

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

**Herausgeber:** Schweizerische Entomologische Gesellschaft

**Band:** 29 (1956)

**Heft:** 1

**Artikel:** Über die Wirkung von abiotischen Faktoren auf die  
Entwicklungsvorgänge im Apfelwicklerei

**Autor:** Wyniger, R.

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-401262>

### **Nutzungsbedingungen**

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

### **Conditions d'utilisation**

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

### **Terms of use**

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

**Download PDF:** 02.04.2026

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

# Über die Wirkung von abiotischen Faktoren auf die Entwicklungsvorgänge im Apfelwicklerei

von

R. WYNIGER

(Aus den Forschungslaboratorien der J. R. Geigy A. G., Basel)

Durch gute Laborzuchterfolge mit dem Apfelwickler, *Carpocapsa pomonella* L. ergab sich die Möglichkeit, mit einem relativ grossen Eimaterial Versuche über die Wirkung abiotischer Faktoren auf die Entwicklungsvorgänge am Apfelwicklerei anzustellen. Besondere Aufmerksamkeit wurde der Embryonalentwicklung unter dem Einfluss von verschiedenen Temperaturen und verschiedener relativer Luftfeuchtigkeit geschenkt, da anzunehmen ist, dass sich diese Daten im Rahmen der praktischen Freilanduntersuchungen in Verbindung mit der chemischen Apfelwickler-Bekämpfung vielleicht verwerten lassen.

## Material und Methodik

Die für diese Untersuchungen benötigten Apfelwicklereier wurden nach der etwas abgeänderten «DICKSON'schen Zuchtmethode» (4) erhalten, indem die Falter in mit Cellophanpapier ausgeschlagenen Glaszylindern gehalten wurden. Die Eier, durch die weiblichen Falter auf das Cellophanpapier deponiert, konnten auf diese Weise jederzeit entnommen und für Versuche verwendet werden.

## Dauer der Embryonal-Entwicklung

### a) Bei konstanter Temperatur im Labor

In einer ersten Versuchsserie wurde die Zeit der Embryonalentwicklung in verschiedenen konstanten Temperaturen verglichen, um eine event. vorhandene Konstanz der Temperatur- resp. Wärmesumme

feststellen zu können. Nach WIESMANN (27) und andern Autoren liegt der Entwicklungsnullpunkt für das Apfelwicklerei bei  $10^{\circ}\text{C}$ . In der Folge wurden demnach die  $10^{\circ}\text{C}$  übersteigenden *Wärmegrade*\* mit den bis zur 50%igen Schlüpftrate notwendigen *Stunden* multipliziert. Das Resultat dieser Multiplikation ergibt die für die Embryonalentwicklung nötige *Wärmesumme*\*, wobei in den nachfolgenden Ausführungen die *Wärmesumme* in « *Gradstunden* » (Celsius-Grade über  $10 \times$  Stunden) angegeben wird.

In einem doppelt geführten Versuch wurden je 25 frisch abgelegte Eier in mit Filterpapier ausgelegten Petrischalen in der entsprechenden Temperatur gehalten. Die Resultate sind aus Abb. 1 ersichtlich.

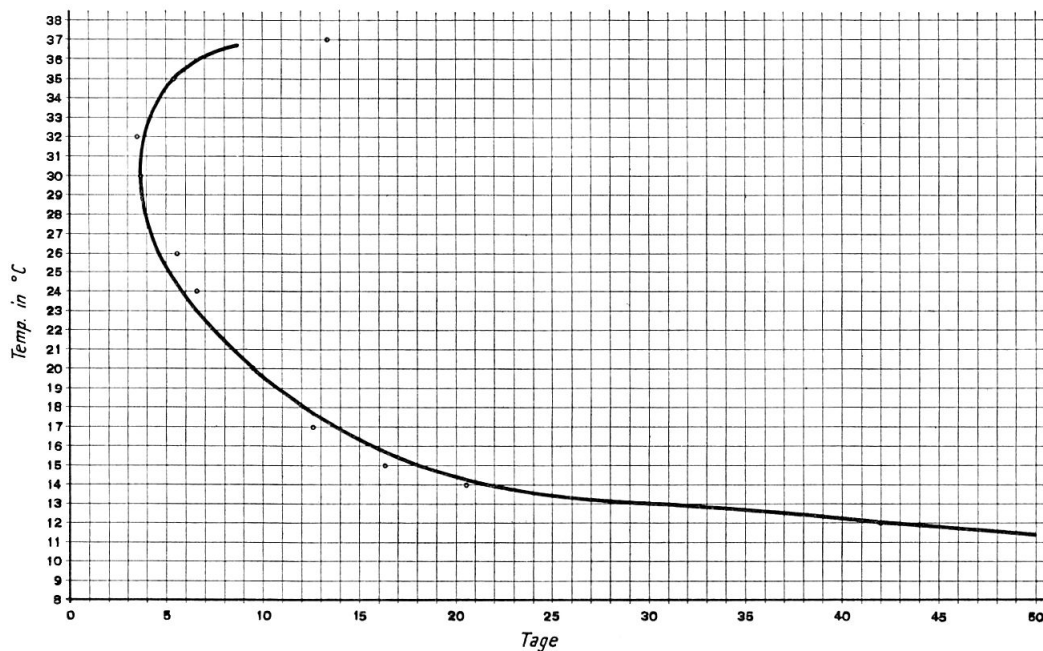


Abb. 1. — Kurve der Mittelwerte über die Dauer der Embryonalentwicklung bei verschiedenen Temperaturen.

Aus dieser Mittelwert-Kurve ist eine strenge Temperaturabhängigkeit der Embryonalentwicklungszeit von *Carpocapsa pomonella* L. ersichtlich. Die *Wärmesumme*, die für die Eientwicklung rund 2000 Gradstunden beträgt, ist in allen Versuchen konstant.

#### b) Bei wechselnder Temperatur im Labor.

In Petrischalen wurden je 20 Apfelwicklereier deponiert und jeden Tag für 24 Stunden in eine andere Temperatur gesetzt. Auf diese Weise erhielten sie innerhalb eines Tages eine bestimmte Zahl effektiver, also den Entwicklungsnullpunkt übersteigende *Wärmegrade*.

\* Nach BLUNCK, H. Ztschr. wiss. Zool. Bd. 121, 1923. S. 279.

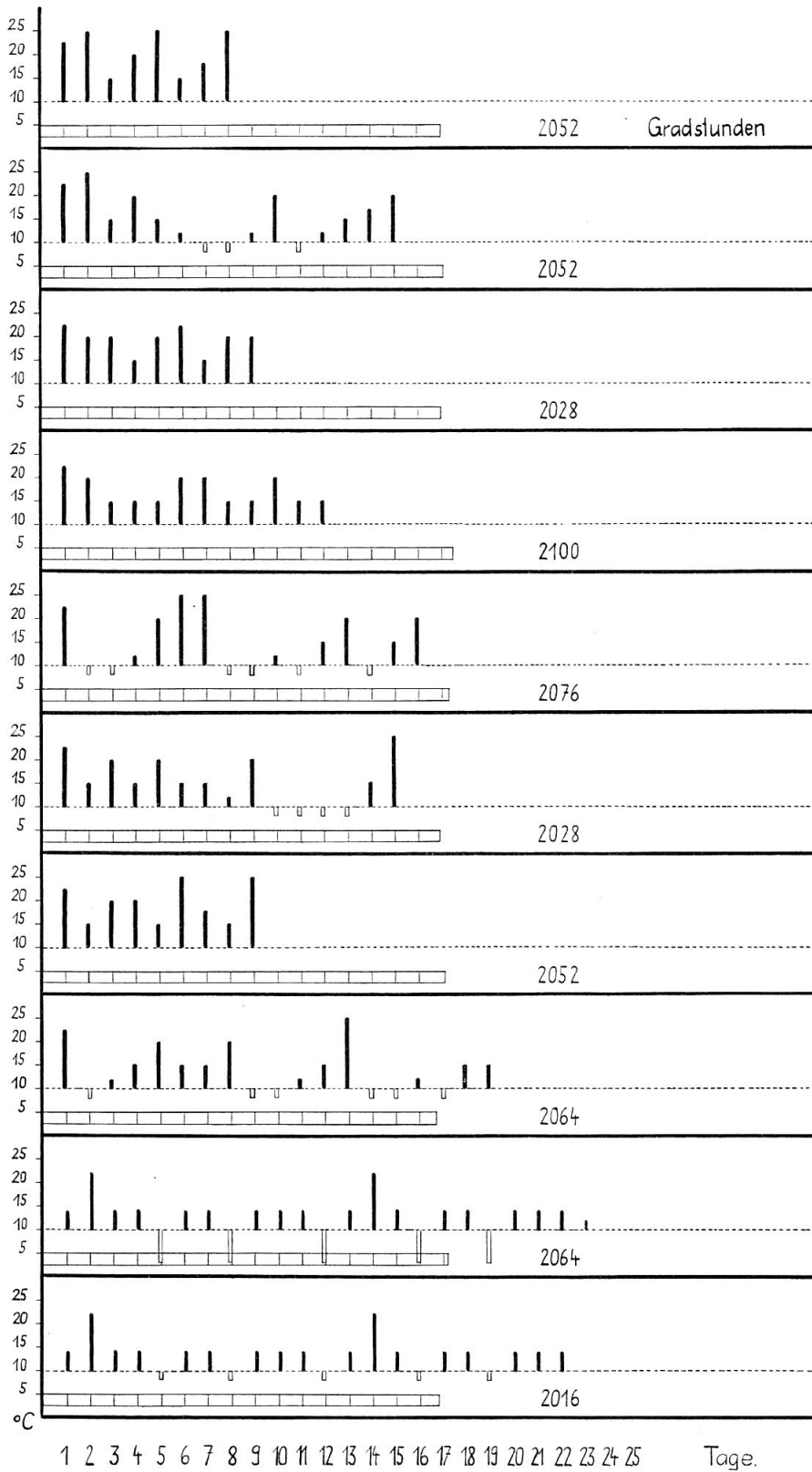


Abb. 2. — Wärmesumme für die Entwicklung des Apfelwickler-Eies in Gradstunden.

Die vom Treibbeginn bis zur 50%igen Schlüpftrate verstrichenen Stunden wurden mit der jeweils herrschenden Temperatur multipliziert und addiert, woraus wiederum die « Gradstunden » resultieren. Bei Versuchsbeginn verfügten die Eier bereits über 300 Gradstunden, d. h. sie befanden sich seit ihrer Ablage schon während 24 Stunden in 22,5° C.

Abb. 2 stellt die Dauer der Entwicklung in wechselnden Temperaturen graphisch dar. Die vertikalen Balken führen die während des betreffenden Tages herrschenden Temperaturen auf, während die nicht ausgefüllten Balken, negative Wärmegrade, also Werte unter 10° C angeben. Der horizontale untere Balken endlich, gibt die errechnete Wärmesumme an, wobei 1 Feld 100 Gradstunden entspricht. Die rechts daneben stehende Zahl ist die Wärmesumme der Embryonalentwicklung in Gradstunden.

Beim Vergleich der Abbildungen 1 und 2 ist ersichtlich, dass bei Erreichung der Wärmesumme von 2000-2100 effekt. Gradstunden 50 % der Eiräupchen zu schlüpfen beginnen, *unabhängig davon, ob die Embryonalentwicklung in konstanter oder in stark schwankender und zeitweise auch unter dem Entwicklungs-Nullpunkt liegender Temperatur erfolgte*. Im Verlaufe dieser Versuche zeigte sich ferner, dass die Schlüpftrate durch zeitweises Einstellen der Eier mit fortgeschrittener Entwicklung in 2-6° C leicht sinkt, während Eistadien unter 150 Gradstunden kaum beeinflusst werden.

### c) Bei wechselnder Temperatur im Freiland

Während im Laborversuch die Temperatur auch unter wechselnden Bedingungen (siehe Abschnitt b) mindestens für 24 Stunden konstant blieb, ist im Freiland stets mit ausserordentlichen Temperaturschwankungen innerhalb weniger Stunden zu rechnen. Zur Ausführung

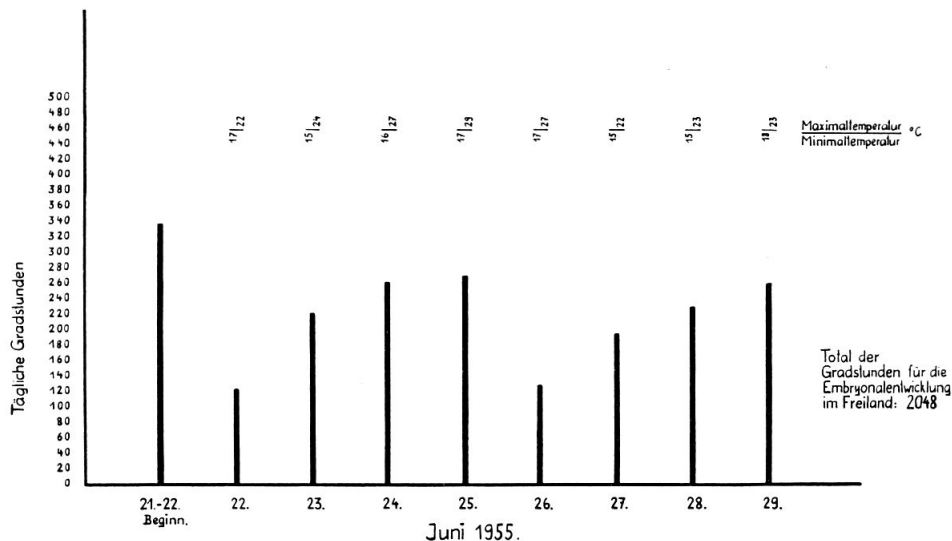


Abb. 3. — Tägliche Anzahl Gradstunden im Freiland bis zum Schlüpfen der Eiräupchen.

dieses Versuches verwendete ich kleine, eingetopfte Apfelbäumchen, auf deren Blättern die *Carpocapsa*-Eier in natürlicher Lage mittels Klebeband fixiert wurden. Die Exposition erfolgte im Freien unter gleichzeitiger Registrierung der Temperatur durch einen Thermographen. Die Errechnung der Gradstunden erfolgte in der bereits oben beschriebenen Weise. In Abb. 3 sind diese Verhältnisse graphisch dargestellt.

Aus diesen Resultaten kann entnommen werden, dass sich die Schlussfolgerungen aus den Laborversuchen auch auf die Verhältnisse im Freiland übertragen lassen, indem die Wärmesumme auch unter den wechselnden Bedingungen des Freilandes konstant bleibt.

Diese Erkenntnisse können vielleicht einer gezielten chemischen Bekämpfung des Apfelwicklers dienen, indem durch die Kontrolle der Eistadien und unter Berücksichtigung der Embryonalentwicklungs-Wärmesumme der Zeitpunkt des Schlüpfens der ersten Eiräupchen und somit auch der Termin für die erste insektizide Spritzung bestimmt werden kann. Auf alle Fälle leisten diese Erkenntnisse für exakte Bekämpfungsversuche gute Dienste.

### **Beziehungen zwischen bestimmten Embryonalentwicklungsstadien und entsprechenden « Gradstunden »**

Im Zusammenhang mit den beschriebenen Temperaturversuchen schien es wertvoll, die bei den verschiedenen Temperatursummen erreichten Stadien der Embryonalentwicklung bildlich festzulegen. Das vom Apfelwicklerweibchen frisch deponierte Ei zeigt eine kompakte, weissliche und opale Dottermasse. Durch Einwirkung von 100-120 Gradstunden zeichnet sich an den beiden Polen eine hutförmige Lagerung des Dotters ab (Abb. 4 a) wobei im Zentrum das sich in Differenzierung befindende Blastoderm, das sogenannte « Schildstadium » auftritt. Nach Erreichung von insgesamt 160-180 Gradstunden zeigt der zentrale Bezirk den bereits die Ursegmentierung und den Nabelkanal aufweisenden und von der Dottermasse umgebenen Keimstreifen (Abb. 4 b). Die weitere gut sichtbare Differenzierung in der Blastogenese zeichnet sich bei 220-250 Gradstunden ab (Abb. 4 c), indem die Segmentierung deutlich hervorsticht. Bei 280-300 Gradstunden (Abb. 4 d) ist die Segmentierung abgeschlossen, Stomodäum und Proktodäum sind erkennbar, auch der Nabelkanal tritt nun noch deutlicher hervor. Bei 450-500 Gradstunden (Abb. 5 e) bilden sich im Dotterbezirk erst wenige, dann immer mehr karminrote Punkte, die sich schliesslich zu einem lateral offenen Ring vereinigen können und für das Ei das sogenannte « Rot-Ring-Stadium » bedeuten. Während weitem 300 Gradstunden wird der Embryo massiver und kompakter

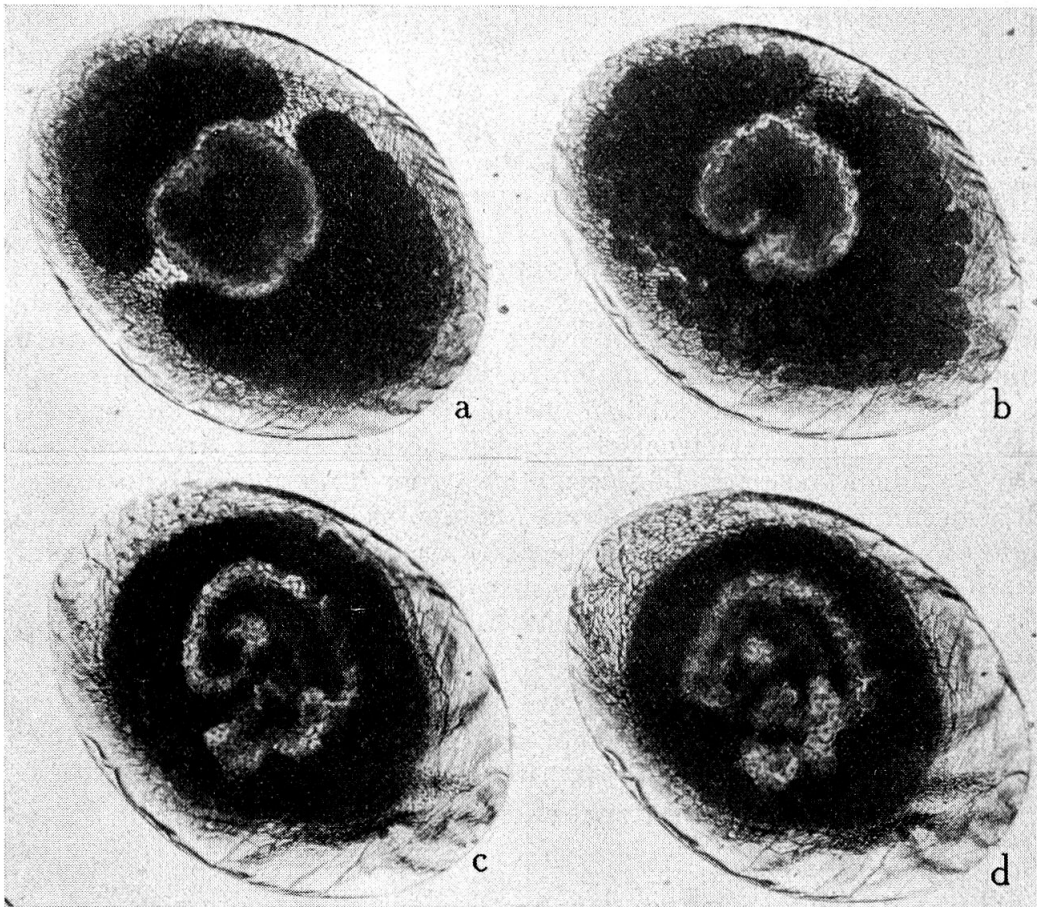


Abb. 4. — Entwicklungsstadien des Apfelwicklereies nach  
a) 100, b) 160, c) 220, d) 280 Gradstunden.

und zeigt bei 800 Gradstunden (Abb. 5 f) neben der durch das Reißen des Amnions bedingten Caudalkrümmung deutlich die durchschimmernden Darmzonen. Nach der Zuführung von weitem 50-100 Gradstunden werden die Augenflecken sichtbar (Abb. 5 g) und bei total 1400 Gradstunden sind auch die schwach chitinierten Mandibeln zu sehen. Die Dottermasse ist in diesem Stadium bereits deutlich reduziert. Die hervorstechenden Augen und die kräftigen, nun dunkelbraun erscheinenden Mandibeln, sowie die leicht braun getönte und ihre typische Struktur aufweisende Kopfkapsel können bei weitem 100 Gradstunden festgestellt werden. Die Dottermasse ist inzwischen bis auf wenige Reste die sich im Kopfbezirk befinden, verbraucht und das Rückengefäß ist ebenfalls durch seine rythmischen Kontraktionen erkennbar. Während den restlichen 400-500 Gradstunden bildet sich das Eirüpfchen fertig aus und verlässt mit Erreichung von rund 2000 Gradstunden die Eihülle (5 h).

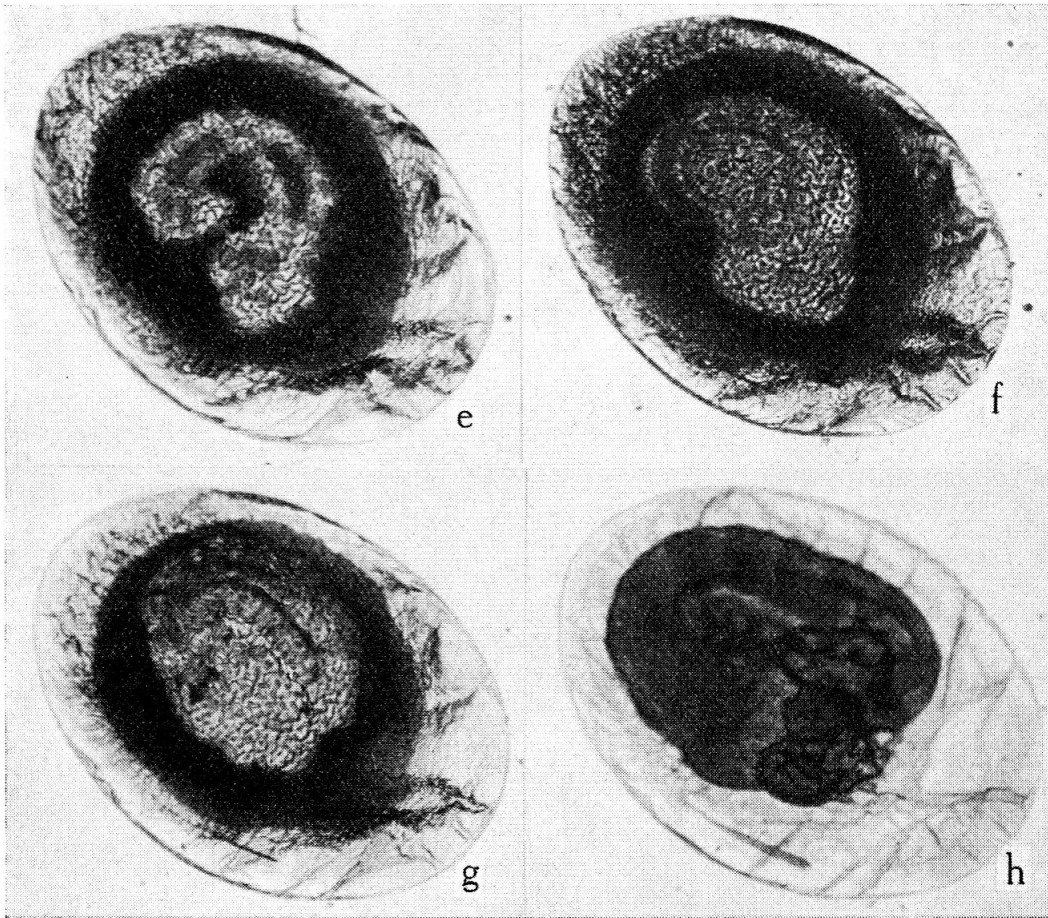


Abb. 5. — Entwicklungsstadien des Apfelwicklereies nach  
e) 450. f) 800, g) 900, h) 2000 Gradstunden.

Die beschriebenen typischen Embryonalentwicklungsstadien entsprechen in Übereinstimmung mit der Konstanz der Wärmesumme für die ganze Entwicklung ebenfalls einer konstanten Anzahl von Gradstunden.

### **Einfluss der rel. Luftfeuchtigkeit auf die Embryonal-Entwicklung**

In weiteren Laborversuchen wurde auch der Einfluss der rel. Luftfeuchtigkeit auf die Embryonalentwicklung der Apfelwicklereier festgestellt. In zwei Versuchsserien, bei konstanter Temperatur von 25 und 32° C durchgeführt, wurden je 30 frisch gelegte Eier in grosse Petrischalen gesetzt, in denen mit Hilfe der «Zwölfer-Methode» die in der nachstehenden Tabelle aufgeführten rel. Luftfeuchtigkeiten gehalten wurden.

TABELLE 1

Rel. Luftfeuchtigkeit in %	Schlüpftrate in % bei 25° C	Bemerkungen	Schlüpftrate in % bei 32° C	Bemerkungen
15	90	Normale Entwicklung der Räupchen, keine Störungen beim Schlupfakt	0	Entwicklung bis zur Bildung der segmentierten, die braune Kopfkapsel aufweisende Raupe
20	97	dito	0	
38	93	dito	16	
52	100	dito	46	Tote Eier entwickelten sich ebenfalls bis zur segmentierten, die braune Kopfkapsel aufweisende Raupe ; im übrigen schlüpften die Raupen normal
68	90	dito	80	
78	97	dito	87	
92	90	dito	90	

Wie die Resultate in Tabelle 1 zeigen, tritt bei 25° C und sehr niedriger rel. Luftfeuchtigkeit keine nennenswerte Schädigung der Eier ein ; bei 32° C und einer rel. Luftfeuchtigkeit unter 50 % ist wohl eine fast vollständige Entwicklung der Räupchen festzustellen, doch kommen sie nicht zum Schlüpfen.

Beim Versuch, diese Resultate auf die Freilandverhältnisse zu übertragen, muss festgehalten werden, dass solch extreme Bedingungen wohl nur äusserst selten und nur während kurzer Zeit vorkommen, da ja die relative Luftfeuchtigkeit während der Nacht stark ansteigt. Die Ei-Räupchen verlassen denn auch zum grössten Teil die Eihülle während der Nacht oder am frühen Morgen.

Dass die flachen, uhrglasförmigen Eier gegen äussere Einflüsse sehr widerstandsfähig sind, ergab ein weiterer Versuch, in dem je 50 Eier im «Alter» von 150 Gradstunden dauernd unter Wasser bei einer Temperatur von 22° C gehalten wurden. Die Entwicklung ging zeitlich normal vor sich und aus den sich zu 88 % vollentwickelten Eiern schlüpften 29 Räupchen oder 58 %. Diese Resultate erhärten die Tatsache, dass weder zeitweise Trockenheit noch starke Regengüsse den Eiern nennenswerten Schaden zufügen können.

### Untersuchungen über die Bildung des « Rot-Ring-Stadiums »

a) *Einfluss von künstlichem und natürlichem Licht, sowie von Wärme auf die Bildung des Rot-Ring-Stadiums.*

Nach Einwirkung von 400-500 Gradstunden tritt beim Apfelwicklerei die Bildung von karminroten, anfänglich unzusammenhängenden Flecken im Bereich des Blastoderms auf, die sich schliesslich

lich zu einem lateral offenen Ring anordnen und peripher den Embryo umgeben. Die Erscheinung dieses Ringes wird als charakteristisches Entwicklungsstadium, als sogenanntes *Rot-Ring-Stadium* bezeichnet. Die Bildung dieser roten Flecken erfolgt in der äusseren Embryonalhülle, der Serosa (20). Bereits RICHTER (14) erwähnt in einer Arbeit aus dem Jahre 1910 sogenannte blutrote Binden an Schmetterlingseiern welche jedenfalls mit dem Rot-Ring des Apfelwicklereies identisch sein dürften.

Es schien daher interessant, die Entstehung des Rot-Ring-Stadiums im Zusammenhang mit abiotischen Faktoren zu untersuchen.

Zu diesem Zweck wurden je  $2 \times 50$  frisch deponierte Eier bei einer konstanten Temperatur von  $24^{\circ}\text{C}$  dauernd einer künstlichen Tageslichtquelle mit 2000 Lux exponiert. Eine gleiche Anzahl Eier wurde dunkel und ebenfalls bei  $24^{\circ}\text{C}$  gehalten. Die Kontrolle nach 4 Tagen ergab, dass bei den belichteten Eiern 88 %, bei den unbelichteten dagegen nur 12 % das Rot-Ring-Stadium aufwiesen.

Unter Freilandbedingungen wurden eingetopfte Apfelbäumchen, deren Blätter ober- und unterseits mit je 20 Carpocapsa-Eiern versehen waren, an der Sonne resp. sonnengeschützt aufgestellt. Die Beobachtungen sind in Tab. 2 zusammengestellt.

TABELLE 2

Vers. Nr.	Expositionsart	% und Stärke des Rot-Ring-Stadiums	Bemerkungen	Tages-Temperatur		Wärmesumme in Gradstunden
				Min.	Max.	
23	Blattoberseite/ Sonne	100% +++	Dottermasse zeigt starkes, ockergelbes-orangerotes Kolorit	12	34	1965
24	Blattunterseite/ Schatten	80% +(+)	Dottermasse unverändert weiss opal	12	31	1990
25	Blattoberseite/ Schatten	100% +	Dottermasse unverändert weiss opal	12	30	2010

Legende: + = sehr schwache Rot-Ring-Bildung;  
 ++ = mässige Rot-Ring-Bildung;  
 +++ = sehr starke und massive Rot-Ring-Bildung.

In einem dritten Versuch wurden 20 frisch deponierte Eier (und ca. 50 Gradstunden) auf Cellophanstreifen gebracht und dem direkten Tageslicht mit täglich 3-stündiger Besonnung ausgesetzt. Eine gleiche Anzahl Eier wurde in schwarzes Papier verbracht und absolut lichtgeschützt am gleichen Ort aufbewahrt. Die erhaltenen Werte sind aus Tabelle 3 ersichtlich.

TABELLE 3

Vers. Nr.	Exposition	% und Stärke des Rot-Ring-Stadiums	Bemerkungen	Tages-Temperatur.		Wärmesumme in Gradstunden
				Min.	Max.	
30	direktes Tageslicht	100% +++	ganze Dottermasse ockergelb-orangerot	18	32	1985
31	lichtgeschützt dunkel	40% +(+) (60% weiss-opal)	Dottermasse weiss-opal	18	29	2025

Legende: + = sehr schwache Rot-Ring-Bildung;  
 ++ = mässige Rot-Ring-Bildung;  
 +++ = sehr starke und massive Rot-Ring-Bildung.

Nach diesen Versuchen scheint die *Lichtintensität für die Bildung des Rot-Ring-Stadiums von entscheidender Bedeutung zu sein*. Nachfolgende Untersuchungen ergaben allerdings, dass die Intensität des roten Ringes auch temperaturabhängig sein kann.

Aus zwei Versuchsserien, in denen frisch deponierte Eier ebenfalls im Verlaufe ihrer Entwicklung d. h. bei 200 Gradstunden für je 6 Stunden belichtet wurden, wobei die eine Serie in 16° C, die andere in 23° C durchgeführt wurde, ging hervor, dass die wärmer gehaltenen Eier zu 60 % das Rot-Ring-Stadium aufwiesen, während von den Eiern in 16° C nur 25 % und dazu einen bedeutend schwächer entwickelten Rot-Ring besaßen. Diese Erscheinung dürfte ihre Ursache darin haben, dass die physiologischen resp. biochemischen Prozesse in höheren Temperaturen entsprechend intensiver ablaufen. Den Einfluss von Wärme allein auf die Rot-Ring-Bildung zeigt schliesslich ein weiterer Versuch, bei dem je 30 Eier im Alter von 150 Gradstunden belichtet und unbelichtet in 32° C gesetzt wurden.

Die nachfolgende Darstellung zeigt die erhaltenen Resultate:

TABELLE 4

Vers. Nr.	Exposition	% und Stärke des Rot-Ringes	Bemerkungen
34	32° C mit Lichteinfluss	100% +++	Dottermasse gelb
35	32° C ohne Licht	20% +	Dottermasse weiss-opal

Demnach scheint auch der Wärmefaktor bei der Bildung des « Roten Ringes » eine gewisse Rolle zu spielen, wenn auch nicht in dem Masse wie das Licht. Für die Entstehung des Rot-Ring-Stadiums beim

Apfelwicklerei, scheinen Licht und Wärme weitgehend verantwortlich zu sein.

b) *Abhängigkeit der « Rot-Ring-Bildung » vom Lichteinfluss und des Ei-Alters.*

Weitere Versuche sollten die Frage abklären, ob die Bildung des roten Ringes während eines bestimmten Entwicklungsstadiums des Eies bestimmt wird. Zu diesem Zweck wurden frisch gelegte Eier portionenweise und ohne vorher mit direktem Licht in Berührung zu kommen, jeweils nach Zurücklegung von 100-200 Gradstunden für 6 Stunden einer künstlichen Tageslichtquelle mit ca. 2500 Lux ausgesetzt. Die Ergebnisse sind aus Abbildung 6 ersichtlich.

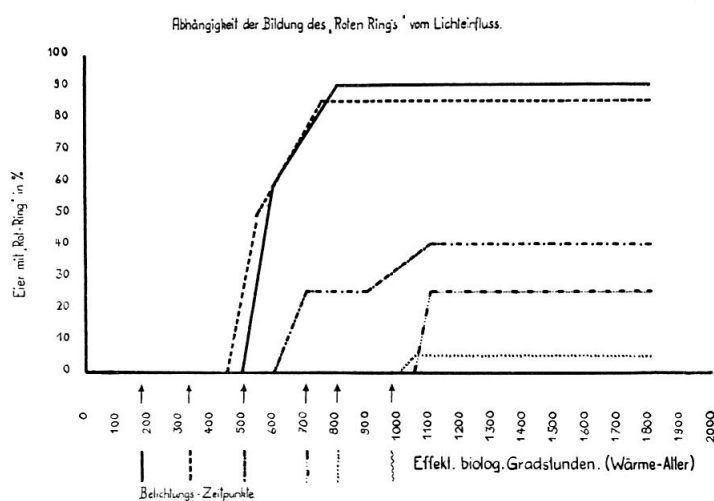


Abb. 6. — Abhängigkeit der Bildung des « Roten Ringes » vom Lichteinfluss.

Aus diesen Versuchen kann geschlossen werden, dass das Apfelwicklerei in seinen frühen Entwicklungsstadien, d. h. bis zum Alter von ca. 800 Gradstunden, durch Lichteinfluss imstande ist, das Rot-Ring-Stadium zu bilden. Das empfindlichste und ausschlaggebende Stadium liegt beim Alter von 200-400 Gradstunden.

Nach Zurücklegung von 800 Gradstunden erfolgt beim Carpopcapsa-Ei keine Rot-Ring-Bildung mehr. Diese Begrenzung dürfte dadurch bedingt sein, dass bei dieser Entwicklungsphase die äussere Embryonalhülle infolge der Caudalkrümmung nicht mehr funktionsfähig ist.

c) *Einfluss der UV-Strahlen auf die Bildung des Rot-Ring-Stadiums und die Embryonal-Entwicklung.*

Die Bedeutung des Rot-Ring-Stadiums beim Apfelwicklerei ist noch nicht restlos geklärt. Die obigen Versuchsergebnisse, insbesondere

die Tatsache, dass besonders Licht und in gewissem Grade auch die Wärme für dessen Zustandekommen verantwortlich sind, lassen vermuten, dass es sich um die Bildung eines Schutzpigmentes resp. eines Strahlenschutzes handeln könnte. Die Überprüfung dieser Annahme erfolgte in Versuchen mit UV-Strahlen.

In einem ersten Versuch exponierte ich je 20 Carpacapsa-Eier für 30, 60, 120 und 180 Sekunden in 30 cm Abstand von der UV-Lampe. Die Unterlage bestand aus weissem Filterpapier. Als UV-Strahlenspender diente eine Höhensonne mit Quecksilberhochdruckentladungslampe mit Entladungsgefäß aus Quarzglas. Diese Lampe strahlt sämtliche Spektrallinien der Quecksilberentladung aus. Das Maximum der Energie-Ausstrahlung liegt bei 3650-3663 Å. Die kürzesten, noch registrierbaren Längenwellen dieser Lampe betragen 2352 Å.

Nach erfolgter Bestrahlung wurden die Eier in diffusem Tageslicht, aber sonnengeschützt und bei 24° C aufbewahrt.

Tabelle 5 zeigt den Verlauf und die Resultate dieses Versuches auf.

TABELLE 5

Behandlungsdauer in Sek.	Entwickelte Eier	Intensität des Rot-Ring-Stadiums	Zustand der Eier	Bemerkungen
0	95	×	normal, Dottermasse weiss-gelblich	normale Entwicklung
30	95	× ×	normal, Dottermasse orangegelb-rotgelb	dito
60	90	× × ×	dito	dito
120	40	× × ×	leicht deformierte Dottermasse, rot-orange	Entwicklung gehemmt. Abgestorbene Eier bis zu 1000 Gradstunden entwickelt
180	0	—	deformiert, geschrumpft, Dotterm. weissgelblich	alle Eier stark geschrumpft

Legende: × = schwache } Ausfärbung des Rot-Ring-Stadiums.  
 × × = mässige }  
 × × × = starke }

Der nach der UV-Bestrahlung sich entwickelnde starke rote Ring, der die fertige Eiraupe in ihrem ganzen Rückenbezirk bedeckt, verbunden mit einer starken orangegelben bis rotgelben Verfärbung des Dotters ist sehr auffällig und tritt bei normal belichteten Eiern nie in dieser Intensität auf.

Ähnliche Verhältnisse zeigen sich bei fraktionierter UV-Bestrahlung. Frisch abgelegte Eier in Portionen à 20 Stück wurden im Abstand von je 100-150 Gradstunden 5 × während 30 Sekunden UV-bestrahlt.

Die Aufbewahrung erfolgte bei 24° C im Labor. Eine entsprechende Kontrollserie erfuhr keine UV-Bestrahlung. Bei den UV-bestrahlten Eiern besaßen 50 % einen starken roten Ring und alle Eier eine intensive orangerote Verfärbung des Dotters, während bei der Kontrollserie 30 % der Eier einen nur schwachen roten Ring und keine Verfärbung des Dotters aufwiesen.

Die UV-Strahlen scheinen demnach auf die Eier des Apfelwicklers einen gewissen Einfluss auszuüben, der sich einerseits durch eine intensive Bildung des Rot-Ring-Stadiums, andererseits in der orangeroten Verfärbung des Dotters äussert. Schlussendlich können UV-Strahlen bei längerer Einwirkung für das Apfelwicklerei tödlich wirken.

#### d) Einfluss des Sonnenlichtes auf die Rotringbildung

Die Laborversuche erfuhren eine Erweiterung und zugleich Bestätigung durch nachfolgende Versuche im Freiland, indem die künstliche UV-Bestrahlung durch die direkte Sonnenbestrahlung ersetzt wurde. Zu diesem Zweck wurde folgende Methode gewählt :

Auf die Ober- und Unterseite von Apfelblättern eingetopfter Apfelbäumchen wurden je  $2 \times 10$  frisch deponierte Apfelwicklereier mittels Klebeband fixiert. Während ein Bäumchen der Sonne ausgesetzt wurde, stellte ich das andere im Schatten auf, sodass nur indirektes Licht die Eier traf. Dieser Versuch sollte abklären, in welchem Masse die Sonne die Entstehung des Rotringstadiums beeinflusst und ob Unterschiede in bezug auf Blattober- und -unterseite bestehen. Die Resultate sind aus Tabelle 6 ersichtlich :

TABELLE 6

Vers. Nr.	Exposition der Eier	Sonnenbestrahlungsdauer in Std.	Intensität des Rot-Ring-Stadiums (% Eier)	Färbung des Dotters	Schlüpf-rate in %	Bemerkungen
23	Blattoberseite besonnt	12	+++ (100%)	orangerot	80 %	Entwickl. normal
24	Blattunterseite	—	+ (80%) ++ (20%)	weissgelblich	100 %	Entwickl. normal
25	Blattoberseite nicht besonnt	—	+ (80%)	»	95 %	dito

Legende :  $\times$  = schwache  
 $\times \times$  = mässige  
 $\times \times \times$  = starke } Ausfärbung des Rot-Ring-Stadiums.

Ein weiterer Versuch in dieser Richtung zeigte praktisch die gleichen Ergebnisse. In diesem Falle wurden je 20 frisch abgelegte Eier dem Tageslicht exponiert, ohne jedoch von direktem Sonnenlicht getroffen

zu werden. Die entsprechende Kontrollserie, am gleichen Ort und unter gleichen Bedingungen aufgestellt, wurde lichtgeschützt gehalten. Es zeigte sich auch in diesem Versuch, dass die belichteten Eier ausnahmslos einen äusserst starken roten Ring mit intensiver orange-roter Färbung des Dotters besaßen, während die unbelichteten nur bei 40 % einen schwachen Rot-Ring und in keinem Fall eine wesentliche Färbung des Dotters aufwiesen.

Das den roten Ring bildende Material, das übrigens samt dem Dotterrest kurz vor dem Schlüpfen von der Eiraupe gefressen wird, scheint, wie aus der Literatur (19, 27) und vorläufigen eigenen Versuchen hervorgeht, ein Pigment zu sein. Die mikroskopische Untersuchung im Quetschpräparat zeigt, dass die roten Flecken resp. der rote Ring aus grossen roten Kugeln besteht, die bei leichtem Druck auf das Deckglas sich in eine Unzahl kleinster Granula teilen, die weder in Wasser noch in organischen Lösungsmitteln löslich sind. Ferner wies die Anwendung der «Dopa-Reaktion» (2) ebenfalls in diese Richtung. Während bei unbefruchteten Apfelwicklereiern bei Zugabe von Dioxyphenylalanin keine Dopa-Oxydase nachgewiesen werden konnte, lieferten befruchtete Eier positive Resultate, indem eine intensive Schwarzfärbung auftrat. Die Fähigkeit Melanin zu bilden ist also vorhanden, ob es sich hierbei event. um ein Umsetzungsprodukt handelt (Exkrete?) ist fraglich.

Auch das orange-rote Kolorit des Dotters nach UV- oder Sonnenbestrahlung dürfte pigmentbedingt sein, wobei zu bemerken ist, dass viele Schmetterlingseier sich im Laufe ihrer Entwicklung intensiv verfärben, wobei Rot- und Braunfärbung sehr häufig sind (11, 14, 20, 25).

Es ist nicht ausgeschlossen, dass diese starke Reaktion des Apfelwicklereies event. eine Strahlenschutzwirkung darstellt, andererseits ist aber auch denkbar, dass diese Verfärbungen im Ei nach der Bestrahlung lediglich Reaktionen von lichtempfindlichen Substanzen darstellen.

### Zusammenfassung

Laborzuchten mit dem Apfelwickler, *Carpocapsa pomonella* L. ermöglichten Untersuchungen über die Embryonalentwicklungszeit an einem relativ grossen Eimaterial. Es zeigte sich dabei eine strenge Temperaturabhängigkeit, indem die unterste Entwicklungsgrenze bei 10° C liegt und die zur Embryonalentwicklung notwendige Wärmesumme 2000 effektive Gradstunden beträgt, sowohl in konstanter als auch in wechselnder Temperatur.

Das Optimum liegt bei 32° C. Die verschiedenen Eistadien werden beschrieben und photographisch festgehalten. Die typischen, markanten Embryonalentwicklungs-Stadien entsprechen in Übereinstimmung mit

der Konstanz der Wärmesumme für die ganze Entwicklung ebenfalls einer bestimmten Anzahl von Gradstunden.

Die Versuche zeigen ferner, dass die Eier relativ unempfindlich gegen verschiedene Luftfeuchtigkeiten sind. Nur bei sehr geringer Luftfeuchtigkeit gingen bei 32° C die Rüpchen kurz vor dem Schlüpfen ein; bei niedriger Temperatur dagegen nicht. Die Entwicklung nimmt andererseits selbst unter Wasser ihren Fortgang.

Die Untersuchungen können für die Bestimmung des Behandlungszeitpunktes bei der chemischen Apfelwicklerbekämpfung vielleicht nützlich sein und werden weitergeführt.

Für die Bildung des Rot-Ring-Stadiums scheint die Lichtintensität ausschlaggebend zu sein, während der Wärmefaktor eine untergeordnete Rolle spielt.

Die Rot-Ring-Bildung kann nur bis zum Alter von 800 Gradstunden erfolgen. Das empfindlichste und ausschlaggebende Stadium liegt im Alter von 200-400 Gradstunden.

UV-Strahlen und Sonnenlicht verursachen beim Apfelwicklerei eine intensive Bildung des Rot-Ring-Stadiums und orange-rote Verfärbung des Dotters. Längere UV-Bestrahlung wirkt tödlich. Es wird angenommen, dass der wahrscheinlich aus Pigment bestehende rote Ring und die Dotterverfärbung einerseits als Strahlenschutz dienen, andererseits aber lediglich eine Reaktion von lichtempfindlichen Substanzen sein können.

### Résumé

Grâce à l'élevage de grandes quantités d'œufs de *Carpocapse* (*Carpocapsa pomonella* L.), il fut possible de faire des observations sur la durée du développement embryonnaire. Celui-ci dépend étroitement de la température: la limite de température inférieure est de 10° C. et, au-dessus de cette température, la quantité de chaleur, exprimée en degrés-heures effectifs, est une constante égale à 2000, aussi bien dans des conditions de température constantes que variables.

La température optimum est de 32° C. Les divers stades du développement embryonnaire sont décrits et photographiés. Les stades embryonnaires typiques correspondent chacun à un nombre déterminé de degrés-heures, en accord avec la constante de quantité de chaleur.

Les essais montrent que les œufs sont relativement insensibles aux variations du degré hygrométrique de l'air. A 32° C., les jeunes larves ne furent tuées peu avant l'éclosion que dans une atmosphère très sèche; ce ne fut pas le cas à basse température. Le développement se poursuit d'ailleurs, même si les œufs sont immergés dans l'eau.

Il se peut que ces essais puissent être utilisés pour la détermination du moment le plus favorable à la lutte contre le *Carpocapse* au moyen de produits chimiques. C'est pourquoi nous les poursuivons.

Il semble que l'intensité lumineuse joue un rôle primordial dans la formation du stade de l'anneau rouge, alors que la température ne joue qu'un rôle secondaire.

La formation de l'anneau rouge n'est possible que jusqu'à l'âge de 800 degrés-heures. Le stade déterminant le plus sensible est celui qui correspond de 200 à 400 degrés-heures.

Les rayons ultraviolets et la lumière solaire déterminent dans l'œuf du Carpocapse la formation d'un anneau rouge intensément coloré et suscitent la coloration du vitellus en rouge orangé. Une exposition prolongée aux rayons ultraviolets est mortelle. On suppose que l'anneau rouge, probablement constitué par des pigments, et la coloration du vitellus, jouent le rôle d'un écran protecteur, mais que ces formations pourraient aussi n'être qu'une réaction de substances photosensibles.

#### LITERATURVERZEICHNIS

- (1) BALACHOWSKY, A. 1947. *Cinq années de recherches sur le Carpocapse (Laspeyresia pomonella)*. Rev. of Appl. Ent. 35, 194, Ser. A. P. 6.
- (2) BLOCH, B. 1917. *Über Pigmentbildung im Tierkörper*. Verhandl. schweiz. naturforsch. Ges. 19, II. Teil.
- (3) DICKSON, R. L. 1949. *Factors governing the induction of diapause in the oriental fruit moth*. Ann. Ent. Soc. Amer. 42, 4.
- (4) DICKSON, R. L., BARNES, M. M. and TURJAN, C. L. 1952. *Continuous Rearing of Codling moth*. Journ. Econ. Ent. 45, 66.
- (5) FARRAR, M. D. and FLINT, W. P. 1930. *Rearing codling moth larvae throughout the year*. Journ. Econ. Ent. 23.
- (6) GEIGY, R. 1931. *Action de l'ultra-violet sur le pôle germinal dans l'œuf de Drosophila melanogaster*. Revue suisse de Zoologie 38, 10.
- (7) HACKER und LEBEDINSKY. 1914. *Über die beschleunigte Wirkung geringer Strahlendosierung auf tierische Eier*. Arch. f. Mikr. Anatomie, Bd. 85.
- (8) HERTEL, E. 1904. *Über die Beeinflussung des Organismus durch Licht, speziell durch die chemisch wirksamen Strahlen*. Ztschr. f. allgem. Physiol. Bd. 4.
- (9) KORSCHOLT, E. 1887. *Über einige interessante Vorgänge bei der Bildung der Insekten-eier*. Ztschr. f. wiss. Zoologie. Bd. 45.
- (10) LANGENDORFF, H. und SOMMERMEYER, K. 1940. *Die Strahlenwirkung auf Drosophila-eier. Weitere Untersuchungen über die Wirkung von UV-Licht*. Strahlentherapie, 67.
- (11) LINDSTOW, V. 1911. *Die Eier unserer Schmetterlinge*. Intern. Entom. Ztschr. Guben. Jhrg. 5.
- (12) OSTERWALDER, A. 1949. *Die Wärmeansprüche unserer Obstfrüchte und Trauben von der Blüte bis zur Reife*. Land. Jahrbuch Schweiz. 63. Heft 7.
- (13) REIFF, M. 1952. *Exogen und endogen bedingte Phasen im Lebenszyklus des Frostspanners*. Mitt. Schweiz. Ent. Ges. 25. Heft 2.
- (14) RICHTER, V. K. 1910. *Beschreibung der Eier von Pieris rapae L. Agrotis forcipula Hb. und Mamestra reticulata Vill.* Ztschr. f. wiss. Insektenbiologie Bd. 6.

- (15) SAZAMA, R. F. 1932. *An improved oviposition cage for the codling moth*. Journ. Econ. Ent. 25.
- (16) SEIDE, J. 1925. *Zur Kenntnis der biolog. Strahlenwirkung*. Ztschr. f. wiss. Zoolog. Bd. 124.
- (17) SCHNEIDER-ORELLI, O. 1916. *Temperaturversuche mit Frostspannerpuppen, O. brumata*. Mitt. Entom. Zürich. Heft 2.
- (18) SCHNEIDER-ORELLI, O. 1932. *Weitere Versuche mit Frostspannerpuppen, O. brumata*. Mitt. Schweiz. Ent. Ges. 15.
- (19) STELLWAAG, F. 1928. *Die Weinbau-Insekten der Kulturländer*. Verlag v. Paul Parey, Berlin.
- (20) TICHOMIROFF, J. 1885. *Chemische Studien über die Entwicklung der Insekteneier*. Ztschr. f. physiol. Chemie. Bd. 9.
- (21) WEBER, H. 1949. *Grundriss der Insektenkunde*. 2. Auflage, Verlag Gust. Fischer. Jena.
- (22) WIESMANN, R. 1927. *Untersuchungen über die Biologie und Bekämpfungen der Obstmade (Carpocapsa pomonella) in den Jahren 1926/27*. Schw. Ztschr. f. Obst- und Weinbau.
- (23) — 1928. *Eine 2. Obstmadengeneration in Sicht*. Schw. Ztschr. f. Obst- und Weinbau. 18.
- (24) — 1935. *Untersuchungen über den weiblichen Genitalapparat, das Ei und die Embryonal-Entwicklung des Apfelwicklers (Carpocapsa pomonella L.)*. Mitt. der Schw. Ent. Ges. Bd. 16. H. 5.
- (25) — 1937. *Die Eier der wichtigsten Obstbaumschädlinge und die Stadien ihrer Entwicklung während der Überwinterung*. Schweiz. Ztschr. f. Obst- und Weinbau. Bd. 26.
- (26) — 1937. *Neues von der Obstmade*. Schw. Ztschr. f. Obst- und Weinbau 46. Jahrgang Nr. 12.
- (27) — *Unveröffentlichte Monographie über den Apfelwickler (Carpocapsa pomonella L.)*.
- (28) ZECH, E. 1955. *Die Flugzeiten des Apfelwicklers im Jahre 1954 und der Flugverlauf während der Abende und Nächte*. Nachrichtenblatt. Deutsch. Pflanzenschutz — Dienst. 9.

Zufolge der riesigen und umfangreichen Literatur über die Obstmade, beschränke ich mich bei der Zitierung der benützten Literatur auf die wichtigsten mit den behandelten Fragen in direktem Zusammenhang stehenden Arbeiten.