

Georg Benz

Entomol. Institut der Eid. Techn. Hochschule, Zürich.

UNTERSUCHUNGEN ÜBER DIE PATHOGENITÄT EINES GRANULOSIS-VIRUS DES GRAUEN LÄRCHENWICKLERS ZEIRAPHERA DINIANA (GUENÉE)

I. Einleitung

Der graue Lärchenwickler (*Zeiraphera diniana*) ist eine im holarktischen Raume weit verbreitete Tortricidenart. Sie ist schon in die verschiedensten Gattungen eingereiht worden, in neuerer Zeit in die Gattungen *Epinotia*, *Cydia*, *Thiodia*, *Semasia*, *Zeiraphera* und *Eucosma*. Nach der heutigen Systematik gehört sie aber eindeutig zur Gattung *Zeiraphera* Treitschke (Heinrich, 1923; Obratsov, 1946; Bradley, 1959; Hannemann, 1961). Synonyme Artnamen sind: *griseana* (Hübner, 1796—99) und *pinicolana* (Zeller, 1846). Da Hübner für die Art *griseana* nur eine offensichtlich schlecht auf den Lärchenwickler passende Abbildung gibt, ist wohl Guenée's Artname *diniana* aus dem Jahre 1845 vorzuziehen.

In den Wäldern der alpinen Zonen Frankreichs, Italiens, der Schweiz und Oesterreichs verursacht *Z. diniana* periodisch grosse Schäden durch Kahlfrass von *Larix decidua* Miller (Davall, 1857; Coaz, 1894; Bovey, 1956, 1957). Ferner lebt die Art im Alpengebiet auf *Pinus cembra* L., *Pinus mugo* Turra und *Pinus silvestris* L. var. *engadiniensis* Heer (Maksymov, 1955). In Böhmen, Sachsen und den nordwestlichen Staaten der U. S. A. wurden Massenvermehrungen von *Z. diniana* auf *Picea*- und *Abies*-Arten beobachtet. Massenvermehrungen des Lärchenwicklers erfolgen im alpinen Raume zyklisch alle 8—10 Jahre (Baltensweiler, 1960). Progression, Kulmination, Regression und Wiederbeginn der nächsten Progression folgen unmittelbar aufeinander, d. h. ohne Latenzperiode (Auer, 1961). In der Schweiz werden die Lärchen (*Larix decidua*) am stärksten geschädigt. In den Kulminationsjahren der Massenvermehrungen sinkt die Holzproduktion der befallenen Wälder um 30% (Dolf, 1950), und die Samenproduktion fällt (Badoux, 1952). Die Bäume sterben gewöhnlich nicht, doch ist schon früh beobachtet worden, dass mehrfach kahlgefressene Altlärchen in kalten Wintern eingehen (Coaz, 1894). Die Lärchenwälder haben in vielen Gebieten die Aufgabe, Lawinen von den Dörfern abzuhalten. Das gehäufte Absterben von Bäumen ist daher gefährlich. Zudem lebt die Bevölkerung alpinen Lärchengebiete zu einem grossen Teil vom Fremdenverkehr. Da in den Kahlfrassjahren die Wälder während des Sommers ganz braun verfärbt sind die Touristen von Millionen von Raupen belästigt werden, stellt der Lärchenwickler auch in dieser Hinsicht ein wirtschaftliches Problem dar.

Seit 1949 werden daher in der Schweiz umfassende populationdynamische Studien über den Lärchenwickler durchgeführt. Im Laufe dieser Untersuchungen sind von Maksymov und Auer (1955) auch Versuche zur chemischen Bekämpfung von *Z. diniana* gemacht worden. Dabei fanden die Autoren 2286 tote Individuen nützlicher oder indifferenter Arten auf je 1000 tote Lärchenwicklerraupen. Dieser Versuch hat eindeutig gezeigt, dass eine rein chemische Bekämpfung ohne sehr schwere Störung des biologischen Gleichgewichtes unmöglich ist.

Schon früh haben Coaz (1894) im schweizerischen Engadin und Del Guericio (1929) im italienischen Aostatal festgestellt, dass die Lärchenwickler-Populationen in diesen Gegenden jeweils von einer Epizootie vernichtet werden. Im Laufe seiner Untersuchungen während der letzten Massenvermehrung von *Z. diniana* hat Martignoni (1954, 1957) festgestellt, dass im Engadin der Zusammenbruch der Lärchenwicklerpopulationen durch eine Granulosis (*Bergoldiavirus*) bedingt wird. Aus-

*) Beitrag Nr. 15 der wissenschaftlichen Arbeitsgemeinschaft zur Erforschung der Populationsdynamik des Grauen Lärchenwicklers. Leitung: Prof. Dr. P. Bovey, Entomologisches Institut der E. T. H. (Zürich).

ser im Engadin konnte Martignoni dieses Virus in keiner anderen schweizerischen Population von *Z. diniana* finden. Es fragt sich darum, ob das Virus überhaupt allgemein verbreitet ist.

Ein vorläufiger Versuch zur Bekämpfung von *Z. diniana* mit diesem Virus hat keinen Erfolg gezeigt (Martignoni und Auer, 1957). Es ist aber zu bedenken, dass der Versuch im Regressionsstadium der Gradation durchgeführt worden ist, also zu einer Zeit, als sowieso die meisten Raupen schon auf natürliche Weise mit dem Virus infiziert waren und für eine Superinfektion vermutlich ausserordentlich hohe Virusmengen benötigt worden wären. Da Pathogenitätsversuche gezeigt haben, dass das *Bergoldiavirus* von *Z. diniana* sehr virulent ist (Martignoni, 1957), wird das Problem der mikrobiologischen Bekämpfung des Lärchenwicklers weiterhin untersucht.

Im folgende sollen einige Untersuchungen über das Granulosis-Virus, besonders aber seine Pathogenität in Larven des vierten Stadiums aus je einer Population aus Frankreich (Briançonnais) und aus der Schweiz (Engadin) besprochen werden.

II. Untersuchungen und Ergebnisse

I. Haltbarkeit wässriger Virussuspensionen.

Martignoni hat im Jahre 1953 gewonnene Kapselsuspensionen gereinigt und im folgenden Jahre als wässrige Suspensionen in Ampullen eingeschlossen. Die Ampullen sind seit 1954 bei meist 4° C aufbewahrt worden. Mit diesen Viruspräparaten wurden im Jahre 1960 Infektionsversuche durchgeführt. Es zeigte sich, dass die sieben Jahre alten Präparate ihre Infektionspotenz nicht eingebüsst hatten. Im Jahre 1961 sind dann mit dem Präparat von 1953 und mit einem selbst gewonnenen Präparat von 1960 Vergleichsversuche durchgeführt worden. Die Ergebnisse sind zusammen mit den Werten von Martignoni aus den Jahren 1954 und 1955 in Abb. 1 dargestellt.

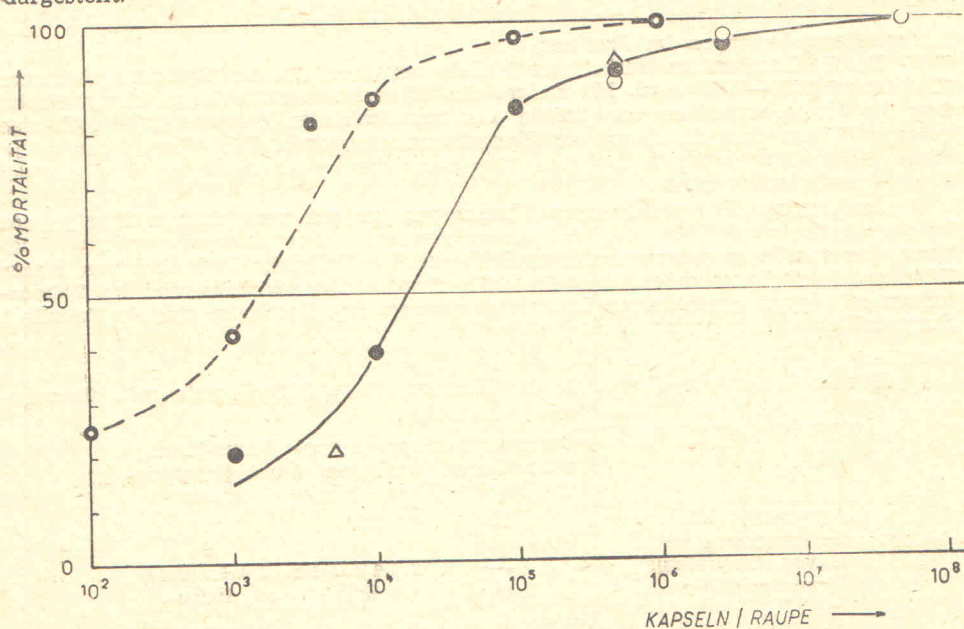


Abb. 1. Mortalitätskurven von *Z. diniana* aus Sils (Oberengadin). Ausgezogene Kurve (LD_{50} = ca. 1500 Kapseln / Raupe) = Viruspräparat aus dem Jahre 1953. Ausgefüllte Kreise = Werte von 1961; leere Kreise = Werte von Martignoni aus dem Jahre 1954; Dreiecke = dito 1955. Gestrichelte Kurve (LD_{50} = ca. 16'000 Kapseln / Raupe) = Werte von 1961 mit Viruspräparat von 1960.

Die Virussuspensionen sind vor dem Versuch auf ähnliche Konzentration eingestellt worden. Die Anzahl der Kapseln pro mm^3 wurde jeweils in der Petroff-Hausser-Zählkammer unter dem Phasenkontrast-Mikroskop bestimmt. (Auszählen von je 20 Quadratflächen; Objektiv-Vergrößerung 40x, Gesamtvergrößerung 800x). Jede Bestimmung wurde dreimal durchgeführt. Die Streuungen betragen weniger als 10%, sodass der Mittelwert ein gutes Mass der Kapselkonzentration lieferte. Da jede Kapsel gewöhnlich nur einen Viruspartikel enthält, entspricht die Kapselkonzentration zugleich der Viruskonzentration.

Raupen des 4. Stadiums (nicht narkotisiert) wurden nach der Methode von Martignoni (1957) oral mit je 1 mm^3 Virussuspension iniziert. Die Methode ermöglicht eine ziemlich genaue Angabe der pro Tier verabreichten Anzahl Viren.

Wie Abb. 1 zeigt, liegen die mit dem gleichen Präparat gewonnenen Mortalitätswerte von Martignoni aus den Jahren 1954 und 1955 auf der gleichen Kurve wie die 1961 gewonnenen Werte. Die LD_{50} beträgt ca. 16.000 Kapseln je Raupe. Dagegen liegt die LD_{50} von einjährigen Viren bei ca. 1500 Kapseln je Raupe. Die Resultate können verschieden interpretiert werden:

- Die Virussuspension von 1953 hat im Laufe von 8 Jahren einen Aktivitätsverlust von 90% erlitten. In diesen Falle wären die L4 von Sils in den Jahren 1954 und 1955 (Gradationskulmination und erstes Jahr der Regression) etwa 10mal resistenter gewesen als die L4 der diesjährigen Population (Progressionsphase). In der kommenden Regresionsphase der gegenwärtigen Gradation müsste dann ebenfalls ein Anstieg der Resistenz beobachtet werden.
- Es besteht die Möglichkeit, dass das Viruspräparat von 1953 keinen Aktivitätsverlust erlitten hat, sondern von Anfang an viele Kapseln mit inaktivem Virus enthalten hat.

Die erste Hypothese erscheint vorläufig wahrscheinlicher, doch müssen die Ergebnisse der nächsten Jahre noch bestätigen dass die Resistenz der L4 in der Regressionsphase der gegenwärtigen Gradation zunehmen wird.

2. Persistenz der Viren im Freiland.

Da die Lärchen im Herbst ihre Nadeln verlieren, und im Optimumgebiet von *Z. diniana* (1750—1950 m. ü. M.) zudem die Ultravioletteinstrahlung sehr stark ist, war die Frage zu prüfen, ob allfällig aus granulosis-toten Raupen auf die Zweige gelangte Viren dort überhaupt zu überwintern vermögen. Die Viren könnten ja auch mit den Nadeln verloren gehen, vom Schneewasser abgewaschen oder von der Sonne inaktiviert werden.

Im August 1960 wurde eine Virussuspension auf verschiedene Zweige von Lärchen aufgepinselt. Der erste Probebaum stand an einem sonnenexponierten Südhang, der zweite in einer schattigen Schlucht. Im Frühjahr 1961 sind von diesen Bäumen virusbehandelte und unbehandelte Zweige abgeschnitten und im Laboratorium mit frisch geschlüpften L1 besetzt worden. Die Ergebnisse sind in Tabelle 1 dargestellt.

Tabelle 1

Das Auftreten von Granulosis bei Raupen, die auf im Vorjahr mit Virus bepinselten Lärchenzweigen gezüchtet worden sind.

	Unbehandelter Kontrollzweig*	Sonnenexponierter Virus-Zweig	Virus-Zweig von Schattenstelle
Angesetzte L1	10	28	20
Gefundene Tiere	6	20	9
Davon Granulosis*	—	2 L4 / 7 L5	3 L4 / 6 L5
Granulosisfälle	0%	45%	100%

Die Resultate zeigen, dass Granulosisviren auf den Bäumen von einem Jahr auf das nächste überdauern und *Z. diniana*-Raupen infizieren können. Die Zahlen sind zu klein, als dass sicher abgeschätzt werden kann, ob die gefundene Differenz

* Die Kontrollzahl ist sehr klein. Es sind aber in vielen anderen Versuchen Raupen auf unbehandelten Zweigen gezüchtet worden, ohne dass je Granulosis beobachtet worden ist.

zwischen sonnenexponierten und sonnengeschützten Zweigen signifikant ist. Falls die Differenz gesichert wäre, müsste angenommen werden, dass die im Engadin starke UV-Einstrahlung einen Teil der Viren inaktivieren kann. Die Eier von *Z. diniana* werden unter Flechten abgelegt. Da die bepinselten Zweige keine Flechten tragen, können wir annehmen, dass die Viren auch auf der Sonnenseite eine noch höhere Ueberdauerungsrate haben, als im Experiment demonstriert worden ist (denn ein Teil der Viren würde wahrscheinlich unter die Flechten gelangen und so vor direkter Bestrahlung geschützt).

3. Die Anfälligkeit der verschiedenen Stadien.

a) 1. Stadium. — Zur Untersuchung, ob geringe Virusmenge, die z. B. mit Regenwasser oder Staub unter die Flechten zu den Eiern gelangen, frisch geschlüpfte Räumchen zu infizieren vermögen, wurde folgender Versuch angesetzt:

20 Eier wurden auf Filterpapier gelegt und mit einer Virussuspension $40 \cdot 10^4$ Kapseln (ul. enthaltend) betropft. Die überschüssige Lösung wurde vom Filterpapier aufgesogen, sodass nur ein sehr dünner Flüssigkeitsfilm die Eier überzog. Die getrockneten Eier wurden bis zum Schlüpfen in einen sterilen Glasröhrchen aufbewahrt. Aus den 20 Eiern sind 11 Lärven geschlüpft. Davon starben ohne Krankheitssymptome 2 L1 vier Tage nach dem Schlüpfen, an Granulosis 7 L1 vier bis sechs Tage nach dem Schlüpfen, an Granulosis 1 L3 dreizehn Tage nach dem Schlüpfen, und ein Tier entwickelte sich zum Falter. Es starben also ca. 73% der geschlüpften Raupen an Granulosis, und nur ein Tier (= 9%) überlebte. Da die Räumchen beim Durchbeissen der Eihülle sicher nur eine geringe Virusmenge aufnahmen, darf angenommen werden, dass die L1 sehr anfällig für Viruse sind.

b) 4. und 5. Stadium. — Erst vom 4. Stadium an kann die LD_{50} durch orale Injektion genau bestimmt werden. Die LD_{50} für L4 aus Briançon betrug ca. 3000 Viruskapseln je Raupe (siehe Abb. 2), die LD_{50} für L5 aus demselben Gebiet ca. 300'000 Kapseln je Raupe d. h. ca. 100mal mehr.

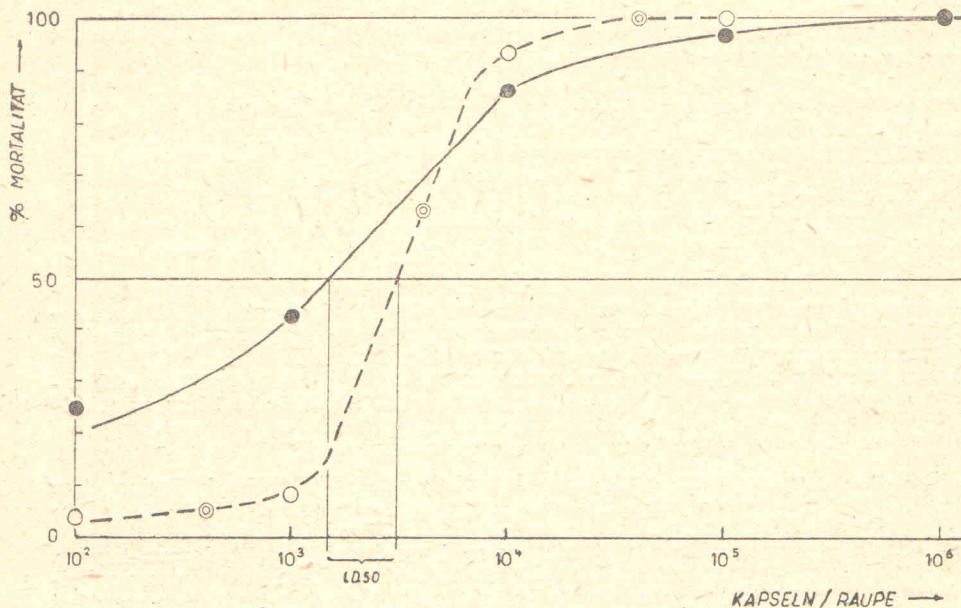


Abb. 2. Im Jahre 1961 gewonnene Mortalitätskurven von zwei verschiedene Lärchenwickler-Populationen. Ausgezogene Kurve mit gefüllten Kreisen: Raupen aus Sils (Schweiz). Gestrichelte Kurve = Raupen aus dem Briançonnais (Frankreich); leere Kreise = Werte mit Viruspräparat aus dem Jahre 1960; Doppelkreise = Werte mit Viruspräparat aus dem Jahre 1961.

c) *Vorpuppen und Puppen.* — Kurz vor der Verpuppung infizierte L5 können als Vorpuppen oder Puppen an Granulosis sterben. Die benötigte Virusmenge ist aber viel grösser als für junge L5. Genaue Bestimmungen sind nicht durchgeführt worden. Aus den Versuchen ergibt sich, dass die zur Auslösung einer Virose benötigte Anzahl Viren mit zunehmenden Alter der Raupen zunimmt.

4. Die Virusanfälligkeit der Lärchenwickler von zwei räumlich getrennten Populationen.

Martignoni (1957) fand seinerzeit die Granulose nur im Oberengadin. Ausländische Populationen von *Z. diniana* wurden damals nicht untersucht. Da die Populationen im Briançonnais (Frankreich) im Jahre 1961 bereits eine Höhe erreicht hatten, die etwa derjenigen der Silser-Population (Oberengadin) aus dem Jahre 1953 vergleichbar ist (d. h. dem Jahre, in dem in Sils die Granulosis zum ersten Male gefunden wurde), ist im Briançonnais nach granulostoten Raupen gesucht worden. Falls im Briançonnais das Granulosis-Virus von *Z. diniana* vorhanden wäre hätten in diesem Jahr kranke Tiere erwartet werden können. Trotz eifriger Suche konnten aber unter 220 gestorbenen Larven keine Granulosisfälle gefunden werden. 7,7% der toten Raupen (= 0,5% vom Total) waren parasitiert; 2,3% (= 0,4% vom Total) zeigten Mykosen; 7,7% (= 0,5% vom Total) waren von Mikrosporidien befallen. In den restlichen Toten (= 87,3%) konnten keine Pathogene nachgewiesen werden. Ähnliche Zahlen ergaben Stichproben aus der ca. ... mal geringeren Silser-Population.

Es wurde nun untersucht, ob Larven des 4. Stadiums aus dem Engadin ebenso anfänglich für Granulosis seien wie L4 aus dem Briançonnais. Verschieden konzentrierte Virussuspensionen wurden mit der Mikroinjektionsapparatur oral verabreicht, und zwar 1 mm³ je Raupe. Die Ergebnisse sind in Abb. 2 und in Tabelle 2 dargestellt.

TABELLE 2.

Benötigte Anzahl Viren je Raupe zur Erreichung der LD₂₅, LD₅₀ und LD₁₀₀ für L4 aus zwei verschiedenen Populationen.

Herkunft der Versuchstiere	Anzahl Virus-Kapseln je Raupe für		
	LD ₂₅	LD ₅₀	LD ₁₀₀
Briançonnais (Frankreich = rel. hohe Population)	1500 — 2000	ca. 3000	4 · 10 ⁴ — 10 ⁵
Sils (Schweiz = mittlere Population)	150 — 200	ca. 1500	8 · 10 ⁵ — 10 ⁶

Aus den Ergebnissen wird ersichtlich, dass die LD₅₀ für beide untersuchten Populationen annähernd gleich ist. Der gefundene Unterschied (Faktor 2) kann wahrscheinlich werden. Dagegen zeigen die Mortalitätskurven (Abb. 2) für die beiden Populationen ganz verschiedene Formen. Während die Tiere aus dem Engadin (Sils) schon auf sehr geringe Virusdosen ansprechen, werden für die Tiere aus dem Briançonnais ungefähr 10mal höhere Dosen gebraucht, um 25% infizierte Tiere zu erhalten. Umgekehrt braucht es für Raupen aus Sils, verglichen mit Raupen aus dem Briançonnais, 10mal grössere Virusdosen zur Erreichung einer 100%igen Mortalität.

Sollten die gefundenen Werte reproduzierbar sein, würde dies bedeuten, dass die *Z. diniana*-Populationen des Briançonnais relativ homogen sind, während die Population von Sils eine Mischpopulation von sehr anfälligen und relativ resistenten Tieren darstellt. Das es sich um eine Resistenzfrage handelt, geht daraus hervor, dass die mittleren Absterbezeiten (LT₅₀) für verschieden grosse Virusdosen in beiden Populationen ungefähr gleich lang sind (Abb. 3). Falls also die Virose manifest wird, entwickelt sie sich in den Raupen beider Populationen gleich rasch. Dies bedeutet, dass ausser einer Differenz der Tiere keine anderen, für die Virose bedeutsamen physiologischen Unterschiede in den Raupen der beiden Populationen zu finden sind.

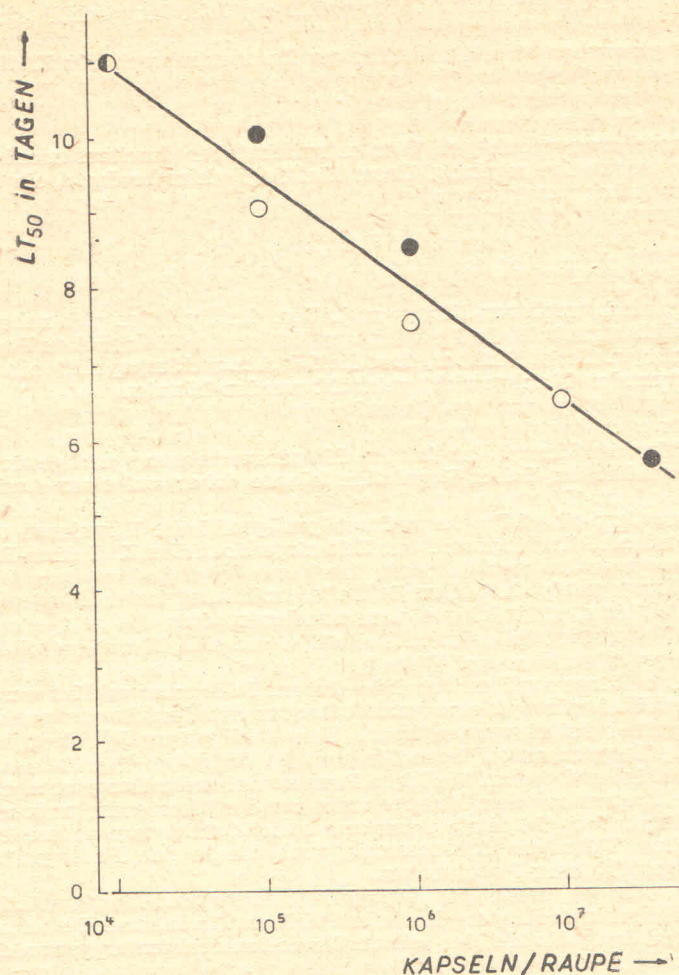


Abb. 3. Mittlere Absterbezeit (LT_{50}) von Larven des vierten Stadiums bezogen auf oral inizierte Virusdosis. Schwarze Punkte = Raupen aus Sils; helle Kreise = Raupen aus dem Briançonnais

III DISKUSION

Die bisherigen Ergebnisse lassen die mikrobiologische Bekämpfung von *Z. diviana* mit dem *Bergoldiavirus* dieser Art durchaus möglich erscheinen. Da Viruspräparate zwischen zwei Massenvermehrungen möglicherweise bis zu 90% ihre Aktivität einbüßen, müsste dieses Ergebnis bei der Bereitstellung von Viren zur Bekämpfung kommender Massenvermehrungen berücksichtigt werden.

Die Raupen des Lärchenwicklers sind in den frühen Stadien bedeutend anfälliger für die Virose als in den späten Stadien. Da die kleinen Raupen nur wenig fressen und in den Knospen wenig exponiert sind, ist es aber fraglich, ob eine Bekämpfung in den frühen Stadien mehr Aussicht auf Erfolg bietet, als eine Bekämpfung der relativ offen und viel fressenden älteren Raupen. Diese Fragen können nur durch die für das nächste Jahr geplanten Feldversuche abgeklärt werden.

Da das Virus am Baum seine Pathogenität ein Jahr lang behält, sind weitere Untersuchungen notwendig, die zeigen, ob mit dem Virus eine Dauerkontrolle möglich ist. Im Grunde genommen ist ein vollständiger Zusammenbruch der *Z. diniana*-Populationen nicht wünschenswert, weil bei einer zu starker Reduktion der Raupenzahl auch das Virus verschwindet. Da sich in einzelnen unbehandelten Gebieten doch immer kleinere Populationsherde erhalten, könnte von diesen Herden aus stets neue Massenvermehrungen erfolgen. Dies entspricht aber durchaus nicht dem Ziel der biologischen Populationsregelung. Unser Ziel liegt vielmehr darin, ein dauerndes Gleichgewicht zwischen Insektenpopulation und Krankheit aufzubauen. Bisher vollzogen sich die Massenvermehrungen von *Z. diniana* so rasch, dass die Entwicklung der Parasitenfauna mit der Entwicklung des Schädling nie Schritt halten konnte (Baltensweiler, 1958). Würde es aber durch eine geeignete Verwendung des *Bergoldiavirus* möglich, die Schädlingspopulationen während einiger Jahre auf einem relativ hohen, aber ökonomisch tragbaren Niveau zu halten, dann würden sich neben der Virose wahrscheinlich auch bald die Insektenparasiten an der biologischen Populationsbegrenzung beteiligen. Es ist denkbar, dass die Lärchenwicklerpopulationen auf diese Weise in ein dauerndes Gleichgewicht gebracht werden könnten.

Die Untersuchungen an der Silser-Population rücken allerdings die Frage nach der Resistenz in den Vordergrund. In der Engadiner-Population konnte das Auftreten der Virose während der letzten Massenvermehrung nachgewiesen werden. Die Heterogenität der Salsler-Population könnte daher auf einer Auslese resistenter Tiere beruhen. (Eine absolute Resistenz ist aber auch in den Silser-Tieren nie beobachtet worden; eine LD_{100} kann durch genügend hohe Virusdosen ohne weiteres erreicht werden.) Allerdings sind zur Zeit nirgends viröse *Z. diniana*-Raupen zu finden. Das Virus muss also wohl latent in der Silser-Population vorhanden sein. Da die Phagenforschung gezeigt hat, dass Bakterien mit integrierten Phagen resistent gegen Phageninfektionen sind, könnte man annehmen, dass die relativ resistenten Raupen von Sils Träger von integrierten *Bergoldiavirus* sind. Die sehr anfälligen Raupen von Sils wären dann virusfrei Tiere, bei denen schon eine sehr geringe Anzahl Viruspartikeln eine Virose auslösen kann. In diesem Falle muss erklärt werden, warum nur eine verhältnismässig kleine Anzahl Raupen aus dem Briançonnais mit geringen Virusmengen infiziert werden kann. Eine Erklärungsmöglichkeit bietet die Annahme, dass im Engadin autochthone Virus an die Engadiner-Populationen besonders gut angepasst ist und darum in diesen Raupen viel mehr Rezeptoren ausnützen kann, als in den Raupen aus dem Briançonnais, wo die Virose sehr wahrscheinlich gar nicht vorkommt. Für die letzte Annahme spricht nicht nur unsere erfolglose Suche nach virösen Tieren im Briançonnais, auch die in den Pathogenitätstesten gefundene Homogenität jener Populationen.

Schlimmer wäre es, wenn der Sachverhalt umgekehrt liegen würde, wenn also die leicht infizierbaren Raupen den latent virösen Tieren, und die schwerer infizierbaren Raupen den während der letzten Gradation resistenter gewordenen, gesunden Tieren entsprechen würden. In diesem Falle würden die aktiven Virosen wohl immer wieder aus den Populationen verschwinden, und, falls weitere Kahlfrassschäden vermieden werden sollten, müsste das Virus von Zeit zu Zeit in hohen Dosen in den Populationen verbreitet werden.

Die meisten theoretischen Gesichtspunkte sprechen gegen die zweite Hypothese. Zur Abklärung dieser Frage sind jedoch weitere Untersuchungen notwendig.

PROUČAVANJE PATOGENITETA JEDNOG GRANULOSIS-VIRUSA KOD SIVOG ARIŠEVOG SAVIJAČA ZEIRAPHERA DINIANA (GUENÉE)

Georg Benz,
Entomološki Institut Tehničke Visoke škole, Zürich

REZIME

Zeiraphera diniana je sinonim za *Semasia diniana* i *Eucosoma griseana*. Tu se radi o jednoj u holarктиčkom prostoru vrlo raširenoj vrsti savijača (Tortricidae), koja u šumama alpske zone Francuske, Italije, Švicarske i Austrije najčešće izaziva golo-brst na arišu (*Larix decidua*). Iz Čehoslovačke i Saske poznata je vrsta kao sporadični štetnik na smrekama.

Do masovnih pojava ariševog savijača dolazi u alpskim krajevima ciklički svake 8—10 godine. Progresija, kulminacija, regresija, i početak nove progresije, slijede neposredno, tj. bez perioda latencije.

Predispozicija kemijskog suzbijanja ariševog savijača su pokazala, da je takvo suzbijanje bez jake poremetnje biotičke ravnoteže nemoguće. Stoga bi bila poželjna biološka metoda suzbijanja.

1953. g. je *Martignoni* u Engadinu pronašao kod ariševog savijača jedan granulozis-virus. Ispitivanja patogeniteta tog virusa su pokazala da je on vrlo virulentan. Problem, da li je moguće mikrobiološko suzbijanje ariševa savijača, je stoga dalje istraživano.

Ta su istraživanja dala do sada ove rezultate :

1. Vodene suspenzije virusa zadržavaju svoj aktivitet kroz mnogo godina. U 8 godina u svakom slučaju nije aktivitet smanjen za više od 90%. Taj gubitak na aktivitetu kod primjene virusa treba uzeti u obzir.

2. Virusi se mogu na drveću bez gubitka aktiviteta od jedne do druge godine sačuvati. Virusi izloženi direktnom utjecaju sunčanih zraka budu vjerojatno djelomice inaktivirani.

3. Osjetljivost gusjenica na napad virusa pada sa starošću gusjenica.

4. Istraživali smo intenzitet napada virusa dviju geografski odvojenih populacija. Populacije Brianconnais-a (Francuska) došle su na viši stupanj faze progresije nego populacije iz Silsa (Engadin, Švicarska). Kod francuskih populacija očekivali smo kulminaciju gradacije slijedeće godine, a kod švicarskih populacija tek treće godine.

U pogledu intenziteta napada virusa pokazale su se francuske populacije kao vrlo homogene, dok švicarske daju utisak jedne miješane populacije, koja se sastoji od vrlo osjetljivih i relativno rezistentnih životinja.

Ove razlike leže po svojoj prilici u tom, što virus vjerojatno u francuskim populacijama ne dolazi, dok je on kod švicarskih autohton.

5. Apsolutna rezistencija ne dolazi. Sa dovoljno visokim dozama može se uvijek postići LD₁₀₀.

6. Prosječno vrijeme ugibanja (= LT₅₀) za različito visoke doze virusa je kod obadvije populacije jednako.

Prema tim podacima može se zaključiti, da osim u pogledu rezistencije, ne postoje za viroze značajne fiziološke razlike između obiju populacija.

LITERATUR

- Auer, C. 1961 : Ergebnisse zwölfjähriger quantitativer Untersuchungen der Populationsbewegung des Grauen Lärchenwicklers (*Zeiraphera diniana* Gu.) im Oberengadin (1949—60). Mitt. Schweiz. Anst. forstl. Versuchsw. 37, 173—263.
- Badoux, E. 1952 : Notes sur la production du mélèze. Mitt. schweiz. Anst. forstl. Versuchsw. 28, 209—270.
- Baltensweiler, W. 1958 : Zur Kenntnis der Parasiten des Grauen Lärchenwicklers (*Zeiraphera griseana* Hübner) im Oberengadin. Mitt. schweiz. Anst. forstl. Versuchsw. 34 399—478.
- Baltensweiler, W. 1960 : Die zyklischen Massenvermehrungen des Grauen Lärchenwicklers (*Zeiraphera griseana* Hbn., Tortricidae, Lepidoptera) in den Alpen. XI. Int. Ent. Kongr. Wien 1960 (im Druck).
- Bradley, J. D. : British Tortricidae. Part. II : Olethreutidae Entomologist's Gazette, 10, 60—80 (19 Tafeln).
- Bovey, P. 1956 (1958) : Le problème de la tordeuse grise du mélèze *Eucosma griseana* (Hübner) (Lepidoptera : Tortricidae) dans les forêts alpines Proc. Xth. Internat. Congr. Entomol. 4, 123—131.
- Bovey, P. 1957 : Beobachtungen über die letzte Lärchenwicklergradation in der Schweiz 14. Verhandlungsber. Deutsch. Ges. angew. Entomol. 1957, pp. 54—59.

- Coaz, J. 1894: Ueber das Auftreten des Grauen Lärchenwicklers (*Steganoptycha pinicolana* Zell.) als Schädling in der Schweiz und angrenzenden Staaten. Karl Stämpfli Verlag, Bern, 21 pp.
- Davall, A. 1857: *Tortrix pinicolana* Zeller. Nouvelle phalène du mélèze. Schweiz. Forst-J. 6, 197—204. Deutsch: Allg. Forst-u. Jagdztg. 34, 74—76 §1858).
- Dolf, T. 1950: Der Einfluss des Lärchenwicklers auf den Zuwachs der Lärche im Oberengadin. Bündnerwald 3, 88—94.
- Hannemann, H. J. 1961: »Kleinschmetterlinge oder Microlepidoptera. I. Die Wickler (s. str.) (Tortricidae)« in: Die Tierwelt Deutschlands, Fischer, Jena.
- Heinrich, C. 1923: Revision of the North American moths of the subfamily Eucosminae of the family Olethreutidae. Smithsonian Inst. U. S. Nat. Mus. Bull. 123, 298 pp.
- Maksymov, J. K. 1955: Der Graune Lärchenwickler (*Semasia diniana* Gn. = *Eucosma griseana* Hbn.) und seine Biologie im Engadin. Mitt. Schweiz. Ent. Ges. 28, 295—296.
- Maksymov, J. K. und Auer, C. 1955: Versuch zur Bekämpfung des grauen Lärchenwicklers (*Eucosma griseana* Hbn. = *Semasia diniana* Gn.) mit einer DDT-Gamma-Lösung im Nebelverfahren. Z. angew. Ent. 37, 472—491.
- Martignoni, M. E., 1954: Ueber zwei Viruskrankheiten von Forstinsekten im Engadin. Mitt. Schweiz. Ent. Ges. 27, 147—152.
- Martignoni, M. E., 1957: Contributo alla conoscenza di una granulosi di *Eucosma griseana* (Hübner) (Tortricidae, Lepidoptera) quale fattore limitante il pullulamento dell'insetto nella Engadina alta. Mitt. schweiz. Anst. forstl. Versuchsw. 32, 371—418.
- Martignoni, M. E. und Auer, C. 1957: Bekämpfungsversuch gegen *Eucosma griseana* (Hübner) (Lepidoptera, Tortricidae) mit einem Granulosis-Virus. Mitt. schweiz. Anst. forstl. Versuchsw. 33, 73—93.
- Obraztsov, N. 1946: Revision of European Eucosminae. Z. Wien. Ent. Ges. 30, 22—46.