



## Doctoral Thesis

# **Mikrobiologische Bekämpfung des Apfelwicklers *Laspeyresia pomonella*(L.)(=*Carpocapsa pomonella*) mit spezifischem Granulosisvirus**

**Author(s):**

Keller, Siegfried

**Publication Date:**

1973

**Permanent Link:**

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-000133866> →

**Rights / License:**

[In Copyright - Non-Commercial Use Permitted](#) →

This page was generated automatically upon download from the [ETH Zurich Research Collection](#). For more information please consult the [Terms of use](#).

Aus dem Entomologischen Institut  
der Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich

# Mikrobiologische Bekämpfung des Apfelwicklers (*Laspeyresia pomonella* [L.]) (= *Carpocapsa pomonella*) mit spezifischem Granulosisvirus<sup>1</sup>

VON SIEGFRIED KELLER

Mit 14 Abbildungen

## Inhalt

Abstract .. .. .	138
1. Einleitung .. .. .	138
2. Der Apfelwickler und seine Bekämpfung .. .. .	139
2.1. Biologie und Verhalten des Apfelwicklers .. .. .	139
2.2. Die natürlichen Feinde des Apfelwicklers und Möglichkeiten zu seiner Bekämpfung .. .. .	140
3. Einsatz von Insektenviren zur Schädlingsbekämpfung .. .. .	141
3.1. Entwicklung und Ziele der Schädlingsbekämpfung mit Viren .. .. .	141
3.2. Folgerungen aus bereits durchgeführten Versuchen und praktischen Anwendungen .. .. .	142
4. Die Bekämpfung des Apfelwicklers mit Granulosisvirus .. .. .	142
4.1. Das Granulosisvirus des Apfelwicklers .. .. .	142
4.2. Allgemeines über die Zucht des Apfelwicklers, das Virusmaterial und die Versuche .. .. .	143
4.3. Grundlagenuntersuchungen im Labor .. .. .	150
4.4. Beeinflussung der Viren durch Klimafaktoren .. .. .	152
4.5. Einfluß einiger potentieller Schutzstoffe auf die Inaktivierung der Viren .. .. .	158
4.6. Die Verträglichkeit der Viren gegenüber Fungiziden .. .. .	160
4.7. Wirkung der Viren gegen frisch geschlüpfte Larven auf gespritzten Blättern .. .. .	161
4.8. Schadenwirkung und Verhalten frisch geschlüpfter Larven auf gespritzten Äpfeln .. .. .	162
4.9. Bekämpfungsversuche .. .. .	163
5. Versuche zur Virusvermehrung .. .. .	172
5.1. Einleitung .. .. .	172
5.2. Entwicklung und Infektion der Raupen .. .. .	172
5.3. Einfluß der Viruskonzentration und der Entwicklungsgeschwindigkeit der Raupen auf die Virusproduktion .. .. .	173
5.4. Versuche zur Vereinheitlichung des Infektionszeitpunktes .. .. .	174
5.5. Diskussion .. .. .	175
6. Allgemeine Diskussion und Schlußfolgerungen .. .. .	175

<sup>1</sup> Ausgeführt mit Hilfe eines Forschungsstipendiums der Eidgenössischen Alkoholverwaltung, Bern.

Zusammenfassung .. .. .	177
Summary .. .. .	177
Résumé .. .. .	178
Literatur .. .. .	179

### Abstract

Investigations on microbiological control of the codling moth *Laspeyresia pomonella* (L.) with specific granulosis virus. The granulosis virus of the codling moth *Laspeyresia pomonella* (L.) proved to be very pathogenic and virulent in laboratory tests and in field trials. A method for the evaluation of spray covers on apples has been developed. Infection of neonate larvae usually leads to death in the first larval instar, the medium lethal dose being about 30 virus capsules/L<sub>1</sub>. A temperature of 34° C significantly reduced mortality, whereas no statistically significant differences could be found in the range of 15 to 30° C. Under field conditions the virus is relatively quickly inactivated, mainly by the action of sunlight. Addition of skim-milk powder (1 %) to virus suspensions resulted in good protection of the virus cover on trees. Compatibility of the virus with several fungicides was excellent. Spraying of apple trees at intervals of two weeks with a virus concentration of 2 larval equivalents per tree reduced the number of deep bores in apples by 95–99 %. Some 80 % of the larvae died before they caused any damage to fruits. Experiments for virus multiplication gave multiplication factors of  $4 \cdot 10^6$  to  $4 \cdot 10^8$ .

### 1. Einleitung

Die zunehmende Industrialisierung und Mechanisierung des Obstbaus einerseits und die dauernd steigenden Marktanforderungen andererseits haben die Produzenten gezwungen, rigorose Schädlingsbekämpfungsmaßnahmen zu ergreifen. Die Hersteller von chemischen Pflanzenschutzmitteln haben sich diese Entwicklung zunutze gemacht und ihren Kunden fertige Spritzprogramme geliefert, die die Kulturen nach menschlichem Ermessen schädlingsfrei halten sollten. Diese Spritzkalender sehen für den Obstbau je nach Region 12–15 Insektizid- und Fungizidspritzungen vor, oft auch mehr. Die dabei zum Einsatz kommenden Insektizide mit einem meist breiten Wirkungsspektrum hatten neben Resistenzbildungen, denen der Praktiker mit höheren Dosen oder Produktewechsel beizukommen hoffte, andere unerwünschte Nebenerscheinungen zur Folge wie Pflanzenschutzmittelrückstände in den Früchten und Störungen des Ökosystems. Die in diesem Zusammenhang auffälligste Erscheinung ist wohl das Schädlichwerden bisher indifferenter Insekten- und Milbenarten. Es waren im wesentlichen diese Nebenwirkungen, die ein Umdenken in der Schädlingsbekämpfung einleiteten.

Einen ersten Schritt in dieser Richtung stellt der integrierte Pflanzenschutz dar. Sein Prinzip ist jedoch keine Alternative zur bisherigen Praxis, sondern dessen logische Konsequenz. Er versucht, unter Einbeziehung aller zur Verfügung stehenden Maßnahmen, die Dichte der Schädlingspopulation auf einem Niveau zu halten, das unterhalb der Toleranzschwelle liegt. Dieses Verfahren kommt zur Zeit nicht ohne chemische Pflanzenschutzmittel aus, jedoch haben die Erfahrungen gezeigt, daß es möglich ist, die Zahl der Spritzungen wesentlich zu senken und durch gezielte Anwendung spezifischer Mittel einen Schutz zu erreichen, der dem der prophylaktischen, kalendermäßigen Bekämpfung in keiner Weise nachsteht (MATHYS und BAGGIOLINI 1967; BAGGIOLINI 1969; STEINER et al. 1969). Aus diesen Gründen beginnt dieses Verfahren bereits in der Praxis Fuß zu fassen, und es ist

Zusammenfassung

Das Granulosisvirus des Apfelwicklers hat sich als äußerst pathogen und virulent erwiesen. Es stellte sich daher die Frage nach seiner möglichen Eignung zur Schädlingsbekämpfung. Die in Labor und Feld durchgeführten Grundlagenuntersuchungen sowie kleinere Bekämpfungsversuche führten zu folgenden Ergebnissen:

1. Es wurde eine Methode zur quantitativen und qualitativen Bestimmung von Virus-spritzbelägen auf Äpfeln entwickelt.
2. Die LD<sub>50</sub> für ein Eiräupchen beträgt rund 30 Viruskapseln. Die entsprechenden Werte für die LD<sub>10</sub> und die LD<sub>90</sub> liegen bei Verwendung eines Netzmittels bei 3,6 bzw. 220 Kapseln/Räupchen. Die dabei beobachteten Absterbezeiten betragen 4<sup>1</sup>/<sub>2</sub>-6<sup>1</sup>/<sub>2</sub> Tage, wobei die Räupchen praktisch ausschließlich als L<sub>1</sub> sterben.
3. Temperaturen zwischen 15° C und 30° C ergeben keine statistisch signifikanten Änderungen der Mortalität; eine Temperatur von 34° C reduziert diese jedoch deutlich. Die Virusentwicklung wird gegenüber der Wirtsentwicklung mit steigender Temperatur zunehmend verzögert.
4. Unter Freilandbedingungen werden die Viren relativ rasch inaktiviert. Spritzbeläge von Virussuspensionen mit 1, 10 oder 100 virösen L<sub>5</sub>-Kadavern/ Baum erreichten nach praktisch 100 %iger Anfangswirkung eine mittlere Aktivitätsdauer von 5-17 Tagen.
5. Der größte Teil der Inaktivierung (ca. 90 %) wird durch das Sonnenlicht verursacht; der Rest ist zur Hauptsache auf direkte und indirekte Temperatureinwirkung zurückzuführen. Ein Einfluß von Regen konnte nicht festgestellt werden.
6. Magermilchpulver erwies sich in Feldversuchen als geeignetes Schutzmittel für das Virus. Ein Zusatz von 1 % Milchpulver zur Virussuspension verlängerte die mittlere Aktivitätsdauer mehr als 3mal.
7. Das Granulosisvirus erwies sich als widerstandsfähig gegenüber den in der Schweiz meistgebrauchten Obstbaufungiziden (Schwefel, Folpet, Dinocap, Zineb und Captan).
8. Der Virusspritzbelag auf Blättern verursacht bei frisch geschlüpften Raupen 70-80 % Mortalität.
9. Der Virusspritzbelag auf dem Apfel bietet diesem keinen absoluten Schutz vor Fraßschäden. Anbißstellen lassen sich auch bei hoher Mortalität nicht vermeiden.
10. Bekämpfungsversuche bestätigten die Wirksamkeit des Virus gegenüber Freilandtieren. Der Anteil der wurmigen Äpfel mit tiefem Bohrgang konnte um 95-99 % reduziert werden.
11. In Virusvermehrungsversuchen konnten durch Infektion von L<sub>4</sub> Vermehrungsraten von 4 · 10<sup>6</sup> bis 4 · 10<sup>8</sup> erzielt werden.

Summary

The granulosis virus of the codling moth has proved to be extremely pathogenic and virulent. Its potency as microbiological control agents in orchards was therefore investigated in the laboratory and in the field. These studies lead to the following results:

1. A method for the quantitative and qualitative estimation of a virus spray covering on apples was developed.
2. The LD<sub>50</sub> for first instar larvae (L<sub>1</sub>) is about 30 virus capsules. The corresponding values for the LD<sub>10</sub> and the LD<sub>90</sub> are respectively 3.6 and 220 capsules, if a wetting agent is used. The mean time to death with an LD<sub>90</sub> and an LD<sub>30</sub> is 4.5 and 6.5 days respectively. As a rule all larvae died in the first instar.
3. Temperatures of 15° C to 30° C gave no statistically significant differences in mortality, whereas a temperature of 34° C reduced it distinctly. Compared with larval development the development of the virus is progressively retarded by increasing temperatures.
4. Under field conditions the virus is relatively quickly inactivated. Spray coverings of virus suspensions containing 1, 10 or 100 virose cadavers of L<sub>5</sub> per tree, which produced an initial mortality of about 100 %, were reduced to 50 % mortality after 5-17 days.
5. About 90 % of the virus inactivation in the field is caused by sunlight. Most of the remaining inactivation can be referred to direct or indirect action of the temperature. An influence of rain could not be established.
6. Powdered skim-milk has proved to be a good protecting agent for the virus in field trials. If 1 % of the powder (w/v) is added to a virus suspension the virus stays more than 3 times longer active.
7. The granulosis virus is not inactivated by the fungicides used mostly in Swiss arboriculture (Sulphur, Folpet, Dinocap, Zineb, Captan).

8. 70–80 % of newly hatched larvae died of virosis when exposed to virus sprayed leaves.
9. Virus sprayed apples are not absolutely protected from getting damaged. Small bores will occur also when mortality is high.
10. The granulosis virus is efficient against natural codling moth populations. Practical control measures reduced the number of wormy apples by 95–99 %.
11. Attempts on virus multiplication resulted in a  $4 \cdot 10^6$  to  $4 \cdot 10^8$  fold increase over the amount of virus used to initiate the infection in fourth instar larvae.

### Résumé

Le virus de la granulose du carpocapse des pommes s'est avéré extrêmement pathogène et virulent. D'où la question de son utilisation possible dans la lutte contre ce ravageur. Les recherches fondamentales effectuées au laboratoire et en verger ont conduit aux résultats suivants:

1. Une méthode a été développée pour apprécier quantitativement et qualitativement les films de pulvérisation du virus sur les pommes.
2. La  $DL_{50}$  pour une chenille néonate se monte à 30 capsules. Les valeurs correspondantes pour la  $DL_{10}$  et la  $DL_{90}$ , avec utilisation d'un mouillant, sont respectivement 3,6 et 220 capsules/néonate. Les mortalités larvaires s'étendent de  $4\frac{1}{2}$  à  $6\frac{1}{2}$  jours; les chenilles meurent pratiquement toutes au stade  $L_1$ .
3. Des températures variant de  $15^\circ C$  à  $30^\circ C$  ne donnent pas de différences statistiques significatives de la mortalité; toutefois une température de  $34^\circ C$  réduit celle-ci considérablement. Lorsque la température augmente, le développement du virus est, à l'inverse du développement de l'hôte, progressivement freiné.
4. Sous des conditions naturelles, les virus sont rapidement inactivés. Des films de pulvérisation de suspension de virus avec 1, 10 ou 100 cadavres  $L_5$  virosés, arbre ont atteint, avec une activité initiale pratique de 100 %, une durée d'activité moyenne de 5–17 jours.
5. La partie la plus grande de l'inactivation (env. 90 %) est causée par les rayons solaires; le reste est à attribuer principalement aux incidences directes et indirectes de la température. Une influence de la pluie n'a pas pu être établie.
6. Le lait écrémé en poudre s'est avéré comme étant l'agent de protection judicieux dans les essais en verger. Une adjonction de 1 % de poudre de lait à la suspension de virus prolonge plus de 3 fois la durée d'activité moyenne.
7. La granulose s'est montrée résistante vis-à-vis des fongicides les plus utilisées en arboriculture en Suisse (Soufre, Folpet, Dinocap, Zinèbe et Captane).
8. La suspension de virus pulvérisée sur les feuilles détruit 70–80 % des chenilles fraîchement écloses.
9. Le film de pulvérisation sur la pomme n'offre pas à celle-ci une protection absolue. Des traces de morsures, même par forte mortalité, ne peuvent pas être évitées.
10. Des essais de lutte ont confirmé l'efficacité du virus vis-à-vis des individus des populations naturelles. La proportion des pommes véreuses a été réduite de 95–99 %.
11. Dans les essais de multiplication du virus par infection de  $L_4$ , il a été obtenu des taux de multiplication de  $4 \cdot 10^6$  à  $4 \cdot 10^8$ .

### Danksagungen

Ich danke Herrn Prof. Dr. G. BENZ für die Überlassung des Themas, seine stete Diskussionsbereitschaft und seine Ratschläge sowie für seine kritische und konstruktive Korrektur des Manuskriptes.

Ebenso danke ich Herrn Prof. Dr. P. BOVEY, dem damaligen Vorsteher des Entomolog. Institutes, der durch seine Unterstützung und sein stetes Interesse wesentlich zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen hat.

Besonderen Dank schulde ich den Herren Direktor Dr. V. KÜHNE und Dr. W. SCHWARZENBACH von der Eidgen. Alkoholverwaltung, die das Forschungsprojekt mit wohlwollendem Interesse verfolgt haben und ohne deren Unterstützung die Finanzierung des Projektes nicht sichergestellt worden wäre.

Mein Dank gilt ebenso allen jenen Mitarbeitern von Forschungsanstalten und Landwirtschaftlichen Schulen sowie der Obstverwertungsgenossenschaft Egnach, die mir bei der Durchführung von Feldversuchen in irgendeiner Form behilflich waren.