

Quantitative Erfassung der Populationsbewegungen von verschiedenen Hylemya-Arten, insbesondere Hylemya brassicae Bouché (Diptera : Anthomyiidae), während des ganzen Jahres

Autor(en): **Freuler, Jost**

Objektyp: **Article**

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

Band (Jahr): **48 (1975)**

Heft 3-4

PDF erstellt am: **22.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-401787>

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.

Quantitative Erfassung der Populationsbewegungen von verschiedenen *Hylemya*-Arten, insbesondere *Hylemya brassicae* Bouché (Diptera: Anthomyiidae), während des ganzen Jahres*

JOST FREULER

Station fédérale de recherches agronomiques de Changins, CH-1260 Nyon

1. EINFÜHRUNG

Die massive Vermehrung der Wurzelfliegen aus der Gattung *Hylemya*, welche im Zusammenhang steht mit der Ausdehnung von Kruziferenkulturen innerhalb der letzten drei Dezenien in der Schweiz und in verschiedenen anderen europäischen Ländern und die Bekämpfungsprobleme, welche in der Folge auftauchten, haben das Interesse an der Lebensweise insbesondere von *Hylemya brassicae* BOUCHE und der verwandten Art *H. cilicrura* RONDANI geweckt und Arbeiten über die quantitative Erfassung von Populationsbewegungen stimuliert. Das Ziel der mannigfaltigen Untersuchungen ist die Errichtung von Lebenstafeln, welche über die relative Bedeutung der Mortalitätsfaktoren, welche auf die verschiedenen Stadien des Schädling im Laufe seiner Entwicklung einwirken, Aufschluss geben.

Die Versuche der vorliegenden Arbeit wurden von 1971 bis 1973 im Kanton Waadt teils in Changins und teils im Bois de Chênes durchgeführt.

2. MATERIAL UND METHODEN

2.1 Erfassung der Eiablage

Die Eier von *H. brassicae* und *H. cilicrura* wurden nach der klassischen Methode entnommen (MILES, 1952 a, HUGHES & SALTER, 1959 a, ABU YAMAN, 1960, TRAYNIER, 1965, HASSAN, 1967, MUKERJI & HARCOURT, 1970): Mit einem grossen, möglichst dünnen Blechsuppenlöffel wurde die Erde rund um die Pflanze bis zu einer Distanz von 7 bis 8 cm und bis zu einer Tiefe von 1 bis 2 cm weggegraben. Damit werden durchschnittlich 92% der abgelegten Eier erfasst. Sie wurden anschliessend durch Auswaschen der Bodenproben gewonnen, unter einem Stereomikroskop auf ihre Artzugehörigkeit untersucht (MILES, 1952 b) und innerhalb derselben volle, leere, tote und durch Prädatoren beschädigte getrennt notiert.

* Teil der Diss. Nr. 5341, ausgeführt am Entomologischen Institut der ETH Zürich unter der Leitung von Prof. Dr. V. Delucchi

2.2 Erfassung der Larvenstadien und Puppen

Die Larvenstadien und die Puppen wurden aus Bodenanalysen gewonnen. Eine Bodenprobe bestand jeweils aus einem Erdzylinder (Durchmesser 18 cm, Höhe 12 cm) einschliesslich der Wirtspflanze. Die Larven und Puppen von *H. brassicae* und *H. cilicrura* wurden aus der Erde ausgewaschen. Dabei musste das zeitraubende Aufsuchen aller L₁ wegen des enormen Probenvolumens vernachlässigt werden. Aus diesem Grund wurde das L₁-Stadium nicht erfasst.

2.3 Berechnung der Stichprobengrösse

Die Stichprobengrösse von 10 Pflanzen wurde für die Erfassung der *Hylemya*-Populationen in einem Feld im Eistadium gewählt. Um zu prüfen, ob die täglich an 10 Pflanzen gesammelten Eier für die totale Eiablage eines Versuchsfeldes repräsentativ sind, wurden zu verschiedenen Zeiten im Jahre neben den üblichen 10 Pflanzen im Bois de Chênes noch an 30 zusätzlichen Pflanzen die Eier entnommen, was einem Viertel aller Pflanzen entspricht und in Changins an 90, d.h. einem Fünftel der Gesamtzahl der Pflanzen. Unter der Annahme, dass die Eizahl der grossen Proben im Bois de Chênes und in Changins eine ähnliche Verteilung aufweise wie die totale Eizahl an allen Pflanzen, konnten mit Hilfe des X²-Tests die inneren Strukturen der kleinen Proben von 10 Pflanzen mit jenen der grossen verglichen werden. Test 1 gruppierte die Pflanzen mit und ohne Eiablage und Test 2 nach der Zahl der abgelegten Eier (Klassenbildung). Die Resultate der beiden Teste in der Tabelle 1 lassen erkennen, dass die an 10 Pflanzen gezählten Eier aller Kategorien (voll, leer und beschädigt) im allgemeinen für die Bestimmung der Eiablage von

Tab. 1. Statistische Analyse der Daten zur Berechnung der Stichprobengrösse bei der Eientnahme von *H. brassicae* und *H. cilicrura* an den Standorten Bois de Chênes und Changins im Jahre 1972.

Ort	Datum der Eientnahme	Art	χ^2 mit dazugehöriger Irrtumswahrscheinlichkeit (P)					
			Kategorie Eier im Test 1			Kategorie Eier im Test 2		
			voll	leer	beschädigt	voll	leer	beschädigt
Bois de Chênes	18.5.1972	<i>H. brassicae</i>	0,05 (0,9*P*0,8)	2,73 (0,005*P*0,001)		2,38 (0,8*P*0,7)	3,08 (0,1*P*0,05)	
		<i>H. cilicrura</i>	2,05 (0,2*P*0,1)			0,44 (0,6*P*0,5)		
	19.5	<i>H. brassicae</i>	1,15 (0,3*P*0,2)	0,43 (0,6*P*0,5)		4,92 (0,5*P*0,4)	6,32 (0,025*P*0,01)	
		<i>H. cilicrura</i>	8,53 (0,005*P*0,001)	0,34 (0,6*P*0,5)		7,18 (0,3*P*0,2)		
	9.6	<i>H. brassicae</i>	0,26 (0,7*P*0,6)			1,68 (0,9*P*0,8)		
		<i>H. cilicrura</i>	1,48 (0,3*P*0,2)			1,48 (0,3*P*0,2)		
	6.7	<i>H. brassicae</i>	0,12 (0,8*P*0,7)			8,03 (0,6*P*0,5)		
		<i>H. cilicrura</i>	0,26 (0,7*P*0,6)			7,70 (0,2*P*0,1)		
Changins	12.9	<i>H. brassicae</i>	0,36 (0,6*P*0,5)	0,54 (0,5*P*0,4)	0,39 (0,6*P*0,5)	5,40 (0,8*P*0,7)	1,00 (0,975*P*0,95)	0,70 (0,90*P*0,93)
		<i>H. cilicrura</i>	0,21 (0,7*P*0,6)	0,34 (0,6*P*0,5)		1,95 (0,8*P*0,7)		
	13.9	<i>H. brassicae</i>	1,77 (0,2*P*0,1)	0,09 (0,8*P*0,7)	0,07 (0,8*P*0,7)	19,23 (0,005*P*0,001)	0,58 (0,95*P*0,9)	3,92 (0,3*P*0,2)
		<i>H. cilicrura</i>	2,28 (0,1*P*0,05)			1,37 (0,8*P*0,7)		

H. brassicae und *H. cilicrura* in einer ganzen Kultur genügen. Bei schwacher Eiablagetätigkeit (weniger als 4 Eier pro Pflanze und Tag) von *H. brassicae* und *H. cilicrura* können jedoch die Vergleichsproben bei den Eikategorien voll und leer signifikant voneinander abweichen. Die Variation der Menge der abgelegten Eier lässt sich teilweise erklären aus der unterschiedlichen Grösse (ABU YAMAN, 1960, SCHNITZLER, 1969 b), dem Gesundheitszustand (VAUTIER, 1972) und dem physiologischen Zustand der Pflanzen (TRAYNIER, 1965). Das Phänomen, dass an mehr Pflanzen als erwartet keine oder sehr viele Eier abgelegt werden, d.h. dass Extremwerte relativ häufig auftreten, wird als Überverteilung («overdispersion») bezeichnet (HARCOURT, 1967).

Tab. 2. Täglicher Eiablagerhythmus von *H. brassicae* und *H. cilicrura* an den Standorten Changins und Bois de Chênes im Jahre 1971.

Ort	Datum der Eientnahme	Art	Zahl der abgelegten Eier pro Zeitabschnitt											
			0600-0900		0900-1200		1200-1500		1500-1800		1800-2100		2100-0800	
			abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%
Changins	21.6.1972	<i>H. brassicae</i>	0	0	0	0	14	63	5	23	3	14	0	0
		<i>H. cilicrura</i>	0	0	0	0	6	43	7	50	1	7	0	0
	23.6	<i>H. brassicae</i>	2	3	4	6	28	41	20	29	14	21	0	0
		<i>H. cilicrura</i>	7	7	14	15	15	16	23	24	35	36	2	2
			0600-0900		0900-1200		1200-1500		1500-1930		1930-0600			
			abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%		
Bois de Chênes	7.9	<i>H. brassicae</i>	1	7	10	66	1	7	3	20	0	0		
		<i>H. cilicrura</i>	1	3	1	3	3	9	21	66	6	19		

Die Eientnahme am frühen Morgen bewährte sich aus arbeitstechnischen Gründen und entspricht der Methode von MILES (1953, 1954). Die Resultate gelten jeweils für den Vortag. Der Zeitpunkt ist auch vom täglichen Eiablagerhythmus der *Hylemya*-Arten her vertretbar. In Changins wurden am 21. Juni und am 23. Juni 1971 und im Bois de Chênes am 7. September 1971 an 10 Pflanzen alle drei Stunden – angefangen um 06.00 – die Eier entnommen. Die Resultate sind in der Tab. 2 zusammengestellt. Es zeigt sich, dass im Juni *H. brassicae* und *H. cilicrura* den Grossteil der Eier zwischen 12.00 und 18.00 ablegt, wobei *H. cilicrura* die Tendenz aufweist, noch gegen den späten Nachmittag ihre Eiablageaktivität fortzusetzen. Im September scheint die Zeit für *H. brassicae* vorverschoben zu sein. In diesen Resultaten spiegeln sich die von HAWKES (1969, 1972) über die Tagesperiodizität verwirklichten Beobachtungen wider.

3. ERGEBNISSE

3.1 Populationsverluste während der Ei- und L₁-Phase vor dem Befall der Wirtspflanze

3.11 Die absolut abgelegte Eizahl

Zur Berechnung der effektiv abgelegten Eizahl müssen die Resultate aus den Stichprobenentnahmen korrigiert werden. Ein erster Faktor (KE₁) ergibt

sich aus der Tatsache, dass ein Teil der von einem Tag zum andern abgelegten Eier verschwindet, weil sie von Carabiden entweder vollständig oder bis auf ein Häufchen zerkleinerter Reste (Abb. 1), die in den Eiwaschungen nicht erkannt werden, verzehrt werden.



Abb.1 Von *Bembidion properans* STEPH. (1) und *Agonum dorsalis* PONTOPP. (2) übriggelassene Frassreste von *H. brassicae*-Eiern.

HUGHES & SALTER (1959 b) bestimmten die Eiprädation an einer natürlichen *H. brassicae*-Population. Sie schlagen eine Methode vor, welche Eiablagen, die verschieden lang den Prädatoren ausgesetzt waren, zueinander in Beziehung setzt. So wird die Anzahl der während zwei Tagen auf einer Serie von 10 Pflanzen abgelegten Eier mit derjenigen zweier anderer Serien verglichen, an welchen die Eiprobe nur alle 4 Tage entnommen wurden und die untereinander um zwei Tage versetzt waren. Die Autoren berechneten für die erste Generation von *H. brassicae*-Eiern im Jahre 1957 und 1958 einen identischen Prädationsverlust von 53%. Daraus lässt sich ein Korrekturfaktor von 2,128 berechnen.

In Changins wurde 1971 während des ganzen Jahres in Anlehnung an diese Methode ein verfeinerter Eientnahmeplan vorgesehen: während der ganzen Eiablagezeit wurden neben den täglichen Probenahmen an 10 Pflanzen noch an zwei weiteren Serien, welche untereinander um einen Tag versetzt waren, alle zwei Tage die Eier entnommen. Der berechnete Verlust an *H. brassicae*-Eiern belief sich im Mittel auf 56% und der entsprechende Prädationsfaktor (KE_1) auf 2,273. Werden die täglichen Angaben über die Totalfänge der wichtigsten Carabidenarten in 10 Bodenfallen (Abb. 2) in Extremwerte von relativ vielen Carabiden (>10 Tiere) und relativ wenigen (<5 Tiere) gruppiert und den Maximaltemperaturen und Niederschlägen, den täglichen Angaben über die Eiablage von *H. brassicae* an 10 Pflanzen (FREULER, 1975, Abb. 4) und den Prädationsraten gegenübergestellt, so lassen sich die folgenden Gesetzmässigkeiten herauslesen (Zahl ohne Klammer: Wert für die ganze Saison; Zahl mit Klammer: Wert für die erste Eiablageperiode bis 10. Juni): an den insgesamt 63 (23) Tagen mit Fängen von mehr als 10 Carabiden stieg das Tagesmaximum in 82,5% (60,9%) der Fälle auf über 20 °C und wurde in 30,2% (39,1%) der Fälle Niederschlag registriert. In 61,9% (43,5%) der Fälle fielen die beiden Bedingungen zusammen. Hohe Maximaltemperaturen scheinen die Aktivität der Carabiden zu fördern. In 43,2% (60,9%) der Fälle war die Eiablage für dieses Jahr relativ hoch (≥ 15 Eier). In 67,6% (69,6%) der Fälle war überdurchschnittliche Prädation ($\geq 56\%$) mit grosser Eiablage und unterdurchschnittlicher Prädation (<56%) mit mittlerer bis geringer Eiablage (<15 Eier) gekoppelt. An den insgesamt 90 (8) Tagen mit Fängen von weniger als 5 Carabiden sank das Tagesmaximum in 71,1% (100%) der Fälle unter 20 °C und wurde in 30% (37,5%) der Fälle Niederschlag aufge-

zeichnet. In 23,3% (37,5%) der Fälle fielen die beiden Bedingungen zusammen. Tiefe Maximaltemperaturen scheinen die Aktivität der Carabiden zu hemmen. Der Einfluss der Niederschläge auf die Aktivität kann beim Vergleichen der Prozentzahlen der zwei Gegenüberstellungen vernachlässigt werden. In 79% (33,3%) der Fälle war die Eiablage für dieses Jahr relativ tief (<15 Eier). Es geht aus beiden Gegenüberstellungen hervor, dass in der ersten Eiablageperiode die Extremwerte von Carabidenfängen und Eiablagen nicht gleichgeartet zu sein brauchen. In 32,3% (66,7%) der Fälle ging mit einer überdurchschnittlichen Prädation eine grosse Eiablage einher und umgekehrt. Auch bei geringen Prädatorenfängen ist demnach in der ersten Eiablageperiode in zwei Drittel der Fälle eine überdurchschnittliche Prädation möglich.

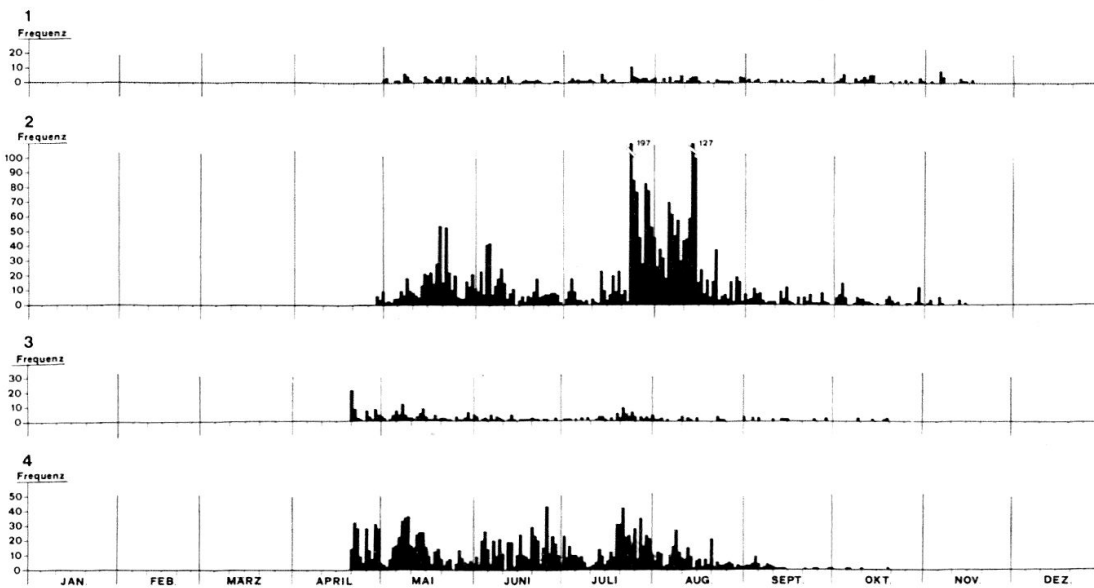


Abb. 2 Totalfänge in 10 Bodenfallen der wichtigsten räuberischen Arthropoden von *Hylemya*-Eiern im Jahre 1971. In Changins: Staphyliniden (1), Carabiden (2). Im Bois de Chênes: Staphyliniden (3), Carabiden (4).

Im Bois de Chênes wurde 1971 die tägliche Prädationsrate nicht bestimmt. Vergleicht man die Totalfänge der wichtigsten Carabidenarten in 10 Bodenfallen an diesem Standort (Abb. 2) mit denjenigen von Changins, so ergibt sich folgender Hauptunterschied: im Bois de Chênes sind die Fänge ausgeglichener, da tiefere Extremwerte – hauptsächlich in der Zeit vom 22. Juli bis 13. August – auftreten.

VAUTIER (1972) wiederholte die Untersuchung strichprobenweise im Bois de Chênes von Mai bis Juli 1972. Danach waren die Prädatorenfänge vom 16. und 17. Mai mit denjenigen des Vorjahres vergleichbar. Die Prädationsrate betrug am 27. Mai 44%, am 29. Mai 0% und am 31. Mai 7% bei einer geringen Eiablage von 4 bis 10 Eiern. Im Juni waren die Prädatorenfänge vom 6. bis 9. Juni mit 34 bis 60 Carabiden, vom 14. bis 16. Juni mit 38 bis 91 und vom 20. und 21. Juni mit 140 und 100 viel zahlreicher als im Vorjahr. Die Prädationsrate belief sich auf 33% am 22. und 26. Juni, auf 14% am 28. Juni und auf 71% am 30. Juni in einer Phase zunehmender Eiablage (von 28 bis 113).

Ein zweiter Korrekturfaktor (KE_2) ergibt sich daraus, dass Staphyliniden mit ihren Mundwerkzeugen Eier anstechen und den Inhalt leeren. Das zerfetzte Chorion kann in den Eiwaschungen gefunden werden (Abb. 3). Der Anteil

Tab. 3. Korrekturfaktoren KE_2 und KE_3 für *H. brassicae* und *H. cilicrura* zur Berechnung der absolut abgelegten Eizahl in Changins und im Bois de Chênes in den Jahren 1971 und 1972.

Ort	Jahr	Art	KE_2	KE_3
Changins	1971	<i>H. brassicae</i>	1,054	1,176
		<i>H. cilicrura</i>	1,006	1,244
	1972	<i>H. brassicae</i>	1,181	1,314
		<i>H. cilicrura</i>	1,094	1,303
Bois de Chênes	1971	<i>H. brassicae</i>	1,054	1,325
		<i>H. cilicrura</i>	1,021	1,212
	1972	<i>H. brassicae</i>	1,123	1,197
		<i>H. cilicrura</i>	1,081	1,352

beschädigter Eier wird als Durchschnitt über alle Tage berechnet. Die für die einzelnen Standorte sich ergebenden KE_2 sind in Tabelle 3 zusammengestellt. Um ein dynamisches Bild vom Anteil beschädigter Eier über das Jahr hin zu gewinnen, wurden die täglichen Angaben über die Eiablage von *H. brassicae* an 10 Pflanzen (FREULER, 1975, Abb. 4, 6), die Totalfänge der Staphyliniden in 10 Bodenfallen (Abb. 2) und der Prozentsatz beschädigter Eier zueinander in Beziehung gebracht.

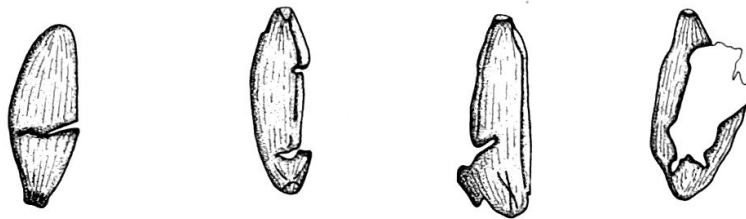


Abb. 3 Verletzungsspuren von Staphyliniden an *H. brassicae*-Eiern.

In Changins waren 1971 mit wenigen Ausnahmen an jedem Tag vom 30. April bis 16. November Staphylinidenfänge zu verzeichnen. Sie waren über diese ganze Zeit hin relativ ausgeglichen mit Variationen zwischen 1 und 11 Staphyliniden. Die Kategorie beschädigter Eier wurde erst ab 29. Juni erfasst. Es wurden vom Juli bis September periodisch beschädigte Eier gefunden. Ihr Anteil war in der ersten Hälfte Juli zu einer Zeit abnehmender Eiablage der zweiten Periode mit 8% bis 33% und in der zweiten Hälfte September zu einer Zeit abnehmender Eiablage der dritten Periode mit 4% bis 33% am grössten.

In Changins wurden 1972 keine Staphylinidenfänge durchgeführt. Im April fanden sich keine durch Staphyliniden beschädigte Eier und im Mai nur am 23. und 24. je 5%, obwohl die erste Eiablageperiode in diesen Monat fiel. Anfangs Juni betrug der Anteil zwischen 6% und 59% und gegen Ende des Monats zwischen 4% und 21% bei wieder ansteigender Eiablage. Im Juli und August nahm der Anteil langsam zu mit dem Maximum von 88% am 14. August, als die Eiablage der zweiten Periode bereits stark am abklingen war. Im September und noch bis Mitte Oktober waren noch fast täglich beschädigte Eier zu finden. Später traten sie nur noch sporadisch auf.

Im Bois de Chênes konnten 1971 bei den Staphylinidenfängen zwei schwache Konzentrationen von Ende April bis Mitte Mai mit einer Variation von 1 bis 21 Staphyliniden und von Mitte bis Ende Juli mit einer Variation von 1 bis 9 Staphyliniden festgestellt werden. Die Kategorie beschädigter Eier wurde erst ab 29. Juni erfasst. Ihr Vorkommen in der ersten Hälfte Juli fiel mit dem Ende der zweiten Eiablageperiode und im September mit der dritten zusammen.

Die Staphylinidenfänge von VAUTIER (1972) im Bois de Chênes in den Monaten Mai, Juni und Juli des Jahres 1972 fielen mit bis 27 Staphyliniden zahlreicher aus als im Vorjahr. Beschädigte Eier fanden sich wiederholt erst gegen Ende Juni. Im Juli variierte ihr Anteil zwischen 1% und 27%. Das Jahresmaximum mit 77% fiel in den August zu einer Zeit geringster Eiablage. Im September schwankte der Anteil zwischen 5% und 67% bei abnehmender Eiablage der dritten Eiablageperiode.

Der dritte Korrekturfaktor (KE_3) bezieht sich auf den Anteil leerer Eier, welche während der Waschungen immer wieder auftauchten. Diese waren in einem früheren Zeitpunkt nicht erfasst worden, sei es dass sie innerhalb der Entnahmezone (Durchmesser etwa 15 cm) liegengeblieben, sei es dass sie ausserhalb dieser abgelegt worden waren und mit der Ersatzerde herbeigezogen wurden. Der Anteil dieser Kategorie an ausgewachsenen Pflanzen betrug in Changins 8% (an 10 Pflanzen 39 Eier in der Aussenzone und 447 in der Entnahmezone). Der Gesamtleeranteil berechnet als Durchschnitt über alle Tage ergab die in Tabelle 3 dargestellten KE_3 nach Standort und Jahr getrennt.

Ein vierter Korrekturfaktor (KE_4) wird nach der Extraktion der Eier nötig. In Probewaschungen mit der Erde der Versuchsparzelle von Changins wurden 96% der Eier von *H. brassicae* wiedergefunden, d.h. $KE_4 = 1,042$ und analog mit derjenigen vom Bois de Chênes 98%, d.h. $KE_4 = 1,020$.

3.12 Die Fertilität der Eier

Die Kontrolle der Schlupfrate der Freilandeier von *H. brassicae*, welche zu diesem Zweck ohne Zugabe von Salz und Alkohol beim Waschvorgang gewonnen wurden, erfolgte im Labor normalerweise acht Tage nach dem Ansetzen in kleinen Petrischalen, welche mit Parafilm abgedeckt wurden.

Die Fertilität betrug in Changins 1971 95% (Mittel von 5 Proben von April bis Oktober) und 1972 93% (Mittel von 15 Proben von April bis August). Im Bois de Chênes war sie praktisch gleich: 1971 94% (Mittel von 3 Proben von Mai bis Oktober) und 1972 95% (Mittel von 13 Proben von April bis August). Über die Fertilität der Eier haben bereits verschiedene Autoren berichtet. Der Rückgang der Fertilität wird auf das Altern der Weibchen (ZOHREN, 1968) oder der Männchen (SWAILES, 1971) zurückgeführt. Die Eifertilität variierte nach ABU YAMAN (1960) zwischen 90,3% und 95,3% und nach HASSAN (1967) zwischen 72,5% und 93,5% und betrug nach HUGHES & SALTER (1959 b) 96% und nach RITCHOT (1968) $74 \pm 17\%$.

Die oben genannten Resultate geben die mittlere Fertilität in einer ganzen Fliegenpopulation wieder. Es geht jedoch nicht hervor, wie sich die Schlupfrate in Funktion des Geschlechtsverhältnisses und des Alters der Weibchen verhält. Um dies zu klären, wurde ein einfacher Laborversuch durchgeführt. In einen mit Wasser, Nahrung und Eiablagedispositiv versehenen Käfig von 40 cm Kantenlänge wurden 15 eintägige Fliegenpärchen zusammengegeben. Die Nahrung bestand aus Honig, Kondensmilch und Erbsmehl, und das Eiablagedispositiv

aus einer Rolle, welche aus zwei ineinandergewickelten Filterpapierstreifen verschiedener Breite gefertigt war. Als Halterung der Rolle diente ein Röhrchen von 3 cm Durchmesser. Die Weibchen wurden vom Duft eines Kohlrübenstückes, das im Ursprung der Rolle eingesteckt wurde, angezogen und legten ihre Eier zwischen den Filterpapierstreifen ab. Täglich wurden die Toten notiert und entfernt und die abgelegten Eier zum Schlupf angesetzt. Die Fertilität derselben betrug im Mittel bis zum Tod des letzten Männchens 81% (43 Tage vom Beginn der Eiablage) und nachher bloss noch 14%. Die Weibchen legten aber z.B. bereits am 32. Eiablagetag und noch in Anwesenheit von zwei Männchen Eier ab, die nur zu 25% schlüpften.

3.13 Einfluss klimatischer Faktoren auf Ei- und L₁-Phase

Die Schlupfrate der Eier reduziert sich bei Trockenheit stark (SWAILES, 1963). Der Wassermangel scheint aber nicht auf die Entwicklung, sondern auf das Schlupfvermögen nachteilig einzuwirken (FINCH & COAKER, 1969). In bewässerten Kruziferenkulturen, wie zum Beispiel in Fully, ist Ei- bzw. L₁-Mortalität infolge anhaltender Trockenheit kaum vorhanden.

Starker Regen kann die Eier von der Pflanze abwaschen. Dies wurde von PERRON & LEROUX (1962) für die Zwiebelfliege, *Hylemya antiqua* MEIGEN, dargelegt. Regen kann die Eier aber auch tiefer in den Boden schwemmen, was zur Folge hat, dass sie vor den Prädatoren versteckt sind und ihre Überlebenschance steigt, zumal sie dort auch nicht unter Trockenheit leiden (HUGHES & SALTER, 1959 b).

Zwischen dem Ausschlüpfen der Eier und dem Befall der Wirtspflanze sind die Junglarven verschiedenen Mortalitätsfaktoren ausgesetzt. Einer davon ist die Distanz zwischen Schlupfort und Wirtspflanze, besonders bei Trockenheit. Im Labor konnte die kritische Distanz, aus welcher die Junglarven die Wirtspflanzen noch finden konnten, bestimmt werden. Dazu wurden Blumentöpfe von 15 cm Durchmesser für die Varianten 0 cm, 4 cm und 8 cm Distanz zwischen Wirtspflanze und künstlich angebrachten Eiern und Töpfe von 25 cm Durchmesser für die Varianten 12 cm, 16 cm und 20 cm Distanz verwendet. Sie enthielten ein Gemisch aus Torf und Kompost, welches immer feucht gehalten wurde. Die Wirtspflanzen waren Kohlpflanzen im 3- bis 4-Blattstadium. Jede Variante wurde achtmal wiederholt. Ein paralleler Fertilitätstest erlaubte es, die Lebensfähigkeit der 75 künstlich ausgesetzten Eier pro Variante zu bestimmen. 9 Tage nach Versuchsbeginn wurden die Larven in der Pflanze ausgezählt. Eine Varianzanalyse zeigte, dass zwischen den Wiederholungen kein gesicherter Unterschied besteht, wohl aber zwischen den Varianten. Mit Hilfe der Regressionsgleichung ergab sich eine kritische Distanz von 20 cm bis 25 cm. Diese erstaunliche Leistung wird auch die Larven im Freiland, die ja zu 92% aus Eiern stammen, welche innerhalb einer Distanz von 7,5 cm abgelegt werden, befähigen, die Wirtspflanze aufzufinden.

Eine quantitative Bestimmung der frischgeschlüpften L₁, die zugrundegehen, weil sie die Wirtspflanze nicht finden, sich in ihr nicht installieren können, oder weil sie von Räubern angefallen werden, konnte in Changins 1971 durchgeführt werden. Dazu wurde mit Hilfe der oben genannten Korrekturfaktoren für jeden Tag die absolut abgelegte Eizahl von *H. brassicae* bestimmt. Von dieser Zahl ausgehend wurde die Anzahl der zum Schlupf gelangenden L₁ bestimmt, indem zuerst der Einfluss der Carabiden (derjenige der Staphyliniden

erwies sich bei dieser Rechnungsweise als nicht nennenswert) während der Dauer der Embryonalentwicklung berücksichtigt und nachher der Fertilitätsrate von 95% Rechnung getragen wurde. Der Einfluss der Carabiden wurde aus KE_1 abgeleitet. Die mittlere tägliche Überlebensrate betrug demnach 44%. Für die Dauer der Eientwicklung bedarf es einer Temperatursumme von 49 Gradtagen, welche im Labor bei der Annahme eines Entwicklungsnullpunktes von 6,7 °C (ECKENRODE, 1970) bestimmt wurde. Von den mittleren Tagestemperaturen im Freiland ausgehend, konnte die Dauer der Eientwicklung für jedes Eiablagedatum in Tagen bestimmt werden. Die in den Abb. 4 und 5 eingetragenen Richtwerte sind nach FINCH & COAKER (1969) korrigiert. Die Inkubationszeit kann sich bei ausgedehnter Trockenheit aber noch bis zu drei Tagen verlängern (SWAILES, 1963). Eier, welche nach dem 25. Oktober abgelegt wurden, kamen nicht mehr auf die erforderliche Temperatursumme. Die für jede tägliche Eiablage sich ergebenden L_1 wurden für die ganze Saison aufsummiert und den Ende Saison (15. November) anfallenden L_3 und Puppen gegenübergestellt. Unter der

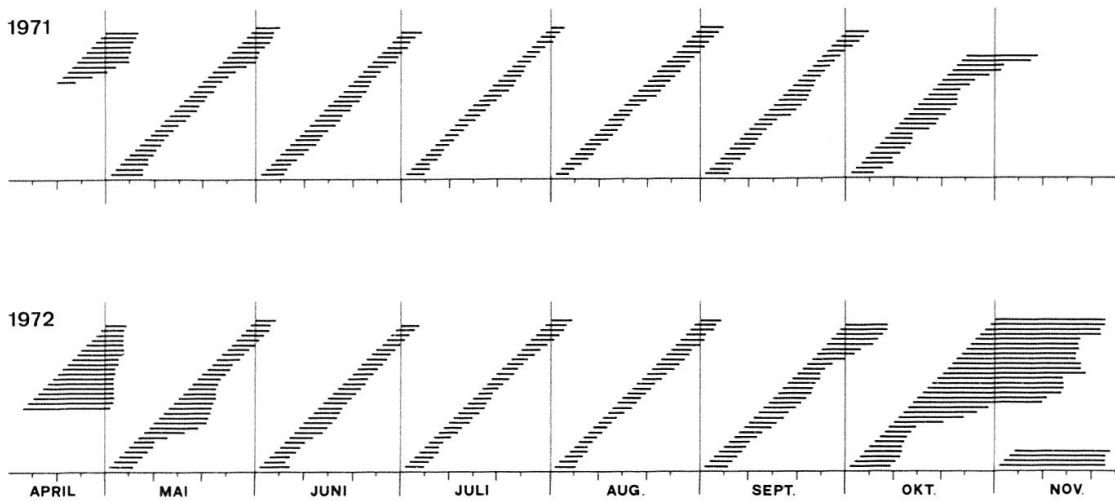


Abb. 4 Dauer der Embryonalentwicklung von *H. brassicae*-Eiern in Changins.

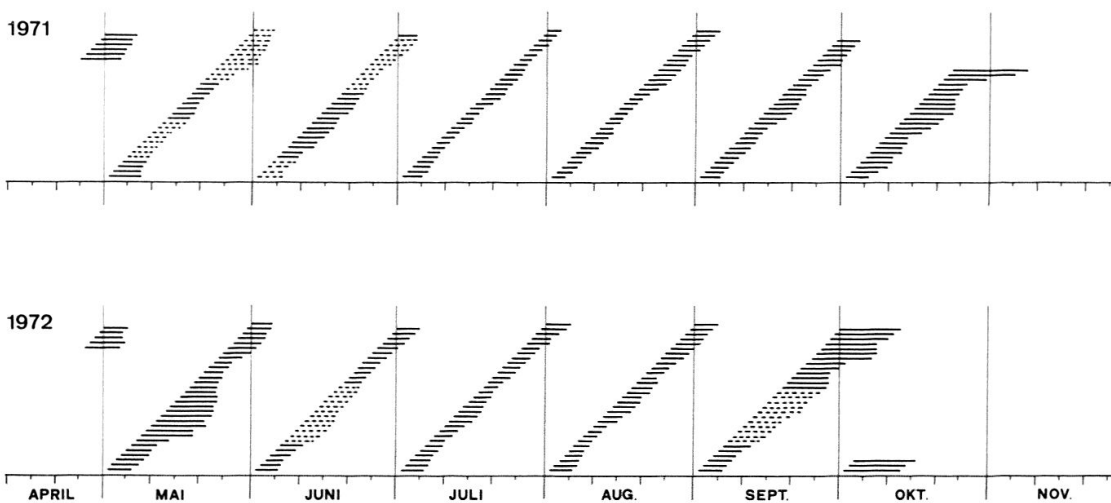


Abb. 5 Dauer der Embryonalentwicklung von *H. brassicae*-Eiern im Bois de Chênes. (Gestrichelte Werte extrapoliert.)

Annahme, dass keine nennenswerten Verluste an Larven während des Wirtspflanzenbefalls auftreten, berechnet sich der Verlust an frischgeschlüpften L₁ auf 9,9%. Er war während des Jahres sehr unterschiedlich: bis zum Schlupf der ersten Puppen der 1. Generation (23. Juni) gingen 7,3% zugrunde. Danach stieg der Verlust bis zu Höchstwerten von 71,7% anfangs Juli und von 82,3% Mitte August. Ab Anfang September nahm er wieder ab (zwischen 6,9% und 53,5%). Aus den Angaben geht hervor, dass die Mortalität der L₁ aus der 2. und 3. Eiablageperiode grösser war als aus der ersten.

3.2 *Populationsverluste der Larven während des Wirtspflanzenbefalls*

Wenn sich die Larven (L₁ bis L₃) im Pflanzengewebe eingenistet haben, kann, abgesehen von einer geringen Prädation, praktisch nur der Tod der Wirtspflanze ihrer Entwicklung ein Ende setzen. Dieser Mortalitätsfaktor ist dichteabhängig (HUGHES & SALTER, 1959 a). MISSONNIER (1967) hält jedoch fest, dass die Mortalitätsrate der Larven auch durch die Nahrungsqualität beeinflusst wird. Bei Überpopulation verschlechtern sich die Lebensbedingungen und es entstehen kleine Puppen ohne Reserven, die absterben oder aus denen Adulte schlüpfen, die teilweise zur Eiablage unfähig sind. Auch nach HUGHES & MITCHELL (1960) kann die Beschränktheit der Larvennahrung ein wichtiger Regulationsfaktor werden.

Da der Tod der Wirtspflanze in den Beobachtungsjahren nur selten eintraf, wird seinem Einfluss nicht Rechnung getragen.

3.3 *Populationsverluste der L₃ nach dem Verlassen der Wirtspflanze bis zum Ausschlüpfen der Imagines*

Die Larven und Puppen wurden nach der unter 2.2 beschriebenen Methode gewonnen. Ein nennenswerter Verlust tritt bei den in den Bodengrabungen im November gefundenen Larven auf. In den letzten Probenahmen vom 15. November 1971 wurden in Changins und im Bois de Chênes noch 5 bzw. 4 L₃ von *H. brassicae* pro Pflanze gefunden. Im folgenden Jahr waren sie in Changins am 22. November nur noch in geringer Zahl (1 L₃ pro Pflanze) anzutreffen. Manchmal waren die Larven klein und zusammengeschrumpft. Während des milden Winters 1971/1972 wurden am 26. November 8 L₃ aus dem Freiland ohne Nahrungszugabe in 4,5 cm Tiefe wieder in den Boden eingegraben. Bei der Kontrolle Ende April 1972 wurden zwei volle Puppen gefunden. Zu dieser Zeit war der 1. Flug im Freiland bereits beendet. Eine der Puppen schlüpfte später im Labor. Der Massenwechsel der Kohlflye wird deshalb durch die letzten L₃ kaum beeinflusst.

3.31 *Die absolute Puppenzahl*

Bei der Schätzung der realen Puppenzahlen sind zwei Korrekturfaktoren anzubringen. Der erste betrifft die Probenahme. Durch die Entnahme einer Erdprobe in Form eines Zylinders von 18 cm Durchmesser und 12 cm Höhe (Innenzone) werden einige Larven nicht erfasst. An fünf Pflanzen wurde eine fraktionierte Probenahme vorgenommen. Getrennt vom üblichen Erdvolumen wurde der Boden noch bis zu einem Durchmesser von 30 cm abgegraben. In

Changins befanden sich in der Innenzone 62 und in der Aussenzone 4 *H. brassicae*-Puppen. Der erste Korrekturfaktor (KP_1) beträgt demnach 1,065. Eine Probenahme in 3 cm dicken Schichten ergab, dass sich die tiefsten Puppen zwischen 9 und 12 cm tief im Boden befanden. Der analoge Versuch im Bois de Chênes ergab $KP_1 = 1,182$. Die tiefsten Puppen lagen zwischen 12 cm und 15 cm tief.

Der zweite Korrekturfaktor (KP_2) ist nach dem Auswaschen der Puppen nötig. Aufgrund von Probewaschungen erhielt KP_2 in Changins den Wert 1,266 für volle und 1,053 für leere Puppen. Die entsprechenden Werte im Bois de Chênes betragen 1,020 bzw. 1,0.

3.32 Mortalität der Puppen

Neben den vollen, gesunden Puppen und den leeren Puparien geschlüpfter Tiere fielen bei den Bodenwaschungen aber noch aufgebrochene, deren Anteil je nach Jahr und Standort zwischen 0% und 7% betrug, volle und leere parasitierte, deren Anteile in einer späteren Arbeit ausführlich angegeben werden, und tote Puppen an. Die letzte Kategorie umfasst alle Puppen, die in irgendeinem Entwicklungsstadium vor dem Schlüpfen der Fliegen abgestorben waren. In Changins betrug ihr Anteil 1971 vom 3. Juni bis 1. September 1% (2 von 234), vom 11. September bis 15. November 5% (21 von 405) und im Winter 1971/1972 5% (3 von 62). Der Jahresdurchschnitt für 1971 betrug 4%, desgleichen für 1972 (33 von 804). Im Winter 1972/1973 bezifferte sich der Ausfall auf 10%. Im Bois de Chênes lauteten die Zahlen für 1971 vom 31. Mai bis 29. August 1% (2 von 370), vom 8. September bis 15. November 7% (41 von 632) mit dem Jahresdurchschnitt von 4%, im Winter 1971/1972 4% (4 von 97); der Jahresdurchschnitt für 1972 war 4% (15 von 353). Im Winter 1972/1973 bezifferte sich der Ausfall auf 12%.

Um die Mortalität von Puppen zu bestimmen, welche im Boden in 1,5 cm oder 7,5 cm Tiefe überwinterten, wurde im Winter 1972/1973 in Changins ein Freilandversuch angelegt. Es stellte sich heraus, dass die Überlebenschancen in 7,5 cm Tiefe 1,3mal grösser waren als in 1,5 cm.

Ein letzter Mortalitätsfaktor in Form der Bodenstruktur trifft die neugeschlüpften Adulten, wenn es ihnen nicht gelingt, die Bodenoberfläche zu erreichen. Er dürfte in den Beobachtungsjahren 1971 und 1972 quantitativ nicht in Betracht gefallen sein, da eine ausgesprochene Trockenperiode der Bodenverdichtung entgegenstand.

4. DISKUSSION

H. brassicae erleidet im Ei- und frühen L_1 -Stadium sowie im Puppenstadium die grössten Einbussen. Zum selben Schluss kam auch RITCHOT (1968) in Kanada. HASSAN (1967) gibt eine Prädationsrate von Eiern und Larven von 59% in der ersten und von 50% in der zweiten Generation in Schottland an. Carabiden sind für 30% der Eimortalität in England verantwortlich (COAKER, 1965 b). Ebenfalls in England betrug die aus den überlebenden Larven errechnete Gesamtemortalität nach HUGHES & SALTER (1959 b) im Jahre 1957 = 90,5% und 1958 = 94,7%.

Nach ABU YAMAN (1960) tritt der grösste Ausfall bei den Junglarven auf, wenn es ihnen nicht gelingt, sich in der Wirtspflanze einzurichten. Die Mortali-

tät ist niedrig bei sukkulenten Wurzeln und hoch bei reifem gehärtetem Wurzelwerk (READ, 1958).

Die Eiräuber stellen ein wichtiges Element in der Reduktion von *H. brassicae*-Populationen dar. Nach DAVIES (1963) und COAKER (1965 a) sind sie jedoch nicht imstande, eine Kruziferenkultur vor Schaden durch *H. brassicae* zu schützen. VAUTIER (1972) stellte fest, dass sich die Räuber einer stark ansteigenden Eiablage von *Hylemya* nicht in genügendem Masse anzupassen vermögen. Auch WRIGHT ET AL. (1960) sind der Ansicht, dass selbst bei 90% Prädationserfolg an den Eiern noch eine chemische Bekämpfung benötigt wird. Verschiedene Autoren berichten von einem negativen Einfluss unsachgemässer Insektizidbehandlung auf die Räuber (HUGHES & WORRALL, 1960, COAKER, 1965 a,b, 1966, MOWAT & COAKER, 1967, ECKENRODE, (1970) und die Parasitoiden (READ, 1960, 1962, 1964, MORRIS, 1960, FULDNER, 1960, BERTE ET AL., 1965, PITRE, 1965, HASSAN, 1967, HERTVELDT, 1967, SUNDRY & TAKSDAL, 1969). Der Prädations- und Parasitierungsgrad wird ferner durch Bodenart, die Kulturpflanze, die Vegetation der Umgebung und das Klima beeinflusst (SUNDBY & TAKSDAL, 1969).

Aus den für *H. brassicae* aufgeführten vorab in Changins 1971 gewonnenen Resultaten kann unter Annahme ähnlicher Populationsverluste abgeleitet werden, dass im Mittel an einer Pflanze während des Beobachtungsjahres 1971 in Changins aus 516 Eiern 10,4 Puppen (korrigierte Werte) entstanden und im Bois de Chênes aus 541 Eiern 11 Puppen, was an beiden Orten einem Vernichtungsquotienten von 98% entspricht. Während des Beobachtungsjahres 1972 entstanden in Changins je Pflanze aus 2385,2 Eiern 14 Puppen und im Bois de Chênes aus 1912,5 Eiern 11,9 Puppen, was in beiden Fällen einer Reduktion von 99,4% entspricht. Nach Abzug der Wintermortalität von den im Herbst verbliebenen vollen Puppen lassen sich von 1972 auf 1973 Vermehrungsraten von 1,28 in Changins und von 0,99 im Bois de Chênes errechnen. Obwohl 1972 im Bois de Chênes 3,55mal mehr Eier abgelegt wurden als im Vorjahr, stieg die Zahl der aus ihnen entstandenen Puppen kaum an (1,08mal mehr im Jahre 1972). In Changins jedoch entstanden in der gleichen Zeit aus 4,62mal mehr Eiern 1,35mal mehr Puppen. Es scheint, dass die Regulationsmechanismen im Beobachtungszeitraum im Bois de Chênes wirkungsvoller waren als in Changins. Die Annahme wird dadurch bekräftigt, dass im Jahre 1971 im Bois de Chênes total mehr Eier abgelegt wurden als in Changins, so dass hier die Ausgangslage für einen Populationszuwachs von *H. brassicae* schlechter war als dort.

Zusammenfassung

- 10 Pflanzen als Stichprobengrösse für die Erfassung der *Hylemya*-Populationen im Eistadium in einem Feld waren im allgemeinen genügend.
- Die Korrekturfaktoren zur Berechnung der absolut abgelegten Eizahl betragen 2,128, um die Prädation von Carabiden, 1,006 bis 1,181, um den Eiverlust durch Staphyliniden, 1,176 bis 1,352, um den Fehler bei der Probenahme der Eier und 1,020 bis 1,042, um den Fehler beim Auswaschen zu kompensieren.
- Die Schlupfrate der Freiland Eier von *Hylemya brassicae* BOUCHÉ betrug im Mittel 93% bis 95%.
- Die kritische Distanz, aus welcher die Junglarven von *H. brassicae* die Wirtspflanzen im Labor noch finden konnten, betrug 20 cm bis 25 cm.

- Der Verlust an frischgeschlüpften L₁ von *H. brassicae* belief sich im Freiland im Mittel auf 9,9%.
- Die Populationsverluste der Larven während des Wirtspflanzenbefalls sind gering.
- Die Korrekturfaktoren zur Berechnung der absoluten Puppenzahl von *H. brassicae* betragen 1,065 bis 1,182, um den Fehler bei der Probenahme der Puppen, und 1,0 bis 1,266, um den Fehler beim Auswaschen zu kompensieren.
- Von den *H. brassicae*-Puppen waren je nach Jahreszeit 0% bis 7% durch Prädatoren zerstört und 1% bis 10% in irgendeinem Entwicklungsstadium vor dem Schlüpfen der Fliegen abgestorben.
- *H. brassicae* erleidet im Ei- und frühen L₁-Stadium sowie im Puppenstadium die grössten Einbussen.
- Es fand in den Jahren 1971 und 1972 in Changins und im Bois de Chênes eine Reduktion vom Ei- zum Puppenstadium von 98% bis 99,4% statt.
- Die Vermehrungsrate von 1972 bis 1973 betrug in Changins 1,28 und im Bois de Chênes 0,99.

Résumé

- Un échantillon portant sur 10 plantes et destiné à relever le nombre d'œufs est en général suffisant pour suivre en champ les populations des différentes espèces d'*Hylemya*.
- Les facteurs de correction pour déterminer la ponte absolue sont de 2,128 pour la prédation par les carabes, 1,006 à 1,181 pour celle due aux staphylins, de 1,176 à 1,352 pour l'erreur due au prélèvement de l'échantillon et 1,020 à 1,042 pour compenser l'erreur du lavage.
- Le taux d'éclosion moyen d'œufs d'*Hylemya brassicae* BOUCHÉ en champ est de 93% à 95%.
- La distance critique à laquelle, en laboratoire, les jeunes larves d'*H. brassicae* peuvent encore retrouver la plante-hôte est de 20 cm à 25 cm.
- La perte des larves L₁ d'*H. brassicae* fraîchement écloses atteint 9,9% en champ.
- La mortalité des larves dans la plante-hôte est faible.
- Les facteurs de correction pour calculer le nombre absolu de pupes d'*H. brassicae* sont de 1,065 à 1,182 pour compenser l'erreur d'échantillonnage et de 1,0 à 1,266 pour l'erreur du lavage.
- Selon la saison, 0% à 7% des pupes furent détruites par des prédateurs et 1% à 10% à divers stades de développement avant l'émergence de la mouche.
- *H. brassicae* subit les plus grandes pertes au stade œuf et jeune larve L₁ ainsi qu'au stade pupes.
- Une réduction des populations de 98,0% et 99,4% a eu lieu du stade œuf à la pupes à Changins et au Bois de Chênes au cours des années 1971 et 1972.
- En incluant la mortalité hivernale le taux de multiplication de 1972 à 1973 fut de 1,28 à Changins et 0,99 au Bois de Chênes.

Summary

- The determination of the number of eggs from ten plants in a plot is generally sufficient for the field-study of populations of different species of *Hylemya*.
- The correction factors to determine the absolute number of eggs are: 2,128 for predation by ground beetles, 1,006 to 1,181 for predation by rove beetles, 1,176 to 1,352 for the error connected with sampling and handling the egg containing soil and 1,020 to 1,042 for error due to the washing method.
- The egg-hatching of *Hylemya brassicae* BOUCHÉ in the field is on average 93% to 95%.
- In the laboratory the young larvae of *H. brassicae* can reach the host plant from a maximum distance of 20 cm to 25 cm.
- The average loss of newly hatched first instar larvae of *H. brassicae* in the field is 9,9%.
- The mortality of the larvae in the host plant is low.
- The correction factors to calculate the absolute number of pupae of *H. brassicae* are 1,065 to 1,182 for the error connected with sampling and handling the pupae containing soil and 1,0 to 1,266 for error due to the washing method.
- Depending on the season 0% to 7% of the pupae of *H. brassicae* were eliminated by predators and 0% to 10% died in various states of development before the emergence of the fly.
- *H. brassicae* undergoes big losses in the egg-stage, early in the first instar larva-stage and in the pupa-stage.
- A reduction of the population of 98% to 99,4% was recorded between the egg and the pupa-stage at Changins and at Bois de Chênes during the years 1971 and 1972.
- When mortality during hibernation is taken into account, multiplication from 1972 to 1973 amounted to 1,28 at Changins and 0,99 at Bois de Chênes.

Bibliographie

- ABU YAMAN, I. K., 1960. *Natural control in cabbage root fly populations and influence of chemicals*. Meded. Landbouwhogeschool, Wageningen, 60 : 1-57.
- BERTE, F., DECRAEMER, S. & GILLARD, A., 1965. *Enkele resultaten betreffende een onderzoek over de koolvlieg *Delia brassicae* Bouché in België*. Meded. Landbouwhogeschool, Gent, 30 : 1496-1503.
- COAKER, T. H., 1965 (a). *The effect of soil insecticides on the natural balance of the cabbage root fly (*Erioischia (Hylemya) brassicae* Bouché)*. Broc. 12th Int. Congr. of Entomol. London, 590.
- COAKER, T. H., 1965 (b). *Further experiments on the effect of beetle predators on the numbers of the cabbage root fly, *Erioischia brassicae* (Bouché), attacking brassicae crops*. Ann. appl. Biol., 56 : 7-20.
- DAVIES, T. G., 1963. *Observations on the ground beetle fauna of Brassica crops*. Plant. Path., 12 : 7-11.
- ECKENRODE, C. J., 1970. *Ecology and control of the cabbage maggot in Wisconsin*. Ph. D. Thesis, Univ. Wisconsin, 123 p. Univ. Microfilm, Ann. Arbor, Mich. (70-19, 140).
- FINCH, S. & COAKER, T. H., 1969. *A method for the continuous rearing of the cabbage root fly *Erioischia brassicae* (Bouché) and some observations on its biology*. Bull. ent. Res., 58 : 619-627.
- FREULER, J., 1975. *Zeitliches Auftreten der verschiedenen *Hylemya*-Arten in der welschen Schweiz*. Mitt. Schweiz. Ent. Ges., im Druck.
- FULDNER, D., 1960. *Beiträge zur Morphologie und Biologie von *Aleochara bilineata* Gyll. und *A. bipustulata* L. (Coleoptera: Staphylinidae)*. Z. Morph. Ökol. Tiere, 48 : 312-386.
- HARCOURT, D. G., 1967. *Spatial arrangement of the eggs of *Hylemya brassicae* (Bouché) and a sequential sampling plan for use in control of the species*. Canad. J. Plant Sci., 47 : 461-467.
- HASSAN, S. A., 1967. *Some biological controlling factors of the cabbage root fly [*Erioischia brassicae* (Bouché)] in South-East Scotland and the effects thereon of the use of certain insecticides*. Ph. D. Thesis. Univ. Edinburgh, 204 p. Ex. Bibl. Univ. Edinburgh.
- HAWKES, C., 1969. *The behaviour and ecology of the adult cabbage root fly, *Erioischia brassicae* (Bouché)*. Ph. D. Thesis. Univ. Birmingham, 154 p. Ex. Bibl. Univ. Birmingham.
- HAWKES, C., 1972. *The diurnal periodicity and cycle of behaviour of the adult cabbage root fly (*Erioischia brassicae*)*. Ann. appl. Biol., 70 : 109-118.
- HERTVELDT, L., 1967. *Korte nota over het voorkomen van *Cothonaspis rapae* Westwood, parasiet van de koolvlieg (*Delia brassicae* Bouché)*. Biol. Jaarb. Dodonaea, 35 : 213-221.
- HUGHES, R. D. & MITCHELL, B., 1960. *The natural mortality of *Erioischia brassicae* (Bouché) (Dipt., Anthomyiidae): life tables and their interpretation*. J. Anim. Ecol., 29 : 359-374.
- HUGHES, R. D. & SALTER, D. D., 1959 (a). *The natural mortality of *Erioischia brassicae* (Bouché) (Diptera, Anthomyiidae) during the eggs stage of the first generation*. J. Anim. Ecol., 28 : 231-241.
- HUGHES, R. D. & SALTER, D. D., 1959 (b). *Natural mortality of *Erioischia brassicae* (Bouché) (Diptera, Anthomyiidae) during the immature stages of the first generation*. J. Anim. Ecol., 28 : 343-357.
- MILES, M., 1952 (a). *Further observations on the biology of the cabbage root fly, *Erioischia brassicae* Bouché*. Ann. appl. Biol., 39 : 385-391.
- MILES, M., 1952 (b). *Studies of British Anthomyiid flies*. Bull. ent. Res., 43 : 83-90.
- MILES, M., 1953. *Field studies on the influence of weather conditions on egg-laying by the cabbage root fly, *Erioischia brassicae* Bouché I*. Ann. appl. Biol., 40 : 717-725.
- MILES, M., 1954. *Field studies on the influence of weather conditions on egg-laying by the cabbage root fly, *Erioischia brassicae* Bouché II*. Ann. appl. Biol., 41 : 586-590.
- MISSIONNIER, J., 1967. *Influence de la nutrition sur la multiplication des *Anthomyiides**. Meded. Landbouwhogeschool, Gent, 32 : 338-356.
- MORRIS, R. F., 1960. *Control of root maggots in swede turnips in Newfoundland with heptachlor and aldrin and the effect on parasites and overwintering pupae*. J. econ. Ent., 53 : 65-67.
- MOWAT, D. J. & COAKER, T. H., 1967. *The toxicity of some soil insecticides to *Carabid* predators of the cabbage root fly (*Erioischia brassicae* (Bouché))*. Ann. appl. Biol., 59 : 349-354.
- MUKERJI, M. K. & HARCOURT, D. G., 1970. *Design of a sampling plan for studies on the population dynamics of the cabbage maggot, *Hylemya brassicae* (Diptera: Anthomyiidae)*. Canad. Ent., 102 : 1513-1518.
- PERRON, J. P. & LEROUX, E. J., 1962. *Méthode d'échantillonnage pour l'étude des populations naturelles de la mouche de l'oignon dans le Québec*. Ann. Soc. ent. Québec, 95-107.
- PITRE, H. N., 1965. *Natural predators and parasites in relation to chemical control of the cabbage maggot, *Hylemya brassicae* (Bouché), in Wisconsin*. Ph. D. Thesis. Univ. Wisconsin, 105 p. Univ. Microfilm, Tylers Green, High Wycombe, England (65-5146).
- READ, D. C., 1958. *Factors influencing infestation and injury of rutabagas by root maggots (Diptera: Anthomyiidae) in Prince Edward Island. I. Field studies*. Canad. J. Plant Sci., 38 : 188-198.
- READ, D. C., 1960. *Effect of soil treatments of heptachlor and parathion on predators and parasites of root maggots attacking rutabagas on Prince Edward Island*. J. econ. Ent., 53 : 932-935.

- READ, D. C., 1962. *Notes on the life history of Aleochara bilineata* (Gyll.) (Coleoptera: Staphylinidae), and on its potential value as a control agent for the cabbage maggot, *Hylemya brassicae* (Bouché) (Diptera: Anthomyiidae). *Canad. Ent.*, 94 : 417-424.
- READ, D. C., 1964. *Chemical control of the cabbage root maggot integrated with natural controls*. *Canad. Ent.*, 96 : 136-137.
- RITCHOT, C., 1968. *Biologie et répression des larves des racines, Hylemya spp., infestant les cultures de crucifères*. Ph. D. Thesis. Univ. McGill, 156 p. Univ. Microfilms, Tylers Green, High Wycombe, England (3205).
- SCHNITZLER, W. H., 1969 (b). *Über den Einfluss des Bodens, der Düngung, der Bewässerung, des Aussattermins und der Sorten auf den Befall von Rettich und Radieschen durch die kleine Kohlflye, Phorbia brassicae Bouché* (Diptera: Anthomyiidae). *Z. ang. Ent.*, 64 : 353-377.
- SUNDBY, R. A. & TAKSDAL, G., 1969. *Surveys of parasites of Hylemya brassicae* (Bouché), and *H. floralis* (Fallén) (Diptera, Muscidae) in Norway. *Nordsk. ent. Tidsskr.*, 16 : 97-106.
- SWAILES, G. E., 1963. *Effects of temperature on hatching and on longevity of starved first-instar larvae of Hylemya brassicae* (Bouché) (Diptera: Anthomyiidae). *Canad. Ent.*, 95 : 878-881.
- SWAILES, G. E., 1971. *Reproductive behaviour and effects of the male accessory gland substance in the cabbage maggot, Hylemya brassicae*. *Ann. Ent. Soc. Am.*, 64 : 176-179.
- TRAYNIER, R. M. M., 1965. *Studies on oviposition by the cabbage root fly, Erioeschia brassicae* (Bouché) (Diptera, Anthomyiidae). Ph. D. Thesis. Univ. Birmingham, 117 p.
- VAUTIER, Ph., 1972. *Importance des prédateurs dans la réduction numérique des œufs d'Hylemya brassicae* (Bouché) et *Hylemya liturata* (Meigen), Anthomyiidae (Muscidae) Diptera, au Bois de Chênes et Changins. Diplomarbeit Abt. VII, ETH Zürich.
- WRIGHT, D. W., HUGHES, R. D. & WORRALL, J., 1960. *The effect of certain predators on the numbers of cabbage root fly (Erioeschia brassicae* (Bouché)) and the subsequent damage caused by the pest. *Ann. appl. Biol.*, 48 : 756-763.
- ZOHREN, E., 1968. *Laboruntersuchungen zu Massenzucht, Lebensweise, Eiablage und Eiablageverhalten der Kohlflye, Chortophila brassicae Bouché* (Diptera, Anthomyiidae). *Z. ang. Ent.*, 62 : 139-188.

