

Deutsches Entomologisches Institut
der Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin
Eberswalde

HELMUT SCHIEFERDECKER

Zur Vermehrung von *Ooencyrtus kuwanae* (HOWARD, 1910) unter Laborverhältnissen

(Hymenoptera: Encyrtidae)

Mit 12 Textfiguren

Einleitung

Um den in Nordamerika eingeschleppten und verheerende Schäden anrichtenden Schwammspinner (*Lymantria dispar* LINNÉ) bekämpfen zu können, wurden zu Beginn unseres Jahrhunderts die natürlichen Feinde dieses Schädling in seinen Heimatländern ermittelt und intensive Anstrengungen zu deren Kolonisation unternommen. Dabei wurden auch zwei Eiparasiten gefunden: *Anastatus disparis* RUSCHKA (beheimatet in ganz Eurasien; besondere Bedeutung erlangte er in den Balkanländern) und *Ooencyrtus* (SCHEDIUS) *kuwanae* (HOWARD). Dieser Eiparasit wurde 1907 das erstmalig von HOWARD und Mitarbeitern in japanischen Schwammspinnereiern entdeckt, beschrieben (HOWARD 1910) und war von 1909 bis 1925 das Objekt von mit vielen Millionen Individuen jährlich durchgeführten Einbürgerungsversuchen (CROSSMAN 1925). In den Jahren 1923—1932 wurden mit diesem kanadischen Ausgangsmaterial weiterhin erfolgreiche Einbürgerungen in Spanien, Marokko und Algerien durch-

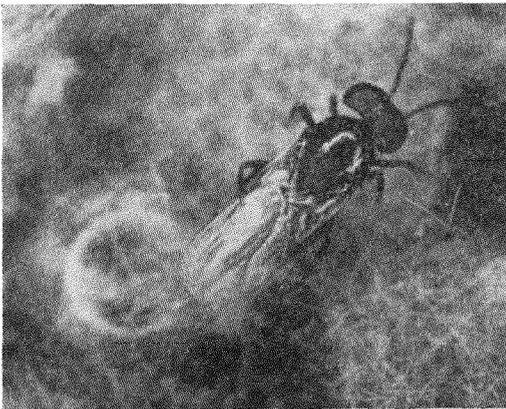


Fig. 1. Weibchen von *Ooencyrtus kuwanae* (HOWARD 1910) beim Parasitieren der Eier von *Lymantria dispar* LINNÉ

geführt (SCHIEDL 1936). TADIČ (1960) teilt mit, daß *Ooencyrtus kuwanae* zuerst in Bulgarien und 1958 in Jugoslawien festgestellt wurde, ohne daß von einer aktiven Einbürgerungsaktion etwas bekannt sei. In Mazedonien behauptete sich die Spezies neben dem autochthonen *Anastatus disparis*; allerdings betrug die festgestellte Parasitierung im Freiland nur 0,6–2,4% gegenüber 13,3–15,5% durch *Anastatus disparis* (TADIČ 1960). HUBA (1968) führte in der klimatisch begünstigten Südslowakei Einbürgerungsversuche zur Dezimierung von *Lymantria dispar* durch. Von ihm stammt das Material, mit dem wir die vorliegenden Untersuchungen durchführen konnten. Dr. HUBA und seinen Mitarbeitern sei auch an dieser Stelle nochmals herzlichst gedankt.

Methodik

Die zu den Versuchen verwendeten *Lymantria dispar*-Eier wurden im Herbst 1966 aus dem Freiland gesammelt. Die Eilarven waren in den Eiern bereits vollständig entwickelt. Soweit nicht anders angegeben, wurden diese Eier den gesamten Winter hindurch unter Freilandbedingungen aufbewahrt und jeweils kurz vor der Vorlage ins Labor gebracht. Damit die Parasiten die Wirtseier möglichst alle parasitieren konnten, wurden die Gelege zumeist vor der Vorlage zwischen den Fingern zerkrümelt.

Bei ihrer Herkunft handelt es sich um ein bereits jahrzehntelanges Dauerauftreten des Schwammspinners in der Nähe von Eberswalde an Chausseebäumen (*Tilia cordata* LINNÉ), ohne daß benachbarte Wälder oder Obstbäume merklich beeinträchtigt werden.

Nach den Angaben von CROSSMAN (1925) wurde *Anastatus disparis* auch in Schwammspinnergelegen aus „Dahlem, Germany“ gefunden. Die von uns im Freiland gesammelten Eier erwiesen sich nach insgesamt vierjähriger Beobachtung als vollkommen unparasitiert.

Den Imagines von *Ooencyrtus* wurde eine Zusatznahrung nach PARKER (1933) mit folgender Zusammensetzung gegeben: Agar 1 g, Bienenhonig 50 g, Glucose 20 g, Aqua dest. 100 g.

Die Fruchtbarkeitspotenz in Abhängigkeit von der Temperatur wurde in Klimaschränken nach ADAM (unveröffentlicht) geprüft. Die Temperaturen waren in 3 °C-Intervallen abgestuft, die Beleuchtung erfolgte einheitlich mit Leuchtstofflampen, die optimale Luftfeuchtigkeit von ca. 70% wurde über NaCl-Lösung erreicht.

Sowohl im Text als auch in den Figurenlegenden werden die jeweiligen Begleitbedingungen zumeist in Klammer und in folgender Reihenfolge angegeben: Temperatur in °C, relative Feuchte in %, tägliche Lichtstunden/tägliche Dunkelheit, wobei DL Dauerlicht und DD Dauerdunkel bedeuten. Weitere Angaben zur Methodik befinden sich bei der Beschreibung der Versuche.

Wirtseignung denaturierter Eier

Die in Massenzuchten von *Ooencyrtus kuwanae* doch immer zu einem gewissen Anteil schlüpfenden *Lymantria dispar*-Larven werden durch ihre intensive Spinnfähigkeit nicht nur sehr lästig, sondern behindern auch erheblich die im Gefäß befindlichen Parasiten. Um diesem Übel abzuweichen, wurde aus den Erfahrungen mit anderen Eiparasiten (QUEDNAU 1957, SCHIEFERDECKER 1965) die Wirtseignung sterilisierter *Lymantria*-Eier geprüft.

Die Sterilisierung wurde im Brutschrank bei 60 °C über einer Wasserschale (90% relative Feuchte) für einige Stunden durchgeführt und die einzelnen Proben zugleich einer größeren Parasitenmenge für 48^h (bei 22°, 70%, 16/8) vorgelegt. Die Parasiten nahmen die Eier gleichmäßig an; eine erfolgreiche Entwicklung ist auch in diesen denaturierten Eiern mög-

lich. Die Wirtseignung für die sich entwickelnde Parasitenlarve nimmt in Abhängigkeit von der Einwirkungsdauer der Hitze von 82 bis 43% ab, bleibt aber dann weitgehend konstant (Fig. 2).

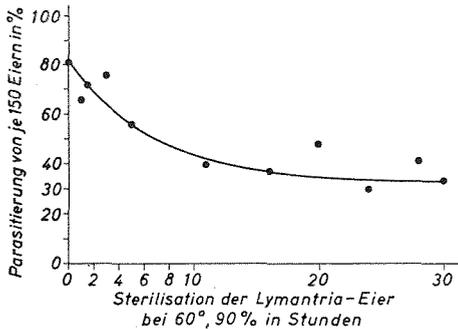


Fig. 2. Wirtseignung denaturierter Schwammspinner-Eier

25 Stunden lang sterilisierte Eier besaßen nach Aufbewahrung bei 20°, 80%, 18/6 bis zu 10 Tagen eine nahezu unveränderte Wirtseignung (10 ♀♀ hatten im Mittel 82 Nachkommen) gegenüber frisch sterilisierten Eiern; danach sank diese rasch ab. Bei 2°, 90%, DD aufbewahrte Eier gleiches Sterilisationsgrades hatten in den ersten 15 Tagen eine höhere Wirtseignung (116 Nachkommen/10 ♀♀); ab 17. Tag sank diese langsam bis zum 35. Tag auch unter diesen kühlen Lagerbedingungen ab.

Ooencyrtus kuwanae stellt also geringere Anforderungen an das Wirtssubstrat als *Anastatus dispar*, von dem bekannt ist, daß er sich in der Regel nur erfolgreich in frisch abgelegten, lebenden und befruchteten Eiern entwickeln kann.

Die Sterilisierung der Wirtseier für Massenzuchten von *Ooencyrtus* läßt jedoch nicht ganz so hohe Nachkommenszahlen zu wie an noch lebenden Eiern (vergleiche Fig. 10 und Tab. 1). Sie sollte nur angewendet werden, wenn die *Lymantria*-Eiräupchen im Winter beziehungsweise Frühjahr nach Überwindung der Diapause zunehmende Schlüpfbereitschaft zeigen und durch ihr Spinnen lästig werden.

Da *Ooencyrtus kuwanae* die *Lymantria*-Eier mit abgeschlossener Embryonalentwicklung vor und nach ihrer Diapause parasitiert, entstand die Frage nach dem Zeitpunkt, zu dem die schlüpfbereiten Eilarven sich den abgelegten Parasiteneiern durch Schlupf aus dem Chorion entziehen können, das heißt die Parasitierung zu spät kommt und ohne Erfolg bleibt. Der Schlupf der Eiräupchen streut erheblich, deshalb war zur Prüfung dieses Problems ein spezieller Versuch notwendig.

Am 1. Januar 1968 wurden ca. 3000 *Lymantria*-Eier aus dem Freiland ins Labor gebracht und (bei 20°, 70%, 18/6) gelagert. Jeden 2. Tag wurden einer Probe von je 200 Eiern 10 zwei bis drei Tage alte Parasitenweibchen mit Zusatzernährung zugegeben; die Eischwämme waren zerkrümelnt worden, die Haare wurden nicht entfernt. Vom 15. bis zum 45. Tag dauerte der Schlupf der Eilarven an. Ab 15. Tag zur Parasitierung vorgelegte Eier wurden in zunehmend geringerem Maße erfolgreich parasitiert (Fig. 3). Vergleicht man die an einem bestimmten Tage noch vorhandene Eizahl mit dem sechs bis acht Tage vorher er-

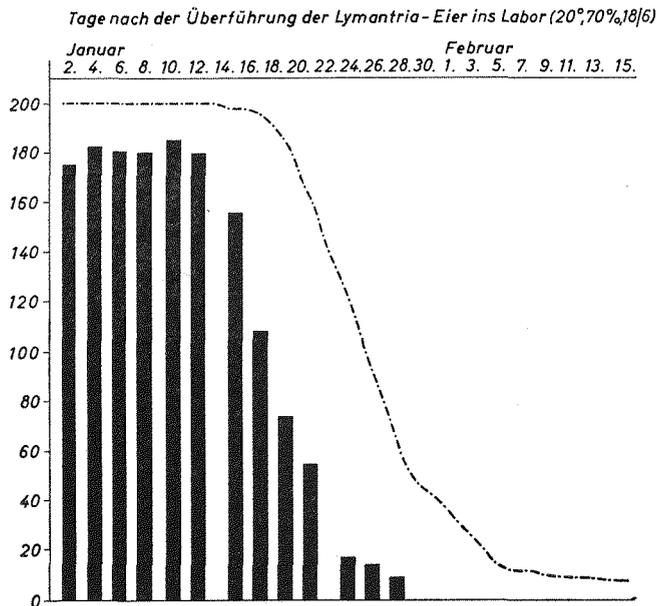


Fig. 3. Eilarvenschlupf (Linie) und Parasitierungseignung (Säulen) von *Lymantria*-Eiern vor und während des Eilarvenschlupfes

reichten Parasitierungsanteil, so ergibt sich eine deutliche Korrelation zwischen dem sich vorbereitenden Larvenschlupf und der erfolgreichen Parasitierung durch *Ooencyrtus kuwanae*.

Bei 20 °C sind demnach nur diejenigen Eier zur erfolgreichen Entwicklung des Parasiten geeignet, die sich noch mindestens sechs bis acht Tage vor dem Schlupf der Larven befinden. Ältere Eier werden zwar noch bestiftet, aber es kommt nicht mehr zur Entwicklung von *Ooencyrtus*.

Wirtswahlversuche

Welche Schlüsselreize die Wirtswahl von *Ooencyrtus kuwanae* beeinflussen, ist nicht bekannt. Aus dem Freiland wurde der Parasit nur aus Schwammspinnereiern erhalten. Nach SCHEDL (1933) und THOMPSON (1954) gelang es jedoch im Laboratorium, ihn erfolgreich auf „*Stilpnotia salicis* L., *Nygma phaeorrhoea* DON. und *Hemileuca oliviae* CKLL. zu ziehen.

Uns standen diese Wirte nicht zur Verfügung. Es wurden jedoch Eier von *Hyloicus pinastri* LINNÉ, *Amorpha populi* LINNÉ, *Spilosoma menthastri* ESPER und *Arctia caja* LINNÉ den Parasiten zugleich mit *Lymantria dispar*-Eiern vorgelegt. Ausnahmslos sammelten sich alle Parasiten auf den letzteren Wirten. Eine Zwangsvorlage dieser Wirte ohne Schwammspinnereier hatte ebenfalls keinen Erfolg. Da diese Eier ungeschützt und nicht mit Afterwolle versehen sind, wurde sie zusätzlich auf den oben genannten Eiern künstlich angebracht. Ein Anstechen ist nirgends beobachtet worden, und auch nach Daueraufenthalt bei Zwangsvorlage dieser präparierten Eier wurden keine Nachkommen erzielt.

Beobachtet man die Parasiten unter dem Mikroskop, wie sie mühsam durch das für sie sehr beschwerliche Haardickicht stolpern und ab und an kurze Flugsprünge (Fig. 4) zur Überwindung vornehmen, so könnte man daraus schließen, daß diese Afterwolle im Freiland wohl zur Findung der Gelege führt, danach aber die Parasiten erheblich behindert. So werden im Freiland wohl auch nur stets die oberen Schichten des Geleges parasitiert (DOWDEN 1961, TEMPLADO 1957), wodurch der Effektivität des Parasiten auch bei hoher Besatzdichte von vornherein eine natürliche Schranke gesetzt ist.

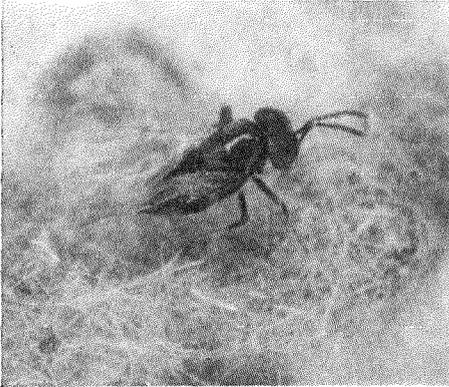


Fig. 4

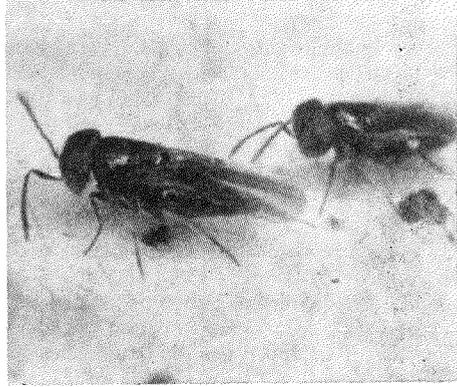


Fig. 5

Fig. 4. *Ooencyrtus* bei Flugsprüngen auf dem Schwammspinnergelege

Fig. 5. Typisches Suchverhalten der Parasiten in der Nähe von *Lymantria*-Gelegen

Inwieweit die Haare der Afterwolle für die Wirtserkennung und Annahme entscheidend sind, wurde durch einen Vergleich geprüft, indem je 100 verschiedenen behandelte Eier zugleich einer entsprechenden Parasitenmenge 48^h lang vorgelegt und die quantitative Parasitierung durch spätere Auszählung ermittelt wurden. Bei einigen Varianten wurden die derbschaligen Eier unter lauwarmem Wasser intensiv gewaschen und damit die Haare restlos entfernt. Ein Teil wurde 20^h lang sterilisiert. Die Eier sind mit PARKER-Lösung als Einzeleier oder Gelege aufgeklebt (Tab. 1) worden.

Tabelle 1

Wahlversuche mit je 100 *Lymantria*-Eiern

Variante	Gelegeform	Haare	Sterilisation	Parasitierung in %
1.	Gelege	vorhanden	—	81
2.	Einzeleier	vorhanden	—	75
3.	Gelege	entfernt	—	74
4.	Einzeleier	entfernt	—	66
5.	Gelege	vorhanden	+	63
6.	Einzeleier	entfernt	+	48

Dieses Parasitierungsergebnis entspricht auch der Beobachtung, daß die abgewaschenen Eier, besonders die einzelnen, weniger von den Parasiten aufgesucht wurden.

Die höchste Attraktivität haben demnach normale Gelege (81%), die geringste sterilisierte Einzeleier, denen die Haare entfernt wurden (48%). Aber auch letztere werden noch angenommen und erfolgreich parasitiert. Die Wirtserkennung erfolgt vermutlich hier durch Oberflächenstrukturen (taktile Reize) oder Eiinhaltsstoffe nach Probeanstichen (chemische Reize).

Überwinterung und Lebensdauer der Imagines

Den Imagines wird in der Literatur eine beachtliche Langlebigkeit bescheinigt: TEMPLADO (1957) fünf bis sechs Wochen, die Weibchen leben länger als die Männchen; BURGESS und CROSSMAN (1929, zitiert in SCHEDL 1933) drei bis fünf Wochen, CROSSMAN (1925) nennt als längste beobachtete Lebensdauer bei Fütterung sogar 105 Tage für Männchen und 130 Tage für Weibchen, allerdings ohne Angabe der entsprechenden Temperaturen. Die Weibchen werden im Herbst befruchtet und überwintern mit einer recht hohen Mortalität. Noch im Wirtsei befindliche Parasitenstadien gehen im Herbst und Winter regelmäßig zugrunde.

Letztere Beobachtung kann von uns bestätigt werden. Ein bis vierzehn Tage alte Parasitenlarven (20°, 70%, 18/6) überstehen im Gegensatz zu *Lymantria*-Eilarven eine fünfmonatige Kühllagerung (bei 70%, DD) bei 0°; 2,5°; 6° oder 10° in keinem Fall. Selbst wechselnde Freilandtemperaturen (Januar—Mai 1967 in Eberswalde) wurden weder von Larven noch Puppen des Parasiten ertragen. 15—30 Tage alte Parasitenstadien (bei 20°, 70%, 18/6 herangezogen; in Kontrolle 78% parasitierte *Lymantria*-Eier), schlüpften jedoch nach Überführung in den Kühlschrank (0,5—2° = 0%, 6° = 3%, 9° = 62%). Eine längere Vorrätighaltung war nicht möglich.

Demnach kommt für die Überwinterung stets nur das Imaginalstadium in Frage. Von Mitte Dezember 1966 bis Mitte Januar 1967 unter Eberswalder Freilandbedingungen gehaltene je 100 Parasiten-Imagines überlebte kein einziges Individuum, ganz gleich, ob Wirtseier, PARKER-Lösung als Ernährung, feuchter oder trockener Torf, Eichenborke, Sand oder Laubstreu als Substrat zugegeben wurde. Der limitierende Faktor war offensichtlich die niedrigere Temperatur (Tiefstwerte von — 18 °C).

Ooencyrtus ist demnach nicht zur dauernden Einbürgerung unter unseren Klimaverhältnissen geeignet. Dies entspricht auch den Erfahrungen aus vergleichbaren Breitengraden Nordamerikas (DOWDEN 1961, CROSSMAN 1925). In mediterranen Gebieten dagegen erwies sich *Ooencyrtus kuwanae* HOWARD mit 20—40% Parasitierung als sehr wirksamer Gegenspieler des Schwammspinners (TEMPLADO 1957).

Was die oben genannte Lebensdauer betrifft, konnten bei unseren Versuchen im Mittel nicht so hohe Werte erreicht werden (Fig. 6). Die Lebensdauer von je sechs frisch geschlüpften Parasiten bei verschiedenen Temperaturen in Abhängigkeit von Zusatzernährung (PARKER-Lösung und Anwesenheit von Wirtseiern) wurde im Durchschnitt als Ld_{50} und Maximum angegeben. Besonders in den mittleren Temperaturstufen (21°) zeigte sich eine deutliche Lebensverlängerung durch Anwesenheit geeigneter Wirtseier und Fütterung. Wie die

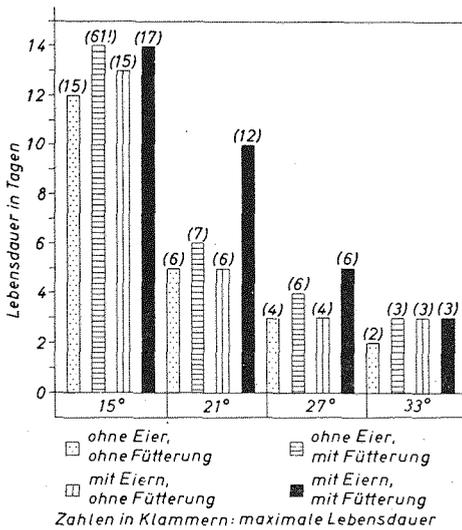


Fig. 6. Die Lebensdauer von *Ooencyrtus* bei verschiedenen Bedingungen, dargestellt als LD₅₀ (80%, DL)

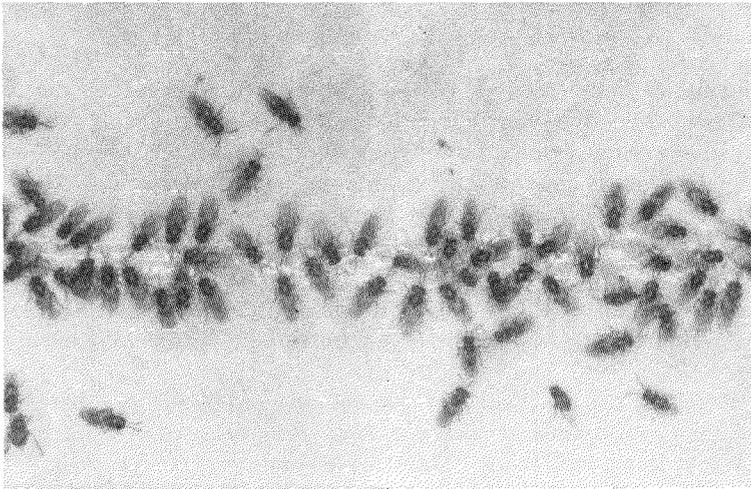


Fig. 7. Konzentration der Parasiten in der Massenzucht am Futterstreifen

Fruchtbarkeitsanalyse ergab (vergleiche Fig. 10), wird hier auch die höchste Realisierung der Fruchtbarkeitspotenz erreicht. Die gelartige, zum größten Teil Bienenhonig enthaltende PARKER-Lösung wird von *Ooencyrtus kuwanai* in beiden Geschlechtern gierig angenommen. Figur 7 zeigt einen im Zuchtgefäß gezogenen dünnen Pinselstrich mit diesem Futter, an dem sich die Parasiten zur Nahrungsaufnahme konzentrieren. Dabei verhindert die infolge der Agar-Komponente gegenüber reinem Honig festere Konsistenz der Masse das Ankleben der Tiere am Futter, obwohl sie teilweise direkt auf dem Futterstrich

sitzen (Fig. 8). Selbst so winzige Parasiten wie *Trichogramma*-Arten bleiben nicht am Futter kleben. Ab 27° schwächt sich die lebensverlängernde Wirkung von Zusatzernährung infolge des allgemein hohen Stoffwechsels (Fig. 8) ab und ist in der 33°-Stufe bei nur einmal täglicher Kontrolle nicht mehr feststellbar.

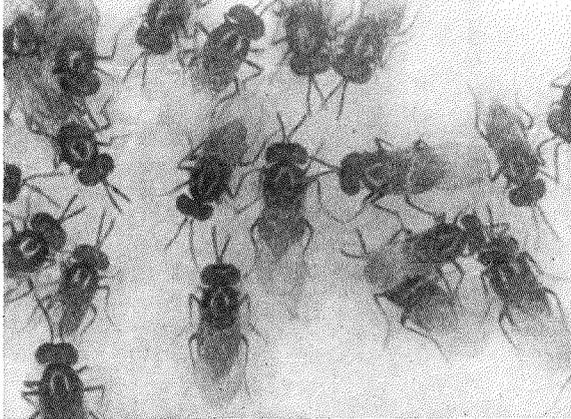


Fig. 8. *Ooencyrtus kuwanae* bei der Nahrungsaufnahme

Bei niederen Temperaturen ist der Unterschied hinsichtlich der Ld_{50} unbedeutend zwischen den vier Varianten. Fütterung erhöht etwas die Lebensdauer. Hier werden jedoch die Maxima der Lebensdauer interessant. So lebte ein Weibchen von insgesamt 24 Exemplaren der 15°-Stufe nach Absterben aller anderen ab dem 17. Tag noch weitere 44 Tage. Es saß unbeweglich auf dem einmal gewählten Platz und reagierte nur deutlich bei Berührung oder Erschütterung zwecks täglicher Kontrolle.

Offensichtlich ist es nur wenigen Weibchen möglich, sich auf die Imaginal-Diapause einzustimmen und diese bei notwendig milder Witterung auch zu überstehen.

Das Problem, wie die Frühjahrsgeneration von *Ooencyrtus* den Anschluß an die erst im Hochsommer wieder zur Verfügung stehenden *Lymantria*-Eier gewinnt, bleibt uns unerklärlich. Wenn keine weiteren Generationen in Zwischenwirten vorkommen (lediglich nach BURGESS, zitiert in SCHEDL 1933, kommt gelegentlich eine — numerisch sicher sehr kleine — zweite Frühjahrsgeneration in den tauben Eiern vom Vorjahr vor), bleibt nur die Annahme einer praeimaginalen Entwicklungsverzögerung beziehungsweise einer sommerlichen Aestivation der Imagines. Für beide Annahmen konnte von uns keine Bestätigung gefunden werden.

Zur Frage von Temperatur und Gesamtentwicklungsdauer wurden von uns keine eingehenden Versuche durchgeführt. Die von HUBA (1968) diesbezüglich mitgeteilte Formel $282 = n(T - 11,2)$ erwies bei Vergleichen mit unseren Ergebnissen ihre Richtigkeit. Bei 15° dauert die Entwicklung 68—80 Tage und bei 27° 17—18 Tage.

Eiablagerhythmus

Frisch geschlüpfte und gefütterte Weibchen kopulieren sofort mit den Männchen, legen jedoch im Vergleich mit den von uns untersuchten Eiparasiten der Gattung *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) nicht unmittelbar am ersten Tage die größte Eimenge ab. Die Annahme geeigneter Wirtseier setzt in der Regel erst am zweiten Lebenstag ein und erreicht (bei 20°, 70%, 18/6, Fütterung) ihren Höhepunkt am 4. und 5. Tag (Fig. 9). Vom 2. bis 6. Tag werden 64% aller Eier abgelegt, zwischen 2. und 11. Lebenstag sind es 95%. Von zwölf geprüften Weibchen, denen täglich neue *Lymantria*-Eier vorgelegt wurden, ergab sich an Nachkommen:

Min. 31, Max. 62, Mittel 46,8.

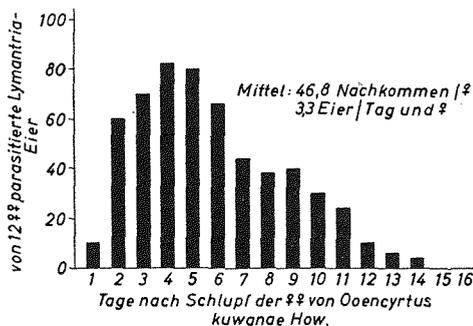


Fig. 9. Eiablagerhythmus von *Ooencyrtus* bei Einzelzuchten im Labor (20°, 70%, 18/6, PARKER-Ernährung)

Am 4. Tag werden maximal zehn *Lymantria*-Eier parasitiert. Je Wirtsei wird ein Parasiten-Ei abgelegt; Mehrfachbelegungen kommen unter Stressbedingungen sicher vor und führen zum Superparasitismus (siehe unten). Daß mehrere Imagines sich aus einem *Lymantria*-Ei entwickeln können (TADIČ 1960, SCHEDL 1933) wurde von uns nicht beobachtet. Der Sexualindex der Nachkommen beträgt in der Regel 1:3 bis 1:4, wie auch TEMPLADO (1957) und HUBA (1968) berichten. CROSSMAN (1925) gibt von 4000 untersuchten Tieren 74% als Weibchen an. Die Parthenogenese ist arrhenotok. Erfolgreiche Parasitierung der *Lymantria*-Eier durch *Ooencyrtus* ist auch bei dauernder Dunkelheit möglich; allerdings sinkt die Nachkommenschaft auf ca. 50% gegenüber 18 Lichtstunden täglich.

Fruchtbarkeit und Temperatur

Unter Fruchtbarkeit wird allgemein weniger die theoretisch mögliche Anzahl von Nachkommen (Fruchtbarkeitspotential) als vielmehr die unter dem Druck der Umweltwiderstände im konkreten Fall tatsächlich erzielte Nachkommenschaft verstanden (aktuelle Fruchtbarkeit nach FLANDERS 1954 oder Realisierung des Fruchtbarkeitspotentials).

Jeweils fünf frischgeschlüpften Weibchen wurden im Überschuß lebende *Lymantria*-Eier (ca. je 150) in Einzelzucht vorgelegt und bis zum Ableben der Weibchen in den Röhrchen gelassen, das heißt, es wurde die Gesamfruchtbarkeit je Weibchen durch Auszählen der später geschlüpften Nachkommen festgestellt. Jede Serie kam in verschiedene Temperaturstufen von 10° bis 33° (Fig. 10).

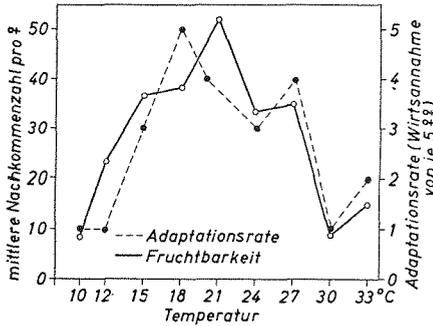


Fig. 10. Realisierung des Fruchtbarkeitspotentials von *Ooencyrtus* in Abhängigkeit von der Temperatur (65–75%, DL, PARKER-Ernährung)

Neben der mittleren Fruchtbarkeit je Weibchen wurde noch die Adaptationsrate (Anteil der Weibchen, die je Temperatur-Stufe überhaupt Eier annehmen) berücksichtigt, da bei ähnlichen Versuchen mit *Trichogramma* bei manchen Herkünften im Optimum der aktuellen Fruchtbarkeit nicht unbedingt mit dem Maximum der insgesamt erreichbaren Nachkommenzahl übereinstimmt.

Das Fruchtbarkeitspotential von *Ooencyrtus kuwanae* wird zwischen 15° und 27° gut realisiert. Die Optimaltemperatur liegt bei 21° (54 Nachkommen). HUBA (1968) nennt als Optimum 25° mit 38 Nachkommen je Weibchen. Erstaunlich hoch liegen die von CROSSMAN (1925) ermittelten Nachkommenzahlen (bis zu 191 im Labor). Die Adaptationsrate verläuft im wesentlichen synchron. Selbst bei 10° und 12° werden noch — wenn auch in geringem Maße — Wirtseier erfolgreich parasitiert. Das Maximum an Nachkommen lag mit 65 bei 18°, das Minimum mit 7 bei 10°C.

Parasit/Wirt-Relationen in Massenzuchten

Die in Einzelzuchten ermittelten Nachkommenzahlen je Weibchen werden unter Massenzuchtbedingungen nie erreicht. Infolge Stressfaktoren stören sich die Weibchen bei der Eiablage, hinterlassene Markierungen belegter Eier werden unwirksam, es erfolgen die Fertilität senkende Doppelbelegungen etc. In *Trichogramma*-Zuchten mit individuell ermittelten Fruchtbarkeitszahlen von 20–30 Nachkommen je Weibchen ergaben sich unter Massenzuchtbedingungen tatsächliche Vermehrungsraten von 1:5 bis höchstens 1:10.

Je nachdem, ob man wenig Ausgangsmaterial hat und durch einen großen Wirtsüberschuß vorerst einmal eine größere Vermehrung erzielen will, oder ob hauptsächlich eine optimale Ausnutzung der vorgelegten Wirtseier erreicht werden soll, wird man hohe oder niedere Vermehrungsraten erzielen. Steuern kann man dies, wenn die spezifischen Relationen zwischen Wirt und Parasit bekannt sind.

HUBA (1968) berichtet über günstige Ergebnisse, wenn 70 Imagines zu 1 g *Lymantria*-Eiern zugegeben werden.

In einer Versuchsreihe mit infolge zu trockener Kühlshranklagerung bereits teilweise eingefallenen *Lymantria*-Eiern wurden in Einzelzucht (20°, 70%, 18/6) je Weibchen (n = je 5) 1, 2, 5, 10, 20, 40 und 100 Eier zugegeben und danach deren Gesamtf Fruchtbarkeit ausgezählt. Figur 11 zeigt, daß bei wenigen zur Verfügung stehenden Wirtseiern diese vermutlich mehrfach angestochen werden und sich hierdurch Superparasitismus und geringe Nachkommenszahlen je Weibchen ergeben.

Im Versuchsansatz etwas abgewandelt zeigt Figur 12 ähnliche Verhältnisse. Ab 25 Parasiten/100 *Lymantria*-Eier erfolgt kein Eilarvenschlupf mehr, das heißt, die Eier wurden alle durch mindestens einmalige Parasitierung vernichtet.

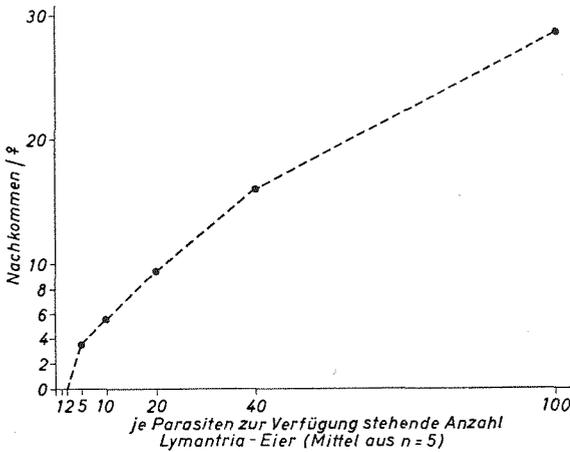


Fig. 11. Fruchtbarkeit von *Ooencyrtus* und vorgelegte Wirtseier

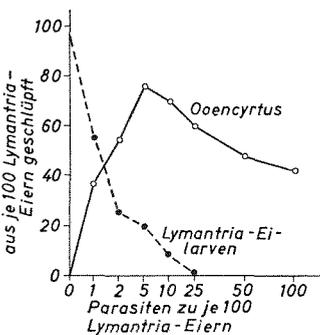


Fig. 12. Erfolgreiche Parasitierung und Parasit/Wirt-Relation

Das Optimum an Nachkommen liegt bei dem Zahlenverhältnis fünf Parasiten/100 *Lymantria*-Eiern. Darüber hinaus sinkt die Zahl schlüpfender Parasiten durch Mehrfachanstiche und Superparasitierung bereits wieder stark ab.

Zusammenfassung

Ooencyrtus kuwanae (HOWARD 1910) läßt sich im Laboratorium auch auf sterilisierten *Lymantria dispar*-Eiern vermehren. Deren Wirtseignung nimmt mit zunehmender Hitzeeinwirkung ab. Sie lassen sich bei +2 °C bis 35 Tage bevorraten. Der Parasit kann sich auch noch in kurz vor dem Schlupf stehenden befindlichen Eiern entwickeln, wenn diese noch mindestens sechs Tage bis zum Schlupf der Eilarven benötigen. Für die Parasiten haben normale Gelege die höchste Attraktivität; die geringste besitzen sterilisierte, gewaschene und von den Haaren befreite Einzeleier. Auf Grund der tiefen Wintertemperaturen, die *Ooencyrtus kuwanae* in keinem Stadium übersteht, kann er in der DDR kaum erfolgreich angesiedelt werden. Frisch geschlüpfte Weibchen erreichen am 4. und 5. Lebenstag bei 20 °C ihre höchste Eiablage. Bis zum 11. Tag werden 95% aller Eier abgelegt. Die Optimaltemperatur für die Realisierung des Fruchtbarkeitspotentials liegt bei 21° (im Mittel 54 Nachkommen je Weibchen). — Fünf Parasitenweibchen zu 100 *Lymantria*-Eiern ergaben die optimale Parasitendichte für Massenzuchten.

Summary

Ooencyrtus kuwanae (HOWARD, 1910) can be grown in the laboratory on eggs of *Lymantria dispar* even if the latter have been sterilized. Their suitability as hosts decreases with increasing heat. They can be stored at +2 °C for 35 days. The parasite can develop even in eggs from which the larvae are about to emerge if there are at least six days at 20 °C between parasitization and the emerging of the larvae. — The parasites are attracted most by normal batches of eggs and least by sterilized and washed single eggs from which the hair has been removed. — As *Ooencyrtus kuwanae* in no stage survives the low winter temperatures in the GDR, it can hardly be introduced here with success. — Freshly emerged females reach the peak of their oviposition at 20 °C on the fourth and fifth days of their lives. 95 per cent of all eggs are laid within eleven days. — The optimum temperature for the full utilization of the fertility is 21 °C (with an average of 54 offspring per female). — The optimum density of parasites for mass breeding is five female parasites on 100 *Lymantria* eggs.

Резюме

Ooencyrtus kuwanae (HOWARD 1910) можно при лабораторных условиях выращивать на стерилизованных яйцах *Lymantria dispar*. Их приспособление снижается при увеличении влияния жары. Их можно хранить при +2 °C до 35 дней. Паразит может развиваться и в яйцах, которые стоят перед вылуплением (до шести дней перед вылуплением). Высшую аттрактивность имеют нормальные гнезда яиц, самую низкую имеют стерилизованные, очищенные отдельные яйца без волос. Из-за низких зимних температур, которых *O. kuwanae* не выдерживает ни в какой стадии, его невозможно удачно заселить в ГДР. Самки дают в четвёртый и пятый день после вылупления при 20 °C самую высокую откладку яиц. До одиннадцатого дня откладываются 95% всех яиц. Оптимальная температура для достижения потенциала плодовитости лежит при 21° (в среднем 54 потомки на самку). Пять самок на 100 яиц хозяина дали оптимальную плотность для массового размножения.

Literatur

- BURGESS, A. F. & CROSSMAN, S. S. Imported Insect Enemies of the Gipsy Moth and the Brown-tail Moth. U. S. Dept. Agric. Techn. Bull. 86; 1929.
 CROSSMAN, S. Two imported egg parasites of the gipsy moth, *Anastatus bifasciatus* FONS-COLOMBE and *Schedius kuwanae* HOWARD. Journ. Agric. Research. Bd. 30, Nr. 7, 643 bis 670, Washington, 1925.

- DOWDEN, P. B. The gipsy moth egg parasite, *Ooencyrtus kuwanae*, in southern Connecticut in 1960. Journ. econ. Ent. 54 no. 5 876—878; 1961.
- FLANDERS, S. E. Fecundity of entomophagous insects under mass culture, an effect of environmental resistance. Ecology 35, S. 245—249; 1954.
- HOWARD, L. O. Technical results from the gipsy-moth parasite laboratory. I. The parasites reared or supposed to have been reared from the eggs of the gipsy moth. U. S. Dept. Agr. Bur. Ent. Tech. Ser. Bul. 19, 1—12; 1910.
- HUBA, A. Erfahrungen mit der Akklimatisation von *Ooencyrtus kuwanae* (How.) in der Slowakei. Vortrag zum 13. Internat. Entomol. Kongreß, Moskau, 1968.
- PARKER, D. L. The interrelations of two hymenopterous egg parasites of the Gipsy Moth, with notes on the larval instars of each. Journ. Agr. Res. Vol. 46, No. 1., 23—35; 1933.
- QUEDNAU, W. Über den Einfluß von Temperatur und Luftfeuchtigkeit auf den Eiparasiten *Trichogramma cacoeciae* MARCHAL. Eine biometrische Studie. Mitt. Biol. Bundesanst. Berlin-Dahlem, H. 90, 1967.
- SCHEDL, K. Der Schwammspinner (*Porthetria dispar* L.) in Euroasien, Afrika und Neuengland. Monogr. Ztschr. angew. Entomologie Nr. 12, 116—123; 1936.
- SCHLIEFERDECKER, H. Zur Eignung von Lepidoptereniern als Wirte der Eiparasiten *Trichogramma cacoeciae* MARCH. und *Trichogramma evanescens* WESTW. (Hym.; Trichogrammatidae). 10. Wanderversammlung deutscher Entomologen, Dresden, 1970.
- TADIĆ, M. D. Brojna zastupljenost jajnih parazita gubara *Anastatus disparis* R. i *Ooencyrtus kuwanae* How. 1958/59 u nekim lokalitetima N. R. Makedonije. (With a summary in English). Plant Prot. no. 56 (1959), 27—37, Belgrad, 1960.
- TEMPLADO, J. Datos sobre *Ooencyrtus kuwanae* How. (Calcídido parasito de *Lymantria dispar* L.) en España. (With a summary in English). Publ. Inst. Biol. apl. 25, 119 bis 129, Barcelona, 1957.
- THOMPSON, W. R. A catalogue of the parasites and predators of insect pests. Section 2, part 3, Ottawa, 1954.