

Instorting van de nonvlinderplaag in 1986: een analyse van mogelijke oorzaken*)

Collaps of the nun moth outbreak in 1986; an analysis of possible causes

I. M. Steijlen¹⁾, W. Schuring²⁾ en P. Grijpma²⁾

Inleiding

Nadat in augustus 1984 grote aantallen nonvlinders (*Lymantria monacha* L.) ontdekt werden in de bossen van de Weerter- en Budelerbergen, werd in het voorjaar 1985 een oppervlakte van 500 ha afdoende bespoten met Dimilin WP-25 (Grijpma, 1985). In juli en augustus 1985 deden ook diverse andere plaatsen (Luyksgestel, Bergeyk, Eersel, Leende, Vessem, Maarheeze en Weert) in Zuidoost-Brabant en Limburg zich voor als plaaghaard. Vanwege kaalvraat moest in de bossen van Luyksgestel en Vessem respectievelijk 60 en 5 ha geveld worden (Grijpma et al., 1986). De in 1986, door Staatsbosbeheer geïnventariseerde, bedreigde oppervlakte besloeg ongeveer 2800 ha en betrof voornamelijk opstanden van groveden (*Pinus sylvestris* L.).

In Midden- en Oosteuropese landen blijken nonvlinderplagen in opstanden van groveden het derde plaagjaar vaak zeer eruptief te zijn (Wellenstein en Schwenke, 1978). Dit leek eind 1985 ook voor Nederland bevestigd door het grote aantal overwinterende eieren dat in Luyksgestel op de stammen werd waargenomen. Als kritisch aantal eieren waarbij op kaalvraat gerekend moet worden, noemt Brinkmann (1982) – voor 21-40-jarige groveden van de 4e boniteit – een aantal van 500 op de onderste 8 meter stam. Allenkirch (1986) vermeldt onafhankelijk van boomsoort, leeftijd en boniteit een aantal van 1000 per m². Deze aantallen werden in Luyksgestel ruimschoots overschreden. Voor 1986 werd daarom een intensivering van de plaag verwacht. Ter voorkoming van schade werd tussen 21-27 mei in Brabant en Limburg, over een oppervlakte van 1500 ha, een bestrijding met Dimilin WP-25 uitgevoerd. Het criterium voor bespuiting was een (per 5 bomen gemiddeld) minimum aantal van 100 eirupsen per boom op de onderste 2 meter stam.

In een samenwerkingsverband tussen de vakgroepen Ziekten en Plagen van De Dorschkamp en Virologie van de Landbouww Universiteit Wageningen, werd

Summary

High density populations of the nun moth (Lymantria monacha L.) were observed during 1984 and 1985 in pine (Pinus sylvestris L.) forests of the provinces Noord-Brabant and Limburg, the Netherlands. During winter 1985/86 the number of eggs found in Luyksgestel (Noord-Brabant) was extremely high, varying between 878 and 7732 eggs per m² bark, which suggested an increase of the outbreak in 1986.

Field experiments were set up to compare the effects of the insecticide Dimilin ODC-45 and the nun moth nuclear polyhydrosis virus on the nun moth population.

*In contrast to expectations however, the population in the untreated (control) area also completely collapsed before larvae had reached the fourth instar. This reduction of the population could not be attributed to the treatments with Dimilin or nuclear polyhydrosis virus in adjacent areas. An analysis of the possible causes indicated that the main decrease in population density occurred during the first week after hatching of the first instar larvae. Since elongation of the new shoots of the trees, as well as the opening of male flowers started one week after hatching, it is suggested that lack of suitable food may have played an important role in reducing the population. Larvae of the second and third instar surviving this period were exposed to parasitization by the tachinid *Parasetigena silvestris* (R.-D.), which further reduced the population.*

This experience of a sudden, natural decrease of nun moth population density, suggests that a decision to carry out control measures against nun moth outbreaks in evenaged pine forests, should not merely be based on the number of egg larvae hatching on the trees, but also take into account the synchronisation of hatching and availability of suitable feeding material on the host.

een oriënterend onderzoek gestart met als doel het vergelijken van de effecten van het niet-soortspecifieke insecticide Dimilin ODC-45 en het, voor de nonvlinder en plakker (*Lymantria dispar* L.) specifieke, non-

¹⁾ Vakgroep Entomologie, Landbouww Universiteit Wageningen.

²⁾ Rijksinstituut voor onderzoek in de bos- en landschapsbouw "De Dorschkamp", Wageningen.

*) Verschijnt tevens als Mededeling 229 van "De Dorschkamp".

vlinderkernpolyedervirus (LmNPV) op de nonvlinderpopulatie (Laméris et al., 1986; Skatulla, 1985).

In tegenstelling tot de verwachting bleek de nonvlinderpopulatie echter ook in de wachende nonvlinderstrook van het proefgebied te Luyksgestel tot praktisch nul gereduceerd te zijn voordat de rupsen het vierde stadium bereikt hadden. Behalve in Maarheeze kwam het in Noord-Brabant en Limburg in 1986 nergens meer tot merkbare vreterij, ook niet in de gebieden grenzend aan de bespotten oppervlakte van 1500 ha. Wel werd de nonvlinder in Leende (Noord-Brabant), Sleenerzand (Drenthe) en het Deelerwoud (Gelderland) nog gesignaleerd. De uitvoering van het aanvankelijk geplande onderzoek werd hierdoor onmogelijk. Het hier gepresenteerde onderzoek is gericht op de vraag naar de mogelijke oorzaken van deze onverwachte wending in de populatiedynamiek van de nonvlinder te Luyksgestel. Voor uitgebreidere informatie wordt verwezen naar Steijlen (1986).

Aangezien de nonvlinder in Nederland niet frequent schadelijk optreedt, zijn onderzoeksgegevens omtrent zowel de korte als lange termijn dynamiek van nonvlinderpopulaties zeer schaars (Doom, 1979; De Fluitier, 1949a, b, c; Ritzema Bos et al., 1909).

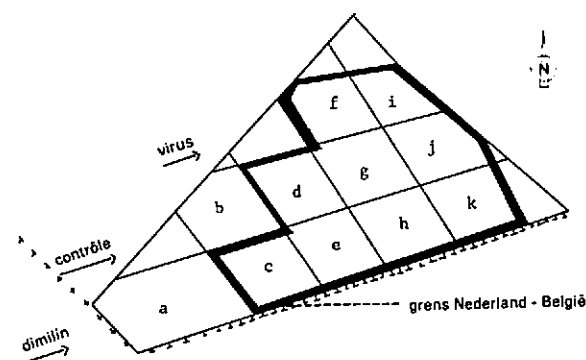
Materiaal en methode

Proefgebied

Het proefgebied (fig. 1) ligt in de gemeente Luyksgestel (Zuidoost-Brabant) en behoort tot boswachterij De Kempen. Het is ingedeeld in negen, door zandwegen gescheiden, percelen van ongeveer 2,25 ha. De opstand bestaat uit 28-jarige groveden met een hoogte tussen 10-14 m en een stamtal van 5500-6000 per ha.

Klimatologische gegevens (weersstation Eindhoven) tonen een gemiddelde jaarlijkse neerslag van 735 mm en juli- en september-isothermen van respectievelijk 16,9 en 14,2 °C.

In verband met de praktische uitvoerbaarheid van



Figuur 1 Indeling van het proefgebied te Luyksgestel.
Figure 1 The study area at Luyksgestel.

een bestrijding per vliegtuig, werden het insecticide (166,4 g Dimilin ODC-45 handelsprodukt in 5,2 l dieselolie per ha) en het virus ($2,25 \times 10^{11}$ kernpolyeders in 100 l water per ha) op respectievelijk 14 en 27 mei 1986, onder droge omstandigheden, in evenwijdige stroken verspoten.

Uitgangspopulatie 1986

Onder de uitgangspopulatie wordt de populatie eieren verstaan die begin 1986 in het veld aanwezig was. Deze maat heeft alleen waarde als het aantal eirupsen dat uit de eieren komt hoog is. Hiertoe werd het *uitkomstpercentage* bepaald door de verzamelde eieren in het laboratorium uit te kweken.

De *relatieve populatieomvang* in het veld werd bepaald door, van vijf bomen per perceel op een 25 cm brede strook schors rond de stam op ooghoogte de eieren te verzamelen en het aantal te berekenen door middel van gewichtsbepaling (gewicht van 1 ei = 0,000676 g).

De *absolute populatieomvang* werd bepaald voor vier aselekt gekozen representatieve bomen. Deze werden geveld waarbij ze terecht kwamen op een stuk plastic. De schors met eieren werd met behulp van een schilshop per meter stamlengte verzameld, waarna in het laboratorium aantalsbepalingen plaatsvonden.

Plaagontwikkeling 1986

Vanaf het moment dat er op 6 mei eirupsjes in het proefgebied werden waargenomen, vond eenmaal per week een *monstername van rupsen in het veld* plaats. Hiervoor werden de bomen geveld, waarbij de kroon op een stuk plastic terecht kwam; takken werden afgezaagd en boven het plastic uitgeschud. In verband met de hoeveelheid tijd die nodig was voor het verzamelen en het in het laboratorium uitkweken van de rupsen, werd aanvankelijk besloten om per perceel drie bomen te vellen en van elk 100 rupsen te verzamelen. Daar de populatie echter spoedig in omvang afnam, werd het aantal te vellen bomen vergroot en werd verzameld wat binnen één dag haalbaar was. Alleen levende rupsen werden verzameld. Vanwege de dichtheid van de opstand werden de vellingen uitgevoerd aan de randen tussen percelen met een identieke behandeling. Daarbij werd, om eventueel gecontamineerde monsters uit te sluiten, een afstand tot de percelen met een andere behandeling aangehouden van tenminste 30 m.

In het *laboratorium* werden de rupsen in petrischalen gezet en voorzien van een kunstmatig dieet (Grijpma, Belde en Van der Werf in voorbereiding). Verversing van dieet en bepaling van de mortaliteit vonden 1-2 maal per week plaats.

Om het *vraatverloop in het veld* te kwantificeren



datum: 29 april
nonvlinder: ei-stadium
locatie: stam



datum: 6 mei
nonvlinder: L1-stadium
locatie: stam en kroon



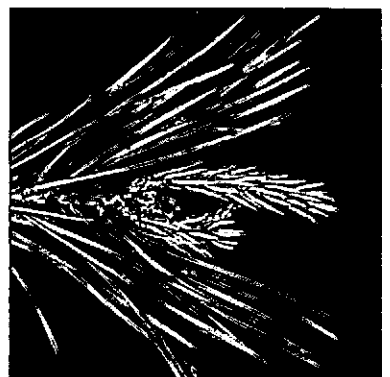
datum: 13 mei
nonvlinder: L1-stadium
locatie: kroon



datum: 20 mei
nonvlinder: L1/L2-stadium
locatie: kroon



datum: 27 mei
nonvlinder: L2/L3-stadium
locatie: kroon



datum: 3 juni
nonvlinder: L2/L3-stadium
locatie: kroon



datum: 10 juni
nonvlinder: L2/L3-stadium
locatie: kroon

Figuur 2 Fenologie van de meischeut van de groveden in 1986.
Figure 2 Phenology of May shoots of Scots pine in 1986.

werd onder 5 representatieve bomen per perceel een lijmtafel van 25 × 25 en op 1 m hoogte geplaatst. Vanaf het tijdstip dat de rupsen het tweede stadium bereikt hadden, werd aanvankelijk gedurende een etmaal per

week en later per gehele week het aantal uitwerpselen – als maat voor de vretelij – geteld, waarbij de lijmvellen voor iedere waarneming vervangen werden.

Het percentage uitwendig zichtbare *parasitering*

door de tachinide *Parasetigena silvestris* (R.-D.) werd per monster bepaald door het aantal rupsen te tellen dat één of meerdere parasieteneitjes op de huid droeg.

Onder normale omstandigheden zijn de eirupsen voor hun voedsel in eerste instantie aangewezen op de jonge naalden, dus de nieuwe jaarscheut. Om een mogelijk verband tussen de plaagontwikkeling en de beschikbaarheid van dit eerste voedsel voor de rupsen vast te leggen, werd het *uitloopstadium van de meischeut* wekelijks gefotografeerd (fig. 2).

Resultaten

Uitgangspopulatie 1986

Het gemiddelde *uitkomstpercentage* van de verzamelde eieren was 93,7 procent ($S_n = 5,9$; aantal bemonsterde bomen = 44; aantal eieren = 10243).

De gemiddelde *relatieve populatieomvang* per perceel staat vermeld in tabel 1.

De *absolute populatiedichtheid* en de procentuele verdeling van de eieren over de vier bemonsterde bomen zijn vermeld in tabel 2.

De onderstaande resultaten betreffen slechts onbehandelende percelen, dus de controle percelen en de overige percelen voordat daarin de bestrijdingsoperaties plaatsvonden.

Het verloop van de *mortaliteit in het veld en in het laboratorium* alsmede het percentage uitwendig zichtbare *parasitering* door *Parasetigena silvestris* (R.-D.) is weergegeven in figuur 3.

Het *vraatverloop in het veld*, waargenomen als aantal uitwerpselen per lijmtafel, toonde een zeer snelle afname van gemiddeld 37 uitwerpselen per dag ($S_n = 36$) gedurende de laatste week van mei, tot gemiddeld drie uitwerpselen per lijmtafel per dag ($S_n = 3$) gedurende de eerste dagen van juni.

Discussie

Het aantal in het proefgebied waargenomen eieren bleek de in de literatuur genoemde kritische aantallen waarbij kaalvraat te verwachten valt, ruimschoots te overschrijden.

In tegenstelling tot de verwachting trad in het proefgebied echter geen merkbare vreterij op en was de omvang van de nonvlinderpopulatie tot nul geredu-

Tabel 1 Gemiddelde relatieve populatiedichtheid per perceel (aantal bemonsterde bomen per perceel = 5).

Perceel	Gemiddelde diameter bemonsterde bomen (cm)	Gemiddeld aantal eieren		$S_n^*)$	
		per 25 cm strook	per m ²	per 25 cm strook	per m ²
<i>Controle</i>					
j	13,0	97	878	154	1262
g	13,2	571	5424	167	1138
d	14,9	537	4992	321	3546
<i>Virus</i>					
f	13,8	259	2510	288	2870
i	14,9	147	1436	71	751
<i>Dimilin</i>					
k	14,1	132	1209	92	753
c	13,2	87	7732	77	652
e	12,3	183	1794	149	1413
h	13,5	481	4637	344	3218

*) S_n = standaardafwijking.

Tabel 2 Absolute populatiedichtheid en procentuele verdeling van de eieren over de boom.

Boom	T	0-1 m	1-2 m	2-3 m	3-4 m	4-5 m	5-6 m	6-top	H	R
1	6052	26,8	23,9	35,8	6,2	3,2	0,5	3,6	9	14,1
2	2448	30,6	19,6	4,5	13,0	10,0	15,2	7,3	11,5	1,0
3	11250	31,0	43,1	13,9	4,8	6,3	0,3	0,6	9	•
4	13519	7,1	27,6	19,8	20,1	6,8	12,6	6,1	9	•

T = totaal aantal eieren

H = boomhoogte (m)

R = relatieve procentuele populatieomvang op een 25 cm brede strook schors op ooghoogte

• = waarneming ontbreekt

ceerd voordat de rupsen het vierde larvale stadium bereikt hadden.

De eerste reductie in populatieomvang

Een populatiereductie van ruim 95 procent leek op te treden gedurende de eerste week na het verschijnen van de eirupsen, dus in het eerste larvale stadium. Een hoge mortaliteit in het eistadium is volgens de literatuur onwaarschijnlijk en zou maximaal 20 procent bedragen (Schmutzenhofer, 1975; Wellenstein, 1942). Het door ons waargenomen hoge uitkomstpercentage van 93,7 procent en tevens onze waarneming op 6 mei van honderden tot duizenden eirupsen per stam, lijkt dit gegeven te bevestigen. De op 6 mei verzamelde eirupsen hadden maximaal drie dagen blootgestaan aan veldomstandigheden. Gedurende de eerste weken van hun ontwikkeling in het laboratorium, vertoonden deze rupsen een zeer lage mortaliteit van gemiddeld 7 procent. Dit in tegenstelling tot de op een later tijdstip verzamelde rupsen, waarvan 80-90 procent stierf.

Volgens de literatuur (De Fluiter, 1949) verloopt de gradatie van de nonvlinder in zuivere dennenbossen in vier jaar. De vretelij door de rupsen is maximaal in het derde plaagjaar en kaalvraat is het gevolg. In het vierde jaar stort de plaag in en treedt vrachtschade niet tot nauwelijks op; de nonvlinderpopulatie vertoont een duidelijke verzwakking, hetgeen onder andere tot uiting komt in een relatief laag uitkomstpercentage van de eieren. Aangezien in het proefgebied te Luuykgestel een relatief hoog uitkomstpercentage gevonden werd en de eerst verzamelde eirupsen (6 mei) een hoge vitaliteit toonden, is hier waarschijnlijk sprake van een voortijdig instorten van de plaag. Het vermoeden bestaat dat de hoge sterfte onder de rupsen het gevolg was van een externe in het veld gelegen factor of combinatie van factoren. Hiervan volgt onderstaand een nadere analyse:

Contaminatie De bespuitingen met Dimilin en kernpolyedervirus in de aangrenzende percelen kunnen geen rol gespeeld hebben in de controle-percelen daar bespuiting in dit stadium nog niet had plaatsgevonden.

Pathogenen In dode rupsen die in het veld verzameld werden, konden geen primaire schimmels of virussen worden aangetoond. Primaire pathogenen hebben volgens Campbell (1963) een langzame dood van de rupsen tot gevolg, doch daar was hier geen sprake van (fig. 3).

Het was niet mogelijk om vast te stellen of bacteriën en protozoën in deze periode van invloed zijn geweest. De deskundigheid ontbrak hiervoor. Als secundaire pathogenen kunnen deze organismen in verzwakte rupsenpopulaties wel van belang zijn (Janisch, 1938; Stairs, 1972). De verzwakking van de populatie zou dan echter toch aan een eerder opgetreden, primaire factor te wijten zijn.

Parasieten en predatoren Parasieten werden, ook na uitkweken tot het popstadium, niet waargenomen in rupsen die voor 27 mei verzameld werden. De rol van predatie door vogels is vermoedelijk gering (Opdam en Schotman, 1986; Steinfatt, 1942; Wellenstein en Schwenke, 1978), doch predatie voor overige organismen is onbekend.

Voedselvoorziening Waargenomen werd dat de naalden en mannelijke bloeiwijzen van de groveden in 1986 ongeveer één week na het verschijnen van de eirupsen begonnen uit te lopen. Dit betekent dat het de jonge rupsen, die reeds vanaf 6 mei naar de kronen kropen, ongeveer één week ontbroken heeft aan geschikt voedsel. In de literatuur wordt gemeld dat rupsen die slechts naalden van het vorige jaar aangeboden krijgen in het eerste larvale stadium mortaliteiten van 74-100 procent vertonen. (Mayer, 1940; Sattler, 1939; Slizyrński, 1970; Wellenstein, 1942). Mayer (1940) en Campbell (1963) vermelden bovendien dat mechanisch ongeschikt voedsel een snelle dood van de rupsen tot gevolg heeft. Dit in tegenstelling tot kwalitatief ongeschikt voedsel. Een proef wees uit dat rupsen die, bij laboratoriumtemperatuur, slechts vocht maar geen voedsel kregen toegediend, binnen een week 95 procent mortaliteit vertoonden (Van Gent ongepubliceerd).

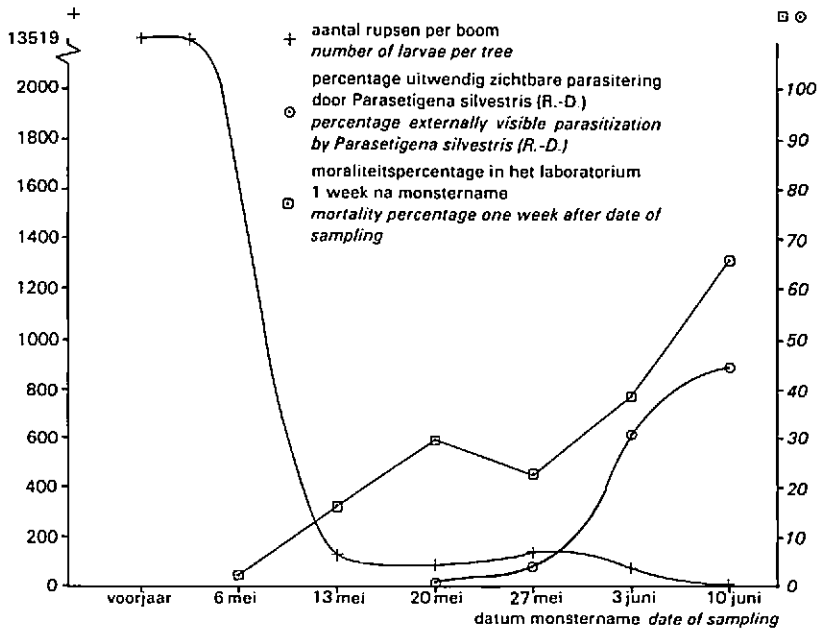
De tweede reductie in populatieomvang

De rupsen die deze eerste week overleefden gingen later te gronde zodat het vierde larvale stadium niet bereikt werd.

Contaminatie Uit analyses is gebleken dat Dimilin op de naalden verzameld in de controle-percelen, in tegenstelling tot op de bemonsterde naalden uit de met Dimilin bespoten percelen, niet aangetoond kon worden. Contaminatie was dus ook in deze tweede periode uitgesloten.

Parasieten Aangezien de waargenomen parasiteringspercentages slechts de uitwendig zichtbare parasitering door *Parasetigena silvestris* (R.-D.) aangeven, vormen zij waarschijnlijk een onderschatting van de werkelijkheid. Bovendien is uit de literatuur bekend dat parasitering door deze tachinide van rupsen tot en met het derde larvale stadium, vaak zowel de dood van de rups als van de made tot gevolg heeft (Niklas, 1942a, b). Daar in de bemonsteringen alleen levende rupsen werden verzameld, zal het parasiteringspercentage door *Parasetigena silvestris* (R.-D.) zeer waarschijnlijk hoger zijn dan de 44 procent die in het laboratorium bepaald werd. Parasitering door o.a. *Cotesia melanoscela* (Ratz.), *Pimpla turionellae* (L.), *Pteromalus chrysos* (Walker) Chalc. en *Sarcophaga* sp. bedroeg minder dan 2 procent van het aantal verzamelde rupsen (Van Gent ongepubliceerd).

In Maarheeze werden op 11 juli 1986 zowel kaal-



Figuur 3 Mortaliteit in het veld en het laboratorium, alsmede het percentage uitwendig zichtbare parasitering door *Parasetigena silvestris* (R.-D.).
 Figure 3 Field and laboratory mortality and percentage of externally visible parasitization by *Parasetigena silvestris* (R.-D.).

stadium stage	ei	L1	L1	L1/L2	L2/L3	L2/L3	L2/L3
aantal rupsen gebruikt voor: number of value used for:							
o		350	300	252	200	135	58
□		1494	823	533	200	135	60
aantal bomen geveld: number of trees sampled			3	6	4	8	9

vraat van fijnspar (*Picea abies* (L.) Karst.) en groveden als enkele tientallen vlinders per ha waargenomen. Evenals in Luyskgestel verschenen in Maarheeze de eerste eirupsen rond 6 mei, doch in tegenstelling tot Luyskgestel werden in Maarheeze ook na 13 mei nog niet uitgekomen eieren waargenomen. Pas op 22 mei waren alle eihoopjes uit (Lamers pers. comm.). Op deze wijze is wellicht een deel van de rupsen aan het effect van de desynchronisatie tussen het moment van uitkomen van de eieren en uitlopen van de groveden ontsnapt, waardoor een aantal zich tot vlinder kon ontwikkelen.

Nabeschuiving

Ondanks hoge aantallen levensvatbare eieren en ei-

rupsen in het onbespoten gedeelte van het proefgebied in Luyskgestel begin 1986, kwam de nonvlinderpopulatie daar niet tot ontwikkeling. Het vierde larvale stadium werd niet bereikt. Merkbare vreterij bleef dan ook achterwege.

Het lijkt waarschijnlijk dat de grootste sterfte onder de rupsen veroorzaakt werd door het niet tijdig beschikbaar zijn van jonge naalden aan de meischeuten van de grovedennen. Naar de invloed van deze factor op de mortaliteit van de eirupsen zal nader onderzoek moeten worden verricht.

De plotselinge en onverwachte wending in de plaagontwikkeling van de nonvlinder suggereert dat het wellicht zinvol is om de beslissing om te bestrijden niet afhankelijk te stellen van het aantal uitgekomen eirupsen op de onderste 2 m stam, maar het criterium om te

bespuiten te baseren op de aantallen rupsen die het tweede of derde larvale stadium in de kronen hebben bereikt.

Daar 80 procent van de vraatschade door de twee laatste stadia van de rupsen veroorzaakt wordt (Mors, 1942), is niet te verwachten dat hierdoor veel extra schade zal optreden.

Deze methode van geleide bestrijding zou vooral toepasbaar zijn in gelijkjarige bossen waarvan de scheuten vrijwel gelijktijdig uitlopen, zoals bijvoorbeeld groveden.

Daar een beslissing om al dan niet te bestrijden pas in een laat stadium genomen kan worden, zullen wel alle administratieve en praktische voorbereidingen voor een eventuele bestrijding plaats moeten vinden. Daarnaast is de toepasbaarheid van deze methode van geleide bestrijding afhankelijk van de omvang van het plaaggebied en de tijdsduur waarin het aangetaste bosoppervlak kan worden bestreden. Het grote voordeel is echter het voorkomen van een onnodige bestrijding waardoor kosten bespaard worden en het milieu niet onnodig belast.

Dankbetuiging

In de eerste plaats zouden wij ir. G. Bikker, ing. J. J. Lamers en ing. J. T. Vorstermans van het Staatsbosbeheer willen bedanken voor hun medewerking en het ter beschikking stellen van gegevens. Voor hun enthousiaste medewerking in het laboratorium en in het veld gaat onze dank uit naar J. J. M. Belde, Th. van Gent, M. Kunz en L. G. Moraal werkzaam op "De Dorschkamp" en naar ir. A. M. C. Laméris, R. F. Laport en H. van Maanen van de vakgroep Virologie van de Landbouwniversiteit Wageningen. Mw. Th. van Gent en ir. A. M. C. Laméris worden tevens bedankt voor respectievelijk het verstrekken van ongepubliceerde onderzoeksresultaten en het identificeren van virus. Last but not least bedanken wij dr. R. A. Samson (Centraal Bureau voor Schimmelcultures te Baarn) voor het identificeren van schimmels en de medewerkers van Duphar B.V. voor het uitvoeren van chemische analyses.

Literatuur

Altenkirch, W. 1986. Die Nonne (*Lymantria monacha* L.) in Nordwestdeutschland 1977-1980. Anzeiger für Schädlingskunde, Pflanzenschutz, Umweltschutz 59: 67-74.

Brinkmann, G. 1982. Die Bekämpfung der Massenvermehrung von *Lymantria monacha* L. in Polen. Allgemeine Forstzeitung 3: 82-83.

Campbell, R. W. 1963. The role of disease and desiccation in the population dynamics of the gypsy moth *Porthetria dispar* (L.) (Lepidoptera. Lymantriidae). Canadian Entomologist April 1963: 426-434.

Doom, D. 1979. De nonvlinder (*Lymantria monacha* L.) na 70 jaar opnieuw schadelijk in Nederland. Nederlands Bosbouw tijdschrift 51(2): 33-37.

Fluiter, H. J. F. de. 1949a. Een belangrijke publikatie over de nonvlinder. Entomologische Berichten 289: 364-371.

Fluiter, H. J. F. de. 1949b. Een belangrijke publikatie over de nonvlinder. Entomologische Berichten 290: 383-390 (vervolg).

Fluiter, H. J. F. de. 1949c. Een belangrijke publikatie over de nonvlinder. Entomologische Berichten 291: 401-406. (slot).

Grijpma, P. 1985. De nonvlinderbestrijding in de Weerter- en Budelerbergen (1985). Nederlands Bosbouw tijdschrift 57(10/11): 363-366.

Grijpma, P., P. A. F. M. Reijbroek, P. A. W. M. Raaymakers et al. 1986. De nonvlinder (*Lymantria monacha* L.) in 1984 en 1985; plaag, bestrijding en onderzoek. Nederlands Bosbouw tijdschrift 58(3): 58-67.

Grijpma, P., J. J. M. Belde en D. C. van der Werf. Artificial rearing of the nun moth, *Lymantria monacha* (L.) (Lep., Lymantriidae); a comparison of two synthetic diets (in voorbereiding).

Janisch, E. 1938. Eine neue Pilzkrankheit bei Nonnenraupen. Arbeiten über physiologische und angewandte Entomologie 5: 1-20.

Laméris, A. M. C., R. F. Laport, P. Grijpma et al. 1986. Aerial application of nuclear polyhydrosis virus and Dimilin for control of the nun moth, *Lymantria monacha* L. (Lep., Lymantriidae). In: Samson, R. A.; J. M. Vlak and D. Peters (Eds). Fundamental and applied aspects of invertebrate pathology. Foundation of the 4th International Colloquium on Invertebrate Pathology, Wageningen, The Netherlands. p. 134.

Mayer, A. 1940. Ernährungsphysiologische Untersuchungen an Nonnenraupen (*Lymantria monacha* L.). Zeitschrift angewandte Entomologie. 27(2): 158-207.

Mors, H. 1942. Aktivität und Frass der Nonnenraupe in den verschiedenen Jahren ihrer Massenvermehrung. In: Wellenstein, G. Die Nonne in Ostpreussen (1933-1937). Monographien Zeitschrift angewandte Entomologie nr. 15. p. 126-175.

Niklas, O.-F. 1942a. Zum Massenwechsel der Tachine *Parasetigena segregata* Rond. in der Rominter Heide. In: Wellenstein, G. Die Nonne in Ostpreussen (1933-1937). Monographien Zeitschrift angewandte Entomologie nr. 15. p. 319-358.

Niklas, O.-F. 1942b. Die lebensweise der Raupenfliege *Parasetigena segregata* Rond. in der Rominter Heide im Hinblick auf eine biologische Bekämpfung der Nonne. In: Wellenstein, G. Die Nonne in Ostpreussen (1933-1937). Monographien Zeitschrift angewandte Entomologie nr. 15. p. 359-388.

Opdam, P., en A. Schotman. 1986. De betekenis van structuur en beheer van bossen voor de vogelrijkdom. Nederlands Bosbouw tijdschrift 58(1/2): 21-33.

Ritzema Bos, J., E. D. van Dissel, A. A. Nengerman et al. 1909. Rapport betreffende het optreden van de nonvlinder in Nederland en de maatregelen, die ter bestrijding van de nonvlinderplaag genomen kunnen worden. Departement van Landbouw, Nijverheid en Handel. Directie van den Landbouw. 's-Gravenhage. Gebrs. J. en H. van Langenhuisen. 30 pp.

Sattler, H. 1939. Die Entwicklung der Nonne, *Lymantria monacha*, in ihrer Abhängigkeit von der Nahrungsqualität. Zeitschrift angewandte Entomologie 25(4): 543-587.

Schmutzenhofer, H. 1975. Ei-Kontrollen und ihre Bedeutung für die Prognose des Nonnenauftritts. In: Zur Massenvermehrung der Nonne (*Lymantria monacha* L.) im Waldviertel 1964-1976 und der weiteren Entwicklung bis 1973. Mittelungen der forstlichen Bundes-Versuchsanstalt. Wien: 37-45.

- Skatulla, U. 1985. Untersuchungen zur Wirkung eines Kernpolyeder Virus aus *Leucoma salicis* L. (Lep., Lymantriidae) auf einige Lymantriden-Arten. Anzeiger für Schädlingskunde, Pflanzenschutz, Umweltschutz. 58(3): 41-47.
- Ślizyński, K. 1970. Zerwanie brudnicy mniszki – *Ocneria monacha* L. (Orgyidae, Lepidoptera) na kwiatostanach męskich sosny – *Pinus silvestris* L. (feeding of black arches moth – *Ocneria monacha* L. (Orgyidae, Lepidoptera) on male inflorescence of pine – *Pinus silvestris* L.). Polskie pismo entomologiczne. Tom XL/4. 30 XII. p. 871-876.
- Stairs, G. R. 1972. Pathogenic microorganisms in the regulation of forest insect populations. Annual Review of Entomology 17: 355-372.
- Steijlen, I. M. 1986. Ineenstorting van de nonvlienderplaag in 1986; een analyse van mogelijke oorzaken. Doctoraalscriptie. Vakgroep Entomologie, Landbouwniversiteit Wageningen. 86 pp.
- Steinfatt, O. 1942. Die Beziehungen zwischen Vogelwelt und Nonne in der Rominter Heide anlässlich der letzten Massenvermehrung. In: Wellenstein, G. Die Nonne in Ostpreussen (1933-1937). Monographien Zeitschrift angewandte Entomologie nr. 15. p. 405-477.
- Wellenstein, G. 1942. Zum Massenwechsel der Nonne. In: Wellenstein, G. Die Nonne in Ostpreussen (1933-1937). Monographien Zeitschrift angewandte Entomologie nr. 15. p. 207-278.
- Wellenstein, G. en W. Schwenke. 1978. *Lymantria monacha* L., Nonnenspinner, Nonne. In: W. Schwenke (ed.). Die Forstschädlinge Europas III: 349-368.