

**Zeitschrift:** Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss forestry journal = Journal forestier suisse

**Herausgeber:** Schweizerischer Forstverein

**Band:** 116 (1965)

**Heft:** 3

**Artikel:** Neue Wege in der Insektenbekämpfung

**Autor:** Maksymov, J.K.

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-767375>

#### **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:** 23.02.2026

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

# Neue Wege in der Insektenbekämpfung

Von *J. K. Maksymov*

Oxf. 453

Eidg. Anstalt für das forstliche Versuchswesen, Birmensdorf ZH

Der vorliegende Aufsatz möchte die Leser der Zeitschrift über Bekämpfungsmethoden orientieren, die entweder bereits praktisch erprobt sind oder sich noch im Stadium von Laboruntersuchungen befinden. Speziell soll auf die Bekämpfung mit Hilfe steriler Männchen und die in den letzten Jahren entwickelten Chemosterilantien eingegangen werden.

## 1. Rückblick auf die «klassischen» Methoden

### 1.1. Insektizide

Insekten verursachen Jahr für Jahr Produktionsausfälle in der Land- und Forstwirtschaft und sind ferner in der Veterinär- und Humanmedizin entweder direkt oder als Überträger von Krankheitserregern von Bedeutung.

Die Bevölkerung der Erde nimmt dabei ständig zu, und die zur Verfügung stehende Produktionsfläche wird eher kleiner. Es ist daher nicht nur selbstverständlich, sondern notwendig, daß der Mensch bestrebt ist, sich gegen diese Schädlinge möglichst wirksam zu schützen.

Dieser Schutz wird gegenwärtig und in naher Zukunft vorwiegend mit Hilfe von Insektiziden erreicht. Ihre Verwendung hat besonders seit der Einführung des DDT in den Handel im Jahre 1942 einen großen Aufschwung genommen.

Diese «alten» Wege der Insektenbekämpfung sind jedoch einem ständigen dynamischen Erneuerungsprozeß unterworfen. Die Gründe dafür sind im folgenden zu sehen: In der bei regelmäßiger Verwendung gleicher Wirkstoffe auftretenden Insektizidresistenz, in unerwünschten Nebenwirkungen auf andere Organismen wie auch in der gesundheitsgefährdenden Anhäufung von Rückständen persistenter Verbindungen. Die Bestrebungen gehen daher dahin, neue Produkte zu entwickeln, die möglichst selektiv wirken, ohne Gefahr für Mensch und Tier angewendet werden können und dem Rückstandproblem Rechnung tragen. Die außerordentlich hohen Entwicklungskosten solcher Mittel zwingen die Industrie meistens dazu, den beiden letztgenannten Forderungen auf Kosten der Selektivität den Vorrang zu geben.

### 1.2. Biologische Gegenmaßnahmen

Neben der chemischen spielt auch die biologische Insektenbekämpfung eine wichtige Rolle im Pflanzenschutz. Auch sie ist, chronologisch betrachtet,

zu den «klassischen» Methoden zu zählen. Die Forschung auf diesem Gebiet wird seit dem Zweiten Weltkrieg besonders in Kanada und den USA, aber auch in verschiedenen europäischen Staaten stark gefördert. Entsprechend nimmt auch die Bedeutung der biologischen Bekämpfung immer mehr zu. Sie bedient sich der natürlichen Feinde, wie Prädatoren, Parasiten und Mikroorganismen (Bakterien, Viren, Rickettsien, Protozoen und Pilze). Die Erfolge sind zwar infolge der viel komplexeren Zusammenhänge weniger zahlreich als bei der chemischen Bekämpfung, müssen dafür aber mit keinem einzigen der erwähnten Nachteile erkauft werden. Allein in Europa sind bisher rund ein Dutzend forstschädlicher Insekten mit Erfolg biologisch bekämpft worden. Darunter befinden sich Arten, die gelegentlich auch in der Schweiz stärker auftreten, wie *Thaumetopoea pityocampa* Schiff. (Föhrenprozessionsspinner), *Diprion pini* L. (Föhrenblattwespe) und *Porthetria dispar* L. (Schwammspinner) (12).

In den letzten zehn Jahren ist besonders die Erforschung des Bakteriums *Bacillus thuringiensis* Berliner stark intensiviert worden. Es ist gegen eine Reihe von Insektenarten, besonders aus der Ordnung der Lepidopteren, wirksam. Gegenwärtig scheint seine Verwendung auf breiterer Basis aussichtsreicher zu sein als diejenige anderer Mikroorganismen.

## 2. Neue Perspektiven in der Abwehr von Insektenschäden

### 2.1. Lockstoffe

Eine aussichtsreiche Bekämpfungsmethode, die zur praktischen Verwirklichung noch grundlegender Forschungsarbeit bedarf, besteht in der Verwendung von Sexuallockstoffen oder Pheromonen. Wright (31) zählt sie zu den wirksamsten biologischen Stoffen überhaupt. Als Beispiel führt er an, daß bei der amerikanischen Schabe *Periplaneta americana* L.  $10^{-20}$  g (= 30 Molekel) des reinen Lockstoffes ausreichen, um ein Männchen zu reizen und mit einer Geschwindigkeit von 4 cm/sec. in Bewegung zu setzen. Bei einem Gewicht der Schabe von 2 g entspricht dies einer kinetischen Energie von etwas mehr als  $10^4$  Erg, die durch eine umgerechnete Energie des Pheromons von etwa nur  $10^{-11}$  Erg ausgelöst wird. Der Nutzeffekt, das heißt die Differenz zwischen Ursache und Wirkung, beträgt hier  $10^{15}$ !

Eine verlockende Idee der Lockstoffanwendung besteht darin, das Pheromon auf einer großen Fläche gleichmäßig zu verteilen. Die auf der Suche nach Weibchen befindlichen Männchen sollen dadurch verwirrt und vor allem dorthin geleitet werden, wo die Weibchen nicht sind. Für solche Vorhaben wären jedoch größere Mengen von Sexuallockstoffen erforderlich, als durch Extraktion von Weibchen gewonnen werden können. Einen verheißungsvollen Anfang in dieser Richtung bedeutet die Synthesierung von Pheromenen des Seidenspinners *Bombyx mori* L. in Deutschland und des Schwammspinner *Porthetria dispar* L. in den USA. Es scheint jedoch in Übereinstimmung mit Dethier (11), daß in vielen Fällen eine adäquate

Mischung von mehreren Stoffen wirksamer ist als eine einzige chemisch reine Komponente.

## 2.2. Bekämpfung mit Hilfe steriler Männchen

### 2.2.1. Strahlensterilisierung

Eine völlig neue Idee liegt der von Knippling in den USA theoretisch entwickelten und von seinen Mitarbeitern bereits 1954 erstmals praktisch erprobten Bekämpfungsmethode zu Grunde: Vernichtung einer Insektenpopulation mittels steriler Männchen der gleichen Art (18).

Die Sterilisierung erfolgte bisher mit Hilfe von radioaktiven Strahlen (Gammastrahlen, Röntgenstrahlen). Neuerdings wird der gleiche Effekt mit Hilfe von Chemosterilantien erzielt. Ihre Erforschung wird seit wenigen Jahren fieberhaft vorangetrieben, um sie einer praktischen Anwendung zugänglich zu machen.

Das Prinzip der Methode besteht darin, daß sterile Männchen erfolgreich mit Männchen der natürlichen Population um die Begattung der Weibchen konkurrieren. Die von sterilen Männchen begatteten Weibchen legen Eier ab, die nicht Entwicklungsfähig sind. Bei genügender Überzahl steriler Männchen führt dies zum Rückgang bis zur völligen Selbstvernichtung der Population.

Diese Bekämpfung ist in den USA bereits zweimal mit Erfolg gegen die Schraubenwurmfliege *Cochliomyia hominivorax* Coquerel, einem Großschädling an Vieh und Wild, angewendet worden. Die Art verursacht eine bösartige oberflächliche Myiasis (= stationärer Befall mit Larven in der Haut), so daß die Tiere bei starkem Befall eingehen. Die Fliege ist in den Südstaaten verbreitet und benötigt zur vollständigen Entwicklung nur drei Wochen.

Nach entsprechenden Laborarbeiten und einem Freilandtest auf zwei kleinen Inseln westlich von Florida erfolgte der erste Großversuch auf der Insel Curaçao in den Niederländischen Antillen (1). Die Insel ist 440 km<sup>2</sup> groß und liegt rund 70 km vor der Küste Venezuelas. Vier Jahre nach dem Gelingen dieses Vorhabens wurde 1958 eine Großaktion in Florida und angrenzenden Gebieten der Staaten Georgia und Alabama durchgeführt. Das behandelte Gebiet umfaßte eine Fläche von rund 180 000 km<sup>2</sup> oder 4 $\frac{1}{2}$ mal die Schweiz.

In beiden Fällen mußten die Fliegen in großen Mengen im Labor in Orlando, Florida, gezüchtet, sterilisiert und anschließend per Flugzeug ausgesetzt werden.

Die Sterilisierung erfolgte an fünf Tage alten Puppen durch Bestrahlung in einer speziell hergerichteten Anlage mit radioaktivem Kobalt 60. Da das Aussortieren von Männchen schon aus zeitlichen Gründen undurchführbar war, wurden beide Geschlechter sterilisiert und anschließend ausgesetzt. Dazu war eine Dosis von 7500 r<sup>1</sup> nötig, während für Männchen allein bereits 2500 r genügt hätten (22).

Für die Aktion Curaçao waren etwa 140 000 sterile Fliegen pro Woche erforderlich, für diejenige in Florida rund 50 Millionen. Die Population der Schraubenwurmfliege wurde auf Curaçao nach drei Monaten und in Florida nach 18 Monaten vollständig vernichtet. Dabei belief sich die Gesamtzahl freigelassener steriler Fliegen im letztgenannten Projekt auf über zwei Milliarden! (20)

Für die Inangriffnahme der obigen Vorhaben mußte eine Reihe von Voraussetzungen erfüllt sein. Sie lassen sich wie folgt zusammenfassen:

1. Möglichkeit einer Massenzucht des Schädlings
2. Genügende Dispersion der freigelassenen, sterilisierten Insekten
3. Keine Beeinträchtigung des sexuellen Verhaltens von Männchen
4. Weibchen sollen nur einmal kopulieren. Wenn wiederholte Kopula vor kommt, muß das Sperma sterilisierter mit demjenigen normaler Männchen gleichwertig konkurrenzfähig sein.
5. Die sterilen Männchen müssen in mehrfacher Überzahl ausgesetzt werden können. Das erfordert eine niedrige Populationsdichte des Schädlings im Zeitpunkt der Aktion oder die Möglichkeit, die Populationsdichte vorher zu senken.

Alle diese Forderungen waren beim besprochenen Musterbeispiel von *C. hominivorax* ideal erfüllt. Sehr vorteilhaft erwies sich dabei die kurze Entwicklungsdauer des Schädlings sowie der Umstand, daß Weibchen nur einmal und Männchen wiederholt kopulieren. Die zahlenmäßige Überlegenheit steriler über normale Männchen erreichte auf Curaçao das Verhältnis von etwa 4:1.

Die Methode des Aussetzens strahlensterilisierter Männchen ist bereits gegen eine Reihe von Insekten, meistens unter Laborbedingungen oder in kleinem Maßstab im Freiland getestet worden (26, 30). Es ist erfreulich, festzustellen, daß auch in der Schweiz ein erster derartiger Versuch mit positivem Resultat durchgeführt wurde. Es handelt sich um eine Aktion gegen den Maikäfer *Melolontha vulgaris* F. in der Ajoie (17).

## 2.2.2. Chemosterilantien

Die Massenproduktion von Insekten unter Laborbedingungen oder die Freilassung großer Mengen einer Art zusätzlich zur natürlichen Population mag in vielen Fällen ein Hindernis sein, um die besprochene Selbstvernichtungsmethode überhaupt nur in Erwägung zu ziehen. Gewisse Arten lassen sich nicht in großen Mengen im Labor aufziehen. Bei anderen wiederum ist ein Aussetzen in großer Zahl unerwünscht, will man den Schaden nicht noch vergrößern. Denken wir zum Beispiel an Borkenkäfer! In solchen Fällen könnten Chemosterilantien einen gangbaren Weg weisen. Die praktische

<sup>1</sup> Das Röntgen (r) ist die Einheit der Strahlendosis. Es entspricht der Menge von Röntgen- oder Gammastrahlen, deren Korpuskular-Emission in 0,001 293 g Luft (1 cm<sup>3</sup> normale Luft) eine Ionenladung von 1 Elektrostatischen Einheit (ESE) beider Vorzeichen erzeugt.

Bedeutung solcher chemischen Verbindungen, die fähig sind, Insekten daran zu hindern, sich zu vermehren, ist erst durch den Erfolg mit dem Einsatz strahlensterilisierter Männchen in Florida erkannt worden. Seit 1960 wird in den USA die Forschung auf diesem Gebiet sehr stark gefördert.

Knipling (19), der «geistige Vater» der Bekämpfungsmethode mittels steriler Männchen, erörtert theoretisch die Vorteile von Chemosterilantien im Vergleich mit Insektiziden. Seine Ausführungen lassen sich wie folgt zusammenfassen: Chemosterilantien wie Insektizide hindern den Schädling, sich weiter zu vermehren. Eine angenommene 90prozentige Wirkung in einer natürlichen Population hätte jedoch bei beiden Methoden unterschiedliche Folgen. Durch das Insektizid wären von je 100 Insekten beider Geschlechter 90 Weibchen und 90 Männchen tot, während 10 Weibchen mit 10 Männchen um Nachkommen sorgen würden. Bei einer 90prozentigen Sterilisierung wären von je 100 Insekten 90 Weibchen und 90 Männchen steril. Um die Begattung der 10 normalen Weibchen würden aber neben den 10 normalen Männchen noch 90 sterile Männchen konkurrieren. Die Chance, von einem normalen Männchen begattet zu werden, hätte daher nur noch ein einziges der normalen Weibchen. Diese Konkurrenzwirkung steriler Männchen stellt den Hauptvorteil von Chemosterilantien dar über die abtötende Wirkung von Insektiziden. Die Voraussetzung dafür bleibt die Forderung, daß die sterilen Männchen ihre volle sexuelle Konkurrenzfähigkeit behalten und ihre Lebensdauer nicht oder nicht wesentlich gekürzt wird. Als weiterer Vorteil von Chemosterilantien über Insektizide ist der Raumeffekt zu nennen. Behandelte Männchen können normale Weibchen im ganzen Gebiet ihrer Verbreitung und in den entlegensten Schlupfwinkeln ausfindig machen und durch Begattung sterilisieren.

Von den bisher getesteten Chemosterilantien gehören die wichtigsten zu Aziridin- (= Ethylenimin)Derivaten, die als Antitumor-Agentien aus der Krebstherapie bekannt sind. Am häufigsten geprüft wurden Tepa = 1,2-Tris (1-Aziridinyl)phosphinoxid, Metepa (Methylderivat von Tepa) und Apholat = 2, 2, 4, 4, 6, 6-Hexakis (1-Aziridinyl)-1, 3, 5, 2, 4, 6-triazatriphosphorin (29). Diese Verbindungen wirken radiomimetisch, das heißt ähnlich wie Röntgen- oder Gammastrahlen (2, 3): Sperma und Eizellen werden nicht getötet, sondern so geschädigt, daß es wohl noch zu einer Befruchtung kommt, die Zygote aber stirbt. Das Sperma derart sterilisierter Männchen bleibt beweglich und konkurrenzfähig. Das ist besonders für die Sterilisierung solcher Weibchen von Bedeutung, die wiederholt kopulieren. Darum wird diese Wirkung von Chemosterilantien jener vorgezogen, die zum Tod der Geschlechtszellen führt. In einem Experiment mit Apholat konnte sogar festgestellt werden, daß die via Nahrung sterilisierten Stubenfliegen-Männchen (*Musca domestica* L.) konkurrenzfähiger waren als die unbehandelten (29).

Völlig unerwünscht ist die Erzeugung von Mortalität statt Sterilität, da ein totes Männchen bei der in Frage stehenden Bekämpfung wertlos ist.

Darum wird danach getrachtet, Verbindungen ausfindig zu machen, die innerhalb einer weiten Spanne von Konzentrationen sterilisierend wirken, ohne toxisch zu werden (21).

Die Stubenfliege ist die häufigste für die Prüfung von Chemosterilantien verwendete Insektenart (6, 13, 14, 21, 24, 25, 27, 29), gefolgt von der Schraubenwurmfliege (*Cochliomyia hominivorax* Coquerel) (5, 8, 29) und der mexikanischen Fruchtfliege (*Anastrepha ludens* Loew) (29). Unter etwa einem Dutzend weiterer Arten finden wir neben sporadisch vertretenen Blattiden (29), Hymenopteren (29) und Coleopteren (16, 23, 28, 29) vorwiegend Dipteren (4, 5, 9, 10, 27, 28, 29).

Freilandversuche sind nur in Form vereinzelter kleiner Tests bekannt: mit der Stubenfliege, der mexikanischen Fruchtfliege und dem Baumwoll-Kapselkäfer (*Anthonomus grandis* Boh.). Bei der Stubenfliege verwendete man Tepa, Metepa und Apholat in Verbindung mit einem Köder. Dieser war an wenigen Orten verteilt und lockte die Insekten an. In beiden anderen Fällen sind Puppen bzw. Männchen durch Tauchen in Tepa und Apholat sterilisiert und ausgesetzt worden (29). Alle drei Versuche verliefen positiv. Berichte über Freilandversuche mit einer Behandlung von Wirtspflanzen liegen noch nicht vor. Der Grund liegt darin, daß die bisherigen Verbindungen nicht spezifisch gegen Insekten wirken, sondern auch gegenüber Mensch und Tier nicht harmlos sind. Ein vielversprechender Anfang zur Entwicklung ungefährlicher Chemosterilantien ist in letzter Zeit mit der Herstellung von Hexamethylphosphoramid und Hexamethylmelamin gemacht worden (7). Beide zeichnen sich durch eine sehr niedrige Toxizität gegenüber Säugetieren aus und sterilisieren Insekten mit einem 50mal schwächeren Wirkstoff im Vergleich mit Tepa.

Das Ziel der Forschung bleibt die Entdeckung von Agentien, die bei voller Wirkung gegen Insekten keine Gefährdung von Säugetieren und sichere Handhabung durch den Menschen gewährleisten. Dabei muß der Frage nach Resistenz- und Rückstandbildung Rechnung getragen werden (15). Die letztere ist jedoch bei Aziridin-Derivaten vermöge ihrer hohen Reaktionsfähigkeit und daher schnellem Abbau kaum zu gewärtigen.

Es ist zu hoffen, daß Chemosterilantien in naher Zukunft ihre praktische Reife erlangen und dazu beitragen werden, für einen Teil der Schädlingsprobleme die geeignete Lösung zu finden. Der Erfolg wird nicht ausbleiben, wenn man sich der Vor- und Nachteile sowie der Möglichkeiten und Grenzen bewußt bleibt.

## Résumé

### Perspectives nouvelles dans la lutte antiparasitaire

L'auteur décrit les méthodes de lutte contre les insectes nuisibles, utilisées pratiquement à grande échelle, ainsi que d'autres qui sont encore au stade des études en laboratoire et sur le terrain. Il donne surtout un aperçu de la méthode déve-

loppée aux Etats-Unis qui se sert des mâles stériles et mentionne aussi les perspectives d'un emploi d'attractifs sexuels ou phéromones.

Le projet d'employer les phéromones comme moyen de lutte consisterait à répartir ces substances sur une grande surface, afin de provoquer une confusion chez les mâles et de les attirer notamment là où les femelles ne se trouvent pas. La réalisation de cette idée ne pourra être envisagée que lorsque ces substances pourront être produites en grande quantité par voie synthétique. La synthèse des phéromones de *Bombyx mori* L. (ver à soie) et de *Porthetria dispar* L. (*Bombyx disparate*) représente un premier succès obtenu dans cette direction.

Le principe de la méthode de lutte à l'aide de mâles stériles consiste à introduire ces mâles dans une population naturelle. Les mâles stériles doivent être en possession de leur pleine vigueur sexuelle afin de concurrencer avec succès la fécondation des femelles. Les femelles accouplées à des mâles stériles ne pondent que des œufs stériles. Si le nombre de ces mâles excède suffisamment celui des mâles normaux, la population naturelle peut être fortement réduite et même supprimée.

Cette méthode de lutte a été employée déjà deux fois avec un succès éclatant contre un parasite du bétail (*Cochliomyia hominivorax* Coq.) dans l'île de Curaçao (Antilles néerlandaises) et dans le sud-est des Etats-Unis. Dans ce dernier cas, l'insecte a été radié sur une surface de  $4\frac{1}{2}$  fois la Suisse ! Dans les cas mentionnés, la stérilisation des mâles se faisait à l'aide de rayons gamma provenant d'une source de cobalt 60.

Depuis quelques années, on recherche intensivement les moyens de réaliser des substances chimiques qui produisent le même effet. Un grand nombre de ces substances, nommées chémostérilisantes, a été déjà essayé avec succès dans les conditions du laboratoire. Un grand obstacle — la toxicité élevée vis-à-vis de l'homme — doit encore être surmonté, afin qu'il soit possible d'employer ces substances dans la pratique. Le grand avantage de la chémostérilisation, comparée avec la stérilisation au moyen des rayons radioactifs, prendrait sur le champ une valeur pratique : on pourrait agir directement sur la population naturelle, au lieu d'élever de grandes quantités d'insectes stériles aux laboratoires et de les lâcher ensuite au lieu choisi.

#### *Literatur*

- (1) *Baumhover A. H., Graham A. J., Bitter B. A., Hopkins D. E., New W. D., Dudley F. H. and Bushland R. C.* (1955): Screw — Worm Control Through Release of Sterilized Flies. *J. Econ. Entomol.* 48, 4, 462—466
- (2) *Bořkovec A. B.* (1962): Sexual Sterilization of Insects by Chemicals *Science* 137, 3535, 1034—1037
- (3) *Borstel von R. G.* (1963): Effects of Radiation on Germ Cells of Insects: Dominant Lethals, Gamete Inactivation and Gonial — Cell Killing. Radiation and Radioisotopes Applied to Insects of Agricultural Importance. International Atomic Energy Agency, Vienna, 367—385
- (4) *Chadwick P. R.* (1964): Effect of two Chemosterilants on *Glossina morsitans* *Nature* 204, 4955, 299—300
- (5) *Chamberlain W. F. and Barrett C. C.* (1964): A Comparison of the Amounts of Metepa Required to Sterilize the Screw — Worm Fly and the Stable Fly. *J. Econ. Entomol.* 57, 2, 267—269
- (6) *Chang S. C. and Bořkovec A. B.* (1964): Quantitative Effects of Tepa, Metepa and Apholate on Sterilization of Male House Flies. *J. Econ. Entomol.* 57, 4, 488—490

- (7) *Chang S. C., Terry P. H., Bořkovec A. B.* (1964): Insect Chemosterilants with Low Toxicity for Mammals. *Science* 144, 3614, 57-58
- (8) *Crystal M. M.* (1964): Chemosterilant Efficiency of Bis (l-Aziridinyl) Phosphinyl Carbamates in Screw — Worm Flies. *J. Econ. Entomol.* 57, 5, 726-731
- (9) *Dame D. A., Ford H. R.* (1964): Chemosterilization and its Permanency in Mosquitoes. *Nature* 201, 4920, 733-734
- (10) *Dame D. A. and Schmidt C. H.* (1964):  $P^{32}$  Labeled Semen for Mosquito Mating Studies. *J. Econ. Entomol.* 57, 5, 669-672
- (11) *Dethier V. G.* (1947): Chemical Insect Attractants and Repellents. The Blakiston Company, Philadelphia—Toronto, 289 p.
- (12) *Franz J. M.* (1961): Biological Control of Pest Insects in Europe. *Ann. Rev. Entomol.* 6, 183-200
- (13) *Gouck H. K.* (1964): Chemosterilization of House Flies by Treatment in the Pupal Stage. *J. Econ. Entomol.* 57, 2, 239-241
- (14) *Gouck H. K. and La Brecque G. C.* (1964): Chemicals Affecting Fertility in Adult House Flies. *J. Econ. Entomol.* 57, 5, 663-664
- (15) *Hazard E. I., Lofgren C. S., Woodard D. B., Ford H. R., Glancey B. M.* (1964): Resistance to the Chemical Sterilant, Apholate, in *Aedes aegypti*. *Science* 145, 3631, 500-501
- (16) *Hedin P. A., Cody C. P. and Thompson Jr. A. C.* (1964): Antifertility Effect of the Chemosterilant Apholate on the Male Boll Weevil. *J. Econ. Entomol.* 57, 2, 270-272
- (17) *Horber E.* (1963): Eradication of White Grub (*Melolontha vulgaris* F.) by the Sterile — Male Technique. Radiation and Radioisotopes Applied to Insects of Agricultural Importance. International Atomic Energy Agency, Vienna, 313-332
- (18) *Knippling E. F.* (1955): Possibilities of Insect Control or Eradication Through the Use of Sexually Sterile Males. *J. Econ. Entomol.* 48, 4, 459-462
- (19) *Knippling E. F.* (1962): Potentialities and Progress in the Development of Chemosterilants for Insect Control. *J. Econ. Entomol.* 55, 5, 782-786
- (20) *Knippling E. F.* (1963): Die Selbstvernichtungsmethode der Schädlingsbekämpfung. *Die Umschau* 63, 20, 632-636
- (21) *La Brecque G. C. and Gouck H. K.* (1963): Compounds Affecting Fertility in Adult House Flies. *J. Econ. Entomol.* 56, 4, 476
- (22) *Lindquist A. W.* (1955): The Use of Gamma Radiation for Control or Eradication of the Screw — Worm. *J. Econ. Entomol.* 48, 4, 467-469
- (23) *Lindquist D. A., Gorzycki L. J., Mayer M. S., Scales A. L. and Davich T. B.* (1964): Laboratory Studies on Sterilization of the Boll Weevil with Apholate. *J. Econ. Entomol.* 57, 5, 745-750
- (24) *Murvosh C. M., La Brecque G. C. and Smith C. N.* (1964): Effect of Three Chemosterilants on House Fly Longevity and Sterility. *J. Econ. Entomol.* 57, 1, 89-93
- (25) *Painter R. R. and Kilgore W. W.* (1964): Temporary and Permanent Sterilization of House Flies with Chemosterilants. *J. Econ. Entomol.* 57, 1, 154-157
- (26) *Proverbs M. D.* (1964): The Sterile Male Technique and its Possible Use for Codling Moth Eradication. *Canad. Ent.* 96, 1/2, 143
- (27) *Schmidt C. H., Dame D. A. and Weidhaas D. E.* (1964): Radiosterilization vs. Chemosterilization in House Flies and Mosquitoes. *J. Econ. Entomol.* 57, 5, 753-756
- (28) *Simkover H. G.* (1964): 2 — Imidazolidinone as an Insect Growth Inhibitor and Chemosterilant. *J. Econ. Entomol.* 57, 4, 574-579
- (29) *Smith C. N., La Brecque G. C. and Bořkovec A. B.* (1964): Insect Chemosterilants. *Ann. Rev. Entomol.* 9, 269-284
- (30) *Stone W. E.* (1963): Effects of Ionizing Radiation on Insects and Other Arthropods. Radiation and Radioisotopes Applied to Insects of Agricultural Importance. International Atomic Energy Agency, Vienna, 301-312
- (31) *Wright R. H.* (1964): After Pesticides-what? *Nature* 204, 4954, 121-125