme lässt sich die Apfelwicklerpopulation der Jahre 1973–75 auf je rund 20–30 Weibchen zurückführen. Da schon in einem Umkreis von einem Kilometer um die Anlage Tausende von Weibchen vorhanden waren, ist ein Einflug von kopulierten Weibchen in dieser Grössenordnung durchaus wahrscheinlich. Untersuchungen über die Dispersion der Weibchen sind wie erwähnt schwierig. Bei Direktbeobachtungen an wegfliegenden Einzeltieren zeigten virginelle Weibchen eine ähnliche oder sogar ausgeprägtere Tendenz zu Distanzflügen als die Männchen (E. MANI, unveröffentlicht).

Abschliessend soll noch kurz auf das Auftreten anderer Schädlinge während des Autozidprogrammes hingewiesen werden. Die Rote Spinne (*Panonychus ulmi* KOCH) und die grüne Apfellaus (*Aphis pomi* DE GEER) blieben durchwegs auf tiefem Niveau. Die Mehlige Apfellaus (*Dysaphis plantaginea* PASS.), die Fruchtwanze (*Psallus ambiguus* FALL.) und der Heckenwickler (*Archips rosanus* L.) traten gelegentlich etwas stärker auf und machten eine Vorblütenspritzung mit Insektiziden erforderlich. Fruchtschäden von 1–5% waren auf den Anstieg des Bodenseewicklers (*Pammene rhediella* CL.) zurückzuführen.

SCHLUSSFOLGERUNGEN

Mit unserem Freilassungsprogramm wurde erstmals die Wirksamkeit der Autozidmethode unter europäischen Verhältnissen nachgewiesen. Infolge der ungenügenden Isolation der Obstanlage und dem dadurch bedingten Einflug von kopulierten Weibchen aus der Umgebung, erfolgte eine Stabilisation der Population auf einem für uns niedrigen, im Vergleich zu den kanadischen und amerikanischen Aktionsgebieten aber noch recht hohen Niveau (PROVERBS *et al.*, 1975; WHITE *et al.*, 1976; PROVERBS *et al.*, 1977).

Für die Autozidmethode wäre aus wirtschaftlichen Überlegungen eine mindestens lokale Ausrottung des Schädlings notwendig. Dies war offenbar in British Columbia durch grossflächige Anwendung bei tiefer Ausgangspopulation und guter Isolation möglich (PROVERBS, 1977). Bei uns ist an eine so weiträumige Anwendung nicht zu denken, da ausserhalb der Intensivobstanlagen viele unbehandelte Apfel- und Birnbäume mit sehr hohen Apfelwicklerpopulationen (bis 1500 ausgewachsene Raupen/Baum) zu finden sind. Dieses enorme Apfelwicklerreservoir müsste zuerst durch rigorose Sanierungsmassnahmen (BUTT *et al.*, 1972, 1973) drastisch reduziert werden. Aus ökologischen und wirtschaftlichen Gründen

ist es jedoch undenkbar, diese Bäume zu fällen oder sie mit Insektiziden zu spritzen. Demzufolge sind die Voraussetzungen für eine lokale Ausrottung, nämlich tiefe Ausgangspopulation und sehr gute Isolation, in unserem Gebiet nicht vorhanden.

Alljährliche Freilassungen, um die Apfelwicklerpopulationen der Intensivobstanlagen unter der Schadenschwelle zu halten, wären möglich, aber wirtschaftlich nicht tragbar. Es ist denkbar, dass die Freilassung substeriler Männchen oder F_1-Diapauselarven (CHARMILLOT *et al.,* 1976 a, b; CHARMILLOT, 1977) etwas günstiger wäre. Doch müssten diese Verfahren in weiteren Versuchen noch eingehend geprüft werden.

Aus den erwähnten Gründen sind vorläufig keine weiteren Freilassungen sterilisierter Falter zu Bekämpfungszwecken vorgesehen. Dagegen werden die während des Autozidprogrammes begonnenen Untersuchungen über Populationsdynamik, Dispersion, Kopulation und Eiablage weitergeführt, bilden sie doch die Voraussetzung für eine bessere Apfelwicklerbekämpfung mit Insektiziden oder mit andern Alternativmethoden.

VERDANKUNGEN

Die Obstanlage Marschlins wurde uns vom Besitzer J. NAEF, Obst- und Weinbaukommissär des Kantons Graubünden, und vom Pächter G. BUOB, Zizers, zur Verfügung gestellt. Dafür und für ihr grosses Verständnis danken wir ihnen herzlich. Unser bester Dank gilt auch R. AMMANN, Inrescor AG, Schwerzenbach, und H.J. ZEHNDER, Eidg. Forschungsanstalt, Wädenswil, für die Durchführung der Bestrahlung.

LITERATUR

AUDEMARD, H. 1976. *Etude démoécologique du carpocapse (Laspeyresia pomonella L.) en verger de pommiers de la basse vallée du Rhône. Possibilités d'organisation d'une lutte intégrée.* Thèse Doc.-Ing. Univ. F. Rabelais, Tours, 1976, 365 p.

AUDEMARD, H., CAUSSE, R. & FERON, M. 1976. *Lutte intégrée en verger de pommiers. Orientation nouvelle dans la lutte contre le carpocapse (Laspeyresia pomonella L.) en 1974–75.* Acad. Agric. Fr. Proc. verb. 11/2/1976, 228–235.

BOVEY, P. 1966. *Super-famille des Tortricoidea, le Carpocapse ou ver des pommes et des poires.* In: Balachowsky, A.S. (éd.). Entomologie appliquée à l'agriculture, Masson, Paris, *25(I)*:456–893.

BRINTON, F.E., PROVERBS, M.D. & CARTY, B.E. 1969. *Artificial diet for mass production of the codling moth, Carpocapsa pomonella (Lepidoptera: Olethreutidae).* Can. Ent. *101:* 577–584.

BUTT, B.A., HATHAWAY, D.O., WHITE, L.D. & HOWELL, J.F. 1970. *Field releases of codling moths sterilized by tepa or by gamma irradiation,* 1964–67. J. econ. Ent. *63:* 912–915.

BUTT, B.A., HOWELL, J.F., MOFFITT, H.R. & CLIFT, A.E. 1972. *Suppression of populations of codling moths by integrated control (sanitation and insecticides) in preparation for sterile-moth release.* J. econ. Ent. *65:* 411–413.

BUTT, B.A., WHITE, L.D., MOFFITT, H.R., HATHAWAY, D.O. & SCHOENLEBER, L.G. 1973. *Integration of sanitation, insecticides, and sterile moth releases for suppression of populations of codling moths in the Wenas Valley of Washington.* Environ. Ent. *2:* 208–212.

BUTT, B. 1975. *Survey of synthetic diets for codling moths. Sterility principle for insect control.* Internat. Atomic Energy Agency, Vienna, STI/PUB/377, 565–578.

CHARMILLOT, P.J., FOSSATI, A. & STAHL, J. 1973a. *Production de mâles stériles du carpocapse des pommes (Laspeyresia pomonella L.) descendant de parents substériles et examen de leur compétitivité en vue de la lutte autocide.* Schweiz. Landw. Forsch. *12:* 181-188.

CHARMILLOT, P.J., GRANGES, J., STÄUBLI, A. & BROCARD, C. 1973b. *Mise au point d'un olfactomètre pour l'étude du comportement sexuel et de la compétitivité du carpocapse (Laspeyresia pomonella L.) et d'autres lépidoptères.* Schweiz. Landw. Forsch. *12:* 351-362.

CHARMILLOT, P.J., STAHL, J. & ROSSET, S. 1976a. *Lutte autocide contre le carpocapse (Laspeyresia pomonella L.): 1. Description d'une technique de lâchers de larves diapausantes stériles dans des abris artificiels.* Mitt. Schweiz. Ent. Ges. *49:* 155-172.

CHARMILLOT, P.J., STAHL, J. & ROSSET, S. 1976b. *Lutte autocide contre le carpocapse (Laspeyresia pomonella L.): 2. Résultats de deux ans de lutte par dépôt en verger de larves diapausantes stériles.* Mitt. Schweiz. Ent. Ges. *49:* 173-184.

CHARMILLOT, P.J. 1977. *Lutte autocide contre le carpocapse (Laspeyresia pomonella L.): 3. Lâchers de papillons substériles.* Mitt. Schweiz. Ent. Ges. *50:* 203-212.

DESEÖ, K.V. 1971. *Study of factors influencing the fecundity and fertility of codling moth (Laspeyresia pomonella L., Lepid.; Tortr.).* Acta Phytopathol. Acad. Sci. Hung. *6:* 243-252.

FISCHER-COLBRIE, P. 1976. *Vergleichende Untersuchungen über die Möglichkeiten einer «Qualitätskontrolle» bei Apfelwicklern (Laspeyresia pomonella L.) aus Laboratoriumszuchten in Freilandkäfigen.* Land- und forstw. Forsch. Österreich *7:* 105-109.

FOSSATI, A., STAHL, J. & GRANGES, J. 1971. *Effect of gamma irradiation dose on the reproductive performance of the P and F_1 generations in the codling moth, Laspeyresia pomonella L.* Application of induced sterility for control of Lepidopterous populations. Internat. Atomic Energy Agency, Vienna, STI/PUB/281, 41-47.

HATHAWAY, D.O. 1966. *Laboratory and field cage studies of the effects of gamma radiation on codling moths.* J. econ. Ent. *59:* 35-37.

HATHAWAY, D.O., BUTT, B.A. & LYDIN, L.V. 1970. *Reduction of sexual aggressiveness of male codling moths treated with tepa or gamma irradiation.* J. econ. Ent. *63:* 1881-1883.

HOWELL, J.F. & CLIFT, A.D. 1974. *The dispersal of sterilized codling moths released in the Wenas Valley, Washington.* Environ. Ent. *3:* 75-81.

HUTT, R.B. & WHITE, L.D. 1974. *Codling moth: Effects of 0 and 38 Krad of gamma irradiation on the mating capacity of males.* Environ. Ent. *3:* 645-646.

HUTT, R.B. & WHITE, L.D. 1975. *Codling moth: Effects of gamma radiation on mating propensity of each sex, and limitation of mating by females.* Environ. Ent. *4:* 774-776.

JERMY, T. & NAGY, B. 1971. *Genetic control studies of carpocapsa pomonella (L.) in Hungary.* Application of induced sterility for control of lepidopterous populations. Internat. Atomic Energy Agency, Vienna, STI/PUB/281, 65-73.

MANI, E., WILDBOLZ, TH. & RIGGENBACH, W. 1972. *Die Männchenfalle, eine neue Prognosemethode für den Apfelwickler; Resultate 1969-1971.* Schweiz. Z. Obst- und Weinb. *108:* 337-344.

MANI, E., & WILDBOLZ, TH. 1975. *Ueber den Einsatz der Pheromonfalle in der Apfelwicklerprognose.* Schweiz. Z. Obst- und Weinb. *111:* 351-360.

MANI, E., RIGGENBACH, W. & MENDIK, M. 1975a. *Rearing of codling moths on diets.* Joint FAO/IAEA and IOBC/WPRS research coordination meeting on «The use of the sterile insect technique for the control of lepidopterous insects attacking tree fruit», 17.-21. November 1975, Vienna.

MANI, E., RIGGENBACH, W. & MENDIK, M. 1975b. *Quality control of reared and sterilized moths.* Joint FAO/IAEA and IOBC/WPRS research coordination meeting on «The use of the sterile insect technique for the control of lepidopterous insects attacking tree fruit», 17.-21. November 1975, Vienna.

MANI, E. & WILDBOLZ, TH. 1977. *The dispersal of male codling moths (Laspeyresia pomonella L.) in the Upper Rhine Valley.* Z. angew. Ent. *83:* 161-168.

MANI, E. & WILDBOLZ, TH. 1978. *Release methods and dispersal of codling moth.* Mitt. biol. Bund. Anst. Ld.- u. Forstw. (im Druck).

MOOS, W.S. 1972. *A modified chloralhydrate dosimeter system.* Int. J. appl. Radiat. Isotopes. *23:* 538-540.

NAGY, B. & JERMY, T. 1972. *On the host plants and distribution of the codling moth (Laspeyresia pomonella L.) in Hungary with special regard to the sterile release method.* Acta Phytopathol. Acad. Sci. Hung. *7:* 421-425.

NAGY, B. & JERMY, T. 1975. *Habit as a factor inducing diversity of populations in the codling moth and other orchard pests, and its relevance to genetic control methods.* Sterility principle for insect control 1974. Internat. Atomic Energy Agency, STI/PUB/377, 537-542.

NIEMCZYK, E., MANI, E. & WILDBOLZ, TH. 1977. *Experiments on calling and mating of codling moths as a measure of competitiveness.* Mitt. Schweiz. Ent. Ges. *50:* 3-9.

PETRUSHOVA, N.I. & BULYGINASKAYA, M.A. 1972. *Trials in codling moth (Laspeyresia pomonella L.) control by releasing sterilized males.* Byull. Gos. Nikits. Bot. Sada *2:* 58-61 (in Russian).

PRISTAVKO, V.P. 1971. *Radiation sterilization in the control of codling moth, Laspeyresia pomonella L.* Autoreferate of the doctor of biological sciences thesis, Kiev, 30 p.

PROVERBS, M.D. 1962. *Progress on the use of induced sexual sterility for the control of the codling moth, Carpocapsa pomonella (L.) (Lepidoptera: Olethreutidae).* Proc. ent. Soc. Ont. *92:* 5–11.

PROVERBS, M.D. & NEWTON, J.R. 1962a. *Influence of gamma radiation on the development and fertility of the codling moth, Carpocapsa pomonella (L.) (Lepidoptera: Olethreutidae).* Can. J. Zool. *40:* 401–420.

PROVERBS, M.D. & NEWTON, J.R. 1962b. *Some effects of gamma radiation on the reproductive potential of the codling moth, Carpocapsa pomonella (L.) (Lepidoptera: Olethreutidae).* Can. Ent. *94:* 1162–1170.

PROVERBS, M.D. & NEWTON, J.R. 1962c. *Suppression of the reproductive potential of the codling moth by gamma irradiated males in caged orchard trees.* J. econ. Ent. *55:* 934–936.

PROVERBS, M.D., NEWTON, J.R. & LOGAN, D.M. 1966. *Orchard assessment of the sterile male technique for control of the codling moth, Carpocapsa pomonella (L.) (Lepidoptera: Olethreutidae).* Can. Ent. *98:* 90–95.

PROVERBS, M.D. 1967. *Progress of the sterilization program for codling moth control during 1967.* Brit. Columbia fruit Growers Association, Quarterly Report *12:* 6–8.

PROVERBS, M.D., NEWTON, J.R. & LOGAN, D.M. 1967. *Autocidial control of the codling moth by release of males and females sterilized as adults by gamma radiation.* J. econ. Ent. *60:* 1302–1306.

PROVERBS, M.D., NEWTON, J.R. & LOGAN, M.D. 1969. *Codling moth control by release of radiation-sterilized moths in a commercial apple orchard.* J. econ. Ent. *62:* 1331–1334.

PROVERBS, M.D. 1970. *Procedures and experiments in population suppression of the codling moth, Laspeyresia pomonella (L.) in British Columbia orchards by release of radiation sterilized moths.* The Manitoba Ent. *4:* 46–52.

PROVERBS, M.D. 1971. *Orchard assessment of radiation-sterilized moths for control of Laspeyresia pomonella (L.) in British Columbia.* Application of induced sterility for control of lepidopterous populations. Internat. Atomic Energy Agency, Vienna, STI/PUB/281, 117–133.

PROVERBS, M.D., LOGAN, D.M. & CARTY, B.E. 1973. *Some biological observations related to codling moth control by the sterility principle.* Computer models and application of the sterile male technique. Internat. Atomic Energy Agency, Vienna, STI/PUB/340, 149–164.

PROVERBS, M.D., NEWTON, J.R., LOGAN, D.M. & BRINTON, F.E. 1975. *Codling moth control by release of radiation-sterilized moths in a pome fruit orchard and observations of other pests.* J. econ. Ent. *68:* 555–560.

PROVERBS, M.D. 1977. *Codling moth control in British Columbia by sterile insect release.* Joint FAO/IAEA research coordination meeting on «The use of the sterile insect technique for control of lepidopterous insects attacking tree fruit» in cooperation with IOBC, 7.–10. November 1977, Heidelberg FRG.

PROVERBS, M.D., NEWTON, J.R. & LOGAN, D.M. 1977. *Codling moth control by the sterility method in twenty-one British Columbia orchards.* J. econ. Ent. *70:* 667–671.

REMUND, U. & BOLLER, E.F. 1975. *Qualitätskontrolle bei Insekten: Messung von Flugparametern.* Z. ang. Ent. *78:* 113–126.

ROBINSON, A.S. 1973. *Increase in fertility, with repeated mating, of gamma irradiated male codling moths, Laspeyresia pomonella (L.) (Lepidoptera: Olethreutidae).* Can. J. Zool. *51:* 427–430.

ROBINSON, A.S. 1974. *Gamma radiation and insemination in the codling moth, Laspeyresia pomonella (Lepidoptera: Olethreutidae).* Ent. exp. & appl. *17:* 425–432.

ROBINSON, A.S. & PROVERBS, M.D. 1975. *Field cage competition tests with nonirradiated wild and irradiated laboratory strain of the codling moth.* Environ. Ent. *4:* 166–168.

SUSKI, Z.W. 1977. *Development of mass production, gamma sterilization and release of the codling moth; Laspeyresia pomonella L. - Polish strain.* Joint FAO/IAEA research coordination meeting on «The use of the sterile insect technique for control of lepidopterous insects attacking tree fruit» in cooperation with IOBC, 7.–10. November 1977, Heidelberg FRG.

WHITE, L.D. & HUTT, R.B. 1972. *Effects of treating adult codling moth with sterilizing and substerilizing doses of gamma irradiation in a low temperature environment.* J. econ. Ent. *65:* 140–143.

WHITE, L.D., HUTT, R.B., BUTT, B.A., RICHARDSON, G.V. & BACKUS, D.A. 1973. *Sterilized codling moths: Effects of releases in a 20-acre apple orchard and comparisons of infestation to trap catches.* Environ. Ent. *2:* 873–880.

WHITE, L.D., PROSHOLD, F., HOLT, G.G., MANTEY, K.D. & HUTT, R.B. 1975. *Codling moth: Mating and sperm transfer in females paired with irradiated and nonirradiated males.* Ann. ent. Soc. Am. *68:* 859–861.

WHITE, L.D., BUTT, B.A., MOFFITT, H.R., HUTT, R.B., WINTERFELD, R.G., SCHOENLEBER, L.G. & HATHAWAY, D.O. 1976. *Codling moths: Suppression of populations from releases of sterile insects in the Wenas Valley of Washington, 1972.* J. econ. Ent. *69:* 319–323.

WHITE, L.D., KOSLINSKA, M. & SUSKI, Z.W. 1977. *Codling moth: field cage mating competitiveness of radiosterilized males.* J. econ. Ent. *70:* 64–65.

WILDBOLZ, TH. & MANI, E. 1971. *Current work on genetic control of Carpocapsa pomonella. Application of induced sterility for control of lepidopterous populations.* Internat. Atomic Energy Agency, Vienna, STI/PUB/281, 151–155.

WILDBOLZ, TH. & MANI, E. 1975a. *Zum Stand der Sterilpartnermethode beim Apfelwickler.* Z. ang. Ent. *77:* 359–362.

WILDBOLZ, TH. & MANI, E. 1975b. *Die Bekämpfung des Apfelwicklers durch Freilassen steriler Insekten.* C.R. 5e Symposium Lutte intégrée en verger, OILB/SROP 1975, 267–270.