

DE INVLOED VAN DE TEMPERATUUR OP HET TIJDSTIP
VAN VERPOPPEN EN DE DUUR VAN HET POPSTADIUM
VAN *ENARMONIA POMONELLA* L.¹⁾

*With a summary: Influence of temperature on the date of pupation and emergence
of the codling moth, Enarmonia pomonella L.*

DOOR

J. J. POST

Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut, De Bilt

EN

D. J. DE JONG²⁾

Instituut voor Plantenziektenkundig Onderzoek, Wageningen

INLEIDING

Sinds enkele jaren wordt in nauwe samenwerking tussen het Instituut voor Plantenziektenkundig Onderzoek, de Plantenziektenkundige Dienst en het Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut onderzoek verricht naar de samenhang tussen de weersomstandigheden en de activiteit van schadelijke insecten in de fruitteelt. De aandacht was de laatste jaren vooral gericht op het fruitmotje (*Enarmonia pomonella* L.) en de vruchtbladroller (*Adoxophyes reticulana* Hb.).³⁾ In het hiernavolgende zal uitsluitend worden bericht over onderzoek betreffende eerstgenoemd insect.

Uit praktijkwaarnemingen en uit een oriënterend onderzoek hier te lande, uitgevoerd door EVENHUIS (1953), is bekend, dat de vlucht van *Enarmonia* zich over verscheidene weken uitstrekt (van begin juni tot, in sommige jaren, augustus of zelfs september). Een van de vragen, die bij het onderzoek zijn gerezen, was: „Welke omstandigheden zijn verantwoordelijk voor een zo lange duur van de vlucht?”

EVENHUIS merkte reeds op, dat in de boomgaard de rupsen van *Enarmonia* aan verschillende uitwendige omstandigheden zijn onderworpen. Rupsen, die aan de noordzijde van een stam hebben overwinterd, bevinden zich op een plaats die in het vroege voorjaar, wanneer de verpoping plaats heeft, minder zonnestraling ontvangt dan de zuidzijde. Indien dus de temperatuur een rol speelt tijdens de ontwikkeling van larve (via pop) tot volwassen vlinder, dan moet de ontwikkeling aan de noordzijde in een ander tempo verlopen dan aan de zuidzijde. In het bijzonder geldt dit voor de overgang van larve naar pop, die doorgemaakt wordt in een periode, waarin nog vrijwel geen blad aan de bomen aanwezig is. EVENHUIS nam in 1951 een proef, om te bewijzen, dat de directe zonbestraling invloed heeft op het uitkomen van de vlinders.

Aan een paal werden op circa 1,50 m hoogte vier gazen kooien bevestigd, resp. aan de noord-, oost-, zuid- en westzijde. Op de verticale achterwand van

¹⁾ Aangenomen voor publikatie 21 maart 1958.

²⁾ Gedetacheerd bij het Proefstation voor de Fruitteelt in de Volle Grond.

³⁾ Zie ook intern rapport K.N.M.I. R. III-181-1956.

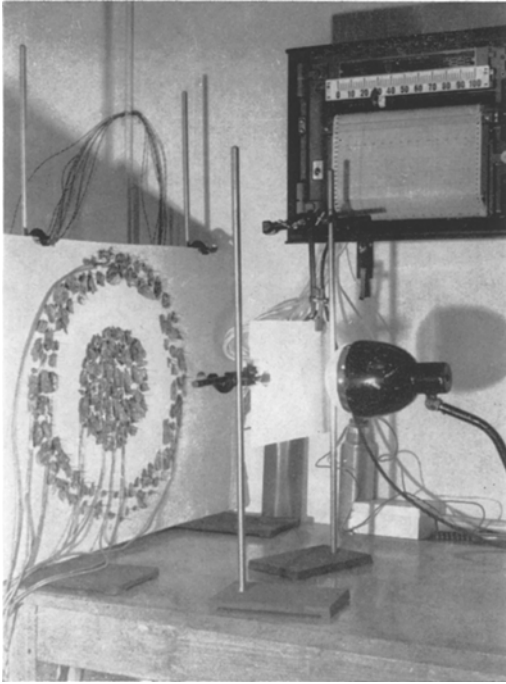


FIG. 2. Opstelling van de proef voor de bepaling van de invloed van de temperatuur op het tijdstip van verpoppen.

FIG. 2. *Instrumentation of the experiment to determine the effect of various temperatures on pupation.*

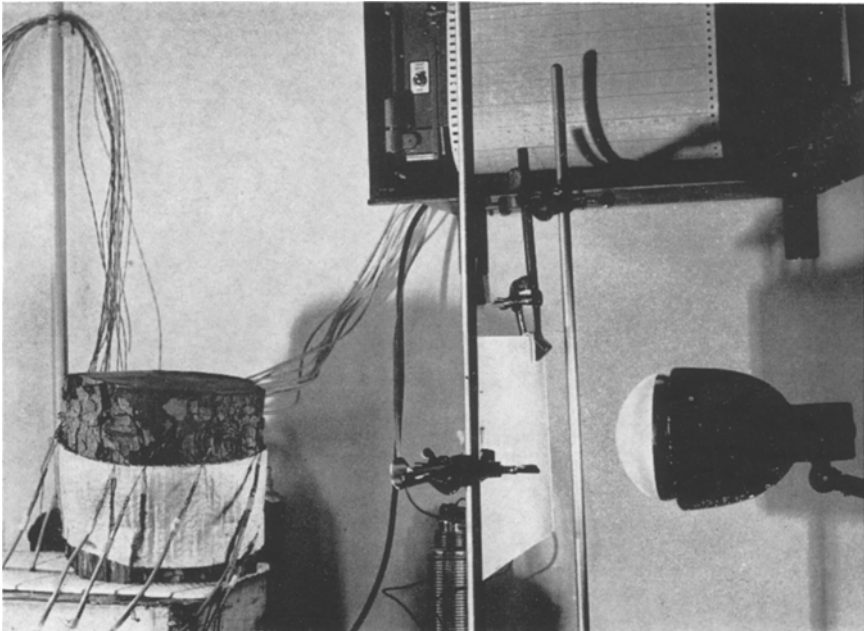


FIG. 5. Opstelling van de proef voor de bepaling van de invloed van de temperatuur op het tijdstip van verpoppen. De papierstrook om de stam werd enige dagen na het begin van de proef verwijderd.

FIG. 5. *Instrumentation of the experiment to determine the effect of various temperatures on pupation. The paper sheet around the stem was removed some days after the beginning of the experiment.*

de kooien was een aantal cocons met rupsen geplakt, welke uit vangbanden waren geknipt. Ter controle werd onder een afdak, afgeschermd tegen directe zonbestraling, een kooi opgesteld, eveneens voorzien van opgeplakte cocons.

In de periode 23 mei tot 15 juli werden de uitgekomen vlinders dagelijks geteld. Uit dit onderzoek bleek, dat de eerste vlinders te voorschijn kwamen in de kooi aan de zuidzijde, daarna volgde de kooi aan de westzijde, vervolgens die op de oostzijde en tenslotte die aan de noordzijde. Enkele resultaten zijn samengevat in tabel 1.

TABEL 1. Invloed van zonbestraling op het uitkomen van *Enarmonia pomonella* (naar gegevens van EVENHUIS, 1953).

The influence of solar radiation on the emerging of Enarmonia pomonella.

	Z S	W W	O E	N N	Controle
Datum eerste vlinders <i>Date first moths</i>	25 mei	26 mei	30 mei	10 juni	20 juni
Datum laatste vlinders <i>Date last moths</i>	17 juni	9 juli	7 juli	10 juli	15 juli
Duur van de vlucht <i>Duration of „flight”</i>	23 dagen	44 dagen	38 dagen	30 dagen	25 dagen
50 % punt 50 % level	1 juni	3 juni	4 juni	19 juni	4 juli

Tussen de uitersten (Z en N) werden dus belangrijke verschillen waargenomen in het eerste uitkomen en in het moment waarop 50 % van het aantal aanwezige exemplaren was uitgekomen. Bij zijn onderzoek heeft EVENHUIS slechts gelet op het uitkomen van de volwassen vlinder. Strikt genomen dient men twee tijdstippen te onderscheiden en wel: 1. het moment waarop de rups in het popstadium overgaat; 2. het moment waarop de vlinders uitkomen.

Voor een goed begrip van een en ander moet worden opgemerkt, dat de larven van *Enarmonia* de winter in diapauze doorbrengen. De diapauze wordt geïnduceerd door de daglengte. Zij moet doorbroken worden, alvorens de rupsen zich kunnen verpoppen. Het doorbreken van de diapauze is waarschijnlijk een kwestie van temperatuur. De lange duur van de vlucht zou dan als volgt verklaard kunnen worden. Sterkere bestraling, dus hogere overdag-temperaturen in de schors waar de rupsen verblijven, geeft aanleiding tot eerder verpoppen. Rupsen aan de zuidzijde zullen in het algemeen dus eerder in het popstadium overgaan dan die aan de noordzijde. Vervolgens zal een sterkere bestraling de duur van het popstadium verkorten. Het eerder verschijnen van vlinders aan de zuidzijde van een stam zal dan verklaard kunnen worden uit een eerder verpoppen en uit een kortere duur van het popstadium.

Dat sterk door de zon bestraalde boomschors belangrijk hogere temperaturen kan aannemen, werd door verschillende onderzoekers gevonden. FRANSEN (1939) maakt hier melding van bij zijn onderzoek naar het temperatuurverloop in de schors van iepen. GEIGER (1942) vermeldt temperaturen in het cambium tot 32°C. KRAMER & POST vonden – in niet gepubliceerde metingen – bij een luchttemperatuur van 11,0 tot 11,8°C (op 26 en 27 februari 1952) tijdens zonnig

weer temperaturen aan de oppervlakte van de schors van 28,2 tot 30,6°C.

De veronderstelde invloed van de temperatuur hebben wij getracht nader onder laboratoriumomstandigheden te onderzoeken.

PROEFOPZET

Het benodigde proefmateriaal werd verzameld in een boomgaard te Philippine (Z.VI.), terwijl het klaarmaken van een stamstuk met rupsen enz. in het proefstation te Wilhelminadorp plaats vond; de verdere uitvoering werd in het laboratorium van het K.N.M.I. verzorgd. Het proefmateriaal bestond uit stukken schors (van een pereboom) waarvan vaststond, dat er zich een flink aantal rupsen van *Enarmonia* in bevond. Verder stond ter beschikking een kistje, waarop dicht naast elkaar een aantal schorsstukken voorzien van rupsen was vastgespijkerd. Tenslotte beschikten wij over een stamstuk in welks schors zich, naar later bleek, meer dan 200 rupsen bevonden. Als stralingsbron werd een z.g. droogstraler van 100 Watt gebruikt; deze werd opgesteld op een afstand van circa 55 cm van het te bestralen object. De temperatuurregistraties geschieden met behulp van thermokoppels, aangesloten op een 12-punts spannings-Brown. Dit is een instrument waarmee kleine thermospanningen (0 tot 2½ millivolt) kunnen worden geregistreerd en waarop 12 thermokoppels kunnen worden aangesloten.

INVLOED VAN DE TEMPERATUUR OP HET TIJDSTIP VAN VERPOPPEN

Voor dit deel van de proef werden de schorsstukken gebruikt. Zij werden in twee concentrische cirkels op een plaat zacht-board bevestigd. De thermokoppels werden op verschillende afstanden in en rond het centrum in de schors aangebracht (op een diepte van circa 6 mm). De plaatsing van de thermokoppels blijkt uit fig. 1. In het centrum zijn de thermokoppels 1 t/m 4 aangebracht, in de buitenste ring de thermokoppels 5 t/m 8.

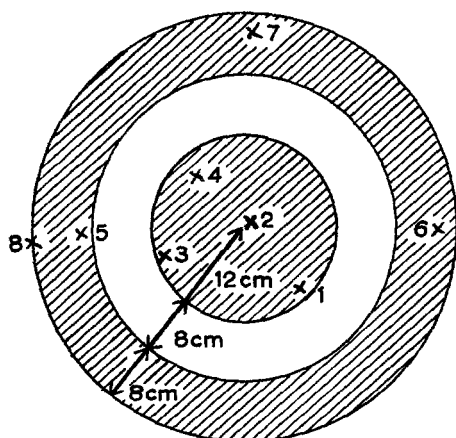


FIG. 1. Schematisch overzicht van de plaats van de thermokoppels (vergelijk met fig. 2).

FIG. 1. Diagram showing the location of the thermocouples (compare with fig. 2).

Uit de metingen bleek, dat het centrum, zoals de bedoeling was, het sterkst werd verwarmd. Element no. 4 gaf steeds de hoogste temperaturen (al naar de buitentemperatuur variërende van 24 tot 32°C). De elementen 1, 2 en 3 ver-

schilden onderling weinig en gaven temperaturen aan die enkele graden lager waren dan die van element no. 4. De elementen in de buitenste ring gaven temperaturen die circa 5°C lager waren dan element no. 4. Uit tevoren uitgevoerde oriënterende metingen was gebleken, dat voor het verkrijgen van een meer gelijkmatige verdeelde stralings-intensiteit het plaatsen van een melk-glazen plaat tussen lamp en board wenselijk was. Fig. 2 geeft een beeld van de proefopstelling.

De lamp brandde dagelijks (behalve de week-einden) van 's morgens circa 8.45 tot 's middags circa 5 uur. De kamertemperatuur bedroeg ongeveer 16°C. Regelmatig werd het board bevochtigd met behulp van een kamerspuit om uitdrogen van de rupsen te voorkomen.

De proef werd ingezet op 14 maart 1956. Aan de hand van enkele kleine steekproeven werd vastgesteld, dat de verpopping op 4 april nog niet, doch op 6 april juist was begonnen. Op 7 april werd de eerste telling uitgevoerd waarbij uit bepaalde sectoren, zowel uit het centrum als uit de daaromheenliggende ring, alle schorsstukken werden verwijderd en erop aanwezige aantallen rupsen en poppen geteld. Een soortgelijke telling vond plaats op 11 april en op 16 april (de laatste). De figuren 3 en 4 geven een beeld van de resultaten van de tellingen op 7 en 16 april.

De telling op 7 april laat zien, dat de verpopping op het sterkst bestraalde (warmste) gedeelte reeds ver was voortgeschreden. In het gecontroleerde segment werden 10 poppen gevonden, maar geen larven. In het minder sterk bestraalde gedeelte van het centrum werden 4 poppen en 11 larven geteld. In de buitenste ring werden aan de bovenzijde vrijwel gelijke aantallen poppen en larven gevonden (15 tegen 17); in de onderste minst sterk bestraalde gedeelte, slechts één pop en 10 larven. Bij de telling van 11 april werden slechts geringe aantallen poppen en larven gevonden: de resultaten werden, gezien het geringe aantal objecten niet betrouwbaar geacht.

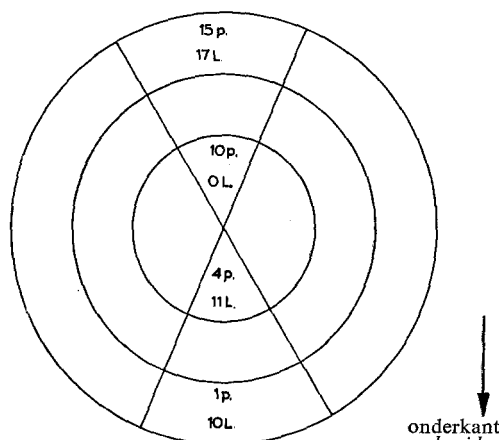


FIG. 3. Aantallen rupsen (l) en poppen (p) op 7 april 1956, aangegeven in het schema van fig. 1.

FIG. 3. Numbers of larvae (l) and pupae (p) on 7 April 1956 arranged according to the diagram of fig. 1.

Het resultaat van de derde controle, dat in fig. 4 is weergegeven, laat zien dat ten opzichte van 7 april de verpopping over de gehele linie is voortgeschreden, maar in het centrale deel van de proefopstelling sterker dan in de buitenring. In het centrum werden in totaal 21 poppen aangetroffen tegen 9 larven, of in procenten resp. 70 % en 30 %; in de buitenring daarentegen 24 poppen en 52 larven, resp. 32 % en 68 %.

Uit deze oriënterende proef mogen wij dus concluderen, dat de temperatuur een duidelijke invloed heeft op het tijdstip van verpoppingen en wel in die zin, dat hogere temperaturen in de naaste omgeving van de overwinterde

larven een vervroeging van de verpopping tengevolge hebben.

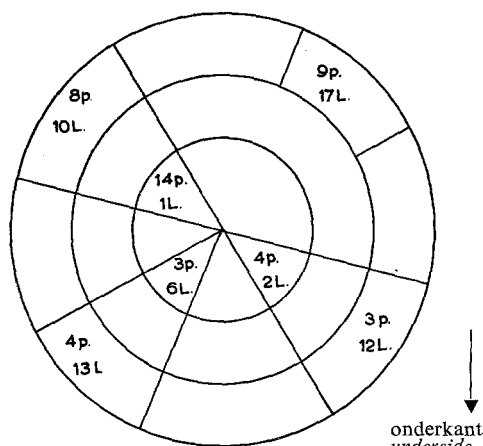


FIG. 4. Aantallen rupsen (l) en poppen (p) op 16 april 1956 aangegeven in het schema van fig. 1.
FIG. 4. Numbers of larvae (l) and pupae (p) on 16 April 1956 arranged according to the diagram of fig. 1.

warming overdag van het vertrek, waar het kistje was geplaatst, een niet op alle vier zijden gelijktijdige verpopping tot gevolg had. Ook bleek de verpopping voor elke zijde op zichzelf niet gelijktijdig te verlopen: bij de tellingen werden larven zowel als poppen en vlinders gevonden. Bij alleen verwarmen gedurende de dag verkregen wij dus geen vergelijkbaar uitgangsmateriaal. Het stamstuk werd daarom enigszins anders behandeld. Het werd op 3 mei in het laboratorium geplaatst bij een vrijwel constante temperatuur van 30°C, opdat de larven snel in het popstadium konden overgaan. Op 7 mei werden bij steekproeven geen larven meer gevonden zodat werd aangenomen, dat de verpopping zo goed als voltooid was. Daarna werden op verschillende plaatsen in het stamstuk thermokoppels aangebracht, zoveel mogelijk op 6 mm diepte in de schors (fig. 5).

Op 8 mei werd met de bestraling begonnen. De lamp werd geplaatst op een afstand van 55 cm, gemeten van de zich het dichtst bij de lamp bevindende rand van het stamstuk. Er werd alleen overdag bestraald van ongeveer 8.45 uur tot circa 16.45 uur. Tijdens de duur van de proef bleven de ramen van het laboratorium geopend, zodat de temperatuur van het vertrek de fluctuaties van de buitentemperatuur in grote lijn volgde.

Van het temperatuurverloop op de verschillende plaatsen in de schors van het stamstuk geeft fig. 6 een beeld. Duidelijk komt hierin uit, dat in het gedeelte dat een vrijwel loodrecht gerichte straling ontving, de temperaturen belangrijk hoger waren dan in de delen die aan tangentieel gerichte straling waren blootgesteld, of in de delen, die in het geheel niet werden bestraald.

Tweemaal per dag ('s morgens circa 9 uur en 's middags circa 16.30 uur) werd het aantal uitgekomen vlinders geteld, tevens werd aangetekend van welk deel van het stamstuk zij afkomstig waren. Dit laatste is in de regel gemakkelijk

Voor dit deel van het onderzoek stonden ter beschikking: *a.* een kistje waarop op alle vier zijden stukken schors waren bevestigd en *b.* een stamstuk. Beide waren gedurende de wintermaanden in de boomgaard bij het K.N.M.I. onder een plastic afdakje bewaard. De bedoeling was nu, kistje en stamstuk enige dagen in een zodanig verwarmde ruimte te brengen dat de verpopping op alle delen gelijktijdig zou zijn voltooid. Daarna zouden de proefobjecten worden bestraald op een wijze, zoals hiervoor is beschreven. Het materiaal op het kistje met de schorsstukken werd opgeofferd aan de voorbereiding van de proef met het stamstuk. Uit steekproeven bleek, dat alleen ver-

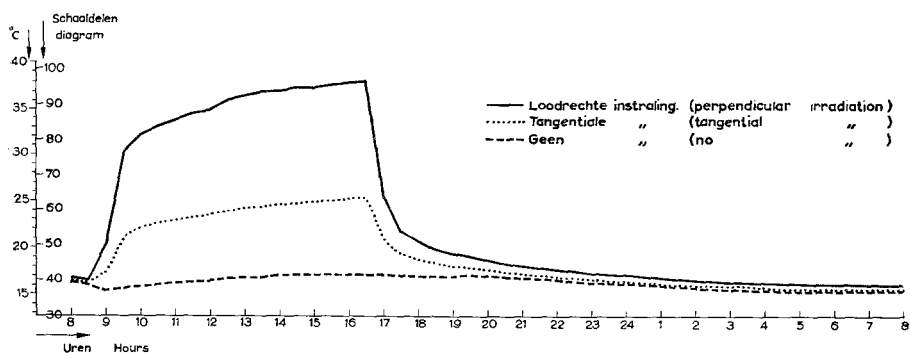


FIG. 6. Temperatuurverloop in stamstuk gedurende het etmaal 20 juni 1956 8 uur tot 21 juni 8 uur.

FIG. 6. Course of the temperature in the stem from 20 juni 1956 8 a.m. till 21 juni 8 a.m.

vast te stellen omdat de lege pophuid meestal als een vlaggetje uit de schors steekt op de plaats waar de vlinder is uitgekomen.

Op 22 mei, dus 14 dagen na het begin van de proef verschenen de eerste volwassen fruitmotten uit het stamstuk. De tellingen vonden plaats tot 5 juli. Omstreeks die datum kwamen nog slechts enkele exemplaren te voorschijn, zodat wij moesten aannemen dat toen vrijwel alle vlinders waren uitgekomen. Bij nader onderzoek van de gehele schors werd inderdaad nog slechts een tiental poppen (en een aantal dode larven) gevonden, alle in het niet door de lamp bestraalde gedeelte van het stamstuk.

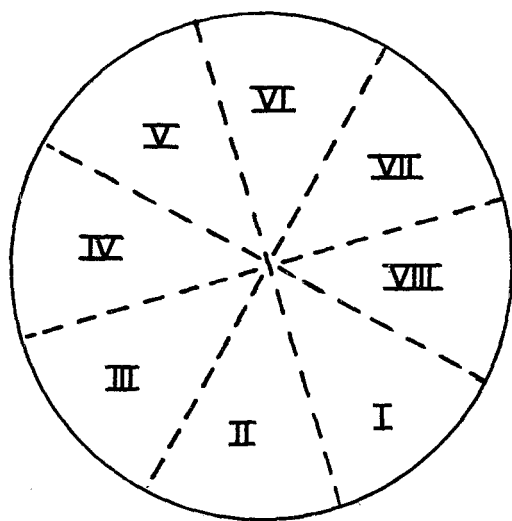


FIG. 7. Schematisch overzicht van de verdeling van het stamstuk in acht sectoren. De sectoren I en II ontvingen loodrecht invallende straling, de sectoren III, IV, VII en VIII grotendeels tangentieel gerichte straling en de sectoren V en VI werden in het geheel niet door de lamp best raald.

FIG. 7. Diagram of the division into eight sectors of a transverse section of the stem. The sectors I and II got perpendicular, the sectors III, IV, VII and VIII tangential irradiation, and the sectors V and VI got no irradiation from the lamp.

Afstand tot lamp ongeveer 55 cm
Distance to lamp about 55 cm

Bij de bewerking van de verkregen uitkomsten werd het stamstuk verdeeld in acht sectoren (zie fig. 7). De sectoren I en II ontvingen vrijwel loodrecht gerichte straling; de sectoren III, IV, VII en VIII tangentieel gerichte straling; de sectoren V en VI werden niet door de lamp bestraald. In de sectoren III en IV bleken zich in totaal slechts een tiental poppen te hebben opgehouden; de tellingen die betrekking hadden op dit deel van het stamstuk zijn niet bij de verdere bewerking betrokken geweest.

Fig. 8 geeft een beeld van de resultaten van de tellingen. De lijnen zijn sommatie-krommen, opgebouwd uit vijfdaagse totalen (het totaal van de vangst van vijf achtereenvolgende dagen), in % omgerekend op het totaal van de gevangen vlinders in de desbetreffende sectoren. De getrokken lijn, de streeplijn en de streep-puntlijn verbinden de waarnemingsuitkomsten, de dunne streep-lijnen geven de best aangepaste kromme. De eerste vlinders kwamen uit op 22 mei (vijf exemplaren in de sectoren I en II en VII). Op 23 mei werd ook in het niet bestraalde deel een enkele lege pophuid aangetroffen. Dit was ook het geval in de daaropvolgende dagen.

Ten aanzien van het begin van de vlucht waren de verschillen dus gering. Uit fig. 8 blijkt duidelijk, dat het popstadium in de sectoren I en II korter duurde dan in het overige deel van het stamstuk. Interessant was de waarneming, dat het overgrote deel van de vlinders te voorschijn kwam in de namiddag. Op 22 controle-data werden in totaal bij de ochtendwaarneming 23 vlinders waargenomen tegen 108 bij de opname van circa 16.30 uur. Wel een aanwijzing dus dat de straling een directe invloed heeft op het te voorschijn komen van de motten.

Wanneer wij enkele „voorlopers” even buiten beschouwing laten, dan blijkt uit onze dagelijks verrichte waarnemingen, dat de vlucht op het sterkst bestraalde deel van het stamstuk begon op 22 mei (vijf exemplaren), op het tangentieel bestraalde gedeelte op 23 mei en op het niet bestraalde gedeelte op 28 mei.

Eveneens uit dagelijkse waarnemingen blijkt, dat het einde van de vlucht voor de sectoren I en II te stellen is op 18 juni, voor de sectoren VII en VIII en V en VI op 2 juli. Beginpunt en einde van de vluchtcurve vallen voor de sectoren VII en VIII en V en VI dus op dezelfde datum, het verloop van de vlucht is bij beide echter geheel verschillend.

Zoals veelal bij entomologisch onderzoek geschiedt, werd ook het tijdstip bepaald waarop 50 % van de vlinders was verschenen. Voor de sectoren I en II was dit het geval op 1 juni, voor de sectoren VII en VIII op 6 juni, en voor het niet bestraalde deel van het stamstuk 16 juni. Deze verschillen stemmen zeer goed overeen met die, welke EVENHUIS vermeldt (zie tabel 1). Vermelden wij tenslotte nog de totale aantallen uitgekomen vlinders per sector. I: 48, II: 25 (totaal van het sterkst bestraalde gedeelte 73), VII: 47, VIII: 40 (totaal van het tangentieel bestraalde gedeelte 87), V: 25, VI: 16 (totaal niet bestraalde gedeelte 41).

Met deze proef is aangetoond dat verschillen in bestraling een duidelijk effect hebben op het verschijnen van de vlinders. In de natuur kunnen de verschillen groter zijn. Het gehele ontwikkelingsproces verloopt langzamer, een verschijnsel waarop de omstandigheid, dat in het laatste deel van de ontwikkeling de bomen in blad staan, wellicht invloed zal hebben.

De in de hier beschreven proef opgetreden verschillen waren het gevolg van

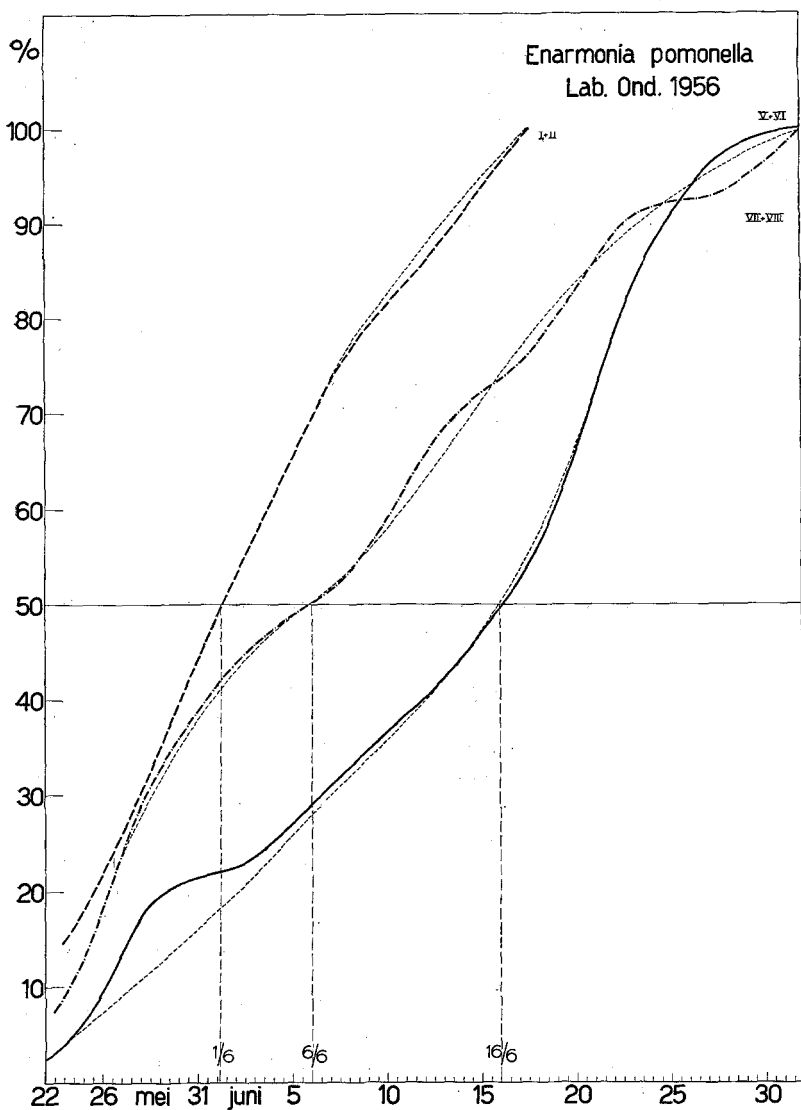


FIG. 8. Sommeringskrommen van het uitkomen van de vlinders in de verschillende sectoren van het stamstuk, schematisch voorgesteld in fig. 7.

I+ II = vlinders, uitgekomen in het deel dat loodrecht invallende straling ontving (sectoren I en II);

VII+ VIII = vlinders, uitgekomen in het deel dat tangentieel invallende straling ontving (sectoren VII en VIII);

V+ VI = vlinders, uitgekomen in het niet bestraalde gedeelte (sectoren V en VI).

FIG. 8. Summation-curve of the emerging of the moths in the different sectors of the stem, represented in fig. 7.

I+ II = moths, emerged in sectors I and II (perpendicular irradiation);

VII+ VIII = moths, emerged in sectors VII en VIII (tangential irradiation);

V+ VI = moths, emerged in not irradiated part of the stem (sectors V and VI).

een verschil in temperatuur. Deze temperatuurverschillen werden veroorzaakt door verschil in bestraling. In tabel 2 is opgenomen het aantal uren dat de lamp heeft gebrand en wel gerekend van 8 mei af, de datum waarop met dit deel van de proef werd begonnen, tot de datum waarop de eerste vlinder verscheen, zomede tot de datum waarop 50 % van de vlinders waren verschenen (50 % punt). De cijfers in deze tabel spreken voor zichzelf.

TABEL 2. Aantal uren straling en verschijningsdatum van *Enarmonia pomonella*.
Number of hours of irradiation and date of emerging of Enarmonia pomonella.

	Begin van de vlucht <i>The beginning of the flight</i>	Aantal uren dat de lamp heeft gebrand sinds 8 mei <i>Number of hours of irradiation since mai 8th</i>	50 % punt <i>50 % level</i>	Aantal uren dat de lamp heeft gebrand sinds 8 mei <i>Number of hours of irradiation since mai 8th</i>
Sectoren I en II	22/5	75	1/6	140½
VII en VIII	23/5	83	6/6	165½
V en VI	28/5	109	16/6	221

In hoeverre deze resultaten van belang zullen zijn bij de berichtgeving inzake de bestrijding van de fruitmot is na dit oriënterend onderzoek nog moeilijk te beoordelen. Voortgezet laboratoriumonderzoek en veldwaarnemingen zullen toetsing van onze resultaten mogelijk maken. In de praktijk kunnen de verschillen groter zijn dan welke wij bij het laboratoriumonderzoek vonden. In dit laatste onderzoek gingen wij uit van overal in het stamstuk vrijwel gelijktijdig verpoppte larven, hetgeen in de natuur zeker niet voorkomt. Uit ons eerder vermeld onderzoek mag de conclusie worden getrokken dat er met betrekking tot het verpoppen verschillen van wellicht twee à drie weken bestaan. Verder dienen wij rekening te houden met de verschillen in milieu, ook met die welke ten aanzien daarvan binnen één fruitaanplant bestaan (beschutting, toeneming van de hoeveelheid blad gedurende de duur van het popstadium e.d.). Theoretisch is de mogelijkheid aanwezig, dat men, indien men weet wanneer de verpopping had plaatsgevonden, door sommatie van het aantal uren zonnenschijn een prognose maakt ten aanzien van het verschijnen van de vlinders.

Van het onderzoek van EVENHUIS is helaas niet bekend, wanneer de verpopping had plaats gevonden. Wel kan men uit zijn data het tijdstip van de verpopping bij benadering schatten, b.v. aan de hand van de opgegeven datum van het verschijnen van 50 % van de vlinders.

Wij hebben dit gedaan met behulp van de zonnenschijngegevens van Vlissingen en wel voor de vier groepen (N, Z, O en W), die EVENHUIS in zijn onderzoek onderscheidt. Het resultaat van deze berekening is gegeven in fig. 9. De getrokken lijn, welke in de figuren van links onder naar rechts boven is getekend, geeft het gesommeerde aantal uren zonnenschijn van 3 april (de datum waarop de proef begon) tot 18 juni. Het 50 % punt werd voor de vlinders in de kooi aan de noordzijde van de stam bereikt na 599 uren zon. Dit aantal vindt men bovenaan op de ordinaat. Volgens ons onderzoek waren 221 uren „zon” nodig om, uitgaande van het popstadium, het 50 % punt te bereiken. In het onderzoek van EVENHUIS zou het popstadium dus voltooid moeten zijn op het tijdstip dat

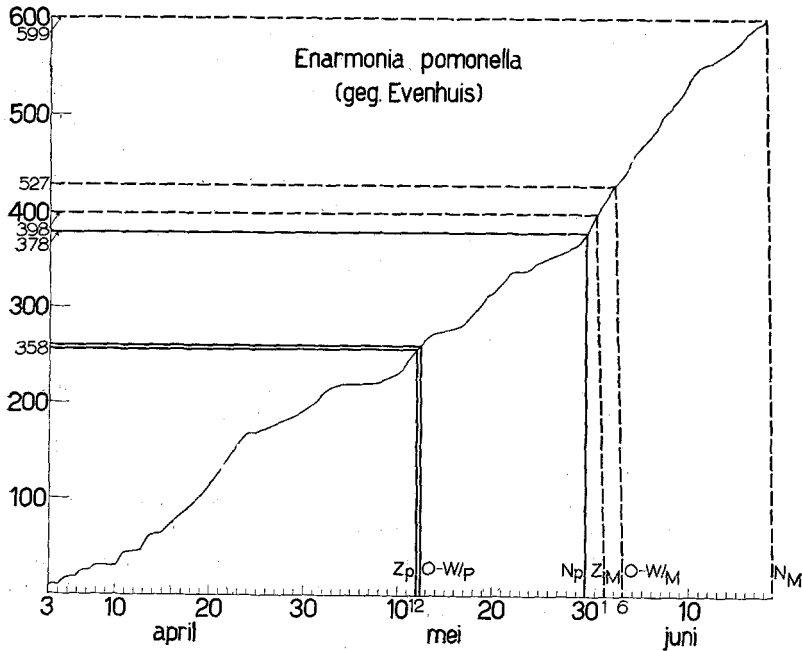


FIG. 9. Berekening van de data van verpoping met behulp van de sommeringskromme van het aantal zonuren en gegevens van EVENHUIS (1953) betreffende het uitkomen van de vlinders in kooien, gericht naar de verschillende windstreken. Met M zijn gemerkt de tijdstippen waarop 50% der motten uitgekomen was, resp. aan de noordzijde (N_m), oost en westzijde (O-W/M) en de zuidzijde (Z_m). Met P zijn aangegeven de berekende data, waarop het popstadium voltooid moet zijn geweest, resp. aan de noordzijde (N_p), aan de oost- en westzijde (O-W/P) en aan de zuidzijde (Z_p). Dat de verticale lijnen op 1, 6 en 19 juni niet loodrecht op de abscis zijn getrokken, wordt veroorzaakt door de omstandigheid, dat op deze data het 50%-punt werd bereikt; de hoeveelheid zonneshijin op deze dagen heeft dan geen invloed meer gehad. De genoemde data zijn dus verbonden met het aantal uren zonneshijin, gerekend tot en met de voorgaande dag.

FIG. 9. Computing the data of pupation out of the summation-curve of the number of sunshine-hours and the emerging of the codling moth drawn from an experiment of EVENHUIS (1953). M means the date of 50% emerging in cages, exposed on the north (N_m), east-and west (O-W/M) and south-side (Z_m). P means the „predicted” date of complete pupation respectively on the north- (N_p), east- and west (O-W/P) and south side (Z_p). That the vertical lines on the 1st, 6th and 19th of June are not perpendicular to the abscis is due to the fact that on these data 50% of the moths emerged. The influence of the number of sunshine hours stops at the day before the 50% data.

$599 - 221 = 378$ uren zon waren opgetekend. Ook dit aantal is op de ordinaat te vinden. Dit was het geval op 30 mei. Voor de kooien, aan de oost-, west- en zuidzijde wordt als datum voor het voltooiën van het popstadium 12 mei gevonden. Dit is een datum, die gezien de ervaringen opgedaan bij het veldonderzoek van de laatste jaren, aanvaardbaar is.

Het hier beschreven oriënterende laboratoriumonderzoek heeft dus tot enkele in praktisch opzicht aanvaardbare resultaten geleid. Nadere controle is echter noodzakelijk. In het bijzonder zal moeten worden onderzocht of inderdaad de hoeveelheid zonneshijin een maatstaf zal kunnen zijn voor het bepalen

van het tijdstip waarop de fruitmotten verschijnen. Wij stellen ons voor – indien de omstandigheden daarvoor gunstig zijn – een groter aantal stamstukken met larven voor dit onderzoek te gebruiken. Dit grotere aantal zal het mogelijk maken, het effect van bepaalde combinaties van kunstmatige en natuurlijke (zon)bestraling op het uitkomen van de fruitmot te onderzoeken. De dan ter beschikking komende temperatuur-registraties, zullen tezamen met de reeds verrichte waarnemingen gebruikt kunnen worden voor een onderzoek naar de vraag of het uitkomen van de fruitmotten wellicht samenhangt met het bereiken van een bepaalde temperatuursom in de schors.

SAMENVATTING

1. Een onderzoek naar de invloed van verwarming door kunstmatige bestraling van stukken boomschors op het tijdstip van verpoppen van *Enarmonia pomonella* toonde aan, dat op sterk bestraalde schorsdelen de verpopping sneller inzette dan op minder sterk bestraalde gedeelten. Circa drie weken na het begin van de proef waren de larven in het sterkst bestraalde gedeelte reeds voor circa 70 % verpopt. In het minst sterk bestraalde gedeelte voor 30 %.

2. Een onderzoek naar de invloed van de verschillen in temperatuur door bestraling op de duur van het popstadium (waarbij een stamstuk bezet met ongeveer 200 poppen als proefobject diende) liet zien, dat:

- a. de „vlucht” in het sterkst bestraalde gedeelte circa vijf dagen eerder begon dan in het niet bestraalde gedeelte;
- b. ten aanzien van het 50 % punt het verschil 15 dagen bedroeg;
- c. ten aanzien van het einde van de vlucht het verschil circa drie weken bedroeg.

Deze verschillen geven een basis voor de verklaring voor de in de vrije natuur geconstateerde zeer gerekte vlucht van de fruitmot.

SUMMARY

Preliminary investigations on the influence of differences of temperature due to artificial irradiation on the pupation of the codling moth (*Enarmonia pomonella* L.) have shown that the pupation began earlier in intensively irradiated pieces of the bark (figures 1, 2) than in less intensively irradiated pieces (figures 3, 4). About three weeks after the beginning of the experiment 70 percent of the larvae in the intensively irradiated bark were pupated, against 30 percent in the less intensively irradiated part.

A second experiment was set up to study the effect of the temperature on the emerging of the codling moths (figures 5, 6, 7). Some days before the beginning of this experiment the stem with about 200 full-grown larvae was exposed in the laboratory to a temperature of 30 °C. After four days no larvae were found, so it was assumed that the pupation was completed. The irradiation experiment showed that the emerging of the moths in the intensively irradiated part of the stem began five days earlier than in the shadowed (not irradiated) part of the stem (fig. 8). In the intensively irradiated part of the stem the 50 percent level was reached 15 days earlier, the end of the flight came in the intensively irradiated part about three weeks earlier than in the shadowed part of the stem.

Some data on the emerging of the codling moth drawn from an experiment of EVENHUIS (1951) were used for a „prediction” of the pupation of the larvae (fig. 9).

LITERATUUR

- EVENHUIS, H. H., – 1953. Bepaling van de tijdstippen waarop tegen het fruitmotje gespoten moet worden. T. Pl.ziekten 59: 9–22.
- FRANSEN, J. J., – 1939. Iepen ziekte, iepenspintkevers en beider bestrijding. Diss. Wageningen.
- GEIGER, R., – 1942. Das Klima der bodennahen Luftschicht. Braunschweig. Blz. 213 e.v.
- JONG, D. J. DE, A. VAN FRANKENHUYSEN & J. J. POST, – 1956. Kort verslag van het in 1955 verrichtte onderzoek naar de samenhang tussen temperatuur en de activiteit van het fruitmotje (*Enarmonia pomonella* L.) en de vruchtbladroller (*Adoxophyes reticulana* Hb). Rapport K.N.M.I. R III-181 – 1956.