

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

Herausgeber: Schweizerische Entomologische Gesellschaft

Band: 51 (1978)

Heft: 4

Artikel: Zucht des Apfelwicklers (*Laspeyresia pomonella* L.) auf künstlichem Nährboden, 1968-78

Autor: Mani, E. / Riggensbach, W. / Mendik, M.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-401890>

Nutzungsbedingungen

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

Conditions d'utilisation

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

Terms of use

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

Download PDF: 27.01.2026

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

Zucht des Apfelwicklers (*Laspeyresia pomonella* L.) auf künstlichem Nährboden, 1968–78

E. MANI, W. RIGGENBACH UND M. MENDIK,

Eidg. Forschungsanstalt für Obst-, Wein- und Gartenbau, CH-8820 Wädenswil

Rearing of the codling moth Laspeyresia pomonella L. on artificial diet, 1968–78 – A total of 1,5 millions of codling moths have been reared on artificial diets. The moths were used for a SIT program and for studies on dispersal and reproduction biology. The production was highest in 1973 and 1974 with 350 000 moths per year. At the end of each season diapausing larvae were produced as a stock for the following year.

Until 1975 a modification of the Canadian diet (BRINTON *et al.*, 1969) and later a simplified diet was used. The two diets were compared over several generations and did not differ in their results. Moths were kept for oviposition in the greenhouse. Larvae developed in open trays in climatized rooms with lateral entrance of the air. The yield of the rearing was 170 moths/kg diet. The pupal weight was 29,1 mg for males and 35,6 mg for females. 15–20% of the moths produced had to be used to maintain the rearing.

Molds occurring on the diet, granulosis disease of larvae, an increased mortality of young larvae and the rapid collection of emerged moths are main problems of the rearing. Molds and granulosis may be considerably reduced by rigorous measures of sanitation.

Regular tests showed that the quality of reared moths was nearly equivalent to the quality of moths from field collected material.

Für biologische Untersuchungen und für die Anwendung von Alternativmethoden zur chemischen Bekämpfung (z.B. Autozidmethode), ist man auf leistungsfähige Laboratoriumszuchten angewiesen.

Der Apfelwickler wurde erstmals über mehrere Generationen von DICKSON *et al.* (1952) in Zucht gehalten. Dabei wurden für die Entwicklung der Raupen Ausdünnäpfel verwendet. Im Zusammenhang mit den Untersuchungen über die Anwendung der Autozidmethode in Kanada und dem Nordwesten der USA Ende der fünfziger/anfangs der sechziger Jahre wurde die Methode für grössere Zuchten weiter entwickelt (PROVERBS & NEWTON, 1962; HAMILTON & HATHAWAY, 1966).

Aus verschiedenen Gründen – nicht zuletzt, um während des ganzen Jahres unter uniformen Bedingungen züchten zu können – war ein Wechsel auf künstliche Nährböden vorteilhaft. REDFERN (1964) züchtete den Apfelwickler erstmals mit Erfolg auf einem künstlichen Nährboden. Die Entwicklung zu einer Massenzucht erfolgte dagegen durch HAMILTON & HATHAWAY (1966) und BRINTON *et al.* (1969). Weitere Nährböden wurden verschiedenerorts mit mehr oder weniger Erfolg für die Apfelwicklerzucht eingesetzt (BUTT 1975).

Die beim Apfelwickler verwendeten Nährböden stützen sich auf Formulierungen ab, die bei andern phytophagen Insekten mit Erfolg eingesetzt worden sind. Es sind dies reichhaltige Mischungen, in denen häufig Vollweizenmehl, Sojamehl, Maisgriess, Weizenkeimlinge, Casein, Hefe und Zucker vorkommen. Dazu werden oft Vitamine, Mineralsalze, Öle usw. beigemischt. Untersuchungen über den effektiven Nahrungsanspruch der Apfelwicklerlarven wurden in kleinem Rahmen von REDFERN (1964) und ROCK (1967) durchgeführt. Dabei erwiesen sich Vitamin C und einzelne ungesättigte Fettsäuren für das Raupenwachstum als unentbehrlich.

Als Textursubstanzen werden entweder Sägemehl und Papiermasse oder gelierende Stoffe wie Agar und Na-Alginate verwendet.

An unserer Forschungsanstalt wird der Apfelwickler seit 1963 im Labor gezüchtet (WILDBOLZ & RIGGENBACH, 1969). Als Raupenfutter wurden vorerst Ausdünnäpfel oder ausgereifte Früchte der gut lagerfähigen Sorte Bohnapfel verwendet. Im Jahre 1968 begannen wir mit den Versuchen auf künstlichen Nährböden (WILDBOLZ & MANI, 1971; MANI *et al.*, 1975a). Dabei erprobten wir eigene Formulierungen und die uns zu diesem Zeitpunkt bekannten Nährböden von REDFERN (1964), HAMILTON & HATHAWAY (1966), BRINTON *et al.* (1969), SENDER (1969). Bei der Zucht in offenen Schalen (Abb. 3) erwiesen sich die Nährböden mit dem relativ teuren Agar als ungeeignet, da sie innerhalb kurzer Zeit austrockneten und eine schlechte Zuchtausbeute ergaben. Der Nährboden von BRINTON *et al.* (1969) brachte dagegen von Beginn an einen guten Zuchterfolg. In dieser Arbeit soll nun über unsere Erfahrungen mit einem leicht modifizierten Nährboden nach BRINTON *et al.* (1969) und einem zusammen mit SENDER weiterentwickelten vereinfachten Nährboden berichtet werden.

MATERIAL UND METHODE

Zubereitung der Nährböden

Die Zusammensetzung der beiden von uns verwendeten Nährböden ist in Tab. 1 enthalten. Beim Nährboden 1 handelt es sich im wesentlichen um denjeni-



Abb. 1: Zubereitung des Nährbodens; Planetenrührwerk mit 60 Liter Doppelwandkessel für Dampfbeheizung (Photo A. Staub).

Tab. 1: Zusammensetzung der Nährböden

Bestandteile	g/kg Nährboden	
	Nährboden 1	Nährboden 2
Wasser	ca. 660	ca. 650
Sägemehl	80	80
Papiermasse	15	15
Zucker	30	10
Vollweizenmehl	120	60
Maisgries	-	60
Weizenkleie	20	30
Weizenkeimlinge	16	30
Casein	30	-
Futterhefe	-	50
Sonnenblumenöl	4	-
Wesson'sche Salzmischung	6,8	-
Cholinchlorid	1,0	-
a-Tocopherol	0,15	-
Wirkstoffmischung	6,55	-
Vitamin C	-	5,5
Zitronensäure	10	10
Sorbinsäure	-	0,9
Propionsäure	3,2	3,2
Aureomycin	-	0,09
Calcored	0,04	0,04
<u>Wirkstoffmischung</u>	mg/kg Nährboden	
Vitamin C	5500	
Nikotinsäureamid	10	
Calciumpantothenat	10	
Riboflavin	5	
Thiamin	2,5	
Pyridoxin	2,5	
Folsäure	2,5	
Biotin (2%)	10	
Vitamin B ₁₂ (0,1%)	20	
Sorbinsäure	900	
Aureomycin	90	

gen von BRINTON *et al.* (1969). Beigefügt wurde zusätzlich kaltgepresstes Sonnenblumenöl, a-Tocopherol und Propionsäure. Beim einfacheren Nährboden 2 wurde das relativ teure Casein, die Vitamin B-Mischung, die Wesson'sche Salzmischung, das Cholinchlorid, das Sonnenblumenöl, das a-Tocopherol und ein Teil des Vollweizenmehls und Zuckers durch Maisgries und Futterhefe ersetzt. Bis Ende 1975 wurde vorwiegend auf Nährboden 1, nachher auf Nährboden 2 gezüchtet.

Anfänglich erfolgte die Zubereitung des Nährbodens mit einer Kenwood Peerless Rührmaschine und ab Sommer 1971 mit einem Artofex Planetenrührwerk, Typ RG-6 der Firma Aeschbach, Aarau, das für unsere Zwecke mit einem 60 Liter Doppelwandkessel für Dampfheizung ausgerüstet wurde (Abb. 1).

Die Zubereitung des Nährbodens ist in Tab. 2 schematisch dargestellt. Zuerst wird annähernd die volle Menge Wasser zusammen mit Sägemehl, Papiermasse und Zucker in den Kessel gegeben und während 10 Minuten gekocht. Nach dem Beifügen von Maisgriess wird unter ständigem Rühren 5 Minuten weiter gekocht. Dann wird der Dampf abgestellt und Vollweizenmehl, Kleie, Weizenkeimlinge und Futterhefe in das noch heisse Substrat gegeben und weitere 10 Minuten gemischt. Anschliessend erfolgt unter ständigem Rühren die Abkühlung des Nährbodens. Dieser Abkühlprozess wird durch Einleiten von kaltem Wasser in den Doppelwandkessel beschleunigt. In dieser Zeit werden die pilz- und bakterienhemmenden Stoffe Zitronensäure, Sorbinsäure, Propionsäure und Aureomycin zugesetzt. Sobald der Nährboden auf 40 °C abgekühlt ist, wird Vitamin C beigelegt. Nun wird die Konsistenz des Nährbodens beurteilt und bei Bedarf noch etwas Wasser zugegeben. Am Schluss wird der Fettfarbstoff Calco-oil red Z-1700 (gelöst in 80° heissem Öl) hinzugefügt und das Ganze während 15 Minuten weiter gemischt.

Tab. 2: Zubereitung des Nährbodens 2

Wasser)		
Sägemehl	)	Aufheizen	
Papiermasse	)	mit Dampf	Kochen + Rühren (10')
Zucker)		
Maisgries			Kochen + Rühren (5')
Vollweizenmehl)		
Kleie	)	Dampf	
Weizenkeimlinge	)	abschalten	Rühren (10')
Futterhefe)		
Zitronensäure)		
Sorbinsäure	)	Abkühlen	
Propionsäure	)		Rühren (15')
Aureomycin)		
Vitamin C	)	40°C	
Calcored	)		Rühren (15')

(Bei Nährboden 1 wird Casein anstelle der Futterhefe, Wesson'sche Salzmischung und Cholinchlorid nach der Zitronensäure, Vitamin B-Komplex mit Vitamin C, Sonnenblumenöl sowie α-Tocopherol anschliessend zugesetzt)

Das fertig zubereitete Substrat wird in PVC-Fotoentwicklerschalen ohne Bodenrillen (25 x 30 x 5 cm) gegeben (2 kg/Schale) und ausgestrichen (Nährbodendicke ca. 2,5 cm). Anschliessend wird die Oberfläche des Nährbodens mit einer Gabel leicht aufgeritzt und zur Verhinderung eines zu raschen Wasserverlustes mit einer dünnen Paraffinschicht versehen (HOWELL 1967). Für das Aufspritzen des Paraffins wird eine elektrisch geheizte Farbspritzpistole, Typ F-41/Thermor Heiss-Spritzpistole der Firma Serva Technik, Glattbrugg, verwendet (Abb. 2). Das Aufspritzen des Paraffins erfolgt aus einer Distanz von 20–30 cm. Das Paraffin erstarrt so vor dem Auftreffen auf dem Nährboden und gelangt in Form kleiner Plättchen auf die Nährbodenoberfläche.



Abb. 2: Paraffinierung des in die Schalen eingefüllten Nährbodens (Photo A. Staub).

Zuchteinrichtungen

Die Eiablage erfolgt im Gewächshaus (20–27 °C; rel. Luftf. 50–90%; Tageslicht mit Zusatzbeleuchtung). Die Entwicklung vom Ei bis zum Falter findet in klimatisierten Räumen statt (Tab. 3). In den Zuchtkammern sorgt ein System für die interne Luftumwälzung. Dabei wird die Luft in der Mitte der Kammer angesogen und seitlich durch gelochte Aluminiumwände eingeblasen. Sie streicht mit ei-

Tab. 3: Temperatur, Luftfeuchtigkeit und Photoperiode in den Zuchträumen

	Temperatur °C	rel. Luftfeuchtigkeit %	Photoperiode Std
Lagerung der Eier	12	70–80	18
Lagerung des Nährbodens (2 Tage)	24	40–50	0
Schlüpfen der Räumchen (3 Tage)	24	40–50	0
Raupenentwicklung	27	80–90 später 60–70	18
Puppenentwicklung, Falterschlüpfen	27	50–60	18

ner Geschwindigkeit von 5–10 cm/sec über die Nährbodenoberfläche. Zudem wird den Zuchträumen alle 6 Stunden für eine halbe Stunde filtrierte Frischluft zugeführt (20 m³/Std).



Abb. 3: Blick in die Zuchtkammer für die Raupenentwicklung. Fahrbare Chromstahlgestelle mit den mit Nährboden gefüllten Schalen.



Abb. 4: Schlüpfen der Falter. Die Falter sammeln sich in den über die Plastiktrichter gestülpten Dosen.

Die Nährbodenschalen werden in fahrbaren Chromstahlgestellen (180 x 60 x 40 cm) gehalten (Abb. 3). Bei Beginn des Falterschlüpfens werden diese Gestelle seitlich mit Blechwänden geschlossen. Die Hinterseite wird zur Ermöglichung der Ventilation mit einem engmaschigen Gitter versehen, und die Gestelle werden dicht an die Zellenwände geschoben. Die Vorderwand besitzt 8 mit Plastiktrichtern versehene Öffnungen, durch welche die schlüpfenden Falter ausfliegen und sich in den Plastikbüchsen ansammeln (Abb. 4).

Eiablage

Für die Eiablage werden bei kleinerer Zucht 1,5 Liter grosse Polystyrolzylinder verwendet, deren innere Fläche mit einer Polyäthylenfolie ausgekleidet ist. Der Zylinder wird beidseits durch Baumwollgewebe abgeschlossen (Abb. 5). Bei grösserer Zucht benützen wir die Eiablagetrommel nach PROVERBS & LOGAN (1970). Für die Konstruktion der Trommel wurde Plexiglas anstelle von Holz verwendet, und die innere Trommelwand wurde mit einem Baumwollgewebe überspannt. In die

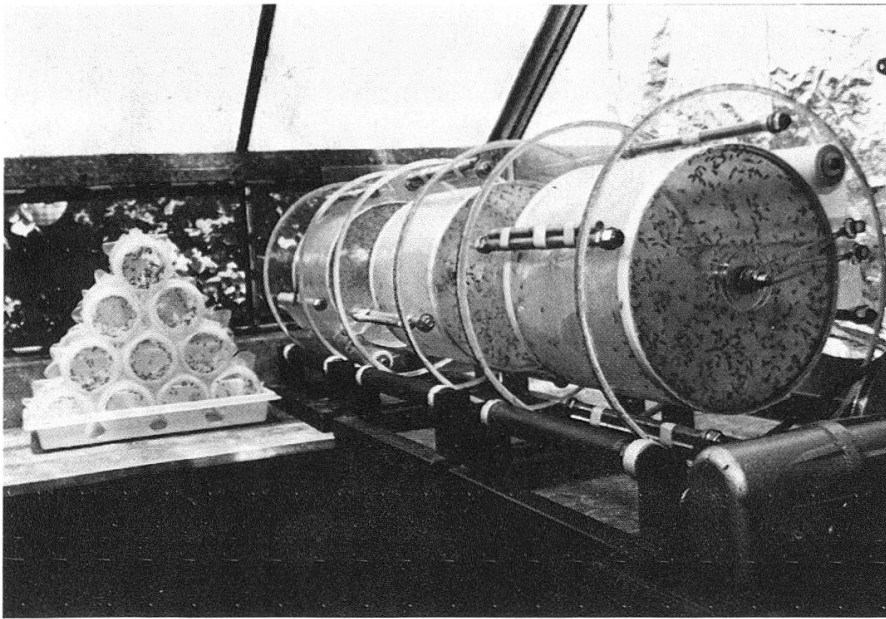


Abb. 5: Eiablage im Gewächshaus; links die kleinen Eiablagebehälter; rechts die Eiablagetrommeln.

kleinen Zuchtbehälter werden 30–40 Falterpaare und in die Eiablagetrommel 300–400 Falterpaare gegeben. Bei den Zylindern wird die eibesetzte Polyäthylenfolie alle 2–3 Tage und bei den Eiablagetrommeln das Wachspapier alle 1–2 Tage gewechselt. Den Faltern wird Wasser geboten, das jeweils am Morgen mit einem Handsprayer in die Eiablagebehälter gespritzt wird.

Zucht

Im allgemeinen wird einmal wöchentlich Nährsubstrat zubereitet (am Mittwoch). Die Infektion mit den schlüpfbereiten Eiern erfolgt 2 Tage später (am Freitag). Die mit Eiern besetzten Folien werden nach dem Einsammeln zu 12 °C gegeben. Unter Berücksichtigung der Wärmemenge, die zur Embryonalentwicklung notwendig ist, werden die Eifolien sukzessiv so an die Wärme genommen, dass sich möglichst alle Eier am Freitag im Schwarzkopfstadium oder kurz davor befinden.

Für das Infizieren werden die Eifolien in 1–2 cm breite Streifen geschnitten. Diese Streifen werden auf den Nährboden gegeben (1000–1200 Eier/Schale) und während 3 Tagen auf diesem belassen. Nach dem Entfernen der Streifen werden Temperatur und Luftfeuchtigkeit erhöht (Tab. 3). Gegen Ende der Raupenentwicklung wird die relative Luftfeuchtigkeit in der Zuchtkammer nach und nach vermindert und beträgt während des Schlüpfens der Falter noch 50–60%. Die in den Büchsen gefangenen geschlüpften Falter werden jeweils morgens und abends eingesammelt und zu 12 °C gebracht.

Die Zucht war jeweils in den Monaten Mai bis August auf dem Höhepunkt. In dieser Zeit wurden pro Woche zwischen 50–100 Schalen zubereitet und mit Eiern infiziert. In den Monaten September bis November wurde noch ein Vorrat an Diapause-raupen für das folgende Jahr produziert. Ab Mitte Dezember bis anfangs März war die Zucht – nicht zuletzt für eine gründliche Reinigung der Räume und Geräte – eingestellt. Anfangs März wurde die Zucht mit Diapause-raupen wieder aufgenommen.

Bis zum Jahre 1974 wurde ein Apfelwicklerstamm gezüchtet, der seit dem Jahre 1963 im Labor in Zucht gehalten wurde (WILDBOLZ & RIGGENBACH, 1969). Er stammte von in der Zentral- und Ostschweiz gesammelten Diapause-raupen. Im Frühjahr 1974 wurde die Zucht auf einen neuen Freilandstamm aus demselben Herkunftsgebiet umgestellt.

Hygienemassnahmen

Zur Gewährleistung einer ausreichenden Hygiene werden folgende Massnahmen durchgeführt:

- Der Boden der Zuchträume wird wöchentlich mit einer Natriumhypochloridlösung (5%) gewaschen und mit Wasser nachgespült. Zusätzlich wird Formaldehyd verdampft ($1 \text{ cm}^3/\text{m}^3$ Zuchtraum).
- Die Zuchträume werden abwechselungsweise alle 3 Monate geleert und gereinigt. Nach Verdampfen von Formaldehyd wird der Raum während 3 Tagen auf 45°C aufgeheizt.
- Die Zuchtschalen werden vorgereinigt und nachher mit Wasser unter Zusatz eines Reinigungsmittels (Ajax) gründlich gewaschen. Anschliessend werden sie bei 50°C getrocknet. Vor der Wiederverwendung werden sie während 18 Std. in eine Formalinlösung (5%) eingelegt.
- Die Zuchtgestelle werden jeweils mit einem Dampfstrahlgerät gereinigt.
- Die Nährböden werden 10 Tage nach Zuchtbeginn mit einem Propionsäure-Äthylalkoholgemisch (Verhältnis 1:20) übersprüht. Zudem werden die Nährböden regelmässig auf Pilzinfektionen inspiziert (vor allem ab der dritten Woche nach Zuchtbeginn). Vorhandene Infektionen werden durch Auftropfen des erwähnten Gemisches vernichtet.

RESULTATE UND DISKUSSION

In den Jahren 1968–1978 wurden 1,5 Millionen Falter gezüchtet (ca. 1,2 Mio auf Nährboden 1 und 0,3 Mio auf Nährboden 2). Die Hauptproduktion mit rund 350000 pro Jahr erfolgte in den Jahren 1973 und 1974, als der Grossteil der Falter für das Autozidprojekt Marschlin verwendet wurde (MANI *et al.*, 1978). In diesen beiden Jahren erreichte die Zucht jeweils im Juli ihren Höhepunkt mit einer Produktion von 30000 Faltern pro Woche.

In Tab. 4 sind die Daten über den Zuchterfolg auf Nährboden 1 enthalten. Vergleichende Versuche im Jahre 1975 über 8 Generationen zeigten, dass die Angaben auch für den Nährboden 2 zutreffen. Zudem sind sie in guter Übereinstimmung mit den andernorts in Massenzuchten erhaltenen Werten (BRINTON *et al.*, 1969; HOWELL, 1971; BATISTE & OLSON, 1973; HATHAWAY *et al.*, 1973).

Die durchschnittliche Eizahl pro Weibchen basiert auf einer grösseren Anzahl von Eiablageversuchen, die jeweils mit 5 Falterpaaren pro Zuchtbehälter durchgeführt wurden. Bei 30–40 Falterpaaren pro Zuchtbehälter oder 300–400 Falterpaaren pro Eiablagetrommel war die Eizahl 10% geringer. Auch das Schlüpfen der Jung-raupen liegt unter Massenzuchtverhältnissen rund 15% tiefer (Eier werden oft gruppenweise abgelegt, Verluste beim Zerschneiden der Eiablagefolien).

Die Eiablage wurde ins Gewächshaus verlegt, weil sie dort ausgeglichener als in den klimatisierten Zuchträumen war. An sich könnte die Eiablage durch Verab-

Tab. 4: Zuchterfolg und Kosten der Apfelwicklerzucht auf Nährboden 1

Zahl Eier/Weibchen	(a)	105 (41-192)
% geschlüpfte Eier	(b)	89 (82-96)
Zahl Spermatophoren/Weibchen	(c)	0,9
Puppengewicht in mg	(d)	♀ 35,6 (24,6-47,5) ♂ 29,1 (21,8-38,0)
Entwicklungsdauer Ei bis 50% der Falter geschlüpft	(e)	31 (29-33)
Zahl Eier/kg Nährboden		500-600
% Eier, die sich zu Faltern entwickeln	(f)	30 (8-63)
Zahl Falter/kg Nährboden	(f)	170 (45-345)
g Nährboden/Falter	(f)	5,9 (2,9-20,8)
Kosten des Nährbodens in Fr./1000 Falter		
(Nährboden 1)		6.90 (3.50-26.40)
(Nährboden 2)		4.70 (2.30-18.--)
Kosten der Arbeit in Fr./1000 Falter		25.-- (12.--bis 75.--)
% Falter, die zur Erhaltung der Zucht notwendig sind		15-20

- (a) basiert auf 500 Falterpaaren; 5 Falterpaare pro Zuchtbehälter
(b) basiert auf der Eiablage von 250 Falterpaaren; 5 Falterpaare pro Zuchtbehälter
(c) basiert auf 500 Falterpaaren; 5 Falterpaare pro Zuchtbehälter
(d) basiert auf je 300 Puppen (1 Tag vor dem Schlüpfen)
(e) basiert auf 150 Zuchtschalen (10 Serien zu 15 Schalen)
(f) basiert auf 360 Zuchtschalen (jeweils 6 Schalen pro Serie in den Jahren 1974-76)

reichung von Zucker- oder Honigwasser um etwa ein Drittel gesteigert werden (ULRICH, 1970; E. MANI, unveröffentlicht), doch wurde aus arbeitstechnischen Gründen nur Wasser gefüttert.

Die durchschnittliche Produktion von 170 Faltern pro kg Nährboden ist für eine Massenzucht günstig. Doch darf die grosse Streuung (45-345 Falter/kg Nährboden) nicht übersehen werden, die auf verschiedene Mortalitätsfaktoren zurückzuführen ist.

Die frisch geschlüpften Räumchen zeigen eine ausgeprägte Tendenz, sich gegen das Licht hin zu bewegen. In beleuchteten Räumen verlässt ein Teil der Raupen die Nährbodenschalen und geht verloren. In dunklen Räumen ist dieser Verlust geringer. Dauert die Dunkelperiode allerdings über 3 Tage, entstehen in zunehmendem Masse Diapause-raupen.

Das Einbohren der frisch geschlüpften Räumchen in den Nährboden wird durch die chemische und physikalische Beschaffenheit des Nährbodens beeinflusst. Es ist denn auch schwierig, dem Räumchen optimale Bedingungen zu bieten (HOWELL, 1972). Gegenüber den Angaben von BRINTON *et al.* (1969) mussten wir den Wassergehalt des Nährbodens um 10% reduzieren. Andernfalls hatten wir zu viel freies Wasser an der Oberfläche der Nährböden und eine erhöhte Jung-raupen-mortalität. Durch die zweitägige Lagerung der frisch zubereiteten Nährböden bei 40-50% relativer Luftfeuchtigkeit wurde eine oberflächliche Abtrocknung erreicht, was das spätere Eindringen der Räumchen verbesserte.

Der Feuchtigkeitsgehalt im Nährboden wird weitgehend durch die Luftfeuchtigkeit und die Ventilationsverhältnisse in der Zuchtkammer (Luftum-

wälzung, Frischluftzufuhr) beeinflusst. Es braucht denn auch eine gewisse Erfahrung, um während der ganzen Zuchtdauer einen optimalen Feuchtigkeitsgehalt im Nährboden zu erhalten. Ist der Nährboden zu feucht, resultiert eine erhöhte Virusinfektion. Trocknet er zu rasch aus, verzögert sich die Raupenentwicklung, und die Puppen- und Faltergewichte sinken.

Im Jahre 1969 trat eine starke Mortalität unter den Jungraupen auf. Verantwortlich dafür waren von Borkenkäferbekämpfung herrührende Insektizidrückstände im Sägemehl. Seither wird darauf geachtet, in einer Kleinsägerei insektizidfreies Sägemehl zu erhalten.

Das Granulosevirus ist in der Zucht ständig vorhanden, konnte aber im Gegensatz zum erstmaligen Auftreten im Jahre 1970 unter Kontrolle gehalten werden. Dies dürfte eine Folge der verschärften Hygienemassnahmen sein. Die Desinfektion der Eier mit Natriumhypochlorid oder Formaldehyd, wie sie andernorts üblich ist, wurde von uns fallengelassen, ohne dass es zu Nachteilen kam.

Pilzinfektionen (*Penicillium* sp.) verursachen uns von Zeit zu Zeit Schwierigkeiten. Sie treten meist nach der dritten Woche der Raupenentwicklung auf und können zu starken Einbussen in der Zucht führen. Sorgfältige Hygiene erweist sich auch hier als entscheidender Faktor. Wesentlich verbessert wurde die Situation durch eine bessere Filtrierung der Frischluft. Dem Nährboden werden Zitronensäure, Sorbinsäure und Propionsäure als Pilzhemmer beigemischt. Der Zusatz von Propionsäure verbessert diese Wirkung beträchtlich, führt allerdings zu einem etwas geringeren Puppengewicht. Das Übersprühen des Nährbodens mit dem Propionsäure-Äthylalkoholgemisch befriedigt ebenso gut wie das Benzoesäure-Äthylalkoholgemisch, das leicht zu Allergien führt.

Drosophilainfektionen sind für die Zucht sehr lästig. Sie lassen sich im Herbst bei ungenügend vor Zuflug abgeschirmten Zuchträumen nur schwer vermeiden. Vermehrte Aufmerksamkeit erforderte dieses Problem nach dem Wechsel von Nährboden 1 auf den hefehaltigen Nährboden 2. Infektionen mit Milben waren selten und beeinträchtigten die Zucht nur kurzfristig.

Ein Problem besteht darin, dass sich die frisch geschlüpften Falter möglichst rasch in die Plastikdosen begeben. Durch den leichten Luftstrom im Schlüpfkasten (Ventilation) wird die Situation verbessert. Trotzdem sind 5–10% der in den Büchsen gesammelten Falter bereits kopuliert. HUTT *et al.* (1972) und BATISTE & OLSON (1973) konnten durch die Kombination von Lichtattraktion und Kühlung die Kopulationsrate noch etwas vermindern.

Die Produktion von Diapauseraupen ist insofern einfach, als die unter Kurztag (Lichtphase 12 Std.) gezüchteten Raupen ihr Verhalten am Ende der Entwicklung ändern. Während sich die unter Langtag (Lichtphase 18 Std.) gehaltenen Raupen zu über 90% im Nährboden verpuppen, verlassen die unter Kurztag gezüchteten Raupen den Nährboden am Ende ihrer Entwicklung und klettern an den Chromstahlgestellen in die Höhe. Sie suchen oben angelangt nach Einspinnungsmöglichkeiten, die sie in zusammengerollten Wellkartonstreifen finden. Die mit Raupen besetzten Streifen werden zur Überwinterung ins Freiland oder in Kühlräume (6°) gegeben. Auf diese Weise wurden in den letzten Jahren etwa 300 000 Raupen produziert und überwintert.

Eine zentrale Bedeutung für biologische Versuche und für die Autozidmethode kommt der Qualität der gezüchteten Tiere zu. Aus diesem Grunde führten wir regelmässige Qualitätstests durch (MANI *et al.* 1975b, NIEMCZYK *et al.* 1977, E. MANI, unveröffentlicht). Dabei erwiesen sich die gezüchteten Falter meist

als gleichwertig mit Faltern aus im Freiland gesammelten Raupen. Es konnten auch keine Unterschiede festgestellt werden zwischen Tieren, die 10 Generationen und solchen, die mehr als 100 Generationen im Laboratorium gezüchtet worden waren. Dies dürfte unter anderem dem Umstand zuzuschreiben sein, dass die Falter und Eier wechselnden Temperaturen ausgesetzt werden, und dass die Zucht im Winter unterbrochen und mit im Freiland gelagerten Diapause-raupen überbrückt wird.

Die in Tab. 4 enthaltenen Kostenschätzungen beziehen sich nur auf die Substrat- und Arbeitskosten. Amortisation und Verzinsung der Einrichtungen sind nicht berücksichtigt. BUTT (1975) führt für die Apfelwicklerzuchten in Summerland (British Columbia) und Yakima (Washington State) geringere Arbeitskosten auf, was sich aus der Grösse der genannten Zuchten erklärt.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die Hauptprobleme im Zucht-ablauf das Auftreten von Schimmelpilzen bei den Nährböden, die Granulose bei den Raupen, die Jung-raupenmortalität und das ungenügend rasche Ausfliegen aller Falter aus dem Schlüpfkasten bleiben. Für die Produktion in der vorliegenden Grössenordnung hat sich aber das beschriebene Zuchtsystem gut bewährt.

VERDANKUNGEN

Frau A. STAUB danken wir für die langjährige Mithilfe bei der Zucht. Herrn Dr. TH. WILDBOLZ gilt unser bester Dank für das stete Interesse für die Zucht und für die kritische Durchsicht unseres Manuskriptes.

LITERATUR

- BATISTE, W.C. & OLSON, W.H. 1973. *Codling moth: Mass production in controlled-environment rearing units*. J. econ. Ent. 66: 383-388.
- BRINTON, F.E., PROVERBS, M.D. & CARTY, B.E. 1969. *Artificial diet for mass production of the codling moth, Carpocapsa pomonella (Lepidoptera: Olethreutidae)*. Can. Ent. 101:577-584.
- BUTT, B. 1975. *Survey of synthetic diets for codling moths. Sterility principle for insect control 1974*. Internat. Atomic Energy Agency, STI/PUB 377, 565-578.
- DICKSON, R.C., BARNES, M.M. & TURZAN, C.L. 1952. *Continuous rearing of the codling moth*. J. econ. Ent. 45: 66-68.
- HAMILTON, D.W. & HATHAWAY, D.W. 1966. *Codling moths*. In: Smith, C.N. (ed.), *Insect colonization and mass production*. Academic Press, New York and London, 339-354.
- HATHAWAY, D.O., LYDIN, L.V., BUTT, B.A. & MORTON, L.J. 1973. *Monitoring mass rearing of the codling moth*. J. econ. Ent. 66: 390-393.
- HOWELL, J.F. 1967. *Paraffin films to control dehydration of an artificial rearing medium for codling moth*. J. econ. Ent. 60: 289-290.
- HOWELL, J.F. 1970. *Rearing the codling moth on an artificial diet*. J. econ. Ent. 63: 1148-1150.
- HOWELL, J.F. 1971. *Problems involved in rearing the codling moth on diet in trays*. J. econ. Ent. 64: 631-636.
- HOWELL, J.F. 1972. *Modifications of the artificial diet for codling moths to improve larval acceptance and production of moths*. J. econ. Ent. 65: 57-59.
- HUTT, R.B., WHITE, L.D., SCHOENLEBER, L.G. & SHORT, R.E. 1972. *Automatic collection of mass-reared codling moths by phototactic response and a chilled environment*. J. econ. Ent. 65: 1525-1527.
- MANI, E., RIGGENBACH, W. & MENDIK, M. 1975a. *Rearing of codling moths on diets*. Joint FAO/IAEA and IOBC/WPRS research coordination meeting on «The use of the sterile insect technique for the control of lepidopterous insects attacking tree fruit». 17.-21. November 1975, Vienna.
- MANI, E., RIGGENBACH, W. & MENDIK, M. 1975b. *Quality control of reared and sterilized moths*. Joint FAO/IAEA and IOBC/WPRS research coordination meeting on «The use of the sterile insect technique for the control of lepidopterous insects attacking tree fruit». 17.-21. November 1975, Vienna.
- MANI, E., WILDBOLZ, TH., RIGGENBACH, W. & MENDIK, M. 1978. *Die Bekämpfung des Apfelwicklers (Laspeyresia pomonella L.) durch Freilassung sterilisierter Falter in einer Apfelanlage*. Mitt. Schweiz. Ent. Ges. 51:143-154.
- NIEMCZYK, E., MANI, E. & WILDBOLZ, TH. 1977. *Experiments on calling and mating of codling moths as a measure of competitiveness*. Mitt. Schweiz. Ent. Ges. 50: 3-9.

- PROVERBS, M.D. & NEWTON, J.R. 1962. *Effect of heat on the fertility of the codling moth, Carpocapsa pomonella* (L.) (Lepidoptera: Olethreutidae). Can. Ent. 94: 225-233.
- PROVERBS, M.D. & LOGAN, D.M. 1970. *A rotating oviposition cage for the codling moth, Carpocapsa pomonella*. Can. Ent. 102: 42-49.
- REDFERN, R.E. 1964. *Concentrate medium for rearing the codling moth*. J. econ. Ent. 57: 607-608.
- ROCK, G.C. 1967. *Aseptic rearing of the codling moth on synthetic diets: Ascorbic acid and fatty acid requirements*. J. econ. Ent. 60: 1002-1005.
- SENDER, C. 1969. *Elevage permanent du carpocapse des pommes Carpocapsa (= Laspeyresia) pomonella L. sur milieu artificiel simplifié*. Ann. Zool. Ecol. anim. 1: 321-326.
- ULRICH, G. 1970. *Sterile Männchen Methode (Autozidverfahren) beim Apfelwickler (Laspeyresia pomonella L.)*. Diplomarbeit Obstbautechnikum Wädenswil, 44 p.
- WILDBOLZ, TH. & RIGGENBACH, W. 1969. *Untersuchungen über die Induktion und die Beendigung der Diapause bei Apfelwicklern aus der Zentral- und Ostschweiz*. Mitt. Schweiz. Ent. Ges. 42: 58-72.
- WILDBOLZ, TH. & MANI, E. 1971. *Current work on genetic control of Carpocapsa pomonella. Application of induced sterility for control of lepidopterous populations*. Internat. Atomic Energy Agency, Vienna, STI/PUB/281, 151-155.