Landbouwhogeschool-Wageningen
CENTRUM VOOR LANDBOUWKUNDIG ONDERZOEK IN SURINAME

HET KWEKEN VAN DIATRAEA SACCHARALIS (F.) (LEPIDOPTERA, CRAMBIDAE) OP EEN KUNSTMATIG DIEET

(onderzoekproject no. 68/8)

P.J. Hummelen en E.A. Goewie

augustus 1972

CELOS rapporten vormen een serie interne verslagen van werk verricht door studenten en leden van de wetenschappelijke staf van het Centrum voor Landbouwkundig Onderzoek in Suriname.

I N H O U D

Blz.

1. Samenvatting 5
2. Voorwoord 5
3. Inleiding en probleemstelling 5
   3.1. Eisen gesteld aan een kunstmatig medium . . . 6
   3.2. Bespreking van de reeds gebruikte media . . . 6
4. Methoden en uitvoering 7
   4.1. Ontwikkeling van het standaardmedium 7
      4.1.1. Veranderingen in de loop der tijden aangebracht 7
      4.1.2. Gebruikte ingrediënten 11
      4.1.3. Wijze van bereiding 12
   4.2. Wijze van kweek. 12
5. Resultaten 13
   5.1. De kweek op media van wisselende samenstelling 22
   5.2. De kweek op medium volgens Walker 22
   5.3. De kweek op medium met pompoen 23
   5.4. De kweek op standaardmedium 23
      5.4.1. De resultaten van de kweek 23
      5.4.2. Bepaling van de regressie tussen popgewicht en eiproductie 23
   5.5. Samenvatting van de resultaten per kweek . . . 26
6. Discussie en conclusies 26
7. Literatuur 28

1. SAMENVATTING

Voor de biologische bestrijding van Diatraea saccharalis (F.) is een kunstmatig medium ontwikkeld om de boorder te kunnen kweken. Als voedingsstoffen zijn bonen, maisplanten, worteltjes, gist, caseïne en vit. C gebruik, en als schimmel- en bacteriewerende stoffen nipagine, streptomycine en sorbinezuur. Ter voorkoming van schimmel- en bacteriegroei zijn verder geen bijzondere maatregelen genomen.

Bij de ontwikkeling van het medium zijn 12 generaties gekweekt: in de zesde en tiende generatie zijn mannetjes uit het veld ingebracht. Op het standaardmedium zijn 6 generaties gekweekt met in de 5e generatie opnieuw mannetjes uit het veld. Dit is waarschijnlijk nodig door de inteelt die ontstaat.

De ontwikkelingsduur van L_1 tot vlinder is ca. 35-38 dagen. De mortaliteit is ca. 50%; dit treedt bijna geheel in het L_1-stadium op. De popgewichten zijn voor de mannetjes ca. 75 mg en voor de wijfjes ca. 125 mg; de eiproductie is ruim 400 eieren/wijfjes. Er is een duidelijke correlatie tussen het popgewicht en de eiproductie.

Het medium is geschikt om op laboratoriumschaal boorders te vermeerderen. Grote aantallen parasieten zijn reeds gekweekt op deze boorders.

2. VOORWOORD

Dit verslag heeft betrekking op het onderzoek naar een kunstmatig medium in de periode najaar 1969 tot juli 1972. De in het verslag vermelde resultaten zijn deels verzameld door E.A. Goewie in zijn practijkperiode. Hij was als student in de richting planteziektenkunde aan de Landbouwhogeschool te Wageningen gedurende een half jaar (januari - juli 1972) werkzaam op het Centrum voor Landbouwkundig Onderzoek in Suriname (CELOS).

3. INLEIDING EN PROBLEEMSTELLING

Reeds in 1968 is het onderzoek naar de rijstboorders in Suriname op het CELOS begonnen. Het doel is te komen tot een geïntegreerde bestrijding van deze plagen en daarbij is in eerste instantie gedacht aan de kweek en het loslaten van boorderparasieten. Om dit te kunnen bereiken is een massale kweek van gastheren noodzakelijk, iets wat economisch alleen haalbaar is als zij gekweekt kunnen worden op een kunstmatig dieet. Er zijn reeds een aantal diëten beschreven, maar deze waren vaak niet geschikt omdat zij alleen onder (semi)steriele omstandigheden gebruikt konden worden. Alleen BOWLING (1967) en WALKER (1966) hadden goede resultaten; zij werkten niet steriel. GOOSSENS (1969) en VAN DINTHER & GOOSSENS (1970) werkten op het CELOS een medium uit dat redelijke resultaten opleverde. Met dit medium is verder gewerkt waarbij vooral veranderingen in de consistentie zijn aangebracht en in de hoeveelheden van de ingrediënten. Nieuwe ingrediënten zijn niet toegevoegd.

3.1. EISEN GESTELD AAN EEN KUNSTMATIG MEDIUM

De eisen die aan een kunstmatig medium gesteld moeten worden zijn direct afhankelijk van het doel waarvoor het medium wordt gemaakt. Het doel is het verkrijgen van een medium dat geschikt is om boorderparasieten in grote aantallen te kweken.

De volgende punten zijn van belang;

1. mogelijkheid van niet steriel werken;
2. productie van vitale adulten met een grote reproductiecapaciteit;
3. uniforme ontwikkeling zonder een sterke vertraging in larvale groei;
4. grote overleving van ei tot adult;
5. lange houdbaarheid (ten minste tijdens de cyclusduur van boorder en parasiet);
6. snelle en goedkope bereiding.

De bovenstaande punten vallen in twee groepen uiteen: a) optimale omstandigheden voor de boorder, en b) economische zijde van het medium. Tussen deze twee punten zal een zo gunstig mogelijk compromis moeten worden gevonden.

De mogelijkheid van niet steriel werken is uitermate belangrijk bij het kweken van parasieten. Volwassen parasieten zijn niet of nauwelijks te ontsmetten. Worden de parasieten enige malen overgezet van medium naar medium dan zal in korte tijd alle medium geïnfecteerd kunnen worden met meegebrachte sporen.

Een lange houdbaarheid moet worden gezocht in de toevoeging van schimmel- en bacteriewerende stoffen. Deze stoffen blijken niet alleen nadelig te zijn voor de groei van de rupsen, maar ook voor het aanslaan van de eirupsen op het medium.

3.2. BESPREKING VAN DE REEDS GEBRUIKTE MEDIA

In de literatuur zijn diverse media voor de kweek van D. saccharalis besproken.

Er moet een onderscheid worden gemaakt tussen een steriele en niet steriele kweek van boorders. De steriele kweek is zeer tijdrovend en komt voor een massale vermeerdering van rupsen niet in aanmerking. Zeker niet als op dezelfde rupsen ook parasieten moeten worden gekweekt.

De volgende media voor D. saccharalis zijn beschreven.

PAN & LONG (1961) werkten onder steriele omstandigheden in een speciale inoculatiekamer. De gesteriliseerde eieren werden in erlenmeyers met medium geplaatst en na ca. 28 dagen opengemaakt. De rupsen werden individueel verder gekweekt. Contaminatie door schimmels was normaal in de experimenten.

WONGSIRI (1962) zal net als Adkisson, wiens medium hij met een kleine toevoeging gebruikte, steriel gewerkt hebben, en één larve per buisje hebben gekweekt. Hij had weinig last van schimmelgroei.

MISKIMEN (1965) werkte niet steriel maar nam wel speciale maatregelen om schimmelgroei te voorkomen, o.a. dubbele deuren en afsluiting van de ramen. Hij geeft geen biologische gegevens over de resultaten.

HRDY et al. (1968) zeggen dat "the results derived from rearing of D. saccharalis can serve only as a general guide". Zij kregen dan ook na 14-20 dagen schimmelgroei.

HENSLEY et al. (1968) kweekten grote aantallen boorderrupsen individueel op. De cyclus van ei tot pop was 32 dagen. De popgewichten waren vergelijkbaar met die uit mais. Wel waren er problemen met Aspergillus bij de kweek van meerdere rupsen per buisje.

BOWLING (1967) werkte niet steriel en nam ook weinig voorzorgsmaatregelen om schimmelgroei te voorkomen. Hij kweekte enige larven per glas. De eiproductie was aan de lage kant. Het percentage overleving wordt niet opgegeven.

WALKER et al. (1966) had verreweg de beste resultaten zowel wat groei als overleving betrof. Hij werkte niet steriel en had desondanks weinig last van schimmelgroei.

VAN DINTHER & GOOSSENS (1970) (werkten eveneens op het CELOS) testten een negental diëten. Zij werkten niet steriel en hadden weinig last van schimmelgroei. Aan de hand van hun gegevens is doorgewerkt aan een medium voor massakweek.

De samenstelling van de diëten en de resultaten zijn globaal in Tabel 1 en 2 weergegeven.

4. METHODEN EN UITVOERING

4.1. ONTWIKKELING VAN HET STANDAARDMEDIUM

4.1.1. Veranderingen in de loop der tijden aangebracht

Er is uitgegaan van medium no. 4 dat voor Van Dinther & Goossens ontwikkeld was op het CELOS. De biologische resultaten van dit medium waren in de eerste generatie goed, maar liepen daarna snel terug zodat de kweek na 4 generaties ten einde kwam.

Bij het opzetten van een nieuwe kweek was de overleving gering en de ontwikkelingsduur te lang. Het medium was te vochtig waardoor veel rupsen aan het medium bleven vastplakken. Agar is enige malen weggelaten omdat er geen effect van verwacht werd in combinatie met het bruine bonenmeel, maismeel en worteltjespoeder. Reeds in de tweede generatie is de hoeveelheid worteltjespoeder verdubbeld in navolging van het recept van Walker. De hoeveelheid sorbinezuur is tot de helft verminderd. De penicilline is weggelaten omdat er weinig effect van verwacht werd naast het breed werkende streptomycine. In de laatste media van de tweede generatie is de hoeveelheid water met 20% verminderd. Toen werd reeds het nu gebruikte standaardmedium (zie Tabel 3) bereikt. De ontwikkelingsduur en de popgewichten waren verbeterd, de mortaliteit bleef vrij hoog maar varieerde sterk binnen één generatie.

Tabel 1. Media gebruikt voor de kunstmatige kweek van D. saccharalis. Alles is omgerekend op 100 ml water. De gebruikte ingrediënten zijn niet altijd op dezelfde wijze bereid of van dezelfde concentratie. Alles is in grammen aangegeven tenzij anders vermeld

	Pan & Long	Wong-siri	Mis-kimen	Hrdý et al.	Hensley et al.	Bow-ling	Walker et al.	Van Dinther et al.	CELOS standaard
Bruine bonen						27		6,7	21
Tarwekiemen		3,5			3,4				
Suikerriettoppen			82						
Maisplanten	8						16	4,8	6,7
Sojaboon				14,3					
Maisextract				7,1					
Caseïne		4,1		1,41	3,4		0,8	0,48	0,67
Worteltjes				7,1			8	2,4	6,7
Sucrose	4	4,1		7,1	5,8				
Gist	1,6					4	12	4,8	6,7
Vit. C			1,46		1,2 ml	0,4	0,26	0,24	0,33
Vitaminen	0,16	1,2		1,42	1,2				
Choline chloride	0,08	0,12			0,12				
Zout	0,8	1,2			1,1				
Pangamine				1,07					
Agar	2,8	3	0,6	1,8	2,3	1,6	1,6	1,4	2
Nipagine			0,18	0,21	0,17	0,27	0,04	0,48	0,63
Na-benzoaat				0,21			0,24		
Sorbinezuur			0,36			0,13		0,10	0,063
Na-alginaat		0,6							
Formaldehyde			0,36		0,58	0,27			
HCl IN (ml)							8		
Dowicide-A	0,12								
Aureomycine					0,03				
Penicilline								0,10	
Streptomycine								0,05	0,12
Water (ml)	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Tabel 2. Resultaten van de kweek van D. saccharalis op kunstmatig medium bij verschillende onderzoekers

	Pan & Long	Wong siri	Mis-kimen	Hrdý et al.	Hensley et al.	Bow-ling	Walker	Van Dinther et al.	CELOS standaard
Duur larvaal stadium (in dagen) ♂						30,4			28
♀					↑	27,2			31
♂+♀		30	90	32-40		30,1	22	32	
Duur popstadium (in dagen) ♂					32	7,9			
♀						7,9			
♂+♀		7,2			↓	7,9		8	8
Popgewicht (in mg) ♂	59			47-72		79	63	59	75
♀	116			50-109		107	112	112	125
♂+♀						95			
Aantal eieren/♀		333	360			268	500-600	394	410
Eiduur (in dagen)						6,5		6	6
Overleving %	60	60		30-50	64-87		90-95	81	50

Tabel 3. Samenstelling der voedingsmedia. (Alles in grammen tenzij anders vermeld)

Medium no.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Bruine bonen	17	-	-	-	-	-	-	21	21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mais	4,8	-	-	-	5	-	-	6,3	6,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Worteltjes	2,4	-	-	-	5	-	-	6,3	6,7	-	-	-	-	-	-	-	-	8	x
Pompoen	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	6,7
Gist	4,8	-	-	-	5	-	-	6,3	6,7	-	-	-	-	-	-	-	-	10	6,7
Caseïne	0,48	-	-	-	0,5	-	-	0,63	0,67	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Vit. C	0,24	-	-	-	0,25	-	-	0,31	0,33	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Agar	1,5	x	x	x	x	1,5	-	1,9	2,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nipagine	0,48	-	x	0,48	0,5	-	-	0,63	0,63	-	-	0,17	-	0,40	-	0,63	1,0	0,63	-
Sorbinezuur	0,1	-	x	0,1	-	0,05	-	0,063	0,063	-	x	0,063	-	-	-	-	-	-	-
Penicilline	0,1	-	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Streptomycine	0,05	-	0,15	-	0,1	-	-	0,12	0,12	-	-	0,05	0,12	-	-	-	-	-	-
HCl 1N (ml)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	6,3	x	x	x	x	6,3	8,3	x	x	x
H_2O (ml)	100	-	-	-	-	-	90	80	100	100	-	-	-	-	-	-	-	110	100
Houdbaarheid	+++	+++	---	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+-	+-	--	+--	+++	+++	+++

x = weggelaten
- = als voorgaande
+ = goed houdbaar
- = slecht houdbaar

Medium no. 9 is het later gebruikte standaardmedium.

In de derde tot zesde generatie is getracht de overleving te doen toenemen door de hoeveelheden nipagine en streptomycine te variëren. Door vermindering van de nipagine nam de overleving toe maar ook de schimmelgroei; het omgekeerde was eveneens het geval. De hoeveelheid nipagine bepaalt zeer sterk het aanslaan van de eirupsen op het medium. De hoge mortaliteit bij veel nipagine wordt veroorzaakt door L_1 sterfte; bij weinig nipagine sterven veel oudere rupsen door overgroeiing met schimmel. Hoewel de overleving bij de kweek van 3 rupsen per buis met minder nipagine groter is dan met de nu gebruikte hoeveelheid nipagine, wordt deze toch niet verminderd omdat de kweek in erlenmeyers dan bijna onmogelijk is, zeker bij inbreng van sluipwespen. Van streptomycine werd geen effect gezien. Eenmaal is de hoeveelheid worteltjespoeder en gist verhoogd, dit met enig resultaat. Het was echter niet groot genoeg om deze verandering te handhaven. Enige malen is ook HCl toegevoegd, zonder aantoonbaar resultaat.

Daar het worteltjespoeder uit Nederland moet komen is getracht dit product te vervangen door pompoenpoeder. De resultaten waren echter niet bevredigend.

4.1.2. Overzicht van de gebruikte ingrediënten

1) Bruine bonenmeel, Phaseolus sp. De bonen werden plaatselijk gekocht. Voordat zij tot meel werden gemalen, waren zij met een mixer stukgeslagen en één nacht bij ca. 50°C gedroogd.

2) Maismeel was bereid uit gehele maisplanten die net in het generatieve stadium waren. Alleen de oude bruine bladeren waren verwijderd. De planten werden overlangs doorgesneden en 3-4 dagen gedroogd bij ca. 50°C.

3) Worteljespoeder was bereid uit winterpeen (Daucus carota L.). De peen werd in blokjes gesneden en gedroogd bij ca. 50°C. De laatste partijen waren geblancheerd, d.w.z. even verhit tot ca. 100°C. Het poeder of de blokjes zijn in blik onder stikstof naar de tropen verzonden.

4) Pompoenpoeder (Cucurbita pepo L.) was bereid uit rijpe vruchten. Zij werden in plakken gesneden en gedroogd bij ca. 50°C en daarna gemalen.

5) Gist werd gebruikt van de N.V. Kon. Ned. Gist en Spiritus fabrieken dat als poeder in de handel verkregen wordt.

6) Caseïne.

7) Agar is altijd in poedervorm gebruikt.

8) Ascorbinezuur, in zuivere vorm.

9) Water: altijd is leidingwater gebruikt; dit is ijzerhoudend.

10) Methylparahydroxy benzoëzuur (nipagine).
11) Sorbine zuur.
12) Penicilline.
13) Streptomycinesulfaat.

4.1.3. Bereidingswijze van het medium

In de tijd van de ontwikkeling van het medium is er altijd gebruik gemaakt van een "waring blender" om de ingrediënten te mengen. Later is een Hobart laboratorium-menger gebruikt, waarin steeds ruim 1,5 liter medium (1,5 liter water bevattend) is bereid. Doordat het medium vrij stijf was bleek de menging met de mengers alleen niet voldoende daarom werd het medium enige malen met een lepel doorgeroerd.

De agar werd bij één liter kokend water gevoegd en gedurende 5 minuten geroerd. Vervolgens werden worteltjespoeder, gist, caseïne, vitamine C, nipagine, sorbinezuur en streptomycine, bij het mengsel gedaan en gedurende 10 minuten geroerd. De temperatuur van het mengsel (in de Hobartmenger) was inmiddels tot ca. 53°C gedaald. Tenslotte werden mais- en bruine bonenpoeder toegevoegd en 10 minuten geroerd. Het medium had toen een temperatuur van ca. 44°C (in de Hobartmenger) en de viscositeit was aanmerkelijk toegenomen. Het nog warme medium werd met behulp van een slagroomspuit in buizen en erlenmeyers gespoten en gedurende één nacht in een airco-kamer geplaatst om de condens die in de buizen en erlenmeyers ontstond te laten verdampen.

4.2. WIJZE VAN KWEEK

De kweken vonden plaats in een geheel gescreende ruimte, waarin weinig gedaan werd om steriel te werken. In gesteriliseerde glazen buizen van 10 x 2,3 cm werd per buis 15 gram medium gespoten. Elke buis werd door een watteprop afgesloten.

Per buis werden drie vitale rupsen op het medium gezet. Het overbrengen van de eirupsen naar het medium gebeurde met behulp van een vochtige, marterharen penseel. Om mijtinfectie bij het inzetten van de rupsen te voorkomen, werd de werktafel vooraf met alcohol gereinigd en schoongebrand en de penseel met alcohol ontsmet. Na 20 dagen werden de buizen met rupsen gecontroleerd op de aanwezigheid van poppen. Soms echter werd tussentijds gecontroleerd op schimmelgroei. De poppen werden met behulp van een spatel uit het medium verwijderd en dezelfde dag nog gewogen. Vervolgens werden de poppen afzonderlijk weggezet in glazen buizen, die door watteproppen waren afgesloten. Het verwijderen van poppen uit het medium gebeurde of dagelijks, of één- tot tweemaal per week. Wanneer verwacht werd dat buizen geen rupsen en poppen meer bevatten werd als extra controle het medium met water uit de buizen gespoeld.

De poppen werden elke dag gecontroleerd op het uitkomen van vlinders. De gave vlinders werden per paar gecombineerd, waarbij de onderlinge verwantschap zo klein mogelijk werd gehouden. De paren voor de eiproductiebepaling werden in plastic koffiebekers van 8,5 cm hoog en 7,5 cm in doorsnede gezet, waarvan zowel bodem als deksel van fijnmazig gaas waren voorzien. De bekers waren geplaatst in rekken boven een bak met water. Elke beker was voorzien van een vel "kladblok" papier, waarop de vlinders eieren konden leggen. Dit papier is gemakkelijk te verwijderen en bij het tellen van de eieren te hanteren. De eieren werden in het zwarte-kopstadium geteld bij een 12-malige vergroting. Enkele dagen na het uitkomen van de rupsen werd het onbevruchte en niet uitgekomen aantal vastgesteld. Onbevruchte eieren zijn te herkennen aan een donkergele tot lichtbruine kleur en niet uitgekomen eieren aan het zwarte-kopkapsel dat door de doorzichtige eischaal te zien is. De rupsen die uit de eieren kwamen werden op medium gezet en vormden een volgende generatie in de kweek.

De kweek valt uiteen in vier delen:

kweek A : op medium van wisselende samenstelling, dit bij de ontwikkeling van het medium;
kweek B : op het medium volgens Walker;
kweek C : op het medium met pompoen;
kweek D : op het standaardmedium.

De kweken zijn gestart met materiaal dat in het veld gevonden werd; dit waren eieren of oudere rupsen en poppen. De eerste generatie was steeds die waarbij de L_1's op medium waren gezet. Een uitzondering vormt de kweek op het medium volgens Walker. Daarvoor zijn rupsen gebruikt van de tweede generatie van kweek A.

Bij kweek D zijn vanaf volgnummer 32 de rupsen direct na het inzetten twee dagen in het donker geplaatst, dit om de L_1 mortaliteit te verkleinen.

5. RESULTATEN

Het medium bleef tijdens de ontwikkeling der larven goed houdbaar; consistentie, reuk en structuur veranderden niet of nauwelijks. De kwaliteit van het medium is vastgelegd in gegevens over ontwikkelingsduur, popgewicht, eiproducties, percentage (on)bevruchte eieren en overlevingspercentage. De resultaten zijn vermeld in Tabel 4, 5, 6 en 7. Elk volgnummer in de tabellen geeft de resultaten aan van nakomelingen van één ouderpaar. In tabel 7 zijn enkele volgnummers verder onderverdeeld naar a, b en c, wat eveneens aangeeft dat de desbetreffende gegevens afkomstig zijn van één ouderpaar.

Tabel 4. Resultaten van de kweek op media van wisselende samenstelling (kweek A.) In de zesde en tiende generatie werden verse mannetjes in de kweek gebracht. Zie voor de verklaring van de mediumnummers Tabel 3. n = aantal waarnemingen; $\bar{x}$ = gemiddelde van n waarnemingen

medium nummer	volg no.	aantal L_1 ingezet	% overleving L_1-pop			ontwikkelingsduur in dagen L_1-vlinder				popgewicht in mg				leeftijd in dagen				Eiproductie					wijfjes	
			♀	♂	tot	♀ n	♀ $\bar{x}$	♂ n	♂ $\bar{x}$	♀ n	♀ $\bar{x}$	♂ n	♂ $\bar{x}$	♀ n	♀ $\bar{x}$	♂ n	♂ $\bar{x}$	n	popgewicht in mg	totaal	%onbevrucht	%L_1 niet uit ei	% bevrucht	%onbevrucht
1e generatie																								
1	1	-	-	-	-	10	52	17	51	11	95	15	65	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1	2	-	-	-	-	18	42	14	41	17	111	16	65	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	3	-	-	-	-	2	42	2	34	3	128	3	82	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	4	58	17	48	66	6	41	14	35	10	95	17	60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Totaal		-	-	-	-	36	46	47	42	41	104	51	64	17	5,7	20	4,3	14		401	6	12	81	19
2e generatie																								
5	7	60	25	13	38	14	37	7	36	15	126	8	78	13	6,3	-	-	10	123	448	21	28	77	23
6	8	60	17	15	32	6	39	7	36	10	121	9	73	4	5,3	-	-	3	119	382	21	17	75	25
6	11	60	37	37	73	21	36	21	34	22	119	22	76	11	5,1	-	-	11	119	499	22	24	100	o
7	12	63	22	35	57	12	37	22	34	14	134	22	78	5	5,4	-	-	5	152	621	24	46	100	o
8	13	72	18	10	28	11	41	7	36	11	107	6	61	2	5,0	-	-	2	105	364	14	24	100	o
Totaal		315	24	22	45	64	38	64	35	73	120	67	74	35	5,6	68	4,3	31	125	482	21	24	83	12
3e generatie																								
9	15	69	22	6	28	14	39	3	38	15	124	4	77	5	4,5	-	-	5	143	530	18	22	63	37
10	16	69	19	10	29	12	39	6	41	13	129	7	79	3	6,0	-	-	3	143	595	31	23	33	67
11	17	69	13	7	20	6	38	5	34	9	124	5	74	2	5,5	-	-	2	149	584	21	24	75	25
12	18	69	28	44	71	16	37	27	35	18	119	30	75	7	5,0	-	-	7	131	505	20	21	88	22
13	19	69	29	20	49	18	38	13	36	20	118	14	69	8	5,6	-	-	8	133	515	20	26	82	18
Totaal		345	22	17	39	66	38	54	36	75	122	60	74	25	5,4	25	4,9	25	136	530	21	23	68	32
4e generatie																								
6	23	63	27	38	65	15	35	22	32	17	125	24	76	3	5,7	-	-	3	130	345	13	21	25	75
9	24	72	32	42	74	21	37	29	36	21	123	28	72	4	5,2	-	-	4	130	495	20	22	27	73
11	25	72	19	46	65	13	36	31	35	12	113	29	71	4	5,2	-	-	4	118	442	4	31	33	67
14	26	75	28	33	61	15	33	22	32	21	106	24	71	6	4,5	-	-	6	106	286	20	14	55	45
15	27	81	35	24	58	27	33	17	32	27	103	19	72	10	5,1	-	-	10	96	317	10	22	46	54
Totaal		363	28	36	65	91	35	121	34	98	113	124	72	27	5,1	37	4,1	27	109	359	13	22	38	62

5e generatie																								
6	29	60	27	27	53	16	40	15	38	14	137	15	78	3	5,7	-	-	3	134	490	10	31	27	73
9	30	63	32	18	49	11	42	18	40	9	124	19	75	3	4,7	-	-	3	117	383	16	35	43	57
16	31	72	22	19	42	16	41	10	41	16	110	12	71	3	5,3	-	-	3	136	457	22	36	43	57
17	32	66	12	8	20	6	45	5	43	8	110	4	63	1	8,0	-	-	1	116	550	51	31	20	80
18	33	75	28	35	63	18	42	21	38	20	115	24	72	4	5,8	-	-	4	127	416	33	27	31	69
Totaal		336	24	21	46	67	42	69	39	67	119	74	73	14	5,6	21	4,5	14	128	443	23	32	33	67
6e generatie																								
6	36	66	17	26	43	10	44	11	39	11	108	15	72	2	5,0	3	4,7	2	108	272	16	21	40	60
9	37	75	13	19	32	3	46	12	38	7	96	13	71	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18	38	75	16	11	27	9	42	6	40	9	102	8	61	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100
9	39	81	6	14	20	5	38	10	38	5	101	10	66	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100
19	40	78	13	26	38	10	36	20	35	9	106	18	64	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100
Totaal		375	13	19	32	37	41	59	37	41	103	64	67	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13	87
7e generatie																								
9	41	75	36	27	63	26	33	27	30	24	131	27	73	7	5,1	11	3,6	8	134	378	17	29	67	33
9	42	75	41	35	76	29	33	24	31	29	122	26	73	11	5,0	14	3,7	11	132	344	19	39	65	35
Totaal		150	39	31	69	55	33	51	30	53	126	53	73	18	5,1	25	3,6	19	132	358	18	29	66	34
8e generatie																								
9	45	75	27	31	57	18	33	17	33	18	112	21	72	4	5,0	-	-	4	118	393	17	27	33	67
9	46	75	33	39	72	19	37	22	33	21	97	28	62	1	6,0	-	-	1	112	72	28	25	11	89
9	47	75	29	21	51	19	36	16	32	20	117	15	67	5	5,2	-	-	5	110	306	10	30	42	58
9	48	75	17	21	39	13	38	15	34	12	109	15	76	1	4,0	-	-	1	135	126	64	14	14	86
Totaal		300	27	28	55	69	36	70	33	71	109	79	68	11	5,1	14	3,9	11	115	300	16	28	27	73
9e generatie																								
9	49	114	29	34	53	27	39	29	36	31	120	36	63	6	5,5	-	-	5	109	308	24	28	43	57
9	50	52	6	6	12	1	46	2	39	2	114	2	62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	51	57	25	19	44	13	39	7	41	14	112	11	69	2	4,5	-	-	2	117	408	15	38	25	75
9	52	96	22	15	37	17	41	13	35	21	98	14	75	3	5,7	-	-	3	118	321	20	12	30	70
9	53	-	-	-	-	37	39	36	39	47	114	44	66	8	5,1	-	-	8	119	368	11	29	47	53
9	54	-	-	-	-	23	37	27	36	27	119	28	70	6	4,8	-	-	6	120	277	21	54	40	60
9	55	-	-	-	-	31	35	31	35	34	110	32	71	9	4,7	-	-	9	120	379	36	29	56	34
	56	-	-	-	-	15	37	17	34	16	92	18	74	2	4,0	-	-	2	89	328	16	39	25	75
Totaal		319	22	18	40	164	38	162	36	192	111	185	69	36	5,0	54	4,1	35	116	334	22	32	40	60
10e generatie																								
9	57	60	32	12	43	16	45	7	43	17	108	7	53	4	4,8	-	-	4	128	377	18	33	40	60
9	58	81	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	59	81	-	3	3	-	-	1	36	-	-	2	59	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	60	93	7	4	11	4	42	4	37	6	93	1	73	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	100
9	61	78	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	62	81	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	63	78	1	5	6	1	47	4	43	1	127	4	59	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	100
9	64	147	20	21	41	25	41	26	38	25	94	26	69	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	100
Totaal		699	8	7	15	46	42	42	39	49	99	40	65	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20	80

Tabel 5. Resultaten van de kweek op medium volgens Walker (kweek B.)
De kweek is opgezet met rupsen uit de 1e generatie van kweek A (Tabel 4); dus het begin op medium Walker is 2e generatie op medium.
n = aantal waarnemingen; $S_{\bar{x}}$ = standaardafwijking van het gemiddelde

generatie	aantal L_1 inge-zet	% over-leving L_1-pop			ontwikkelings-duur in dagen L_1 - vlinder						popgewicht in mg						Fiproductie						wijfjes	
					♀			♂			♀			♂			leeftijd in dagen				pop-gewicht in mg		totaal	% onbevrucht	% L_1 niet uit ei	% bevrucht	% onbevrucht
		♀	♂	Totaal	n	$\bar{x}$	$S_{\bar{x}}$	n	$\bar{x}$	$S_{\bar{x}}$	n	$\bar{x}$	$S_{\bar{x}}$	n	$\bar{x}$	$S_{\bar{x}}$	n	♀	n	♂	n	$\bar{x}$					
2e	63	35	33	68	19	36	0,5	21	35	1,7	21	103	4,1	21	60	3,3	18	4,9	68	4,3	15	103	465	21	23	83	17
3e	69	22	22	44	14	39	3,2	15	37	1,3	15	119	5,6	15	64	4,1	5	5,6	5	4,0	5	135	454	22	27	67	33
4e	63	19	35	54	9	37	-	18	34	0,8	12	89	4,2	21	54	2,1	6	3,3	-	-	4	92	332	28	33	80	20
5e	126	6	13	18	5	40	-	13	36	5,3	7	56	-	14	39	1,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabel 6. Resultaten van de kweek op medium met pompoen (kweek C). De kweek is met dezelfde ouders opgezet voor standaardmedium. In de volgnummers geeft P aan: ("standaard")medium met pompoen; en W: standaardmedium (dus met wortelen). De nummers W1, W6, P_4 en P_5 hebben evenals de nummers W9, P7 en P8 dezelfde ouders. n = aantal waarnemingen; $\bar{x}$ = gemiddelde van n waarnemingen; $S\bar{x}$ = standaardafwijking van het gemiddelde

Volgnummer	aantal L_1 ingezet	% overleving L_1-pop ♀	% overleving L_1-pop ♂	% overleving L_1-pop totaal	ontwikkelingsduur in dagen L_1 - vlinder ♀ n	♀ $\bar{x}$	♀ $S\bar{x}$	♂ n	♂ $\bar{x}$	♂ $S\bar{x}$	popgewicht in mg ♀ x	♀ $\bar{x}$	♀ $S\bar{x}$	♂ n	♂ $\bar{x}$	♂ $S\bar{x}$	Eiproductie: leeftijd in dagen n	♀	n	♂	popgewicht in mg n	$\bar{x}$	Eiproductie totaal	% onbevrucht	% L_1 niet uitgekomen ei	wijfjes % bevrucht	% onbevrucht
1e generatie																											
W1	75	39	37	76	24	40	2,5	27	32	0,6	25	110	6,3	23	75	2,1	18	5,5			7	110	429	14	67	67	33
W6	75	31	31	61	21	37	1,6	19	35	2,1	21	126	3,8	20	71	3,5	12	5,3			12	131	496	16	20	75	25
W9	69	44	38	81	30	33	0,6	26	31	0,5	26	138	5,6	24	78	3,2	13	4,5			13	138	486	19	33	100	0
Totaal	219	37	35	73	75	36		72	32		72	125		67	75		33	5,0	40	4,4	32	129	476	17	27	81	19
P4	75	32	45	77	22	41	5,9	31	36	2,0	21	122	2,2	31	71	1,8	5	5,8			5	117	423	8	32	63	38
P5	81	35	43	78	25	40	6,2	32	31	2,2	27	125	1,8	31	75	1,1	6	5,2			6	141	577	9	17	67	33
P7	69	48	41	88	32	33	5,0	28	29	2,7	32	141	0,8	26	75	0,5	11	4,6			11	140	494	17	31	85	15
P8	72	46	46	92	32	34	6,7	32	30	3,6	25	141	0,6	32	74	0,5	11	5,0			11	151	521	15	24	79	21
Totaal	297	40	44	84	111	37		123	32		105	133		120	73		33	5,0	46	3,8	33	142	507	14	26	75	25
2e generatie																											
W11	114	25	27	53	27	35	0,6	27	35	7,1	29	141	3,1	31	84	5,7	6	4,8	6	4,7	6	140	429	17	31	55	45
P10	66	16	25	41	11	36	-	16	39	3,0	10	137	-	17	78	3,4	-	-			-	-	-	-	-	0	100
P12	81	26	35	61	15	36	6,0	17	33	2,8	17	136	1,5	21	76	0,7	6	4,8			6	140	334	28	37	60	40
P13	72	12	5	17	9	38	-	4	35	-	10	123	-	3	71	-	3	4,7			3	119	410	51	39	100	0
P14	81	15	32	47	11	35	-	21	30	2,8	11	125	-	23	74	0,6	4	3,8			4	118	318	27	12	80	20
P15	69	16	35	51	13	37	12,9	26	34	2,0	13	135	1,6	26	77	1,3	6	4,3			7	132	344	29	36	87	13
Totaal	369	17	26	43	59	36		84	34		61	132		90	76		19	4,4	26	4,2	20	130	346	32	39	71	29
3e generatie																											
P17	75	13	10	24	9	37	-	7	33	-	10	103	-	6	71	-	3	5,7			3	118	382	31	27	100	0
P18	120	8	8	15	8	37	-	9	36	-	8	113	-	8	67	-	1	5,0			1	25	517	35	36	50	50
P19	120	15	8	23	15	36	1,0	10	34	-	16	109	4,7	7	72	-	3	5,3			3	132	462	30	16	50	50
P20	90	14	11	26	11	34	-	10	35	-	13	117	5,0	10	66	-	4	5,0			4	128	369	32	30	50	50
Totaal	355	14	10	25	43	36		36	35		47	111		31	69	-	11	5,3	11	3,7	11	126	411	32	26	58	42
4e generatie																											
P21	105	0	5	5	-	-	-	5	35	-	-	-	-	5	73	-	-	-			-	-	-	-	-		
P22	102	15	14	28	13	39	1,6	13	33	0,8	14	118	3,6	10	79	-	5	4,4			5	128	399	24	50	83	17
P23	102	21	24	44	20	35	0,9	18	39	0,5	21	113	5,7	21	66	1,8	6	4,2			6	117	375	34	40	75	25
P24	78	17	12	28	13	37	0,4	9	36	-	13	135	6,0	9	81	-	4	4,5			4	147	440	9	24	50	50
P25	81	11	6	17	7	35	-	5	34	-	9	97	-	5	83	-	1	5,0			1	99	227	14	30	100	0
P26	75	9	28	37	6	38	-	16	35	2,9	7	115	-	21	72	0,7										0	100
Totaal	543	12	14	26	59	36		66	36		64	117		71	73		16	4,4	22	3,4	16	127	389	23	39	64	36

Tabel 7. Resultaten van de kweek op standaardmedium (kweek D.) Van de eerste generatie is alleen het popgewicht bekend. In de 5e generatie werden verse mannetjes in de kweek gebracht. n = aantal waarnemingen; $\bar{x}$ gemiddelde van n waarnemingen; $S_{\bar{x}}$ = standaardafwijking van het gemiddelde.

Volgnummer	Aantal L_1 ingezet	% overleving L_1-pop ♀	% overleving L_1-pop ♂	% overleving L_1-pop Tot.	ontwikkelingsduur in dagen L_1 - vlinder ♀ n	♀ $\bar{x}$	♀ $S_{\bar{x}}$	♂ n	♂ $\bar{x}$	♂ $S_{\bar{x}}$	popgewicht ♀ n	♀ $\bar{x}$	♀ $S_{\bar{x}}$	popgewicht ♂ n	♂ $\bar{x}$	♂ $S_{\bar{x}}$	Eiproduktie leeftijd in dagen ♀ n	♀	♂ n	♂	Pop gewicht in mg n	$\bar{x}$	Totaal	% onbevrucht	% L_1 niet uit ei	wijfjes % bevrucht	% onbevrucht
1e generatie											39	135	5,2	33	64	2,3											
2e generatie																										
1A	120	36	27	63	40	42	5,7	29	36	3,5	44	148	0,9	32	89	0,6	17	4,2			17	152	516	17	23	89	11
1B	120	23	23	46	26	40	2,7	24	35	3,8	28	146	1,4	27	88	0,7	12	4,3			12	151	536	16	21	75	25
2	120	11	15	26	13	38	6,6	15	35	2,8	13	134	0,8	18	75	0,6	9	4,8			9	132	417	19	17	75	25
3A	75	39	43	81	27	35	4,5	26	33	2,7	29	132	0,4	32	71	0,5	14	4,1			14	131	399	6	18	93	7
3B	75	37	43	80	27	36	5,6	24	34	3,6	28	142	0,4	31	72	0,6	14	4,5			14	140	458	7	19	93	7
4A	120	15	11	26	18	37	2,9	13	36	3,5	18	128	0,8	13	79	0,9	14	4,9			14	132	455	25	21	88	13
4B	72	8	19	28	6	39	-	14	38	3,7	6	125	-	14	79	1,2	5	5,8			5	124	450	9	21	100	0
5	120	37	38	75	42	39	3,9	42	36	2,3	42	138	1,0	46	73	0,5	31	5,0			31	138	584	9	17	97	3
6A	105	35	40	75	35	36	4,3	40	35	2,5	37	130	0,7	42	82	0,6	16	4,7			16	138	423	15	36	100	0
6B	105	25	38	63	25	38	4,7	40	33	2,4	26	142	0,9	40	80	0,3	11	4,3			11	160	471	22	30	92	8
7	120	15	18	33	15	40	4,4	24	39	3,9	18	128	0,9	22	87	0,4	7	3,8			7	133	383	10	42	88	13
8A	108	22	21	44	22	47	8,6	23	41	2,8	24	111	1,9	20	80	0,6	7	4,1			8	109	309	5	29	80	20
8B	120	20	32	52	24	40	6,2	35	36	2,9	23	114	1,3	38	78	0,8	10	4,1			10	117	304	19	29	83	17
9A	120	38	37	74	43	38	2,2	42	35	1,8	45	115	0,5	44	71	0,9	9	4,1			10	118	322	10	37	62	38
9B	120	38	42	80	39	37	3,5	45	36	2,4	46	114	0,4	50	71	0,6	13	4,6			13	119	411	8	35	81	19
10A	108	8	5	12	6	40	-	5	36	-	9	113	-	5	69	-	-	-			-	-	-	-	-	-	-
10B	108	13	8	21	14	40	4,5	9	40	-	14	124	0,9	9	68	-	2	6,0			2	111	423	14	26	100	0
10C	105	13	7	20	13	38	6,7	7	34	-	12	118	0,9	7	73	-	-	-			-	-	-	-	-	-	-
T	1941	24	26	50	438	39		457	36		462	129		490	77		191	4,5	228	4,0	193	135	453	14	25	87	13
3e generatie																										
11	120	34	29	63	40	38	0,5	34	35	0,5	41	112	3,8	35	70	3,0	16	4,3			16	111	362	16	25	80	20
12	108	26	31	57	26	38	0,7	26	34	0,5	28	121	3,9	33	72	4,6	10	3,9			10	122	385	11	34	100	0
13	108	5	0	5	-	-	-	-	-	-	5	107	-	-	-	-	-	-			-	-	-	-	-	-	-
14	108	7	5	11	7	37	-	5	35	-	7	119	-	4	88	-	1	4,0			1	112	312	0	23	33	67
15	105	22	16	38	21	37	0,5	14	33	0,7	23	129	4,8	17	78	3,7	7	4,3			7	136	452	23	19	88	12
16	120	26	34	61	31	40	0,7	39	37	0,7	32	127	4,9	39	66	2,6	12	6,1			12	143	395	14	26	92	8
17A	108	33	42	75	31	42	1,1	44	40	0,5	35	138	5,1	45	68	2,7	8	5,1			8	149	565	24	30	80	20

17B	108	23	28	51	20	42	0,9	28	38	0,5	25	133	4,3	30	75	3,2	11	4,6			11	135	452	12	43	92	8
18	120	17	13	29	18	40	1,1	13	36	0,8	16	123	6,5	13	72	7,5	5	4,6			5	133	487	31	24	63	38
19	120	16	18	35	18	40	0,6	21	38	0,6	18	133	4,2	21	75	2,5	9	5,3			9	137	488	18	27	90	10
20	120	20	21	42	21	45	1,1	23	38	0,7	23	125	4,6	25	75	2,3	7	5,0			7	106	320	28	24	78	22
21	105	25	21	46	24	36	0,7	21	34	0,6	26	111	3,6	22	66	3,0	4	4,8			4	105	466	10	33	67	33
22	105	11	15	27	11	38	-	14	34	0,7	12	112	6,1	16	77	5,1	4	4,8			4	116	399	21	34	67	33
T	1455	21	21	42	268	39		282	36		286	124		300	71		94	4,8	87	4,2	94	128	421	18	28	82	18
4e generatie																															
23	108	11	13	24	11	37	-	13	35	1,1	12	117	10,0	13	74	3,6	5	4,8			5	113	270	4	15	100	0
24	108	6	4	10	7	37	-	3	36	-	7	103	-	4	70	-	2	5,0			2	105	337	46	14	67	33
25	105	15	14	30	14	37	0,9	14	34	0,5	16	130	8,1	15	78	3,0	9	4,7			9	144	483	11	12	100	0
26	111	9	5	14	10	38	-	5	35	-	10	103	-	6	66	-	6	5,2			6	103	309	15	15	86	14
27	108	26	29	55	28	38	1,2	27	35	1,1	28	107	4,7	30	69	2,4	10	5,3			10	118	400	12	18	83	17
28	108	0	3	4	1	38	-	2	33	-	1	108	-	3	64	-	-	-			-	-	-	-	-	-	-
29	102	4	5	9	4	37	-	4	36	-	4	124	-	5	69	-	21	4,5			2	127	375	10	48	67	33
30	129	5	12	17	6	45	-	15	38	0,8	6	121	-	16	70	2,5	3	5,3			3	129	351	36	12	75	25
31	105	1	1	2	1	34	-	1	36	-	1	89	-	1	68	-	-	-			-	-	-	-	-	-	-
32	105	9	5	13	9	37	-	5	33	-	9	104	-	5	65	-	3	5,0			3	115	239	17	36	100	0
33	120	32	18	50	38	36	0,4	22	33	0,4	37	143	4,8	22	89	3,1	11	4,6			11	135	451	16	17	100	0
T	1209	11	10	21	129	37		111	35		131	121		120	74		51	4,9	51	4,1	51	124	386	15	17	89	11
5e generatie																															
34	120	26	25	51	31	37	0,6	30	34	0,5	30	126	3,6	29	72	2,8	9	5,2			9	129	451	6	23	100	0
35	120	30	26	59	36	42	0,9	29	37	0,9	35	123	8,5	31	69	4,7	5	4,4			6	113	422	16	13	75	25
36	129	33	31	63	38	38	0,7	36	28	3,1	39	129	3,6	37	71	2,5	10	5,4			10	136	448	13	18	77	23
37	120	34	42	76	41	36	0,5	46	35	0,5	40	111	3,5	50	64	2,0	6	4,5			6	107	366	18	28	75	25
38	120	29	37	66	27	35	0,6	40	33	0,7	35	112	4,6	44	69	2,1	9	4,8			9	117	419	6	15	90	10
39	120	51	35	86	59	38	0,5	40	34	4,4	61	128	3,0	42	70	2,2	8	4,3			8	117	401	17	10	66	33
40	33	9	15	24	3	31	-	73	33	-	3	124	-	5	73	-	-	-			-	-	-	-	-	-	-
41	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			-	-	-	-	-	-	-
42	120	21	17	38	21	41	0,9	16	35	0,7	25	108	4,7	20	67	2,9	2	4,0			2	83	340	24	14	100	0
43	120	12	11	23	12	37	0,8	13	36	1,2	14	111	4,4	13	77	2,8	6	4,3			6	107	359	17	13	86	14
T	1002	28	27	56	263	38		254	34		282	120		271	69		55	4,7	55	4,2	56	119	412	13	17	81	19
6e generatie																															
44	120	15	25	40	16	36	5,3	28	35	3,1	18	137	1,7	30	81	0,9	3	4,3			3	131	606	7	27	50	50
45	120	35	31	66	38	36	3,0	34	34	3,0	42	120	0,5	37	78	0,6	11	4,6			11	120	366	31	15	85	15
46	120	32	28	59	34	33	4,3	32	36	0,5	38	136	5,1	33	77	2,3	6	4,8			6	112	255	11	29	67	33
47	120	30	33	63	26	38	1,8	36	37	0,5	36	123	3,6	39	67	3,3	5	5,0			5	126	458	9	25	86	44
48	120	26	35	61	31	38	0,4	36	36	0,4	31	114	3,0	42	64	6,2	6	4,5			6	108	430	9	10	86	14
T	600	25	26	51	145	36		166	36		165	125		181	73		31	4,7	31	3,9	31	118	395	16	19	70	30

Tabel 9. Samenvatting van de resultaten op medium van wisselende samenstelling (kweek A). In de eerste 6 generaties zijn verschillende media gebruikt. In de 6e en 10e generatie zijn verse mannetjes ingebracht. n = aantal waarnemingen; $\bar{x}$ = gemiddelde van n waarnemingen

generatie	aantal L_1 ingezet	%overleving L_1-pop ♀	♂	totaal	ontwikkelingsduur in dagen L_1-vlinder ♀ n	♀ $\bar{x}$	♂ n	♂ $\bar{x}$	popgewicht in mg ♀ n	♀ $\bar{x}$	♂ n	♂ $\bar{x}$	Fiproductie: Leeftijd in dagen ♀ n	♀ $\bar{x}$	♂ n	♂ $\bar{x}$	popgewicht in mg n	$\bar{x}$	totaal %onbevrucht	%L_1 niet uit ei	wijfjes % bevrucht	%onbevrucht
1e	-	-	-	-	36	46	47	42	41	104	51	64	17	5,7	20	4,3	14	-	401	6	12	81	19
2e	315	24	22	45	64	38	64	35	73	120	67	74	35	5,6	68	4,3	31	125	482	21	24	88	12
3e	345	22	17	39	66	38	54	36	75	122	60	74	25	5,4	25	4,9	25	136	530	21	23	68	32
4e	363	28	36	65	91	35	121	34	98	113	124	72	27	5,1	37	4,1	27	109	359	13	22	38	62
5e	336	24	21	46	67	42	69	39	67	119	74	73	14	5,6	21	4,5	14	128	443	23	32	33	67
6e	375	13	19	32	37	41	59	37	41	103	64	67	2	5,0	3	4,7	2	108	272	16	21	13	87
7e	150	39	31	69	55	33	51	30	53	126	53	73	18	5,1	25	3,6	19	132	358	18	29	66	34
8e	300	27	28	55	69	36	70	33	71	109	79	68	11	5,1	14	3,9	11	15	300	16	28	27	73
9e	319	22	18	40	164	38	162	36	192	111	185	69	36	5,0	54	4,1	35	116	334	22	32	40	60
10e	699	8	7	15	46	42	42	39	49	99	40	65	4	5,0	5	3,8	4	128	377	18	33	20	80

Tabel 10. Samenvatting van de resultaten van de kweek op medium volgens Walker (kweek B), met pompoen (kweek C) en standaardmedium (kweek D). Bij kweek D zijn in de 5e generatie verse mannetjes ingebracht. Zie voor specificatie van de totalen Tabel 5, 6 en 7. n = aantal waarnemingen; $\bar{x}$ = gemiddelde van n waarnemingen

generatie	aant. L_1 ingezet	%overleving L_1-pop ♀	♂	totaal	ontwikkelingsduur in dagen L_1-vlinder n ♀	$\bar{x}$	n ♂	$\bar{x}$	popgewicht in mg n ♀	$\bar{x}$	n ♂	$\bar{x}$	Eiproductie: leeftijd in dagen n ♀	$\bar{x}$	n ♂	$\bar{x}$	popgewicht in mg n	$\bar{x}$	Fieren totaal	%onbevrucht	%L_1 niet uit ei	wijfjes % bevrucht	% onbevrucht
Medium volgens WALKER (kweek B)																							
2e	63	35	33	68	19	36	21	35	21	103	21	60	18	4,9	68	4,3	15	103	465	21	23	83	17
3e	69	22	22	44	14	39	15	37	15	119	15	64	5	5,6	5	4,0	5	135	454	22	27	67	33
4e	63	19	35	54	9	37	18	34	12	89	21	54	6	3,3	-	-	4	92	332	28	33	80	20
5e	126	6	13	18	5	40	13	36	7	56	14	39	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Medium met pompoen (kweek C)																							
1e	297	40	44	84	111	37	123	32	105	133	120	73	33	5,0	46	3,8	33	142	507	14	26	75	25
2e	369	17	26	43	59	36	84	34	61	132	90	76	19	4,4	26	4,2	20	130	346	32	39	71	29
3e	355	14	10	25	43	36	36	35	47	111	31	69	11	5,3	11	3,7	11	126	411	32	26	58	42
4e	543	12	14	26	59	36	66	36	64	117	71	73	16	4,4	22	3,4	16	127	389	23	39	64	36
Standaardmedium (kweek D)																							
1e	-	-	-	-	-	-	-	-	39	135	33	64	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2e	1941	24	26	50	438	39	457	36	462	129	490	77	191	4,5	228	4,0	193	135	453	14	25	87	13
3e	1455	21	21	42	268	39	282	36	286	124	300	71	94	4,8	87	4,2	94	128	421	18	28	82	18
4e	1209	11	10	21	129	37	111	35	131	121	120	74	51	4,9	51	4,1	51	124	386	15	17	89	11
5e	1002	28	27	56	268	38	254	34	282	120	271	69	55	4,7	55	4,2	56	119	412	13	17	81	19
6e	600	25	26	51	145	36	166	36	165	125	181	73	31	4,7	31	3,9	31	118	395	16	19	70	30

In Tabel 5, 6 en 7 zijn varianties vermeld, teneinde aan te geven hoe de resultaten binnen een volgnummer fluctueren. Wanneer het aantal waarnemingen kleiner dan 12 was, werd in verband met de betrouwbaarheid géén variantie bepaald.

In alle tabellen zijn onder eiproductie steeds het gemiddelde popgewicht vermeld van de vlinders waaraan de eiproductie is bepaald en het aantal waaraan dit gemiddelde werd ontleend. In het begin van elke kweek zijn bij de bepaling van de eiproductie geregeld twee mannetjes per wijfjes ingezet. Hierdoor zullen de aantallen mannetjes en wijfjes in de eiproductiekolom niet altijd aan elkaar gelijk zijn. De levensduur is alleen bepaald aan de vlinders die voor de eiproductie-bepaling zijn gebruikt.

De rupsen op het medium bevinden zich vrijwel steeds tegen de glaswand. Verpopping is hierdoor gemakkelijk te constateren. Vóór de verpopping maakt de rups een kokervormige ruimte, die naar buiten door spinseldraden wordt afgesloten. De poppen zijn hierdoor gemakkelijk uit het medium te verwijderen.

5.1. DE KWEEK OP MEDIUM VAN WISSELENDE SAMENSTELLING

De samenstelling der media in deze week varieert sterk (zie 4.1.1) en daarmee ook de resultaten. Er was niet altijd voldoende vlindermateriaal aanwezig om inteelt te voorkomen. In de zesde generatie waren er geen vlinders die bevruchte eieren legden en daar zijn toen mannetjes ingebracht die slechts één generatie op medium waren geweest. In de tiende generatie waren de resultaten weer slecht en zijn nogmaals verse mannetjes gebruikt voor de eiproductie-bepaling en de voortkweek. Ditmaal waren de mannetjes niet op medium geweest.

In totaal zijn er twaalf generaties gekweekt. Vooral in de latere generaties is er sprake van sterke inteelt. Voor gedetailleerde gegevens zie Tabel 4.

5.2. DE KWEEK OP MEDIUM VOLGENS WALKER

Parallel aan kweek A is deze kweek opgezet op het medium volgens de beschrijving van WALKER (1966). Dit medium is iets droger en ruller dan het standaardmedium (medium 9) en er trad meer schimmelgroei in op.

De kweek is gestart met nakomelingen van de eerste generatie van kweek A. De eerste nakomelingen van de kweek op medium volgens Walker werden daarom als 2e generatie beschouwd. Voor de eiproductie-bepalingen in de eerste generatie op het medium volgens Walker zijn de mannetjes uit kweek A gebruikt. Voor de eiproductie-bepaling in de derde, vierde en vijfde generatie zijn steeds broers en zusters gebruikt. Hierdoor kon sterke homozygotisatie optreden, waardoor de resultaten snel verslechterden.

5.3. KWEEK OP MEDIUM MET POMPOEN

In totaal zijn 4 generaties (Tabel 6) gekweekt op medium met pompoen. Dit is het standaardmedium waarin worteltjes door pompoen vervangen zijn. In de eerste en tweede generatie is er nog een vergelijking met de kweek op "worteltjes" mogelijk omdat beide kweken met hetzelfde uitgangsmateriaal zijn gestart. De eerste generatie op " pompoen" was beter dan op "wortelen". In de tweede generatie is daarom bijna alleen met "pompoen" verder gegaan. De resultaten werden nu echter snel slechter wat zich in de volgende generatie voortzette. Dit kwam vooral tot uiting in het percentage overleving. Omdat de kweek op "pompoen" niet essentieel is, is het onderzoek na de 4e generatie gestopt.

5.4. DE KWEEK OP STANDAARDMEDIUM

5.4.1. De resultaten van de kweek

Tabel 7 geeft een gespecificeerd overzicht van de resultaten per generatie op het standaardmedium. Door tijdgebrek is van de eerste generatie alleen het gemiddelde popgewicht met de bijbehorende variantie vermeld en omvat de zesde generatie minder volgnummers dan de overige generaties. In de vijfde generatie zijn verse mannetjes in de kweek gebracht, die één generatie op medium waren gekweekt. De overleving alsmede de eiproductie en het gemiddeld popgewicht namen als gevolg daarvan weer toe.

De rupsen van volgnummer 41 (5e generatie) stierven alle in een ouder larvaal stadium. Omdat gewoonlijk de mortaliteit onder de L_1's optreedt, wordt aangenomen dat bij de bereiding van het medium voor volgnummer 41 een fout is gemaakt.

5.4.2. Bepaling van de regressiecoëfficiënten per generatie

Aangezien verwacht werd dat popgewicht en eiproductie met elkaar samenhangen, werd hiertussen per generatie de regressie berekend. Bij de regressieberekeningen is uitgegaan van individuen en niet van groepen dieren. De figuren 1A, 1B, 1C en 1D tonen respectivelijk de regressielijnen voor de 2e, 3e, 4e en 5e generatie. Voor het regressiemodel werd de algemene vergelijking van een rechte lijn gekozen, $y = ax+b$.

Over de 1e generatie is geen regressie berekend omdat de eiproductie niet bepaald is. Evenmin gebeurde dit voor de 6e generatie, vanwege het te kleine aantal waarnemingen ten opzichte van de overige generaties. Hierdoor is een vergelijking tussen de berekende regressielijnen goed mogelijk. Tabel 8 geeft een overzicht van de berekende regressielijnen voor de generaties 2 t/m 5.

Fig. 1a.

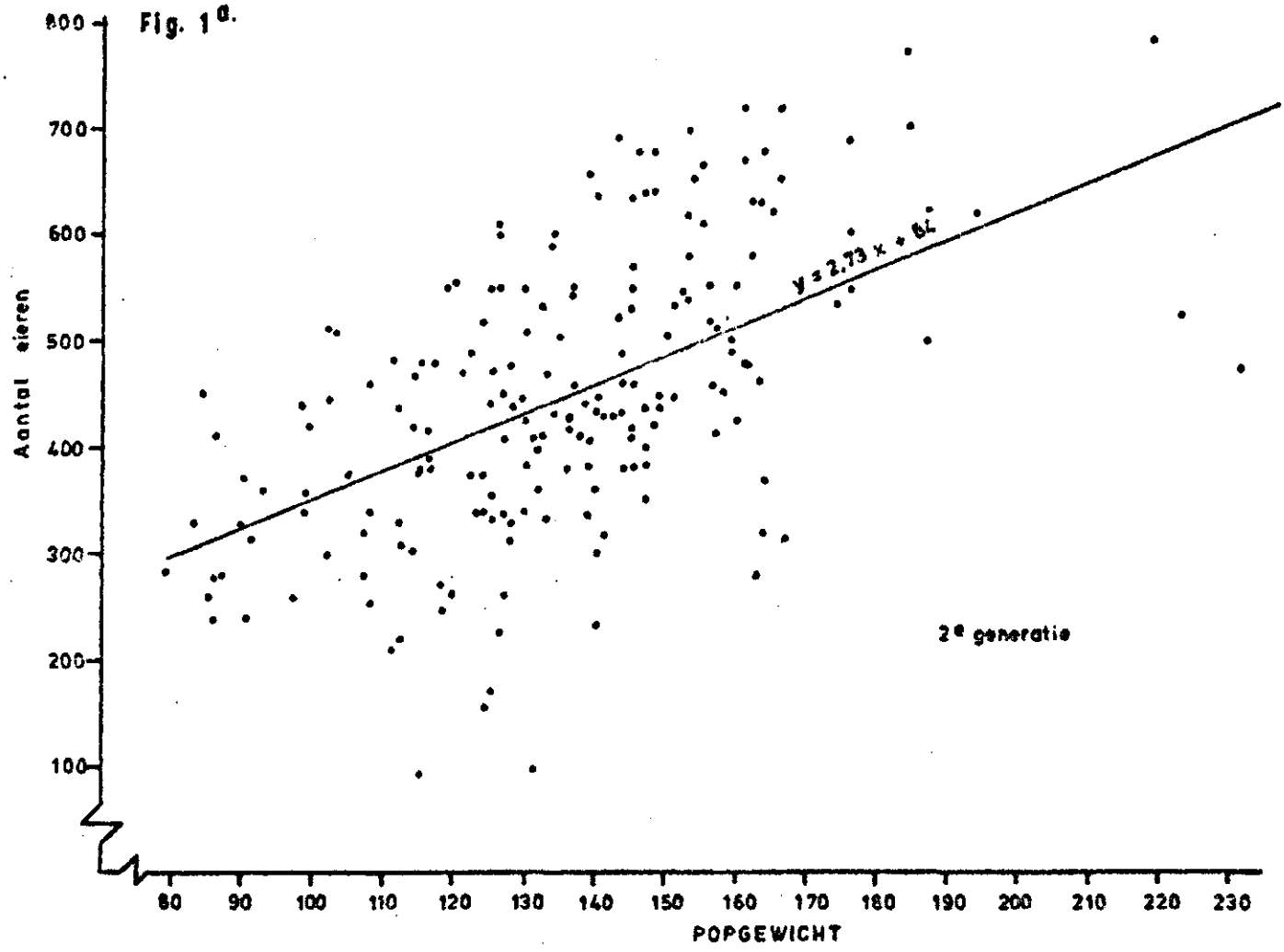

Aantal eieren
800
700
600
500
400
300
200
100
y = 2,73 x + 64
2e generatie
80 90 100 110 120 130 140 150 160 170 180 190 200 210 220 230
POPGEWICHT

Fig. 1b.

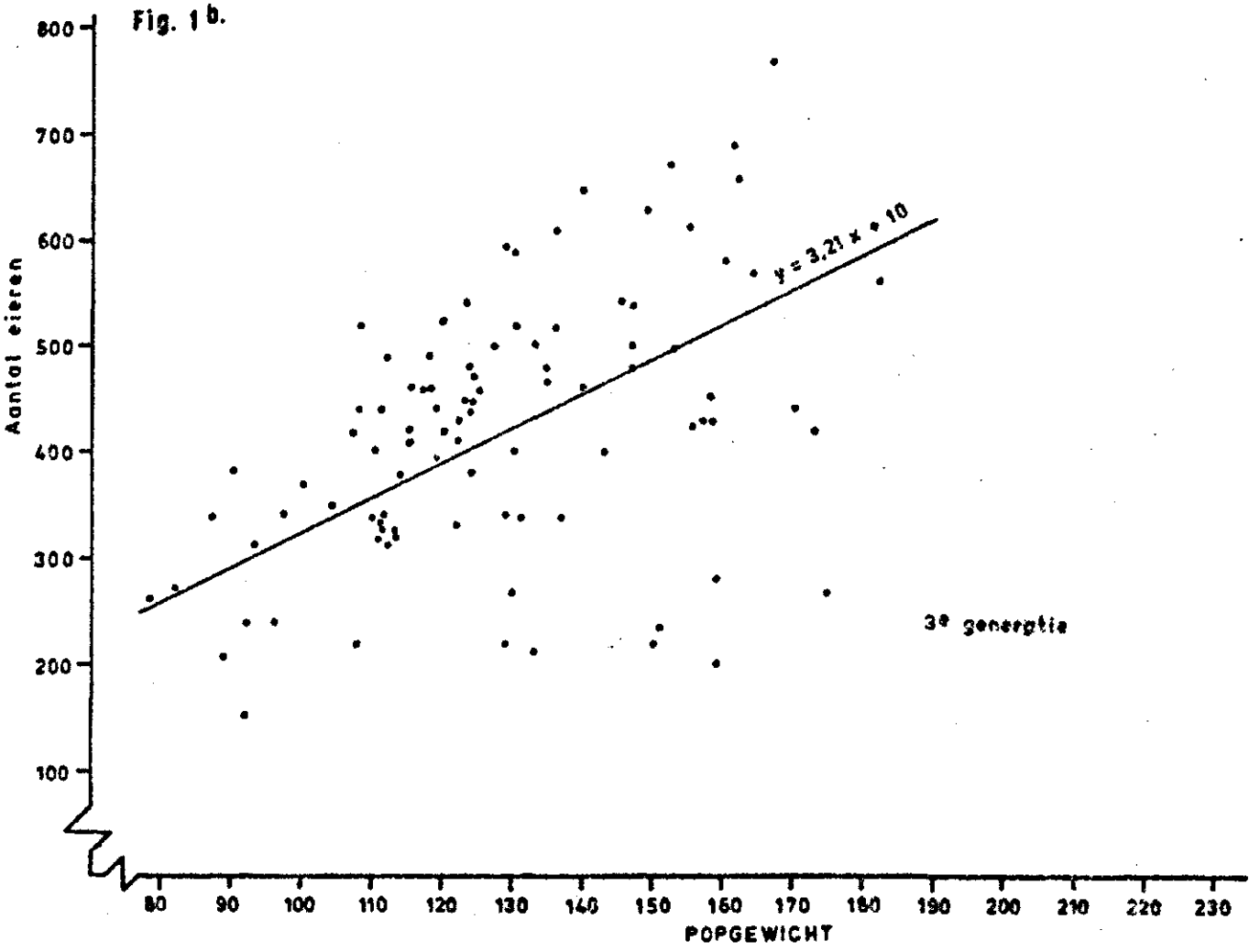
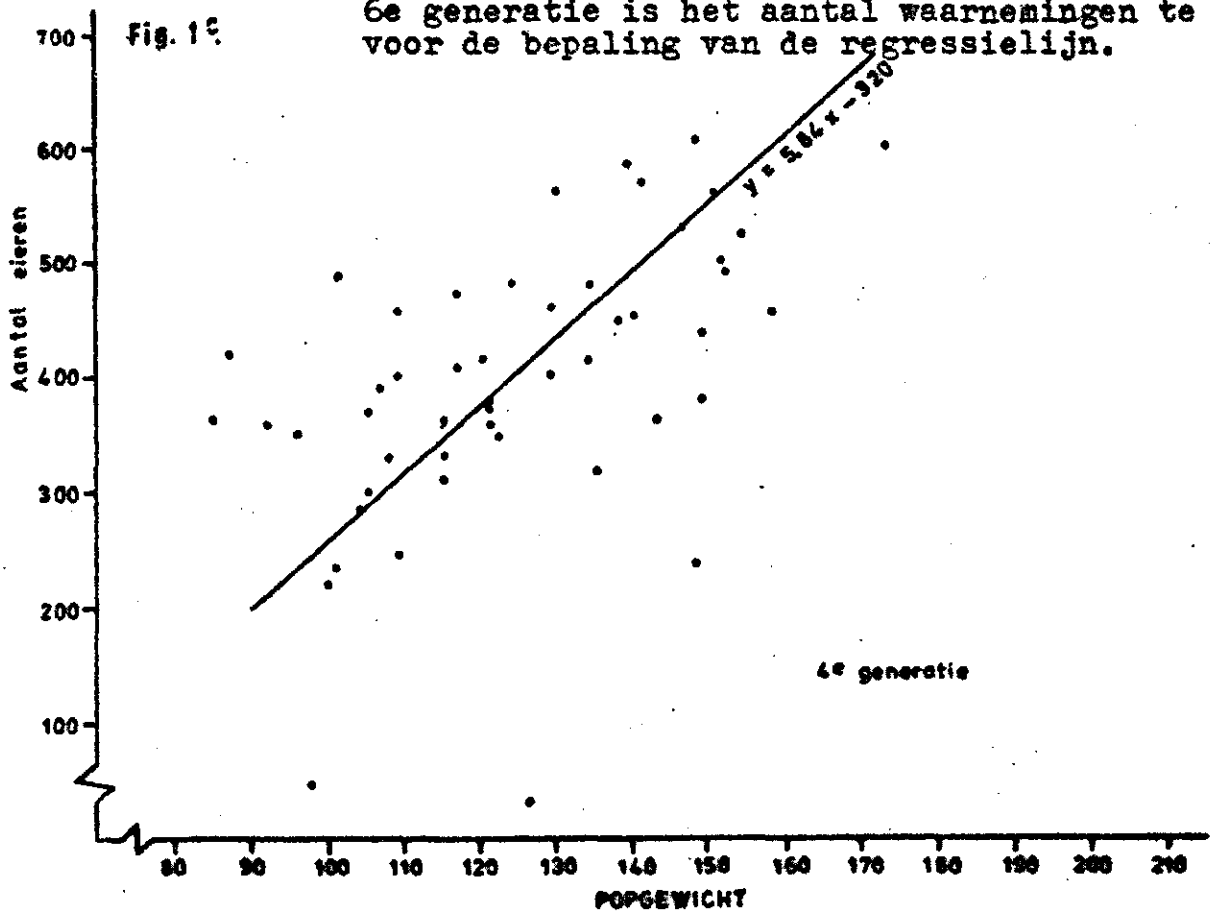
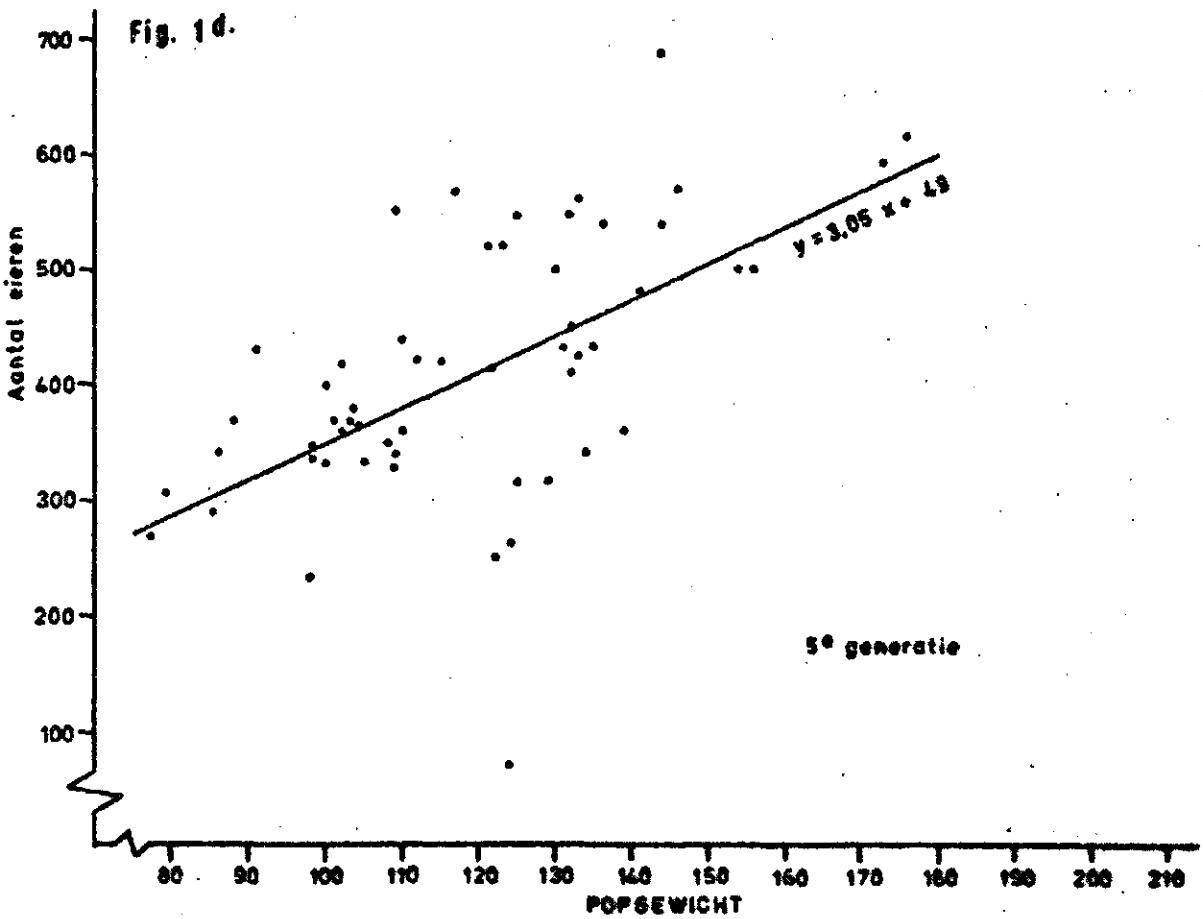

Aantal eieren
800
700
600
500
400
300
200
100
y = 3,21 x + 10
3e generatie
80 90 100 110 120 130 140 150 160 170 180 190 200 210 220 230
POPGEWICHT

Fig. 1a t/m 1d. Regressie van de eiproduktie en popgewicht in vier opeenvolgende generaties. Elke lijn is berekend uit de resultaten per individu. In de 1e generatie is geen eiproduktie bepaald, in de 6e generatie is het aantal waarnemingen te klein voor de bepaling van de regressielijn.





Tabel 8. Overzicht van de regressielijnen tussen popgewicht en eiproductie voor de generaties 2 t/m 5. In de vijfde generatie werden verse mannetjes ingebracht

generatie	regressielijn
2	y = 2,73 x + 84
3	y = 3,21 x + 10
4	y = 5,84 x - 320
5	y = 3,05 + 49

5.5. SAMENVATTING VAN DE RESULTATEN VAN KWEEK A, B, C en D

Teneinde de tabellen van kweek A, B, C en D met elkaar te kunnen vergelijken, worden in Tabel 9 en 10 de totalen van Tabel 4, 5, 6 en 7 samengevat. De resultaten van kweek B zijn volledigheidshalve in dit overzicht betrokken, maar zullen bij de uiteindelijke conclusies van geen betekenis blijken te zijn.

Verse mannetjes zijn bij kweek A (Tabel 9) in de 6e en 10e generatie ingebracht en in de kweek D (Tabel 10) in de 5e generatie. Bij kweek B en C (Tabel 10) zijn in het geheel geen "verse" mannetjes ingebracht.

6. DISCUSSIE EN CONCLUSIES

De bereiding van het medium leverde in het algemeen geen problemen op. Het vullen van de buizen en erlenmeyers kan echter worden bemoeilijkt door een te hoge viscositiet van het medium. Het medium laat zich het beste gieten wanneer de tamperatuur niet beneden de ca. 40°C daalt. Door tijdens de bereiding snel te werken wordt deze temperatuur niet bereikt.

Aan de eisen voor een kunstmatig medium (zie 3.1) is vrijwel steeds voldaan. De overlevingspercentages waren laag, maar dit kon worden ondervangen door grotere aantallen rupsen in te zetten. De hoge mortaliteit hangt samen met de hoeveelheid nipagine. Af en toe werd ook enige last ondervonden van mijten. Het gebruik van goed gereinigd en gesteriliseerd glaswerk is daarom van groot belang, evenals de ontsmetting van tafel en penseel. Het aanslaan van de L_1's is verbeterd door de rupsen na het inzetten, gedurende enkele dagen in het donker te plaatsen. Het verlagen van de mortaliteit onder de L_1's kan misschien nog verder worden verbeterd door de vitamine C pas op het eind van de bereiding aan het medium toe te voegen; een goede menging is dan echter een probleem. De hoge temperatuur waaraan de vitamine C tijdens de bereiding wordt blootgesteld, kan inactivatie van de vitamine tot gevolg hebben.

De ontwikkelingsduur is 35-38 dagen. Dit is iets langer dan in wortelende rijstpollen (JANSEN, 1972a). De popgewichten - voor de mannetjes 75 mg, voor de wijfjes 125 mg - zijn aanmerkelijk beter dan de gewichten van de in het veld gevonden poppen. Deze waren voor de mannetjes 62 mg (n = 85) en voor de wijfjes 98 mg (n = 47).

Het verloop van de kweken met 15 gram medium per buis leidde tot goede resultaten. Minder bevredigend verliep de kweek op medium in erlenmeyers. Daarin werd vaker last ondervonden van schimmels. Per erlenmeyer werd 25 gram medium gespoten en derhalve werden ook meer rupsen ingezet. Daar schimmelgroei altijd begint vanuit een dode rups, wordt de kans op verschimmeling bij een groter aantal rupsen groter. (JANSEN, 1972b).

In alle kweken dalen van generatie tot generatie het overlevingspercentage, het popgewicht en de eiproductie. Zij stijgen echter weer door het invoeren van nieuw genetisch materiaal tijdens de vierde of de vijfde generatie. De variantie van de ontwikkelingsduur tijdens de tweede generatie is hoog en fluctueert sterk. Tijdens de daaropvolgende generaties neemt de fluctuatie en de grootte van de variantie echter af. In tegenstelling hiermee staat de kleine variantie van het popgewicht tijdens de tweede generatie en de toename daarvan in de derde en de volgende generatie. Deze trend lijkt ook aanwezig te zijn in de kweek op het medium met pompoen. Aangenomen wordt dat het medium een nivellerende invloed heeft op de ontwikkelingsduur der rupsen. Dit betekent dat de kweek op kunstmatig medium een synchronisatie van de ontwikkeling tot gevolg heeft.

Dat homozygotisatie tijdens de kweken optreedt werd niet alleen aangetoond door de slechter wordende resultaten, maar ook door het verschijnsel dat bij de aanvang van de kweek zowel witte als zwarte ogen bij de poppen voorkwamen en aan het einde van de kweek bijna uitsluitend zwarte ogen. Eén en ander is duidelijk waargenomen aan de poppen van kweek D.

Een vergelijking van de resultaten is alleen mogelijk tussen kweek C en D. Kweek A geeft de resultaten van verschillend samengestelde media en kweek B geeft resultaten die te onbetrouwbaar zijn vanwege de sterke inteelt (zie 5.2). Bovendien is het aantal waarnemingen in kweek B te klein.

De resultaten van kweek C wijken slechts weinig af van die van kweek D. De ontwikkelingsduur in C is iets korter dan in kweek D, maar de eiproducties alsmede de leeftijden in kweek D zijn weer lager. In het algemeen zijn de resultaten van kweek D per generatie constanter dan in kweek C. De slechte resultaten in de vierde generatie komen in beide kweken voor. Wanneer in de vijfde generatie van kweek C eveneens vers genetisch materiaal was ingebracht, dan zouden de resultaten van C waarschijnlijk ook sterk verbeterd zijn.

De Figuren 1A, 1B, 1C en 1D tonen aan dat popgewicht en eiproductie gecorreleerd zijn. De regressielijnen hebben evenwel het bezwaar dat zij berekend zijn uit een tamelijk diffuse puntenwolk die zich bovendien over een beperkte range aan popgewichten uitstrekt. Dit laatste is te verklaren uit het feit dat bij de eiproductiebepalingen zo veel mogelijk werd gekozen voor de hoge popgewichten. Een verklaring voor de afwijkende regressiecoëfficiënt van de vierde generatie is niet zonder meer te geven. Verondersteld wordt dat homozygotisatie hieraan debet is. Aan de restgroepen van de regressielijnen mag nog geen betekenis worden gehecht. Men kan echter veronderstellen dat bij zeer lage popgewichten de eiproducties weinig meer variëren.

De constantheid van de regressiecoëfficiënt heeft practische betekenis voor een massakweek en voor in het veld gevonden proppen. Men kan nu uit de grootte van het popgewicht het te verwachten aantal nakomelingen schatten.

Het standaardmedium blijkt voor de kweek van D. saccharalis aan alle eisen voor een goedwerkend medium te voldoen. Een massakweek op dit medium is echter vooralsnog niet mogelijk, daar eerst zal moeten worden gezocht naar geschikte kweekruimten die veel groter zijn dan de gebruikte buizen of erlenmeyers. Voor vermeerdering op laboratoriumschaal is het wel zeer geschikt.

7. LITERATUUR

BOWLING, C.C., 1967. Rearing of two Lepidopterous pests of rice on a common artificial diet. Ann. Ent. Soc. Am., 60: 1215-1216.

GOOSSENS, P.A., 1969. De kweek van Diatraea saccharalis (F.) op een kunstmatig dieet. CELOS Rapporten 24.

HENSELEY, S.D. en A.M. HAMMOND jr., 1968. Laboratory techniques for rearing the sugarcane borer on an artificial diet. J. ec. Ent., 61: 1742-1743.

HRDÝ, I. et al, 1968. The sugarcane borer, Diatraea saccharalis (Lep., Pyralidae), in Cuba. Acta ent. Bohemoslov., 65: 436-457.

JANSEN, A.J., 1972a. Biologie van Diatraea saccharalis (F.) in rijst; Bepaling van het aantal en de duur van de larvale stadia. Bepaling van de totale ontwikkelingsduur. CELOS Rapporten 69.

JANSEN, A.J., 1972b. Biologie van boorder parasieten; Ontwikkeling en ontwikkelingsduur van Agathis stigmaterus (Cr.) CELOS Rapporten 69.

MISKIMEN, W.G., 1965. Nonaseptic laboratory rearing of the sugarcane borer, Diatraea saccharalis. Ann. Ent. Soc. Am., 58: 820-823.

PAN, Y and W.H. LONG, 1961. Diets for rearing the sugarcane borer. J. econ. Ent., 54: 257-261.

VAN DINTHER, J.B.M. on P.A. GOOSSENS, 1970. Rearing of Diatraea saccharalis on diets in Surinam. Ent. Exp. Appl., 13: 320-326.

WALKER, D.W., et al, 1966. Improved xenic diets for rearing sugarcane borer in Puerto Rico, J. ec. Ent., 59: 1-4.

WONGSIRI, T. and N.M. RANDOLPH, 1962. A comparison of the biology of the sugarcane borer on artifical and natural diets. J. ec. Ent., 55: 472-473.

Landbouwhogeschool-Wageningen
CENTRUM VOOR LANDBOUWKUNDIG ONDERZOEK IN SURINAME

BIOLOGIE VAN BOORDERPARASIETEN; ONTWIKKELING EN ONTWIKKELINGSDUUR VAN AGATHIS STIGMATERUS (Cr.)

(Onderzoekproject no. 70/32)

A.J. Jansen

Verslag van een onderzoek verricht onder leiding van Ir. P.J. Hummelen

juli 1972



Agathis stigmaterus (Cr.) parasiterend.

I N H O U D

	Blz.
1. Samenvatting	5
2. Voorwoord	5
3. Inleiding	5
4. Methodiek	7
5. Resultaten en besprekingen	9
5.1. Ei	9
5.2. Larve	9
5.3. Pop	12
5.4. Imago	13
5.5. Kweekresultaten	14
6. Conclusies en discussie	14
7. Literatuur	16

1. SAMENVATTING

In het kader van het onderzoek naar mogelijkheden voor biologische bestrijding van Diatraea saccharalis (F.) in rijst zijn vier experimentele kweken opgezet van zijn in Suriname veel voorkomende parasiet Agathis stigmaterus (Cr.), (Braconidae, Hymenoptera). De gastheer-rupsen werden gekweekt en aan de parasiet aangeboden op kunstmatig medium (twee varianten: veel medium met een klein oppervlak en weinig medium met een groot oppervlak), op rijstpollen en op maisstengelstukken. Bij de laatste twee methoden werden de rupsen na parasitering overgezet op kunstmatig medium. Het opbrengstpercentage was bij alle methoden vrij gering; de kweken op weinig, fijnverdeeld medium en op maisstengelstukken/medium leverden relatief de meeste parasieten op. Na het invoeren van enige eenvoudige wijzigingen zal de kweek op mais + gevolgd door kunstmatig medium waarschijnlijk nog betere resultaten kunnen geven. Verschillen in opbrengst bleken nauw samen te hangen met de kwaliteit van het substraat voor de ontwikkeling van de gastheer, en met de mogelijkheden voor de parasiet om de rupsen te vinden.

De kweken leverden bovendien een groot aantal gegevens op over de verschillende stadia in de ontwikkeling van A. stigmaterus.

2. VOORWOORD

Dit rapport bevat de resultaten van een onderzoekproject van de afdeling Entomologie van het Centrum voor Landbouwkundig Onderzoek in Suriname (CELOS).

Dankzij de welwillende medewerking van Prof. Dr. J. de Wilde heb ik het laatste deel van mijn doctoraal studie biologie (aan de Rijksuniversiteit te Leiden), een entomologisch onderzoek in Wageningen, kunnen afsluiten met een verblijf van 5 maanden op het CELOS (8 februari tot 6 juli 1972).

De leiding van het onderzoek berustte bij Ir. P.J. Hummelen.

3. INLEIDING

Bij het onderzoek naar de mogelijkheden voor biologische bestrijding van de bruine rijstboorder, Diatraea saccharalis (F.), in rijst is gebleken, dat de parasiet Agathis stigmaterus (Cress.) (Braconidae; Hymenoptera) regelmatig, en soms in aanzienlijke aantallen, in de sawah's van het CELOS aanwezig is. Ook VAN DINTHER (1960), VAN BRUSSEL en SCHELTES (1968), GOOSSENS (1969) en ENGELS (1969) vonden bij het uitkweken van D. saccharalis vaak A. stigmaterus en daarnaast meer of minder regelmatig kleine aantallen van andere parasieten: Iphiaulax sp. (Braconidae),

Spilochalcis sp. (Chalcididae), Metagonistylum minense (Tns.), Stomatodexia (syn. Leskiopalpus) diadema (Wied.) (Tachinidae), en Megaselia sp. (Phoridae). Gewoonlijk worden van A. stigmaterus alleen ♀♀ gevonden. In de CELOS-sawah's werd zeer sporadisch een ♂ aangetroffen. De wesp plant zich dus parthenogenetisch voort.

A. stigmaterus heeft in de natte tropen van Amerika en het Caraïbisch gebied een vrij groot verspreidingsgebied. In de literatuur worden, deels onder de oude namen Bassus (of Microdus) stigmaterus (of diatraea), vindplaatsen vermeld in (Brits) Guyana, Brazilië, Argentinië, Peru, Trinidad, St. Lucia, Montserat, St. Kitts, Haïti, Jamaica, Cuba, naar eigen waarnemingen en literatuur-referenties van BOX (1926), MYERS (1931; 1932) en JEPSON (1954).

De schaarse opgaven van parasiteringspercentages op D. saccharalis (in verscheidene waardplanten) of op andere gastheren, lopen sterk uiteen: 1,2% in Brazilië; 4,8% op Puerto Rico; 38,8% op Cuba en een hoog percentage in Florida (naar JEPSON, 1954). Verscheidene auteurs maken melding van al dan niet geslaagde introducties van A. stigmaterus vanuit genoemde vindplaatsen in andere streken van het Caraïbisch gebied. Met succes werd A. stigmaterus verscheidene keren ingevoerd in Puerto Rico (MARTORELL en GAUD, 1965) en in Florida (JEPSON, 1954); zonder succes in Louisiana en Barbados (MYERS, 1932; JEPSON, 1954). MYERS (1932) schrijft het mislukken toe aan het te droge klimaat van genoemde plaatsen. Aan A. stigmaterus verwante soorten voorkomend in de Amerikaanse en Caraïbische tropen zijn: in Venezuela, Microdus crossi sp. n. (BRÈTHES, 1927; BOX, 1926); in Guyana, Trinidad en Venezuela, Microdus sacchari (MYERS, 1932) en op Trinidad, Microdus parvifasciatus Cam. (MYERS, 1931 en 1932).

GOOSSENS heeft reeds in 1969 een poging gedaan A. stigmaterus te kweken met rijst- en maisstengelstukken als substraat voor D. saccharalis-rupsen. Om gegevens over de biologie van A. stigmaterus te verkrijgen en om bovendien kweekmogelijkheden te onderzoeken is de kweek die in 1971 in kas en laboratorium op kleine schaal was opgezet (zie CELOS Kwartaalverslagen, 20) voortgezet en uitgebreid. In de literatuur is niets over een laboratorium-kweek van deze parasiet gepubliceerd.

Een beknopte bespreking van de biologie van A. stigmaterus geeft MYERS (1932). DONDALE (1954) vermeldt vele biologische gegevens over een verwante soort, A. laticinctus (Cr.), een parasiet van een knopboorder in boomgaarden in de gematigde zone van Noord-Amerika. SIMMONDS (1943) beschrijft uitvoerig de ontwikkeling van een andere Noordamerikaanse soort: Bracon vulgaris (Cr.), voorheen geheten Agathis vulgaris (Cr.).

4. METHODIEK

De experimentele kweek van Agathis stigmaterus in het laboratorium werd volgens drie methoden uitgevoerd:
De gastheer, Diatraea saccharalis, werd aangeboden op:

a) wortelende rijstpollen en later overgezet op kunstmatig medium;
b) kunstmatig medium;
c) maisstengelstukken en later overgezet op kunstmatig medium.

ad a) Gastheer aangeboden op wortelende rijstpollen en overgezet op kunstmatig medium

Rijstpollen van het ras Holland werden in een insectenvrije kas opgekweekt. De kieming van de zaden en de opkweek van de plantjes gedurende de eerste vier weken geschiedde in cementen cylinders (Ø 1 m) met natte aarde. Daarna werden de plantjes overgezet in 6 l emmers. Maandelijks werd gezaaid en overgeplant. Wanneer de pollen anderhalf tot drie maanden oud waren, werden 25 pas uitgekomen rupsjes van D. saccharalis in een open buisje in het hart van de pol tussen de stengels gezet. De rupsen plegen dan uit het buisje omhoog te kruipen naar de bladeren van de rijstpol. Zij waren afkomstig uit de laboratorium-kweek van D. saccharalis op kunstmatig medium. Wanneer de rupsen minstens zes dagen oud waren, werden de pollen afzonderlijk in kooien van glas en gaas geplaatst en werd één ♀ van A. stigmaterus in de kooi losgelaten. Vroegere proeven hadden uitgewezen, dat de parasiet jongere rupsen nauwelijks vindt of aanprikt. Een buisje met honingwater (doordrenkte watteprop) werd op de bodem van de kooi geplaatst. De eerste parasieten werden in de sawah's gevangen; later werden ook parasieten uit de kweek gebruikt. Na een aantal dagen (één tot zes; er werd naar gestreefd dit aantal zo laag mogelijk te houden) werd de wesp weggehaald en overgezet op een nieuwe pol met rupsen. Eén tot twee weken na de parasiteringsperiode werden de stengels van de rijstpollen in het laboratorium opengesneden; alle rupsen werden overgezet op buizen (10 cm hoog; 2,5 cm Ø) met ongeveer 15 cc medium (voor de samenstelling, zie HUMMELEN & GOEWIE, 1972). De buizen werden dagelijks gecontroleerd op larven, poppen en adulten van de parasiet en op uitgekomen vlinders.

ad b) Gastheer aangeboden op kunstmatig medium

Bij de tweede methode werd de gastheer geheel op kunstmatig medium gekweekt. Tussen 10 tot 20 rupsen die pas uitgekomen waren in de grote kweek werden in erlenmeyers van 100 cc met smalle of wijde hals (respectievelijk 2,5 cm Ø en 3,5 cm Ø) op 40 cc vers medium gezet. Het medium werd aanvankelijk met een ronde spuitkop (1,2 cm Ø) over de bodem van de erlenmeyers verdeeld (proeven 1 tot 29); later werd een stervormige spuitkop gebruikt om het oppervlak van het medium te vergroten (proeven 30 tot 50). Hierbij werd tevens

de hoeveelheid medium teruggebracht tot 25 cc, omdat de indruk bestond dat de rupsen bij een grotere hoeveelheid medium de legboor van de parasiet teveel konden ontlopen. De resultaten van deze twee verschillende methoden zullen later afzonderlijk besproken worden. Wanneer de rupsen een aantal dagen oud waren, werd één ♀ van A. stigmaterus in de erlenmeyers gedaan en tegelijkertijd werd een strookje papier met een druppel honing aangebracht. De wespen waren aanvankelijk uit de sawah's of uit de kweek afkomstig, later alleen uit de kweek. Ze werden zoveel mogelijk dagelijks of om de twee dagen overgezet op nieuwe erlenmeyers tot de dag waarop zij doodgingen. Het overzetten bleek met wijde erlenmeyers gemakkelijker te gaan dan met nauwe. De erlenmeyers werden daarna dagelijks gecontroleerd op uitgekomen wespen en vlinders, later ook op parasietenlarven en -poppen.

ad c) Gastheer aangeboden op maisstengelstukken en overgezet op kunstmatig medium

Bij de derde methode werden vier tot zes maisstengelstukken van ongeveer 10 cm meestal met bladscheden er omheen in grote jampotten gedaan. Per pot werden 40 tot 80 pas uitgekomen rupsen van de kweek op medium op de mais gezet, waarna de potten werden afgesloten met een deksel van fijn kopergaas. Na minstens zes dagen werd één ♀ van A. stigmaterus in de potten gedaan met een strookje papier met een druppel honing. Meestal verbleef het ♀ in dezelfde pot tot het doodging. Om de drie tot vier dagen werd verse honing aangebracht. Voordat de maisstengels na twee tot drie weken verrotten werden ze opengesneden en alle nog levende rupsen werden overgezet op medium in buizen. Daarna werd dagelijks gecontroleerd op uitgekomen parasieten en vlinders, later ook op parasietenlarven en -poppen.

Uit de waarnemingen bij elk van de drie kweekmethoden zijn de volgende gegevens verkregen:

a) het percentage overleving van D. saccharalis;
b) het percentage parasitering; mogelijk naar leeftijdsklasse van de rupsen;
c) de ontwikkelingsduur van larven, poppen en imagines van A. stigmaterus;
d) de ontwikkelingsduur van D. saccharalis.

Om gedetailleerde gegevens te verkrijgen over het eistadium en de larvale ontwikkeling van A. stigmaterus werden na verschillende aantallen dagen gastheer-rupsen uit de parasietenkweek op kunstmatig medium onder binoculair in water gesecteerd en onderzocht op eieren en larven.

In het volgende hoofdstuk zijn ter vergelijking ook gegevens opgenomen van de parasietenlarven die bij sectie van rupsen van D. saccharalis uit de periodieke bemonstering van sawah's III en IV (najaar 1971) te voorschijn kwamen; waarschijnlijk betrof het hier voor vrijwel 100% A. stigmaterus.

5. RESULTATEN EN BESPREKING

In eerste instantie zullen waarnemingen over ei-, larve-, pop-, en imago-stadium worden besproken. Ter vergelijking zijn bij de verschillende stadia gegevens vermeld over Agathis laticinctus (Cr.) van DONDALE (1954) en over Bracon (voorheen Agathis) vulgaris (Cr.) van SIMMONDS (1943); alsmede een aantal opmerkingen van ASKEW (1971) en CLAUSEN(1972). Daarna zullen de verschillende kweekmethoden van A. stigmaterus met elkaar vergeleken worden.

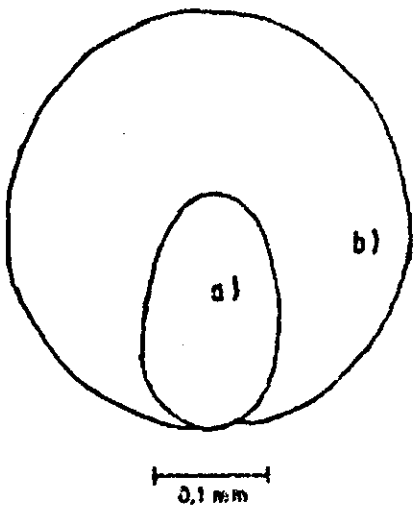
5.1. EI

Bij de vele secties van rupsen van D. saccharalis werd slechts tweemaal met zekerheid een ei van A. stigmaterus gevonden (Figuur 1). Eén was min of meer ovaal, ongeveer 0,1 x 0,2 mm (3 tot 4 dagen na parasitering van de rups), de ander was rond, ongeveer 0,35 mm Ø (3 tot 5 dagen na parasitering) en bevatte duidelijk zichtbaar een ingerolde, jonge larve. Vermoedelijk werden ook nog twee eieren gevonden van ongeveer 0,5 mm Ø, waarin de aanleg van kaakdelen zichtbaar was. De secties van de rupsen gaven geen uitsluitsel of de parasieteneieren zich op een bepaalde plaats in het lichaam van de gastheer bevonden. Volgens de literatuur verandert de vorm van het ei van Br. vulgaris in vijf dagen na oviposition van peervormiing tot bolvormig. Het groeit daarbij van 0,07 x 0,16 mm tot 0,6 x 0,6 mm. In de regel zijn eieren van Braconiden direct na oviposition klein, peervormig, met een duidelijke staart (CLAUSEN, 1962); gedurende een aantal dagen zwellen ze door absorptie op (ASKEW, 1971, CLAUSEN, 1962), waarbij een oppervlakte-vergroting tot 1000 maal voorkomt (ASKEW, 1971).

5.2. LARVE

De jonge larven werden vanaf 3 tot 5 dagen na parasitering in de rupsen aangetroffen (Figuur 2). Meestal was één larve aanwezig, doch ook werden er regelmatig twee of meer gevonden (Tabel 1). Daarbij was echter nooit meer dan één levende larve soms niet eens één. Deze kronkelt wanneer hij uit de rups te voorschijn komt en is steeds iets groter en dikker dan de dode larven. Bij secties op de derde tot vijfde dag maakte een enkele maal een tweede larve nog lichte bewegingen. En éénmaal werd waargenomen dat een grotere, levende larve een bijna dode larve tussen de kaken had. In geval van twee parasietenlarven in één rups bleken deze vaak beide dood te zijn (bij 4 van de 17 waarnemingen); bij grotere aantallen was minstens één levende aanwezig. De larven kwamen vaker uit het achterste deel van de rups te voorschijn dan uit het voorste deel. Bij secties later dan zeven dagen na parasitering werden nooit meer dode larven aangetroffen; vermoedelijk verteren ze spoedig.

Fig. 1



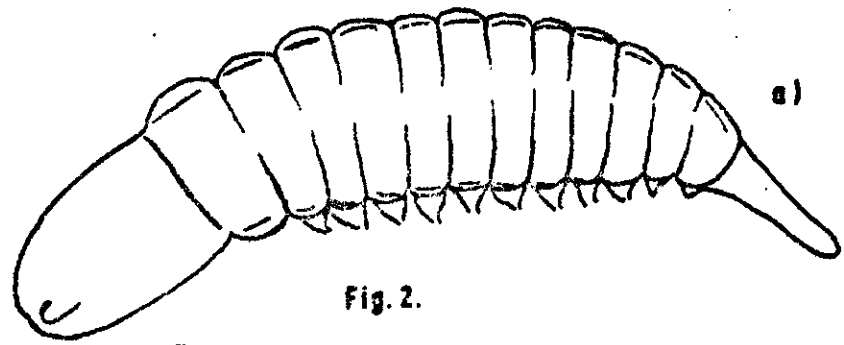


Fig. 2.

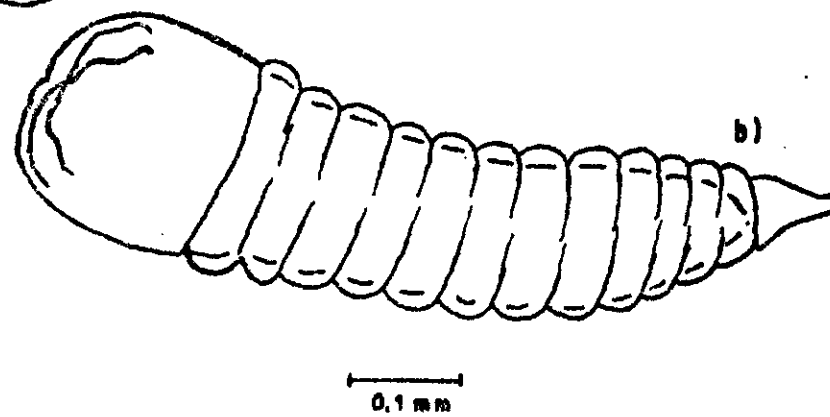


Fig. 3

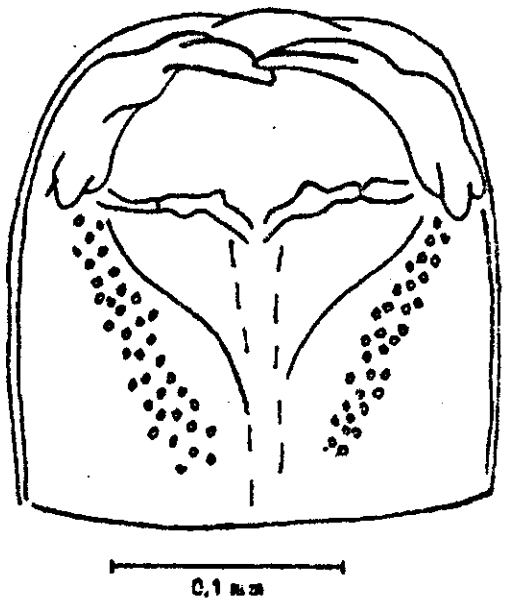


Fig. 4.

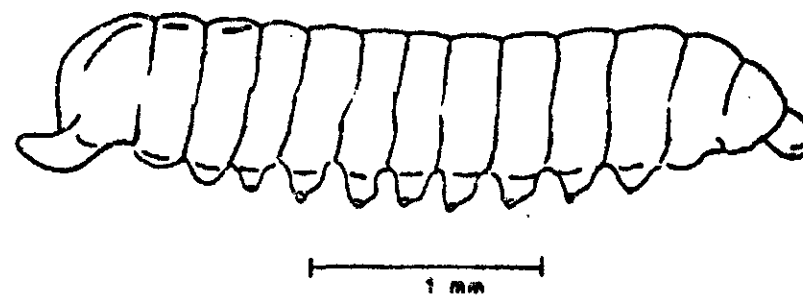


Fig. 1. Ei van Agathis stigmaterus (Cress.): a) 3-4 dagen oud;
b) 3-5 dagen oud.

Fig. 2. Larven van A. stigmaterus, le stadium, 1 dag oud:
a) lateraal aanzicht;
b) dorsaal aanzicht.

Fig. 3. Kopdetail van figuur 2.

Fig. 4. Larven van A. stigmaterus, le stadium, 6 dagen oud;
lateraal aanzicht.

Tabel 1. Frequentieverdeling van larven van Agathis stigmaterus (Cr.) over rupsen van Diatraea saccharalis (F.)

Aantal parasietelarven per gastheerrups	Aantal waarnemingen		totaal
	geen levende larven	één levende larve	
1	1	34	35
2	4	13	17
3	-	6	6
4	-	2	2
6	-	3	3
9	-	1	1
12	-	1	1

Aan de pas uitgekomen larven zijn de volgende delen te onderscheiden: (i) een gepantserde kop (Figuur 3) van zeer constante afmetingen (ca 0,20 x 0,22 mm) duidelijke monddelen, twee grote kaken en twee kleinere delen; (ii) een lichaam bestaande uit 12 naar achteren smaller wordende segmenten, vanaf het tweede segment elk met twee vlezige uitsteeksels ("poten"), en (iii) een staartvormig 13e segment. De larve is kleurloos en doorzichtig. De overlevende larve begint in lengte en dikte toe te nemen, waarbij de segmentgrenzen wat vervagen en de "poten" opzwellen vooral bij de middensegmenten. De rechte staart van de pas uitgekomen larve verdwijnt en er verschijnt aan het laatste segment een gekromd, verticaal aanhangsel. De ingewanden tekenen zich duidelijk af (Figuur 4). De larve groeit in deze gedaante van 0,7 mm tot ongeveer 5 mm. Bij verdere groei (tot ongeveer 10 mm) verdwijnen het caudale aanhangsel en de gepaarde "poten" langzamerhand. De kop wordt niet groter; bij de grootste larven (5 tot 10 mm) blijkt hij soms zelfs kleiner te zijn dan direct na het uitkomen (ca. 0,15 tot 0,18 mm breed). Duidelijke vervellingen werden gedurende deze groeiperiode niet waargenomen.

Volgens de literatuur zijn de pas uitgekomen larven van A. lacticinctus en Br. vulgaris morfologisch vrijwel gelijk aan die van A. stigmaterus. De kopbreedte en de lichaamslengte zijn voor beide Agathis-soorten vrijwel gelijk; ook de groei verloopt op vergelijkbare wijze. Bij Br. vulgaris gaat de eerste groei door tot de larve 2,5 tot 2,8 mm lang is. SIMMONDS (1943) noemt die het eerste stadium en spreekt van het "caudate, polypodeiforme" larve-type. DONDALE (1954) vond soms verscheidene parasieten in één gastheer, eenmaal zelfs 19 zeer kleine larven.

Bij de secties van rupsen uit de sawah's werd de indruk verkregen dat de maximale grootte van het eerste stadium in zekere zin bepaald wordt door de grootte van de rups (uit te drukken in de kopkapselbreedte). In Figuur 5 is van de waarnemingen uit de sawah's III en IV (najaar 1971) de lengte van de parasiet tegen de kopkapselbreedte van de gastheer uitgezet. De parasietenlarven in deze sawah's zijn voor vrijwel 100% van A. stigmaterus. De bovengrens van de lengte van de parasiet lijkt evenredig met de grootte van de rups toe te nemen (tot een kopkapselbreedte van ca. 1,40 mm). Dezelfde relatie is ook in beeld gebracht voor de parasietenlarven die bij secties uit de kweek werden gevonden (Figuur 6). Hierbij werden echter voornamelijk kleine rupsen gesecteerd, waarin de parasiet meestal niet ouder dan zes dagen was. De parasiet verkeert dan nog in de eerste groeifase, zodat de maximale lengte behorend bij een bepaalde gastheer-grootte in veel gevallen nog niet bereikt zal zijn.

In de grootste rupsen uit de sawah's werden regelmatig zeer grote (tot 10 mm), ondoorzichtige, wit-gele larven van A. stigmaterus gevonden zonder de duidelijke kenmerken van de jonge larven. Alleen waren een aantal segmentgrenzen te zien en soms (bij sterke vergroting) twee kaken. Deze larven veroorzaken in Figuur 5 de grote spreiding in lengte bij kopkapselbreedten van 1,40 tot 1,70 mm.

Na 20 tot 30 dagen kwamen in de kweken de larven van A. stigmaterus uit de rupsen te voorschijn. De rups had op dat moment meestal een spinsel gevormd. Enige dagen na het verlaten van de gastheer vormde de parasiet een cocon waarbij ook de laatste larvale kenmerken verdwenen. De totale ontwikkelingsduur van ei en larve voor de vier kweken is vermeld in Tabel 2. Er blijken geringe verschillen aanwezig te zijn tussen de verschillende kweekmethoden.

ASKEW (1971) schrijft dat een periode zonder groei tot het moment waarop de gastheer het popstadium nadert bij de Braconiden een veel voorkomend verschijnsel is. SIMMONDS (1943) onderscheidt in de larvale ontwikkeling van Br. vulgaris drie stadia. Het eerste stadium groeit na uitkomen in twee dagen uit tot een grootte van 2,5 tot 2,8 mm, waarna een rustperiode intreedt tot de verpopping van de gastheer nabij is. Het tweede stadium, met weinig van de eerder genoemde kenmerken van het eerste stadium (alleen de twee gezaagde mandibels zijn duidelijk), groeit in één dag zeer sterk en verlaat daarna de gastheer. De daarna nog 1 tot 2 dagen als ectoparasiet aanwezige larve noemt hij het derde stadium. In dit stadium wordt de larve helder geel. Simmonds spreekt niet expliciet van vervellingen tussen de drie stadia. Ook de larve van A. laticinctus verlaat in één van de laatste stadia (de hoeveelste precies zegt DONDALE (1954) niet!) zijn gastheer. Alvorens te verpoppen verslindt de larve in 2 tot 3 uur als ectoparasiet de resten van de rups. De maximale lengte in het laatste stadium is ongeveer 5 mm.

Van een aan A. stigmaterus verwante soort, Bassus hawaiicola (Ashm.) is bekend, dat hij na een derde vervelling als ectoparasiet de larvale ontwikkeling voltooit (CLAUSEN, 1962.)

Fig. 5: De lengte van larven van Agathis stigmateris (Cr.) in rupsen van Diatraea saccharalis (F.) van uiteenlopende grootte (kopkapselbreedte)

Lengte-eenheid van parasiet = 0,32 mm
kopkapselbreedte in 0,01 mm

Herkomst gegevens: sawah's III en IV (najaar 1971)

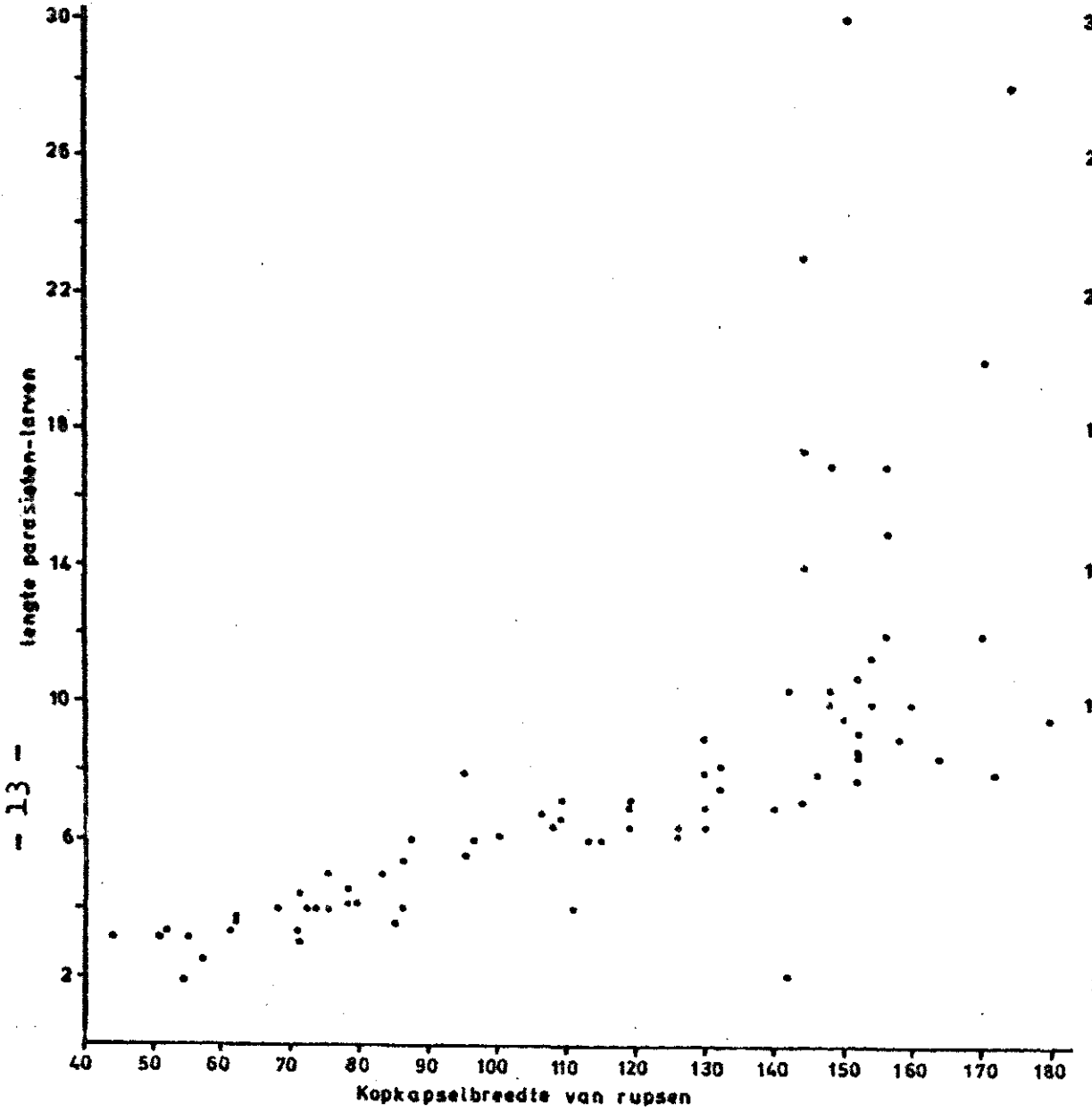
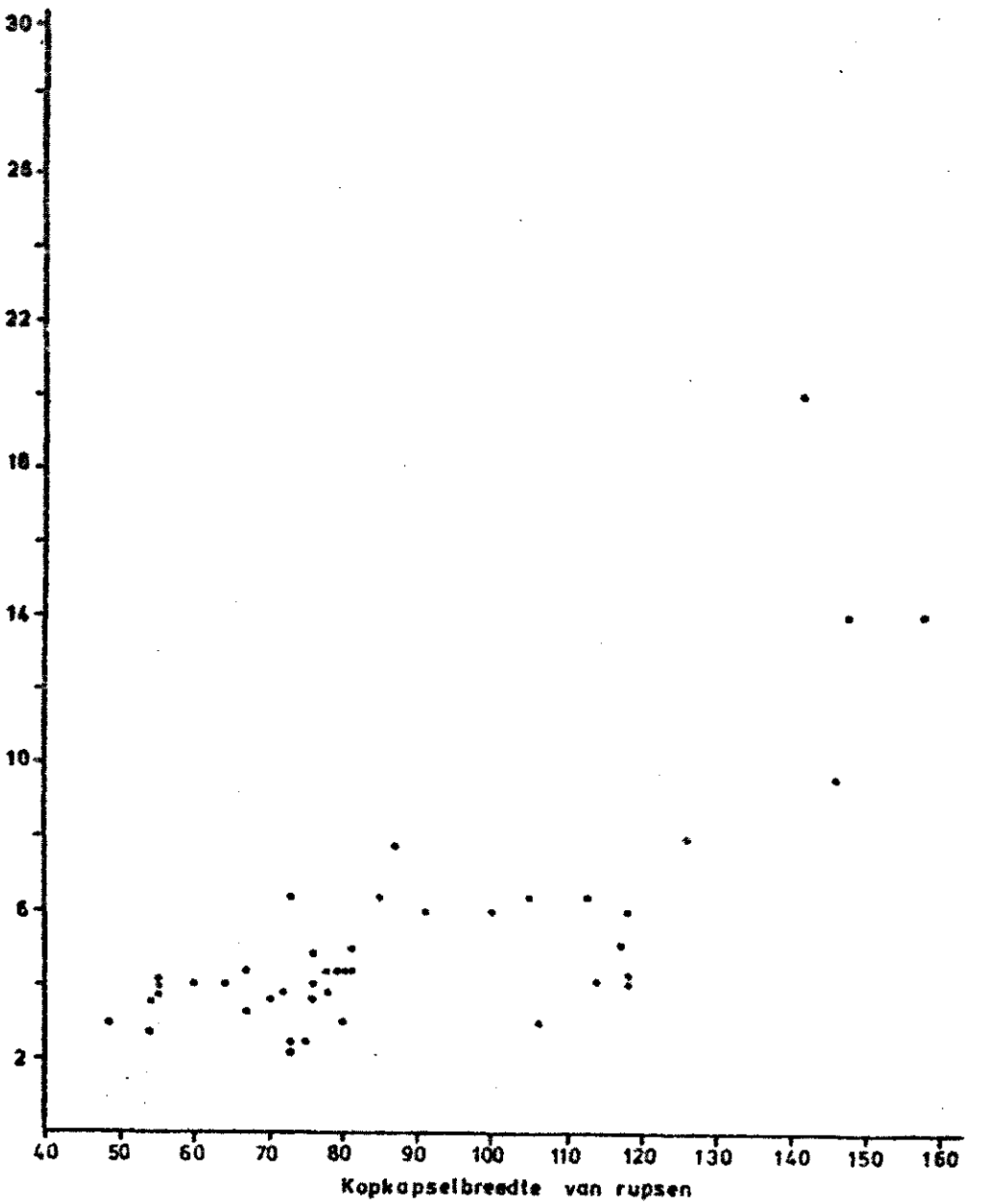


Fig. 6: als figuur 5.

Herkomst gegevens: parasietenkweek op kunstmatig medium



Tabel 2. Ontwikkelingsduur van Agathis stigmaterus (Cr.) in vier experimentele kweken. n = aantal waarnemingen; $\bar{x}$ = gemiddelde duur, tussen haakjes zijn de uitersten vermeld

Kweek methode	Aantal ♀♀	Ontwikkelingsduur in dagen						Periode van ectoparasitair larve tot imag	
		ei + larve		pop		totaal			
		n	$\bar{x}$	n	$\bar{x}$	n	$\bar{x}$	n	$\bar{x}$
Kunstmatig medium (grove spuit)	24	2	33 (26-39)			21	39 (28-52)		
idem (fijne spuit)	20	7	31 (24-41)	7	6,3 (3-9)	35	36 (27-51)	5	8,0 (5-10)
Rijstpollen-medium	37	18	27 (19-39)	8	7,7 (7-9)	43	34 (23-47)	5	9,2 (8-10)
Maïsstengels-medium	28	33	32 (22-45)	20	7,8 (4-15)	47	37 (27-51)	18	9,7 (8-18)

5.3. POP

Enige dagen nadat de larve van de parasiet de rups heeft verlaten verdwijnen de nog nauwelijks zichtbare segmentgrenzen geheel; de kleur wordt helder geel. Er wordt een dunne, vliezige, kleurloze cocon gevormd, die binnen het spinsel van de rups soms nauwelijks zichtbaar is. Hierdoor is het vaak moeilijk de overgang van larve naar pop nauwkeurig vast te stellen. Gedurende het popstadium verschijnen langzamerhand de kleuren van de wesp, rood en zwart. De lengte van de pop is ongeveer 1 cm. De duur van het popstadium (met een grote mate van onnauwkeurigheid bepaald) is aangegeven in Tabel 2. Van drie kweken zijn ook enige gegevens over de periode van "ectoparasitaire larve" tot imago in de tabel opgenomen.

DONDALE (1954) geeft een nauwkeurige beschrijving van het popstadium van A. laticinctus. Deze heeft een witte, enigszins doorzichtige, bijna elliptische cocon. De lengte bedraagt 5 tot 6 mm. De duur van het prepupa- en popstadium tezamen varieert tussen 10 en 14 dagen. Bij Br. vulgaris is de cocon vliezig, enigszins glimmend, en 10-13 mm lang. De duur van het popstadium is 10 tot 12 dagen.

5.4. IMAGO

In totaal werden er 145 oo en 1 ♂ A. stigmaterus uit de vier kweken verkregen; het ♀♀ uit de kweek op mais+medium. De totale ontwikkelingsduur van de dag van parasitering tot de dag van uitkomen van de adulte parasiet is weergegeven in Tabel 2. Er zijn geen duidelijke verschillen in de totale ontwikkelingsduur aanwezig.

De levensduur van de adulte parasiet liep zeer sterk uiteen. De wespen die met succes geparasiteerd hadden bleken gemiddeld evenwel langer te leven dan wespen zonder succesvolle parasitering (Tabel 3).

De lichaamslengte, de lengte van de legboor en van de antennen zijn bij A. stigmaterus respectievelijk ca. 10 mm, 10 mm en 7 mm.

Tabel 3. Levensduur van Agathis stigmaterus (Cr.) oo die met of zonder succes rupsen van D. saccharalis ♀♀ geparasiteerd hebben bij vier kweekmethoden. n = aantallen waarnemingen; $\bar{x}$ = gemiddelde levensduur, tussenhaakjes zijn de uitersten vermeld

Kweek methode	Levensduur bij succesvolle parasitering			Levensduur zonder succesvolle parasitering		
	n	$\bar{x}$		n	$\bar{x}$	
Kunstmatig medium (grof)	4	15,3	(14-16)	8	10,5	(5-25)
Kunstmatige medium (fijn)	12	16,4	(11-24)	7	10,7	(2-26)
Rijst-medium	9	7,1	(4-10)	14	5,3	(3-14)
Mais-medium	12	11,7	(7-16)	5	8,8	(6-12)

Verdere biologische gegevens onder andere over het parasiteringsgedrag van de wesp en de eiproductie zijn nog niet bekend.

In de literatuur worden voor lichaamslengte en de lengte van de legboor van A. laticinctus respectievelijk 3,9 tot 4,9 mm en 3,3 tot 4,1 mm vermeld. Bij Br. vulgaris is het lichaam ongeveer 8 mm lang, en de legboor even lang als het abdomen.

5.5. KWEEKRESULTATEN

In Tabel 4 zijn van de vier kweekmethoden gegevens vermeld over opbrengstpercentages, mortaliteit van de gastheer en ontwikkelingsduur van parasiet en gastheer. Het parasiteringspercentage is op drie verschillende manieren berekend. Eerst het aantal uitgekomen parasieten als percentage van het totaal aantal als L_1 ingezette rupsen. In tweede instantie is één facet van de factor "trefkans" in de berekening betrokken: het aantal ingezette larven is per erlenmeyer, medium, rijstpol of maisplant vermenigvuldigd met het aantal dagen dat de parasiet bij de rupsen aanwezig was. Tenslotte is het verschil in kwaliteit van de rupsenkweek uit het parasiteringspercentage weggewerkt door het aantal uitgekomen parasieten alleen te betrekken op het totaal aantal uitgekomen parasieten + vlinders. De onderlinge verhouding van de parasiteringspercentages bij de vier kweekmethoden is niet hetzelfde voor de drie berekeningswijzen. Dit wijst erop, dat de genoemde factoren "trefkans" en "kwaliteit van de gastheerkweek" bij de vier kweken in verschillende mate de opbrengstpercentages beïnvloeden. Bij alle drie de berekeningswijzen blijkt de kweek op grof verdeeld medium een veel kleiner opbrengst te hebben dan de kweek op fijn verdeeld medium. Tussen de percentages mortaliteit van rupsen + poppen (~ de kwaliteit van de gastheer-kweek) is nauwelijks verschil; blijkbaar is de trefkans bij de tweede versie veel groter dan bij de eerste. Zowel bij rijst + medium als bij mais + medium is de gastheer-kweek van veel slechtere kwaliteit dan bij de medium-kweken; de mortaliteit is hoger en ook is de ontwikkelingsduur van de vlinder iets groter. Ten aanzien van de parasieten opbrengst is de rijst+medium-kweek evenwel steeds slechter dan de mais+medium-kweek. Bij een kleinere gastheer-mortaliteit zou de laatstgenoemde kweek vrijwel zeker de meest productieve van de vier genoemd kunnen worden.

In de beginfase van de kweken van A. stigmaterus bestond de indruk, dat rupsen van ongeveer 8 dagen oud met het meeste succes geparasiteerd werden. Gedurende het verloop van de vier kweken bleek echter, dat de kans op een succesvolle parasitering (~ de verhouding tussen aantal uitgekomen parasieten uit rupsen van bepaalde leeftijden en het aantal aangeboden rupsen van die leeftijden) bij oudere en jongere rupsen (tussen 4 en 15 dagen oud) nauwelijks geringer was dan bij rupsen van ongeveer 8 dagen oud.

6. CONCLUSIES EN DISCUSSIE

Bij vergelijking van de beschrijving van Agathis laticinctus en Bracon vulgaris met de gegevens van Agathis stigmaterus blijken zowel verschillen als overeenkomsten met beide soorten aanwezig te zijn. De larvale groei en het popstadium van A. stigmaterus lijken veel op die van Br. vulgaris. Ook vertonen de morfologische kenmerken van het eerste stadium meer overeenkomst met die van

Tabel 4. Aantallen uitgekweekte parasieten en vlinders en hun ontwikkelingsduur

Kweek methode	aantal L_1 ingezet	aantal parasiterings dagen	aantal uitkomsten		Parasiterings %			Mortaliteit rupsen (+poppen)		% uitgekomen vlinders van ingezette L_1	Ontwikkelingsduur in dagen		
			parasieten	vlinders	van aantal ingezette L_1	van aantal parasieten dagen	van totaal aantal par.+vl.	vóór overzetten op medium	totaal		vlinders $\bar{x}$	vlinders spr.	par. $\bar{x}$
Kunstmatig medium grof	2021	3733	23	458	1,1	0,6	4,8	-	76	23	40	25-76	39
Kunstmatig medium fijn	1085	2622	39	210	3,6	1,5	15,6	-	77	29	40	28-59	36
Rijst medium	2300	5125	29	198	1,3	0,6	12,8	67	90	9	40	27-72	34
Mais + medium	1433	5990	53	146	3,7	0,9	26,6	55	86	10	41	30-64	37

Br. vulgaris, dan met die van A. laticinctus. Laatstgenoemde soort is in alle stadia kleiner dan A. stigmaterus: de kopbreedte van de larven 10-20%; de lengte van de pop en van lichaam en legboor van de adulte parasiet ongeveer 50%. Br. vulgaris heeft in alle stadia ongeveer dezelfde afmetingen als A. stigmaterus. Uit de vele synoniemen en naamsveranderingen van deze Braconiden blijkt hoezeer de criteria voor de systematiek nog onzeker zijn.

De vergelijking van de vier kweken van A. stigmaterus heeft uitgewezen, dat de trefkans van de parasieten en de kwaliteit van de gastheer-kweek grote invloed hebben op de parasieten-opbrengst. Met betrekking tot de trefkans geven de kweek op fijn verdeeld medium en op maïs + medium betere resultaten dan respectievelijk de kweken op grofverdeeld medium en rijst + medium. Met betrekking tot de kwaliteit van de gastheer-kweek blijkt medium een veel beter resultaat te geven dan rijst + medium of mais + medium. Wanneer echter een aantal eenvoudige wijzigingen in de gastheer-kweek op mais + medium aangebracht worden, zal deze kweek waarschijnlijk de meest produktieve blijken te zijn. Deze wijzigingen kunnen zijn: verkleining van het aantal in te zetten L_1 per pot, verkorting van de expositie-duur op mais en vervroegen van het moment van overzetten op medium. Ook is directe controle van parasitering van afzonderlijke rupsen op mais eenvoudig te verwezenlijken.

Het is opvallend dat de ontwikkelingsduur van de parasiet op de rijst + medium-kweek daarentegen korter is dan bij elk van de overige kweekmethoden.

De ontwikkelingsduur van de parasiet blijkt in alle kweken een aantal dagen korter te zijn dan die van de gastheer. Omdat vooralsnog niet duidelijk is of gastheer- en parasiet-populatie onder natuurlijke omstandigheden een cyclisch verloop hebben, is een uitspraak over de mate van synchronisatie van de ontwikkeling van beide niet zinvol.

7. LITERATUUR

ANONYMUS, 1971. CELOS Kwartaalverslagen 20: 22.

ASKEW, R.R., 1971. Parasitic Insects. Heineman Educational Books Ltd. London.

BOX, H.E., 1926. Sugar-Cane Moth Borers (Diatraea spp.) in British Guiana. Bull. Ent. Res., 16: 249-266.

BRÈTHES, J., 1927. Parasites and Hyperparasites of Diatraea saccharalis in Tucerman sugar-cane. Bull. Ent. Res., 18: 205-207.

BRUSSEL, E.W. van & P. SCHELTES, 1968. Onderzoekingen m.b.t. de biologische bestrijding van suikerriet-boorders van Diatreaea saccharalis (F.) en Eodiatraea centrella (Mösch) en het vaststellen van parasiteringspercentages. Interne Rapporten van het Landbouwproefstation, Paramaribo, Entomologisch Onderzoek nr. 3.

CLAUSEN, C.P., 1962. Entomophagous Insects. Hafner Publ. Co. New York.

DINTHER, J.B.M. van, 1960. Insects pests of cultivated plants in Surinam. Landbouwproefstation Suriname, Bulletin 76.

DONDALE, C.D., 1954. Biology of Agathis laticinctus (Cress.) (Hymenoptera - Braconidae), a parasite of the eye-spotted bud moth, in Nova Scotia. Can. Ent., 86: 40-44.

ENGELS, P., 1969. De relaties tussen rijstboorders en hun parasieten in verband met de mogelijkheden van een geïntegreerde bestrijding. CELOS Rapporten 25.

ENGELS, P., 1969. Onderzoekingen over de biologie van Diatraea saccharalis (F.). CELOS Rapporten, 25.

GOOSSENS, P.A., 1969. Enige gegevens over de rijstboorders Diatraea saccharalis (F.) en Rupela albinella (Cr.) en hun parasieten. CELOS Rapporten 24.

HUMMELEN, P.J. & E.A. GOEWIE., 1972. Het kweken van Diatraea saccharalis (F.) (Lepidoptera, Crambidae) op kunstmatig dieet. CELOS Rapporten 69.

JEPSON, W.F., 1954. A critical review of the world literature on the Lepidopterous Stalk Borers of Tropical Graminaceous Crops. Commonw. Inst. Ent. London.

MARTORELL, L.F. & S.M. GAUD, 1965. Notes on parasitism of the sugarcane moth borer, Diatraea saccharalis (Fabricius) in Puerto Rican Sugarcane fields. Proc. 12th I.S.S.C.T.: 1295-1303.

MYERS, J.G., 1931. Descriptions and records of parasitic Hymenoptera from British Guiana and the West Indies. Bull. Ent. Res., 22: 267-277.

MYERS, J.G., 1932. Biological observations on some tropical parasitic Hymenoptera. T.R.E.S. London, 60: 120-136.

MYERS, F.J., 1934. The discovery and introduction of the Amazon fly. Tropical Agriculture, Vol. XI: 191-195.

SIMMONDS, F.J., 1943. The biology of the parasites of Loxostege sticticalis L. in North America - Bracon vulgaris (Cress.) (Braconidae, Agathinae). Bull. Ent. Res., 38: 145-155.

Landbouwhogeschool-Wageningen
CENTRUM VOOR LANDBOUWKUNDIG ONDERZOEK IN SURINAME

DE BIOLOGIE VAN DIATRAEA SACCHARALIS (F.): Een onderzoek naar de paringsactiviteit, de paringsfrequentie en de eiproductie per dag (onderzoekproject no. 70/9)

E.A. Goewie

Verslag van een onderzoek verricht onder leiding van Ir. P.J. Hummelen

augustus 1972

I N H O U D

		Blz.
1.	Samenvatting	5
2.	Voorwoord	5
3.	Inleiding en probleemstelling	5
4.	Methode en uitvoering	6
	4.1. Paring	6
	4.2. Paringsfrequentie	7
	4.3. Eiproductie per nacht	8
5.	Resultaten	8
	5.1. Paring en oviposition	8
	5.2. Paringsfrequentie	9
	5.3. Eiproductie per nacht	10
6.	Conclusie en discussie	11
7.	Literatuur	17

1. SAMENVATTING

Het gedrag van Diatraea saccharalis (F.) is gevolgd vanaf het moment waarop de poppen uitkomen. Het blijkt dat de vlinders al op de avond van uitkomen tot paren in staat zijn. Aan het einde van de nacht die volgt op de nacht waarin gepaard werd, vindt ovipositie plaats.

De paring kan tweemaal plaatshebben, maar gebeurt meestal slechts éénmaal met voldoende succes.

De vlinders leggen aan het einde van de nacht volgend op die van de paring ca. 75% van het totaal aantal eieren en na de daaropvolgende nacht is de 100% vrijwel bereikt.

De levensduur der wijfjes en de totale eiproductie hangen met elkaar samen, evenals de levensduur en het popgewicht.

2. VOORWOORD

Dit verslag omvat de resultaten van een onderzoek, dat door de schrijver gedurende de periode januari - juli 1972 aan het CELOS werd verricht. Het onderzoek vond plaats in het kader van een practijkperiode, die de afdeling voor Planteziektenkunde van de Landbouwhogeschool te Wageningen van haar studenten vraagt.

Het is vanuit deze plaats dat ik allen wil danken die mij tijdens het onderzoek met raad en daad bijstonden; in dit verband noem ik met name Ir. P.J. Hummelen, onder wiens leiding de studie werd verricht.

3. INLEIDING EN PROBLEEMSTELLING

De biologische bestrijding van een plaaginsect vraagt om voldoende kennis van de biologie van gast en gastheer. Gegevens over popgewicht, levensduur, paringsgedrag, paringsfrequentie en eiproductie zijn o.a. van belang voor de steriele mannetjestechniek en voor de opzet van een massakweek.

Het paringsgedrag is reeds uitvoerig door WALKER (1965) beschreven. Hij gaf echter geen duidelijk antwoord op de vraag wanneer de eerste paring plaatsheeft. Het gedrag van D. saccharalis werd daarom opnieuw gevolgd vanaf het moment dat de vlinders uit hun poppen kwamen.

Het verloop van de ovipositie is beschreven door HOLLOWAY (1928). Hij besteedde alleen aandacht aan de wijze en het verloop van de ovipositie, maar niet aan de grootte en vorm der eihoopjes te velde en in het laboratorium.

PEREZ and LONG (1964) bestudeerden de paringsfrequentie aan de hand van spermatoforen in de bursa copulatrix van het wijfje. Zij namen daarbij aan dat tijdens de paring slechts één en niet meer dan één spermatofoor werd overgedragen. Uit de gevonden aantallen spermatoforen stelden zij vast hoe vaak het wijfjes met één of meerdere mannetjes gepaard had. Zij gaven dus niet aan of er nakomelingen waren als resultaat van de paringen.

De eiproductie per wijfje op kunstmatig medium is beschreven in een ander verslag opgenomen in dit rapport. Er werd daar niet ingegaan op de eiproductie per dag van het wijfje.

Bij de in dit verslag vermelde proeven is nagegaan op welk moment D. saccharalis paart en eieren legt, hoe de eihoopjes in aantal en grootte variëren, en hoe de paringsfrequentie en de eiproductie per dag zijn.

4. METHODE EN UITVOERING

Alle in dit verslag vermelde proeven zijn gedaan met vlinders die verkregen werden uit de kweek op kunstmatig medium. Voor de proeven kwamen alleen vlinders in aanmerking die een voldoende hoog popgewicht hadden en gaaf waren. De paartjes werden steeds zó gecombineerd dat de onderlinge verwantschap zo gering mogelijk was. Soms was de keuze tussen de voorhanden zijnde vlinders zò klein, dat er gedwongen gebruik moest worden gemaakt van paartjes in een nauwe familierelatie.

De waarnemingen met uitzondering van de paringsproef werden gedaan in een gescreende ruimte. De proeven vonden plaats in plastic koffiebekers van 8,5 cm hoog en 7,5 cm in doorsnee. Zowel bodem als deksel waren van fijnmazig gaas voorzien. De bekers werden in rekken geplaatst, boven een bak met water. Elke beker was aan de binnenzijde bekleed met een vel "kladblok"-papier, teneinde de vlinders in de gelegenheid te stellen langs de wanden heen en weer te lopen en daarop eieren te leggen. Het papier is gemakkelijk te verwijderen en voor waarnemingen te verwerken.

Bij de proef over het paringsgedrag werd gebruik gemaakt van drinkglazen van 7 x 13 cm. De glazen waren gedeeltelijk bekleed met papier, en wel zò dat er aan één zijde van het glas een strook werd opengelaten ten behoeve van de waarneming. De ruimte waarin de paringsproef werd gedaan was een kast, waarin met behulp van bakjes water de vochtigheid was verhoogd. Er waren geen ventilatievoorzieningen getroffen.

4.1. DE PARING

Aan de hand van de beschrijving van WALKER (1965) werd het gedrag van D. saccharalis gedurende vier achtereenvolgende avonden gevolgd. Elke avond werden de net uitgekomen vlinders bij elkaar gezet en hun activiteiten bekeken. Na een paring werden de wijfjes apart gezet. Alle paartjes werden tot na paring bij elkaar gehouden. Er werd echter niet altijd gepaard. Alle waarnemingen werden bij rood licht gedaan. Hiervoor werd een doka lamp gebruikt, die op ± 1,5 meter afstand van de glazen kooien werd gehangen en alleen tijdens de waarnemingen brandde. Tijdens de eerste twee avonden werden aanvankelijk elk half uur waarnemingen gedaan, totdat de verschillende gedragspatronen elkaar sneller opvolgden. Vanaf dat moment werden voort-

durend waargenomen. Tijdens de volgende avonden werden er slechts enkele onregelmatige waarnemingen gedaan om te constateren of paring wel of niet plaatshad.

Ten behoeve van deze proef was het noodzakelijk om regelmatig poppen op uitkomen te controleren. Hiertoe werden 40 poppen gekozen, die reeds enkele dagen oud waren. De poppen werden verdeeld over twee petrischalen en 's avonds in de kast gezet. Met de controle op het uitkomen van de poppen werd één dag voor de paringsproef begonnen.

4.2. DE PARINGSFREQUENTIE

Om uit te maken hoe vaak een mannetje met succes paart, werd één mannetje op drie achtereenvolgende nachten bij verschillende wijfjes gebracht. Per nacht werden steeds één wijfje, bij een mannetje gezet. In Tabel 1 staan de gebruikte combinaties aangegeven. Iedere dag werd één van de combinaties in een beker geplaatst; de dag daarop werd het mannetje verwijderd en voor de volgende combinatie gebruikt.

Het al dan niet gepaard hebben door een mannetje werd bepaald door te controleren of de eieren het zwarte-kop-stadium bereikten of niet. Het aantal bevruchte eieren werd niet geteld, maar geschat ten opzichte van het aantal niet bevruchte eieren.

Tabel 1. Overzicht van de combinaties voor de bepaling van de paringsfrequentie. Elke categorie omvat twee of drie combinaties. De cijfers tussen haakjes geven de leeftijd in dagen aan op het moment van inzetten. Elk wijfje werd na één nacht apart gezet

categorie	♂ \ ♀	1e nacht	2e nacht	3e nacht
I	♂ (1) (2) (3)	♀ (1)	♀ (1)	♀ (1)
II	♂ (1) (2) (3)		♀ (1)	♀ (1)
III	♂ (1) (2) (3)	♀ (1)	♀ (2)	♀ (3)

4.3. DE EIPRODUCTIE PER DAG PER WIJFJE

Gedurende twee generaties werd de eiproductie per dag gemeten. Dit gebeurde door de bekers met daarin één vlinderpaar, dagelijks op de aanwezigheid van eieren te controleren. Als er eieren waren werd het papier uit de bekers genomen en door een nieuw vel vervangen. Het papier met eieren werd geplaatst in een dichte beker. De eieren werden in het zwartekopstadium geteld bij een 12-malige vergroting. Vervolgens werden de bekers op het uitkomen der rupsen gecontroleerd, zodat de eiduur kon worden vastgesteld.

Bij het tellen werden de grootte alsmede de vorm der eihoopjes vastgesteld, en de wijze waarop de eieren waren afgezet.

5. RESULTATEN

5.1. PARING EN OVIPOSITIE

Wanneer de vlinders direkt na het uitkomen in paren worden gecombineerd, blijkt nog diezelfde avond gepaard te kunnen worden. Voor deze vlinders geldt dat het tijdstip van de paring afhangt van het tijdstip waarop de vlinders uit de poppen kruipen (Tabel 2).

Tabel 2. Aantallen uitkomende vlinders in de loop van de nacht

uur	uitgekomen aantal
19.00 - 20.30	0
20.30 - 21.00	3
21.00 - 21.30	4
21.30 - 22.00	6
22.00 - 22.30	6
22.30 - 23.00	4
23.00 - 23.30	5
23.30 - 24.00	2
24.00 - 6.00	3
totaal	33

Direct nadat de vleugels ontplooid en gehard zijn (± 15-20 minuten), vertonen de vlinders grote activiteit. Zowel mannetjes als wijfjes klappen met de vleugels en lopen door elkaar. In deze fase werden tijdens de avond van uitkomen (nulde nacht) paartjes in kooien apart gezet. Na enige tijd (deze periode is niet bepaald) tonen de wijfjes zich als eerste bereid tot paren. Wanneer de vlinders in de nacht van uitkomen niet paren, dan begint de paring de volgende avond na invallen van de duisternis. Pas aan het einde van de nacht die volgt op de nacht van de paring worden eieren gelegd. Het waargenomen paringsgedrag stemde nagenoeg overeen met de beschrijvingen van WALKER (1965). Onduidelijk was het gedrag vlak voor het begin van de copulatie.

Het wijfje legt haar eieren in hoopjes. Het aantal eieren per hoopje bedraagt op rijstplanten gemiddeld ongeveer 27 stuks, met een maximum van 60 (veldgegevens sawah II en IV, najaar 1971), en op papier 0-200 stuks. Het wijfje legt haar eieren één voor één, dakpansgewijs over elkaar. Vaak is een eihoopje zeer compakt, dit in tegenstelling tot de eihoopjes op rijstbladeren. Het is mogelijk mede aan deze compaktheid te wijten dat het percentage niet uitgekomen eieren op papier hoger is dan op rijst. Het is waargenomen dat rupsen zich tot driemaal toe door eischalen moesten heen bijten, alvorens zij konden "uitkomen"; meestal gingen deze rupsen dood. Eihoopjes in meerdere lagen vertoonden altijd het hoogste percentage niet uitgekomen eieren.

De vorm der eihoopjes op rijstbladeren is langgerekt: de eieren zijn afgezet langs de nerven van het blad. De eihoopjes op papier zijn meestal ovaal tot rond. Wanneer het papier vouwen of krinkels bevat dan werden de eieren bij voorkeur daar langs gelegd.

De eieren kwamen steeds na 6 dagen uit.

5.2. DE PARINGSFREQUENTIE

De mannetjes, die pas in de nacht volgend op die van het uitkomen met een wijfje werden samengebracht, paarden doorgaans gedurende twee opeenvolgende nachten met succes (Tabel 3). Meer dan twee 'succesvolle nachten' zijn echter nooit waargenomen. De grootste aantallen bevruchte eieren werden steeds gelegd door de wijfjes die paarden met een mannetje dat dit voor de eerste keer deed (Tabel 3).

Tabel 3. Eiproductie volgend op de nacht van contact tussen mannetje en wijfje in de paringsfrequentieproeven. Steeds is één mannetje in de opeenvolgende nachten bij verschillende wijfjes geweest. Voor categorie-indeling zie Tabel 1.

\+ = bevrucht
\- = onbevrucht
o = geen eieren
Het aantal tekens is een indicatie voor het aantal eieren

Volgnummer	e i p r o d u c t i e		
	categorie I		
	1e nacht	2e nacht	3e nacht
1	+++	+-	-
2	+++	++	-
3	-++	o	-
	categorie II		
1		+++	--
2		+++	--
3		+--	-
	categorie III		
1	o	+++	++-
2	+++	+	-

5.3. DE EIPRODUCTIE PER NACHT

De resultaten van de eiproductie per nacht zijn in de Tabellen 4A en 4B samengevat. Behalve de eiproductie is bovendien het gemiddelde popgewicht van de betreffende dieren vermeld.

In de tabel is de eiproductie van de eerste nacht niet aangegeven, omdat slechts in één geval enkele (onbevruchte) eieren werden gevonden. Gedurende de tweede nacht werd gemiddeld 74% (52-97%) van het totaal aantal eieren afgezet en reeds tijdens de derde nacht werd een gemiddelde van 96% bereikt. Deze verdeling blijkt voor beide generaties hetzelfde te zijn. Naarmate de levensduur der wijfjes toenam, daalde het percentage eieren dat in de tweede nacht gelegd werd, terwijl de totale eiproductie toenam (Tabel 5).

In het onderzoek over de kweek van de bruine boorder op kunstmatig medium (CELOS Rapporten, 69) werd reeds gevonden dat ook een hoger popgewicht samengaat met een hogere eiproductie.

Tabel 5 toont bovendien dat in de 3e generatie toename van het popgewicht samenging met een langere levensduur. In de 2e generatie was dit niet het geval, doordat toen steeds bewust de zwaarste poppen werden uitgekozen bij het selecteren van de vlinders bestemd voor de bepaling van de eiproductie.

In Figuur 1 zijn het percentage overlevende vlinders en het percentage gelegde eieren per nacht uitgezet tegen het aantal dagen na uitkomen. Het is duidelijk dat de populatie van de mannetjes na de eerste dag begon te dalen, terwijl de populatie van de wijfjes dit na de tweede dag deed. De eiproductie begon in de tweede nacht en bereikte in de derde nacht vrijwel haar totaal. Figuur 2 geeft per levensduurklasse aan hoe het percentage gelegde eieren per nacht lager begon en minder snel afnam naarmate de wijfjes langer leefden, d.w.z. naarmate het aantal legnachten groter was.

6. CONCLUSIES EN DISCUSSIE

De waarnemingen met betrekking tot het paringsgedrag, stemmen met de beschrijving van Walker overeen. De oviposities echter had meestal pas plaats in de nacht die volgende op de paringsnacht en niet zoals Walker schrijft 7-8 uur na de paring. Daar de oviposities een activiteit is die door licht wordt geremd, wordt aangenomen dat de wijfjes geen gelegenheid meer hebben om in de nacht van de paring nog tot oviposities te komen.

Uit de resultaten van de paringsfrequentieproef kan worden afgeleid dat een populatie die voor zoveel mogelijk nakomelingen moet zorgen het beste uit een gelijk aantal mannetjes en wijfjes van gelijke leeftijd kan bestaan, aangezien meestal slechts éénmaal met veel succes gepaard wordt. Statistisch is deze conclusie uit de paringsfrequentieproef echter niet betrouwbaar, vanwege het kleine aantal waarnemingen.

Figuur 1 toont aan dat de eiproductie van een populatie in gevangenschap na de derde nacht van geen betekenis meer is. Voor de opzet van een continue massakweek betekent dit dat men na de derde nacht de gehele vlinderpopulatie kan vervangen door verse individuen.

Men zou verwachten dat de lijn die het populatieverloop aangeeft, even snel daalt als de eiproductielijn stijgt. Figuur 1 toont echter aan dat de eiproductielijn iets steiler is dan de lijn voor het populatieverloop. De verklaring hiervoor wordt gevonden in het feit dat de wijfjes die aanmerkelijk langer leefden toch de meeste eieren in de eerste nachten afzetten.

Tabel 4A. Gegevens over de eiproductie van 2e generatie vlinders uit een kweek op kunstmatig medium (voor verklaring der volgnummers zie ditzelfde rapport: "Het kweken van D. saccharalis op kunstmatig medium")

N.B. a) Het mannetje en wijfje van ieder paar werden op de dag na uitkomen samengebracht en bleven gedurende de gehele levensduur bij elkaar.
b) Tijdens de eerste nacht werden nimmer eieren gelegd.
c) De wijfjes stierven doorgaans direct na de laatste nacht waarin zij eieren legden.

Volg no.	Aantal vlinders	gemid. popgewicht (mg)	Eiproductie gemiddelde per vlinder *)																		Totaal		
			2e nacht				3e nacht				4e nacht				5e nacht				6e nacht				
			1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	3	4
1A	17	152	393	76	3	25	99	19	75	15	24	5	35	31									516	17	23
1B	12	151	406	76	3	18	114	21	52	31	10	2	80	20	5	1	100	0	2	0	100	0	536	16	21
2	9	132	321	77	3	17	84	20	68	20	12	3	100	0	0	0	100	0					417	19	17
3A	14	131	311	78	2	17	72	18	26	26	16	4	5	7	0	0	100	0					399	6	18
3B	14	140	352	77	4	13	99	22	13	37	6	1	69	27	1	0	100	0	0	0	100	0	458	7	19
4A	14	132	232	51	13	36	140	31	32	19	78	17	40	17	6	1	100	0					455	25	21
4B	5	124	197	44	4	18	208	46	10	25	38	8	34	34					7	2	100	2	450	9	21
5	31	138	390	67	1	12	166	28	18	35	19	3	87	12	8	1	97	3	2	0	100	0	584	9	17
6A	16	138	324	77	2	40	81	19	49	37	17	4	100	0	0	0	100	0					423	15	36
6B	11	160	410	87	13	32	53	11	82	14	4	1	100	0	3	1	100	1					471	22	30
7	7	133	326	85	7	37	57	15	27	72													383	10	42
8A	8	109	282	91	2	26	21	7	25	49	1	0	100	0	5	2	100	0					309	5	29
8B	10	117	241	79	5	30	58	19	69	26	5	2	100	0									304	19	29
9A	10	118	292	88	3	37	38	12	63	32	1	0	100	0	1	0	100	0					332	10	37
9B	13	119	345	84	2	31	58	14	33	62	7	2	100	0									411	8	35
10B	2	111	362	86	5	30	51	12	59	12	10	2	100	0									423	14	26
Tot.	193	135	334	74	4	24	99	22	35	30	17	4	58	15	2	0	99	1					453	14	25

*)
1 = aantal eieren gelegd in die nacht
2 = 1 als percentage van het totaal aantal eieren gelegd in de opeenvolgende nachten
3 = % van 1 dat onbevrucht was
4 = % van 1 dat wel bevrucht was maar niet uitkwam

Tabel 4B. Gegevens over de eiproductie van 3e generatie vlinders uit een kweek op kunstmatig medium (voor verklaring der volgnummers zie ditzelfde rapport: "Het kweken van D. saccharalis op kunstmatig medium")

N.B. a) Het mannetje en wijfje van ieder paar werden op de dag na uitkomen samengebracht en bleven gedurende de gehele levensduur bij elkaar.
b) Tijdens de eerste nacht werden nimmer eieren gelegd.
c) De wijfjes stierven doorgaans direct na de laatste nacht waarin zij eieren legden.

Volg no.	Aantal vlinders	gemid. popge. wicht (mg)	Eiproductie gemiddelde per vlinder x)																			Totaal		
			2e nacht				3e nacht				4e nacht				5e nacht				6e nacht						
			1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	3	4
11	16	111	283	78	5	24	75	21	55	31	4	1	84	2	0	0	100	0					362	16	25
12	10	122	337	88	5	33	48	12	55	33													385	11	34
14	1	112	312	100	0	23																	312	0	23
15	7	136	326	72	11	20	94	21	63	17	33	7	35	17									452	23	19
16	12	143	181	46	2	22	156	39	13	31	31	8	42	32	18	5	53	25	10	3	100	0	395	14	26
17A	8	149	408	72	8	33	110	19	50	30	46	8	100	0	1	0	100	0					565	24	30
17B	11	135	372	82	5	32	57	13	32	34	23	5	80	12	0	0	100	0					452	12	31
18	5	133	355	73	14	25	123	25	76	22	5	1	100	0	5	1	100	0					487	31	24
19	9	137	322	67	8	27	131	27	26	30	21	4	75	25	8	1	100	0	2	0	100	0	483	18	27
20	7	106	269	84	18	21	45	14	79	17	6	2	100	0									320	28	24
21	4	105	323	69	4	22	138	30	23	57	5	1	14	86									466	9	33
22	4	116	227	67	12	26	107	32	38	52									5	1	100	0	339	21	34
Tot.	94	128	306	73	7	27	94	22	40	32	17	4	69	16	4	1	69	17	2		100	0	421	18	28

x)
1 = aantal eieren gelegd in die nacht
2 = 1 als percentage van het totaal aantal eieren gelegd in de opeenvolgende nachten
3 = % van 1 dat onbevrucht was
4 = % van 1 dat wel bevrucht was maar niet uitkwam

Tabel 5. Popgewicht en eiproductie van de vlinders met verschillende levensduur, totaal en per nacht

2e generatie

levensduur der wijfjes (dagen)	aantal	gemid. popgewicht (mg)	Totale eiproductie gemid. per vlinder	gemiddelde eiproductie per nacht											
				2e		3e		4e		5e		6e		7e	
				aant.	%	aant.	%	aant.	%	aant.	%	aant.	%	aant.	%
3	16	133	371	334	90	37	10								
4	75	133	449	349	78	89	20	11	2						
5	75	138	470	335	71	109	23	23	5	3	1				
6	20	138	446	277	63	127	29	29	6	11	2	2	0		
7	5	123	506	267	53	148	29	37	7	0	0	2	0	52	10

% = percentage van het totaal

3e generatie

levensduur der wijfjes (dagen)	aantal	gemid. popge. wicht (mg)	Totale eiproductie gemid. per vlinder	gemiddelde eiproductie per nacht											
				2e		3e		4e		5e		6e		7e	
				aant.	%	aant.	%	aant.	%	aant.	%	aant.	%	aant.	%
3	5	111	332	297	89	35	10								
4	32	116	364	292	80	70	19	2	1						
5	37	126	490	351	72	112	23	26	5	1	0				
6	13	140	461	295	64	139	30	20	4	3	1	4	1		
7	3	156	333	175	53	68	20	30	9	35	11	25	8		
8	3	167	253	127	50	20	8	57	23	39	15	0	0	10	4

% = percentage van het totaal

Fig.1. Het percentage overlevende vlinders en het percentage gelegde eieren per nacht, uitgezet tegen het aantal dagen na uitkomen.

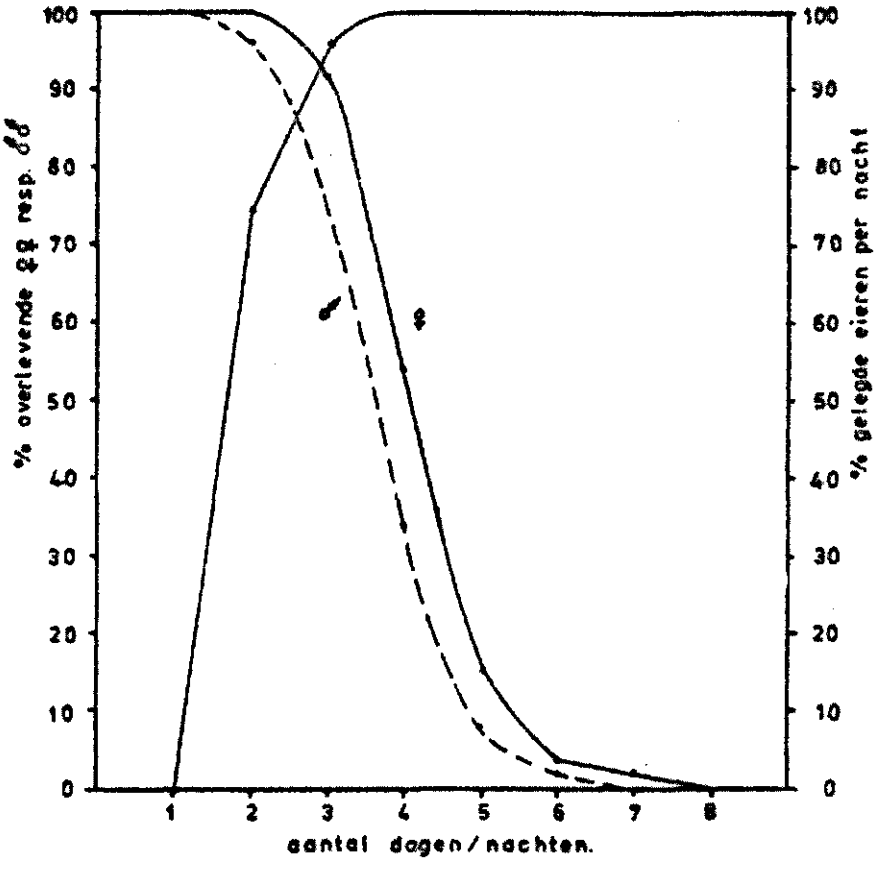
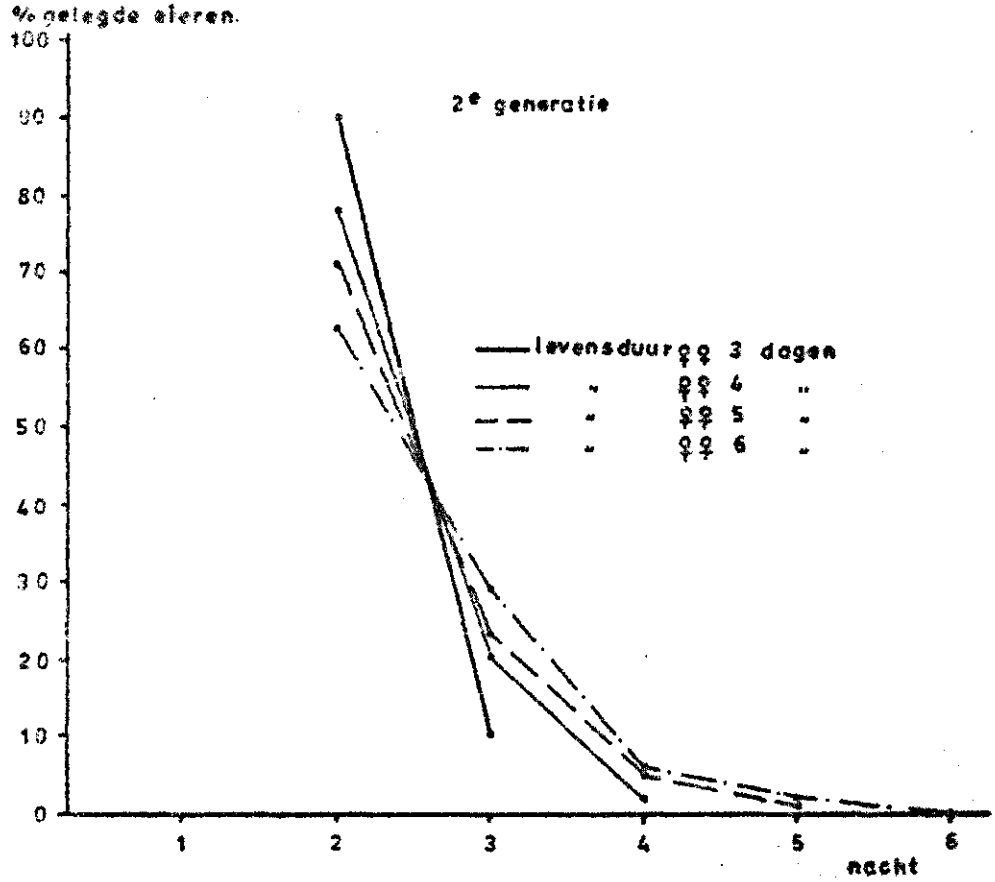
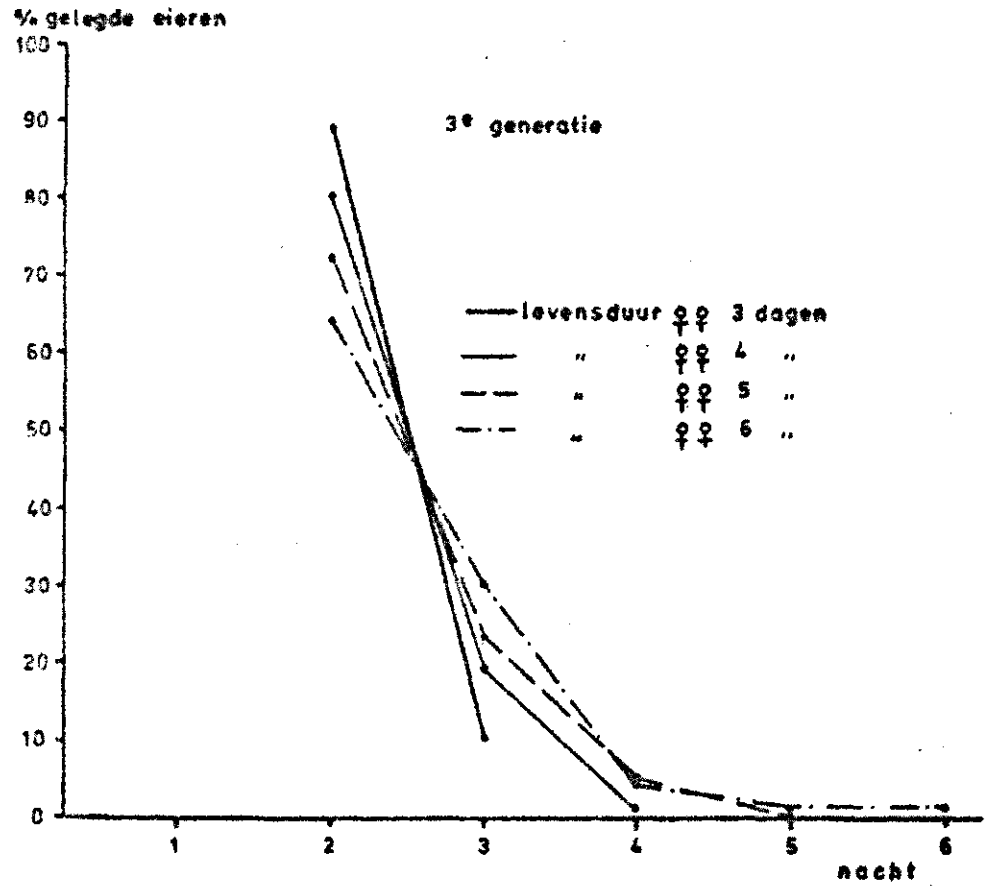


Fig. 2. Verdeling van de totale eiproductie van wijfjes met de zelfde levensduur over de respectieve nachten.





7. LITERATUUR.

HOLLOWAY, T.E. et al., 1928. The sugarcane mothborer in the United States, USDA. Tech. Bull. 41, Washington DC: 76.

PEREZ, R. and W.H. LONG, 1964. Sex attractant and mating behaviour in the sugarcane borer. J. econ. Ent., 57: 688-690.

WALKER, D.W., 1965. Bionomics of the sugarcane borer D. saccharalis (F.). I. A description of the mating behaviour. Proc. ent. soc. Wash., 67: 80-83.

Landbouwhogeschool-Wageningen
CENTRUM VOOR LANDBOUWKUNDIG ONDERZOEK IN SURINAME

BIOLOGIE VAN DIATRAEA SACCHARALIS (F.); BEPALING VAN HET AANTAL EN DE DUUR VAN DE LARVALE STADIA; BEPALING VAN DE TOTALE ONTWIKKELINGSDUUR

(Onderzoekproject no. 70/9)

A.J. Jansen

Verslag van een onderzoek verricht onder leiding van Ir. P.J. Hummelen

juli 1972

I N H O U D

		Blz.
1.	Samenvatting.	5
2.	Voorwoord	5
3.	Inleiding	6
4.	Methodiek	7
	4.1. Bepaling van aantal en duur van de larvale stadia	7
	4.2. Bepaling van de totale ontwikkelingsduur van pas-uitgekomen rups tot vlinder.	9
5.	Resultaten.	10
	5.1. Larvale stadia	10
	5.2. Totale ontwikkelingsduur	12
6.	Conclusies en discussie	15
7.	Literatuur.	20

1. SAMENVATTING

In twee series proeven, uitgevoerd in laboratorium en kas, werden gegevens verzameld over respectievelijk aantal en duur van de larvale stadia en over de totale ontwikkelingsduur van Diatraea saccharalis (F.). Ook werd nagegaan in hoeverre de kopkapselbreedte van de rupsen correspondeert met de opeenvolgende stadia.

Het aantal larvale stadia loopt op verschillende substraten uiteen van zes tot acht. De lengtes van de afzonderlijke stadia vertoonden in alle proeven een grote variabiliteit. De verschillende stadia blijken, vooral vanaf het vierde stadium, niet met zekerheid op grond van de breedte van het kopkapsel onderscheiden te kunnen worden. De range van de kopkapselbreedte neemt in opeenvolgende stadia toe en vertoont vanaf het derde stadium een steeds groter wordende overlapping met het voorafgaande en volgende stadium. Dit geldt voor alle substraten die gebruikt werden.

De totale ontwikkelingsduur van L_1-rups tot vlinder was op rijstpollen voor 80% van de rupsen ongeveer 29 dagen. De proeven in de kas gaven aanwijzingen dat de ouderdom van de pollen op het moment van inzetten van de L_1 (50 tot 107 dagen) en de grootte van de beginpopulatie van de rupsen de ontwikkeling van D. saccharalis beïnvloeden. De totale ontwikkelingsduur bleek op pollen van verschillende ouderdom weinig te variëren.

2. VOORWOORD

Dit rapport bevat de resultaten van een aantal proeven van de afdeling Entomologie van het Centrum voor Landbouwkundig Onderzoek in Suriname (CELOS).

Dankzij de welwillende medewerking van Prof. Dr. J. de Wilde heb ik het laatste deel van mijn doctoraal studie biologie (aan de Rijksuniversiteit te Leiden), een entomologisch onderzoek in Wageningen, kunnen afsluiten met een verblijf van 5 maanden op het CELOS (8 februari tot 6 juli 1972).

De leiding van het onderzoek berustte bij ir. P.J. Hummelen, die zelf een deel van de onderstaande experimenten heeft uitgevoerd. Eén experiment, een proef met kunstmatig medium, werd door de heer Goewie verricht.

3. INLEIDING

In het kader van het onderzoek naar de mogelijkheden van biologische bestrijding van de bruine rijstboorder, Diatraea saccharalis (F.), wordt gezocht naar een methode om de populatiesamenstelling van de boorder op elk willekeurig moment uit een monster van een beperkt aantal rijstpollen te kunnen bepalen. Daartoe dient onder meer bekend te zijn: a) het aantal larvale stadia; b) een kenmerk om de stadia te kunnen onderscheiden c) de tijdsduur per stadium en de totale duur van de larvale ontwikkeling; d) de tijdsduur van het popstadium. Als onderscheidend kenmerk van de verschillende larvale stadia wordt veelal de breedte van het kopkapsel gebruikt.

NISHIDA en TORII (1970) beschrijven voor rijstboorders een kweekmethode op rijstzaailingen om de vervellingen van afzonderlijke rupsen te kunnen volgen en kopkapselmetingen te kunnen verrichten. HRDÝ et al. (1968) gebruikten diverse delen van mais, sorghum, suikerriet en wilde grassen als substraat voor D. saccharalis. Zowel het aantal als de lengte van de stadia blijkt sterk afhankelijk te zijn van het soort voedsel (HRDÝ et al., 1968). Ook de temperatuur tijdens de ontwikkeling beïnvloedt het aantal stadia en de ontwikkelingsduur (HOLLOWAY et al., 1928; KATIYAR, 1960), terwijl de ouderdom van het substraatgewas en de fotoperiodiciteit (KATIYAR, 1960) eveneens een rol spelen. HRDÝ et al. (1968) vonden 6 tot 8 larvale stadia, waarbij de range in kopkapselbreedte slechts bij het zevende en achtste stadium overlapping vertoonde. HOLLOWAY et al. (1928) vonden 3 tot 14 stadia. Bij 14 stadia trad een grote verlenging van de totale larvale groeiduur op en een afname van de kopkapselbreedte. KATIYAR (1960) vond 4 tot 10 stadia onder uiteenlopende belichtingsomstandigheden. Bij laatstgenoemde auteur bleek de breedte van de kopkapsels reeds vanaf het derde of vierde stadium niet meer met 100% zekerheid het stadium te bepalen. KATIYAR geeft een uitvoerige beschrijving van het optreden van diapauze bij oudere rupsen: de rupsen blijven "steken" in een bepaald stadium, zodat de ontwikkelingsduur sterk wordt verlengd. De gemiddelde breedte van de kopkapsels van de diverse stadia schijnt hierbij niet noemenswaardig te veranderen.

Van kweken op delen van rijstplanten zijn nog weinig gegevens bekend over ontwikkelingsduur en over het verband tussen kopkapselbreedte en larvale stadia. GOOSSENS (1969) heeft op het CFLOS enige gegevens verzameld uit een kweek op rijststengelstukken, maisstengelstukken en op diverse kunstmatige media. Hij vond maximaal zes stadia, met een totale ontwikkelingsduur van ca. 26-35 dagen.

JONGELEEN (1971) heeft mortaliteitsbepalingen gedaan van rupsen op rijstplanten (ras: Holland) van 57, 80 en 130 dagen oud, waarbij hij 50 jonge rupsjes per pol inzette. De mortaliteit bleek in alle gevallen reeds in de eerste week zeer hoog te zijn. Bij de overlevende rupsen was de totale larvale ontwikkelingsduur het langst op de oude planten en waren slechts enkele poppen gevormd, altijd na meer dan 29 dagen.

Omdat uit deze en andere proeven gebleken was, dat de ouderdom van de plant én het aantal ingezette L_1-rupsen invloed kon hebben op de ontwikkeling van D. saccharalis, zijn voor de bepaling van de totale ontwikkelingsduur een aantal proeven gedaan op planten van uiteenlopende ouderdom en met een variërend aantal L_1-rupsen.

4. METHODIEK

Om de ontwikkeling van pas uitgekomen rupsen tot vlinder te kunnen onderzoeken werden twee series proeven uitgevoerd: één serie voornamelijk in het laboratorium, om aantal en duur van de rups-stadia vast te stellen, en één serie, voornamelijk in de kas, om de totale ontwikkelingsduur onder verschillende omstandigheden te bepalen.

In alle gevallen waarin rijstplanten of delen daarvan als substraat aan de rupsen aangeboden werden is het ras Holland gebruikt. De rupsen werden verkregen uit een kweek op kunstmatig medium (vgl. HUMMELEN & GOEWIE, 1972).

4.1. BEPALING VAN AANTAL EN DUUR VAN DE LARVALE STADIA

In navolging van de methode van NISHIDA en TORIÏ (1970) werden proeven uitgevoerd met als substraat combinaties van rijstzaailingen, rijststengelstukjes, maisstengelstukjes en wortelende rijstplanten; één proef werd geheel op kunstmatig medium gedaan (zie proefschema). De rijstzaailingen werden ongeveer 2 weken na kieming van de zaden gebruikt. Ze waren dan ongeveer 10 cm groot. Het kiemen en de groei geschiedde in kleine, open buisjes (5 cm hoog; 1,5 cm Ø), met ongeveer 1 cc voedingsoplossing. Gebruikt werd een oplossing van 1 g mengmest (NPK 15+15+15) per liter. Rijststengelstukjes van ca. 3 cm werden uit twee tot drie maanden oude rijst op de sawah's gesneden. Maisstengelstukjes van dezelfde grootte en al of niet omgeven door bladscheden werden verkregen uit planten van uiteenlopende ouderdom. Bij twee van de zeven proeven werden de pas uitgekomen rupsjes op wortelende rijstplanten in de kas gezet en later overgebracht op één van voornoemde substraten.

Proefschema: Overzicht van de proeven ter bepaling van het aantal en de duur van de larvale stadia van Diatraea saccharalis (F.)

Proef-nummer	Aantal ingezette rupsen	Substraten
1	30	12 dagen rijstzaailingen; daarna rijststengelstukjes.
2	36	10-12 dagen rijstzaailingen; daarna rijststengelstukjes.
3	30	10 dagen rijstzaailingen; daarna maisstengelstukjes.
4	60	rijststengelstukjes.
5	30	10 dagen wortelende rijstplanten; daarna rijst-stengelstukjes.
6	30	10 dagen wortelende rijstplanten; daarna mais-stengelstukjes.
7	60	kunstmatig medium.
8	200	wortelende rijstplanten van 50 en 80 dagen oud.

Rijstzaailingen, rijststengelstukjes en maisstengelstukjes werden in kleine buisjes (5 cm hoog; 1,5 cm Ø) gedaan. Per buisje werd één pas uitgekomen rups ingezet, waarna het werd afgesloten met een wattestop. De zaailingen en stengelstukjes werden om de 2 à 3 dagen ververst en telkens van ongeveer 0,5 cc van de mengmestoplossing voorzien. De proef op kunstmatig medium werd in grotere buizen uitgevoerd (10 cm hoog; 2,5 cm Ø); per buis ca. 10 gram medium. De proeven in buisjes werden in het laboratorium uitgevoerd zonder nadere conditionering van temperatuur, luchtvochtigheid, fotoperiodiciteit, e.d. Bij alle proeven met buizen werden dagelijks waarnemingen gedaan over vervellingen; afgestoten kopkapsels werden verwijderd en gemeten.

Ter vergelijking met deze laboratorium-proeven zijn in het volgende hoofdstuk ook de kopkapselbreedtes opgenomen van alle rupsen van D. saccharalis die in het najaar van 1971 in de monsters van sawah III en IV zijn gevonden (vgl. CELOS Kwartaalverslagen 21). Eveneens zijn nog gegeven de kopkapselbreedtes van een rupsenkweek op rijstplanten die 50 en 80 dagen oud waren op het moment van inzetten van de jonge rupsen. De rupsen werden hierbij na een verschillend aantal dagen (t/m de 20e dag) uit de planten gehaald en de kopkapsels gemeten; ook afgestoten kopkapsels werden opgezocht en gemeten (zie verder onder 4.2).

4.2. BEPALING VAN DE TOTALE ONTWIKKELINGSDUUR VAN PAS UITGEKOMEN RUPS TOT VLINDER

Bij de proeven om de totale ontwikkelingsduur te bepalen werden wortelende rijstplanten van verschillende ouderdom gebruikt. De planten, 1 pol per emmer van 6 liter, werden in een insectenvrije kas gekweekt. Ook tijdens de proefperiode werden ze in de kas verzorgd. Per pol (emmer) werden op de 50e tot 107e dag na inzaaien 5 of 10 pas uitgekomen rupsjes ingezet. Hiertoe werden de rupsjes in een open buisje in het hart van de pol geplaatst, van waaruit ze naar boven de plant inkruipen. Gedurende één etmaal vanaf het moment van inzetten werden de pollen afzonderlijk in grote plastic zakken gezet en deze werden dichtgebonden om migratie van de rupsen vanaf de planten te voorkomen. Gedurende dit etmaal was het òf bewolkt weer òf de planten stonden in lichte schaduw, zodat verhoogde mortaliteit ten gevolge van warmte niet waarschijnlijk was. Na een variërend aantal dagen (20/21 of 24/25) na inzetten van de rupsen werden alle stengels opengesneden, de rupsen en poppen geteld, de kopkapsels gemeten en de poppen gewogen en gesext. De poppen werden in buizen in het laboratorium uitgekweekt, zodat de totale ontwikkelingsduur van uitkomend ei tot vlinder vastgesteld kon worden. Het proefschema van deze proeven is opgenomen in Tabel 3.

Bij deze kasproeven is ook een experiment ondergebracht, dat was opgezet om een verschil in gevoeligheid van 18 rijstrassen voor D. saccharalis te testen. Hierbij werden 25 pas uitgekomen rupsjes ingezet in emmers van 13 liter. Elke emmer bevatte twee pollen van een der gebruikte rassen. Bij een serie werden de rupsjes 50 dagen na zaaien van de rijst ingezet bij de andere serie na 60 dagen. Op de 25e dag na inzetten van de rupsen werden alle stengels gesneden. Zo werden dezelfde gegevens verkregen als in voorgaande kasproeven. Voor een volledige beschrijving van deze "rassenproef" zij verwezen naar onderzoekproject nr. 71/29, in een ander deel van dit rapport.

Tijdens de uitvoering van al deze kasproeven werden verscheidene andere gegevens over de ontwikkeling van D. saccharalis verkregen, zoals percentage overleving verhouding rupsen/ poppen en popgewicht. Deze gegevens zullen in het volgende hoofdstuk eveneens besproken worden.

5. RESULTATEN

5.1. BEPALING VAN AANTAL EN DUUR VAN DE LARVALE STADIA

In de meeste proeven trad vanaf het vierde stadium grote sterfte onder de rupsen op. Bij vele rupsen volgde sterfte op een periode van sterk vertraagde groei en geringe activiteit; soms ook bleek de rups van de ene dag op de andere te zijn doodgegaan. Het lichaam van de rupsen viel dan spoedig uit elkaar en verslijmde geheel. Alleen in de proeven 2 en 7 werden poppen gevormd; in proef 7 door ongeveer 80% van de rupsen, meestal na het zesde larvale stadium in proef 2 door slechts enkele rupsen na het zesde of zevende stadium. De kweek op wortelende rijstplanten, een natuurlijk substraat van D. saccharalis, en later op stengelstukjes, bracht hierbij geen verbetering.

In Tabel 1 zijn de range en gemiddelde duur van de larvale stadia vermeld. In deze tabel zijn de gegevens van de proeven 5, 6 en 7 mogelijk niet geheel juist; bij de proeven 5 en 6 werden gedurende de eerste 10 dagen op rijstplanten geen waarnemingen gedaan, zodat het stadium op moment van overzetten niet exact bekend was; bij proef 7 werd pas op de 5e dag met waarnemen begonnen, en bovendien werden de vervellingshuiden niet steeds op de dag van vervelling in het medium gevonden. Vaak werd het kopkapsel later met de faeces uit de boorgang gedrukt. De verdeling over de stadia werd bij deze drie proeven geschat door vergelijking van de kopkapselbreedte met die in de andere proeven. Het laatste stadium waarin een rups zich bevond voor hij doodging of verpopte, is voor de verschillende proeven nog aangegeven in kolom 2 van Tabel 1. Ook is hierin de gemiddelde totale larvale ontwikkelingsduur tot en met het vijfde stadium opgenomen. De duur van de opeenvolgende stadia blijkt, vooral na het derde stadium, sterk uiteen te lopen. De rupsen die op rijstzaailingen gezet werden (nrs. 1, 2 en 3), bleken verreweg de langzaamste groei te vertonen.

Bij proef 8 zijn alleen momentopnamen uit de larvale ontwikkeling bekend, namelijk de kopkapselbreedte op de 4e, 8e, 12e, 16e en 20e dag na inzetten. Een nauwkeurige bepaling van de duur van de stadia is hieruit niet mogelijk. Wel kan op grond van de toename in de kopkapselbreedte over de vijf waarnemingsdagen de gemiddelde totale ontwikkelingsduur tot en met L_3 op 9 à 10 dagen geschat worden, en tot en met L_5 op 17 à 18 dagen.

Tabel 1. Duur van de larvale stadia van Diatraea saccharalis (F.) in dagen; Voor verklaring van proefnummers, zie proefschema. n = aantal waarnemingen $\bar{x}$ = gemiddelde stadiumduur

Proef no.	Max. aant. larv. stadia	Stadia														tot. larv. ontw.duur t/m L_5		L_6			L_7		
		L_1			L_2			L_3			L_4			L_5										
		n	$\bar{x}$	range	n	$\bar{x}$	range	n	$\bar{x}$	range	n	$\bar{x}$	range	n	$\bar{x}$	range	$\bar{x}$	n	n	$\bar{x}$	range	n	$\bar{x}$	rang
1	6	30	4,0	3-5	27	4,1	2-7	23	4,0	2-8	16	4,4	3-6	4	4,5	3-6	19,7	4						
2	8	36	4,7	4-6	36	3,6	3-6	32	3,5	3-5	31	4,8	3-7	28	5,6	3-8	22,4	25	11+	7,2	6-12	3+	7,1	6-9
3	7	25	3,7	3-5	21	3,8	2-8	17	4,1	3-5	13	4,7	3-6	8	6,0	4-10	21,4	7						
4	6	59	3,5	3-6	49	3,7	2-6	34	3,2	2-5	28	3,6	2-5	6	4,8	4-5	17,7	7						
5	6										4	2,7	1-4	3	6,0	5-7	16,2	6						
6	7										3	3,0	3	11	4,7	3-6	16,8	15	1	8				
7	7				51⊗	6,3	6-10	49	4,1	2-6	47	3,3	2-6	43	4,0	2-7	18,0	44△	40	6,8	4-10			
8								25⊠	9 à 10	△							17 à 18	24						

x = 4 poppen gevormd

\+ = 2 poppen gevormd

⊗ = L_1 en L_2 samengevoegd

⊠ = L_1, L_2 en L_3 samengevoegd

△ = geschatte duur

De range en het gemiddelde van de kopkapselbreedte van de opeenvolgende stadia zijn gegeven in Tabel 2. Evenals in Tabel 1 berust de verdeling over de stadia bij een aantal proeven (nrs. 5, 6 en 8) gedeeltelijk op een schatting, omdat op het moment van overzetten (5 en 6), respectievelijk waarnemen (8), het stadium niet exact bekend was. In Figuren 1 en 2 zijn de frequentieverdelingen van de kopkapselbreedte voor vijf proeven en van de gegevens van sawah III en IV weergegeven. De toename van de kopkapselbreedte over de opeenvolgende stadia blijkt van proef tot proef sterk te verschillen. Weer zijn het de rupsen die op rijstzaailingen gezet werden, die de geringste groei vertonen. Bij proeven die geheel op één substraat werden uitgevoerd (nrs. 4, 7 en 8) werden de kopkapsels per stadium duidelijk groter dan in de andere proeven. Figuur 1 laat nog duidelijk zien hoe bij een langzame groei van de kopkapsels (van stadium tot stadium) (bijv. proef 3) de breedte van de koppen per stadium sterk achterblijft bij die van sneller groeiende rupsen (bijv. proef 7).

5.2. BEPALING VAN DE TOTALE ONTWIKKELINGSDUUR VAN PAS UITGEKOMEN RUPS TOT VLINDER

In Tabel 3 zijn voor planten van 50, 60, 77, 80 en 107 dagen oud, bij sectie na 20/21 of 24/25 dagen, het totaal aantal rupsen en poppen (en vlinders) vermeld, en verder de gemiddelde kopkapselbreedtes, popgewichten en de totale ontwikkelingsduur. Ook zijn in Tabel 3 een aantal gegevens over poppen en uitgekweekte vlinders opgenomen van een ander experiment met planten van 80 dagen oud en een aantal van 10 ingezette L_1-rupsen (binnen kader van onderbroken lijn).

Bij de kweek van D. saccharalis op wortelende rijstplanten blijken diverse aspecten van de ontwikkeling afhankelijk van de ouderdom van de plant op het moment van inzetten van de L_1. Met name de secties na 24 en/of 25 dagen en de omlijnde gegevens (Tabellen 3 en 4) geven een inzicht in de invloed van deze factor. Vooral gelet op de percentages die uit grotere aantallen berekend zijn, kunnen bij toenemende leeftijd van de rijstpol op het moment van inzetten van de L_1 met voorbehoud de volgende effecten onderkend worden:

a) het percentage teruggevonden D. saccharalis wordt aanvankelijk groter (60-77 dagen, Tabel 3); en later kleiner (77-107 dagen, Tabel 3);
b) het percentage poppen onder de teruggevonden D. saccharalis wordt kleiner (50-60 dagen, Tabel 4; en 60-77-107 dagen, Tabel 3);
c) het gewicht van de poppen wordt groter (50-60 dagen, Tabel 4; 60-77/80-107 dagen, Tabel 3);
d) het percentage bij doorkweek van poppen uitkomende vlinders neemt wellicht iets af (50-60 dagen, Tabel 4; 60-77 dagen, Tabel 3);
e) de ontwikkelingsduur van L_1- rups tot vlinder wordt iets langer (50-60 dagen, Tabel 4; 60-77-107 dagen, Tabel 3).

Fig. 1. Frequentieverdeling van de kopkapselbreedtes over opeenvolgende larvale stadia van D. saccharalis; in 0,01 mm. Voor verklaring proefnummers zie proefschema.

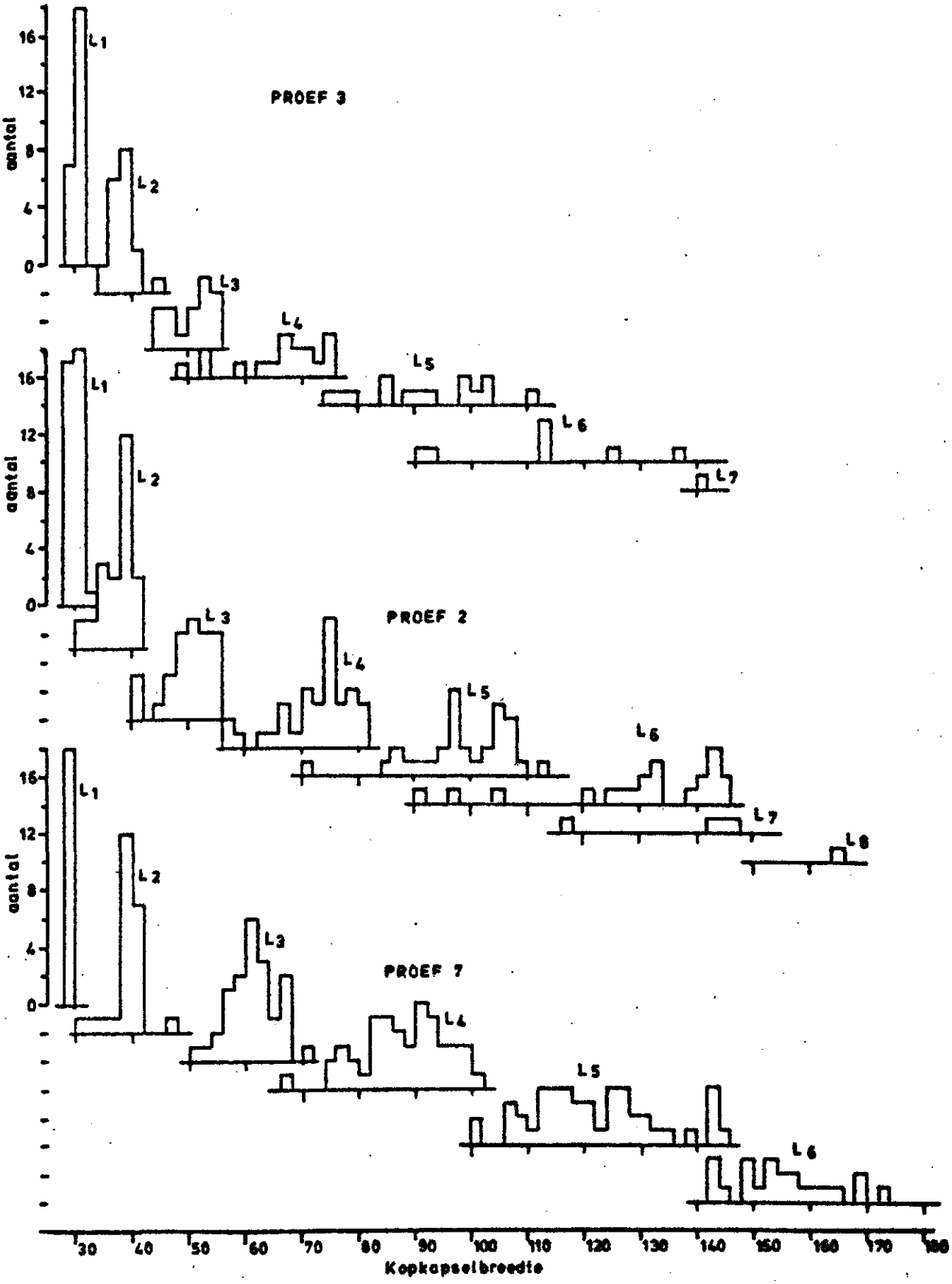
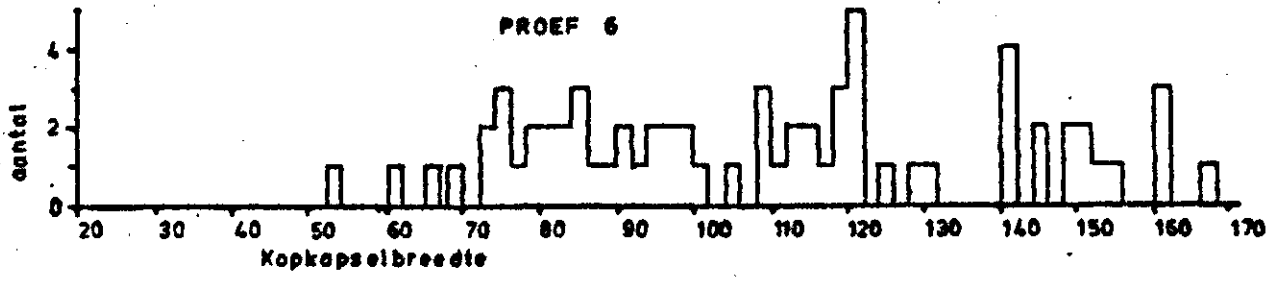
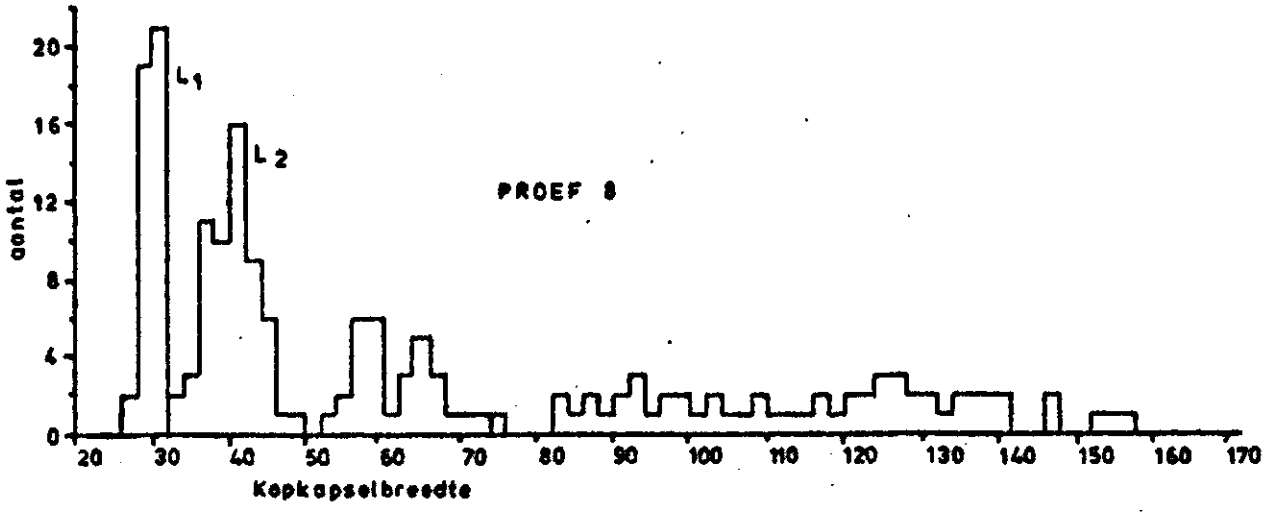
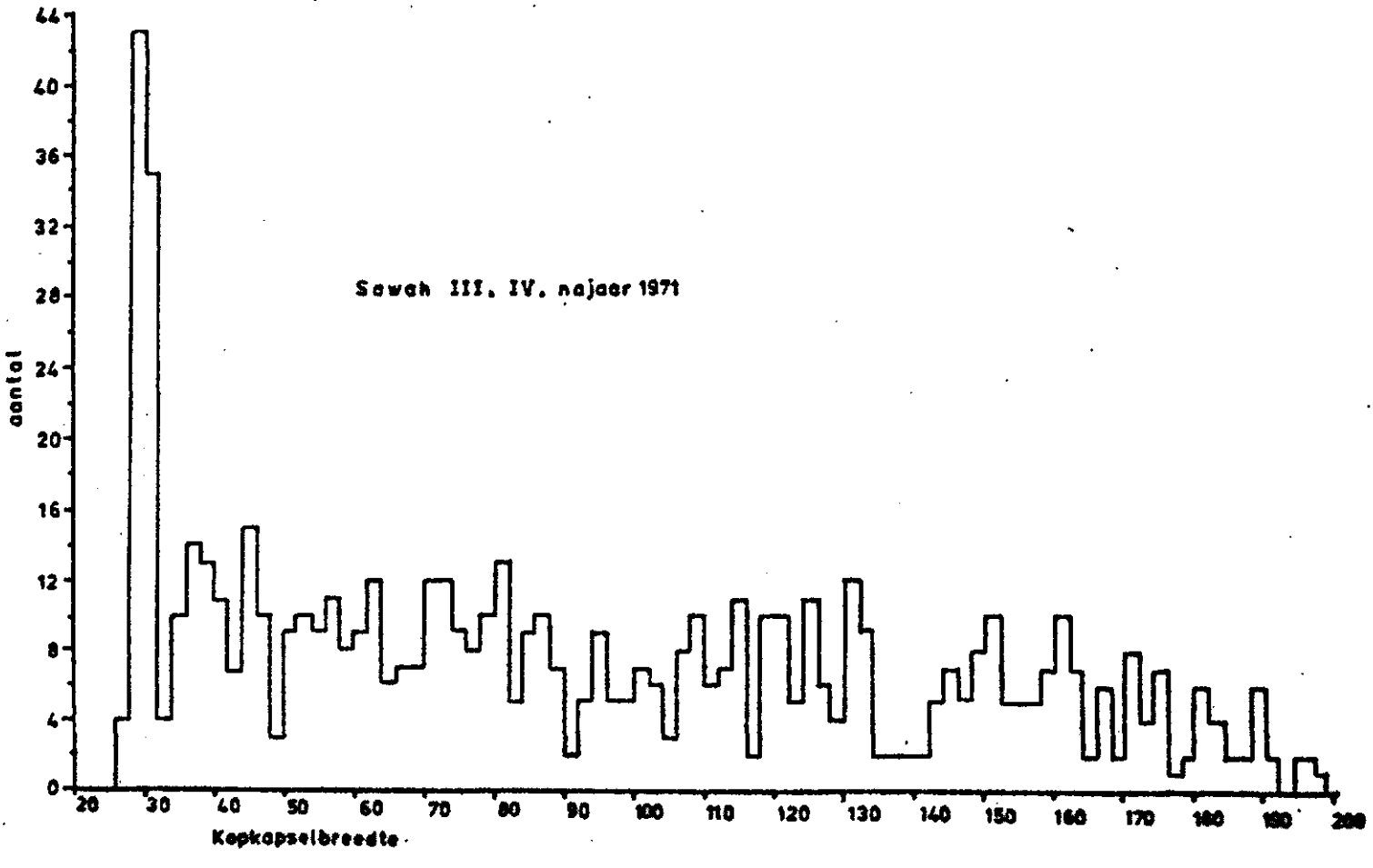


Fig. 2. Frequentieverdeling van de kopkapselbreedtes van D. saccharalis; in 0,01 mm. Bij proef 8 zijn de eerste larvale stadia onderscheidbaar. Voor verklaring proefnummers zie proefschema.







De toename van de totale ontwikkelingsduur komt niet zozeer tot uiting in de gemiddelde waarden die in de tabel gegeven zijn, als wel in het kleiner wordend percentage poppen dat op de 25e dag (waarnemingsdag) reeds gevormd is. Deze poppen leverden bij planten van verschillende ouderdom vlinders op na een gemiddelde totale ontwikkelingsduur van 27 tot 30 dagen. Eénmaal werden ook alle rupsen die op de 21e en 25e dag na inzet werden gevonden doorgekweekt (de proef op planten van 60 dagen). De totale ontwikkelingsduur bedroeg in dit geval voor ♂ vlinders 29,1 dagen en voor ♀ vlinders 30,3 dagen (respectievelijk 14 en 10 waarnemingen, hetgeen dus inderdaad iets langer is dan de duur die voor de op de 25e dag reeds gevormde poppen gevonden werd, (95% van de poppen waren reeds gevormd op de 25e dag).

De gemiddelde kopkapselbreedte van de rupsen die na 24 en/of 25 dagen werden aangetroffen, verschilt niet noemenswaard (Tabellen 3 en 4).

6. CONCLUSIES en DISCUSSIE

Overeenkomstig de bevindingen van HRDÝ et al. (1968) blijkt de lengte van de larvale stadia van D. saccharalis sterk afhankelijk van het substraat. Het totaal aantal stadia tot verpoppen kon slechts in twee proeven exact vastgesteld worden: op rijstzaailingen en rijststengelstukjes (proef 2) zes of zeven (of acht) stadia, bij een totale larvale ontwikkelingsduur van 31 tot 39 dagen; op kunstmatig medium (proef 7) zes (in een enkel geval zeven) stadia, in 23 tot 29 dagen. In de overige proeven bereikten de rupsen het zesde en zevende stadium, bij een totale onvoltooide ontwikkelingsduur variërend van 18 tot 39 dagen. Het verschil in larvale ontwikkelingsduur (vgl. de totale duur van L_1 tot en met L_5) tussen de verschillende proeven lijkt geleidelijk aan groter te worden. Er is niet een bepaald stadium aan te wijzen, waarin of waarna de groeisnelheid uiteen begint te lopen. Bij alle proeven en alle stadia varieert zowel de range als het gemiddelde van de ontwikkelingsduur vrij sterk.

Een concrete, voor het veld hanteerbare schatting van de stadiumduur van D. saccharalis larven, kan het best gebaseerd worden op twee proeven waarin de ontwikkeling voorspoedig verliep, namelijk proef 7 en 8. Als totale larvale ontwikkelingsduur kan dan gelden een periode van 22-24 dagen, waarvan 10-11 dagen voor de eerste drie stadia en 12-13 dagen voor de latere stadia, (vgl. Tabel 5).

De range van de kopkapselbreedte blijkt bij alle proeven in de opeenvolgende stadia steeds groter te worden. Over het algemeen zijn de eerste drie stadia met behulp van de breedte van het kopkapsel met vrij grote zekerheid vast te stellen, hoewel wel sprake is van enige overlapping. Bij de latere stadia is de spreiding per stadium in alle proeven echter zo groot, dat op grond van de kopkapselbreedte het stadium alleen met een bepaalde waarschijnlijkheid aangegeven kan worden (vgl. Figuur 1 en 2). HRDÝ et al. (1968) vonden in een vrijwel identieke laboratoriumproef (op maisstengelstukjes en maisblad) in tegenstelling tot onze resultaten géén overlapping in de range van de kopkapselbreedtes bij de eerste zeven van de acht stadia.

Het is opvallend, dat bij twee van de drie proeven die geheel op één substraat werden uitgevoerd (namelijk 7 en 8) de groei van de kopkapsels vergeleken met die van andere proeven in hoge mate gelijk op gaat.

Voor een in de praktijk bruikbare verdeling van de kopkapselbreedte van de verschillende stadia, kunnen de gegevens van deze twee proeven worden gebruikt. In Tabel 5 zijn de min of meer geïdealiseerde verdelingen van kopkapselbreedte en stadiumduur, die gebruikt kunnen worden voor populatie-dynamisch veldonderzoek weergegeven. De gegevens over de duur van ei- en popstadium zijn daarbij ontleend aan eerder onderzoek.

De resultaten van de reeks experimenten ter bepaling van de totale ontwikkelingsduur van D. saccharalis op rijstpollen geven aanwijzingen voor verscheidene effecten van de ouderdom van de pollen. Eén effect van de ouderdom van de plant dat ook door KATIYAR (1960) geconstateerd werd (op mais) is het afnemende percentage overleving bij toenemende ouderdom. Om een duidelijke conclusie te kunnen trekken is het aantal waarnemingen per experiment echter vaak te klein. Bovendien ontbreken vooralsnog nauwkeurige gegevens over fenologie en bijzondere eigenschappen van rijstpollen van verschillende ouderdom. Voor een juist begrip van de ontwikkeling van een rupsenpopulatie op een rijstpol is het nodig kennis te hebben over de factoren in de plant die o.m. de ontwikkelingskansen van jonge rupsen en de groeisnelheid bepalen.

Ogenschijnlijk lijkt de gemiddelde totale ontwikkelingsduur van L_1 rups tot vlinder (Tabel 3) niet te veranderen bij toenemende ouderdom van de pollen: ♂♂ 28,7-29,6 dagen en ♀♀ 27,2-29,6 dagen. Men dient echter te bedenken, dat naarmate de pollen ouder zijn de ontwikkelingsduur uit een steeds kleiner percentage (telkens op de 25e dag aanwezige) poppen is bepaald. Wanneer alle rupsen die op de dag van waarneming gevonden werden ook uitgekweekt zouden zijn, zou de totale gemiddelde ontwikkelingsduur groter zijn geworden naarmate de pollen ouder zijn. Een experiment, waarbij deze doorkweek inderdaad op kleine schaal is uitgevoerd, bevestigt dit. Uit eerdere proeven was gebleken, dat de duur van het popstadium bij variërende kweekmethoden zeer constant is; nl. 8 dagen.

Tabel 2. De kopkapselbreedte van de larvale stadia van Diatraea saccharalis (F.), in 0,01 mm; voor verklaring proefnummers, zie proefschema; n = aantal waarnemingen; $\bar{x}$ = gemiddelde kopkapselbreedte

Proef no.	Stadia																				
	L_1			L_2			L_3			L_4			L_5			L_6			L_7		
	n	$\bar{x}$	range	n	$\bar{x}$	range	n	$\bar{x}$	range	n	$\bar{x}$	range	n	$\bar{x}$	range	n	$\bar{x}$	range	n	$\bar{x}$	range
1	28	29,1	28-31	29	37,7	33-40	27	50,6	35-64	25	68,0	52- 98	14	91,1	70-107	4	119,0	112-124			
2[x]	36	29,5	28-32	35	37,0	30-40	32	49,6	40-55	35	61,4	56- 81	33	93,1	70-112	26	127,9	90-144	4	137,0	116-146
3	25	29,7	28-31	24	37,6	35-45	21	50,4	44-55	17	63,0	48- 77	14	91,6	75-110	7	111,6	90-136	1	140	
4	59	28,7	28-30	54	39,7	33-45	52	58,2	36-71	36	92,9	50-112	26	138,3	99-164	6	152,7	136-162			
5							6	57,5	53-61	23	83,1	68- 99	6	107,8	102-130						
6							3	61,7	52-68	21	84,4	72- 99	15	133,2	90-130	1	140				
7	18	28,3	28-29	26	38,6	30-47	42	60,8	50-71	48	87,4	67-101	48	121,6	101-146	22	154,2	142-172			
8	42	29,2	27-31	59	39,6	33-49	30	60,9	52-73	26	95,7	75-114	29	121,7	110-154	3	151,3	146-156			

x = 1 L_8 van 164/100 mm niet in tabel opgenomen

Tabel 3. Bemonsteringsresultaten na 20/21 en 24/25 dagen van Diatraea saccharalis (F.) uit rijstplanten van verschillende ouderdom; tussen haken de aantallen

	Ouderdom van de rijstplanten bij het inzetten v.d. rupsen (aantal dagen na inzaaien)									
	50 dagen		60		77		80		107	
		%		%		%		%		%
Aantal dagen na inzetten van L_1	20		21		21		20		21	
Aantal L_1 per plant	5		5		10		10		10	
Aantal planten	2		7		5		1		5	
Aantal L_1 totaal ingezet	10		35		50		10		50	
Teruggevonden D.s. totaal	6	60	14	40	35	70	9	90	31	62
waarvan: larven	6	100	6	43	30	86	5	56	28	90
poppen	0	0	8	57	5	14	4	44	3	10
♂-poppen			7	86			1	25		
♀-poppen			1	14			3	75		
Aantal dagen na inzetten van L_1			25		25		24/25		25	
Aantal L_1 per plant			5		10		10		10	
Aantal planten			13		44				20	
Aantal L_1 totaal ingezet			65		440				200	
Teruggevonden D.s. totaal			22	34	238	54			80	40
waarvan: larven			1	5	29	12			27	34
gem. kopkapselbreedte (in 0,01 mm) van levende larven;					153,5 (29)				155,7 (24)	
poppen			21	95	209	88			53	66
♂-poppen			13	62	99	47	16		21	40
♀-poppen			8	38	110	53	19		29	55
gewicht ♂ poppen			46,3 mg		58,5 mg		56,3 mg		65,1 mg	
" ♀ "			58,9 mg		79,7 mg		75,0 mg		88,5 mg	
Aantal uitgekomen vlinders			14	67	131	63				
Ontwikkelingsduur (in dgn)										
♂ vlinders			29,0 (8)		28,7 (73)		29,6 (9)		28,6 (18)	
♀ vlinders			29,5 (6)		28,7 (58)		27,2 (13)		29,6 (11)	

Tabel 4. Bemonsteringsresultaten van Diatraea saccharalis (F.) na 25 dagen uit twee series rijstpollen (over 18 rassen gesommeerd); tussen haken de aantallen

	Ouderdom rijstplanten op moment van inzetten van L_1 (aantal dagen na inzaaien)			
	50 dagen		60 dagen	
Aantal L_1 per pol	12,5	%	12,5	%
Aantal pollen	36 (18x2)		36 (18x2)	
Aantal L_1 totaal ingezet	450		450	
Teruggevonden D.s. totaal	204	45	211	47
waarvan:				
larven - levend	64	94	94	93
gem. kopkapselbreedte van levende larven; in 0,01 mm	153,7 (62)		148,7 (97)	
larven - dood	4	6	7	7
larven - totaal	68	33	101	48
♂ - poppen	89	65	63	58
♀ - poppen	38	28	43	40
poppen totaal	136	67	108	52
gewicht ♂-poppen	46,9 mg		52,5 mg	
" ♀-poppen	74,2 mg		79,5 mg	
Ontwikkelingsduur				
♂ vlinders	28,2 (55)		29,8 (36)	
♀ vlinders	29,2 (23)		30,2 (22)	
Aantal uitgekomen vlinders	78	57	58	53

Tabel 5. Verdeling van stadiumduur en kopkapselbreedte, op grond van laboratorium en kas experimenten samengesteld voor het populatie dynamisch veld-onderzoek

Stadium	Stadiumduur in dagen	Kopkapsel-breedte van rupsen in 0,01 mm
ei	6	-
L_1	3,3	27- 30
L_2	3,3	31- 50
L_3	3,3	51- 70
L_4	3,3	71-110
L_5	4,5	111-150
L_6	6	$>$150
Pop	8	-
Totaal	$\pm$ 38	

7. LITERATUUR

ANONYMUS, 1972. CELOS Kwartaalverslagen 21: 20.

GOOSSENS, P.A., 1969. Het kweken van Diatraea saccharalis (F.) op een kunstmatig medium. CELOS Rapporten 24.

HOLLOWAY, T.E. et al., 1928. The Sugar-cane Moth Borers in The United States. U.S. Dept. Agr. Techn. Bull. 41: 1-75.

HRDÝ, I. et al., 1968. The Sugar-cane Borers, Diatraea saccharalis (Lep., Pyralidae), in Cuba. 1. Bionomics and Ecology. Acta ent. bohemoslov, 65: 436-457.

JONGELEEN, F.J.J., 1971. Gegevens over de biologie van de boorder Diatraea saccharalis (F.) in rijst. CELOS Rapporten 25.

KATIYAR, K.P., 1960. Diapauses in the sugarcane borer, Diatraea saccharalis (F.). Univ. Microfilms. Ann. Arbor. Michican.

NISHIDA, T. & TORIÏ, T., 1970. A Handbook of Fields Methods for Research on Rice Stem-Borers and their Natural Economics. IBP Handbook no. 14. Blackwell Sc. Publ., Oxford and Edinburgh.

Landbouwhogeschool-Wageningen
CENTRUM VOOR LANDBOUWKUNDIG ONDERZOEK IN SURINAME

VERSCHIL IN GEVOELIGHEID VAN RIJSTRASSEN VOOR BOORDERS
(onderzoekproject 71/29)

A.J. Jansen

Verslag van een onderzoek verricht onder
supervisie van Ir. P.J. Hummelen

juli 1972

I N H O U D

1. Samenvatting 5
2. Voorwoord 5
3. Inleiding 5
4. Methodiek 6
   4.1. Veldproef 6
   4.2. Kasproef 9
5. Resultaten 9
   5.1. Veldproef 9
   5.2. Kasproef 17
6. Conclusies, discussie 19
7. Literatuur 20

1. SAMENVATTING

Sinds 1969 wordt bij het onderzoek "Biologische bestrijding van rijstboorders" gebruik gemaakt van het rijstras Holland. Om een aanwijzing te verkrijgen over de relatieve gevoeligheid van dit ras voor de boorders Diatraea saccharalis (F.) en Rupela albinella (Cr.), zijn twee experimenten met 18 rassen uitgevoerd; één op een sawah, met natuurlijke infectie door beide boorders; en één met rijstpollen in een insecten-vrije kas, met kunstmatige infectie door pas-uitgekomen rupsen van D. saccharalis. De beide experimenten werden op kleine schaal opgezet.

Het ras Holland bleek op de sawah, bij een onvolledige bemonstering van de D. saccharalis-populatie, verreweg het sterkst aangetast; en bij volledige bemonstering van de R. albinella-populatie, tot een grote middengroep van 12 rassen te behoren. In de kas behoorde Holland ten aanzien van gevoeligheid van D. saccharalis eveneens tot een grote middengroep van rassen.

2. VOORWOORD

Dit rapport bevat de voorlopige resultaten van een aantal onderzoekprojecten van de afdeling entomologie van het Centrum voor Landbouwkundig Onderzoek in Suriname (CELOS). Dankzij de welwillende medewerking van Prof. Dr. J. de Wilde heb ik het laatste deel van mijn doctoraalstudie biologie (aan de Rijksuniversiteit te Leiden), een entomologisch onderzoek in Wageningen, kunnen afsluiten met een verblijf van 5 maanden op het CELOS. De proefopzet van de hier te bespreken rasgevoeligheidsexperimenten was reeds verzorgd door Ir. P.J. Hummelen, de supervisor van mijn werk op het CELOS; de uitwerking van de gegevens werd door mijzelf verricht.

3. INLEIDING

Tijdens de periodieke bemonstering van vier sawah's waarvan er elke maand één opnieuw wordt ingeplant, bleken van tijd tot tijd zeer kleine aantallen boorderrupsen aanwezig te zijn. Om te onderzoeken of het sinds eind 1969 gebruikte ras Holland wellicht relatief ongevoelig is voor de beide bij het onderzoek betrokken boordersoorten, Diatraea saccharalis (F.) en Rupela albinella (Cr.), zijn twee proeven met 18 verschillende rassen uitgevoerd. Als criterium van de relatieve gevoeligheid/ongevoeligheid is gebruikt: het totale aantal individuen (rupsen + poppen) van D. saccharalis en R. albinella in een bepaald aantal monsterplanten.

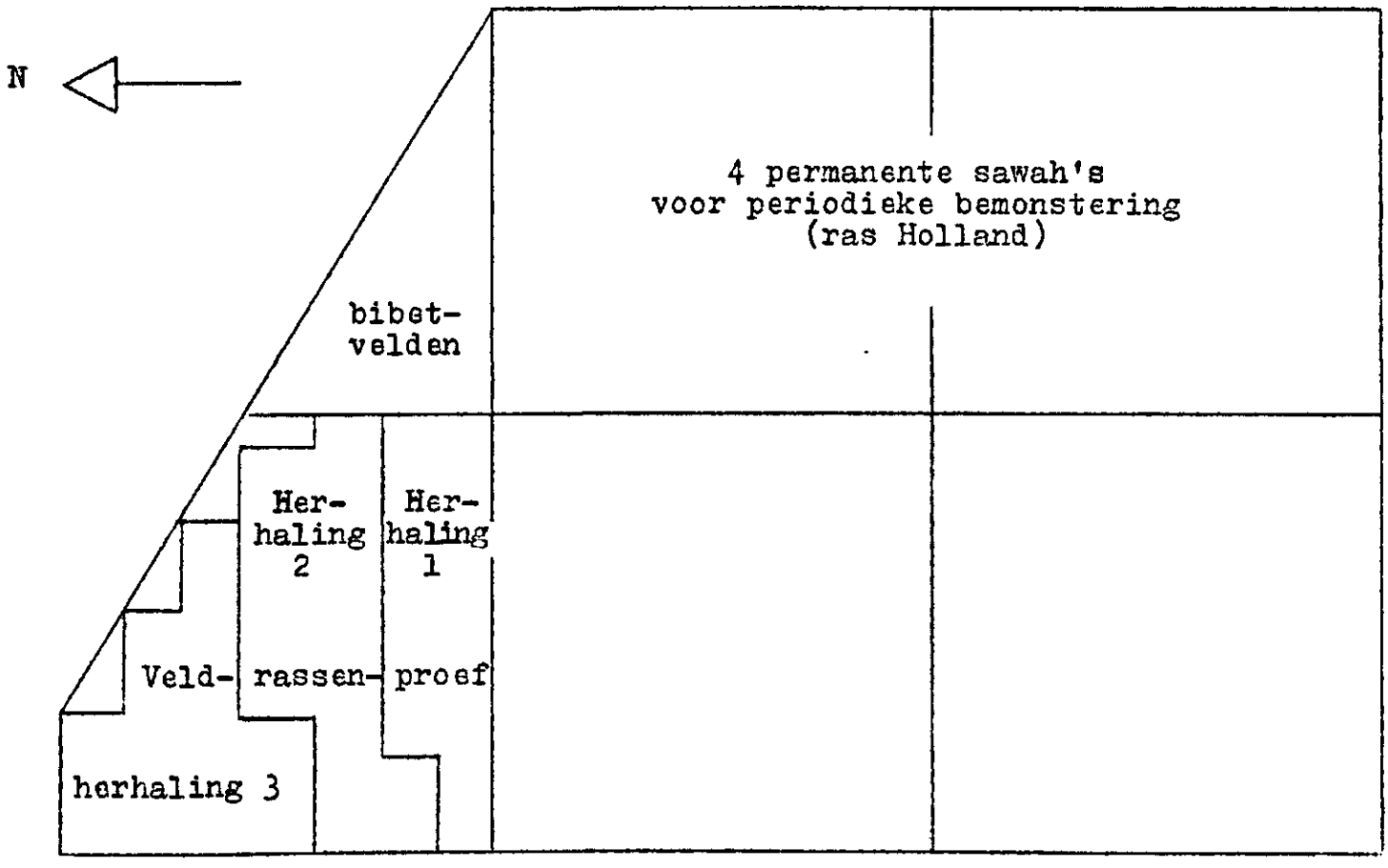
Op het IRRI zijn op sawah's resistentie-proeven tegen boorders gedaan met meer dan 4000 variëteiten (ANONYMUS, 1964; 1965). Hierbij werd als maatstaf voor resistentie het percentage "dead hearts", "white heads", en aangetaste planten gehanteerd. In kasproeven met een beperkt aantal resistente en gevoelige vaiëteiten werd bovendien de grootte van de rupsen-populatie als maatstaf gebruikt. In de proefperiode werden vier boordersoorten waargenomen; Chilo suppressalis (Walker) was hiervan verreweg de talrijkste. Resistentie uitte zich ten aanzien van de boorders in: a) grote mortaliteit op ongeveer de 20e dag van de ontwikkeling van de rupsen; b) een lange ontwikkelingsduur van de rupsen; c) een laag gewicht van de rupsen; d) een gering aantal uitkomende vlinders. Karakteristiek voor resistente planten was onder meer: a) kleine planten, korte stengels, korte bladeren; b) dichte beharing van het bladoppervlak; c) een dicht skelet van harde weefsels en stoffen in de stengelwand. De dikte van de stengelwand vertoonde geen verband met de graad van aantasting.

4. METHODIEK

4.1. VELDPROEF

In totaal werden 18 rassen na 3 dagen voorkiemen, waarvan 36 uur in water, uitgezaaid dd. (16-12-1971) in potten. Per pot werden ongeveer 10 zaden uitgelegd. Gedurende drie weken werden de plantjes in een insectenvrije kas opgekweekt. Hierna werden de planten per ras in veldjes van 2,1 m bij 1,8 m in een sawah overgeplant (dd. 5-1-1972); per veldje 42 planten in 6 bij 7 rijen, in een plantverband van 30 bij 30 cm; tussen de veldjes werd een breedte van één rij opengelaten.

De serie van 18 veldjes werd in drie herhalingen aangelegd; de herhalingen lagen naast elkaar evenwijdig aan de andere sawah's. Te verwachten was namelijk, dat de boorderinfectie voornamelijk vanuit laatstgenoemde sawah's zou optreden. Door elk ras te verdelen in drie veldjes op verschillende afstand van de infectiebron, kon een eventueel verschil in de infectie-kans vermeden worden. De ligging van de drie herhalingen ten opzichte van de permanente sawah's is aangegeven in figuur 1. De rassen werden per herhaling at random over de veldjes verdeeld.



Figuur 1: Schets van de ligging van de veld-rassen-proef-sawah ten opzichte van de andere sawah's.

Omdat op grond van gegevens uit de andere sawah's een zeer geringe aantasting door D. saccharalis te verwachten was, werd er niet speciaal op D. saccharalis bemonsterd. De bemonstering werd pas begonnen tegen de tijd dat stengelholten konden verschijnen. De in de andere sawah's veel talrijker aanwezige R. albinella kan zich alleen in pollen met stengelholten ontwikkelen. Aanvankelijk omvatte de wekelijkse bemonstering per ras per herhaling één pol. Vanaf de week waarin de eerste planten van een bepaald veldje begonnen te bloeien, werden 2 of 3 pollen per veldje gesneden. In totaal werden uit elk veldje ± 15 pollen gehaald, in een door middel van een random-tabel bepaalde volgorde. Het verloop van de bemonstering, per ras, is weergegeven in tabel 1. Indien in een bepaalde week meer dan 60 pollen gesneden moesten worden, werd de bemonstering over 2 of 3 dagen verdeeld. In de tabellen is alleen de eerste monsterdag vermeld. Van elke monsterpol werd wekelijks van drie stengels de lengte tot het bovenste blad gemeten. Alle stengels werden vervolgens gesneden en nagezocht op rupsen, poppen en parasieten van D. saccharalis en R. albinella. Van alle rupsen werd de kopkapselbreedte gemeten;

De rupsen werden gesecteerd en de parasieten-larven die hierbij tevoorschijn kwamen, werden geprepareerd. De poppen van de boorders werden gewogen en uitgekweekt. Ook parasietenpoppen werden uitgekweekt.

Tabel 1. Overzicht van de bemonstering van de rassen in de sawah; het aantal rijstpollen dat per week gesneden werd; drie herhalingen bij elkaar genomen. De rassen in volgorde van het begin van de bloei

Namen van de rassen	Monsterdag na inzaaien										Aantal dagen van zaaien tot volle bloei
	62	69	76	82	90	96	103	111	117	124	
Blue Bell	3	3	12	9	9	9	3	-	-	-	± 80
SKK	3	3	3	9	9	9	9	3	-	-	± 85
Paquita	3	3	3	9	9	9	9	2	-	-	± 95
Tai chung	3	3	3	3	9	9	9	3	-	-	± 95
Acorni	3	3	3	3	9	9	9	5	-	-	± 95
Awini	3	3	3	3	9	9	9	6	1	-	± 95
IR 8	3	3	3	3	5	9	9	8	-	-	± 95
Washabo	3	3	3	3	3	9	9	8	4	1	± 100
Dima	3	3	3	3	3	7	9	8	5	-	± 100
Apura	3	3	3	3	3	9	9	7	4	-	± 100
Temerin	3	3	3	3	3	7	9	8	4	-	± 100
Kapuri	3	3	3	3	3	7	9	8	4	-	± 100
Rexoro	3	3	3	3	3	7	9	7	6	-	± 105
Tapuripa	3	3	3	3	3	3	7	9	8	2	± 105
Alupi	3	3	3	3	3	3	9	9	8	-	± 105
Galibi	3	3	3	3	3	3	7	9	8	2	± 105
Magali	3	3	3	3	3	3	3	8	9	4	± 115
Holland	3	3	3	3	3	3	3	8	9	5	± 115

4.2. KASPROEF

Dezelfde 18 rassen die in de veldproef gebruikt waren, werden in de kas op verschil in gevoeligheid voor D. saccharalis onderzocht. Na 3 dagen voorkiemen werden de zaden uitgelegd in potten (6,5 cm Ø) en na 3 weken overgeplant in 13 1-potten (per pot 2 pollen), in twee herhalingen.

Bij één herhaling werd 50 dagen na zaaien in alle potten een buisje met 25 pas uitgekomen rupsjes van D. saccharalis tussen de stengels aangebracht; bij de tweede herhaling na 60 dagen. De eerste dag na inzetten van de rupsen werden de planten in plastic zakken gebonden. Alle rijstpollen werden 25 dagen na inzetten van de rupsen gesneden; evenals bij de veldproef werd de lengte van drie stengels gemeten en werden de rupsen en poppen opgezocht. Van de rupsen werden de kopkapselbreedte en het gewicht bepaald; de poppen werden gewogen, gesext en uitgekweekt.

5. RESULTATEN

5.1. VELDPROEF

De aantallen gevonden rupsen, poppen en parasieten waren klein, en er werden geen duidelijke verschillen tussen de drie herhalingen gevonden. Bij de verwerking van de gegevens is daarom aangenomen, dat eventuele kleine verschillen in aantasting tussen de drie herhalingen voor alle rassen hetzelfde waren.

De aantallen gevonden rupsen, poppen en parasieten zijn zowel bij D. saccharalis als bij R. albinella te klein om een populatie-opbouw per ras te kunnen beschrijven. Daarom is alleen de populatie van alle 18 rassen tezamen bepaald (tabel 2; figuur 2 en 3). Figuur 2 laat duidelijk zien, dat te laat met bemonstering is begonnen, om een volledig beeld van de populatie-opbouw van D. saccharalis te krijgen. Omdat het totaal aantal monsters van week tot week verschilde, zijn alle gevonden aantallen omgerekend op 100 monsters. Het aantal dood aangetroffen rupsen en poppen was zeer klein en is derhalve niet afzonderlijk vermeld. In tabel 3 zijn van R. albinella de verdeling van de rupsen over de stadia en de aantallen poppen en parasieten-poppen weergegeven. Als stadiumindeling van de rupsen is aangehouden: L_1 0,19-0,20 mm; L_2 0,30-0,45 mm; L_3 0,46-0,80 mm; L_4 en ouder 0,81-1,3 mm (CELOS Kwartaalverslag no. 21, 1972). Bij kopkapsels groter dan 0,80 mm zijn de verschillende stadia niet van elkaar te onderscheiden.

Geen pag. 10-11 ?

Tabel 2. Bemonsteringsresultaten van de rassenproef in het veld (16-2-1972 tot 18-4-1972); aantallen omgerekend op 100 monsterpollen 3 herhalingen en 18 rassen samengevoegd

Aantal dagen na zaaien	Aantal monster-planten	Diatraea saccharalis					Rupela albinella				
		totaal aantal rupsen	aantal poppen	aantal rupsen met par.-larven	aantal par.-poppen	Tot.	totaal aantal rupsen	aantal poppen	aantal rupsen met par.-larven	aantal par.-poppen	Tot.
62	54	55	4	6	2	61	13	0	0	0	13
69	54	31	6	9	4	41	22	0	0	0	22
76	63	29	2	8	3	34	88	0	3	0	88
82	72	17	6	1	7	30	190	1	24	1	192
90	92	13	0	3	3	16	174	5	15	11	190
96	124	6	1	0	0	7	115	22	10	14	151
103	142	9	1	0	1	11	119	24	8	30	173
111	111	4	1	0	1	6	107	26	7	40	173
117	70	7	1	1	1	9	65	14	3	46	125
124	14*	14	0	0	0	14	21	28	0	57	106

*) De omrekening tot 100 monsterplanten geeft wellicht een verkeerd beeld bij dit kleine aantal.

Tabel 3. Aantallen rupsen van verschillende stadia, poppen en parasieten-poppen van Rupela albinella (Cr.) in opeenvolgende monsterweken; aantallen omgerekend op 100 monsterpollen; 3 herhalingen en 18 rassen samengevoegd. Kopkapselbreedte in honderdsten van millimeters

Aantal dagen na zaaien	Aantal monsters	Rupela albinella				Aantal poppen	Aantal parasieten-poppen
		Aantal rupsen per stadium					
		L_1 (19-20)	L_2 (35-45)	L_3 (60-79)	L_4 e.v. (80 en meer)		
62	54	6	0	0	0	0	0
69	54	6	9	4	0	0	0
76	63	5	22	13	11	0	0
82	72	22	28	68	72	1	1
90	92	3	13	31	124	5	11
96	124	0	5	32	77	22	14
103	142	2	1	20	94	24	30
111	111	0	0	16	91	26	40
117	70	0	1	9	53	14	46
124	14	0	0	0	21	28	57

In het verloop van de aantallen L_1, L_2, L_3 en L_4 e.v., boorder-poppen en parasieten-poppen is een verschuiving in de loop van de tijd te zien. Deze verschuiving vindt voor drie groepen van rassen - drie snelle groeiers (Blue Bell, SKK en Paquita), twee langzame groeiers (Holland en Magali) en een middengroep van de overige 13 rassen - niet op verschillende momenten plaats; het grootste aantal, per 100 monsterpollen, van een bepaald stadium werd bij elke groep in ongeveer dezelfde monsterweek gevonden. Wel is er een tendens zichtbaar, dat de verschillende stadia langer aanwezig zijn naarmate het ras langzamer groeit; en bovendien, dat de breedte van de kopkapsels gemiddeld groter is bij langzame groeiers.

De totale aantasting (rupsen + poppen + parasieten van de boorders) van de 18 rassen door D. saccharalis is, als gezegd, zo gering, dat het niet zinvol is vergelijkingen van rassen of groepen van rassen te maken (tabel 4).

Tabel 4. Totale aantasting van de 18 rassen door Diatraea saccharalis (F.); totale aantasting door Rupela albinella (Cr.) in de eerste 3, respectievelijk 9, resp. ± 15 monsters (resp. 9, 27 en ± 45 rijstpollen); enige kenmerken van de rijstplanten

Ras	Totale aantasting door D.s.	Totale aantasting door R.a. aantal monsters			Monsterweek waarin bloei begint	Gemiddelde stengellengte bij begin van bloei, in cm	Monsterweek waarin duidelijk stengelholten verschijnen
		3_x	9_x	$\pm 15_x$			
Blue Bell	9	15	89	158	3	58	2/3
SKK	18	2	28	38	4	74	3
Paquita	23	4	62	128	4	80	3
Tai chung	12	12	56	99	5	58	3
Acorni	0	2	31	60	5	73	3/4
Awini	3	6	23	42	5	57	5
Washabo	4	0	23	48	6	72	5/6
Dima	2	0	15	38	6	55	5/6
IR 8	12	1	12	25	6	58	2/3
Apura	6	0	34	46	6	71	5
Temerin	4	0	35	54	6	74	6 of later
Kapuri	4	3	32	61	6	72	"
Rexoro	6	0	37	108	6	70	"
Tapuripa	4	0	20	46	7	63	"
Alupi	5	1	17	52	7	72	"
Galibi	9	2	30	56	7	78	"
Magali	1	1	7	11	8	74	"
Holland	29	3	26	57	8	86	"

x Een bepaald aantal monsters werd bij de verschillende rassen op verschillende tijdstippen bereikt (zie het bemonsteringsschema in tabel 1).

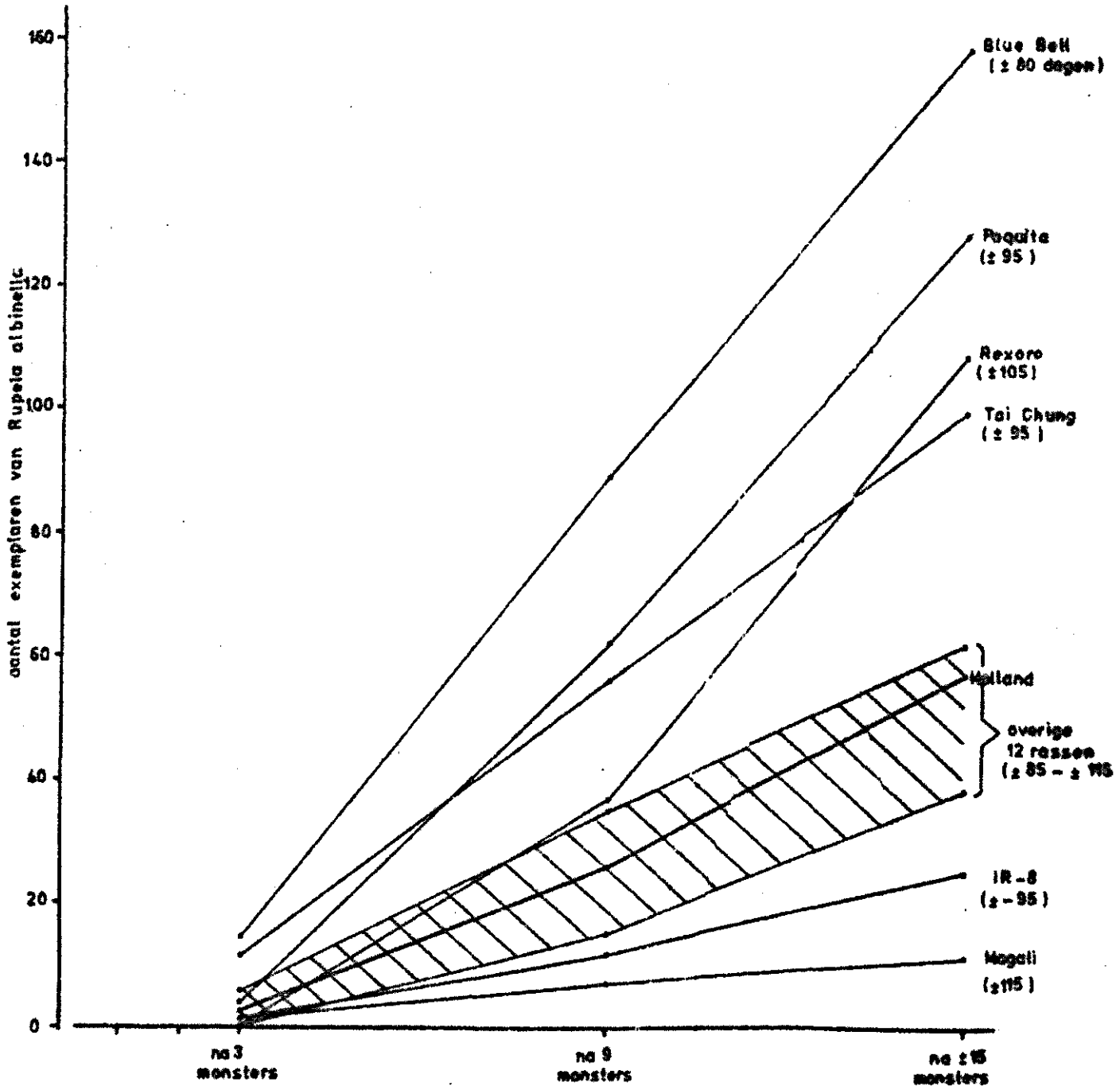
Wel kan opgemerkt worden dat de rassen Holland, Paquita en SKK duidelijk meer D. saccharalis bevatten dan de overige rassen.

De totale aantasting door R. albinella per ras, na 3, 9 en ± 15 monsters, is eveneens in tabel 4 weergegeven. In figuur 4 zijn de aantallen boorders van de vier meest-aangetaste en de twee minst-aangetaste rassen grafisch uitgezet. De overige 12 rassen (o.m. Holland) liggen binnen de gearceerde range hier tussen in. De totale aantastingscijfers van R. albinella zijn echter niet geheel vergelijkbaar, omdat de infectiekans vanuit de aangrenzende sawah's van de vroeg en laat bloeiende rassen niet even groot bleek te zijn. In tabel 5 is een schatting gegeven van de verandering van de grootte van de vlinderpopulatie in de loop van de monsterweken. Gegeven zijn de aantallen vlinders die in de opeenvolgende weken uitkwamen in de kweek van rupsen en poppen die in de aangrenzende sawah's gevonden waren. Daarbij zijn alleen de vlinderuitkomsten van R. albinella van die weken opgenomen, waarbij de nakomelingen van de vlinders stengelholten konden vinden.

Tabel 5. Het aantal vlinders van Rupela albinella (Cr.), uitgekomen in de rupsen- en poppenkweek van de periodieke bemonstering van de sawah's naast de rassenproef. Alleen die weken zijn genoemd, waarbij de nakomelingen van de uitkomende vlinders stengelholten konden vinden

Aantal dagen na inzaaien van de rassenproef	Aantal uitgekomen vlinders
42-48	53
49-55	59
56-62	69
63-69	58
70-76	20
77-83	19
84-90	13
91-97	12
98-104	8
105-111	15

Fig. 4. De gesommeerde, totale aantasting van Rupella albinella (Cr) in de verschillende rassen, na 3, 9 en ± 15 monsters.
(Deze aantallen monsters werden bij de verschillende rassen niet op het zelfde tijdstip bereikt; bij de rassen is het aantal dagen tot het begin van de bloei vermeld)



Het aantal uitkomende vlinders blijkt in de loop van de tijd sterk afgenomen te zijn en hiermee dus de infectiekans bij de rassenproef. De hoge aantasting van het snelst groeiende ras Blue Bell is voor een deel het gevolg van het relatief grote vlinderaantal. Zo lijkt enig verband te bestaan tussen de mate van aantasting door R. albinella en de week waarin de eerste bloeiende planten werden aangetroffen (zie tabel 4). Er is geen verband zichtbaar tussen aantasting en stengellengte bij het begin van de bloei (tabel 4); aantasting en het moment van optreden van duidelijke stengelholten (tabel 4); aantasting en de hardheid van de stengel. Over de laatstgenoemde factor zijn slechts summiere qualitatieve waarnemingen gedaan.

Als parasieten van D. saccharalis werd vrijwel alleen Agathis stigmaterus (Cress.) uitgekweekt; een enkele maal werden Tachiniden-larven in de rupsen gevonden; determinatie aan de hand van de monddelen (THOMPSON, 1960) wees uit, dat het waarschijnlijk Stomatodexia diadema (Wied.) betrof, een soort die niet eerder op het CELOS werd aangetroffen, maar wel in grassen in het Leidingen-gebied. Van R. albinella werden drie soorten parasieten uitgekweekt: Venturia sp., Strabotus sp. en Heterospilus sp.

Hoewel het percentage parasieten gemiddelde over alle rassen laag was, blijkt er toch enig verschil wanneer de vier meest aangetaste en de twee minst aangetaste rassen met elkaar vergeleken worden. Bij laatstgenoemde rassen ligt het percentage iets hoger.

5.2. KASPROEF

Het totale aantal per herhaling per ras teruggevonden rupsen en poppen van D. saccharalis is weergegeven in tabel 6. Ook van de veldproef zijn daar de totale aantallen per ras genoemd.

Tabel 6. De totale aantallen rupsen en poppen (en parasieten) van Diatraea saccharalis (F.), per ras, in veld- en kasproef. In het veld natuurlijke infectie; in de kas 25 L_1 per 2 pollen ingezet; Veldproef: ± 45 rijstpollen per ras; kasproef: 4 rijstpollen per ras

Ras	Aantal D. saccharalis in veldproef	Aantal D. saccharalis in kasproef		
		herhaling 1	herhaling 2	Totaal
Blue Bell	9	7	18	25
SKK	18	3	9	12
Paquita	23	21	17	38
Tai chung	12	10	13	23
Acorni	0	2	11	13
Awini	3	15	14	29
Washabo	4	16	10	26
Dima	2	0	10	10
IR 8	12	20	14	34
Apura	6	12	10	22
Temerin	4	13	7	20
Kapuri	4	19	11	30
Rexoro	6	12	10	22
Tapuripa	4	4	10	14
Alupi	5	10	9	19
Galibi	9	14	16	30
Magali	1	13	11	24
Holland	29	10	12	22

De aantallen per ras zijn te klein om een zinvolle vergelijking tussen de rassen te maken. Bovendien corresponderen de aantallen van de eerste en de tweede herhaling van de kasproef, en de aantallen van de veldproef en de kasproef niet erg met elkaar. Soms heeft een ras met lage aantallen in het veld een veel hogere score in de kas, bijvoorbeeld Awini, Magali en Kapuri; het omgekeerde komt ook voor, bijvoorbeeld SKK en Holland. In het veld bevatte Holland verreweg het grootste aantal D. saccharalis; in de kasproef was dit niet het geval. Gemiddeld zijn in de 4 pollen per ras bij de kasproef, bij een ingezet aantal jonge rupsen van 50, veel meer D. saccharalis-rupsen en poppen teruggevonden dan in de ± 45 pollen uit het veld. Reeds eerder is vermeld, dat de bemonstering in de sawah te laat begonnen werd om de gehele periode van aantasting door D. saccharalis te omvatten.

In een ander deel van dit rapport waar de totale ontwikkelingsduur van D. saccharalis besproken wordt is reeds het verschil in de uitkomsten van de twee herhalingen aan de orde geweest (rupsen 50, respectievelijk 60 dagen na inzaaien ingezet).

6. CONCLUSIES; DISCUSSIE

De verhouding tussen de aantallen boorders (rupsen, poppen en parasieten) die in de verschillende rassen zijn gevonden, verschilt sterk voor beide experimenten en voor beide boordersoorten.

De bemonstering van de veldproef op D. saccharalis leverde zo weinig op dat een zinvolle vergelijking van de rassen uitgesloten is. Dit komt deels, doordat reeds bij het vaststellen van het begin-tijdstip van de sawah-bemonstering alleen rekening gehouden werd met aantasting door R. albinella. In de eerste monster-week was daardoor de D. saccharalis-populatie in de verschillende rassen al verscheidene weken oud. Wel bleek dat het ras Holland duidelijk veel meer D. saccharalis bevatte dan de andere rassen. De bladeren van Holland groeiden aanvankelijk veel sneller dan bij de andere rassen (niet de stengels!). Mogelijk heeft Holland in een vroeg stadium (na ± 60 dagen) relatief meer en/of geschiktere plaatsen voor eiafzetting. Het aantastingscijfer van Holland in de kasproef, waarbij rupsjes aan de voet van de pollen werden geplaatst, was niet hoger dan dat van de andere rassen. Verscheidene rassen bevatten zelfs meer boorders dan Holland. De aanwezigheid van ovipositie-substraat lijkt in de veldproef dus een belangrijke factor die de latere aantasting door rupsen bepaalt. Uit andere proeven in de kas is nog gebleken, dat het percentage overlevende rupsen sterk afhankelijk is van het aantal dat ingezet is, en van de ouderdom van de plant op het moment van inzetten (vgl. het deel van dit rapport, waar de totale ontwikkelingsduur van D. saccharalis besproken wordt). Wellicht reageren de rassen ten aanzien van deze factoren niet alle op dezelfde wijze, hetgeen een beschrijving van rasgevoeligheid weer ingewikkelder maakt.

De aantastingscijfers van R. albinella na 3, 9 en ± 15 monsters (over het algemeen groter dan van D. saccharalis) laten duidelijke verschillen tussen de rassen zien. De tendens van afname van de totale aantasting naarmate een ras later begint te bloeien en later stengelholten vormt, kan echter voor een groot deel veroorzaakt zijn door de afnemende infectie-kans. Hierdoor is het minder duidelijk in hoeverre sprake is van een verschil in gevoeligheid. Een vroegtijdig verschil in de oppervlakte van het ovipositie-substraat lijkt voor R. albinella niet zozeer eenfactor te zijn die de aantasting door rupsen bepaalt, aangezien infectie pas kans van slagen heeft als stengelholtes aanwezig zijn. Het ras Holland lijkt in de veldproef in geen geval gevoeliger te zijn voor R. albinella dan de andere rassen.

Het blijkt niet mogelijk te zijn om op grond van de totale aantasting na een bepaalde tijd of in een bepaald groeistadium van de plant, een algemene uitspraak te doen over verschil in gevoeligheid tussen de rassen. De proefomvang van beide experimenten was te klein (te kleine vakjes per ras; c.q. te veel rassen) om een zinvolle vergelijking tussen de rassen te kunnen maken. Bovendien zijn bij het begrip "rasgevoeligheid" zoveel factoren betrokken, dat alleen bij een reeks experimenten op grote schaal, waarbij afzonderlijkefactoren bekeken kunnen worden, zinvolle vergelijkingen gemaakt kunnen worden. Deze factoren betreffen onder meer het gedrag van de boorders op en in de planten (o.a. ovipositie door oo ; migratie door jonge rupsen); kenmerken van de planten (o.a. grootte en structuur van diverse delen) en de infectie-graad.

7. LITERATUUR

ANONYMUS, 1964. Varietal Resistance to The Stem Borers. Ann. Rep. I R R I : 158-165.

ANONYMUS, 1965. Varietal Resistance to The Stem Borers. Ann. Rep. I R R I : 235-247.

THOMPSON, W.R., 1960. The larval morphology of some Tachinid Parasites of Diatraea (Diptera). Trans. Amer. Ent. Soc., 86 : 207-224 + 11 platen.