

Ministerium für Hoch- und Fachschulwesen
der Deutschen Demokratischen Republik
Berlin

HEINZ ADAM

Beitrag zur Sterilisierung der Kirschfruchtfliege
Rhagoletis cerasi LINNAEUS mittels Chemosterilantien
und Röntgenstrahlen
(Diptera: Trypetidae)

Mit 16 Textfiguren

Die Kirschfruchtfliege *Rhagoletis cerasi* LINNAEUS ist ohne Zweifel mit der gefährlichste Schädling des Süßkirschenanbaues und hat deshalb schon sehr lange Zeit (KOBEL 1933 — seit 1540) die Aufmerksamkeit der Obstfachleute erregt. Abgesehen von Literaturberichten, die bereits lange vor der Jahrhundertwende erschienen sind, hat diese Fruchtfliege besonders mit der großräumigen Intensivierung des Kirschenanbaues ab Ende der zwanziger Jahre eine ausführliche Bearbeitung erfahren. So finden sich im einschlägigen Schrifttum mehrere monographische Arbeiten, wie zum Beispiel von WIESMANN (1933, 1934, 1935, 1936), BOLLER (1963, 1966), WILDBOLZ (1962), SPRENGEL (1932), LESKI (1963) und anderen.

Dieser Schädling ist nach wie vor sehr aktuell und erfordert eine große Beachtung. Deshalb richten sich die Bemühungen der Obstfachleute darauf, ergänzende oder neue Bekämpfungsverfahren zu finden. Aufmerksam geworden durch die teilweise sensationellen Bekämpfungserfolge, die mit der Autozidmethodik bei anderen Fruchtfliegen, wie zum Beispiel der Mittelmeerfruchtfliege (*Ceratitis capitata* LINNAEUS), der Olivenfruchtfliege (*Dacus oleae* LINNAEUS) und anderen erzielt werden konnten, erhebt sich naturgemäß die Frage, inwieweit sich die modernen Methoden ebenfalls zur Bekämpfung der Kirschfruchtfliege anwenden lassen.

Im Süßkirschenanbau der DDR hat die Kirschfruchtfliege, besonders im Verlaufe des letzten Jahrzehntes, an Bedeutung gewonnen. So wurden beispielsweise 1969 fast 50% des gesamten Aufkommens an Süßkirschen durch *Rhagoletis cerasi* LINNAEUS beeinträchtigt. Die verwendeten Bekämpfungsmaßnahmen sind nur im beschränkten Maße von Erfolg gekrönt, da die zur Anwendung gelangenden Insektizide auf Grund der einzuhaltenden Karenzzeiten nicht immer voll wirksam eingesetzt werden können. Dazu kommt, daß der Kirschenanbau der DDR noch ein sehr heterogenes Sortiment umfaßt und weiterhin durch den vielfach noch verbreiteten Unterbau an Beerenobst die Bekämpfung zusätzlich erschwert wird.

Im Zuge der sich entwickelnden Maßnahmen zur integrierten Bekämpfung von Schädlingen im Obstbau wird in der DDR nach neuen Wegen und Methoden zur Bekämpfung der Kirschfruchtfliege gesucht. Angeregt durch die Beispiele des erfolgreichen Einsatzes der Männchen-Sterilitätsmethode zur biologischen Bekämpfung von Schadinsekten wurden im ehemaligen DEI/Eberswalde Untersuchungen zur Sterilisierung der Kirschfruchtfliege durchgeführt. Neben dem Studium der spezifischen ökologischen Verhältnisse unter den Anbaubedingungen unseres Landes wurde unter Laboratoriumsbedingungen die Wirkung von Chemosterilantien (Apholate, Metepa) als auch die Einwirkung von Röntgenstrahlen auf die Fertilität der Kirschfliege untersucht.

Untersuchungsmethodik

Im Vordergrund der Untersuchungen standen neben dem Studium der Verhaltensweisen im Freiland Labor-experimente über die Auswirkung verschiedener Chemosterilantien und Röntgenstrahlen auf das Reproduktions-system männlicher und weiblicher Fruchtfliegen.

Als Ausgangsmaterial wurden Fliegentönnchen benutzt. Die im praktischen Pflanzenschutz weit verbreitete Ausschleummethode hat sich für die vorliegenden Verhältnisse als sehr aufwendig und unrationell erwiesen. Deshalb wurde der einfachere Weg beschritten, die in Obstlagern und örtlichen Erfassungsstellen anfallenden vermadeten Kirschen aufzukaufen beziehungsweise vermadete Früchte direkt aus Gebieten mit starkem Befall einzutragen. Im Stadium der Vollreife befindliche Kirschen wurden in handelsüblichen Fotoschalen (70 × 100 cm) auf Filterpapier einlagig ausgebreitet und bei Temperaturen um 15 °C aufbewahrt. Tägliche Kontrollen sorgten für eine ständige Aussortierung faulender und schimmelnder Früchte. Bedingt durch die im unterschiedlichen Entwicklungsstadium eingetragenen Larven ergab sich eine Aufbewahrungszeit der Kirschen bis zu 14 Tagen. Die in diesem Zeitraum die Kirschen verlassenden Larven erreichten innerhalb weniger Stunden das Tönnchenstadium. Diese Tönnchen wurden regelmäßig ausgelesen, mit handwarmem Wasser abgespült und zu je 100 Stück auf mit Gaze bespannte, wassergefüllte Gläser (Inhalt 250 ml) gebracht, mit Plastikschälchen (Rauminhalt 50 cm³) abgedeckt und unter natürlichen Temperaturen aufbewahrt. Während der Wintermonate erwies es sich als notwendig, das Wasser aus den Gläsern zu entfernen und durch leicht angefeuchtetes Lärchenspreugemenge zu ersetzen. Unter diesen Bedingungen war es möglich, etwa fünf bis zehn Tage vor dem Schlupf der Freilandpopula-tionen Fliegen zu erhalten.

Die Haltung der Fliegen für Applikationsversuche mit Chemosterilantien erfolgte in kleinen, würfelförmigen Perlongazekäfigen von 20 cm Kantenlänge oder in größeren Glaszylindern (10 cm ø, 16 cm Höhe). Die Größe dieser Glasgefäße gestattete es, entsprechend dem Versuchsprogramm jeweilig bis zu zehn Pärchen zu halten. Als Nahrung für die Fliegen hat sich eine 5%ige Kristallzuckerlösung, die auf Filterstreifen aufgetragen wurde, gut bewährt.

Die Prüfung einer eventuell erzielten Sterilität mittels Chemosterilantien beziehungsweise Röntgenstrahlen erfolgte unter Freilandverhältnissen. Dazu standen Kirschbäume in einer gepflegten, regelmäßig mit Pflanzenschutz-mitteln behandelten Obstanlage zur Verfügung. Bereits kurz nach der Blüte wurden gut besetzte Kirschenzweige durch Gazebeutel isoliert, um einen möglichen Befall durch Fliegen von Freilandpopulationen auszuschließen. Entsprechend der Fragestellung der Teilerperimente kamen in diese Zuchtbeutel die nach verschiedenen Metho-den behandelten „Laborfliegen“ zur Prüfung ihrer Fertilität und Verhaltensweise.

Die Kirschfruchtfliege eignete sich auf Grund ihrer geringen Generationszahl und schwierigen Zucht für den üblichen Screeningtest nicht. Für die orientierenden Vorversuche zur Wirkung sterilanter Verbindungen und Röntgenstrahlen mußten deshalb histomorphologische Untersuchungen des Reproduktionssystems angestellt werden. Dazu kam folgende Methode zur Anwendung.

Nach der Fixierung in CARNOY nach ROMEIS (1948) — Puppen drei Stunden, Imagines zwölf Stunden — wurde das Untersuchungsmaterial in 96%igen Alkohol und anschließend in Isobuthylalkohol (je eine Stunde auf Perlon-sieben) übertragen. Als Zwischenmedium zur Paraffinstufe (52 °C) erwies sich Methylbenzoat-Celloidin (24 Stun-den mit zweimaligem Wechsel) und nachfolgend Benzol (30 Minuten mit einmaligem Wechsel) und Benzol-Paraffin (zwölf Stunden) als geeignet. Die Färbung der Schnittpräparate erfolgte nach MASSON (Trichromfärbung, ROMEIS 1948).

Untersuchungsergebnisse

Beobachtungen zur Verhaltensweise der Fruchtfliegen unter Versuchsbedingungen

In allen Untersuchungsjahren lag die Hauptschlupfzeit der Kirschfruchtfliegen im Mai. Bemerkenswert ist die Beobachtung, daß nur ein Teil der Tönnchen zum Schlüpfen kam. Ungefähr ein Drittel schlüpfte erst im darauffolgendem Jahr und füllte somit die fällige Population auf. Bei allen Zuchten konnte ein ziemlich konstantes Geschlechterverhältnis von 1:1 vermerkt werden. Die Kopulation wurde unter den künstlichen Aufzuchtbedingungen etwa ab 24 Stunden bis zu zwölf Tagen nach dem Schlupf beobachtet. Kopulationen unter Zuchtbedingungen dauerten oft mehr als 60 Minuten, wobei die Pärchen der direkten Lichteinstrahlung abgewandte Orte bevorzugten. Die Ablage von entwicklungsfähigen Eiern erfolgte frühestens acht Tage nach dem Schlüpfen. Das Anfliegen und Aufsuchen der für die Eiablage vorgesehenen Kirschen wird durch das schon oftmals beschriebene charakteristische Sucherverhalten eingeleitet (WIESMANN 1933). In der Regel belegt ein Weibchen jede Kirsche mit nur einem Ei, unter Käfigverhältnissen kam es vor, daß Kirschen bis zu sechsmal belegt wurden. Jedoch war nur selten zu beobachten, daß mehr als zwei Larven die Frucht verließen. Im Durchschnitt können von einem Weibchen bis zu 80 Eier abgelegt werden. Ein direktes Studium der speziellen Verhaltensweise der Kirschfruchtfliege im Freiland wird durch die Kleinheit der Objekte und ihre vereinzelte, etwas versteckte Lebensweise sehr erschwert. Die für die mögliche praktische Erprobung eines begrenzten Einsatzes sterilisierter Fliegen erforderlichen Grundlagen konnten deshalb nur in einer Vielzahl voneinander unabhängig ablaufenden Einzelbeobachtungen unter Heranziehung von Laborerfahrungen erfolgen.

In der Regel sind die Kirschfruchtfliegen trotz verschiedenartiger Bekämpfungsmethoden ständig in der Plantage vertreten. Ein zielgerichtetes Anfliegen der grünen beziehungsweise gelborange gefärbten Früchte ist umstritten und auch die eigenen Untersuchungen ergaben keinen schlüssigen Beweis. Nach den vorliegenden Beobachtungen des Flugverhaltens spielt der Zufallsfaktor doch eine erhebliche Rolle. So konnte nicht mit Sicherheit nachgewiesen werden, ob die Weibchen von einem entfernten Standort eine Frucht direkt anfliegen und unmittelbar den Legeakt vollziehen. Andererseits konnten auch Verhaltensweisen beobachtet werden, bei denen die Fruchtfliegen aus einiger Entfernung (zum Beispiel vom nächsten Baum) in den Kronenraum einfliegen und dabei direkt auf die Fruchtbüschel gelangten. Nach einer Ruhepause setzte das typische, die Eiablage einleitende Suchverhalten ein. Anfänglich wurde dieses Verhalten als rein zufällig gewertet, da es aber um so häufiger auftrat, je mehr die anfänglich grün-gelben Früchte eine gelborange Färbung annahmen, liegt naturgemäß die Schlussfolgerung nahe, daß auch ein gezieltes Anfliegen der Früchte erfolgen kann. Inwieweit besondere Aromastoffe anlockend auf die Kirschfruchtfliegenweibchen wirken, wurde experimentell nicht untersucht.

Für die Zielstellung der Untersuchungen, eine Methode des praktischen Einsatzes von Chemosterilantien zu finden, bot sich hier die Möglichkeit, eine spezifische Verhaltensweise des Schädlings auszunutzen. Zu diesem Zweck wurden Versuche mit verschiedenfarbigen Ködertafeln durchgeführt. Als relativ beste Variante erwies sich nach aufwendigen Erprobungen eine Farbkombination von chromgelb mit goldorange, die auf einer Hartfaserplatte von 20 × 20 cm aufgetragen war. Diese Tafeln wurden nach den vier Himmelsrichtungen in den Baumkronen angebracht. Eine besonders hervorzuhebende Ansammlung der Fruchtfliegen auf diesen Tafeln konnte allerdings nicht beobachtet werden. Mit Sicherheit ließ sich nur feststellen, daß *Rhagoletis cerasi* diesen Fallen nicht auswich und daß eine Bevorzugung gegenüber anderen Bereichen des Kronenraumes vorlag. So konnten zur Hauptflugzeit pro Tafel im Laufe eines Vormittages bis zu 30 Fliegen registriert werden. Dabei überwog der Weibchenanteil mit durchschnittlich 12%. Die Tageszeiten von 8 bis 11 Uhr in östlichen und 15 bis 18 Uhr in westlichen Bereichen des Kronenraumes brachten die höchsten Anflugzahlen, wobei allerdings eine erhebliche Zahl von Fruchtfliegen in anderen Bezirken der Baumkrone beobachtet werden konnte. Eine präzise Aussage, ob die mit diesen Ködertafeln angelockte Anzahl Fliegen im Verhältnis zu der Gesamtpopulationsstärke einen effektiven Faktor darstellt oder nicht, ist nur schwerlich zu geben, da es zur Zeit keine Möglichkeiten gibt, die Populationsstärke einzuschätzen. Die Farbtafeln hatten den Nachteil, daß sie bei intensiver Sonneneinstrahlung hohe Temperaturen (bis zu 35 °C) aufwiesen, was die Fliegen natürlich davon abhalten dürfte, diese anzufliegen. Weiterhin wirkten die Farbtafeln aus einem bestimmten Blickwinkel ähnlich wie ein reflektierender Spiegel, und der beabsichtigte Farbeffekt verlor seine Wirkung.

Sicherlich würden sich die Erfolgsaussichten derartiger Ködertafeln durch zusätzliche Kombination mit einem attraktiven Lockstoff wesentlich erhöhen. Neuere Arbeiten, besonders von HAI SCH und FORSTER sowie BOLLER (1969), zeigen bereits einige interessante Gesichtspunkte und gangbare Wege, jedoch sind noch keine wirkungsvollen Stoffe erarbeitet worden.

Experimente über die vorzeitige Aufhebung der Diapause

Unter der vorgesehenen Zielstellung einer möglichen Freilassung von im Laboratorium künstlich sterilisierten Kirschfruchtfliegen wurde den Problemen der Dauerbeziehungsweise Massenzucht von Fruchtfliegen große Aufmerksamkeit entgegengebracht. Weiterhin war es für die anzustellenden Experimente zur Methodik der Sterilisierung wünschenswert, ständig das ganze Jahr über Untersuchungsmaterial

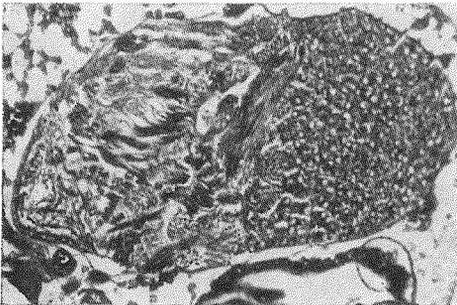


Fig. 1

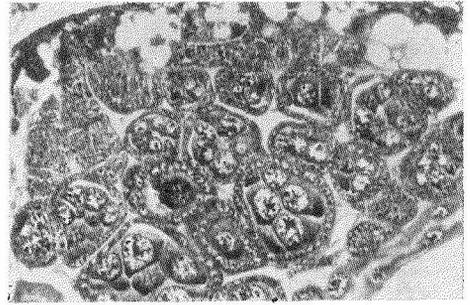


Fig. 2

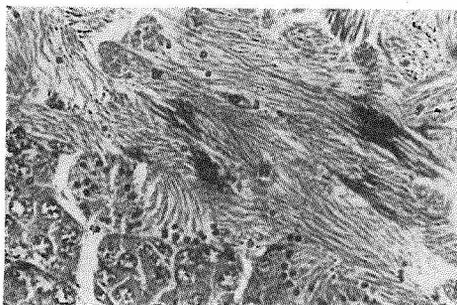


Fig. 3



Fig. 4

Fig. 1. Längsschnitt durch den Hoden eines gesunden, etwa 4 Tage alten Männchens. Sehr deutlich sind die Spermatocysten und agilen Spermien zu erkennen. (Vergr. 950X)

Fig. 2. Querschnitt durch das Ovarium eines gesunden, etwa 2 Tage alten Weibchens. Besonderer Wert wurde auf die Wiedergabe des Follikelepipithels der einzelnen Ovariole gelegt (Vergr. 950X)

Fig. 3—4. Diese Fotos stellen Ausschnittsvergrößerungen des Hodens in Fig. 1 und des Ovariums in Fig. 2 dar (Vergr. 1250X)

zur Verfügung zu haben. Aus diesen Gründen wurde dem Diapausegeschehen der Kirschfruchtfliege große Beachtung geschenkt.

Zu diesem Fragenkomplex liegen in der Literatur bereits ausführliche Untersuchungsergebnisse vor, besonders seien hier die erschöpfenden und grundlegenden Arbeiten von WIESMANN (1950) sowie LÆSKI (1963) genannt. Aufbauend auf die bereits in der Literatur vorliegenden Erfahrungen wurden einige Untersuchungen über die kurzzeitige Einwirkung von Temperaturen im Bereich von -4°C bis $+4^{\circ}\text{C}$ angestellt. Obwohl die verschiedensten Varianten durchprobiert wurden, konnten anfänglich keine anderen Ergebnisse erzielt werden, wie sie WIESMANN (1950) und LÆSKI (1963) erhalten haben. In Abänderung der Vorschrift WIESMANN'S (1950) S. 210, der die besten Erfolge bei Tönnchengruppen erzielte, die bis sechs Monate bei $+4^{\circ}\text{C}$ gehalten wurden, hat es sich bei den eigenen Versuchen als besser erwiesen, unmittelbar nach der Tönnchenbildung (nach Erhärtung der Kutikula) diese für 16 Tage Temperaturen von -1° bis -2°C auszusetzen. Im Anschluß an diese kurzzeitige „Kälteperiode“ wurden insgesamt 1685 Tönnchen, getrennt in drei Versuchsgruppen, für 30 Tage in Temperaturen von $+4^{\circ}\text{C}$ überführt. Die von WIESMANN (1950), S. 224, angegebenen Optimaltemperaturen von $+22^{\circ}\text{C}$ wurden nicht unmittelbar und langfristig kontinuierlich, sondern in Abstufungen von $+8^{\circ}\text{C}$ (zehn Tage), $+12^{\circ}\text{C}$ (sechs Tage), $+16^{\circ}\text{C}$ (vier Tage) gegeben. Erst im Anschluß daran wurden die Fliegentönnchen bei Temperaturen von $+22^{\circ}\text{C}$ gehalten. Mittels dieser Methode konnte nach frühestens zehn bis spätestens 20 Tagen ein fast 90%iger (89,4%) Schlupferfolg registriert werden. In Abweichung der Ergebnisse WIESMANN'S, der erst nach sechs Monaten — bei Haltung der Tönnchen unter $+4^{\circ}\text{C}$ — eine völlige Lösung der Diapause erreichte, waren es nach diesen hier genannten stufenweisen Temperaturbereichen möglich, bereits nach 60—70 Tagen Fruchtfliegen zu erhalten. Trotz dieses verbesserten Ergebnisses war es doch nur möglich, bis etwa Anfang Dezember Kirschfruchtfliegen zur Verfügung zu haben. Der Zeitraum von Dezember bis Ende April konnte anfänglich noch nicht überbrückt werden.

Weiterhin aufschlußreich sind die Ergebnisse folgender Experimente. Im ersten Untersuchungsjahr wurden 4825 Tönnchen zur Ermittlung einer kritischen Temperaturschwelle in verschiedenen Minusgraden (-3°C bis -6°C) mit unterschiedlichen zeitlichen Abstufungen gehalten. Der anfänglich als enttäuschend gewertete Erfolg bestand darin, daß selbst zum Zeitpunkt des normalen Schlupftermines im darauffolgenden Jahr weniger als 10% dieser so behandelten Tiere schlüpfte. Dieser außerordentlich hohe Anteil an Überlebenden brachte jedoch im zweiten Jahr eine äußerst günstige Voraussetzung, um in dem Zeitraum Januar bis April trotzdem noch Frucht-



Fig. 5

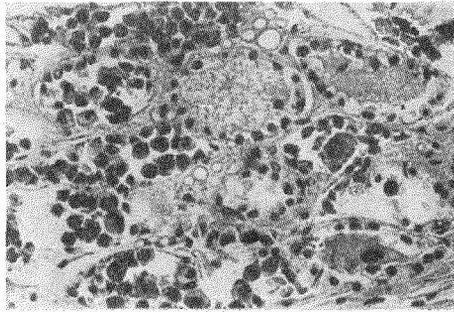


Fig. 6

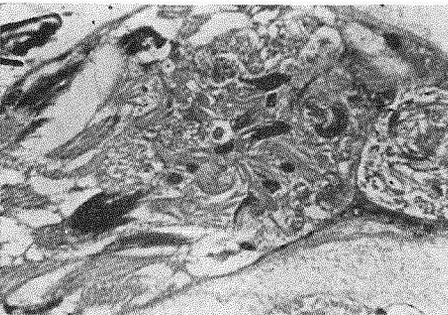


Fig. 7

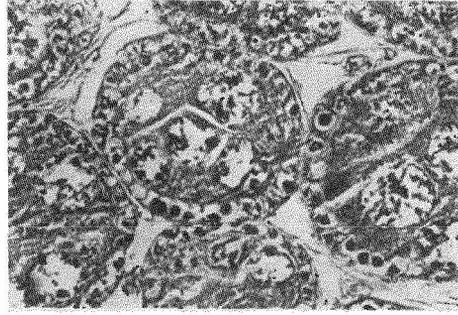


Fig. 8

Fig. 5. Kurz nach dem Schlüpfen wurden Männchen für 96 Stunden mit einer 0,5%igen Apholate-Honig-Lösung in Berührung gebracht. Die danach angefertigten Gewebeschnitte zeigen deutliche Schädigungen in den Hoden. Auf dem Foto lassen sich Veränderungen der Spermatozysten als auch der Spermien deutlich erkennen (Vergr. 1250 \times)

Fig. 6. Dieses Foto zeigt einen Querschnitt durch das Ovarium eines Weibchens, das auf die gleiche Weise wie das Männchen (in Fig. 5) einer 0,5%igen Apholate-Honig-Lösung ausgesetzt war. Im Vergleich zu Fig. 2 und 4 sind hier die Veränderungen im Follikel-epithel sichtbar (Vergr. 1050 \times)

Fig. 7–8. Ähnliche Veränderungen, wie sie in den Fig. 5 und 6 beschrieben wurden, ruft bei der gleichen Behandlungsweise eine 1%ige Metepalösung hervor. (Relative Expositionszeit 60 Stunden). (Vergr. 1050 \times)

fliegen für die Untersuchungen zur Verfügung zu haben. Diese Tönnchen wurden ab 1. März des Vorjahres (ihres eigentlichen Schlupfjahres) unter konstanten Temperaturen von + 8 °C gehalten und das ganze Jahr über nicht beachtet. Überraschend war daher, daß ab 18. Januar im kontinuierlichen Rhythmus von etwa 14 Tagen bis zum 26. April Fruchtfliegen schlüpften. Eine Berechnung des Prozentanteils ergab, daß 68,5% der überliegenden Tönnchen Fliegen entlassen hatten. Obwohl die Untersuchungen leider nicht fortgeführt werden konnten, ergaben sich doch aus diesen Vorgängen zwei interessante Schlußfolgerungen:

1. Minustemperaturen im Bereich von -3° bis -6°C führten zu einem Überliegen der Populationen bis zu 90%.
2. Überliegende Tönnchen über mindestens neun Monate bei + 8 °C und 75% relativer Luftfeuchte aufbewahrt, erbrachten Anfang des zweiten Jahres einen Schlupferfolg von fast 70%. (Inwieweit vorhergehende Temperaturen unter -3°C eine voraussetzende Bedingung sind, konnte nicht nachgeprüft werden.)

Zu diesen Experimenten muß noch erwähnt werden, daß sie in einem Bereich von 75–80% relativer Luftfeuchtigkeit durchgeführt wurden.

Einschränkend zur Gesamteinschätzung dieser Ergebnisse ist zu ergänzen, daß das Tönnchenmaterial für diese Experimente ausschließlich von einem Standort (Langenstein, Kreis Halberstadt) stammte. Eine Anwendung dieser Temperatur-

regeln bei Fruchtfliegen aus den nördlichen Bezirken (Frankfurt/Oder) brachten keine zufriedenstellende Ergebnisse. Offensichtlich spielen hier territoriale Rassen eine wichtige Rolle. (Vielleicht dürften damit auch die unterschiedlichen Resultate einzelner Bearbeiter eine Erklärung finden.)

Versuche zur künstlichen Ernährung

Abgesehen von der notwendigen Palette der Ingredienzien, deren optimale Kombination keine großen Schwierigkeiten bereitete, scheiterten alle Versuche an der erforderlichen physikalischen Konsistenz der Nährmedien. Die zusammengestellten Substrate, deren Grundkombination aus bekannten Rezepturen für andere Insektenarten entlehnt und verändert wurden, erwiesen sich letzten Endes als ungeeignet, da die darin befindlichen Larven bereits nach wenigen Tagen abstarben. Eine mikroskopische Untersuchung der Stigmen zeigte, daß die Membranen völlig zugekittet waren und somit der erforderliche Gasaustausch nicht mehr möglich war. Als relativ am besten aus diesen Versuchsserien hat sich folgende Zusammensetzung ergeben:

Kirschsafte	100 ml	Ascorbinsäure	1 g
(ohne Zusatz v. Zucker)		Cholesterole	0,1 g
Mineralwasser	100 ml	Vitamin B-Komplex	0,5 g
Agar	25 g	Riboflavin	0,25 g
Traubenzucker	5 g	Biotin	0,01 g

Das noch flüssige rote Nährsubstrat wurde kurz vor dem Erkalten in sterilisierte, kugelige Glasformen gegossen, nach dem Erstarren daraus entfernt und, auf Stäbchen aufgesteckt, den Fliegen zur Eiablage geboten. In allen Experimenten wurden diese „Pseudokirschen“ von den Fruchtfliegen angenommen und mit Eiern belegt. Die Fruchtfliegen zeigten ein ähnliches Verhalten, wie es unter natürlichen Bedingungen beobachtet wurde. Bei Temperaturen von 15 °C schlüpften nach vier bis fünf Tagen aus den Eiern junge Larven, die allerdings aus den schon genannten Gründen nach spätestens sechs Tagen abstarben. Zur besseren Durchlüftung in das Nährmedium eingemengte Plastikspäne brachten auch keine besseren Erfolge. Die Versuche wurden über dieses Stadium hinaus nicht weitergeführt.

Der Einfluß von Apholate und Metepa auf die verschiedenen Entwicklungsstadien von *Rhagoletis cerasi*

Über die sterilisierende Wirksamkeit dieser Chemosterilantien auf Männchen und Weibchen der Kirschfruchtfliege lagen zur Zeit der Untersuchungen keine anderweitigen Erfahrungen vor. Zielgerichtet auf eine mögliche praktische Anwendung wurden bei den Experimenten das Tönnchenstadium und Imaginalstadium ausgewählt. Die Ergebnisse orientierender Vorstudien werden im Folgenden nicht beschrieben, sondern nur die Versuchsreihen, die zu generalisierenden Aussagen berechtigten (Fig. 1 bis 8).

1. Tauchversuche mit Fliegentönnchen in Apholate-Lösungen

Versuchsmethodik: Etwa 40 Tage vor dem voraussichtlichen Schlüpftermin wurden je 30 Tönnchen (Präpuppenstadium) von *R. cerasi* in Siebgefäßen jeweilig in eine 0,1%-, 0,5%- und 1%ige Apholate-Emulsion getaucht (Applikationsdauer ein bis fünf Tage). (Nach WIESMANN (1936) treten Entwicklungshemmungen selbst nach zweimonatigem Liegen im Wasser nicht auf.) Die Imagines der nach dieser Methode behandelten Tönnchen schlüpften normal und standen in ihrer Entwicklung und ihrem Verhalten unbehandelten Fliegen in keiner Weise nach.

2. Prüfung der kontaktziden Wirkung von Apholate auf Präpuppenstadien

Versuchsmethodik: Es wurde eine 5%ige wäßrige Apholate-Emulsion zur kontaktziden Applikation verwendet. Die Puppen — etwa 40 Tage vor dem voraussichtlichen Schlüpftermin aus der Tönnchenhülle herauspräpariert — bekamen statt dieser eine Apholate-getränkte Filterpapierumhüllung und verblieben zur Weiterentwicklung in Glasröhrchen von 3 mm Durchmesser. Bei einer Anzahl Präpuppen wurde durch Ablösen der Tönnchenhülle über dem Abdomen die Apholate-Emulsion direkt auf die Kutikula aufgetragen und die so geöffneten Tönnchen zur Weiterentwicklung ebenfalls in paßgerechten Glasröhrchen untergebracht. Die

Röhrchen wurden mit Watte verschlossen und zwischen feuchten Filterpapieren in Dunkelschalen bei einer konstanten Temperatur von 15 °C aufbewahrt. Parallel dazu liefen entsprechende Kontrollversuche unter den gleichen Bedingungen. Die Fixierung der Puppen erfolgte in sechstägigen Intervallen.

Zum Vergleich mit den Präpuppen aus der Kontrollserie, die nach 42 Tagen schlüpften, zeitigte bereits eine sechstägige Apholate-Einwirkung eine völlige Stagnation der präimaginalen Entwicklung. Die aus den Tönnchenhüllen präparierten Präpuppen, die einer lokalen Applikation der Apholatesuspension ausgesetzt waren, konnten sich je nach Applikationsdauer zur Puppe und teilweise zur Imago weiterentwickeln. Die geschlüpften Fliegen dieser Versuchsserie hatten jedoch nur eine Lebensdauer von wenigen Tagen. Die von diesen Tieren angefertigten Schnittserien zeigten eine auffällige Rückbildung und Deformation der Gonaden. Die histologischen Präparate von Präpuppen aus der gleichen Versuchsserie, die über sechs Tage der Apholate-Einwirkung ausgesetzt waren, wiesen neben den Entwicklungsdefekten im Reproduktionssystem, Veränderungen im Fettkörper-, Binde- und Nervengewebe und der Augen auf.

3. Die Wirkung von Apholate und Metepa auf Fruchtfliegen-Imagines

Versuchsmethodik: Die Substanzen gelangten in folgenden Konzentrationen zur Anwendung:

Apholate: 0,01; 0,1; 0,25; 0,5; 5,0%

Metepa: 0,01; 0,1; 0,25; 0,5; 1,0; 2,5%

24 Stunden nach dem Schlupf der Imagines wurden die Tiere in kleine Glaszylinder gebracht, die mit Filterpapier ausgekleidet waren. Das Filterpapier wurde mit einem Gemisch von Bienenhonig und dem entsprechenden Sterilanz getränkt. Die Versuchstiere verblieben für jeweils 24, 48, 72 und 96 Stunden in diesen Gläsern. Anschließend wurden die Fliegen zur weiteren Beobachtung in neutrale Gazekäfige mit Kirschenzweigen umgesetzt, im 24stündigen Rhythmus abgetötet und in Carnoy-Lösung fixiert.

Konzentrationen von 0,01% bis 0,5% Apholate hatten keinen äußerlich bemerkbaren nachteiligen Einfluß auf die Verhaltensweise und Lebensdauer beider Geschlechter, allerdings verringerte sich die Eiproduktion um durchschnittlich 40%. Die Anwendung einer 0,5%igen Konzentration senkte die Eiproduktion bis auf 2%; die wenigen abgelegten Eier waren nicht entwicklungsfähig. Waren die Fruchtfliegen einer 5%igen Apholatelösung über mehr als 36 Stunden ausgesetzt, so hatte das nachteilige Wirkungen auf die Verhaltensweise. Die sehr trägen Fliegen zeigten keine Flugaktivität und kopulierten auch nicht. Außerlich war eine deutliche Vergrößerung des Abdomens zu vermerken. In den Schnittpräparaten konnte eine extreme Hypertrophie der Gonaden beider Geschlechter festgestellt werden. Das auffällig reduzierte Fettkörpergewebe kleidete wie ein Tapetum das Abdomen aus. Die Fliegen waren auch nur wenige Tage lebensfähig.

Die mit einer Metepa-Honiglösung (0,01–0,1%) behandelten Männchen und Weibchen kopulierten normal, aber die Zahl der abgelegten Eier unterschied sich von denen unbehandelter Tiere. Es kamen durchschnittlich nur 10% der abgelegten Eier zur Weiterentwicklung, somit konnte eine bis zu 90%ige Sterilität erzielt werden.

Diese Laborerfahrungen mit verschiedenen Apholate- und Metepa-Konzentrationen ließen sich nur bedingt auf Freilandverhältnisse übertragen. Beispielsweise blieben die den wechselnden klimatischen Bedingungen des Freilandes ausgesetzten, auf Ködertafeln aufgetragenen Lösungen in ihrer Zusammensetzung nicht konstant. So führte eine Erwärmung durch die Sonneneinstrahlung zu einer Erhöhung und umgekehrt eine hohe Luftfeuchtigkeit zu einer Verringerung der Konzentration.

Die im Labortest ermittelte günstigste Aufenthaltsdauer der Versuchstiere in den mit Apholate und Metepa ausgestatteten Zuchtgläsern gibt keine Auskunft über die eigentliche effektive Expositionszeit, die die sterilisierenden Effekte hervorrief. Am vorteilhaftesten hat sich unter den Zuchtbedingungen eine Zeitdauer von 36 Stunden bei einer Apholate-Konzentration von 0,5% erwiesen. Für Freilandversuche mit den farbigen Ködertafeln wurde eine 5%ige Apholate- beziehungsweise 2,5%ige Metepa-Lösung verwendet.

Im Labortest wurden geschlechtsreife Fruchtfliegen für unterschiedliche Zeiten mit diesen imprägnierten Farbtafeln in Kontakt gebracht. Als relativ optimale Expositionszeit — die auch mit dem natürlichen Verhalten der Fruchtfliegen im Einklang steht — wurde ein direkter Kontakt von vier bis sechs Minuten, zusammengerechnet für einen Zeitraum von zwölf Stunden ermittelt. Diese so behandelten Fruchtfliegen ergaben bei den anschließenden Kontrollen entweder eine geringere Eiproduktion (zwischen 5 bis 18%), beziehungsweise die abgelegten Eier waren nicht entwicklungsfähig.

In weiteren Experimenten wurden die Fruchtfliegen mit Apholate- und Metepa-Lösungen der oben genannten Konzentrationen kurzzeitig besprüht.

Während eine 0,25%ige Lösung keine sichtbaren Veränderungen im Verhalten der Tiere hervorrief, verringerte sich die Eiproduktion im Durchschnitt bis zu 80%, und die geringe Zahl der abgelegten Eier kam nicht zur Entwicklung. Höhere Konzentrationen als 0,5% einer auf die Tiere versprühten Metepa-Lösung bewirkte bereits nach zwölf Stunden eine über 80%ige Mortalität (Tab., unter b).

Tabelle

Summarische Zusammenstellung der Ergebnisse der Befallskontrollen der Freilandversuche mit eingebutelten sterilisierten Kirschfruchtfliegen

- a) Applikation (Chemosterilanz + Zuckerlösung)
- b) Applikation (Chemosterilanz in Form von Spray)
- c) Applikation (Röntgenbestrahlte Tönchen etwa 40 Tage vor dem Schlupf der Imagines)

Substanz	Konz. Anzahl steril. Fruchtfl.		Anzahl eingebutel-ter Kirschen	Anzahl ausgewer-teter Kirschen	Anzahl registrierter Anstiche	Zahl der abgel. Eier		% im Vergleich z. Kontr.
						abgel. Eier	davon geschlüpften Larven	
a)								
Apholate	0,01	40	500	489	761	683	382	55
Apholate	0,1	40	500	461	411	—	—	0
Metepa	0,01	40	500	453	543	450	103	15
Metepa	0,1	40	500	416	368	263	46	7
b)								
Apholate	0,25	40	500	473	309	—	—	0
Apholate	0,5	40	500	461	202	—	—	0
Metepa	0,25	40	500	455	89	—	—	0
Metepa	0,5	40	500	411	—	—	—	0*)
c)								
Röntgenstrahlen	1650 r	40	500	463	106	48	20	3
Kontrolle	—	40	500	477	1101	973	689	100

*) nach zwölf Stunden 80%ige Mortalität

Erläuterungen zur Tabelle:

In den für die Versuche verwendeten Zweibeuteln standen für jeweils 4 Pärchen etwa 50 Früchte zur Eiablage zur Verfügung. Die Versuchsgruppen wurden so angeordnet, daß für jede Gruppe insgesamt 500 Kirschen ausgewählt wurden. Um die schwierige visuelle Auswahl von geschlechtsreifen Männchen und Weibchen zu umgehen, wurden immer bei der Kopulation angetroffene Fruchtfliegen aus den Zuchtgläsern entnommen und für die Versuche verwendet. Der Zeitraum vom Einbringen der Pärchen in die Zweibeutel bis zur Befallskontrolle betrug 30–35 Tage. Die Früchte wurden im Laboratorium mit der Lupe bzw. unter dem Mikroskop auf Anstiche, Eier und Larven untersucht.

Zusammenfassend läßt sich aus den hier geschilderten Experimenten folgende Schlußfolgerung ziehen.

Die verwendeten Chemosterilantien bewirken in den Hoden männlicher Fliegen eine Störung der Spermatogenese. Die histologischen Befunde ergeben eine deutliche Schädigung der Spermatozysten, obwohl noch agile Spermien sowohl im Ductus ejaculatorius (Samengang) als auch in der Bursa copulatrix des Weibchens nachgewiesen werden konnten. Eine Störung des natürlichen Verhaltens der Männchen als auch der Weibchen konnte nicht beobachtet werden. Weibchen, die mit sterilen Männchen kopulierten, legten völlig normal aussehende Eier, jedoch kamen sie nicht zur vollen Entwicklung, so daß also kein Larvenschlupf erfolgte.

1%ige beziehungsweise 0,75%ige Konzentrationen von Apholate und Metepa rufen in den Ovarien der Weibchen ebenfalls deutlich sichtbare Veränderungen hervor. In den Gewebeschnitten sind Veränderungen im Follikelepithel wahrzunehmen. Im weiteren Verlauf kommt es zu einer Auflösung des Zellgewebes und zu einem Zerfall der Zellkerne des Nährgewebes. Daneben sind auch deutlich Schädigungen im Dottergewebe des embryonalen Eies sichtbar. Die so sterilisierten Weibchen sind also nicht in der Lage, intakte Eier abzulegen. Verhaltensstudien ließen keine Unterschiede zwischen sterilisierten und gesunden Weibchen erkennen.

Die Beeinflussung der Entwicklung des Reproduktionssystems von *Rhagoletis cerasi* durch Röntgenstrahlen (Fig. 9 bis 16)

Versuchsmethodik: Als Bestrahlungseinrichtung diente eine Apparatur, wie sie in Krankenhäusern gebräuchlich ist. Etwa 40 Tage vor dem voraussichtlichen Schlupftermin wurden 1000 gesunde Tönchen ausgewählt und in Gruppen zu je 100 Stk. mit steigenden Röntgendosen (500 r, 1000 r, 1500 r, 2000 r, 2500 r usw. bis 5000 r) behandelt. Die Tönchen verblieben nach der Bestrahlung in Dunkelschalen bei einer konstanten

Temperatur von 15 °C. Parallel dazu wurde der Kontrollversuch mit der gleichen Menge unbehandelter Tönnchen ebenfalls in Dunkelschalen bei 15 °C angesetzt. In Abständen von sechs Tagen erfolgte die Fixierung und histologische Aufarbeitung der behandelten und unbehandelten Puppen, die aus den Tönnchen herauspräpariert wurden.

Vergleichende Untersuchungen mit den Einwirkungen von Chemosterilantien zeigten, daß Röntgenstrahlen im Reproduktionssystem männlicher und weiblicher Fruchtfliegen ähnliche Effekte erzielen. Bereits nach zehn Tagen konnten die ersten Veränderungen vor allem im Imaginalgewebe der Präpuppe beziehungsweise der späteren Puppe beobachtet werden. Als Ergebnis der systematischen Untersuchungen über die Auswirkungen der verschiedenen Strahlendosierungen auf das imaginal-Stadium an Hand von Gewebeschnitten wurde festgestellt, daß bei männlichen als auch weiblichen Fliegen, in Abhängigkeit von der jeweiligen Strahlendosis, eine Verkleinerung beziehungsweise Verkümmern der Gonaden eintritt. Etwa ab 3000 Röntgen ist eine völlige Reduktion des Follikel-epithels zu verzeichnen. Das Dottergewebe ist stark geschädigt und losgelöst vom Nährgewebe. Bei den männlichen Fliegen ist — ähnlich wie bei der Anwendung von Apholate — ebenfalls die Spermatogenese beeinträchtigt, die Spermatocysten sind teilweise völlig zerstört und die wenigen Spermien weisen anormale Deformationen auf. Trotzdem zeigten die Fliegen äußerlich in ihrem Verhalten keine Abnormitäten. Nur selten konnte eine Kopulation beobachtet werden. Genauere Untersuchungen brachten zutage, daß durch die Bestrahlung offensichtlich auch die sensorischen Organe Schädigungen erleiden. Am auffälligsten war die abnorme depressive Ausbildung der Augen. Die Kristallzellen und Sinneszellen weichen von der normalen Morphologie ab und scheinen nicht voll ausgebildet. Ebenfalls ist eine Beeinflussung der Lamina ganglionaris sowie der Medulla externa und interna zu verzeichnen. Weitere Studien ergaben, daß auch die tropotaktischen Organe einer Schädigung unterliegen. Leider ließen sich derartige, durch Röntgenstrahlen hervorgerufene Organschädigungen mit den zur Verfügung stehenden lichtoptischen Untersuchungsmethoden nicht exakt nachweisen.

In Fortführung der Untersuchungen wurden aufwendige Experimente unternommen, die optimale Strahlendosis zur Erzeugung einer effektiven Sterilität zu ermitteln. Nach den vorliegenden Untersuchungsergebnissen, die durch Freilanduntersuchungen gestützt werden, ist eine Strahlendosis von 1500 bis 1600 Röntgen pro Zeiteinheit erforderlich. Diese Strahlendosis beeinflußt das natürliche Verhalten bei der Geschlechterfindung und Wirtsfindung nicht. Allerdings zeigten weitere ergänzende Experimente mit einer größeren Zahl von Tieren unter annähernden Freilandbedingungen, daß diese Dosierungen nur eine partielle Sterilität, die zwischen 60 und 85% schwankt, hervorrufen. Diese Experimente zeigen deutlich die Grenzen, die der wirkungsvollen Anwendung der Strahlensterilisation gesetzt sind.

Gesichtspunkte für einen praktischen Einsatz der Sterilitätsmethode

Ein Vergleich der Auswirkungen von Chemosterilantien und Röntgenstrahlen nach der beschriebenen Versuchsmethodik zeigt, daß Röntgenstrahlen anwendungs- und verfahrenstechnisch leichter und eleganter zu handhaben sind; andererseits lassen sich mit Chemosterilantien sichere Effekte erzielen, aber vor allem wird das natürliche Verhalten der Kirschfruchtfliegen anscheinend gar nicht und wenn, dann nur sehr unwesentlich beeinträchtigt. Aber nicht nur aus diesen genannten Erwägungen heraus ist der Chemosterilisations- vor der Bestrahlungsmethode der Vorrang zu geben, sondern es spielen auch ökonomische Faktoren bei der breiten praktischen Anwendung eine Rolle. Zum Beispiel läßt sich unter den obstbaulichen Strukturverhältnissen in der DDR die Bestrahlungsmethode zur großräumigen Bekämpfung der Kirschfruchtfliege nur schwer verwirklichen, da sie umfangreicher Laboratoriumszuchten bedarf, aber auch eines gut durchdachten, sehr aufwendigen Freilassungssystems. Auch dürfte beispielsweise die kontinuierliche Beschaffung der

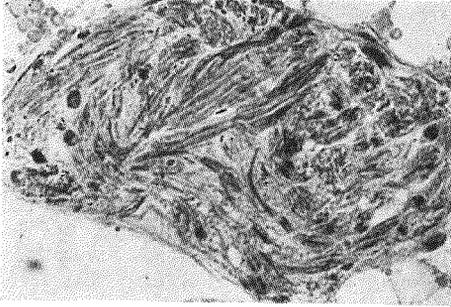


Fig. 9

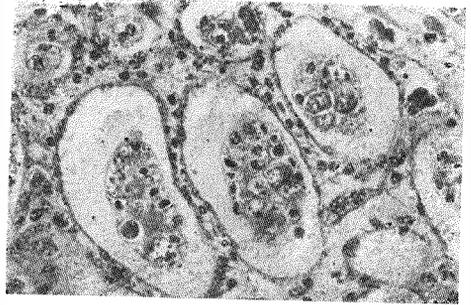


Fig. 10



Fig. 11

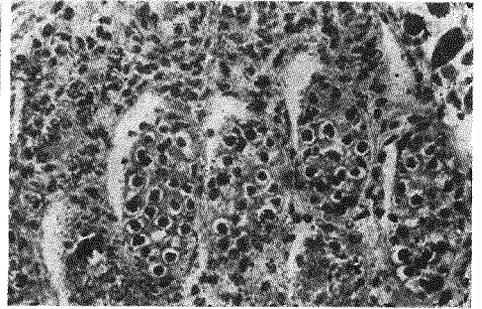


Fig. 12

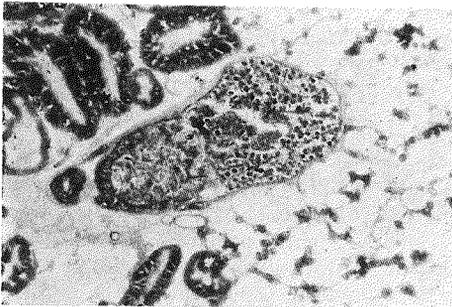


Fig. 13

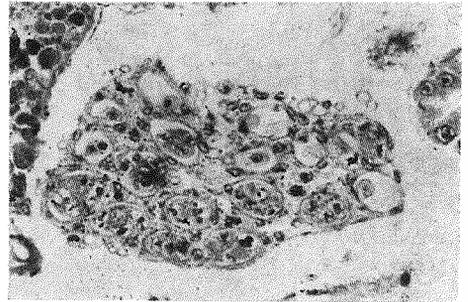


Fig. 14

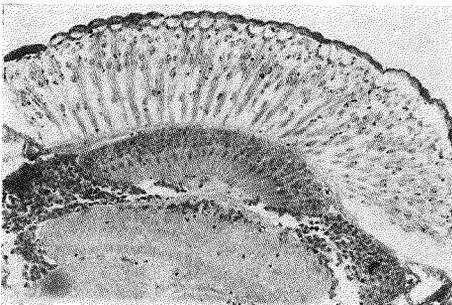


Fig. 15

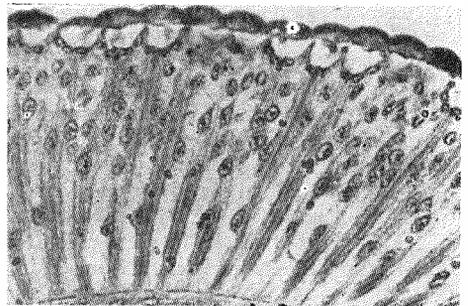


Fig. 16

in die Tausende gehenden Fliegentönnchen für die Massenzuchten aus ökonomischen Gründen problematisch werden. Deshalb haben sich unsere Untersuchungen auf die Methode der Sterilisation von Freilandpopulationen unter Verwendung von spezifischen Lockmitteln konzentriert. Die Anwendung der Autozidmethode unter den Gesichtspunkten der Sterilisation der Freilandpopulationen in begrenzten Arealen mittels chemosterilanter Stoffe, kann unter weitgehender Berücksichtigung spezifischer Verhaltensweisen der Kirschfruchtfliege eine äußerst attraktive Methode sein. Sicherlich ist es nicht richtig, von dieser Methode eine generelle Lösung des Kirschfruchtfliegenproblems zu erhoffen. Solche Erfolge, wie sie bei der Screw-worm-Bekämpfung (KAUFMANN & WASSERMANN 1962) erzielt wurden, sind bisher noch bei keiner anderen Art zu verzeichnen. Dieses Objekt eignete sich wegen seiner von Natur aus geringen Populationsdichte besser für eine Bekämpfung durch die Autozidmethode. Außerdem ist das Weibchen monogam, so daß Vitalitätsschäden den Erfolg nicht mindern. Derartige günstige Voraussetzungen sind bei der Kirschfruchtfliege nicht gegeben. Diese Tatsache und die trotz jahrzehntelanger Bearbeitung immer noch mangelhafte Kenntnis biologischer Eigenschaften, wie die Verhaltensweise, Populationsdynamik, Abundanz, Dispersion und andere, zeigt, daß es noch vieler Anstrengungen bedarf, um im Rahmen integrierter Programme einer neuartigen Bekämpfungsmethode zum Durchbruch zu verhelfen.

Zusammenfassung

Es wird über Experimente zur künstlichen Sterilisation von *Rhagoletis cerasi* LINNAEUS berichtet. Mit unterschiedlichen Konzentrationen von Apholate und Metepa wurden verschiedene Sterilitätseffekte erzielt. Röntgenstrahlen über 2000 r erzeugen totale Sterilität, aber es treten Veränderungen der sensorischen und tropotaktischen Organe auf, die die natürliche Verhaltensweise der Fruchtfliegen beeinträchtigen. — Die Auswirkungen von Chemosterilantien und Röntgenstrahlen auf das Reproduktionssystem männlicher und weiblicher Fruchtfliegen wurden mittels histomorphologischer Methoden untersucht. — Auf die prinzipielle Möglichkeit eines erfolgreichen Einsatzes der Sterilitätsmethode zur Bekämpfung von *R. cerasi* im Rahmen von integrierten Bekämpfungssystemen wird hingewiesen. Für die Anbauverhältnisse in der DDR empfiehlt sich die Kombination von Farbködern und spezifischen Lockstoffen als die günstigste Methode.

Summary

Experiments with the artificial sterilization of *Rhagoletis cerasi* LINNAEUS are reported. Different concentrations of Apholate and Metepa showed different effects of sterilization. X-rays above 2000 r result in total sterility, but produce changes in the sensory and tropotactic organs which affect the natural behaviour of the fruit flies. — The effects of chemosterilants and X-rays on the reproductive systems of male and female fruit flies were studied with histomorphological methods. — The general possibility of successfully using the sterilization method for the control of *R. cerasi* within integrated systems of control is pointed out. For the kind of fruit-growing preferred in the GDR a combination of coloured bait and specific lures is recommended as the most suitable method.

Резюме

Лождається об експериментах искусственной стерилизации *Rhagoletis cerasi* LINNAEUS. С различными концентрациями Apholate и Metepa получили различные эффекты стерилизации. Рентгеновые лучи выше 2000 r дали полную стерильность, но возникают изменения сенсорных и тропотактических органов, которые влияют на естественное поведение мух. — Влияния химостерилантов и рентгеновых лучей на репродуктивную систему мужских и женских мух исследовались гистоморфологическими методами. — Указывается на принципиальную возможность успешного применения метода стерилизации для борьбы с *R. cerasi* в рамках интегрированной борьбы. Для условий ГДР рекомендуется комбинация цветных приманок и специфических приманочных веществ как самый благоприятный метод.

Fig. 9–16. Die Figuren geben einige Beispiele über den Einfluß von Röntgenstrahlen in verschiedenen Dosierungen auf das Reproduktionssystem von männlichen und weiblichen Kirschfruchtfliegen:

Fig. 9. Eine Dosierung von 2000 r, in dem Tönnchenstadium angewendet, führt zu einer teilweisen Schädigung der Spermatozysten, die ausgebildeten Spermien zeigen eine abnorme Gestalt und erscheinen wie zu Bündeln verklebt. (Vergr. 950×)

Fig. 10. Weibliche Kirschfruchtfliegen, die im Tönnchenstadium 2000 r pro Zeiteinheit ausgesetzt waren, zeigen im Imagnalstadium eine Verkleinerung der Ovarien. Das Follikel epithel ist völlig reduziert. (Vergr. 950×)

Fig. 11–14. Mit zunehmender Strahlendosierung, 3000 r und 4500 r werden die zerstörenden Einflüsse der Strahlung deutlicher. Besonders auffällig ist die starke Rückbildung der Hoden und Ovarien. (Vergr. 950×)

Fig. 15–16. Strahlendosen von über 2500 r führen auch zu Veränderungen in der Struktur der Augen. Die Kristall- und Sinneszellen weichen von der normalen Morphologie ab und scheinen nicht voll ausgebildet. (Fig. 15 Vergr. 950×, Fig. 16 Vergr. 1400×)

Literatur

- ADAM, H. Zu Problemen der Insektensterilisation. Abh. Ber. Naturkundemus. Görlitz 44, Nr. 2, 227—233; 1968.
- Zur Bedeutung der Autozidmethode für die Bekämpfung von Schadinsekten. Dtsch. Akad. Landwirtsch.-Wiss. Berlin, Tag.-Ber. Nr. 110; 199—202; 1970.
- Ergebnisse über vergleichende Untersuchungen bei der Anwendung von Röntgenstrahlen und Chemosterilantien auf das Reproduktionssystem von *Rhagoletis cerasi* L. Conference on Biochemical and Ecological Aspects of Host-Parasite Relations. Budapest, 28. Sept.—1. Okt. 1970.
- BARTH, E. Kirschruchfliegenbekämpfung. Württ. Wochenbl. Landw. 120, 512—513; 1953.
- BRITZ, H., SEEFELD, F. & GEISSLER, K. Untersuchungen zur Ermittlung von Karenzzeiten für Kirschen. Nachrichtenbl. Dtsch. Pflanzenschutz., Berlin, 23, 6, 103—106; 1969.
- BENDER, E. Nochmals die Kirschruchfliege. Bad. Obst-, Gartenbauer, 105—109; 1952.
- BOLLER, E. Auftreten der Kirschenfliege (*Rhagoletis cerasi*) und Prognose mittels Bodentemperaturen im Jahre 1963. Schweiz. Ztschr. Obst-, Weinbau 73, 53—58; 1964.
- Beitrag zur Kenntnis der Eiablage und Fertilität der Kirschenfliege. Mitt. Schweiz. Ent. Ges. 38, 193—202; 1965.
- Der Einfluß natürlicher Reduktionsfaktoren auf die Kirschenfliege *Rhagoletis cerasi* in der Nordwestschweiz unter besonderer Berücksichtigung des Puppenstadiums. Schweiz. landwirtsch. Forsch. 5, 153—210, Nr. 6; 1967.
- Neues über die Kirschruchfliege. Freilandversuche im Jahre 1969. Schweiz. Ztschr. Obst-, Weinbau 24, 566; 1969.
- Anleitung zur Bekämpfung der Kirschruchfliege (Stand im Sommer 1970). Schweiz. Ztschr. Obst-, Weinbau, Nr. 13, 1970.
- BOLLER, E. & WILDBOLZ, TH. Neue Wirkstoffe für die Kirschenfliegenbekämpfung. Schweiz. Ztschr. Obst-, Weinbau 101, 7—8; 1965.
- BORKOVEC, A. B. Sexual sterilization of insects by chemicals. Science 137, 1034—1037; 1962.
- BORSTEL, R. C. On the role of lethal mutants in the control of populations. Proc. Int. Symp. Radioisot. & Radiat. Ent. 1960, 273—278; 1962.
- BUSH, L. G. The Taxonomy, Cytology and Evolution of the Genus *Rhagoletis* in North America (Diptera, Tephritidae). Bull. Mus. Comp. Zool., 134, Nr. 11, 433—562; 1966.
- COUCH, J. H. Cherry fruit fly (*Rhagoletis cingulata*) control in Mid. Columbia area. Pric. Oregon State Northic, Soc. 45, 132—133; 1953.
- ENGEL, H. Kritische Bemerkungen und Untersuchungen zur Frage der Kirschruchfliegenbekämpfung. Bad. Obst/Gartenbauer, 191—194; 1952.
- Madenfreie Kirschen. Gesunde Pflanzen 4, 216—218; 1952.
- Erfahrungen bei der Kirschruchfliegenbekämpfung. Gesunde Pflanzen 5, 169—172; 1953.
- Erfahrungen und Probleme bei der Kirschruchfliegenbekämpfung. Obst, Garten, Stuttgart, 87, 10, 406—407; 1963.
- Versuche zur Bekämpfung der Kirschruchfliege mit Leimtafeln. Gesunde Pflanzen 11; 1969.
- ERHENOVA, M., HARLIKOVA, V. & FALTA, S. Beiträge zur Bionomie der Kirschruchfliege (*Rhagoletis cerasi* L.) und ihre Bekämpfung. Ved. Prace Ovocn. Vyzk. Ovocn. 2, 239—253.
- FARLEMAN, M. G. Note on cherry fruit flies oviposition. Journ. Econ. Ent. 25, 1048; 1932.
- FRANZ, J. Biologische Schädlingsbekämpfung. In SORAUER: Handb. Pflanzenkrankh. 6, 3. Lief.; 1961.
- FRICK, E. K. Further biological studies on the Western cherry fruit fly. Journ. Econ. Ent. 50, 534—587; 1957.
- FRISCH, K. v. Über den Sitz des Geruchssinnes bei Insekten. Zool. Jb., Abt. allgem. Zool. Physiol., 38, 1921.
- GODAN, D. Über den Reppelent- und Attraktiveneffekt insektizider Pflanzenschutzmittel. Nachrichtenbl. Dtsch. Pflanzenschutz., Braunschweig, 10, 105—111; 1958.
- GÖRNITZ, K. Anlockversuche mit dem weiblichen Sexualduftstoff des Schwammspinners (*Lymantria dispar*) und der Nonne (*Lymantria monacha*). Anz. Schädlingsk. 22, Nr. 10, 145—149; 1949.
- Weitere Untersuchungen über Insekten-Attraktivstoffe aus Cruciferen. Nachrichtenbl. Dtsch. Pflanzenschutz. 10, 137—147; 1956.
- GÖTZ, B. Sinnesphysiologische Untersuchungen an Schmetterlingsraupen und ihre praktische Bedeutung. Anz. Schädlingsk. 14, 92—93; 1938.
- Über weitere Versuche zur Bekämpfung der Traubenwickler mit Hilfe des Sexualduftstoffes. Anz. Schädlingsk. 15, 109—114; 1939.
- GOTTSCHALK, C. Untersuchungen über die Wirkung verschiedener Substanzen als Lock- und Fraßstoff auf einige Insektenarten. Beitr. Ent. 7, 177—179; 1957.
- HAFLINGER, E. Neue Beiträge zur Bekämpfung der Kirschruchfliege. Ztschr. Pflanzenkrankh. 60, 246—260; 1953.
- Das Auswählvermögen der Kirschruchfliege bei der Eiablage. Mitt. Schweiz. ent. Ges. 26, 258—264; 1953.
- HAGEN, K. S., SANTAS, L. & TSECOURAS, A. Radioisotopes and Radiation in Entomology. IAEA, Wien, 333—335; 1963.
- HAI SCH, A. & FORSTER, S. Versuche zur Anköderung der Kirschenfliege. Anz. Schädlingsk. Pflanzensch. 42, 97—102; 1969.
- Erfahrungen beim Fang der Kirschruchfliege mit Leimtafeln und Leimkugeln. Gesunde Pflanzen 10, 182; 1970.
- HENNIG, W. *Rhagoletis cerasi* L. — Diptera Trypetidae. In: SORAUER: Handb. Pflanzenkrankh. 5, 1. Lief.; 1953.
- HORNE, T. & BROWNELL, L. E. The use of radiation sources for insect control. Proc. Int. Symp. Radioisot. & Radiat. Ent., 233—254; 1962.
- IVES, W. G. H. & TURNOCK, W. J. Estimation of cocoon populations of larch sawfly *Pristiphora erichsonii*. Canad. Ent. 91, 650—661; 1959.
- JANCKE, O. Ein neues ungiftiges Ködermittel zur Bekämpfung von Kirschblütenmotte und Kirschruchfliege. Nachrichtenbl. Dtsch. Pflanzenschutz. 11, 99—100; 1931.
- JANCKE, O. & BÖHMEL, W. Beitrag zur Biologie und Bekämpfung der Kirschruchfliege. Arb. biol. Reichsanst. 20, 443—456; 1933.
- JACOBSON, M. Insect Sex Attractants, Interscience Publishers. New York-London-Sydney; 1965.
- JONES, C. A. & WALLACE, L. Cherry fruit fly dispersion studies. Journ. Econ. Ent. 48, 616—617; 1955.
- KAUFMANN, G. & WASSERMANN, M. Effects of irradiation on the screwworm *Callitroga hominivorax* (Cqg). Univ. Texas Publ. 5721, 246—259; 1957.
- KREISER, J. L., STEINER, F. & KAMASAKI, H. Effect of chemosterilants against the Oriental Fruit Fly, Melonfly and Mediterranean Fruit Fly. Journ. Econ. Ent. 58, 632—635; 1965.
- KESSLER, H. Kühllagerungsversuche mit verschiedenen Kirschensorten in den Jahren 1931—1934. Landw. Jb. Schweiz, 87—100; 1935.

- KOBEL, F. Eine Notiz über das Vorkommen der Kirschfruchtfliege im 16. Jahrhundert. *Schweiz. Ztschr. Obst-, Weinbau* 42, 255; 1933.
- KOTTE, W. Krankheiten und Schädlinge im Obstbau und ihre Bekämpfung (Die Kirschfliege). 289—294; 1958.
- LABRECQUE, G. O., MEFFERT, D. W. & FYE, R. L. A field study on the control of House Flies with chemosterilant techniques. *Journ. Econ. Ent.* 56, 150—152; 1963.
- LESKI, R. Studies on the biology and ecology of the cherry fruit fly *Rhagoletis cerasi* L. *Polskie Pismo Ent.* 31/32, 153—240; 1963.
- MEFFERT, D. W.; LABRECQUE, G. C., SMITH, C. N. & MORGAN, B. P. Control of House Flies in some West Indies Islands with Metepa, Apholate and Trichlorfon Baits. *Journ. Econ. Ent.* 60, 480—485; 1967.
- NAIR, K. K. Preliminary studies on the effects of gamma radiation on housefly pupae with special reference to the critical periods in relation to the mechanism of emergence. *Proc. Int. Symp. Radioisot. & Radiat. Ent.* 1960, 207—211; 1962.
- POKROVSKIJ, E. A. Geschlechtliche Anlockstoffe. *Sašć. Rast.* 5, 54—55; 1967.
- PROVERBS, M. D. & NEWTON, J. R. Some Effects of Gamma Radiation on the Reproductive Potential of the Codling moth, *Carpocapsa pomonella* L. (Lepidoptera: Eleutheridae). *Can. Ent.* 94, 1161—1170; 1962.
- RHODE, R. H., LOPEZ, F. & EGUISAL, D. F. Effect of Gamma Radiation on the Reproduction Potential of the Mexican Fruit Fly. *Journ. Econ. Ent.* 54, 202—203; 1961.
- ROMEIS, B. Mikroskopische Technik. 15. Aufl. München, xi & 695 pp.; 1948.
- SACHTLEBEN, H. Deutsche Parasiten der Kirschfruchtfliege. *Arb. morphol. taxonom. Ent.* 1, 76—82; 1934.
- SALATSCHEK, H. Die erste Kirschfruchtfliegen-Großbekämpfung mit regenfesten Nebelbelägen und ihre Auswirkung auf die moderne Pflanzenschutz-Geräteentwicklung. *Nachrichtenbl. Dtsch. Pflanzenschutzd., Braunschweig*, 4, 38—39; 1952.
- SCHERNEY, F. & HAISCH, A. Über Massenzucht und Sterilisation der Mittelmeerfruchtfliege *Ceratitis capitata* WIED. (Ein Beitrag zur Autozidmethode). *Bayr. Landw. Jb.* 44, 748—756; 1967.
- SCHNEIDER, F. Methoden zur Ermittlung des Kirschenfliegenbefalls. *Schweiz. Ztschr. Obst-, Weinbau* 56, 374 bis 375; 1947.
- SMITH, C. H., LABRECQUE, G. C. & BORKOVEC, A. B. Insect Chemosterilants. *Ann. Rev. Ent.* 9, 269—284; 1964.
- SPEYER, W. Die Fortschritte in der Erforschung und Bekämpfung der Kirschfruchtfliege seit 1931 in Deutschland und der Schweiz. *Dtsch. Forschungsrd.* 1, 102—108; 1936.
- Beobachtungen über das Zahlenverhältnis der Geschlechter bei der Kirschfruchtfliege (*Rhagoletis cerasi* L.). *Ztschr. Pflanzenkrankh.* 51, 330—332; 1941.
- SPRENGEL, L. Biologische und epidemiologische Untersuchungen als Grundlage für die Bekämpfung der Kirschfruchtfliege. *Gartenbauwiss.* 6, 541—553; 1943.
- SPRENGEL, L. & SONNTAG, U. Der Flug der Kirschfliege mit seiner Bedeutung zur Fruchtreife und Witterung mit grundsätzlichen Erörterungen über die Erfassung der Wetterfaktoren. *Anz. Schädlingsk.* 8, 1—10; 1932.
- STEINER, G. Zur Duftorientierung fliegender Insekten. *Naturwiss.* 40, 514—515; 1953.
- STEINER, L. F. A Rapid Method in Identifying Dye-Marked Fruit Flies. *Journ. Econ. Ent.* 58, 374—375; 1965.
- STEINER, L. F., MITCHELL, W. C. & BAUMHOVER, H. Progress of Fruit Fly Control by Irradiation Sterilization in Hawaii and the Marianas Islands. *Int. Journ. appl. Radiat. Isotopes* 13, 427—434; 1962.
- STÜBEN, M. Möglichkeiten und Problematik der Chemosterilanten. *Gesunde Pflanzen* 10, p. 173; 1970.
- THELM, H. Ein auswechselbares biologisches Bodensieb. *Nachrichtenbl. Dtsch. Pflanzenschutzd.* 12, 33—34; 1932.
- Heckenkirschen und Sauerdorn als Wirtspflanzen der Kirschfruchtfliege *Rhagoletis cerasi* L. *Nachrichtenbl. Dtsch. Pflanzenschutzd.* 12, 41; 1932.
- Verbreitung und Entwicklung der Kirschfruchtfliege in Deutschland und die Bedeutung ihrer wilden Nahrungspflanzen. *Kranke Pflanzen* 10, 75—82; 1933.
- Beiträge zur Epidemiologie und Bekämpfung der Kirschfruchtfliege. *Arb. phys. angew. Ent.* 1, 7—79; 1934.
- Richtlinien zur Vernichtung der Puppen der Kirschfruchtfliegen (*Rhagoletis cerasi* L.) durch Behandlung des Bodens. *Nachrichtenbl. Dtsch. Pflanzenschutzd.* 15, 8; 1935.
- VOGEL, W. Untersuchungen über parasitische Hymenopteren der Kirschenfliege. *Mitt. Schweiz. Ent. Ges.* 23, 195—200; 1950.
- Die Verwendung von Parathion zur Bekämpfung der Kirschenfliege *Rhagoletis cerasi* L. *Anz. Schädlingsk.* 25, 100—102; 1952.
- Zur Kirschfruchtfliegenbekämpfung 1952. *Schweiz. Ztschr. Obst-, Weinbau.* 61 270—271; 1952.
- Witterung und Kirschfruchtfliege 1951. *Schweiz. Ztschr. Obst-, Weinbau* 61, 67—71; 1952.
- Die Bekämpfung der Kirschfliege im Jahre 1953. *Schweiz. Ztschr. Obst-, Weinbau* 62, 87—91; 1953.
- WEBER, G. Die Gesamtsituation der Kirschfliegenbekämpfung in Ockstadt. *Gesunde Pflanzen* 10; 1964.
- WEIDHAAS, D. E., SCHMIEDT, C. H. & CHAMBERLAIN, W. F. Research on radiation in insect control. *Proc. Int. Symp. Radioisot. & Radiat. Ent.* (1960), 257—265; 1962.
- WIESMANN, R. Untersuchungen über die Lebensgeschichte und Bekämpfung der Kirschenfliege *Rhagoletis cerasi* L. I. *Mitt. Landw. Jb. Schweiz.* 711—760; 1933.
- Ein Parasit der Kirschenfliege (*Rhagoletis cerasi* L.). *Mitt. Schweiz. Ent. Ges.* 15, 553—557; 1933.
- Kirschfliege und Selleriefliege. *Schweiz. Ztschr. Obst-, Weinbau* 43, 187—189; 1933.
- Lebensgeschichte und Bekämpfung der Kirschfliege (*Rhagoletis cerasi* L.). II. *Mitt. Landw. Jb. Schweiz.* 281—338; 1934.
- Die Kirschfliege und ihre Bekämpfung. *Flugbl.* 32, 545. *Schweiz. Ztschr. Obst-, Weinbau* 43, 545; 1934.
- Die Fauna des Grasbodens unter den Kirschbäumen. *Schweiz. Ztschr. Obst-, Weinbau* 44, 244—240; 1935.
- Ergebnisse dreijähriger Untersuchungen über die Biologie und Bekämpfung der Kirschfliege *Rhagoletis cerasi* L. in der Schweiz. *Anz. Schädlingsk.* 11, Nr. 9/10, 97—103, 110—115; 1935.
- Untersuchungen über die Lebensgeschichte und Bekämpfung der Kirschfliege (*Rhagoletis cerasi* L.). III. *Mitt. Landw. Jb. Schweiz.* 811—858; 1936.
- Die Orientierung der Kirschfliege *Rhagoletis cerasi* L. bei der Eiablage. *Landw. Jb. Schweiz* 51, 1080—1109; 1937.
- Neue Untersuchungen über die Bekämpfung der Kirschfliege (*Rhagoletis cerasi* L.). *Schweiz. Ztschr. Obst-, Weinbau* 52, 232—252; 1943.
- Untersuchungen über das Anködern der Kirschfliege *R. cerasi*. *Landw. Jb. Schweiz* 58, 803—840; 1944.
- WIESMANN, R. Untersuchungen über die Diapause der Puppe der Kirschenfliege *Rhagoletis cerasi* L. *Mitt. Schweiz. Ent. Ges.* 23, 207—225; 1950.
- WILDBOLTZ, TH. Über Möglichkeiten der Prognose und Befallsüberwachung und über Toleranzgrenzen bei der integrierten Schädlingsbekämpfung im Obstbau. *Entomophaga* 7, 273—283; 1962.
- WILLIAMS, C. M. Physiology of insect diapause. I. The role of the brain in the production and termination of pupal dormancy in the giant silkworm *Platysamia cecropea*. *Biol. Bull.* 90—91, 234—243; 1946.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Beiträge zur Entomologie = Contributions to Entomology](#)

Jahr/Year: 1973

Band/Volume: [23](#)

Autor(en)/Author(s): Adam Heinz

Artikel/Article: [Beitrag zur Sterilisierung der Kirschfruchtfliege *Rhagoletis cerasi* Linnaeus mittels Chemosterilantien und Röntgenstrahlen \(Diptera: Trypetidae\). 341-353](#)