

Beitrag zur Kenntnis der Diapause bei der Möhrenfliege (*Psila rosae* Fabr., Diptera : Psilidae)

Autor(en): **Städler, E.**

Objektyp: **Article**

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

Band (Jahr): **43 (1970-1971)**

Heft 1

PDF erstellt am: **10.08.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-401606>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern. Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

**Beitrag zur Kenntnis der Diapause
bei der Möhrenfliege**
(*Psila rosae* FABR., Diptera : Psilidae)

von

E. STÄDLER

Eidg. Forschungsanstalt, CH - 8820 Wädenswil

595.772

Einleitung

Die Bekämpfungsschwierigkeiten bei der Möhrenfliege (STÄDLER 1969) haben uns veranlasst, die Biologie des Insekts genauer zu studieren. Als Grundlage dienten die Untersuchungen von VAN'T SANT (1961). Der Autor gibt eine umfassende Darstellung der älteren Literatur. Eine wichtige Voraussetzung für intensive Laboruntersuchungen war der Aufbau einer Zucht. Erste Angaben über die Möhrenfliegenzucht stammen von KÖRTING (1940) und VAN'T SANT (1961). In der Folge gelang es MC CLANAHAN & NIEMCZYK (1963), NATON (1966a, 1968) und BOHLEN (1967) die Fliege über mehrere Generationen zu züchten. NATON (1966a) bemerkte dabei die Induktion einer Diapause bei $\frac{1}{3}$ aller Puppen bei Temperaturen über 20°C und durch kühle Temperaturen (10°C) bei 50 % der Tiere. Nach BOHLEN (1967) traten bei 20°C 10 % der Puppen in Diapause. Diese Beobachtungen veranlassten uns, die Diapauseinduktion zu studieren, um eine ungehinderte Zucht zu gewährleisten. Daneben hofften wir auch, Angaben zum besseren Verständnis der Freilandverhältnisse zu erhalten.

Die Überwinterung der Möhrenfliege erfolgt als Larve (meistens in der Wirtspflanze) und als Puppe im Boden. SAVZDARG (1928) stellte für Leningrad fest, dass sich die überwinternden Larven erst im Frühling (Mai) verpuppten. Diese Beobachtung wurde von verschiedenen Autoren bestätigt. KÖRTING (1940) fand in Deutschland die letzte lebende Larve am 30. März in einer Karotte und am 13. April im Boden. In den USA erfolgte die Verpuppung der überwinternden Larven vom 19. Februar bis 3. März (BARNES 1942). In der Schweiz überwinterte die Möhrenfliege zu 60 % als Puppe und zu 40 % als Larve (WIESMANN 1942). Ende März fand dieser keine Larven mehr in den Karotten, und anfangs April hatten sich alle verpuppt. Nach BOLLOW (1955)

sind die Larven sehr kälterestistent. Er präparierte aus gefrorenen Karotten lebende Larven. In Norwegen (Landvik) überwinterten 50 % als Puppen. Von den überwinternden Larven starben bis im Frühling 70 % (AUSLAND 1957).

In Holland wurde die Überwinterung als Larven auch beobachtet; meistens erfolgte sie aber als Puppe (VAN'T SANT 1961). Nach WIESMANN (1942) überwinterten die Larven zu 65 % als ausgewachsene L₃-Stadien und etwa zu 35 % im Stadium L₁ und L₂. BIERNAUX (1968) beobachtete während des Winters nur das letzte Larvenstadium (L₃) in Kältequieszenz und den Rest als Diapausepuppen.

Im Zusammenhang mit der Diapause sind auch die Verbreitung und die Generationenzahl pro Jahr interessant. Die Möhrenfliege tritt vor allem in den gemäßigten Gebieten der nördlichen Halbkugel auf. Die nördlichste Begrenzung des Verbreitungsgebietes liegt bei Narvik auf 68° 50' nördl. Breite (AUSLAND 1957). Im Süden kommt der Schädling in Europa bis Norditalien (Chioggia, Adria 45° n.B.) vor (ROTA 1967). In Nordamerika liegt die südliche Begrenzung etwa bei 40° n.B. (New York). KEISER (1967) gibt den höchst gelegenen Fang in der Schweiz mit 2100 m ü. M. an (Nationalpark).

Je nach Höhe und geographischer Breite treten eine bis drei Generationen pro Jahr auf. AUSLAND (1957) fand in Norwegen bis 63° 28' n.B. noch zwei Generationen. SAVZDARG (1928) beobachtete auf 60° n.B. meistens nur eine Generation. In Holland (VAN'T SANT 1961), in Belgien (BIERNAUX 1968), in Frankreich (MISSONNIER & BOULLE 1964) und in den USA (GLASGOW & GAINES (1929), WHITCOMB (1938), HARRIS & RAWLINS (1959) treten drei Generationen pro Jahr auf. Bei uns in der Schweiz beobachtete WIESMANN (1942) normalerweise zwei Generationen. Wir haben aber in den Jahren 1967 und 1968 auch einen Teil einer dritten Generation festgestellt (STÄDLER 1969).

In Gebieten mit zwei bis drei Generationen pro Jahr überwintert bereits ein Teil der Puppen der Frühjahrgeneration (SMITH 1922, KÖRTING 1940). WIESMANN (1942) bestimmte die Schlüpftrate der Puppen dieser Generation (im Juli und August gebildet). Aus 184 Puppen schlüpften 161 Fliegen; die restlichen 12,5 % überwinterten in Diapause. In Norwegen (Landvik 63° 28', nördlichste Station mit zwei Generationen) schlüpften dagegen nur 20–30 % der im Sommer gebildeten Puppen im selben Jahr. VAN'T SANT (1961) fand ebenfalls überliegende Diapausepuppen, die keine zweite Sommer-Herbstgeneration lieferten. Nach NATON (1966b) sollen unter Umständen 80 % der von der Frühjahrgeneration stammenden Puppen erst im nächsten Frühling schlüpfen. Bei den Untersuchungen von JØRGENSEN & THYGENSEN (1968) in Dänemark stieg der Anteil an überwinternden Puppen während des Monats Juli von 0 auf 12 % an.

Aus den erwähnten Publikationen geht hervor, dass die Möhrenfliege hauptsächlich in kühleren Gebieten der Erde vorkommt. Die Begrenzung gegen Norden scheint einzig durch den Mangel an Wirts-

pflanzen gegeben zu sein. Die Kälteresistenz beruht scheinbar auf der Puppendiapause. Die südliche Schranke für die Verbreitung wird vermutlich durch die Sommerhitze und die Bodentrockenheit gebildet (verschiedene Autoren).

Die Diapauseinduktion erfolgt bei den meisten Insekten durch den Einfluss der Photoperiode. Die Temperatur spielt dabei häufig nur eine sekundäre Rolle (oft im Bereich der kritischen Photoperiode). In den letzten Jahren sind zahlreiche Arbeiten über die Diapauseinduktion bei den verschiedenen Gemüsefliegen publiziert worden:

- Bei der Rübenfliege (*Pegomyia betae* CURTIS), deren Larve in den Blättern miniert, wird die Diapause durch eine kurze Photoperiode, relativ tiefe Temperaturen und schlechte Blattqualität induziert (MISSONNIER 1963, MALEK-GHASSEMI 1969).
- Die Zwiebelfliege (*Hylemyia antiqua* MEIGEN) reagiert auf kurze Photoperioden und Temperaturen unter 15°C mit Diapause (MC LEOD 1965).

Bei diesen zwei Insekten ist der Einfluss der Photoperiode verständlich. Die Larven leben über, unmittelbar an oder unter der Bodenoberfläche. Bei der Kohlflye (*Hylemyia brassicae* BOUCHÉ) wurde die Induktion noch nicht eindeutig abgeklärt, obwohl zahlreiche Untersuchungen über die Diapause veröffentlicht worden sind. Die meisten Autoren schlossen auf eine Induktion durch kurze Photoperioden und relativ kühle Temperaturen (HUGHES 1960, ZABIROV 1961, STEPANOVA 1962, MC LEOD 1965, MC LEOD & DRISCOLL 1967, READ 1965, 1968, 1969, FINCH & COAKER 1968, GOSTIK & BAKER 1968). Dagegen fanden MISSONNIER (1963) und RIEDEL (1967) keinen Einfluss der Photoperiode. Auch HARRIS & SVEC (1966) konnten die Diapause bei langer Photoperiode durch Temperaturen von 13°C induzieren. READ (1969) versuchte die unterschiedlichen Resultate zu klären. Nach seinen Versuchen haben Photoperiode, Temperatur und Lichtintensität bei Imago, Ei und Larve einen Einfluss auf die Induktion.

In der uns bekannten neueren Literatur haben wir nur zwei Beispiele von phytophagen Insekten gefunden, bei denen die fakultative Diapause scheinbar nicht von der Photoperiode beeinflusst wird:

- Die Rettichfliege (*Hylemyia floralis* FALLÉN) reagiert nach MC LEOD (1965) nicht auf die Photoperiode. MÜLLER & SCHNITZLER (1969) und SCHNITZLER (1969) beobachteten bei ihrer Zucht im Gewächshaus nur bei 17 % der Puppen Diapause.
- Bei der Brachfliege (*Hylemyia cilicrura* RONDANI) fanden MC LEOD (1965) und HARRIS et al. (1966) eine Diapauseinduktion bei 13°C und tiefern Temperaturen ohne Einfluss der Photoperiode.

Im Gegensatz zur Möhrenfliege können drei bei uns vorkommende Gemüsefliegen (wie auch andere Insekten (RIVNAY 1956, HARPAZ 1961, MASAKI 1961) erfolgreich im Mittelmeerklima existieren:

- Bei der Zwiebelfliege (*Hylemyia antiqua* MEIGEN) stellte YATHOM (1963) eine Sommerruhe der Puppen fest. Im Winter folgten sich 2–3 Generationen.
- Die Kohlflye (*Hylemyia brassicae* BOUCHÉ) hat sich ebenfalls an die heißen Sommer angepasst. BREMOND (1937) beobachtete eine Ruheperiode der Puppe in Marokko.
- Die Brachfliege (*Hylemyia cilicrura* RONDANI) tritt in Israel im Sommer nicht auf und verbringt die warme Jahreszeit als Puppe (YATHOM 1961).

Es wurde bis heute noch nicht untersucht, ob diese Fliegen in einer echten Diapause oder in Quieszenz (Def. von MÜLLER 1965, 1970 und BECK 1968) übersommern.

Für das Interesse und die Anregungen möchte ich Herrn Dr. F. Schneider, Chef der Sektion Pflanzenschutz, und Herrn Dr. E. Mani herzlich danken. Besonderen Dank gilt Herrn Dr. J. Klingler und Herrn Dr. Th. Wildbolz für die Diskussion und Durchsicht meiner Arbeit. Herrn Rusterholz möchte ich für das Auswaschen der Puppen danken.

Material und Methoden

Wir verwendeten die von uns veränderte Zuchtmethode nach BOHLEN (1967). Für die Eiablage wurden die Fliegen bei $21^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ und $70\% \pm 5\%$ relativer Luftfeuchtigkeit gehalten (WAKERLEY 1964). Die Eiablage erfolgte durch zwei schwarze Nylonnetze auf ein feuchtes schwarzes Tuch, ähnlich der Methode von AUDEMARD (1967) bei *Hylemyia cilicrura* RONDANI. Die Larven züchteten wir in Karotten, die mit feuchtem Sand in Eternitschalen eingebettet waren. Die Sandtemperatur regulierten wir auf $20^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ und die Luftfeuchtigkeit auf $90\% \pm 5\%$ r.F. Die Fliegenkäfige und die Larvenzuchtschalen wurden täglich während 18 h beleuchtet. Unsere Zuchtmethode wird in einer spätern Arbeit genauer beschrieben.

1. Freilandversuche

An verschiedenen Orten der Schweiz gruben wir im Herbst 1968 und Ende Sommer 1969 befallene Karotten aus. Wir füllten sie in grosse Eterniterrinen ($40 \times 40 \times 20$ cm), deren Boden mit einer 5 cm dicken Sandschicht ausgelegt wurde. Die eingefüllten Karotten wurden mit Sand abgedeckt und in einer Gewächshauskabine bei $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ gelagert. Wie bei den Larven-Zuchtschalen hielten wir den Sand ständig feucht. Nach 14 Tagen hatten alle Larven die Karotten verlassen und sich im Sand verpuppt. Die ausgewaschenen Puppen wurden in Hygrostatenschalen bei 100% r.F. und $21^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ während 2–3 Wochen zum Schlüpfen der Fliegen angesetzt. Danach teilten wir die Puppen in leere, tote und noch lebende, Dormanz-Puppen (Def. MÜLLER 1965, 1970) auf. Das Ruhestadium entsprach dem von *Hylemyia brassicae* BOUCHÉ (MISSONNIER 1963). Die Histolyse und die Puppenentwicklung waren abgeschlossen. Es war noch keine Pigmentierung der Augen festzustellen.

2. Laborversuche

2.1 Einfluss von Photoperiode und Temperatur

Am 5.IV.68 setzten wir in drei Eterniterrinen ($32 \times 32 \times 17$ cm) mit in Sand eingepflanzten Karotten je 400 Eier an und am 2.VII.68 je 500 Eier. Am 17.V. resp. am 7.VIII. und 15.VIII.68 wurden die Puppen ausgewaschen. Diese Versuche führten wir in Klimakammern bei 18°C und 23°C und künstlicher Beleuchtung mit Leuchtröhren (wie Zucht) durch. Um zwei Schalen in absoluter Dunkelheit zu halten, deckten wir sie mitsamt dem Karottenkraut mit Aluminiumfolie lichtdicht ab.

Der Sand wurde ständig feucht gehalten. Lichtzutritt war höchstens einmal pro Woche beim Giessen möglich.

2.2 Temperatureinfluss

Zu sieben verschiedenen Zeiten wurden je sechs Töpfe (16 cm Durchmesser) mit 4–5 Karotten angesetzt. Die verwendeten Eier waren 1–4-tägig beim Ansetzen der Versuche. Wir setzten 50, 100 und 200 Eier pro Topf an. Jede der sieben Serien wurde nach der Infektion während vier Wochen bei $20^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$, $90\% \pm 5\%$ r.F. und 18 h künstl. Beleuchtung pro Tag gehalten. Danach stellten wir je einen Topf pro Serie zu 8, 10, 12, 15, 20 und 25°C in einen Reihenthermostat. Die Temperatur in den Töpfen kontrollierten wir täglich mit Hilfe von eingesteckten Quecksilberthermometern. Da die Messungen der einzelnen Stufen unterschiedlich schwankten, bestimmten wir den Mittelwert und die Standardabweichung für die sechs Temperaturstufen: $25,0^{\circ}\text{C} \pm 0,3$ / $20,0^{\circ}\text{C} \pm 0,8$ / $15,0^{\circ}\text{C} \pm 0,6$ / $12,0^{\circ}\text{C} \pm 0,3$ / $10,1^{\circ}\text{C} \pm 0,3$ / $7,9^{\circ}\text{C} \pm 0,4$. Alle Temperaturschränke wurden von aussen durch die Glasfenster der Türen während 18 Std. pro Tag beleuchtet. So verhinderten wir die Fäulnis des Karottenlaubes und die indirekte Ansteckung der Karotten. 42 bis 86 Tage (je nach Temperaturstufe) nach dem Ansetzen der Eier, konnten die Puppen ausgewaschen werden. Nachher legten wir sie auf Filterpapier in Hygrostatenschalen bei 100% r.F. in die entsprechenden Schränke. Leider wirkte sich der leichte Temperaturgradient in den gekühlten Abteilen (besonders bei 15°C) negativ auf die Hygrostatenschalen aus. Bei der täglichen Kontrolle der Schalen auf geschlüpfte Fliegen mussten wir immer Kondenswasser am Deckel entfernen. Dieses freie Wasser tropfte gelegentlich auch auf die Puppen und das Fliesspapier. Wir schrieben die zunehmende Verpilzung der Puppen hauptsächlich dem Kondenswasser zu. Sehr wahrscheinlich waren diese Pilze für die Erhöhung der Mortalität in den entsprechenden Schränken mitverantwortlich. Nach 78 bis 143 Tagen nahmen wir alle Puppen aus den Reihenthermostaten. Wie bei den Freilandpuppen unterschieden wir leere, tote (nicht geschlüpfte) und noch lebende Puppen. Die noch lebenden (Dormanz-) Puppen stellten wir wieder in die Klimakammer mit 20°C und 18 Std. Licht (in Hygrostatenschalen). Einen Teil der Diapausepuppen von 8, 10 und 12°C setzten wir während 76 Tagen zu 2°C bei absoluter Dunkelheit.

2.3 Bodentemperaturmessungen

Alle Messungen führte Herr Dr. Primault von der meteorologischen Zentralanstalt Zürich durch *. Die Temperatursonden befanden sich

* Für die Überlassung ihrer Resultate bin ich Herrn Dr. Primault und Herrn Meisser zu herzlichem Dank verpflichtet.

in einem mittelschweren, mit Rasen bewachsenen Boden. Zur Diskussion des Einflusses der Bodentemperaturen auf Larve und Puppe wählten wir die Messungen in 10 cm Bodentiefe. Diese Tiefe entspricht nach verschiedenen Autoren ungefähr dem häufigsten Auftreten von Larve und Puppe (BOURNE & WHITCOMB 1931–1935, WHITCOMB 1938, KÖRTING 1940, WIESMANN 1942, PETHERBRIDGE & WRIGHT 1943, SCOTT 1952, BOLLOW 1955, AUSLAND 1957, VAN'T SANT 1961 und JØRGENSEN & THYGESEN 1968).

Die Tagesmittel von Fig. 3 stellen das arithmetische Mittel von acht Messungen eines Tages dar (0130 ; 0430 ; 0730 ; 1030 ; 1330 ; 1630 ; 2230). Die gemittelten Tagesmittel der letzten 10 Jahre (1959–1968) erhielten wir aus dem Durchschnitt der zehn Tagesmittelwerte je eines Datums der betreffenden Jahre (Fig. 3).

Resultate

1. Freilandversuche

Anfangs November 1967 untersuchten wir Erde aus einem befallenen Karottenfeld. Die dabei gefundenen Puppen schlüpfen bei Labor-temperaturen erst Mitte Februar des folgenden Jahres (drei Monate später). BIERNAUX (1968) machte die gleiche Beobachtung und schloss auf eine Puppendiapause, die unter kühlen Temperaturen beendet wird. Wir wollten nun feststellen, ob die Induktion dieser Diapause bereits bei einem früheren Stadium (Imago, Ei, Larvenstadium 1–3) erfolgt. Zu diesem Zweck gruben wir an sechs Orten befallene Karotten mit ausgewachsenen Larven aus. Unsere Resultate haben wir in Tab. 1

TABELLE 1

Schlüpfen der Fliegen aus Puppen von Freilandlarven

Herkunft	Daten		Puppen total (= 100 %)	Geschlüpft %	Diapause- puppen %	Mortalität %
	ausgegraben	ausgewaschen				
Herbst :						
Grabs	10./12. X. 68	1. XI. 68	383	75	8	16*
Wädenswil	14./15. X. 68	5./6. XI. 68	100	49	4	43*
Emmen	anfangs Nov. 1968	20. XI. 68	90	66	4	30
Weggis I	21. XI. 68	7. XI. 68	362	83	0	17
Weggis II	28. XI. 68	14. XII. 68	116	78	0	22
Ende Sommer :						
Eggenwil	2. IX. 69	19. IX. 69	686	92	0	8

* Rest entfällt auf den Parasiten *Dacnusa gracilis* NEES.

zusammengestellt. Nur an drei Orten trat bei einem kleinen Teil der im Labor gebildeten Puppen Diapause auf. Bei den Puppen aus Larven von Weggis und Eggenwil konnten wir überhaupt keine Diapause feststellen. Es bestand auch kein Unterschied zwischen den Larven der Frühjahrsgeneration (Eggenwil) und der Sommer-Herbst Generation. Nach 83 Tagen Kältebehandlung bei 2°C und anschliessend 20°C schlüpften aus 50 % der wenigen Diapausepuppen Fliegen. Auffallend war dabei die sehr lange Schlüpfperiode von 63 Tagen.

Der geringe Diapauseprozentsatz bei diesen im Labor gebildeten Puppen deutete darauf hin, dass die Diapauseinduktion erst kurz vor, bei oder nach der Verpuppung erfolgte. Alle Puppen, die im Herbst im Freiland ausgegraben wurden, befanden sich jedoch in Diapause. Darum schlossen wir auf eine relativ späte Induktion bei der Puppenentwicklung. Unsere Annahme wird durch viele Autoren indirekt bestätigt, die überwinterte Larven beobachtet haben. Die Weiterentwicklung dieser Larven zur Puppe und Imago erfolgte jeweils ohne Unterbrechung bei erhöhten Temperaturen im Labor (BIERNAUX 1968).

Bei den wenigen Diapausepuppen, die wir in diesem Versuch beobachtet haben, könnte es sich um eine obligatorische Diapause handeln. Vielleicht liegt aber auch eine bei den verpuppungsreifen Larven induzierte Diapause vor. Es ist nicht auszuschliessen, dass auch Bodenfeuchtigkeit und Nahrung einen Einfluss auf die Induktion ausüben.

2. Laborversuche

2.1 Einfluss der Photoperiode auf die Diapauseinduktion

Auf Grund des Literaturstudiums über die Bodentiefe, in der der Frass der Larven und die Verpuppung stattfinden, hielten wir einen Einfluss der Photoperiode für unwahrscheinlich. Diese Vermutung hatten wir bereits bei den Freilandversuchen gehabt. Trotzdem beachteten wir auch die Photoperiode als möglichen Diapause-induzierenden Faktor.

Unsere Resultate stellten wir in der Tabelle 2 zusammen. In keinem der verschiedenen Versuche konnten wir einen grössern Prozentsatz (> 10 %) lebende, nicht geschlüpfte Puppen feststellen. Ein wichtiger Diapause-induzierender Faktor schienen weder die Photoperiode, noch die relativ hohe Temperatur von 23°C zu sein. In den drei entsprechenden Versuchen fanden wir 0,2 und 8 % nicht schlüpfende Puppen. Wir erhielten also in jedem Fall bedeutend weniger als NATON 1966a (33 %). Die wenigen Dormanzpuppen befanden sich alle im bereits beschriebenen Ruhestadium. Wir bestimmten aber nicht, ob es sich bei diesen um eine echte Diapause oder um eine Quieszenz (Def. MÜLLER 1965, 1970) handelte.

Wenn die Puppen bei 23°C zum Schlüpfen angesetzt wurden, stellten wir einen etwas erhöhten Prozentsatz an Dormanzpuppen (Quies-

TABELLE 2

Einfluss der Photoperiode auf die Diapauseinduktion bei 18°C und 23°C

Infektion Anzahl Eier	Bedingungen				Schlüpfresultate				
	Ei — Puppe		Puppe — Fliege		Anzahl Puppen (= 100 %)	Fliegen ge- schlüpft %	Dauer des Schlüp- fens Tage	Lebende nicht geschlüpfte Puppen %	Morta- lität %
	Temp.	Licht/ Tag	Temp.	Licht/ Tag					
500	18°C	0 h	18°C	10 h	93	81	11	2	17
500	18°C	10 h	18°C	10 h	92	86	23	2	12
400	18°C	17 h	18°C	17 h	100	84	15	1	15
	18°C	17 h	23°C	12 h	99	67	24	5	28
500	23°C	0 h	18°C	10 h	52	64	7	2	34
400	23°C	12 h	18°C	17 h	50	88	19	0	12
	23°C	12 h	23°C	12 h	37	54	27	8	38

zenz oder Diapause) fest. Gleichzeitig beobachteten wir eine Verlängerung der Schlupfzeit und eine erhöhte Mortalität. Die erhöhte Sterblichkeit bei 23°C gegenüber 18°C wurde aber vor allem beim Einfluss auf Ei und Larve deutlich (Tab. 2 : Ausbeute an Puppen).

Die schlechte Übereinstimmung unserer Resultate mit den Angaben von NATON (1966a) und das Fehlen eines Einflusses der Photoperiode auf die Diapauseinduktion regten weitere Versuche an. Dabei stand der Temperatureinfluss auf die Verpuppung und die Puppe im Vordergrund.

2.2 Einfluss der Temperatur auf die Diapauseinduktion

Auf Grund der Angaben von NATON (1966a) und unserer Freilandbeobachtungen war anzunehmen, dass die Induktion der Diapause kurz vor oder bei der Verpuppung erfolgt. Für die Ei- und Larvenentwicklung wurde darum die optimale Temperatur von 20°C geboten. 28 Tage nach dem Ansetzen der Eier waren alle Larven im letzten, dritten Stadium. Es waren aber noch keine Puppen vorhanden. Die Verpuppung erfolgte dann bei den sechs verschiedenen Temperaturen. Die verbliebenen Puppen wurden nachher wieder bei 20° weiterbeobachtet.

Die Ergebnisse des Versuches wurden in Tab. 3 und 4 dargestellt. Der entsprechende Schlupfverlauf wird aus Fig. 1 ersichtlich. Wenn sich die Larven bei 20°C (Versuch II) verpuppen konnten, war die mittlere Entwicklungsdauer der Puppen am kleinsten (Tab. 3, Fig. 1, Fig. 2). Wie zu erwarten war, dauerte es entsprechend länger bis die Puppen bei 15°C (III) schlüpften. Die wenigen Fliegen, die bei 12°C (IV) noch schlüpften, traten um den 47. Tag auf. Berechnet man die Temperatursumme (Entwicklungsnullpunkt 2°C) für die mittlere Entwicklungsdauer, so stimmen sie sehr gut überein. Entsprechend liegen

TABELLE 3

Einfluss verschiedener Temperaturen auf Verpuppung und Puppenruhe :

Bis zum 3. Larvenstadium, kurz vor der Verpuppung, entwickelten sich alle Larven bei 20°C; Verpuppung, Puppenentwicklung und Schlüpfen dagegen bei verschiedenen Temperaturen (vgl. Fig. 1 und Fig. 2)

No.	Temp. °C	Anzahl Wiederholungen	Eier angesetzt	Erhaltene Puppen (= 100 %)	Entwicklungsdauer bis zum Schlüpfen der Fliegen bei verschiedenen Temperaturen		Schlüpfprozent-satz %	Lebende nicht geschlüpfte Puppen %	Tote Puppen %
					Durchschnitt Tage	Standardabweichung			
I	25	6	800	304	34,8	9,1	55	14	31
II	20	6	700	391	26,4	3,3	97	0	3
III	15	7	900	377	37,1	5,2	44	14	42
IV	12	6	900	603	47,0	3,4	1	89	10
V	10	6	900	509	—	—	0	96	4
VI	8	6	900	459	68 *	—	0	97	3

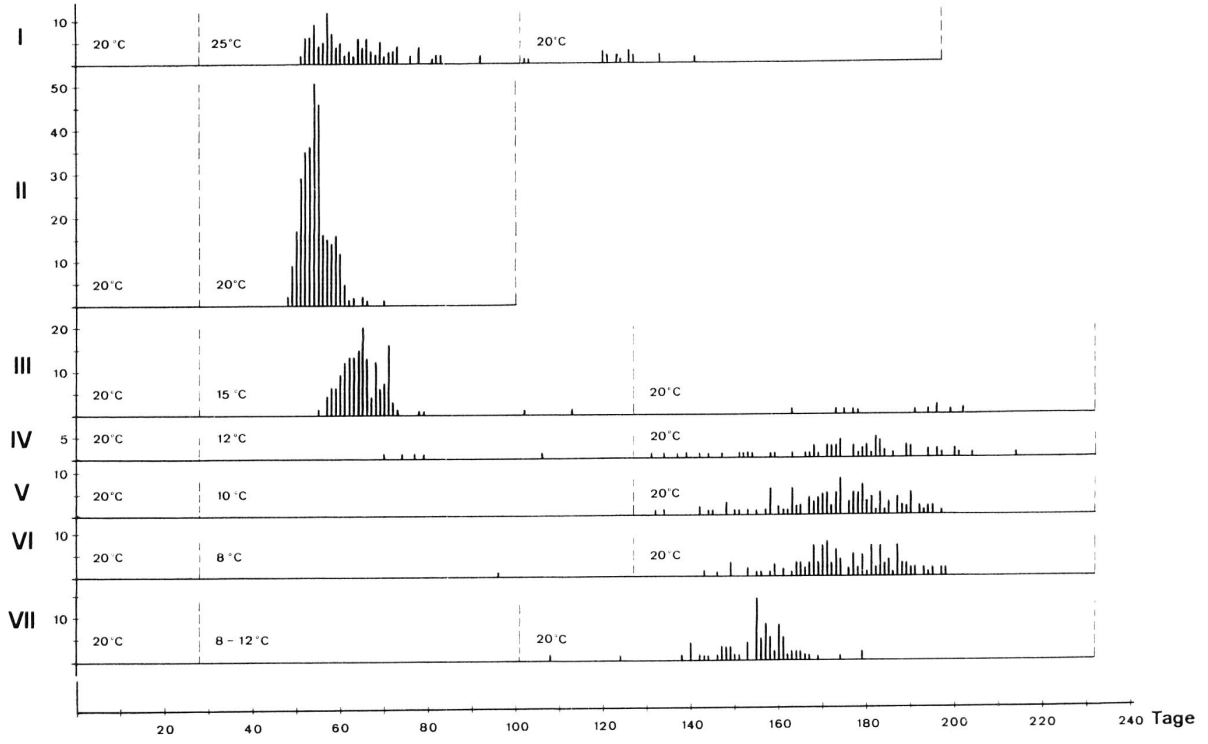
* Nur eine Fliege.

die reziproken Entwicklungszeiten bei den drei Temperaturen auf einer Geraden (Fig. 2), welche die Ordinate etwa bei 2°C schneidet. Selbstverständlich hat die Gerade für die reziproken Entwicklungszeiten unterhalb 12°C nur noch hypothetischen Wert. Schon bei 12°C (IV) und auch bei 10°C (V) und 8°C (VI) treten 89–97 % der Puppen in Diapause. Mit Hilfe der genannten Geraden lässt sich die Entwicklungszeit auch ohne beobachtete Werte für 10°C und 8°C berechnen. Die einzelne Fliege, die am 68. Tag nach dem Ansetzen bei 8°C noch schlüpfte, beweist, dass die berechnete Kurve ungefähr stimmt. Bei WIESMANN (1942) erfolgte die Puppenentwicklung noch bei 7,5°C (ohne Larvenentwicklung und Verpuppung wie bei uns). Da die Puppen bei 8–12°C in Diapause getreten waren, schlüpfen sie auch nach 60 resp. 80 Tagen noch nicht oder nur teilweise (Fig. 1).

Bei 25°C (I) schlüpfen die Fliegen im Durchschnitt acht Tage später als bei 20°C (Tab. 3, Fig. 2). Gleichzeitig war die totale Schlüpfperiode bedeutend länger (Fig. 1). Das drückte sich in der grössern Standardabweichung der Entwicklungszeiten aus (Tab. 3, Fig. 2). Diese Feststellung hängt vermutlich mit der grössern Mortalität bei 25°C zusammen (Tab. 3). Mit andern Worten: Höhere Temperaturen von 23°–25°C liegen für Larve und Puppe in der letalen Zone, wie wir das schon bei den Photoperiode-Versuchen bei 23°C festgestellt haben.

Der Grund, warum bei 15°C (III) ebenfalls eine unerwartet hohe Mortalität auftrat, liegt vermutlich an der bereits erwähnten Verpilzung

Fliegen / Tag



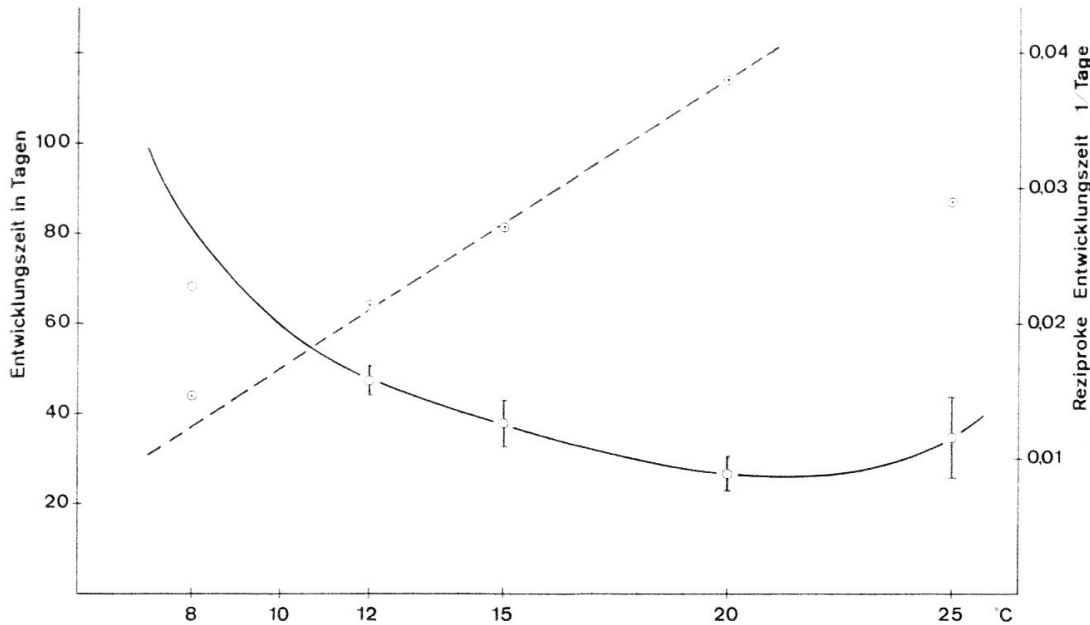


Fig. 2. — Entwicklungszeit der Puppen bis zum Schlüpfen der Fliegen bei verschiedenen Temperaturen (vgl. Fig. 1, 2. Periode, Tab. 3).

- o — Mittlere Entwicklungszeit mit Standardabweichung (senkrechte Gerade).
- - o - - Reziproke Entwicklungszeit (bei 8°C: Entwicklungszeit eines einzelnen Individuums).

(Kondenswasserbildung in den Hygrostatenschalen). Das konzentrierte Schlüpfen der Fliegen und die genaue Übereinstimmung der Temperatursumme mit derjenigen von 20°C deutet auf keine durch diese Temperatur bedingte Mortalität hin.

Nach Abschluss des Schlüpfens zählten wir jeweils bei den verschiedenen Temperaturstufen die noch lebenden, nicht geschlüpften Puppen. Nur bei 20°C waren alle lebenden Tiere geschlüpft. Der Anteil von toten Puppen war nur gering. Die noch lebenden (Dormanz-) Puppen der andern Temperaturstufen liessen wir nun bei 20°C schlüpfen (Fig. 1).

Fig. 1. — Schlüpfen der Imagines aus verschieden behandelten Puppen.

- Die einzelnen Perioden sind durch senkrechte, gestrichelte Geraden begrenzt. Die Anzahl geschlüpfter Fliegen pro Tag ist durch Säulen dargestellt.
- 1. Periode: Ei- und Larvenentwicklung während 28 Tagen bei 20°C.
- 2. Periode: Verpuppung und Puppenentwicklung bei verschiedenen Temperaturen (vgl. Tab. 3).
- 3. Periode: Weitere Entwicklung der nicht geschlüpften Puppen (Ruhepuppen) bei 20°C (vgl. Tab. 4).

2.3 Einfluss der Temperatur auf die Beendigung des Ruhestadiums bei 20°C

Die Schlüpfresultate der zweiten Schlüpfperiode, nach Beendigung des Ruhestadiums (20°C), haben wir in Tab. 4 und Fig. 1 dargestellt. Bei den Puppen aus 25°C (Versuch I) schlüpfen die Fliegen im Durchschnitt nach 22 Tagen. Die Standardabweichung der Entwicklungszeiten entsprach sehr genau derjenigen der ersten Schlüpfperiode (Tab. 3, Fig. 1). Die mittlere Entwicklungszeit war etwa gleich gross wie bei den Puppen ohne Ruhestadium (20°C). Es konnte sich bei diesen Puppen also nicht um ein Diapausestadium handeln, da die Entwicklung bei der günstigen Temperatur von 20°C bei allen Puppen sofort wieder aufgenommen wurde. Vielmehr schien es, dass es sich hier um Quieszenzpuppen (Aestivation) handelte. Da wir nur 43 Puppen beobachteten, dürfte dieser Schluss noch nicht als bewiesen gelten. Immerhin stehen unsere Resultate mit der Annahme einer Wärmediapause (NATON 1966a) nicht im Einklang.

Bei den Diapausepuppen betrug die mittlere Entwicklungszeit bei 20°C mehr als das Doppelte als bei den Tieren ohne Ruhestadium. Besonders eindeutig war der Versuch VII, Tab. 4, bei dem die Puppen aus 8–12°C gleichzeitig mit denjenigen von 25°C (I) zu 20°C gebracht wurden. Wir schlossen darum auf eine echte Diapause nach der Definition von BECK (1968). Die ersten Fliegen schlüpfen auch bei den Versuchen III–V ziemlich rasch nach dem Ansetzen bei 20°C. Bei diesen Puppen war die Diapause vermutlich bereits beendet, da sie im Freiland auch nach ungefähr 2–3 Monaten beendet war. Beim Versuch VII setzten wir die Puppen 22 Tage früher zu 20°C. Die mittlere Entwicklungsdauer war wieder etwa gleich lang. Die Diapause schien darum nach zwei Monaten teilweise beendet zu sein. Der Schlüpfprozentsatz

TABELLE 4

Schlüpfen aus lebenden, nicht geschlüpfen Puppen (Ruhepuppen) bei 20°C (vgl. Fig. 1)

No.	Bedingungen		Anzahl Wiederholungen	Puppen (lebende nicht geschlüpfte) total (= 100 %)	Entwicklungsdauer bis zum Schlüpfen bei 20°C		Schlüpfprozentsatz %	Tote Puppen %
	Temp. °C	Mittlere Dauer des Einflusses Tage			Durchschnitt Tage	Standardabweichung Tage		
I	25	73	5	43	22,1	9,3	44	56
III	15	99 ± max. 8	5	53	58,8	12,9	23	77
IV	12	99 ± max. 8	5	287	48,5	16,9	26	74
V	10	99 ± max. 8	5	301	45,6	13,1	42	58
VI	8	99 ± max. 8	5	291	48,3	11,7	43	57
VII	8–12	73	3	115	53,4	9,5	76	24

(76 %) war aber höher als bei den andern Versuchen (IV–VI). Neben der Verlängerung der durchschnittlichen Entwicklungszeit fiel besonders die gedehnte Schlüpfperiode bei den Diapausepuppen auf. Die Standardabweichungen der Entwicklungszeiten bei 20°C waren mit 9,5–16,9 Tagen (Tab. 4) bedeutend grösser als bei den entsprechenden Temperaturen der ersten Schlüpfperiode (Tab. 3, 3,3–5,2 Tage). Diese Erscheinung könnte durch verschiedene, nur teilweise bekannte Faktoren bedingt sein, einmal durch einen Unterschied in der Intensität der Diapause und zum andern in einer individuellen Variabilität.

2.4 Einfluss von kühlen Temperaturen auf die Diapausebeendigung

Die optimale Temperatur für die Beendigung der Diapause liegt bei den meisten Insekten relativ tief. Bei der Möhrenfliege war das auch anzunehmen, da die Bodentemperaturen in 10 cm Tiefe im Winter 0–2°C betragen (Fig. 3). Unsere Vermutung konnte mit dem folgenden Versuch bestätigt werden. Wenn die Diapausepuppen nach einem Aufenthalt von 73 Tagen bei 8, 10 und 12°C für weitere 77 Tage zu 2°C gebracht wurden, so schlüpften sie nachher bei 20°C früher ($P = 0,001$) als jene ohne Kältebehandlung (Tab. 5). Der Entwicklungsnullpunkt dürfte etwa bei 2°C gelegen sein (Fig. 2). Darum war eine Weiterentwicklung bei 2°C nach beendigter Diapause auszuschliessen. Infolgedessen muss bei 2°C die Diapause bei einer grösseren Zahl von Puppen beendet worden sein. Trotzdem wurde die Standardabweichung aber nicht kleiner, sondern nahm noch etwas zu. Da dieser Unterschied nicht signifikant war (bei $P = 0,05$), scheint dafür nur die individuelle Variabilität verantwortlich zu sein.

TABELLE 5

Einfluss kühler Temperaturen (2°C) auf die Beendigung der Diapause

Behandlung bei und nach der Induktion der Diapause	Anzahl geschlüpfter Fliegen	Entwicklungsdauer der Puppen bis zum Schlüpfen der Fliegen bei 20°C	
		Durchschnitt	Standardabweichung
73 Tage bei 8, 10 und 12°C.	83	53,4 Tage	9,5 Tage
73 Tage bei 8, 10 und 12°C + 77 Tage bei 2°C	42	39,4 Tage	15,0 Tage

Diskussion

Bereits SAVZDARG (1928) stellte eine grössere Mortalität der Puppen bei höheren Temperaturen fest. Nach WHITCOMB (1938) schlüpften bei 24°C nur 42 % der Fliegen; bei 29,4°C waren alle Puppen tot. Auch WIESMANN (1942) beobachtete bei 24°C eine erhöhte Mortalität.

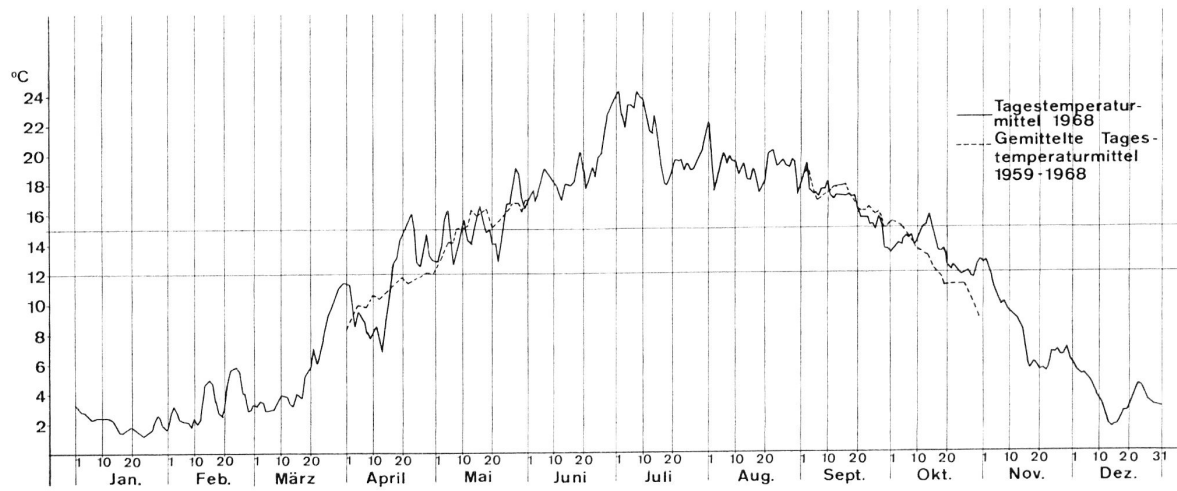


Fig. 3. — Mittlere Tagestemperaturen in 10 cm Bodentiefe (MZA).

- Tagestemperaturmittel 1968: Arithmetisches Mittel von 8 über den Tag verteilten Messungen.
- Gemittelte Tagestemperaturmittel 1959-1968: Arithmetisches Mittel der Tagestemperaturmittel dieser 10 Jahre.

MC CLANAHAN & NIEMCZYK (1963) registrierten bei 23,5°C überhaupt kein Schlüpfen. Die Angaben dieser Autoren wurden durch unsere Beobachtungen bestätigt (Tab. 3, 4, Fig. 1, Fig. 2).

VAN'T SANT (1961) beobachtete bei 23°C eine grosse Variabilität beim Schlüpfen. Bei MC CLANAHAN & NIEMCZYK (1963) schlüpften die Fliegen bei 15,5–18,3°C, früher als bei 21°C. Sie nahmen darum die optimale Entwicklungstemperatur etwa bei 18,3°C an; einige Grade tiefer als wir (Fig. 2). MISSONNIER & BOULLE (1964) fanden, dass die Fliegen bei 24°C vom 17. bis 51. Tag schlüpften, bei 19°C dagegen vom 19.–28. Tag. Die höhere Temperatur verlängerte also die Schlüpfperiode. Über die mittlere Entwicklungsdauer wurden leider keine Angaben gemacht; sie dürfte aber bei 24°C ebenfalls höher sein. Unsere Resultate in Fig. 1 und Tab. 3 führten zu den gleichen Schlüssen.

In Südfrankreich (Bordelais) treten von Mai bis September keine Fliegen auf. LABEYRIE (1956) vermutete, dass bei höheren Temperaturen eine Aestivation (Quieszenz nach Def. MÜLLER (1965, 1970) und BECK (1968)) auftritt. Unsere Untersuchungen konnten diese Vermutungen bekräftigen. Wenn dies auch nicht als endgültiger Beweis angesehen werden kann. Die hohe Mortalität bei hohen Temperaturen und bei Bodentrockenheit kann weitgehend erklären, warum die Möhrenfliege nicht weiter in mediterrane Gebiete vordringt.

Über die Diapauseinduktion durch tiefe Temperaturen liegt nur die Angabe von NATON (1966a) vor. Er fand bei 50 % der Puppen Diapause, wenn diese nach der Pupariumbildung mehrere Wochen bei 10°C gehalten wurden. In unsern Versuchen fanden wir bei 10°C 96 % der Puppen in Diapause. Die restlichen 4 % waren gestorben (Tab. 3). Wir konnten auch den Umschlagpunkt von Weiterentwicklung (ohne Ruhestadium) zu Diapause genauer bestimmen. Während bei 15°C 14 % der Puppen in Diapause traten, waren es bei 12°C bereits 89 % und bei 10°C 96 % (Tab. 3).

Zur Induktion der Diapause im Freiland liegen nur die Beobachtungen von BIernaux (1968) vor. Der Autor stellte in Belgien fest, dass die Ende Herbst, anfangs Winter gebildeten Puppen in Diapause überwinterten. Bei den im Winter und Vorfrühling frisch gebildeten Puppen, die er im Labor ansetzte, fand er jedoch keine Diapause. Die Diapauseinduktion erfolgte also erst bei der Puppe.

Um diese und unsere Freilandbeobachtungen mit den Laborresultaten vergleichen zu können, haben wir in Fig. 3 den Temperaturverlauf in 10 cm Bodentiefe (bewachsener Boden, MZA Zürich) aufgetragen. Im Durchschnitt der letzten zehn Jahre stieg die Temperatur am 1. Mai über 12°C und am 10. Mai über 15°C. Um den 3. Oktober sank die Temperatur meistens wieder unter 15°C und 15 Tage später (18. Okt.) unter 12°C. Die Bodentemperaturkurve 1968 zeigte, dass in einzelnen Jahren Abweichungen von bis 20 Tagen oder entsprechend etwa 3°C vom 10jährigen Mittel möglich sind. Verglichen mit den

Lufttemperaturen schwanken die Bodentemperaturen sehr wenig von Jahr zu Jahr. Da bei 12°C bei allen Puppen Diapause induziert wird, können die ab Mitte Oktober gebildeten Puppen nicht mehr sofort schlüpfen. MISSONNIER et al. (1968) und STÄDLER (1969) stellten im November noch Möhrenfliegen im Felde fest. Diese Beobachtungen, wie auch jene von BIERNAUX (1968) stimmen also mit unsern Laboruntersuchungen überein.

Nach unsern Versuchen ist nicht einzusehen, warum die Mitte April, anfangs Mai gebildeten Puppen früher oder gleichzeitig mit den Diapausepuppen schlüpfen sollten. Es wäre im Gegenteil anzunehmen, dass diese erst später schlüpfen würden. Die Temperatur zur Zeit der Verpuppung im Vorfrühling (März, April) lag im Durchschnitt der letzten Jahre unter 12–15°C. Uns scheinen zwei Hypothesen wahrscheinlich: Möglicherweise reagieren Puppen von hibernierenden Larven anders auf die von uns gefundenen Diapause-induzierenden Temperaturen. Vielleicht braucht es aber für die Induktion auch eine längere Periode mit tiefen Temperaturen, wie das NATON (1966a) angedeutet hat.

Verschiedene Autoren diskutierten die grosse Streuung des Schlüpfens der Frühjahrsgenerationen. Eine Erklärung durch den unterschiedlichen Verpuppungszeitpunkt (Herbst, Winter, Frühling) wurde von den meisten Autoren ausgeschlossen. Die Imagines aus Herbst- und Winterpuppen schlüpfen entweder gleichzeitig (SAVZDARG 1928, KÖRTING 1940, AUSLAND 1957, JØRGENSEN & THYGENSEN 1968) oder sogar später als die im Frühling gebildeten Puppen (BARNES 1942, VAN'T SANT 1961, BIERNAUX 1968). VAN'T SANT (1961) und BIERNAUX (1968) machen für das über zwei Monate dauernde Schlüpfen die überwinterten Diapausepuppen verantwortlich. Unsere Resultate (Fig. 1), die bei Versuchen unter kontrollierten Bedingungen durchgeführt wurden, bestätigen diese Annahmen.

Die Bedeutung der individuellen Variabilität für das Schlüpfen aus Diapausepuppen wurde auch bei anderen Insekten festgestellt. Eine grosse Streuung beim Schlüpfen ist bei phytophagen Insekten günstig, wenn die Wirtspflanze immer zur Infektion bereit steht. Ungünstige Witterungsbedingungen während einem Teil der Entwicklungszeit des Insekts wirken sich so viel weniger nachteilig auf die gesamte Population aus (MISSONNIER 1963 und READ 1968 bei *Hylemyia brassicae*, WILDBOLZ 1969 bei *Carpocapsa pomonella*). Die Untersuchungen von READ (1968) bei der kleinen Kohlfliege zeigen wie kompliziert die Bedingungen für die Beendigung der Diapause sein können. Unsere eigenen Versuche sollten in erster Linie die Induktion der Diapause abklären. Es ergaben sich darum nur einzelne Angaben zur Erklärung der Beendigung der Diapause. Zu diesem Thema sollten noch intensive Untersuchungen durchgeführt werden.

Wie wir in der Einleitung festgestellt haben, wird die Induktion der fakultativen Diapause bei fast allen Insekten durch die Photoperiode

beeinflusst (meist primär). Uns sind bis heute nur zwei Ausnahmen bekannt : Brachfliege *Hylemyia cilicrura* RONDANI (Mc LEOD (1965) und HARRIS et al. (1966) und möglicherweise Rettichfliege *H. floralis* FALLÉN (Mc LEOD (1965), MÜLLER & SCHNITZLER (1969)). Bei der Kohlflye (*Hylemyia brassicae* BOUCHÉ) fanden MISSONNIER (1963) und RIEDEL (1969) ebenfalls keinen Einfluss der Photoperiode. Die meisten andern Autoren sind aber wie erwähnt zu gegenteiligen Schlüssen gekommen.

Es ist schwer verständlich, wie das Licht zu den Kohlflyenlarven am Strunk, mehrere Zentimeter in den Boden dringen soll (MISSONNIER 1963). Im Falle der Möhrenfliege könnte man sich eine Beeinflussung durch die Photoperiode noch weniger vorstellen, frisst doch die Larve in etwa 10 cm Tiefe. Nach BAUMGARTNER (1953) dringt das Licht nämlich nur zu etwa 0,1 % in 2 bis maximal 6 mm Bodentiefe ein. Die untere Empfindlichkeitsschwelle der Insekten wird etwa mit 1 Lux angegeben (DANILEVSKII 1961). Das kaum messbare Licht, das in 5–15 cm Bodentiefe eindringt, liegt sicher weit unter dieser Schwelle. Eine Beeinflussung der Larven wäre also nur noch direkt oder indirekt über die Wirtspflanze möglich. Das wurde aber in unsern Versuchen ausgeschlossen.

Unsere Untersuchungen haben noch verschiedene Fragen offen gelassen. Insbesondere drängt sich für die Zukunft eine eingehende Untersuchung der Beendigung der Diapause auf. Auch die Induktion der Diapause darf noch nicht als restlos geklärt gelten. Es wäre interessant, noch genauer abzuklären, wann in der Puppenentwicklung die Diapause induziert wird. Eine Beeinflussung der Diapauseinduktion (Puppe) durch die Entwicklungsbedingungen bei Imago, Ei und Larve können wir noch nicht ganz ausschliessen. (Photoperiode bei Imago und Ei ; Nahrung und Bodenfeuchtigkeit bei Larve.) Es wäre auch interessant zu wissen, wie als Larven hibernierende Individuen auf die Temperaturbedingungen während der Puppenentwicklung reagieren. Weitere Untersuchungen zur Diapause der Möhrenfliege könnten ganz allgemein noch mehr Licht in die Phenologie des Schädling bring.

Zusammenfassung

Es wird kurz eine Zuchtmethod mit einem künstlichen Eiablage-substrat beschrieben.

Die Überwinterung der Möhrenfliege erfolgt bekanntlich als Puppe und als Larve. Es konnte bestätigt werden, dass sich diese Puppen in einer echten Diapause befinden.

Freilandlarven des dritten Stadiums, die im Sommer und Spätherbst mit Karotten eingesammelt worden waren, ergaben im Labor (20°C) 0–8 % Diapausepuppen. Zwischen der Zahl dieser Puppen und den Photoperiode- und Temperaturbedingungen (im Freiland bei Imago, Ei und Larve) konnte kein Zusammenhang bemerkt werden.

Die Induktion der Diapause erfolgte nach der Pupariumbildung bei Temperaturen unter 15°C. Bei 15°C traten 14 %, bei 12°C 89 % der Puppen in Diapause ein. Die Photoperiodeverhältnisse während der Ei- und Larvenentwicklung hatten keinen Einfluss auf die Induktion der Diapause. Bei als Larven hibernierenden Individuen scheint im Frühling trotz Bodentemperaturen unter 15°C keine Diapause induziert zu werden.

Temperaturen über 23°C erhöhen die Mortalität von Larven und Puppen. Bei einem Teil der Puppen scheint bei relativ hohen Temperaturen (23°C und darüber) eine Wärme-Quieszenz (Aestivation) einzutreten.

Die Beendigung der Diapause kann bei kühlen Temperaturen (2°C) erfolgen. Die Fliegen aus überwinterten Freilandpuppen (in Diapause) erscheinen bekanntlich im Frühling während zwei Monaten. Diese lange Schlüpfperiode (grosse individuelle Variabilität) zeigte sich auch bei Diapausepuppen unter konstanten Labor-Bedingungen.

Summary

A short description of a rearing method using a new oviposition device is given.

It has already been established that the Carrot rust fly hibernates both as a pupa and larva. It could be confirmed that these pupae hibernate in a real diapause state.

Larvae in the third stage of development were collected from carrots harvested outdoors in summer and late autumn and yielded in the laboratory (20°C) 0–8% diapause pupae. No relationship was observed between the number of these pupae and photoperiodic or temperature conditions (outdoors for imago, egg and larva).

The induction of diapause after puparium formation was brought about at temperatures below 15°C. 14% of the pupae commenced diapause at 15°C and 89% at 12°C. Changing photoperiod conditions during egg and larvae state proved to have no influence on the induction. In the spring, despite earth temperatures below 15°C, it seems that the diapause phase is not induced in pupae resulting from hibernating larvae.

Temperatures above 23°C increased the mortality of larvae and pupae. It would also appear that at high temperatures (23°C and above) warmth-quiescence (aestivation) can be brought about to some extent.

Termination of diapause was noted at 2°C. It is known that flies resulting from outdoor pupae appear over a period of two months. This length of time for emergence (great variation in development) was also demonstrated by diapause pupae exposed to constant laboratory conditions.

LITERATUR

- AUDEMARD, H., 1967. L'élevage permanent de la mouche des semis *Phorbia platura* MEIGEN. (*Hylemia cilicrura* RONDANI) (Diptera : Muscidae). *Ann. Epiphyties* **18**, 551-555.
- AUSLAND, O., 1957. Gulrotflua (*Psila rosae* FABR.) Underskelser over dens biologi i Norge. *Meld. Plantev.* **14**, 68 p.
- BARNES, H. F., 1942. Studies on fluctuations in insect populations. The carrot fly (*Psila rosae* F.) in 1936-41. *J. animal. Ecol.* **11**, 69-81.
- BAUMGARTNER, A., 1953. Das Eindringen des Lichtes in den Boden. *Forstwiss. Zbl. Mai - Juni*, 172-184.
- BECK, S. D., 1968. Insect photoperiodism. *Academic Press, New York and London*, 288 p.
- BIERNAUX, J., 1968. Observations sur l'hibernation de *Psila rosae* FAB. *Bull. Rech. Agron. Gembloux*, **3**, 241-248.
- BOHLEN, E., 1967. Untersuchungen zum Verhalten der Möhrenfliege, *Psila rosae* FAB. (Dipt. *Psilidae*) im Eiablagefunktionskreis. *Z. angew. Ent.* **59**, 325-360.
- BOLLOW, H., 1955. Die Möhrenfliege, ihre Lebensweise und Bekämpfung. *Pfl. schutz* **7**, 72-75.
- BOURNE, A. I. and WHITCOMB, W. D., 1932-1935. Dept. of Entomology. *Bull. Mass. Agric. Exp. Stat.* **280**, 213-220 ; **293** 28-34 ; **305**, 28-36 ; **315**, 38-52.
- BRÉMOND, P., 1937. Observations sur *Chorthophila brassicae* BChé., et son parasite *Aphaerata minuta* NEES au Maroc. *Rev. Path. Veg.* **24**, 172-174.
- MC CLANAHAN, R. J. and NIEMCZYK, H. D., 1963. Continuous rearing of the carrot rust fly (*Psila rosae* FAB.). *Can. Ent.* **95**, 827-830.
- DANILEVSKII, A. S., 1961. Photoperiodism and seasonal development of insects. *Oliver and Boyd, London*. 283 p. (Translation 1965).
- FINCH, S. and COAKER, T. H., 1969. A method for the continuous rearing of the cabbage root fly *Erioischia brassicae* (BCH.) and some observations on its biology. *Bull. Ent. Res.* **58**, 619-627.
- GLASGOW, H. and GAINES, J. G., 1929. The carrot rust fly problem in New York. *J. Econ. Ent.* **22**, 412-416.
- GOSTICK, K. G. and BAKER, P. M., 1968. Diel-drin-resistant cabbage root fly in England. *Ann. appl. Biol.* **61**, 447-456.
- HARPAZ, I., 1961. Some observations on the role of diapause in the phenology of insects in semi-arid zones. In « *cryptobiotic stages in biological system* ». (Edit. N. Grossowicz), 154-158.
- HARRIS, C. R. and SVEC, H. J., 1966. Mass rearing of the cabbage maggot under controlled environmental conditions with observations on the biology of cyclodiene susceptible and resistant strains. *J. Econ. Ent.* **59**, 569-573.
- HARRIS, C. R., SVEC, H. J. and BEGG, J. A., 1966. Mass rearing of root maggots under controlled environmental conditions : Seed-corn maggot *Hylemya cilicrura* ; bean seed fly, *H. liturata* ; *Euxesta notata* ; and *Chaetopsis* sp. *J. Econ. Ent.* **59**, 407-410.
- HARRIS, E., Jr. and RAWLINS, W. A., 1959. Carrot rust fly and its control. *Bull. Cornell Agr. Exp. Stat.* **946**, 20 pp.
- HUGHES, R. D., 1960. Induction of diapause in *Erioischia brassicae* BOUCHÉ (Dipt. *Anthomyiidae*). *J. Exp. Biol.* **37**, 218-223.
- JØRGENSEN, J. og THYGENSEN, TH., 1968. Gulerodsfluen. *Psila rosae* FAB. The carrot fly. *T.f. Planteavl.* **72**, 1-25.
- KEISER, I., 1967. Persönliche Mitteilung.

- KÖRTING, A., 1940. Zur Biologie und Bekämpfung der Möhrenfliege. *Arb. Physiol. Angew. Ent.* **7**, 209–232, 269–285.
- LABEYRIE, V., 1956. Sur quelques facteurs réglant la durée du cycle et l'intensité de la mouche de la carotte dans le Bordelais. *Rev. Zool. agr. appl.* **55**, 22–24.
- MC LEOD, D. G. R., 1964. Nutrition and feeding behavior of the adult onion maggot, *Hylemya antiqua*. *J. Econ. Entomol.* **57**, 845–847.
- 1965. Some observations on the physiology and ecology of soil insects. *Proc. North Central Branch ESA* **20**, 158–159.
- MC LEOD, D. G. R. and DRISCOLL, G. R., 1967. Diapause in the cabbage maggot, *Hylemia brassicae* (Diptera: Anthomyiidae). *Can. Ent.* **99**, 890–893.
- MALEKGHASSEMI, B., 1969. Biologische Untersuchungen über die Zucht und Bekämpfung der Rübenfliege (*Pegomyia betae* CURTIS) mit Hilfe der Selbstvernichtungsmethode (Sterile-male-technique) Teil I. *Bayer. Landw. Jb.* **46**, 3–61.
- MASAKI, S., 1961. Geographic variation of diapause in insects. *Bull. Fac. Agric. Hirosaçi Univ.* **7**, 66–98.
- MATSUMOTO, Y. and THORSTEINSON, A. J., 1967. A simple method for rearing the onion maggot, *Hylemya antiqua* MEIGEN (Diptera: Anthomyiidae) in the laboratory. *Appl. Ent. Zool.* **2**, 58–59.
- MISSONNIER, J., 1963. Etude écologique du développement nymphal de deux diptères muscides phytophages: *Pegomyia betae* CURTIS et *Chortophila brassicae* BOUCHÉ. *Ann. Epiphyties* **14**, 1–186.
- MISSONNIER, J. et BOULLE, N., 1964. Remarques sur la biologie de la mouche de la carotte. *Phytoma* **156**, 31–33.
- MISSONNIER, J., BRUNEL, E., ARNOUX, J., PORTIER, G. et OUDINET, R., 1968. Essais de lutte contre les lignées de mouche de l'oignon et de la mouche de la carotte résistantes vis-à-vis des produits insecticides organo-halogènes (résultats obtenus en 1966). *Phytiat.-Phytopharm.* **17**, 129–140.
- MÜLLER, H. J., 1965. Probleme der Insektendiapause. 13. Verh. Dtsch. Zool. Ges. **13**, 192–222.
- 1970. Formen der Dormanz bei Insekten. *Nova Acta Leopoldina.* **35**, 1–27.
- MÜLLER, H. P. und SCHNITZLER, W. H., 1969. Zur Biologie der Grossen Kohlfiege *Phorbia floralis* FALLÉN. *Anz. Schädlingskde.* **42**, 65–67.
- NATON, E., 1966a. Voraussetzungen für eine Laborzucht der echten Möhrenfliege. *Anz. Schädlingskde* **39**, 85–89.
- 1966b. Was jeder Gärtner und Feldmöhrenanbauer von der Möhrenfliege wissen sollte. *Merkblatt N.F. Nr. 1 Aml. Pflanzenschutzd. München.*
- 1968. Über den Einfluss verschiedener Lichtfarben und zweier Populationsdichten auf die Lebensdauer und die Eiproduktion der Echten Möhrenfliege *Psila rosae* F. *Anz. Schädlingskde* **41**, 113–116.
- NIEMCZYK, H. D., 1965. The response of *Hylemya antiqua* adults to hydrolized proteins and other materials: a laboratory study. *J. Econ. Ent.* **58**, 425–428.
- PETHERBRIDGE, F. R. and WRIGHT, D. W., 1943. Further investigations on the biology and control of the carrot fly. *Ann. appl. Biol.* **30**, 348–358.
- READ, D. C., 1965. Notes on factors influencing diapause in the cabbage maggot, *Hylemya brassicae* (BOUCHÉ). *Can. Ent.* **97**, 177–181.
- 1968. Some comments on a recent paper by D. G. R. Mac Leod and G. R. Driscoll concerning diapause in the cabbage maggot. *Can. Ent.* **100**, 304–308.
- 1969. Rearing the cabbage maggot with and without diapause. *Can. Ent.* **101**, 725–737.
- RIEDEL, M., 1967. Biologie, Zucht and Sterilisation der Kohlfiege, *Phorbia brassicae* BOUCHÉ unter besonderer Berücksichtigung ihres Vorkommens im Rettichanbau. *Bayer. Landw. Jb.* **44**, 387–429.

- RIVNAY, E., 1958. On the diapause of some mediterranean insects. *Proc. tenth internat. Congr. Entomol. 1956.* **2**, 743-744.
- ROTA, P., 1967. Persönliche Mitteilung.
- SAVZDARG, E. E., 1928. The carrot rust fly (*Psila rosae* F.) and its control. *Rev. appl. Ent.* **16**, 40.
- SANT, L. E. VAN'T, 1961. Levenswijze en bestrijding van de wortelvlieg (*Psila rosae* F.) in Nederland. *Med. Proefst. Groententeelt Vollegrond Nr.* **20**.
- SCHNITZLER, W. H., 1969. Zur Verbesserung der Massenzucht der Kohlfiegen *Phorbia brassicae* BOUCHÉ, *Ph. floralis* FALLÉN durch Konservierung der Larvennahrung. *Anz. Schädlingskde* **42**, 67-71.
- SCOTT, H. E., 1952. The biology and control of the carrot rust fly, *Psila rosae* (F.). *Thesis Cornell University*.
- SMITH, K. M., 1922. The bionomics of the carrot fly (*Psila rosae* FAB.). Some further methods of control. *Rev. appl. Ent.* **10**, 49-50.
- STÄDLER, E., 1969. Untersuchungen zur Verbreitung, zeitlichem Auftreten und Bekämpfung der Möhrenfliege. *Gemüsebau* **32**, 3, 1-4.
- STEPANOVA, L. A., 1962. Ecology of crucifer pests. *Entomol. Rev.* **41**, 451-460.
- WAKERLEY, S. B., 1964. The sensory behaviour of the carrot fly. *Ent. Exp. Appl.* **7**, 167-178.
- WHITCOMB, W. D., 1938. The carrot rust fly. *Mass. Agric. Exp. Sta. Bull.* **352**, 1-36.
- WILDBOLZ, TH. und RIGGENBACH, W., 1969. Untersuchungen über die Induktion und Beendigung der Diapause bei Apfelwicklern aus der Zentral- und Ostschweiz. *Mitt. Schweiz. Ent. Ges.* **42**, 58-78.
- WIESMANN, R., 1942. Persönliche Mitteilung (1967) nach unveröffentlichtem Manuskript.
- YATHOM, S., 1961. Laboratory studies on the bionomics of *Hylemyia cilicrura* ROND. in Israel. *Israel J. Agric. Res.* **11**, 51-56.
- 1963. Bionomics and phenology of the onion fly, *Hylemyia antiqua* MEIGEN, in Israel. *Israel J. Agric. Res.* **13**, 93-105.
- ZABIROV, Sh. M., 1961. Factors governing the seasonal cycles of development of *Pegomyia hyoscyami* PANZ. and *Hylemia brassicae* BOUCHÉ (*Dipt. Antomyiidae*). *Rev. Ent. U.R.S.S.* **15**, 275-281.