©www.senckenberg.de/; download www.contributions-to-entomology.org/

Beitr. Ent. · Bd. 18 · 1968 · H. 3/4 · S. 329–345 · Berlin

Deutsches Entomologisches Institut
der Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin
Eberswalde

HELMUT SCHIEFERDECKER

Zur Biologie und Massenzucht der Getreidemotte *Sitotroga cerealella* OLIVIER

1. Beitrag: Zur Eiablage von *Sitotroga cerealella* OLIVIER (Lepidoptera: Gelechiidae)

Mit 27 Textfiguren

Eiparasiten der Gattung *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) sind in sehr vielen Fällen am Zusammenbruch von Schädlingsgradationen führend beteiligt und werden in verschiedenen Ländern bereits in größerem Ausmaß und mit teilweise beachtlichen Erfolgen zur biologischen Bekämpfung der Eistadien schädlicher Lepidopteren in der Land- und Forstwirtschaft eingesetzt. (SČEPETILNIKOWA, 1963; WIACKOWSKA, 1965; BRENIER, 1965). Seit der Entwicklung des Verfahrens von FLANDERS (1928, 1929) werden in aller Welt die Massenzuchten von *Trichogramma* fast ausschließlich auf der Basis von Getreidemottenzuchten durchgeführt (Fig. 1).

Fig. 1. *Trichogramma evanescens* WESTWOOD beim Parasitieren der *Sitotroga*-Eier

DOI: 10.21248/contrib.entomol.18.3-4.329-345

©www.senckenberg.de/; download www.contributions-to-entomology.org/

Obwohl *Sitotroga*-Eier für die Dauerzucht von Eiparasiten der Gattung *Trichogramma* vielfach erhebliche Nachteile aufweisen (z. B. geringe Eigröße und ungünstiges Wirt-Parasit-Verhältnis gegenüber einigen *Trichogramma*-Arten bzw. -Rassen), setzte sich diese Wirtsart trotz allen Suchens nach geeigneteren Laborersatzwirten bisher immer wieder bei der praktischen Massenzucht durch. Die Gründe sind klar ersichtlich. Abgesehen von der teilweise nur bedingten Wirtseignung (beispielsweise gegenüber *Trichogramma embryophagum* HARTIG im Sinne von QUEDNAU, 1960) stellt *Sitotroga cerealella* einen fast idealen und dauernd in nahezu unbegrenzten Mengen züchtbaren Wirt dar.

Das Futtersubstrat Getreide ist zu jeder Zeit verfügbar, der Entwicklungszyklus dieses polyvoltinen Vorratsschädlings mit ca. 40 Tagen bei 24 °C erweist sich als durchaus günstig; es treten außer einigen Raubmilben in den Zuchten keine Schädlinge auf, und Krankheiten sind selbst bei ungünstigen Bedingungen im Vergleich mit der weitaus anfälligeren Mehlmotte (*Anagasta kühniella*) nicht bekannt. Im Gegensatz zu den zahlreichen anderen bekannten Wirten von *Trichogramma* (nach QUEDNAU, 1960, für jede Art etwa 200 Wirte) ist die Massenzucht der Getreidemotte mit unvergleichlich wenig Arbeitsaufwand verbunden.

Die allgemein niedrige Effektivität der aus *Sitotroga*-Eiern schlüpfenden Eiparasiten, beruhend auf geringerer Körpergröße und niedrigerer Fruchtbarkeit, sucht man gegenwärtig durch eine größere Menge der Parasiten beim Freilandeinsatz zu kompensieren, solange eben noch kein Wirt mit günstigerer Eignung, aber mit ähnlich einfachen Ansprüchen bei der Massenzucht wie *Sitotroga cerealella* gefunden worden ist.

Als perspektiv zeichnen sich Möglichkeiten der Massenzucht von *Barathra brassicae* LINNAEUS auf der Grundlage semi- beziehungsweise vollsynthetischer Ernährung ab. Dabei sinkt die bisher hohe Mortalitätsrate bei der Massenaufzucht der Eulenraupen infolge der besseren Verhütbarkeit von Krankheiten. Die Puppengewichte und damit die Menge der abgelegten Euleneier werden wesentlich gesteigert.

In unserem gemäßigten Klima erfolgt die Entwicklung von *Sitotroga cerealella* OLIVIER als häufig eingeschleppter Vorratsschädling lediglich in Lagerräumen. Nach KEMPER (1939) erstreckt sich die Verbreitung vorwiegend auf die tropischen und subtropischen Gebiete, wo die Art sowohl auf den Feldern als auch in Speichern die Getreidekörner befällt. Die Entwicklungsdauer hängt in erster Linie von der Temperatur ab. Nach BODENHEIMER (1926) können eine (London) bis 14 (Wyndham, Westafrika) Generationen in einem Jahr auftreten.

Bei der rentablen Massenzucht der Getreidemotte, in deren Endergebnis eine maximale Zahl unverletzter, sauberer und frischer Eier gewonnen werden soll, spielen die Fragen des „Abfalterns", das heißt die Konzentration der geschlüpften Imagines in speziellen Eiablagegefäßen, sowie die Bedingungen der Eiablage eine besondere Rolle.

DOI: 10.21248/contrib.entomol.18.3-4.329-345

©www.senckenberg.de/; download www.contributions-to-entomology.org/

Die geschlüpften Falter werden nach verschiedenen Verfahren entweder mit Exhaustoren abgesaugt (KOWALEVA, 1956), von auf dem Getreide liegenden Faltpappen (BUBNOVA, 1962) manuell in Gläser abgeschüttelt (Fig. 2, 3) oder fallen nach dem FLANDERSschen Prinzip durch einen Trichter in Eiablagegefäße, aus denen danach durch Aussieben Falter und Eier getrennt werden. (FLANDERS, 1929, FRANZ, 1960, STEIN, 1960).

Fig. 2. Verschiedene Formen der Eiablagegefäße

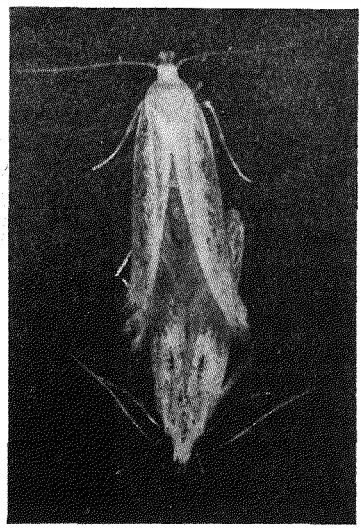

Fig. 3. Kopula unter Faltpappen ——————→

Infolge der unbefriedigenden Produktivität dieser zumeist rein manuellen Verfahren und des dabei auftretenden und die Bronchien angreifenden Flügelschuppenstaubes wurde nach einer Idee von Prof. FRANZ — Darmstadt (in litt.) das FLANDERSsche Prinzip mit einem Mechanismus zur automatischen Gewinnung der *Sitotroga*-Eier verbunden. Die ausführliche Beschreibung dieses relativ wenig arbeitsaufwendigen Verfahrens (siehe auch NEUBECKER, 1967) erfolgt gesondert.

Bei der Ausarbeitung der technischen Konzeption und Konstruktion dieser Anlage waren eine ganze Reihe von Voruntersuchungen zur Ethologie und Biologie der Getreidemotte notwendig, deren Ergebnisse in den folgenden Beiträgen dargestellt werden.

Die Fotografien wurden vom Verfasser mit Hilfe eines Ringblitzes nach ADAM (1963) hergestellt.

1. Optimale Maschenweite für die Eiablage

Die Falter zeichnen sich durch eine stark ausgeprägte Thigmotaxis aus. Dies zeigt sich nicht nur durch den bevorzugten Aufenthalt der Falter in den Ecken und Winkeln der Zuchtkästen, sondern insbesondere bei der Eiablage. In ihrer natürlichen Umgebung sitzen die zur Eiablage bereiten Weibchen auf den Getreidekörnern (Figuren 4 und 5). Hier werden jetzt die Eier dicht nebeneinander zu zehn bis 15 Stück abgelegt (Fig. 6). Bevorzugt werden Vertiefungen und rauhe Stellen an der Oberfläche des Getreidekornes (Fig. 7). Wenn keine Spalten oder Ritzen zur Verfügung stehen, findet nach langem, ergebnislosem Abtasten der Umgebung mit dem Legebohrer eine spätere Noteiablage auch auf geraden Flächen statt. Tote Artgenossen dienen in solchen Fällen als bevorzugte Eiablagesubstrate; jeweils sechs bis 15 Eier werden dann unter die

DOI: 10.21248/contrib.entomol.18.3-4.329-345

©www.senckenberg.de/; download www.contributions-to-entomology.org/

Fig. 4. Frisch geschlüpftes Weibchen auf Gerstenkörnern

Fig. 5. Weibchen aus Massenzuchten bei der Eiablage auf Gerste

Fig. 6. Eipaket zwischen den Getreidekörnern

Fig. 7. Die Eier werden an rauhen Stellen des Kornes angeklebt

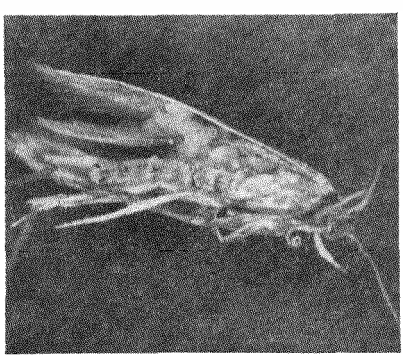

Fig. 8. In Massenzuchten werden die Eier bevorzugt unter die Flügel toter Falter geschoben

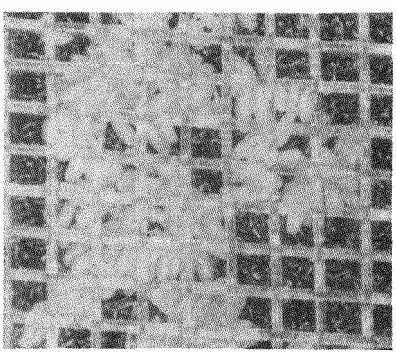

Fig. 9. Eiablage durch Gaze (Maschenweite 0,5 mm)

DOI: 10.21248/contrib.entomol.18.3-4.329-345

©www.senckenberg.de/; download www.contributions-to-entomology.org/

Flügel geschoben (Fig. 8) und mit einem an der Luft rasch erhärtenden Sekret angekittet.

Zur Massengewinnung der Eier bedient man sich verschiedener Gefäße, deren untere Öffnung mit leicht zu reinigender Kunststoffgaze verschlossen wird (Fig. 2). Die Eier werden durch die Gaze hindurch dort abgelegt, wo zwischen Gaze und Unterlage nur schmale Zwischenräume vorhanden sind (Fig. 9). Der Legebohrer tastet die zur Eiablage vorgesehenen Spalten sorgfältig ab und schiebt sich weit unter die Gaze hinunter (Fig. 10). Durch mechanische Berührungen lassen sich diese Eistreifen beziehungsweise Eiballen in den meisten Fällen gut lösen, ohne daß ein bedeutender Prozentsatz der mit nur einem dünnen Chorion versehenen *Sitotroga*-Eiern beschädigt wird. Die Eier lassen sich relativ gut von der Gaze manuell oder mechanisch abbürsten und sind dann als wenig empfindliche, lose „Rolleier" weiter zu behandeln. Die jetzt angetrocknete Sekretschicht ist wasserlöslich, so daß die Eier auf nur mit Wasser angefeuchtetem Papier gut befestigt werden können. Diese Klebefähigkeit spielt eine Rolle für die praktische *Trichogramma*-Zucht.

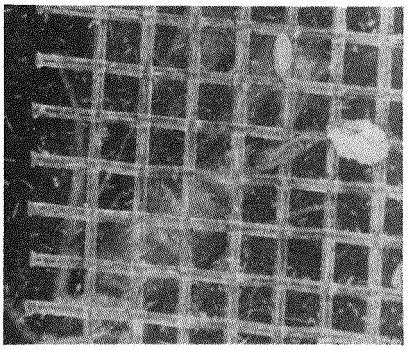

Fig. 10. Legebohrer des Weibchens bei der Eiablage unter Gaze

Um die optimale Maschenweite feststellen zu können, wurden zwischen jeweils zwei mikroskopische Objektträger auf der einen Seite Papierstücke mit einer bestimmten Stärke (0,25; 0,5 mm etc.) eingeklebt, so daß den in einer Petrischale befindlichen befruchteten Weibchen eine jeweils verschieden breite Spalte zur Verfügung stand.

Die Weibchen wählten aus den verschiedenen Spaltbereichen jeweils nur den ihnen zusagenden Teil aus (Fig. 11).

Die Figuren 12 und 13 zeigen zwischen Glasscheiben abgelegte *Sitotroga*-Eigelege. Die einzelnen Eier werden tief in den Zwischenraum hineingeschoben. Bereits dort vorhandene Eier dienen als Stimulans, da der Legebohrer an ihnen Widerstand findet. Nach einiger Zeit enthalten die geeigneten Spaltbereiche eine vollständige Eischicht, verbunden mit Flügelschuppenstaub. Es wurde festgestellt, daß die optimale Spaltdicke zur Stimulation der Eiablage bei 0,17 bis 0,25 mm liegt; zwischen 0,06 und 0,43 mm sind jedoch Eiablagen möglich (Fig. 11).

2. Die gewinnbare Eimenge in ihrer Abhängigkeit von Art und Bodenfläche der Eiablagegefäße

In Fig. 2 sind verschiedene zur Eiablage verwendete Glaszylinder dargestellt. Die Größe der Gefäße spielt keine Rolle. Hier entscheidet die Handlichkeit. Dagegen ist ihre Durchlüftung, besonders bei höheren Temperaturen, wichtig.

DOI: 10.21248/contrib.entomol.18.3-4.329-345

©www.senckenberg.de/; download www.contributions-to-entomology.org/

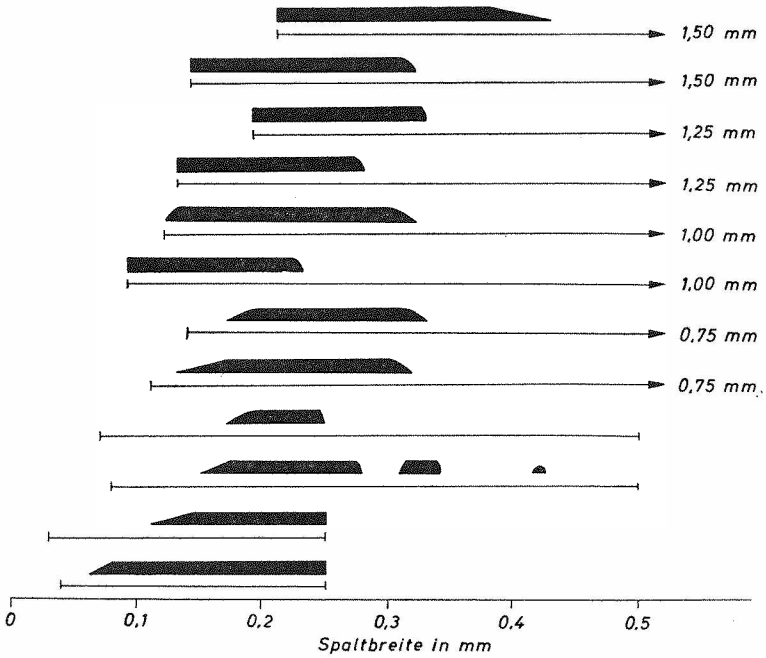

Fig. 11. Präferenz der Eiablage (schwarz) bei verschiedenen Spaltbereichen

Bei 20 °C ergab sich selbst bei dem dichten Besatz von 6275 Faltern in einem nur einseitig offenen Gefäß mit 6 Liter Volumen (Fig. 2) keine Schädigung der Motten, wenn das Gefäß alle 24 Stunden zur Eientnahme angehoben und damit durchlüftet wurde.

Dagegen führen obige Dichteverhältnisse bei 24—27 °C zu einem gesteigerten Stoffwechsel, zum Absterben der Falter und der bereits abgelegten Eier, zum Auf-

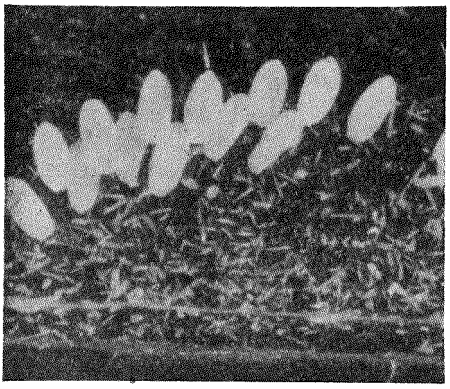

Fig. 12. Beginn der Eiablage zwischen Glasscheiben im Präferenzbereich

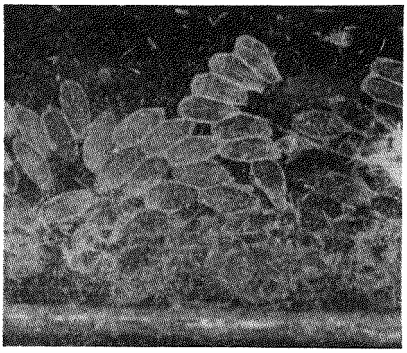

Fig. 13. Geschlossene Eischicht zwischen Glasscheiben

DOI: 10.21248/contrib.entomol.18.3-4.329-345

©www.senckenberg.de/; download www.contributions-to-entomology.org/

treten von Ammoniakgeruch. Deshalb sollten bei diesem Zuchtverfahren besser beidseitig offene und mit Gaze verschließbare Gefäße zur Eiablage gewählt werden (Fig. 2).

Was die optimale Zahl der Falter pro Glas betrifft, so muß zweierlei unterschieden werden:

a) die tatsächlich abgelegte Eimenge,

b) die durch Abbürsten und Klopfen gewinnbare Eimenge.

Bei nur geringem Besatz (bis 1 Falter/cm² Bodenfläche) finden die Tiere wenig Möglichkeit, sich dicht aneinanderzudrängen und ihrem Bedürfnis nach Thigmotaxis nachzukommen.

Die tatsächliche Eiablage ist nur bei sehr genau gewählter Maschenweite (siehe oben) der darunter gespannten Gaze erheblich.

Bei höherem Besatz steigt die absolut abgelegte Eimenge rasch an; jedoch zunehmend dienen die Körper bereits toter Artgenossen als Eiablegesubstrat (Fig. 8), so daß mit steigender Dichte die gewinnbare Eimenge/Weibchen sinkt (Fig. 14: Die Ergebnisse streuen stark, da sie aus unterschiedlichen Versuchsserien zusammengestellt wurden).

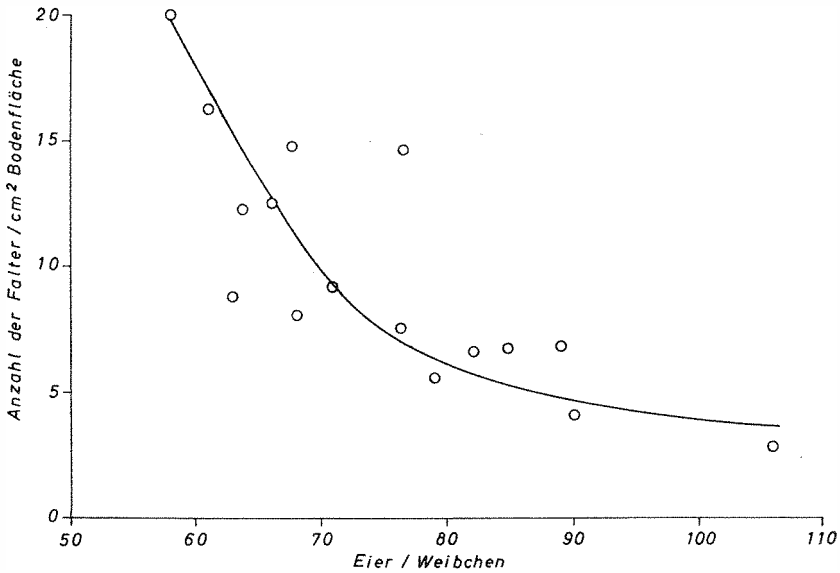

Fig. 14. Die gewinnbare *Sitotroga*-Eimenge unter Massenzuchtbedingungen in Abhängigkeit von der Falterdichte in den Eiablagegefäßen

WIACKOWSKA (1965) gibt in einer praktischen Anleitung zur *Sitotroga*-Massenzucht an, daß die zum Abfaltern benutzten Faltpappen mit in die Eiablagegefäße gelangen sollen und sich hierdurch (vermutlich über eine längere Lebensdauer) eine höhere Fruchtbarkeit der *Sitotroga*-Weibchen ergibt. Unsere Ver-

DOI: 10.21248/contrib.entomol.18.3-4.329-345

©www.senckenberg.de/; download www.contributions-to-entomology.org/

suche konnten dies nicht bestätigen, die Eiausbeute blieb im wesentlichen die gleiche wie im Kontrollversuch (Fig. 15), in dem die maximale Eiablage sogar bereits einen Tag eher erfolgte (stärkere Stimulierung der Falter durch enge Berührung auf der Bodenfläche ?).

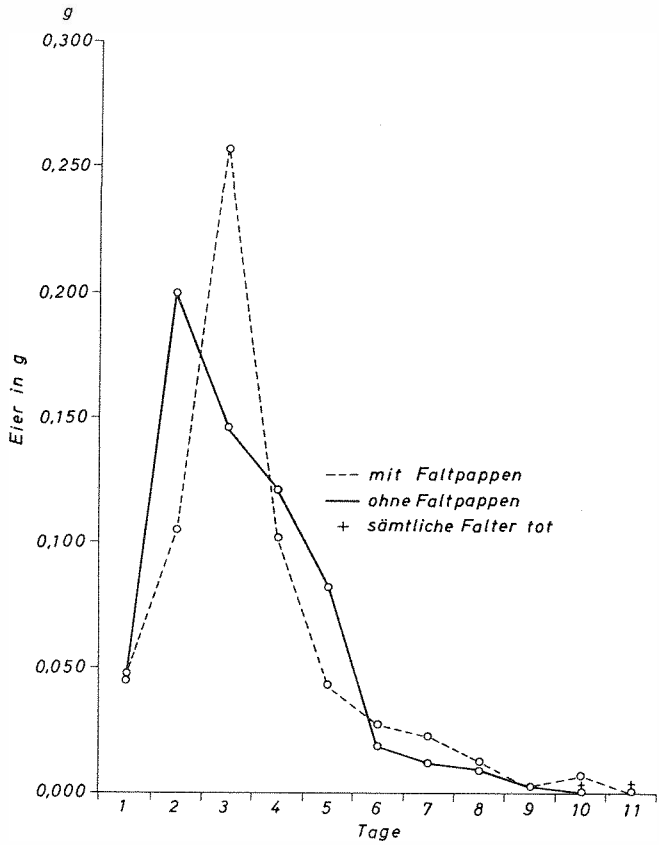

Fig. 15. Verlauf der Eiablage bei An- und Abwesenheit der zum Abfaltern verwendeten Faltpappen
(20 °C, 70—75% RF, ohne Fütterung, n = je 1500 Falter)

3. Stimulierung der Eiablage durch Stärke

Um die Wirkung von gestärktem Papier als Stimulanz für eine vergrößerte Eiablage der Getreidemotten zu überprüfen (FANKHÄNEL, 1962), wurden unter sonst gleichen Bedingungen einige der bisher üblichen Eiablagegefäße mit normalem Filtrierpapier versehen, während andere als Unterlage Papierscheiben bekamen, die mit einer Stärke-Mehlaufschwemmung (aus Kartoffeln, Mais, Hafer, Gerste, Weizen und etwas Zucker) getränkt waren.

Unter Berücksichtigung von Falterzahl und Sexualindex ergaben sich insgesamt gleiche, absolute Eimengen. Die Auszählung der Resteier von je 20 Weibchen zeigte, daß in beiden Versuchsreihen kaum Eier zurückgehalten

DOI: 10.21248/contrib.entomol.18.3-4.329-345

©www.senckenberg.de/; download www.contributions-to-entomology.org/

wurden. Ein Unterschied zeigte sich lediglich darin, daß bei der gestärkten Unterlage die Hauptmenge der Eier früher abgelegt wurde (Fig. 16). Für die moderne praktische Massenzucht hat diese Erscheinung gegenwärtig kaum Bedeutung.

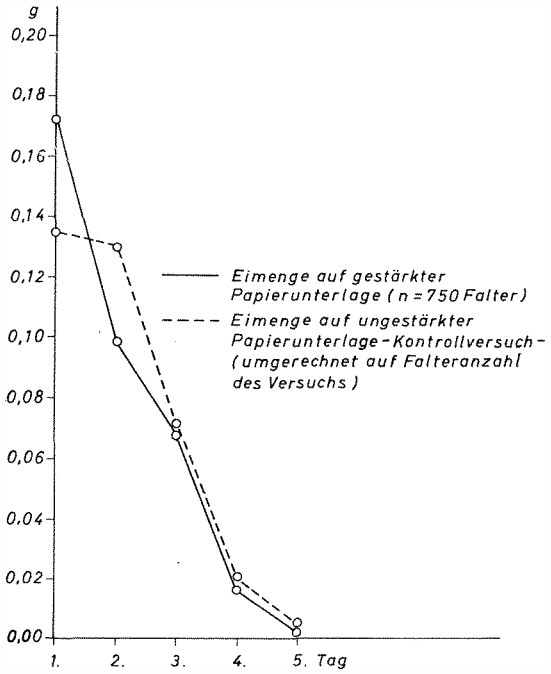

Fig. 16. Verlauf der Eiablage bei gestärkter Unterlage

4. Beziehungen zwischen Flüssigkeitszugabe und Eiablage

MEYER (1941) gibt eine enorme Steigerung der Eiablage (von 40,5 Eiern im Mittel pro Weibchen auf 83,7) an, wenn den Faltern die Möglichkeit gegeben wird, Wasser aufzunehmen.

SIDOROWNINA (1938) erzielte bei Zugabe von Honigwasser eine Erhöhung der Fruchtbarkeit um 20—30%.

Bei Überprüfung dieses Umstandes machte allerdings die Art der Applikation der Flüssigkeit erhebliche Schwierigkeiten. Legt man auf den oberen oder unteren Gazeabschluß feuchtes Filtrierpapier (WIACKOWSKA, 1965), so kleben die Motten bevorzugt an diesen Stellen durch die Gaze hindurch ihre Eier an das feuchte Papier so fest an, daß bei ihrer Entnahme mittels Bürste oder Pinsel ein erheblicher Teil der Eier beschädigt und für die Weitervermehrung oder die Parasitenzucht unbrauchbar wird.

Eine gute Möglichkeit bietet lediglich das Einsprühen der Flüssigkeit in feinen Tröpfchen mittels eines Handzerstäubers. Paarweise Einzelzuchten (n = jeweils 15 Paare) sowie Versuche mittels der üblichen Eiablagegefäße ergaben unterschiedliche Ergebnisse (Fig. 17).

DOI: 10.21248/contrib.entomol.18.3-4.329-345

©www.senckenberg.de/; download www.contributions-to-entomology.org/

Beim Einsprühen von Honigwasser (Bienenhonig mit Wasser 1 : 5 verdünnt) war im Einzelpaar-Versuch (durchschnittliche Körperlänge der Weibchen = 6,8 mm) eine deutliche Steigerung von Lebensdauer und Eiablage gegenüber dem Kontrollversuch (Körperlänge der Weibchen: beide 7,0 mm) zu bemerken. Beim Einsprühen von Wasser (Körperlänge der Weibchen durchschnittlich = 6,8 mm) ergab sich lediglich eine geringe Steigerung der Lebensdauer, die Ausbeute an Eiern erhöhte sich gegenüber dem Kontrollversuch nicht.

Ein ganz anderes Ergebnis zeigten die Versuche mit vielen Faltern (n = 4—500) im Gefäß. Die eingesprühte Flüssigkeit (insbesondere Honigwasser) ließ viele Eier (teilweise auch Falter!) fest an Gaze und toten Faltern kleben,

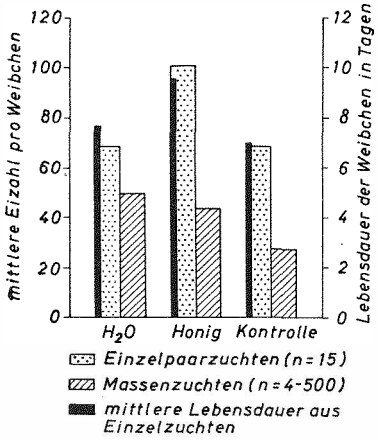

Fig. 17. Zusatzernährung der Falter und Eiablage (20 °C, 60—70% RF)

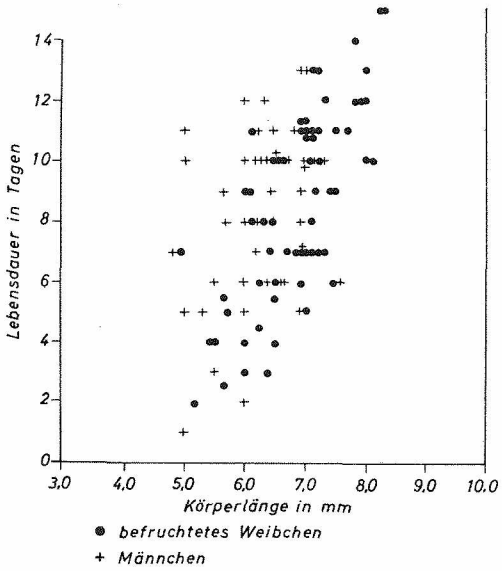

Fig. 18. Körperlänge und Lebensdauer

so daß nur ein Bruchteil der Eiausbeute/Weibchen gegenüber den Einzelzuchten gewonnen werden konnte. Auch hierbei muß also sorgfältig unterschieden werden zwischen abgelegter und gewinnbarer Eimenge.

5. Körpergröße, Lebensdauer und Eiablage der Weibchen

Über die Zusammenhänge zwischen Menge und Art der zur Verfügung stehenden Larvennahrung einerseits und der Körpergröße der Falter andererseits wird später berichtet.

Fig. 18 zeigt Ergebnisse von Einzelpaar-Versuchen (je ein frisch geschlüpftes Männchen und Weibchen in einer kleinen Petrischale mit etwas Gaze zur Eiablage), aus denen ersichtlich ist, daß unter den hier definierten Bedingungen (Anzucht auf Gerste, Temperatur 20 °C, ohne Zusatzfütterung, Weibchen alle befruchtet) besonders die Weibchen mit einer größeren Körperlänge auch eine

DOI: 10.21248/contrib.entomol.18.3-4.329-345

©www.senckenberg.de/; download www.contributions-to-entomology.org/

höhere Lebenserwartung besitzen. Dies betrifft allerdings nur befruchtete Weibchen. Unbefruchtete Weibchen leben oftmals extrem lange; an den letzten Tagen findet in der Regel eine zahlenmäßig geringe Notablage unbefruchteter Eier statt (nach MEYER, 1941, legen unbefruchtete Weibchen keine Eier ab!).

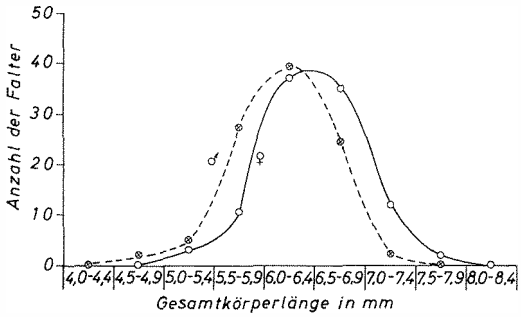

Fig. 19. Häufigkeitsverteilung der Körperlänge von je 100 männlichen und weiblichen Faltern aus einer Massenzucht auf Gerste

Fig. 19 zeigt die normale Häufigkeitsverteilung der Längenmaße beider Geschlechter aus einer Massenzuchtprobe. Die Männchen sind generell kleiner als die Weibchen. Besonders wichtig ist die Menge der abgelegten Eier in Abhängigkeit von der Körpergröße der Weibchen (Fig. 21).

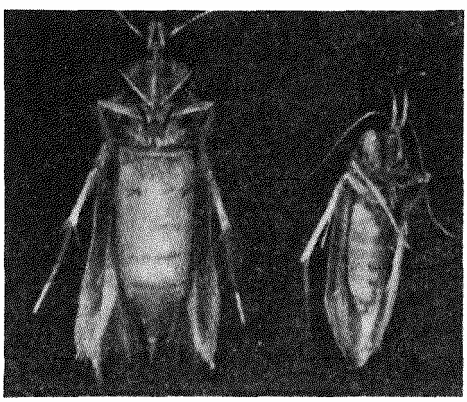

Fig. 20. Größenvergleich zwischen Weibchen und Männchen

Weibchen mit einer Gesamtkörperlänge unter 4,8 mm (Fig. 22, Hungerzuchten beziehungsweise vielfache Generationen in bereits „leerem Getreide") legen keine Eier mehr ab. Bei 7,0—8,0 mm Körperlänge wird ein enormer Anstieg deutlich; allerdings legen große Weibchen nicht immer große Eimengen ab (0,8 mm: 74 bis 182 Eier).

DOI: 10.21248/contrib.entomol.18.3-4.329-345

©www.senckenberg.de/; download www.contributions-to-entomology.org/

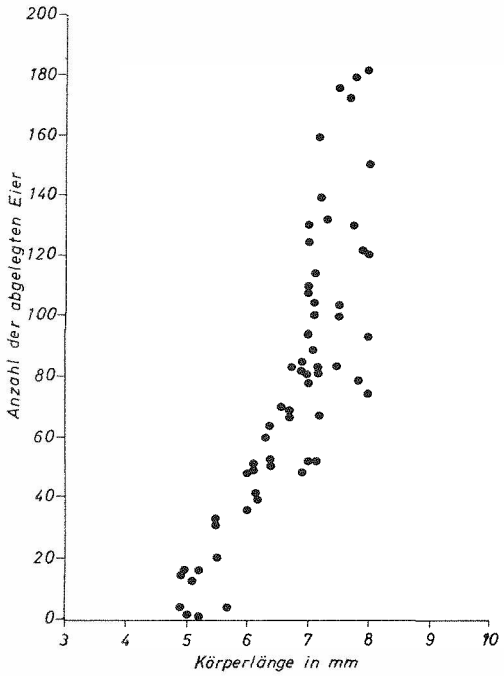

Fig. 21. Körperlänge befruchteter Weibchen und Höhe der Eiablage (20 °C, 60—80% RF, ohne Fütterung)

Fig. 23 zeigt einen ähnlichen Zusammenhang zwischen erreichtem Lebensalter und abgelegter Eizahl der Weibchen. Der Streuungsbereich verläuft bei einer einheitlichen Temperatur (hier 20 °C, 60—80% RF, ohne Fütterung) weitgehend gradlinig; bei höheren Temperaturen verschiebt er sich nach links und nimmt einen steileren Winkel an, wie Parallelversuche ergaben.

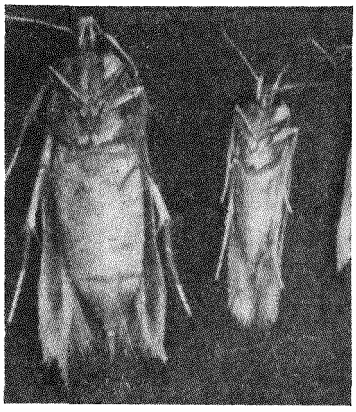

Fig. 22. Riesen- und Zwergformen aus einer Zucht

DOI: 10.21248/contrib.entomol.18.3-4.329-345

©www.senckenberg.de/; download www.contributions-to-entomology.org/

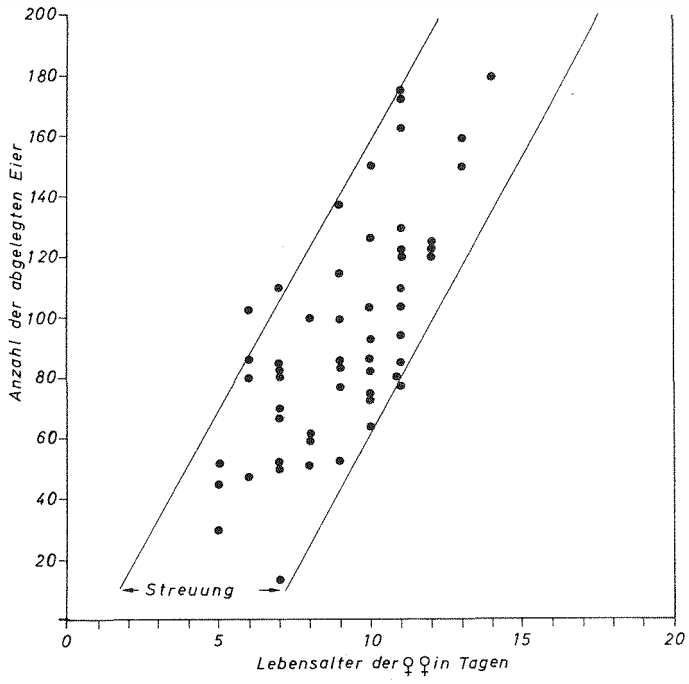

Fig. 23. Lebensalter und Eiablage befruchteter Weibchen

Die tägliche Eiablage (bei 20 °C, 75% RF, Lichtperiode 12/12 als Mittel von 60 Paaren, Weibchen 6,5—8,0 mm Gesamtkörperlänge) wird in Fig. 24 dargestellt.

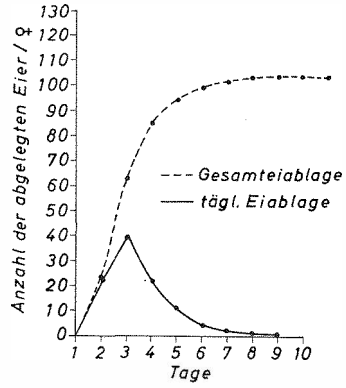

Fig. 24. Eiablageverlauf bei 20 °C und Einzelzucht in Tagen nach der Kopula

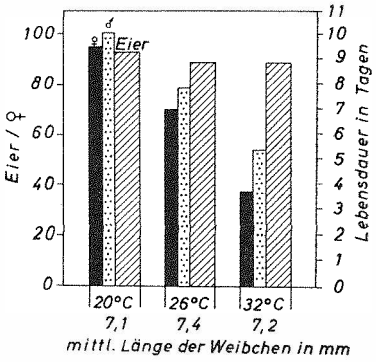

Fig. 25. Eiablage und Lebensdauer bei verschiedenen Temperaturen (50—70% RF, ohne Fütterung, n = je 20 Paare)

DOI: 10.21248/contrib.entomol.18.3-4.329-345

©www.senckenberg.de/; download www.contributions-to-entomology.org/

Am dritten Tage nach der Kopula findet mit durchschnittlich 40 Eiern die höchste tägliche Eiablage statt. Die Zahl der weiterhin täglich abgelegten Eier sinkt bis zum neunten Tage auf Null ab; die mittlere Lebensdauer der Weibchen betrug unter den obigen Bedingungen 9,5 Tage.

6. Die Wirkung von Licht, Temperatur und Luftfeuchtigkeit auf die Menge der abgelegten Eier

Die Beziehungen zwischen den drei Haupt-Abiotika und der Eiablage sind unterschiedlich.

Licht

Versuchsreihen mit verschiedener Licht-Periodizität (Dauerdunkel, 8 L/16 D, 12 L/12 D, 18 L/6 D, Dauerlicht) ergaben keine erkennbaren Unterschiede in der Höhe der Eiablage.

Temperatur

Im Bereich von 15° bis 32 °C wird bei sonst optimalen Bedingungen die Höhe der Gesamteiablage nicht wesentlich von der Temperatur beeinflußt (Fig. 25). Die Eiausbeuten sinken wesentlich ab unterhalb von 14° (12 °C = 35 Eier/♀; 10 °C = 26 Eier/♀) sowie oberhalb von 33 °C (36 °C = 11 Eier/♀).

Wie erwartet, verkürzt sich die Lebensdauer mit steigender Temperatur. Fig. 25 zeigt, daß die Weibchen der 32 °C-Stufe zwar kaum halb so lange leben wie in der 20 °C-Stufe, aber in dieser kurzen Zeit fast die gleiche Eimenge ablegen. Die Lebensdauer der Weibchen verkürzt sich mit steigender Temperatur schneller gegenüber der Lebensdauer der Männchen.

Luftfeuchtigkeit

Die Eiablage findet bei allen Feuchtigkeitsstufen von 5—100% statt. Unterschiede sind allerdings hinsichtlich der Menge an abgelegten Eiern zu beobachten. Fig. 26 zeigt, daß in dem allgemein optimalen Feuchtigkeitsbereich von 70—75% RF auch die Eiausbeute am höchsten ist und mit zunehmender Sättigung wieder abnimmt. Es ist durchaus möglich, daß in den hohen Feuchtigkeitsstufen die Eiablage ebenfalls hoch ist, aber bei einem großen Teil der Eier das Sekret nicht trocknen kann, und die Eier mehr als in anderen Stufen im Gefäß ankleben.

7. Zum Gewicht der *Sitotroga*-Eier

Sowohl bei der Neuinfektion von Getreide mit *Sitotroga* als auch bei der praktischen Massenzucht von *Trichogramma* ist eine Dosierung notwendig. In der gesamten Fachliteratur weit verbreitet ist die Angabe, daß ein Gramm *Sitotroga*-Eier aus 50000 Stück bestehen.

Diese Zahl ist für allgemeine Zwecke auch hinreichend genau. Das Gewicht ist jedoch von verschiedenen Faktoren abhängig:

a) vom Alter nach der Ablage (= Entwicklungszustand),
b) von der Lagerungstemperatur- und -feuchtigkeit,
c) von der Sauberkeit,
d) vom Beschädigungszustand.

DOI: 10.21248/contrib.entomol.18.3-4.329-345

©www.senckenberg.de/; download www.contributions-to-entomology.org/

Ein Gramm frisch abgelegte saubere Eier enthält nach unseren Ermittlungen 51000 bis 53000 Eier. Das Gewicht nimmt schon nach wenigen Tagen ab, da die Eier infolge des Stoffwechsels leichter werden (Fig. 27). Bei 24 °C und 75% RF aufbewahrte Eier sind am vierten Tag nach der Eiablage bereits 56000 bis 58000 Stück in einem Gramm enthalten. Ein Gramm Eier von *Ephestia* (*Anagasta*) *kühniella* ZELLER enthält im frischen, sauberen Zustand 36000 bis 37000 Eier.

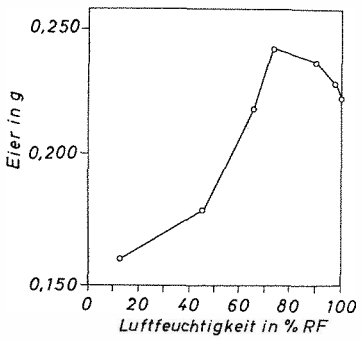

Fig. 26. Eiablage bei verschiedener Luftfeuchtigkeit (18 °C, Dauerlicht, n = je 500 Falter)

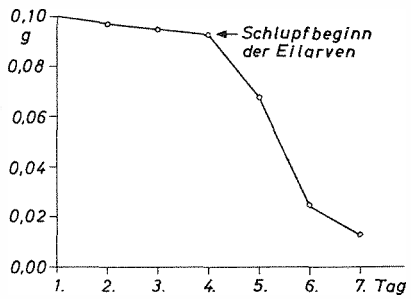

Fig. 27. Gewichtsverlust der *Sitotroga*-Eier während der Embryonalentwicklung bei 24 °C und 75% RF

Ephestia-Eier sind demnach 1,4mal schwerer als *Sitotroga*-Eier und für verschiedene Stämme (Rassen, Arten, Biotypen etc.) besser als Wirtssubstrat geeignet. Auf Grund ihrer speziellen biologischen Besonderheiten (Spinntätigkeit und andere) ist *Ephestia kühniella* ZELLER jedoch nicht für eine rentable Großproduktion von Insekteneiern geeignet.

Zusammenfassung

Die im Rahmen der biologischen Schädlingsbekämpfung eingesetzten Eiparasiten der Gattung *Trichogramma* werden hauptsächlich in Eiern von *Sitotroga cerealella* OLIVIER gezüchtet. Um ein rentables mechanisiertes Massenzuchtverfahren mit hoher Produktivität erarbeiten zu können, wurden die besonderen Verhältnisse bei der Eiablage der Getreidemotte untersucht. Die Weibchen legen ihre Eier bevorzugt in Ritzen mit einer Weite von 0,17—0,22 mm. Die Ausbeute der abgelegten Eier liegt um 80—95% bei einer Dichte bis 5 Falter/cm² Bodenfläche in den Eiablagegefäßen und sinkt auf 50% bei 20 Faltern/cm². — Die Eiausbeute wird nicht oder kaum beeinflußt durch An- oder Abwesenheit der bisher zum Einsammeln der Falter verwendeten Faltpappen oder einer Tränkung der Papierunterlage mit Stärke. Eine Zusatzernährung mit Honigwasser (1 : 5) erhöht in Einzelpaarversuchen die Eiablage, läßt sich jedoch bei der praktischen Massenzucht gegenwärtig kaum nutzbringend anwenden. — Es werden Beziehungen zwischen Körperlänge, Lebensdauer und Eiablage der Weibchen diskutiert. Eine Bedeutung des Lichtes auf die Höhe der gewonnenen Eimenge konnte nicht nachgewiesen werden. Bei Temperaturen von 15—32 °C findet eine volle Ablage der herangebildeten Eier statt. Bei optimalen Luftfeuchtigkeiten um 75% RF lassen sich die meisten Eier gewinnen. — Bei 20 °C legen die Weibchen am dritten Tage nach der Kopula die meisten Eier ab (40% der Gesamteiablage, die sich bis zum neunten Tage erstreckt).

DOI: 10.21248/contrib.entomol.18.3-4.329-345

©www.senckenberg.de/; download www.contributions-to-entomology.org/

Summary

The egg parasites of the genus *Trichogramma* used in biological pest control are bred mainly on eggs of *Sitotroga cerealella* OLIVIER. The particular conditions of the egging of the grain moth were studied with the purpose of developing a profitable mechanized mass breeding method with high productivity. The females lay their eggs preferably in chinks of a width of 0.17 to 0.22 mm. The yield of the eggs is 80 to 95 per cent with a density of 5 moths per cm² bottom area of the vessels for eggs, and it drops to 50 per cent with a density of 20 moths per cm². — The yield of the eggs is not influenced — or only negligibly so — by the presence or absence of folded pieces of cardboard used to collect the moths or by a paper pad soaked with starch. Additional feeding with honey water (1 part in 5) increases the egging in tests with individual pairs, but can at present hardly be used profitably in practical mass breeding. — Relations between body length, life span and egging of females are discussed. An influence of light on the quantity of eggs laid could not be established. At temperatures of 15 °C to 32 °C all developed eggs are laid. The greatest quantity of eggs is obtained with relative atmospheric moisture at about 75 per cent. — At 20 °C the females lay most eggs on the third day after mating (40 per cent of the total, while the egging continues to the ninth day).

Резюме

Назначенные в рамке биологического метода борьбы яицееды рода *Trichogramma* выращиваются в яицах *Sitotroga cerealella* OLIVIER. Чтобы получить выгодный механизированный метод массового выращивания с высокой продуктивностью, изучались особенные соотношения при откладке яиц у *Sitotroga*. Самки откладывают яица преимущественно в щели с размерами 0,17—0,22 мм. — Добыча откладованных яиц 80—95 % при плотности 5 бабочек/см² в сосудах для откладывания и она падает на 50 % при 20 бабочек/см². Присутствие и отсутствие складчатого картона для сбора бабочек и пропытивание бумаги крахмалом не имеет влияния на добычу яиц. Дополнительное питание мёдной водой (1:5) повышает в опытах с двумя бабочками откладку, в настоящем нет возможностей, применить в массовой выращивании этот метод. — Обсуждаются отношения между длиной тела, продолжительностью жизни и откладкой яиц у самок. Влияния света на величину количества яиц не было отмечено. При температуре 15—32 °C имеется полная откладка всех зрелых яиц. При оптимальной влажности 75 % RF добываются самое большое количество яиц. — При температуре 20 °C самки откладывают на третий день после спаривания большинство яиц (40 % откладки всех яиц, которая продолжается до девятого дня).

Literatur

ADAM, H., Ringblitzgerät für entomologische Aufnahmen. Beitr. Ent., **13**, 661—662; 1963.

BODENHEIMER, F. S., Über die Voraussage der Generationenzahl von Insekten. III. Die Bedeutung des Klimas für die landwirtschaftliche Entomologie. Zeitschr. angew. Ent., **12**, 91—122; 1927.

BRENIERE, J., Les Trichogrammes parasites de Proceras sacchariphagus Boj. borer de la Canne à sucre à Madagascar. Entomophaga, **10**, 83—96, 99—117, 119—131, 273—294; 1965.

BUBNOVA, Z. G., Vermehrung und Anwendung von *Trichogramma*. (Origin. russisch) Zaščita Rastenij, **11**, 42—44; 1962.

FANKHÄNEL, H., Massenaufzucht, Vorrätighaltung und Verwendung von Eiparasiten zur biologischen Bekämpfung wichtiger Nadelholzschädlinge, insbesondere Kiefernschädlinge. 1960. [unveröffentlicht].

DOI: 10.21248/contrib.entomol.18.3-4.329-345

©www.senckenberg.de/; download www.contributions-to-entomology.org/

— Verbesserung der Wirtstier- und Parasitenzucht zur *Trichogramma*vermehrung und Einsatzversuche mit Eiparasiten gegen die Forleule (*Panolis flammea* SCHIFF.), den Kieferntriebwickler (*Rhyacionia buoliana* SCHIFF.), den Apfelwickler (*Carpocapsa pomonella* L.) und die Gammaeule (*Autographa gamma* L.). 1962. [unveröffentlicht].

FLANDERS, S. E., Developments in *Trichogramma* production. Journ. of econ. Ent., **21**, 512; 1928.

— The mass production of *Trichogramma minutum* RILEY and observations on the natural and artificial parasitism of the codling moth egg. IV. Internat. Congr. Ent. Ithaca 1928, Tring, England, 110—130; 1929.

FRANZ, J., Biologische Schädlingsbekämpfung. In: SORAUER, Handbuch Pflanzenkrankheiten, **6**, 3. Lieferung, 2. Auflage; 1960.

KEMPER, H., Die Nahrungs- und Genußmittelschädlinge und ihre Bekämpfung. Leipzig, Verlag Dr. PAUL SCHÖPS; 1939.

KLEIN, H., Zur Lebensgeschichte und Epidemiologie der Getreidemotte *Sitotroga cerealella* OLIV. Anz. f. Schädlingskd., **6**, 97—101; 1930.

KOVALEVA, M. F., Anleitung zur Massenvermehrung und Anwendung von *Trichogramma* im Kampf gegen Schädlinge landwirtschaftlicher Kulturen. Kiew, 38 S.; 1956.

MEYER, N. F., *Trichogramma*. Ogis, Selchosgis, Leningrad, 1941. [Origin. russisch].

NEUBECKER, F., Beitrag zur Technik der Getreidemotte *Sitotroga cerealella* (OLIV.) Anz. f. Schädlingskde., **40**, 104—109; 1967.

POHL, S., Zur Massenhaltung des Eiparasiten *Trichogramma* im Laboratorium für die biologische Schädlingsbekämpfung. Diplomarbeit an der Forstwirtsch. Fakultät der Humboldt-Universität Berlin, Eberswalde, 1960. [unveröffentlicht].

QUEDNAU, W., Über die Identität der *Trichogramma*-Arten und einiger ihrer Ökotypen. Mitt. Biol. Bundesanst. Berlin-Dahlem, **100**, 11—50; 1960.

ŠČEPETIL'NIKOVA, V. A., Grundlagen der biologischen Bekämpfung. Beitr. Ent., **13**, 855—872; 1963.

SIDOROWNINA, E. P., Versuch über Anwendung von *Trichogramma* gegen den Apfelwickler in Asherbaidschan im Jahre 1936 (russisch). Itogi nautschn. issled. rabot. WISR; 1938.

SIMMONS, P. & ELLINGTON, G. W., Life history of the angoumois grain moth in Maryland. Techn. Bull. U. S. Dep. Agr., **351**; 1933.

STEIN, W., Untersuchungen über die Möglichkeit einer Bekämpfung von Raubmilben in Zuchten der Getreidemotte (*Sitotroga cerealella* OLIV.) durch Anwendung von Akariziden. Ztschr. Pfl.krankh., **67**, 77—87; 1960.

WIACKOWSKA, I., Allgemeine Informationen über die Biologie und Produktion der Eiwespe *Trichogramma cacoeciae* für den Gartenschutz. 1965. [unveröffentlicht].

Der 2. Beitrag zur Biologie und Massenzucht von *Sitotroga cerealella* OLIVIER „Beobachtungen am Larven- und Imaginalstadium" wird voraussichtlich im Heft 3/4 (1969) der Beitr. Ent. erscheinen.

DOI: 10.21248/contrib.entomol.18.3-4.329-345

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Beiträge zur Entomologie = Contributions to Entomology

Jahr/Year: 1968

Band/Volume: 18

Autor(en)/Author(s): Schieferdecker Helmut

Artikel/Article: Zur Biologie und Massenzucht der Getreidemotte Sitotroga cerealella Olivier. 1. Beitrag: Zur Eiablage von Sitotroga cerealella Olivier (Lepidoptera: Gelechiidae). 329-345