MEDEDELING No. 20, MEI 1961

(VERSCHIJNT TEVENS ALS PUBLIKATIE No. 240 VAN HET I.P.O. TE WAGENINGEN ONDER DEZELFDE TITEL EN MET DEZELFDE INHOUD)

LEVENSWIJZE EN BESTRIJDING VAN DE WORTELVLIEG *(PSILA ROSAE* F.) IN NEDERLAND

door

DRS. L. E. VAN 'T SANT

GEZAMENLIJKE PUBLIKATIE VAN PROEFSTATION VOOR DE GROENTETEELT IN DE VOLLEGROND IN NEDERLAND TE ALKMAAR EN INSTITUUT VOOR PLANTENZIEKTENKUNDIG ONDERZOEK TE WAGENINGEN

INHOUD

1	INLEIDING	1
1.1	Algemeen	1
1.2	Gegevens omtrent de teelt van wortelen in Nederland	1
1.3	Economische betekenis van de aantasting door de wortelvlieg	2
2	WETENSCHAPPELIJKE EN LANDELIJKE NAMEN VAN DE WORTELVLIEG	4
3	GEOGRAFISCHE VERSPREIDING	6
4	KORTE BESPREKING VAN HET VOOR 1942 VERRICHTE ONDERZOEK	7
4.1	Onderzoek in het buitenland	7
4.2	Onderzoek in Nederland	7
5	VOORKOMEN VAN DE WORTELVLIEG IN NEDERLAND	9
6	WAARDPLANTEN	10
7	DE AANTASTING	12
7.1	Symptomen veroorzaakt door de wortelvlieg Psila rosae F.	12
7.1.1	Bij de plant	12
7.1.2	Op het veld	15
7.2	Symptomen veroorzaakt door de witlofmineervlieg, Napomyza lateralis FALL.	16
7.3	De aantasting bij verschillende wortelrassen	17
7.4	Gevolgen van de aantasting door de wortelvlieg	19
7.5	Factoren die de aantasting beïnvloeden	19
7.5.1	Klimaat	19
7.5.2	Grondsoort	22
7.5.3	Cultuurmaatregelen	23
7.5.4	Natuurlijke vijanden	23
8	GEGEVENS OMTRENT DE BIOLOGIE VAN DE WORTELVLIEG	24
8.1	Waarnemingen omtrent de verschillende ontwikkelingsstadia van de wortelvlieg	24
8.1.1	Het ei	24
8.1.2	Larve (made)	25
8.1.3	Puparium (tonnetje)	32
8.1.4	Imago (vlieg)	37
8.2	Ontwikkelingscyclus en jaarcyclus	42
8.3	Overwintering	43
8.4	Fenologie	43
8.4.1	Inleiding	43
8.4.2	Fenologisch onderzoek in het buitenland	44
8.4.3	Fenologisch onderzoek in Nederland	45

9	NATUURLIJKE VIJANDEN	69
9.1	Dierlijke parasieten	69
9.2	Plantaardige parasieten	71
9.3	Roofvijanden	71
10	BESTRIJDING DOOR CULTUURMAATREGELEN	72
10.1	Rassenkeuze	72
10.2	Zaaitijd	72
10.3	Vruchtwisseling	73
10.4	Tussenteelt en combinatieteelt	74
10.5	Vermijden van teelt bij windsingels	76
10.6	Bodembewerking	76
10.7	Bemesting	77
10.8	Wieden en dunnen	78
10.9	Oogsttijd en wijze van oogsten	80
10.9.1	Wijze van oogsten	80
10.9.2	Oogsttijd	80
10.10	Hygiënische maatregelen bij het einde van de teelt	82
10.11	Biologisch-dynamische cultuurmethoden	82
10.12	Samenvatting	83
11	BESTRIJDING MET CHEMISCHE MIDDELEN	86
11.1	Inleiding	86
11.2	Methodiek	86
11.3	Bestrijdingsmogelijkheden	87
11.3.1	Behandeling van het gewas te velde	87
11.3.2	Volveldsbehandeling voor het zaaien	87
11.3.3	Regelbehandeling voor het zaaien	89
11.3.4	Zaadbehandeling	89
11.3.5	Bespuiting van het terrein	90
11.3.6	Bestrijding van larven en puparia in de kuilen	91
11.4	De waarde van de verschillende insekticiden	91
11.4.1	Naftaline	91
11.4.2	Vruchtboomcarbolineum (VBC)	92
11.4.3	Sublimaat	94
11.4.4	Calomel	94
11.4.5	Forbiat	95
11.4.6.	DDT	95
11.4.7	HCH	96
11.4.8	Parathion en methylparathion	96
11.4.9	Diazinon	98
11.4.10	Chloordaan	100
11.4.11	Aldrin en dieldrin	102
11.4.12	Heptachloor	103
11.4.13	Samenvatting	105

11.5 De nawerking van de insekticiden in de grond 105
11.5.1 De nawerkingsduur 105
11.5.2 Invloed van verschillende grondsoorten 109
11.6 Smaakbeïnvloeding 111
11.7 Residu-onderzoek 113
11.8 Rendement van de bestrijding 113

SAMENVATTING 117

SUMMARY 120

NASCHRIFT 123

LITERATUUR 124

BRONVERMELDING ILLUSTRATIES

W. NIJVELDT (1, 2, 6, 7, 15, 16, 21, 23, 24), MEJ. DIRKZWAGER (3), L. E. VAN 'T SANT (4, 8), PROEFSTATION NAALDWIJK (5, 9, 10, 17), H. VIJZELMAN (18, 25), INSTITUUT VOOR PLANTENZIEKTENKUNDIG ONDERZOEK (22, 44), J. W. GIJSBERS (45), FIGUUR 12 is getekend vrij naar ASHBY & WRIGHT. Figuur 26 en 27 werden uitgevoerd door A. BRUNNEKREEFT, Amsterdam.

DE AUTEUR

Drs. L. E. VAN 'T SANT, entomoloog bij het Instituut voor Plantenziektenkundig Onderzoek te Wageningen, was tijdens een gedeelte van het onderzoek gedetacheerd bij het Proefstation voor de Groenteteelt in de Volle Grond te Alkmaar.

DEZE PUBLIKATIE

verschijnt zowel als Publikatie nr. 240 van het Instituut voor Plantenziektenkundig Onderzoek te Wageningen en als Mededeling nr. 20 van het Proefstation voor de Groenteteelt in de Volle Grond te Alkmaar.

OVERZICHT VAN DE INHOUD

De wortelvlieg *Psila rosae* F. richt in de wortelteeltcentra in ons land aanzienlijke schade aan. Een samenvattend onderzoek naar levenswijze en bestrijdingsmogelijkheden wordt door de financiële gevolgen van de aantasting geheel gewettigd.

Na bepaling van de aantasting en haar symptomen volgt een bespreking van de biologie en de fenologie van de wortelvlieg.

Natuurlijke vijanden, cultuurmaatregelen en chemische bestrijdingsmiddelen krijgen een ruime bespreking. Met de behandelde bestrijdingswijzen zijn over een aantal jaren praktijkproeven genomen en de aldus verkregen resultaten, die in grafieken en tabellen zijn weergegeven, hebben voor elke maatregel geleid tot een exacte conclusie.

Aan het bij deze gewassen zo belangrijke behoud van een goede smaak en aan de vermijding van nadelige gevolgen voor de consument bij toepassing van chemische bestrijdingmiddelen is eveneens aandacht besteed.

1. INLEIDING

1.1 ALGEMEEN

De wortelvlieg, *Psila rosae* F., vormt in ons land plaatselijk een ernstige bedreiging voor de teelt van wortelen *(Daucus carota* L.).

De namen waaronder deze plaag in ons land bekend is, wijzen zowel op de oorzaak als op de verschijnselen, die het gevolg van de aantasting zijn. De naam 'vuur' ('vurig') is ontleend aan de rode tot roestkleurige vlekjes, die men op de aangetaste wortel of zijwortel waarneemt. Van 'aangestoken' wortelen spreekt men als men op de openingen en de gangen in de wortel doelt, terwijl de namen 'wormstekigheid', 'pierigheid' of 'piersteek' betrekking hebben op de verwekker der ziekte, nl. de larven of maden van de wortelvlieg. Deze benamingen zijn elk in verschillende gebieden van ons land ingeburgerd.

De wortelvlieg treedt in Nederland reeds lang als plaag op. Oude ervaren tuinders herinneren zich, dat de aantasting 50 tot 60 jaar geleden ook reeds voorkwam en toen reeds niet nieuw meer was.

1.2 GEGEVENS OMTRENT DE TEELT VAN WORTELEN IN NEDERLAND

Bij de teelt van wortelen in de volle grond maakt men onderscheid tussen:

1. Kort groeiende wortelen, ook wel zomerwortelen genoemd,
2. Lang groeiende wortelen, ook wel winterwortelen genoemd.

KORT GROEIENDE WORTELEN

Geteeld worden typen van het ras Amsterdamse Bak, die men o.m. voor de volle grond gebruikt en van het ras Nantes, dat echter minder verbouwd wordt. De ontwikkelingsduur van de Amsterdamse Baktypen bedraagt ongeveer 12 tot 16 weken. Wanneer men het zaad vooraf laat kiemen, duurt de teelt 1 tot 2 weken korter. Bij wortelen van het ras Nantes bedraagt de groeiduur ongeveer twee weken langer dan bij de wortelen van het type Amsterdamse Bak.

De 'vroege wortelen' zaait men vanaf de tweede helft van februari, terwijl 'zomerwortelen' in het algemeen nog tot het begin van augustus – als uiterste termijn – gezaaid kunnen worden. De vroege wortelen worden steeds gewassen en dan vaak als 'bospeen' – d.w.z. gebost en voorzien van het loof – of als 'waspeen', d.w.z. zonder loof, op de veiling aangevoerd.

Door steeds later te zaaien kan men gedurende de gehele zomer en ook nog in het najaar boswortelen oogsten. Deze wortelen kunnen dan ook later in het jaar nog als waspeen worden afgenomen. Het gewicht van deze wortelen mag de 50 gram niet overschrijden.

De wortelen, die in het najaar oogstrijp zijn, kunnen ook later worden geveild, nl. in de winter of in het voorjaar. Ze worden dan ingekuild. In sommige streken laat men hen 's winters ook wel in de grond; men beschermt hen dan tegen vorst door hen met een laagje grond te bedekken ('ondergooierspeen').

De 'vollegrondswortelen', de 'bewaarwortelen', die in de winter en in het voorjaar op de markt komen, en de wortelen, geteeld onder glas, scheppen voor de consument de mogelijkheid gedurende het gehele jaar kort groeiende wortelen af te nemen.

LANG GROEIENDE WORTELEN

Tot deze categorie rekent men de 'winterwortelen', waarvan de Flakkeese en de Berlikummer het meest worden verbouwd. Hun groeiduur bedraagt 5 tot 7½ maand.

De lang groeiende wortelen worden vanaf maart gezaaid en meestal in oktober of november geoogst, soms echter ook reeds in september en sporadisch in augustus. Zij worden zonder loof afgenomen als zgn. 'breekpeen'. De meeste breekpeen wordt ongewassen en ontdaan van het loof geveild. In bepaalde gevallen wordt hij echter ook wel gewassen aangevoerd, bijv. als de buitenlandse markt erom vraagt. Men kan deze breekpeen ook in het najaar inkuilen. Voor de consument bestaat hierdoor ook de mogelijkheid van oktober tot in het voorjaar toe winterpeen te verkrijgen.

1.3 ECONOMISCHE BETEKENIS VAN DE AANTASTING DOOR DE WORTELVLIEG

De aantasting door de wortelvliegmade heeft in het algemeen een ontsiering van de peen en een vermindering van de smaakkwaliteit tot gevolg. De peen wordt niet of minder geschikt voor de menselijke consumptie.

Ter illustratie van de schade, die door de telers van peen (i.c. winterpeen) geleden kan worden, het volgende:

Volgens mededelingen van het Rijkstuinbouwconsulentschap te Hoorn werden op een bedrijf in de Wieringermeerpolder in het jaar 1950 50000 kg Flakkeese winterpeen aangetast en wel zodanig, dat zij alleen voor veevoer konden worden verkocht, hetgeen geschiedde voor f 0,02 per kg.

De gave wortelen brachten in deze periode f 0,05 per kg op, zodat de schade f 0,03 per kg bedroeg; de berekende totale schade voor deze partij winterpeen bedroeg dus f 1500.

Dit is slechts één voorbeeld uit vele uit de Wieringermeerpolder. In het genoemde jaar werd door de aantasting van de wortelvlieg vrijwel geen gave peen verkocht.

De schade beperkte zich in 1950 echter niet tot de Wieringermeer; ook in de plaatsen Wervershoof (bij Andijk) en Berkhout (bij Hoorn) was de schade op twee bedrijven groot, aangezien de peen daar zelfs als veevoer onverkoopbaar was. Op elk van deze bedrijven bleef 10000 kg peen achter, hetgeen een schadepost betekende van f 500,— voor elk bedrijf. Het gevolg was, dat de eigenaren verder afzagen van het telen van peen. Dit wordt te meer begrijpelijk als men hoort, dat in de jaren 1950 tot en met 1954 op een aantal bedrijven te Berkhout bij Hoorn algemeen van een zeer hoge aantasting

kon worden gesproken. Een aantastingspercentage van 90 tot 100% voor niet behandelde wortelen was hier normaal. Dergelijke verontrustende berichten bereikten ons eveneens uit de provincie Friesland, waar rondom Berlikum een centrum voor de teelt van de Berlikummer winterwortel ligt. Ook hier had men met een ernstige aantasting door de wortelvlieg te kampen, hetgeen tot gevolg had, dat de peenteelt ook daar nauwelijks meer lonend werd.

Een rechtvaardiging van ons onderzoek werd ook gevonden in de grootte van de landelijk veroorzaakte schade. Deze laatste is door ons berekend aan de hand van de veilingomzet in de jaren 1951 en 1952. De hiervoor benodigde cijfers zijn ontleend aan de Tuinbouwgids (1954). In de volgende staten wordt de geldelijke opbrengst voor bospeen, waspeen, en breekpeen vermeld, terwijl de totale geldelijke schade over 1951 en 1952 voor elk dezer categorieën peen afzonderlijk berekend is.

Veilingomzet 1951		*Verlies*
Totale omzet bospeen	f 6236000	
Glasbospeen	f 1247000	
Vollegrondsbospeen	f 4989000	
Volgens een globale taxatie zal ongeveer 20% van de geldelijke omzet voor rekening van onder glas geteelde bospeen komen. Deze laatste wordt niet of slechts in zeer geringe mate aangetast. De bospeen, afkomstig van de volle grond, wordt volgens taxatie voor ongeveer 7% door de wortelvlieg aangetast. Deze aangetaste wortelen worden op het veld reeds achtergehouden, zodat hetgeen ter veiling komt gaaf is.		
Het verlies – groot 7% van het totale areaal volle-grondswortelen – bedraagt		f 375500
Waspeen f 2319000; verlies 7% d.i.		f 173600
Breekpeen f 1433000; verlies 20% d.i.		f 358000
De wortelvliegaantasting is bij breekpeen in het algemeen hoger dan bij bos- en waspeen. Het verlies wordt geraamd op 20% van het totale areaal aan winterwortelen.		
	Verlies totaal	f 907100

Veilingomzet 1952		
Bospeen (totaal)	f 5914000	
Glasbospeen	f 1182000	
Vollegrondsbospeen	f 4732000	
7% verlies door wortelvliegaantasting		f 356170
Waspeen	f 3107000	
7% verlies door wortelvliegaantasting		f 233860
Breekpeen	f 3031000	
20% verlies door wortelvliegaantasting		f 757750
	Totaal	f 1347780

Volgens een globale raming zal zowel in 1951 als 1952 ongeveer 20% van de breekpeen door de aantasting waardeloos zijn geworden of in waarde sterk zijn verminderd, terwijl de schade voor de vollegrondsbospeen en voor de waspeen op gemiddeld 7% wordt getaxeerd. In de grote teeltcentra zal de aantasting vermoedelijk hoger zijn geweest.

Het totale verlies bedroeg in 1951 dus ongeveer 1 miljoen en in 1952 ongeveer $1\frac{1}{3}$ miljoen gulden.

Een onderzoek naar een economische bestrijding van de wortelvlieg wordt hierdoor volkomen gemotiveerd.

2. WETENSCHAPPELIJKE EN LANDELIJKE NAMEN VAN DE WORTELVLIEG

De verschijnselen, die in de inleiding vermeld worden, zijn te wijten aan een made, nl. de larve van de wortelvlieg. Hiermee wordt tevens duidelijk dat de door de praktijk gegeven benamingen „worm" of „pier" foutief zijn, aangezien wormen of pieren tot een geheel andere diergroep behoren.

FABRICIUS (1794) beschreef het insekt. Hij gaf de vlieg de naam *Musca rosae*. In de loop der tijden hebben echter enige naamsveranderingen plaats gevonden.

J. E. COLLIN (1944) geeft hiervan een uitvoerig overzicht en motiveert tevens waarom de genusnaam *Chamaepsila*, door HENDEL (1917) aangenomen, geen recht van bestaan heeft en waarom de genusnaam *Psila* gehandhaafd moet worden.

De juiste wetenschappelijke naam van de wortelvlieg is *Psila rosae* (F.).

Psila rosae F. is moeilijk te onderscheiden van de naverwante *Psila nigricornis* MEIG. Het is daarom geen wonder, dat er auteurs zijn, die de twee namen als synoniem beschouwen. Dit doen o.a. SORAUER (1932) en BALACHOWSKY & MESNIL (1936).

K. M. SMITH (1922) maakt echter reeds onderscheid tussen *Psila rosae* F. en *Psila nigricornis* MEIG. op grond van de kenmerken van het derde antennelid. Dit lid is bij *P. rosae* voor de helft zwart en voor de andere helft geel, terwijl dit antennelid bij *P. nigricornis* geheel zwart is. *P. nigricornis* bezit bovendien een extra laterale thoracale borstel. Deze kenmerken werden door de systematicus J. E. COLLIN, die de determinaties voor SMITH uitvoerde, aangegeven.

HENNIG (1941) nam naast het reeds genoemde kenmerk van het antennelid, ook de vorm van het hypopygium als determinatiekenmerk aan. Hij geeft hiervan in het werk van LINDNER (1941) duidelijke afbeeldingen.

In een publicatie over *Psila nigricornis* MEIG. stelden VAN 'T SANT & DE WILDE (1944) eveneens duidelijke kleurverschillen tussen de antennen van deze beide *Psila*-soorten vast. Verder werden de genitaliën van het enige ♂ exemplaar van *P. nigricornis*, dat ter beschikking stond, onderzocht en vergeleken met die van *P. rosae*. De verschillen, aangegeven door HENNIG (1941), waren duidelijk zichtbaar. Tenslotte bleek dat bij de larven van *P. nigricornis* de abdominale stigmatophoren vergroeid zijn, terwijl zij bij de larven van *P. rosae* los van elkaar staan. Ook HENNIG (1941) en DE VOS-DE WILDE (1935) namen dit waar.

BROEDER THEOWALD (1954) heeft later in het uitgebreide materiaal dat mij van *P. nigricornis* en *P. rosae* imagines ten dienste stond, de verschilkenmerken bestudeerd. Hij kwam tot de conclusie, dat het kleurkenmerk van de antennen niet betrouwbaar was, aangezien er bij *P. rosae* overgangen van het *rosae*- naar het *nigricornis*-type voorkwamen. Het enige betrouwbare determinatiekenmerk is zijns inziens de bouw van het hypopygium.

Om na te gaan of naast *P. rosae* ook nog andere *Psila*-soorten op peen voorkomen, werd reeds in 1945 aan Dr. W. J. KABOS enig vliegenmateriaal, verzameld van peen, ter determinatie toegezonden.

Aan Broeder Theowald zonden wij in 1953 het vliegenmateriaal dat door ons was opgekweekt uit larven, verzameld van wortelen in de verschillende teeltcentra, ter determinatie.

Het resultaat van beide onderzoekingen was, dat op wortelen slechts *P. rosae* voorkomt. Vliegen van de soort *P. nigricornis* werden verkregen uit larven, opgekweekt uit sla, indien de voorteelt chrysanten was geweest. Bestond echter de voorteelt uit peen of selderij, dan konden in sla ook larven van *P. rosae* gevonden worden.

P. nigricornis blijkt dus in overeenstemming met de waarnemingen van KEARNS en WALTON (1932) en later van VAN 'T SANT & DE WILDE (1944) ook in ons land vooral in chrysanten op te treden. De naam slawortelvlieg is voor deze soort dus minder juist; beter ware het om aan *P. nigricornis* de naam „chrysantewortelvlieg" te geven. Aangezien de meeste onderzoekers van mening zijn, dat in de wortelen *P. rosae* de enige beschadiger is, vraagt men zich af of de opgave van BRITTEN (1947), dat *P. nigricornis* ook op peen voorkomt, wel op een juiste determinatie berust.

Landelijke namen voor de wortelvlieg zijn o.m. de volgende: Engeland: Carrot fly; Verenigde Staten van N. Amerika en Canada: Carrot rust fly; Frankrijk en Zwitserland (Frans sprekend): mouche de la carotte; Duitsland, Oostenrijk, Zwitserland (Duits sprekend): Möhrenfliege; Noorwegen: gulrotflua; Zweden: morot flugan; Denemarken: gulrotflue. In ons land is de officiële naam voor dit insekt wortelvlieg (DE FLUITER, EVENHUIS & VAN ROSSEM, 1958).

3. GEOGRAFISCHE VERSPREIDING

Het verspreidingsgebied van de wortelvlieg strekt zich voornamelijk uit over de gematigde zone van het Noordelijk halfrond, daarnaast wordt zij plaatselijk ook in subtropische streken aangetroffen.

De wortelvlieg komt in de meeste landen van Europa voor. In Engeland en Noord-Ierland heeft zich een groot aantal onderzoekers met het wortelvliegprobleem bezig gehouden.

In Noorwegen, Zweden, Denemarken en Finland blijkt de overwintering ondanks de zeer lage temperaturen, die hier kunnen optreden, geen moeilijkheden op te leveren. Volgens AUSLAND (1957), brengt de wortelvlieg het in Noorwegen nog tot twee generaties op 63° 28′ Noorderbreedte, terwijl zij ook nog veel Noordelijker voorkomt, nl. bij 68° 50′ Noorderbreedte, d.i. in de omgeving van Narvik.

Verder komt de wortelvlieg ook voor in landen met grote temperatuurverschillen tussen winter en zomer, zoals Rusland, Duitsland, Zwitserland, Oostenrijk en het bergachtige gebied van Frankrijk. Het voorkomen van de vlieg in Centraal- en Zuid-Frankrijk, Italië en Dalmatië (Joegoslavië) wijst er op dat zij zich daar heeft aangepast aan een warm en droog klimaat met weinig regendagen. In de Rivièra o.a. telt men 60 à 70 regendagen met een totale regenhoeveelheid van 750 tot 850 mm per jaar. In de zomermaanden juli en augustus is de maximumtemperatuur er gemiddeld 29 °C. Dit houdt in, dat men in deze maanden op de diepte in de grond waar de meeste puparïen voorkomen, ook te maken heeft met hoge grondtemperaturen. De wortelvlieg heeft zich dus in deze gebieden aangepast aan de hoge temperatuur.

Maar ook in hoger gelegen gebieden blijkt de wortelvlieg zich nog thuis te kunnen voelen. Zo vermeldt BEZZI (1918), dat zij in bergachtig terrein in de Oostelijke Alpen gevonden is op een hoogte van 300 tot 2400 m.

In het nieuwe werelddeel is de wortelvlieg aan het einde van de vorige eeuw, nl. in 1885, voor het eerst waargenomen te Ottawa in Canada; één jaar later werd haar voorkomen ook in Montreal vastgesteld.

In de Verenigde Staten van Noord-Amerika werd de vlieg in de Staat Maine in 1893 voor het eerst waargenomen. Sindsdien vond ook verspreiding over de andere oostelijke staten plaats. Dit geschiedde voornamelijk in het begin van deze eeuw. In Noord-Amerika bleef het verspreidingsgebied grotendeels beperkt tot de gematigde zone. Zuidelijker dan 40° noorder-breedte wordt het insekt er niet aangetroffen. Dit is in overeenstemming met het verspreidingsgebied in Europa, waar de vlieg eveneens slechts ten noorden van deze breedte-lijn wordt gevonden.

Op het zuidelijk halfrond komt de wortelvlieg slechts in Nieuw-Zeeland en wel te Auckland voor. Zij werd hier waargenomen in het jaar 1931 op wortelen (MUGGERIDGE, 1933). Import heeft vermoedelijk plaats gevonden door invoer van besmet materiaal.

4. KORTE BESPREKING VAN HET VOOR 1942 VERRICHTE ONDERZOEK

4.1 ONDERZOEK IN HET BUITENLAND

In het buitenland is reeds veel onderzoek over de wortelvlieg gedaan.

BOURNE en WHITCOMB (1932–1938) onderzochten in de staat Massachusetts (U.S.A.) de biologie van het insekt, alsmede de reacties van de waardplanten op de aantasting. In een fraai werk vatte WHITCOMB (1938) de resultaten samen van dit onderzoek naar de zijns inziens schadelijkste plaag in Massachusetts, waar wortelen een belangrijk groentegewas zijn.

In Engeland hebben K. M. SMITH (1922) en GREENHOWE (1930) waarnemingen verricht omtrent de levenswijze van de wortelvlieg. Zij hebben tevens nagegaan of de plaag door cultuur- of bestrijdingsmaatregelen bestreden kon worden. Later hebben WRIGHT, ASHBY, PETHERBRIDGE en anderen hun voorbeeld gevolgd. Vooral WRIGHT heeft zich diepgaand met het wortelvliegprobleem bezig gehouden (1945–1956).

In Engeland is waargenomen, dat de wortelvlieg zich graag ophoudt in struikgewas, dat zich in de directe omgeving van de wortelvelden bevindt. Aangezien de aantasting van een wortelveld in de directe nabijheid van struikgewas meestal het sterkst is, leek het de onderzoekers noodzakelijk de vliegen in de haard, het struikgewas met insekten, te bestrijden. Dit geschiedde door het struikgewas vele malen te bespuiten o.m. met DDT. Het resultaat was zeer bevredigend.

In Duitsland heeft KÖRTING (1940) de levenswijze van de wortelvlieg bestudeerd; hij heeft hierbij aanknopingspunten voor de bestrijding trachten te vinden. Tot slot zij opgemerkt, dat nog vele andere onderzoekers zowel in Europa als in Amerika (U.S.A. en Canada) wegen hebben gezocht voor de bestrijding van het insekt (zie onder Bestrijding, pag. 86 e.v.).

Uit een literatuurstudie blijkt, dat de aard der toegepaste middelen in de loop der jaren veel veranderd is, en dat in het bijzonder na de tweede wereldoorlog het accent bij de bestrijding is gelegd op het gebruik van middelen met een lange werkingsduur. Van bijzonder belang bleek deze eigenschap voor de bestrijding van de larve van de wortelvlieg met behulp van bodeminsecticiden.

Toen verschillende middelen werden gevonden die na het in de grond brengen maandenlang werkzaam bleven, was dit uit het oogpunt van bestrijdingstechniek een belangrijk winstpunt (zie onder Bestrijding, pag. 86 e.v.).

4.2 ONDERZOEK IN NEDERLAND

VAN DER SLIKKE (1936, 1944) en zijn medewerkers hebben vóór de tweede wereldoorlog in Friesland gedurende een reeks van jaren bestrijdingsproeven bij de Berlikummer winterwortel uitgevoerd. De cultuur van deze wortel baarde immers door het toenemen van de wortelvliegaantasting steeds meer zorg.

In proeven bleek, dat het middel VBC goed bruikbaar was; bij herhaalde toepassing (bijv. drie keer) werd bij kortgroeiende wortelen en zelfs ook bij de Friese Berlikummer winterwortelen een redelijk rendement verkregen.

Een onderzoek van geheel andere aard werd in Noordholland ondernomen door VAN HERWIJNEN. Hij ging na in hoeverre wortelen met een tussenteelt van uien of sjalotten minder aangetast werden dan de wortelen zonder tussenteelt. Hoewel inderdaad een duidelijk verminderde aantasting kon worden waargenomen, bleek de „beschermende" invloed van de uien of sjalotten echter niet zó groot te zijn, dat de wortelen geheel vrij van aantasting bleven. Verder vroeg men zich af of de afwerende werking van deze gewassen even groot zou zijn geweest, indien men in de directe omgeving van het proefveld geen peen had geteeld. Een en ander is beschreven in de Verslagen over de werkzaamheden van de Plantenziektenkundige Dienst over 1927 (1929) en 1938 (1939).

5. VOORKOMEN VAN DE WORTELVLIEG IN NEDERLAND

Vrijwel overal in Nederland treedt de wortelvlieg op. Schade richt zij echter vooral aan in die centra, waar wortelen of enkele andere schermbloemige cultuurgewassen, die als waardplant dienst doen, jaar na jaar worden geteeld. Het valt voorts op, dat in het bijzonder in de centra met winterwortelen de aantasting elk jaar vrij hoog kan zijn. Ondanks het feit, dat de meeste terreinen onbeschut liggen, waardoor de heersende wind de activiteit van de vliegen ongunstig kan beïnvloeden, blijkt dat de aanwezigheid van luwte door diverse cultuurgewassen toch voldoende is om geregeld aantasting te veroorzaken (zie pag. 21 en 22).

De aantasting komt vrijwel uitsluitend voor bij wortelen, die in de *volle grond* geteeld worden. Sporadisch treedt aantasting op bij onder plat glas geteelde wortelen (glaspeen), die in de loop van de ontwikkeling toch aan de buitenlucht worden blootgesteld. Het glas wordt dan na verloop van tijd weggenomen. Infectie vindt dan ook doorgaans pas plaats na het wegnemen van het glas. Zij kan echter ook optreden als gevolg van in de grond aanwezige maden (zie o.a. Jaarverslag 1951 Proefstation voor Groente en Fruit onder Glas).

Mij zijn slechts enkele gevallen van het optreden van de wortelvlieg in een kas of warenhuis bekend. In het algemeen schijnt het milieu onder glas voor de vlieg ongeschikt te zijn. De oorzaak hiervan is ons niet bekend. Waar wortelvliegmaden in sla- of andijvieplanten onder glas werden gevonden, bleek steeds, dat eerder op dezelfde plaats aangetaste wortelen of knolselderij hadden gestaan. Het is nl. de gewoonte van de wortelvliegmaden de wortelen of de knolselderij, waarin zij binnengedrongen zijn, na enige tijd weer te verlaten en vervolgens weer op andere plaatsen binnen te dringen. In de grond kunnen dus steeds maden aanwezig zijn. Wordt nu op dergelijke grond sla of andijvie geteeld, dan kunnen in de hoofdwortel van deze planten wortelvliegmaden binnendringen. De maden zijn dus polyfaag.

In 1.3 werd verder reeds gewezen op het feit, dat de cultuur in de vollegrond ernstig kan lijden door wortelvliegaantasting. In sommige oude teeltcentra is de aantasting indien men geen bestrijdingsmaatregelen treft – vooral bij winterwortelen – elk jaar zeer hoog.

In andere streken van ons land, waar de winterpeen geteeld wordt, is de aantasting, echter wisselend en vaak niet zeer hoog (Overflakkee en Zuid-Beveland). Toch is de aantasting ook hier steeds duidelijk merkbaar.

Bij ingekuilde peen kan een geringe aantasting, die bij het inkuilen niet onderkend dan wel verwaarloosd werd, tijdens de kuilperiode sterk toenemen. Dit vindt vooral plaats wanneer de activiteit van de maden in de kuil door de hogere temperaturen in na- en voorjaar gunstig beïnvloed wordt.

Bij de wortelen met korte groeiduur kan de aantasting meestal beperkt worden door tijdig te oogsten. Bij deze categorie wortelen moet men echter eveneens rekening houden met aantasting in de kuil. Ook bij de kortgroeiende wortelen, die 's winters buiten overgehouden kunnen worden, de zgn. ondergooierspeen, blijkt men rekening te moeten houden met de mogelijkheid van een toenemende aantasting tijdens de overwintering.

6. WAARDPLANTEN

Alle onderzoekers zijn het er over eens, dat de peen *(Daucus carota* L.) de voornaamste waardplant van de wortelvlieg is. Daarnaast worden binnen de familie der *Umbelliferen* (Schermbloemigen) als waardplanten ook nog vermeld: karwij, selderie, peterselie, pastinaak, coriander en dille (WHITCOMB 1938, RITZEMA BOS 1917 e.a.). SMITH (1922) vond bovendien nog wortelvlieglarven in rapen (vermoedelijk *Brassica rapa* L.), die tot de familie der Kruisbloemigen *(Cruciferen)* behoren. Ook in Scandinavië schijnt men deze ervaring te hebben opgedaan.

Voorts vermeldt PETTIT (1931), dat de wortelvlieg in aardappelen is gevonden. Er wordt echter niet vermeld in hoeverre de aantasting bij de laatstgenoemde twee waardplanten incidentele gevallen van aantasting zijn.

Eigen waarnemingen toonden aan, dat de wortelvlieg in Nederland behalve op peen *(Daucus carota* L.) op de volgende gewassen voor kan komen: pastinaak *(Pastinaca sativa* L.), peterselie *(Petroselinum sativum* HOFFM.), selderij (snijselderij, knolselderij en bleekselderij) *(Apium graveolens* L.), sla *(Lactuca sativa* L.), andijvie *(Cichorium endivia* L.) en witlof *(Cichorium intybus* L.). Op dit laatste gewas veroorzaakten de wortelvliegmaden roestkleurige vlekken. Bij nadere informatie bleek, dat te Berkhout, waar deze aantasting werd waargenomen, in jaren geen voorteelt van wortelen of andere schermbloemigen had plaatsgevonden. Een aantasting door reeds in de grond aanwezige larven van de wortelvlieg is hierdoor uitgesloten. In 1953 werd in kooiproeven nagegaan in hoeverre witlof inderdaad door de wortelvlieg kan worden aangetast. Uit deze proeven bleek, dat de wortelvlieg inderdaad op witlof zijn gehele ontwikkelingscyclus kan doormaken.

Sla *(Lactuca sativa* L. var. *capitata)* en andijvie *(Cichorium endivia* L.), beide vertegenwoordigers van de familie der Composieten, kunnen door de maden van de wortelvlieg aangetast worden, indien deze zich tijdens het uitplanten van de genoemde gewassen reeds in de grond bevinden. Zij kunnen dan in deze planten hun gehele verdere ontwikkeling voltooien. Er werden echter geen aanwijzingen verkregen, dat de wortelvlieg sla of andijvie spontaan met eieren belegt. Ook bij sommige kruiden werden door mij symptomen van aantasting door de wortelvlieg waargenomen in de vorm van roestkleurige vlekjes of enkele gangen.

De kruiden, waarbij dit werd waargenomen, zijn lavas *(Levisticum officinale* KOCH), dille *(Anethum graveolens* L.), kervel *(Anthriscus Cerefolium* HOFFM.), venkel *(Foeniculum vulgare* MILL.) en coriander *(Coriandrum sativum* L.). Geen feiten wijzen in de richting, dat de wortelvlieg op de bovengenoemde kruiden zijn volledige levenscyclus kan doormaken.

Van de wilde onkruiden werden de volgende Umbelliferen op aantasting onderzocht: fluitekruid *(Anthriscus silvestre* HOFFM.), zevenblad *(Aegopodium Podagraria* L.), bereklauw *(Heracleum Sphondylium* L.), pastinaak *(Pastinaca sativa* L.) en wilde peen *(Daucus carota* L.). Al deze onkruiden groeiden in een gebied, waar de wortelvlieg veel schade aanrichtte. Bij fluitekruid en zevenblad werd geen aantasting

gevonden. Dit was wel het geval bij bereklauw, pastinaak en bij wilde peen. Vooral de laatste was sterk aangetast.

Samenvattend kan men zeggen, dat van de cultuurplanten, behalve de gewone peen, vooral pastinaak, selderij – in het bijzonder de knolselderij – en peterselie worden aangetast; van de onkruiden moet vooral de wilde peen als waardplant genoemd worden.

7. DE AANTASTING

7.1 SYMPTOMEN VEROORZAAKT DOOR DE WORTELVLIEG, *PSILA ROSAE* F.

7.1.1 BIJ DE PLANT

7.1.1.1 Jong gewas

Bij een lichte aantasting vindt men steeds enkele roestbruine vlekjes op de zijwortels, daarnaast soms ook reeds op de dunne hoofdwortel en later op de jonge peen. In een later stadium kan het peentje enkele oppervlakkige gangen van beperkte afmetingen vertonen, echter zonder dat schade veroorzaakt wordt aan de stofwisseling

FIG. 1 Aantasting bij jong gewas
a, b en c: vorming van zijwortels a, b en d: hoofdwortel zwaar aangetast



FIG. 1 *Attack in a young carrot crop*
a, b and c: formation of secondary roots *a, b and d: heavy attack in primary root*

van de plant. Bij lichte aantasting zijn aan het loof geen bijzondere symptomen te zien; het is dan nog normaal groen en fris.

Bij zwaardere aantasting zijn meestal vele roestbruine vlekjes op de zijwortels te vinden; soms zijn reeds gedeelten van de zijwortels helemaal bruin verkleurd. Ook vindt men weer bruine vlekjes op de dunne hoofdwortel en op de reeds gevormde peen. Indien de fijne hoofdwortel doorboord en daardoor geheel of gedeeltelijk vernield wordt, ziet men allerlei verkleuringen aan het loof (paars, roodbruin, bruin, geel).

Door storingen in de voedselopname en de voedselstroom krijgt de plant gebrek en komen de bovengenoemde loofsymptomen geleidelijk tot uiting. De plant tracht zich dan te herstellen door het vormen van adventiefwortels, dit zijn zijwortels aan peen en dunne hoofdwortel (zie fig. 1 a, b en c). Soms worden ook deze weer vernield; van de hoofdwortels blijft dan tenslotte nog slechts een stompje over (zie fig. 1 a, b en d). De plant teert dan op het laatste reservevoedsel en kwijnt spoedig weg, hetgeen in de verwelking van het loof tot uiting komt. Wordt de dunne hoofdwortel niet vernield, maar wordt de jonge peen doorboord, waarbij gangen gevormd worden, die het cambiumweefsel plaatselijk beschadigen, dan zal de peen op deze plaatsen niet meer in dikte kunnen toenemen. Bij de oudere planten zijn dan als gevolg van deze aantasting ingesnoerde plaatsen zichtbaar.

7.1.1.2 Ouder gewas

Als symptoom van lichte en oppervlakkige aantasting ziet men bij een volgroeid gewas roestkleurige vlekjes op zijwortels, hoofdwortel en peen, die ontstaan zijn door oppervlakkige vreterij van de maden.

Ontstaan er gangen in de hoofdwortel, dan wordt deze stug, in tegenstelling met de onbeschadigde hoofdwortel, die soepel en daardoor buigzaam blijft. Reeds werd vermeld, dat de diktegroei op plaatsen, waar het cambium beschadigd is, verhinderd wordt. De oudere oogstrijpe peen kan dan insnoeringen te zien geven (fig. 2). Blijven de gangen echter oppervlakkig en wordt het cambium niet beschadigd, dan vindt men duidelijke, doch vrij smalle gangen onder de opperhuid van de peen. Is de peen op het tijdstip dat de aantasting plaats vindt nog in volle ontwikkeling, dan zal het weefsel rondom de gangen nog verder uitgroeien. Dit heeft tot gevolg, dat de opperhuid boven de gang barst en verdwijnt, terwijl de gangen breder en daardoor duidelijker zichtbaar worden (fig. 3). Deze laatste verschijnselen treft men vaak aan bij winterwortelen. Zij zijn dan veroorzaakt door larven van de eerste generatie. Late aantasting, die bijv. plaatsvindt op een tijdstip, waarop de winterpeen zich reeds gevormd heeft, geeft evenals bij de kort groeiende wortelen, smalle gangen en soms kleine geïsoleerde beschadigde plekken.

Een duidelijk symptoom van aantasting is ook – in het bijzonder bij consumptie van rauwe wortelen – de sterke smaak. Immers een gave rauwe wortel heeft een ietwat zoetachtige smaak; de peen die door de wortelvlieg is aangetast, smaakt echter 'wrang' of 'samentrekkend'. Bij het gekookte produkt is de toestand anders. De gekookte gezonde peen smaakt flauw zoet tot matig zoet. In tegenstelling hiermede heeft de aangetaste peen een muffe smaak, terwijl ook een iets wrange nasmaak merkbaar is.

FIG. 2 Peen met insnoering als gevolg van zware aantasting door de wortelvlieg

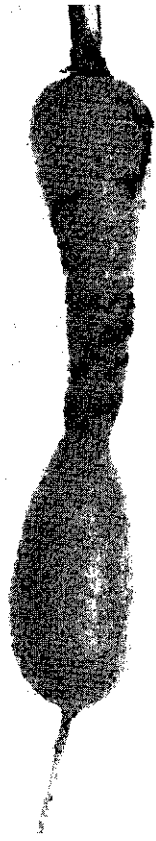


FIG. 2 *Carrot with constriction as a result of a heavy carrot fly attack*

FIG. 3 Zwaar aangetaste wortel met duidelijk zichtbare gangen



FIG. 3 *Heavily affected carrot with clearly visible galleries*

Over de plaats, waar de peen door de wortelvlieg aangetast wordt, kan nog het volgende meegedeeld worden. Bij onderzoek van in totaal 399 aangetaste wortelen uit selecties van het Amsterdamse-Baktype bleek het volgende: bij een denkbeeldige verdeling van de wortel in drieën werd bij het onderste deel van de wortel 53,1 % aantasting gevonden; in het middengedeelte 41,6% en aan de kopzijde 5,3%. Deze waarnemingen werden verricht bij oogstrijpe wortelen. Laat men echter het gewas nog enige weken langer in de grond, dan neemt, zoals bekend is, de aantasting kwantitatief geleidelijk toe. Maar ook het aantal gangen per wortel stijgt. Men vindt de gangen dan ook meer verspreid over de wortel met uitzondering van het bovenste gedeelte, dat bijna steeds vrij van aantasting blijft.

WHITCOMB (1938) stelde bij 'grote wortelen' (te vergelijken met de winterpeen hier te lande) vast, dat de sterkste aantasting gevonden werd vanaf de tweede t/m de achtste

FIG. 4 Holle plek (zwaar aangetast gedeelte) in een wortelveld



FIG. 4 *A blank (heavily infested part) in a carrot field*

inch van de wortel. Op de eerste en negende inch van de wortel was de aantasting aanmerkelijk minder, terwijl de tiende inch geheel vrij bleef. Vermoedelijk is dit het bovenste gedeelte van de wortel. Zijn gegevens komen goed overeen met mijn bevindingen.

7.1.2 OP HET VELD

De kenmerken van aantasting vallen slechts op bij een zware aantasting; bovendien moet het gewas dan ook nog in jonge toestand geïnfecteerd zijn. In zo'n geval ziet men in het veld plekken optreden, waarop groeistagnatie en zelfs verwelking met of zonder verkleuringen van het loof zichtbaar zijn. Soms vallen de planten zelfs volledig weg. Vanaf een afstand gezien geven de aangetaste plekken de indruk van komvormig uitgeholde plaatsen in het terrein (fig. 4). De zwaarst aangetaste wortelen bevinden zich in en bij het midden van de plek; zij zijn in ontwikkeling het meest achtergebleven. Van deze haard uitgaande zijn de wortels naar buiten toe geleidelijk aan minder aangetast. Indien de wortelplantjes in het centrum weggevallen zijn, is de overgang naar buiten sneller.

Men krijgt sterk de indruk, dat de aantasting zich van een haard uit zijdelings verspreidt. Deze verspreiding kan geheel verklaard worden door de waargenomen verplaatsing der maden.

7.2 SYMPTOMEN VEROORZAAKT DOOR DE WITLOFMINEERVLIEG *NAPOMYZA LATERALIS* FALL.

Duidelijk afwijkend, maar toch aanleiding gevend tot verwarring, is het schadebeeld veroorzaakt door de larve van de mineervlieg *Napomyza* (= *Phytomyza) lateralis* FALL., waarvan de larve ook gangen maakt in de peen.

In tegenstelling met de gangen van de wortelvlieg blijven de gangen van de mineervlieg echter steeds oppervlakkig, terwijl ze ook steeds hun oorsprong hebben aan de kop van de wortel (zie fig. 5). Meestal blijven zij ook tot de bovenste helft van de peen beperkt. Opvallend is, dat de aantasting door dit mineervliegje meestal gevonden wordt bij wortelen, die gedurende de groei enigszins met de kop boven de grond uitsteken. Doordat zij blootgesteld zijn aan het licht, hebben zij een groene kop.

De larven van *Napomyza* vormen puparië vaak in de gangen (fig. 6), terwijl de larven van de wortelvlieg hun puparië steeds in de grond en nimmer in de peen maken.

De aantasting door *Napomyza lateralis* treedt plaatselijk en dan nog sporadisch op. Zij wordt vooral bij winterwortelen aangetroffen. De aantasting kan een zodanige ontsiering van de peen tot gevolg hebben, dat deze afgekeurd wordt voor menselijke consumptie. Aantasting door *Napomyza lateralis* heb ik waargenomen in Zeeland en in Zuidholland op Flakkee. In Friesland is te Sexbierum en om Berlikum de aantasting op bepaalde velden zelfs zo hoog geweest, dat er van economische schade gesproken kon worden. Volgens een uitgave van de firma MAAG schijnt de larve ook in Zwitserland bij wortelen schadelijk te kunnen optreden (zie ook GÜNTHART, 1950).

Napomyza lateralis FALL. komt in ons land ook voor bij witlof *(Cichorium intybus*



FIG. 5 Aantasting door *Napomyza lateralis* FALL.; mineergangen in de kop van de peen

FIG. 5 *Attack by* Napomyza lateralis FALL.; *mines in the head of the carrot*

L.), plaatselijk zelfs vrij algemeen. In de Tuinbouwgids 1955 wordt ze als een beschadiger van witlof beschreven, hetgeen erop wijst, dat de schade hier te lande belangrijk kan zijn. VAN DEN BRUEL (1933) vermeldt, dat ze in België eveneens als plaag bij witlof kan optreden. Hij vermeldt voorts het voorkomen op de volgende onkruidwaardplanten: *Matricaria*, *Senecio*, *Centaurea*, *Urtica* en *Anthriscus*. MORGAN (1954), vermeldt deze mineervlieg als een nieuwe plaag voor goudsbloemen *(Calendula officinalis* L.). Verder is ze volgens MORGAN gevonden op *Dimorphotheca* en korenbloemen, terwijl hij het onkruid kruiskruid als meest aantrekkelijke waardplant beschouwt. Er zijn dus in de literatuur een reeks van waardplanten beschreven van waaruit de infectie op wortelen kan overgaan. Vermoedelijk komen hiervoor bij ons witlof, brandnetel, fluitekruid, kruiskruid, korenbloem en kamille het meest in aanmerking.

7.3 DE AANTASTING BIJ VERSCHILLENDE WORTELRASSEN

Vaak wordt de vraag gesteld of er wortelrassen zijn, die in het geheel niet of slechts weinig door de wortelvlieg worden aangetast. Zouden deze rassen of variëteiten gevonden worden, doch het produkt nog niet beantwoorden aan de eisen van consument en teler, dan zou door kruising met goede rassen uit het bestaande sortiment wellicht een ras verkregen kunnen worden dat voor de wortelvlieg weinig of niet aantrekkelijk is.

WHITCOMB (1938), die ook het belang hiervan inzag, onderzocht bij 12 rassen de gevoeligheid voor aantasting door de wortelvlieg. Hierbij bleek, dat alle rassen werden aangetast. ÅHLBERG (1944) heeft in Zweden in veldproeven de mate van aantasting

FIG. 6 Puparium van *Napomyza lateralis* FALL. in de oppervlakkige gangen bij de kop van de wortel



FIG. 6 *Puparium of* Napomyza lateralis FALL. *in the superficial galleries near the head of the carrot*

TABEL 1 Rassenproef te Berkhout in 1953 (zonder parallellen). Aantasting bij verschillende rassen, bepaald volgens bemonstering van 50 wortelen per ras

ras		aantal aangetaste wortelen
Amsterdamse Bak, glasteelt	fijnere typen	25
Amsterdamse Bak, volle grond		27
Nantes	*finer types*	26
Venlose Broei		39
Berlikummer	grovere typen	25
Flakkeese		23
Lobbericher	*coarser types*	23
Koepeen		21
Variety		*Number of carrots attacked*

TABLE 1 *Variety trial at Berkhout in 1953 (without replications). Attack per variety estimated by sampling 50 carrots per variety*

van acht wortelvariëteiten onderzocht. Hij vond daarbij, dat de aantasting bij de verschillende variëteiten zeer uiteenliep. Zij varieerde van 3–53%. ÅHLBERG maakt zelf reeds de opmerking, dat uit deze proeven blijkt, dat een aantrekkelijke wortelvariëteit enige 'bescherming' kan geven aan een minder aantrekkelijke variëteit, maar dat het nog een open vraag is of de laatste variëteit, indien zij alléén geteeld zou worden, ook in zo geringe mate aangetast zou worden.

Ook door LAMB (1953) zijn in Nieuw-Zeeland enkele wortelvariëteiten op de mate van aantasting in het veld beoordeeld. Hij nam hierbij waar, dat de variëteit met de hoogste opbrengst de grootste aantasting had.

In ons land bestaat de vaak in de praktijk geuite mening, dat de fijne Amsterdamse Bak ernstiger wordt aangetast dan de grovere peenrassen, zoals bijv. de Flakkese. Uit de resultaten van de veldproeven is echter gebleken, dat verschillen in aantasting tussen de verschillende rassen niet groot zijn. De aantasting richt echter bij de fijnere typen meer schade aan dan bij de grovere, omdat peen en wortelstelsel daar kleiner zijn, waardoor eenzelfde aantasting hier relatief meer schade veroorzaakt. Uit waarnemingen in een proef met verschillende rassen te Berkhout, waarvan slechts 50 planten per ras onderzocht konden worden, bleken de volgende aantallen te zijn aangetast (zie tabel 1).

Behoudens de aantasting bij het ras Venlose Broei zijn de verschillen uiterst gering.

Een rassenproef met parallellen te Sloten, genomen met fijnere en enkele grovere typen, gaf het volgende resultaat (zie tabel 2).

TABEL 2 Rassenproef te Sloten 1942 met 3 parallellen

ras		gemiddeld percentage aantasting
Flakkeese	grovere typen	49%
Berlikummer	*coarser types*	51%
Nantes	fijnere typen	46%
Hoornse	*finer types*	41%
variety		*average percentage attack*

TABLE 2 *Variety trial with 3 replications at Sloten 1942*

TABEL 3 Rassenproef te Sloten 1943 met 3 parallellen

fijnere typen	gem. aantastingspercentage	grovere typen	gemiddeld aantastings %
Engelse	4,3	Flakkeese	93
Hoornse	4,5	Koepeen A	84
Rouge de la Halle	4,5	Koepeen B	94
Amsterdamse Bak	5,2	Stoppelwortelen	94
Touchon	5,3	Berlikummer	67
Nantes	6,2	Verbeterde Flakkeese	96
finer types	*average % attack*	*coarser types*	*average % attack*

TABLE 3 *Variety trial with 3 replications at Sloten 1943*

In het algemeen blijkt, dat de fijnere rassen niet sterker aangetast worden dan de grovere, uitgezonderd wellicht het ras Venlose Broei, maar dit laatste is een incidenteel geval. Ook andere rassenproeven te Sloten met verscheidene zomer- en wintertypen geven slechts een gering onderling verschil in aantasting te zien (zie tabel 3).

Samenvattend kan men zeggen, dat er in ons wortelrassensortiment geen rassen voorkomen, die door de wortelvlieg niet worden aangetast. De vermelde resultaten tonen daarentegen aan, dat alle rassen vrijwel even aantrekkelijk zijn en dat, indien er een belangrijke vlucht optreedt, alle geteelde rassen in sterke mate kunnen worden aangetast.

7.4 GEVOLGEN VAN DE AANTASTING DOOR DE WORTELVLIEG

In hoeverre aantasting door de wortelvlieg het optreden van andere ziekten in de hand werkt, is nog onvoldoende onderzocht. Soms treedt er een secundair rot op, dat dan uitgaat van de gangen, die door de made gemaakt zijn (fig. 7). Het doet sterk denken aan een bacteriële rotting. In de praktijk komen wortelen, die dergelijke verschijnselen van aantasting vertonen over het algemeen niet voor inkuiling in aanmerking.

In Engeland hebben COLLINGWOOD & CROXALL (1954) gewezen op het verband tussen beschadiging van de wortels door de wortelvlieg en de z.g. 'canker' bij pastinaak. In hun bestrijdingsproeven tegen de wortelvlieg namen zij behalve een vermindering van aantasting door de wortelvlieg ook een afnemen in het optreden van 'canker' waar. Canker is een ziekte, waarbij een aantal organismen, waaronder *Phoma*- en *Fusarium*-soorten, een rol schijnen te spelen.

7.5 FACTOREN DIE DE AANTASTING BEÏNVLOEDEN

7.5.1 KLIMAAT

De belangrijkste klimatologische faktoren, die invloed uitoefenen op het optreden van de wortelvlieg zijn: temperatuur, neerslag en windsterkte. Zij kunnen een verschillende uitwerking hebben op de verschillende stadia van het insekt.

Bij matige tot sterke wind, bij aanhoudende regen en bij lage temperatuur (beneden

14 °C) is de vlieg vrijwel niet actief. Daarentegen ondervinden ei en larve binnen zekere grenzen geen nadelige gevolgen van deze invloeden. Voor de normale ontwikkeling van het embryo is echter een temperatuur lager dan 12 °C niet gewenst.

Droogte werkt zeer nadelig op het ei en in het bijzonder op de eilarve.

Ei-afzetting vindt steeds bij gunstig, droog weer en weinig wind en meestal in de namiddag bij lage zonnestand plaats.

In de praktijk heersen echter omtrent de factoren, die de aantasting beïnvloeden, vaak tegenstrijdige meningen. Volgens sommigen zou men bij regenachtig en winderig weer praktisch geen last ondervinden van aantasting. Dit kan juist zijn. De verklaring moet dan gezocht worden in het feit, dat de vlieg veel hinder van de ongunstige weersomstandigheden kan hebben ondervonden bij de ovipositie. Volgens anderen zal men echter juist gave wortelen telen bij zonnig en droog weer. Ook dit is mogelijk. In dit geval kunnen de lage luchtvochtigheid en de hoge grondtemperatuur een nadelige uitwerking op ei en eilarve hebben uitgeoefend.

Volgens onze eigen waarnemingen komen eieren bij temperaturen boven 30 °C niet meer uit. Verder gaf een waarneming bij eilarven aanwijzing, dat een verblijf van deze larven van 6 uur bij 38 °C dodelijk voor hen is. Temperaturen hoger dan 38 °C werden op zomerse dagen in oppervlakkige grondlagen meermalen waargenomen; het is waarschijnlijk, dat dergelijke temperaturen voor de eilarven funest zijn. Het is vanzelfsprekend, dat vooral dan een hoge aantasting verwacht kan worden, indien alle stadia gunstige ontwikkelingskansen hebben gehad.

FIG. 7 Aangetaste wortel met secundair rot

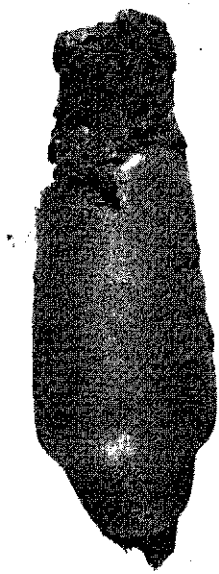


FIG. 7 *Carrot affected with secundary rot* ×

Vele insekten zijn vooral actief bij geheel of nagenoeg windstil weer. In het landschap kunnen verschillende 'windbrekers' voorkomen, die de windkracht verminderen.

Zo kunnen bossen, struikgewas, hagen, omheiningen, ruigte bij en om de velden luwte veroorzaken. De wortelvlieg houdt zich bij voorkeur op deze beschutte plaatsen op. In het veld vindt zij beschutting achter wilgebosjes, elzehagen, hoge cultuurgewassen (aardappel, stokbonen, tuinbonen enz.), onkruiden (brandnetel, hop) en zelfs achter bosjes stro, die op zandige akkers tegen het stuiven zijn aangebracht (fig. 8).

Het is een oude praktijkervaring, dat in een veld de ernstigste aantasting meestal gevonden wordt op plaatsen, waar de meeste luwte is. Van de beschutte plaats af worden bij de dichtst bijzijnde wortelen de meeste eieren gelegd. Bij de opzet van onze proefvelden werd met deze luwtefactor rekening gehouden. Soms werden zelfs om de veldjes tuinbonen als windsingels geplant (fig. 9) om verzekerd te zijn van een behoorlijke aantasting. Soms werd het proefveld opzettelijk niet vlak bij een luwe plaats

FIG. 8 Terrein met wortelen, afgezet met bosjes stro en beschut door struikgewas



FIG. 8 *Carrot field wind-protected by straw and shrubs*

FIG. 9 Proefveld met kunstmatige beschutting door singels van tuinbonen



FIG. 9 *Trial field with artificial wind protection by strips of broad beans*

gelegd om eenzijdige aantasting te voorkomen. De onderzoekers WRIGHT & ASHBY (1946) hebben een interessante studie gemaakt van de 'randwerking' van windsingels op wortelvelden. Zij vonden, bij een aantasting van 5% in het midden van het veld, een 'randwerking', waarbij de aantasting naar de rand toe steeg tot 40 à 50%.

Indien de aantasting in het midden matig was, nl. 40 à 50%, dan liep deze naar de rand op tot 80%.

Bij zeer zware aantasting van 85 tot 95% werden tussen het midden en de rand van het veld geen verschillen meer waargenomen.

Dit laatste werd door ons in de praktijk ook meermalen waargenomen bij winterwortelen, die vaak een hoge aantasting hebben.

7.5.2 GRONDSOORT

In de praktijk wordt vaak de opmerking gemaakt, dat lichtere gronden meer last hebben van aantasting door de wortelvlieg dan zwaardere. Deze mening lijkt aannemelijk, omdat zwaardere grond in het bijzonder bij droog weer zowel voor de eiafzetting als voor de migratie van de maden en ook voor het zich naar boven werken van de vliegen ongunstiger is dan lossere gronden. Het onderzoek betreffende de invloed van een bepaalde grondsoort is zeer moeilijk. Immers bij een vergelijking van

twee of meer grondsoorten kunnen op deze grondsoorten o.a. ook verschillen in stand van het gewas en zodoende verschillen in microklimaat der verschillende proefvelden optreden waardoor invloed op de aantasting kan worden uitgeoefend. Zelfs wanneer men in de gelegenheid is om twee grondsoorten op een zelfde proefveld met elkaar te vergelijken, kunnen zich factoren doen gelden, die een juiste beoordeling zeer moeilijk maken. Hiertoe diene het volgende voorbeeld: in de proeftuin te Sloten (N.H.) werd de invloed van twee grondsoorten op de groei van verschillende gewassen, o.a. wortelen, onderzocht. Hiertoe had men lichte zavelgrond aangevoerd en deze ook ten dele tot op 15 cm diep gemengd met het aanwezige veen, waardoor dus een soort menggrond werd verkregen. Van de drie grondsoorten (veen, zavel en menggrond) nam men in de proef veldjes met uitsluitend veen, veldjes met lichte zavel en veldjes met menggrond op. De aantasting van de wortelen, die op deze veldjes geteeld werden, was als volgt: veen 21%; menggrond 14%, zavel 14%. Deze percentages geven de gemiddelde aantasting van drie parallelveldjes weer. De variaties in aantasting tussen de parallelveldjes waren gering, zodat het verschil wel betrouwbaar is. Mag dit verschil in aantasting nu wel alleen aan het verschil in grondsoort worden toegeschreven? De loofontwikkeling was vooral op de veengrondpercelen krachtig, hetgeen tot uiting kwam in het loofgewicht: veenpercelen 37 kg, menggrondpercelen 18,3 kg en zavelveldjes 13,5 kg. Bij de aantasting kan nu ook zeer goed het verschil in loofontwikkeling een rol hebben gespeeld. Naast het verschil in grondsoort is er in ieder geval ook nog de invloed van het verschil in loofontwikkeling, dat in beschouwing genomen moet worden, wil men zeker zijn van de oorzaak van het verschil in aantasting tussen de veenveldjes enerzijds en de menggrond- en zavelperceeltjes anderzijds.

Wij zijn er tot nu toe niet in geslaagd om een invloed van de grondsoort op de mate van aantasting door middel van veldproeven exact aan te tonen.

7.5.3 CULTUURMAATREGELEN

Voor de behandeling van de cultuurmaatregelen zij verwezen naar pag. 72.

7.5.4 NATUURLIJKE VIJANDEN

Natuurlijke vijanden van de wortelvlieg worden besproken op pag. 69 e.v.

8. GEGEVENS OMTRENT DE BIOLOGIE VAN DE WORTELVLIEG

8.1 WAARNEMINGEN OMTRENT DE VERSCHILLENDE ONTWIKKELINGSSTADIA

8.1.1 HET EI

Het langwerpige ei is sneeuwwit van kleur. De lengte varieert van 0,46–0,64 mm. De eischaal vertoont een duidelijke sculptuur, die bij vergroting volgens WHITCOMB (1938) te vergelijken is met die van de schil van een pindanoot (zie fig. 10). De eieren worden oppervlakkig in de grond gelegd, ook wel tussen en onder kluitjes grond. Door regen en wind kunnen de eieren die in en op de grond gelegd zijn, nog omlaag zakken; zij komen dan terecht in een gunstiger milieu, terwijl de eieren, die aan de oppervlakte blijven bij droog weer en veel zonneschijn aan uitdroging blootstaan. De eieren worden afzonderlijk of in groepjes bij elkaar in de nabijheid van de plantvoet gelegd. Ook WHITCOMB (1938) en K. M. SMITH (1922) namen dit waar. Slechts bij uitzondering werd afzetting van eieren op het loof waargenomen. In de literatuur vermelden verschillende auteurs de volgende ontwikkelingsduur van het ei: GORHAM (1934) 6–10 dagen, SAVZDARG (1927) 6–12 dagen; DUSTAN (1929) 7–12 dagen; WHITCOMB (1938) vermeldt de volgende ontwikkelingstijden: in 1928: 4–11 dagen, in 1929: 5–17 dagen en in 1930: 3–14 dagen. KÖRTING (1940) vermeldt 5–8 dagen.

In onze thermostaatproeven varieerde de ontwikkelingsduur van gemiddeld 5,5 dagen bij 28 °C tot gemiddeld 11,4 dagen bij 15 °C.

Bij een constante temperatuur van 10 °C en ook bij 30,5 °C waren de larven na 21

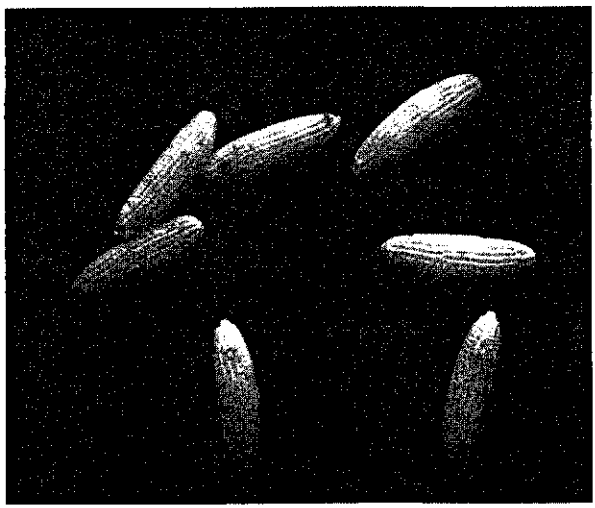


FIG. 10 Eieren van de wortelvlieg (vergroting 32 ×)

FIG. 10 *Eggs of the carrot fly (enlargement 32½ ×)*

dagen nog niet uitgekomen. Daar gedurende een langer oponthoud van de eieren bij 10 °C beschimmeling optrad, werd een aantal eieren overgebracht naar een temperatuur van 25 °C en wel om na te gaan in hoeverre de eieren nog levensvatbaar waren. Al deze eieren leverden larven op.

Hieruit volgt, dat een verblijf van 21 dagen bij 10 °C de eieren niet geschaad heeft. Integendeel, de ontwikkeling van de embryonen blijkt bij 10 °C nog te zijn doorgegaan. Immers de larven kwamen bij 25 °C zeer snel uit, nl. na ongeveer één dag. Dit uitkomen is veel sneller, dan wanneer de eieren dadelijk bij 25 °C werden geplaatst en dus niet vooraf eerst gedurende enige tijd aan 10 °C waren blootgesteld (zie fig. 11).

De resultaten van onze waarnemingen omtrent de duur van het eistadium zijn weergegeven in fig. 11. De punten in de curven zijn steeds gemiddelden van de ontwikkelingsduur van enige tientallen eieren bij de betreffende temperatuur.

8.1.2 LARVE (MADE)

De larve van de wortelvlieg is evenals de larven van alle andere vliegen een pootloze made. De tuinder noemt haar wel 'worm' of 'pier', vandaar de namen 'wormstekigheid', 'pierigheid', 'piersteek' voor het ziekteverschijnsel.

De larve, die uit het ei komt, is doorschijnend. Aan de kopzijde heeft ze een paar zwarte mondhaken van chitine, die uitgestoken kunnen worden om het wortelweefsel aan te boren.

De eischaal laat op de plaats, waar de larve het ei verlaten heeft, een eigenaardige karteling zien (zie fig. 12). De eilarve verlaat het ei steeds aan de zijde van het micro-

FIG. 11 Duur van het eistadium bij verschillende constante temperaturen

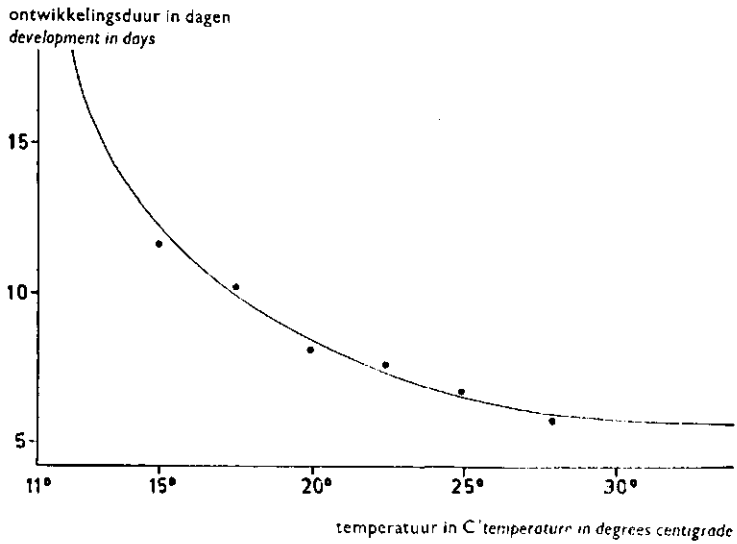
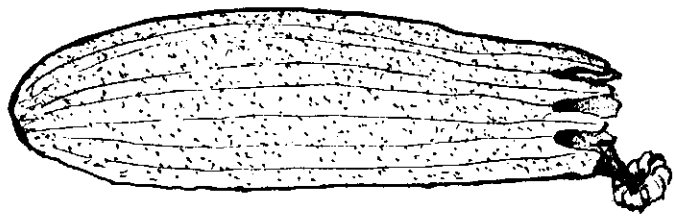


FIG. 11 *Duration of the eggstage at various constant temperatures*

FIG. 12 Eihuidje met opening waardoor de larve het ei verlaten heeft



1 mm

FIG. 12 *Hatched egg*

pylaire kapje, dat op fig. 12 als een knopje aan het uiteinde van het ei te zien is. Nimmer nam ik waar, dat een gedeelte van de zijkant van het ei weggeduwd werd, zoals K. M. SMITH (1922) het afbeeldt.

Van de larvenstadia vindt men een goede beschrijving en afbeeldingen bij SMITH (1922) en bij ASHBY & WRIGHT (1946) waarnaar hier verwezen wordt.

De eilarve voedt zich in het begin oppervlakkig met de fijnere zijwortels van de peen *(Daucus carota)* of aanverwante gewassen. Deze mening wordt door buitenlandse auteurs gedeeld (WHITCOMB 1938, GORHAM 1934, PETTIT 1931, CHAMBERLAIN, SKILLMANN, STEWART 1937). Op de buitenzijde van de fijnere worteltjes zijn de plaatsen waar de larven zich gevoed hebben als kleine roestkleurige vlekjes zichtbaar. Waarnemingen hieromtrent werden door mij gedaan bij larven, die kort te voren uit het ei waren gekomen.

Het opkweken van jonge maden leverde in het begin van het onderzoek grote moeilijkheden op. De larven werden toen gebracht in petrischalen. Hierin waren schijfjes peen op vochtig filtreerpapier gelegd. De schijfjes bleken voor deze jonge larven niet aantrekkelijk te zijn. De larven, die op de wortelschijfjes gebracht werden, verlieten deze na enige tijd. Een poging om de eilarven met een penseel in van te voren gemaakte gangen te brengen liep eveneens op niets uit. Fijn gemaakte stukjes wortel (wortelmoes) waren evenmin geschikt. We kregen toen sterk de indruk, dat de jonge larven zich niet kunnen voeden met weefsel van reeds uitgegroeide peen.

Daarna werd de volgende methode geprobeerd. Vooraf gekiemde zaadjes werden gelegd in een laagje aarde tussen twee voorwerpglaasjes, die aan elkaar bevestigd waren met leukoplast. De jonge wortelplantjes groeiden op deze wijze goed tot het eerste typische wortelloof te voorschijn was gekomen; hierna stagneerde de groei meestal.

Indien tussen deze glaasjes of in iets grotere cuvetjes (5 × 12 cm) met aangeslagen plantjes eilarven werden gebracht, werd duidelijk waargenomen, dat de wortelharen en een aantal zijworteltjes na één of meerdere dagen weg- of aangevreten waren. De aangevreten plaatsen, die zeer klein waren, kregen later een roestkleur. Deze roestvlekjes kan men in het veld vinden op zijwortels, hoofdwortel, maar ook op de peen zelf.

Het is een bekend verschijnsel, dat de maden zich in de wortel verplaatsen; ze kun-

nen echter ook de wortel verlaten om zich in een naburige wortel in te boren. Men vindt dan ook vaak in een wortel meer gangen dan maden. Dit is reeds een aanwijzing dat de maden telkens verhuizen. Om dit echter nauwkeurig na te gaan, zijn in samenwerking met de heer KOK van het Rijkstuinbouwconsulentschap te Hoorn waarnemingen verricht. Hiertoe werd de volgende proef genomen: Onder een kooi werden op perceeltje I ± 100 maden in de grond gebracht.

Proef in kooi

7	8	9
4	5	6
1	2	3

Experimental plots in a cage

Op de perceeltjes 3, 7 en 9 waren enkele planten met een gaaf jong peentje ingegraven. Reeds na 4 dagen werd een made gevonden in een peentje op perceel 3, dat op een afstand van ± 31 cm van het depot met maden was verwijderd. Nadat men bij tussentijdse waarnemingen bij de plantjes geen maden aangetroffen had, verwijderde men na 30 dagen de kooi en werden de grond en de peentjes aan een nauwkeurig onderzoek onderworpen.

Het resultaat is weergegeven in tabel 4.

TABEL 4 Migratie van maden
+ 1 peentje aangetast
++ 2 peentjes aangetast

vakje no	1	2	3	4	5	6	7	8	9	*plot number*
gevonden maden	1	0	1++	0	0	0	0+	0	0+	*number of maggots*
aantal puparië̲n	11	1	0	4	0	0	3	1	1	*number of puparia*

TABLE 4 *Migration of maggots*
+ *1 carrot infested*
++ *2 carrots infested*

Uit deze proef blijkt, dat niet alleen in vakje 3, maar ook in de vakken 7 en 9 peentjes waren aangetast. De maden zijn dus in staat geweest om zich 31 cm en zelfs 44 cm van de oorspronkelijke plaats te verwijderen.

Uit het bovenstaande wordt duidelijk, dat de aantasting zich vanuit een bepaalde haard van rij tot rij verder kan verspreiden. Dit verschijnsel veroorzaakt in een wortelveld een soort komvormige uitholling, waarin van de randen af het loof geleidelijk aan lager wordt, naarmate men het centrum van de infectiehaard nadert (zie fig. 4).

Een fraai voorbeeld van de verplaatsing der maden werd waargenomen bij enkele

FIG. 13 Situatietekening van een peenkuil

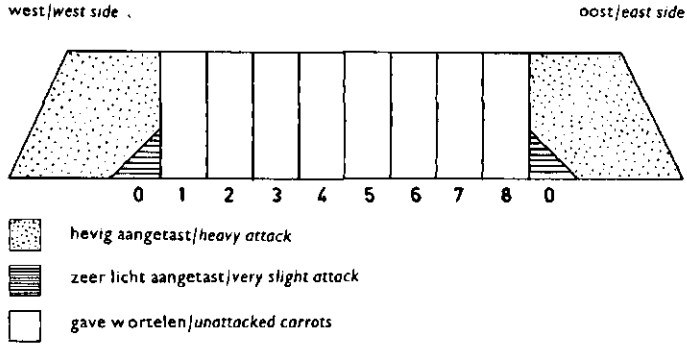


FIG. 13 *Clamp with carrots*

aan elkaar grenzende zaaiveldjes met wortelen. Door zeer zware aantasting waren bijna alle peenplantjes van een zaaiveldje omgevallen. Een tweede veldje, later gezaaid dan het eerste, vertoonde duidelijk opgeschoten loof. Aan de zijde van het eerste zaaiveldje vertoonde dit veldje echter eveneens een strook omgevallen wortelplantjes. Bij onderzoek bleken in deze plantjes maden aanwezig te zijn. Deze aantasting kan slechts verklaard worden door verplaatsing van maden vanuit het eerste veldje aan te nemen.

Verder blijkt ook bij ingekuilde wortelen verplaatsing van maden voor te komen. Dat de uitbreiding der aantasting gedurende de periode van inkuilen niet alleen veroorzaakt wordt door een toenemen van een reeds aanwezige, ten tijde van het inkuilen niet onderkende aantasting, maar ook en vooral door het zich verplaatsen van maden binnen de kuil, wordt waarschijnlijk gemaakt door de volgende proef.

In het najaar werden ogenschijnlijk gave wortelen ingekuild; aan de beide uiteinden van de kuil werden twee partijen hevig aangetaste wortelen gebracht (zie fig. 13).

TABEL 5 Aantasting in de peenkuil

controle-datum	vaknummer	aantasting per 20 wortelen
25 februari	1	1
	2	1
	3	1
	4	1
	5	2
	6	2
	7	1
	8	6
date of sampling	*plot number*	*attack per 20 carrots*

TABLE 5 *Attack in clamp*

Bij een controle op 25 februari, waarbij van de partij gave wortelen telkens 20 penen per vakje (1 t/m 8) werden onderzocht, werd o.a. slechts een zeer lichte aantasting

TABEL 6 Aantasting in de peenkuil

controle-datum	vak no.	aantal onderzochte wortelen	aantal aangetaste wortelen	aantal maden	aantal puparië̈n
4 april, tevens	0	29	17	niet gecontroleerd	
de hele kuil	1	83	18	4	10
opgeruimd	2	87	5	0	2
	3	96	6	0	1
	4	91	0	0	0
	5	82	1	0	0
	6	87	1	0	0
	7	96	4	1	1
	8	81	7	2	3
	0	27	14	niet gecontroleerd	
date of sampling	*plot number*	*number of carrots examined*	*number of carrots attacked*	*number of maggots*	*number of puparia*

TABLE 6 *Attack in the clamp*

waargenomen (zie tabel 5); in vakje 8 was deze echter groter. De zeer lichte aantasting kan slechts verklaard worden door het zichtbaar worden van aantastingsverschijnselen als gevolg van het groeien van maden, die bij het inkuilen niet waren opgemerkt. Het ligt echter voor de hand om de verklaring van de veel grotere aantasting in vakje 8, grenzend aan de partij hevig aangetaste wortelen, te zoeken in een verplaatsing van maden vanuit de laatstgenoemde partij.

Bij de controle in het begin van april (zie tabel 6) viel op, dat de vakjes 1 en 8, resp. aan de west- en oostzijde van de partij gave wortelen, de hoogste aantasting vertoonden; de aan vak 1 grenzende vakjes 2 en 3 en het aan vak 8 grenzende perceeltje 7 zijn nu in iets mindere mate aangetast. De meer centraal gelegen perceeltjes 4, 5 en 6 zijn niet of zeer licht aangetast. Verder hebben de aan de oost- en westzijde gelegen vakjes 0, die in het najaar bij het inkuilen een zeer lichte aantasting vertoonden, nu eveneens een hoge aantasting.

Deze proef maakt dus wel duidelijk, dat maden zich in de kuil kunnen verplaatsen. Het oplopen van de temperatuur in de kuil met enkele graden Celsius zal de verplaatsing hebben bevorderd.

In het bovenstaande is gesproken over de verplaatsing van de maden in de grond en in de kuil van wortel tot wortel. Welke motieven heeft de larve nu om zich uit de wortel naar de grond te begeven?

ASHBY en WRIGHT (1946) vonden wel vervellingshuidjes in de grond, doch nimmer in de waardplant; zij concluderen daaruit, dat de larve de wortel verlaat om in de grond te vervellen.

Meestal vindt men in de wortel slechts één made, doch dit aantal kan stijgen naarmate de aantasting ernstiger is. Zo werden bij kortgroeiende wortelen van het Amsterdamse baktype tot 14 maden per peen gevonden, terwijl bij een zware aantasting van winterwortelen het aantal maden per peen nog veel hoger was, nl. tussen 30 en 40.

De in de peen aanwezige oudere maden zijn melkwit van kleur. Dergelijke maden,

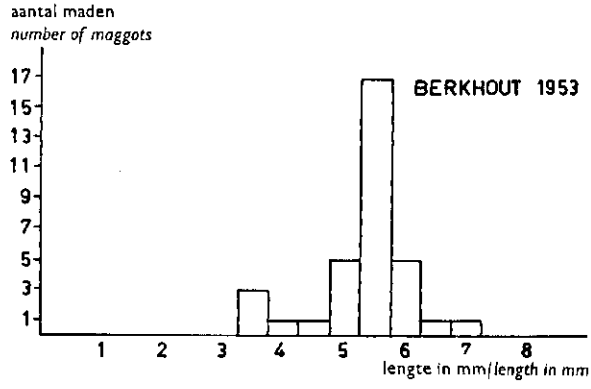


FIG. 14 Lengte maden van madenpopulatie te Berkhout 1953

FIG. 14 *Length of maggots from maggot population at Berkhout 1953*

afkomstig uit een willekeurige populatie uit Berkhout, werden gemeten (zie fig. 14).

WHITCOMB (1938) geeft als lengte voor de made op 6–9 mm; ASHBY & WRIGHT (1946) 5 to 9,9 mm; K. M. SMITH (1922) kwam voor de volwassen made tot uiterste waarden van 6–8 mm. Hoewel het aantal gemeten larven uit Berkhout niet groot is, geeft de curve van fig. 14 toch zeer duidelijk aan, dat het grootste aantal larven op dat moment een lengte had van 5,5 mm. Er is echter niet nagegaan, of deze larven reeds volgroeid waren. Een vergelijking met de gegevens van anderen is dus niet mogelijk.

De maden dragen aan het kopeinde chitineuze mondhaken, waarmede in de peen geboord wordt, waardoor de gangen ontstaan. Aan het kopeinde bevinden zich ademhalingsopeningen, nl. de prothoracale stigmata, aan het achtereinde de caudale stigmata (zie fig. 15, 16 en 17).

Voor het fotograferen was het nodig om de maden te prepareren en in een microscopisch preparaat in te sluiten. Hiervoor werd de methode gebezigd, die door de Heer NIJVELDT voor galmuggen werd toegepast. Nadat de larve gedurende een halve dag gefixeerd is in Carnoy 50:50, wordt ze bewaard in alcohol 70%. De larven worden vervolgens met een fijne insektenspeld in de zijkant aangeprikt en hierna opgehelderd door hen in een bakje met melkzuur 40% boven een waterbad zacht te verhitten. Daarna wordt de lichaamsinhoud met een paar insektenspelden uitgedrukt in gedestilleerd water, waarna het huidje in alcohol 70% wordt gewassen. Kleuring vindt gedurende een dag plaats in een kleurstofoplossing van Borax-karmijn. Als de larve gekleurd is, wordt zij teruggebracht in 70% alcohol, die per 100 cc met 0,5 cc chemisch zuiver zoutzuur is aangezuurd. Deze vloeistof dient gedurende 1–3 dagen enige malen ververst te worden, totdat geen kleurstof meer wordt afgescheiden. Daarna wordt de larve weer gewassen in alcohol 70% en voorts via alcohol 96% ingesloten in Venetiaanse terpentijn of in het inbedmiddel van Faure. Het recept van Faure werd enigszins gewijzigd door REYNE (1950). De boraxkarmijnoplossing, bestemd voor de kleuring, is in de handel verkrijgbaar of wordt op de volgende wijze bereid: 2–3 gram karmijn wordt in een mortier fijngewreven met 4 gram zuiver boraxpoeder. Dit mengsel wordt vrij lang gekookt in 100 cc gedestilleerd water. Na afkoeling wordt 100 cc alcohol 70% bijgevoegd. De oplossing moet onder herhaald omschudden en filtreren enige weken blijven staan.

FIG. 15 Larve (made) van de wortelvlieg



FIG. 15 *Larva of the carrot fly*

FIG. 16 Prothoracaal stigma



FIG. 16 *Prothoracal stigma*

De oudere maden maken soms ook gangen in de dunne hoofdwortel, die dan intact blijft, of wel in rotting overgaat (fig. 7). De meeste gangen vindt men echter in de peen (fig. 3). Deze gangen lopen meestal tamelijk oppervlakkig; bij jonge wortelen kunnen de maden echter ook wel dieper in de wortel doordringen. De larve laat in de gangen uitwerpselen achter. De aangetaste delen smaken scherp en wrang.

Om de duur van het larvestadium te bepalen, was het nodig om de maden op te kweken. Zoals gezegd, leverde dit vele moeilijkheden op. Helaas is het slechts in enkele gevallen gelukt om eimaden tot het puparíumstadium op te kweken. Hiertoe werden plantjes gekweekt in cuvetten van 35 × 35 cm, terwijl de wortels zoveel mogelijk gedwongen werden langs de glaswand te groeien. Voor één made bleek in juli en augustus de larvale ontwikkelingsduur 28 dagen, voor twee andere maden 30 dagen te bedragen. De maden werden buiten opgekweekt.

K. M. SMITH (1922) meent dat de normale duur van het larvestadium ongeveer 4 weken bedraagt, maar dat deze door lage temperaturen tot 6 à 7 weken verlengd kan worden. KÖRTING (1940) heeft na een groot aantal dieren bij het opkweken te hebben verloren, de ontwikkelingsduur bij slechts twee maden kunnen vaststellen. Hij kwam bij een gemiddelde temperatuur van 19,5 °C op resp. 46–48 dagen.

WHITCOMB (1938) vermeldt, dat bij zijn waarnemingen de ontwikkelingsduur van de made in de grond varieerde van 4 tot 7 weken; de oorzaak van deze grote variatie kon hij echter niet noemen. BALACHOWSKY & MESNIL (1936) geven voor het larvestadium een duur van 4 weken op.

In het bijzonder de eilarven zijn zeer gevoelig voor droogte. Eieren, die aan de oppervlakte van de grond zijn afgezet en fel door de zon beschenen worden, leveren meestal geen larven op. Ook kan een langdurig verblijf van de made in een vochtrijke of natte bodem (bijv. tijdens de overwintering) voor de larve en voor het puparium funest zijn.

Zo bedroeg het aantal vliegen, uitgekomen in het voorjaar uit een depot met enkele honderden maden en puparíën in een vochtrijke veenbodem, slechts 1 à 2%.

8.1.3 PUPARIUM (TONNETJE)

Zodra de made geheel volwassen is, gaat ze binnen de laatste larvehuid tot verpopping over. De larve bezit de eigenschap zich te verkorten. De laatste larvehuid verhardt geleidelijk tot een vrij stevig chitinepantser, dat de wand van het zgn. tonnetje of puparium vormt (zie fig. 18). Verschillende kleurstadia worden hierbij doorlopen. Wij zien, dat het puparium achtereenvolgens melkwit, geelwit en in latere stadia geelbruin tot donkerbruin wordt. Het puparium is gekenmerkt door een scherp afgesneden uiteinde, hetgeen een typisch Psiliden-kenmerk is. De lengte der puparíën kan sterk variëren (zie de toevalskrommen van de populaties puparíën uit Amsterdam, Uithoorn en Middelburg (fig. 19)). De oorzaak moet vermoedelijk gezocht worden in verschillen in voedingsomstandigheden van de maden.

De verpopping vindt volgens mijn bevindingen steeds in de grond plaats; nimmer heb ik een puparium van een wortelvlieg in een wortel gevonden. BALACHOWSKY & MESNIL (1936) vermelden echter behalve een verpopping in de grond ook een verpopping in het aangetaste deel van de plant. De meeste andere onderzoekers echter be-

FIG. 17 Abdominaal stigma (400 ×)

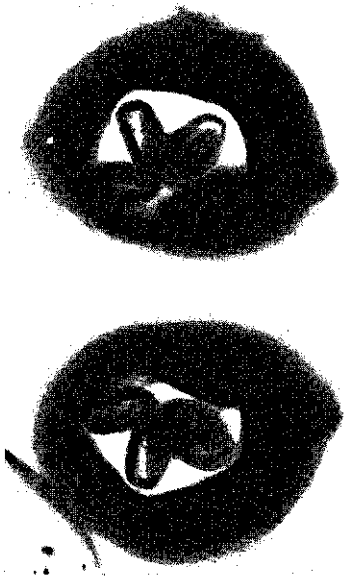


FIG. 18 Puparia van de wortelvlieg

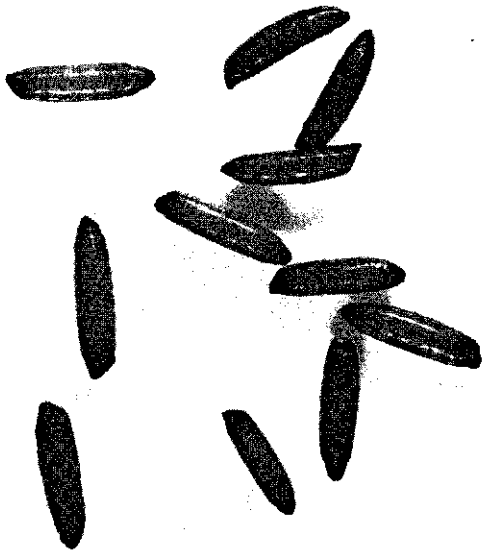


FIG. 17 *Abdominal stigma (400 ×)*

FIG. 18 *Puparia of the carrot fly*

richten, dat de puparië uitsluitend in de grond voorkomen. KÖRTING zegt, dat het verpoppen in de wortel tot de hoge uitzonderingen behoort.

Omtrent de diepte, waarop de puparië in de grond gevonden worden, kunnen de volgende waarnemingen worden vermeld (zie tabel 7).

TABEL 7 Waarnemingen omtrent de diepte, waarop puparië worden gevonden
Grondsoort: zand Jaargetijde: augustus Plaats: Noordwijk

veldje I *(plot I)*		veldje II *(plot II)*	
diepte *depth*	aantal puparië *number of puparia*	diepte *depth*	aantal puparië *number of puparia*
0– 5 cm	11	0– 5 cm	5 + 1 made
6–10 cm	22	6–10 cm	9
11–15 cm	39	11–15 cm	0
	— 72(67%)	16–20 cm	0
			14 + 1 made
16–23 cm	23		
24–30 cm	12		
	— 35(33%)		
	107		
geïnventariseerde oppervlakte: 600 cm² *surface examined: 600 cm²*		geïnventariseerde oppervlakte: 400 cm² *surface examined: 400 cm²*	

TABLE 7 *Depth on which puparia are found*
Soil: sand Season: August Locality: Noordwijk

FIG. 19 Lengte van puparië̲n van drie populaties
a. populatie Middelburg zavelgrond
b. „ Uithoorn I venige grond
b^1. „ Uithoorn II „ „
c. „ Amsterdam Oost „ „

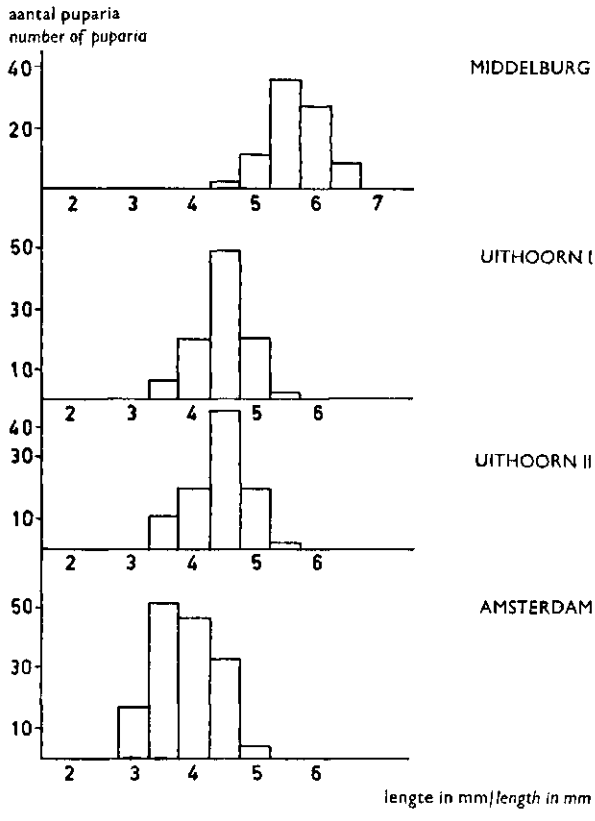


FIG. 19 *Length of puparia from three populations*
a. population Middelburg sandy loam
b. „ *Uithoorn* I *peat soil*
b^1. „ *Uithoorn II* „ „
c. „ *Amsterdam Oost* „ „

Ondanks het feit dat de bovengenoemde waarnemingen gedaan werden op een onderlinge afstand van 1 meter, blijkt dat er duidelijke verschillen in de diepteligging der puparië̲n werden gevonden. De oorzaak ligt vermoedelijk in het te hoge vochtgehalte van veldje II. Hierbij werden de puparië̲n slechts gevonden tot op een diepte van 10 cm. In een grond met normaal vochtgehalte (veldje I) echter ongeveer tot op 30 cm diepte. WHITCOMB (1938) vond 86% der puparië̲n tot een diepte van 15 cm en een klein deel (nl. 14%) op een diepte tussen 15 en 25 cm. KÖRTING (1940) vond 80% van de puparië̲n op 14 cm diepte en 20% tot op 25 cm. Hieruit blijkt,

FIG. 20 Duur van het puparíumstadium bij constante temperaturen
■ één verschenen vlieg. Bij 6°C geen vliegen verschenen

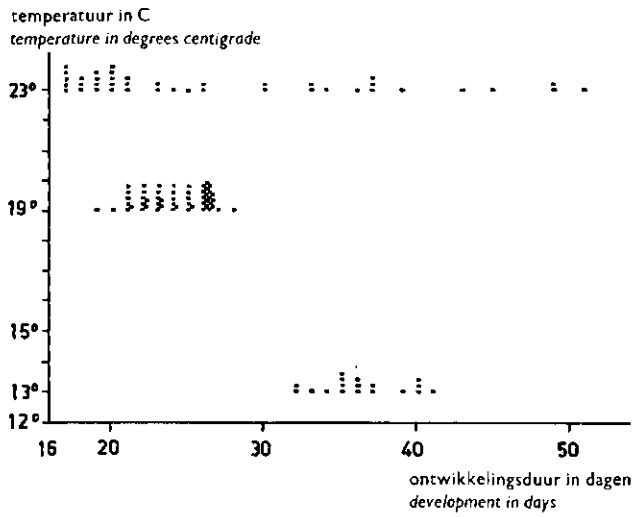


FIG. 20 *Duration of the puparium stage at constant temperatures*
■ *one fly emerged. No flies emerged at 6°C*

dat het merendeel der puparíën op een diepte tussen 0 en 15 cm wordt gevonden.

De resultaten van eigen waarnemingen omtrent de duur van het puparíumstadium bij verschillende constante temperaturen en maximale luchtvochtigheid zijn weergegeven in fig. 20.

In het bijzonder bij 23°C valt de grote variabiliteit in de ontwikkelingsduur op, nl. van 17–51 dagen. Bovendien bleef een gedeelte der puparíën overliggen en leverde pas in het volgende voorjaar vliegen op. Verder kwamen bij 6°C geen vliegen uit.

Vermeld moet worden, dat de puparíën, gebezigd voor de waarnemingen bij temperaturen van 6°C, 13°C, 19°C en 23°C, afkomstig waren van één populatie.

Ook KÖRTING (1940) nam zeer grote verschillen in duur van het puparíumstadium waar, nl. van 4–33 dagen bij kamertemperatuur met schommelingen tussen 18° en 24°C. Voor puparíën in het vrije veld kan de duur van het puparíumstadium nog veel langer zijn. Uit larven die door KÖRTING in maart gevonden werden, ontwikkelden zich vliegen, die pas in de derde decade van juli verschenen; de ontwikkelingsduur bedroeg hier dus ongeveer 4 maanden. Ook K. M. SMITH (1922) geeft aan, dat sommige puparíën na een maand uitkwamen, terwijl andere pas na 3 maanden of na nog veel langere tijd vliegen opleverden. In het laatste geval bleven de puparíën de winter overliggen. GORHAM (1934) geeft voor de duur van het puparíumstadium een periode op van 21 dagen; SAVZDARG (1927) 14 dagen, terwijl SORAUER (1932) 8 dagen vermeldt. WHITCOMB (1938) noteert, dat de puparíën in het jaar 1928 in de grond na gemiddeld 30,8 dagen uitkwamen. In 1930 bleken er twee groepen te zijn, waarvan de ene 7 weken en de andere 4 weken nodig had om vliegen op te leveren.

Uit deze grote verschillen in de waarnemingsresultaten van verschillende onderzoekers moet men opmaken, dat de aard der puparien sterk verschillend kan zijn. Wellicht vindt dit zijn oorzaak in de voorgeschiedenis, nl. de levensomstandigheden der maden. Uit eigen waarnemingen bleek, dat maden zich bij gebrek aan voedsel uit nood kunnen verpoppen. Een andere oorzaak voor de grote verschillen in de ontwikkelingsduur is het overliggen van puparien tot het volgende jaar. Dit overliggen kan reeds plaats vinden bij puparien van de 1e generatie, doch ook bij die van de 2e generatie.

Volgens WHITCOMB (1938) zijn in verband met het percentage uitgekomen vliegen de meest gunstige temperaturen voor de ontwikkeling der puparien gelegen bij 65°F (18,3°C). De ontwikkeling der puparien gaat bij 75°F (23,9°C) echter sneller (zie tabel 8).

TABEL 8 Invloed van de temperatuur op het verschijnen van de vliegen (naar Whitcomb)

temperatuur	% uitgekomen vliegen	gemiddelde datum van verschijnen	
		1931	1932
55°F (= 12,8°C)	84	21 mei	31 mei
65°F (= 18,3°C)	88	22 mei	19 mei
75°F (= 23,9°C)	44	18 mei	15 mei
85°F (= 29,5°C)	0	–	–
temperature	*% of flies emerged*	*average date of emergence*	

TABLE 8 *Emergence of carrot rust fly at constant temperatures (after* WHITCOMB)

Wanneer men in de literatuur over de duur van het pupariumstadium spreekt, dan bedoelt men steeds de duur van dit stadium in het voorjaar, de zomer of het najaar. Puparien kunnen echter ook de winter blijven overliggen. De vliegen uit deze puparia verschijnen pas in het volgende voorjaar. In dit geval is de duur van het pupariumstadium natuurlijk veel langer; in sommige gevallen bedraagt hij bijna een jaar. Temperatuur en vochtigheid kunnen invloed uitoefenen op de duur van het pupariumstadium. Naarmate de temperatuur hoger is, wordt de ontwikkelingsduur bekort (zie ook blz. 35, invloed van temperatuur op duur van pupariumstadium). Een zeer lage vochtigheidstoestand van het milieu kan tot gevolg hebben, dat de puparia verdrogen.

Het blijven overliggen van puparien en larven

MAAN (1945) vermeldt voor de uievlieg *(Chortophila antiqua* MEIG.), dat puparien de winter kunnen blijven overliggen. Hij noemt enkele factoren, die hiervoor verantwoordelijk kunnen zijn, nl. droogte, voedingstoestand en erfelijke eigenschappen.

Volgens SPEYER (1937) kunnen puparien van de kersevlieg *(Rhagoletis cerasi* L.) minstens vier jaren achtereen blijven overliggen. Van talrijke puparien van de kersevlieg, die de schrijver in 1933 opkweekte, kwamen 82% in 1934 uit, 5,7% in 1935, 3,2% in 1936 en 0,36% in 1937. Het maakte de indruk, dat het restant het laatstgenoemde jaar nog levensvatbaar was.

BARNES H. F. (1956) deelt mede, dat bij de galmug *Sitodiplosis mosellana* GÉHIN de volwassen larven een diapauzetoestand van 13 jaar kunnen doormaken.

SLINGERLAND (1894) deelt reeds in 1894 voor de kleine koolvlieg (*Chortophila brassicae* BCHÉ) mede, dat puparien van de eerste generatie in diapauze kunnen gaan. Vervolgens vond VASINA (1927) steeds, dat van alle generaties een zeker percentage puparien overwintert. Hij heeft zelfs waargenomen, dat dit voor 38 % van de eerste generatie het geval kan zijn. Aanvankelijk vermeldt DE WILDE (1947), dat steeds alle puparien van de eerste en tweede generatie in hetzelfde jaar hier te lande een vlieg opleveren. Later in 1958 deelde hij mondeling mede, dat bij de kleine koolvlieg in ons land het overliggen van puparien waargenomen is.

Voor de aspergevlieg *Platyparea poeciloptera* SCHRANK verklaart NIJVELDT (1953) geen overliggen waargenomen te hebben van puparien bij de enige generatie die ieder jaar voorkomt.

Dat puparien van de wortelvlieg kunnen blijven overliggen, bleek uit het volgende. Een depot met puparien van de eerste generatie, afkomstig uit Berkhout, leverde in het volgende jaar te Amsterdam vliegen op. Van de 24 in de herfst aanwezige puparien werden 6 vliegen verkregen op 12/5, 17/5, 19/5, 21/5 en 29/5. Het restant was niet levensvatbaar of in de winter vergaan. Ook te Berkhout werden gegevens omtrent het overliggen verzameld. Van de 113 puparien van de eerste generatie 1951 werden in 1952 totaal 24 vliegen verkregen en wel op 9/5, 14/5, 17/5, 22/5, 27/5, 28/5, 30/5, 31/5, 1/6, 4/6, 6/6, 9/6, 12/6, 13/6, 15/6, 17/6, 20/6 en 29/6.

Opvallend is, dat het verschijnen der vliegen geheel overeenkomt met het verschijnen der vliegen uit depots, aangelegd met puparien, verzameld in de herfst van 1951. Ook hier zien wij een even grote spreiding.

8.1.4 IMAGO (VLIEG)

8.1.4.1 Uitkomen

Bij het uitkomen drukt de vlieg met behulp van zijn voorhoofdsblaas of ptilinum het puparium aan de voorzijde open en werkt zich door de aldus ontstane opening naar buiten (fig. 21). De huid van het puparium blijft met het opengeslagen 'deksel' in de grond achter (fig. 22). Daar de puparia zich van 4 tot 30 cm diepte in de grond bevinden, moet de vlieg zich door de grond naar de oppervlakte begeven, hetgeen mogelijk wordt gemaakt door een beurtelings in- en uitstulpen van de voorhoofdsblaas, resp. samengaand met een strekken en intrekken van de poten (zie fig. 23). Door het uitstulpen van de voorhoofdsblaas wordt de grond boven de kop van de vlieg weggeduwd. Bij het intrekken van de voorhoofdsblaas zet de vlieg zich met haar poten af en vult de vrijgekomen ruimte weer op. Aldus werkt de vlieg zich geleidelijk naar boven (DE WILDE, 1947). Volgens mijn waarnemingen is de daarbij gevolgde weg meestal zeer grillig, zelfs in losse zandige grond.

Als de vlieg de oppervlakte heeft bereikt, bevinden zich op de plaats van de vleugels nog slechts korte vleugelstompjes, die zich echter spoedig gaan ontplooien tot normale vleugels (zie fig. 23). De voorhoofdsblaas wordt ingetrokken; bij de vlieg duidt later alleen de frontale naad (sutura frontalis) nog op haar aanwezigheid.

FIG. 21 Imago, bezig het puparium te verlaten

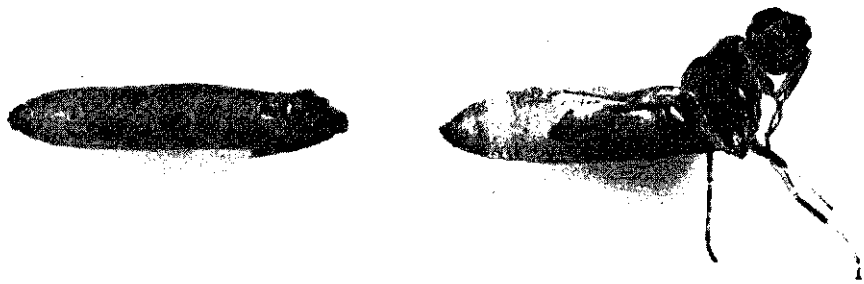


FIG. 21 *Adult, in the act of leaving the puparium*

De volwassen vlieg is vrij slank. Zij heeft een geelbruine kop en een zwart, metaalachtig glanzend borststuk en achterlijf. De poten zijn lichtgeel tot geelbruin; de ogen donkerbruin. De beharing is licht. De doorschijnende vleugels zijn in de ruststand naar achteren gericht (zie fig. 24). De lengte van de vlieg is ongeveer 0,4 cm. Mannetjes en wijfjes zijn in het veld te onderscheiden door de verschillen in de vorm van het achterlijf. Bij het wijfje loopt het achterlijf naar het uiteinde spits toe; soms is ook de legbuis reeds min of meer zichtbaar. Bij het mannetje is het achterlijf over vrijwel de hele lengte even breed; bovendien is het aan het uiteinde afgerond. Aanvankelijk werd gedacht, dat de kleur van het derde antennelid een determinatiekenmerk voor de soort zou zijn. De onderzoekingen van BROEDER THEOWALD (1954) hebben echter aangetoond, dat de kleur van het derde antennelid niet als determinatie-kenmerk gebruikt kan worden. Een zeer goed determinatie-kenmerk voor de soort is echter de bouw van het hypopygium. Hiermede kan men *Psila nigricornis* van chrysant en sla duidelijk onderkennen van *Psila rosae*, de soort, die steeds uit wortelen gekweekt wordt (zie ook HENNIG, 1941).

8.1.4.2 Verplaatsing

Waarnemingen van de heren WATTEL en VAN DER VEN, hoofdassistenten van de Rijkstuinbouwvoorlichtingsdienst, wijzen er op, dat de wortelvlieg in staat is grote afstanden af te leggen. Zij vermeldden in 1951 het volgende: In het najaar en in de

FIG. 22 Puparіumhuidjes met opening, waardoor het imago het huidje heeft verlaten



FIG. 22 *Puparium skins with aperture through which the adult has left the skin*

FIG. 23 Juist uit het puparium verschenen imago



FIG. 23 *Adult just emerged from the puparium*

winter van 1944 zomede in het voorjaar van 1945 werden door oorlogshandelingen grote gedeelten van de eilanden Walcheren en Overflakkee geïnundeerd. De inundatie duurde tot in 1946. Na de oorlog werd in de drooggelegde polders na één à twee jaar weer peen geteeld, die al spoedig weer aantasting door de wortelvlieg vertoonde.

Aangenomen mag worden, dat de maandenlange inundatie op Walcheren met zout water, de in de grond aanwezige puparia heeft vernietigd; de nieuwe infectie zou dan dus moeten hebben plaats gehad door aangevlogen vliegen.

EYER (1922) noemt de wind als transportmiddel, terwijl WILLIAMS (1951) vermeldt, dat ook thermiek bij dit transport een belangrijke rol kan spelen; hij noemt als voorbeeld het feit, dat Dipteren tot 14000 voet (4600 m) hoogte in de lucht zijn gevonden.

FIG. 24 Imago van de wortelvlieg

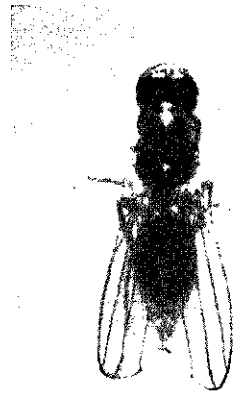


FIG. 24 *Adult of the carrot fly*

Bij ongunstige weersomstandigheden (regen, harde wind, droogte of felle zon) trekken de vliegen zich meestal uit de wortelvelden terug en begeven zich dan naar schuilplaatsen, zoals ruigten en struikgewas langs velden, dijken, wegen en sloten, doch ook wel hoge cultuurgewassen (o.a. aardappels) (zie ook BAKER, KETTRINGHAM, BRAY and WHITE, 1942). Waarnemingen van VAN DER VLIET (1950) wijzen er op, dat de vliegen zich over het algemeen niet over grote afstanden hoeven te verplaatsen en meestal weer in de nabijheid van de plaats van uitkomen gelegen velden infecteren. Wortelvliegen werden door mij buiten de velden aangetroffen op wilg *(Salix* spec.), hop *(Humulus lupulus* L.), brandnetel *(Urtica dioica* L.), dovenetel *(Lamium album* L.), fluitekruid *(Anthriscus silvestris* HOFFM.) en op aardappel *(Solanum tuberosum* L.) en witlof *(Cichorium intybus* L.) als cultuurgewassen; voorts incidenteel bij andere beschutting gevende planten. K. M. SMITH (1922) vond de wortelvlieg behalve op fluitekruid *(Anthriscus silvestris* HOFFM.) ook op bereklauw *(Heracleum Sphondylium* L.) en vraagt zich af of deze misschien ook als waardplanten kunnen optreden (zie blz. 10).

8.1.4.3 Voedsel

Hoewel wij bij vliegen in gevangenschap opname van water en suikerwater waarnamen, werd door mij slechts één keer in het veld een bezoek aan bloemen (van tabak) waargenomen. Op bloeischermen van schermbloemigen, die ten tijde van de lentevlucht van de wortelvlieg volop bloeien, zijn door mij nooit wortelvliegen waargenomen, ondanks het feit dat de honing in de schermen van deze Umbelliferen voor vele insecten gemakkelijk te bereiken is, reden waarom de bloemschermen dan ook druk worden bezocht door vele soorten insecten, w.o. vliegen, kevers, mieren enz.

8.1.4.4 Activiteit onder invloed van klimaatsfactoren

Eigen waarnemingen toonden aan, dat de vliegen reeds bij 14 °C enige activiteit kunnen vertonen; bij 18 °C echter werden in het veld vluchten waargenomen.

Te Berkhout werden op wortelvelden hieromtrent waarnemingen verricht. In de zomer werden in augustus bij bedekte lucht, een temperatuur oplopend van 18–20 °C en een relatieve luchtvochtigheid van 75–80% tussen het wortelloof tussen 10 en 16 uur rondvliegende exemplaren waargenomen. Daarentegen werden 2 weken later op hetzelfde veld bij een relatieve luchtvochtigheid van 72% en een temperatuur van 18–20 °C bij zonnig weer tussen 14 en 16 uur, geen actieve vliegen waargenomen. Na 16 uur nam de zonneschijn af; de temperatuur daalde tot 18 °C en de luchtvochtigheid steeg tot 75%. De vliegen werden toen weer actief en tegen 17 uur zochten vele exemplaren al vliegend van plant tot plant geschikte plaatsen voor oviposite op.

Ook PETHERBRIDGE & WRIGHT (1943) vermelden, dat de wortelvliegen op warme dagen pas actief worden na ± 17 uur om dan vanuit de hagen om de velden, vluchten te maken naar de wortelvelden. Bij warm, doch bewolkt weer waren zij echter de hele dag op de velden te vinden. Sterke zonneschijn schijnt dus remmend te werken op de vliegactiviteiten.

Copulatie kan reeds vrij snel na het te voorschijn komen der vliegen plaatsvinden.

In het veld namen wij copulerende vliegen meestal waar in de namiddag en dan vooral op beschutte plaatsen.

8.1.4.5 Oviposite

Het leggen van eieren kan volgens eigen waarnemingen reeds één of twee dagen na het uitkomen der vliegen plaats vinden. Dit is in overeenstemming met de ervaringen van KÖRTING (1940) en WHITCOMB (1938). In de natuur wordt de eiafzetting echter vaak door ongunstige weersomstandigheden belemmerd, zodat daar de eerste eiafzetting vaak pas veel later na het uitkomen plaats heeft.

Van een duidelijke preovipositie-periode is bij de wortelvlieg geen sprake. Hoewel de vliegen aanvankelijk in gevangenschap niet tot oviposite gebracht konden worden, werden tenslotte goede resultaten verkregen met de methode van KÖRTING (1940). Hierbij wordt een met paraffine doordrenkte schijf filtreerpapier als een koolkraag aangebracht om de voet van een wortelplant, die zich in een pot bevindt. De schijf wordt vervolgens met een laagje vochtige grond bestrooid. Daarna werd om de plant een cilindervormig kooitje gezet, dat gedeeltelijk met gaas en gedeeltelijk met doorzichtig plastic was bespannen. Hierin werd vervolgens een paar wortelvliegen gebracht. De sneeuwwitte eieren werden in het laagje grond afgezet en door ons met behulp van een bril met 3 voudige vergroting weggezocht. Ook werd de grond wel in water gebracht, waarna de eieren, die dan boven kwamen drijven, geïsoleerd konden worden.

Het leggen van eieren heb ik hierbij meermalen kunnen waarnemen. De vlieg tast hierbij eerst met haar legbuis de grond af en drukt tenslotte de legbuis met gekromd achterlijf vrij diep in de aarde. Het gedrag was bij losse, lichte gronden en bij zwaardere gronden steeds hetzelfde. Bij de zwaardere gronden worden de eieren onder de kluitjes of in spleetjes gelegd. Afzetten van eieren op het loof, dat MILES (1945) als normaal beschouwt, werd door mij slechts bij hoge uitzondering waargenomen. Dit laatste is in overeenstemming met de waarnemingen van WHITCOMB (1938).

GREENHOWE (1930) en MILES (1945) vermoeden, dat de wortelvlieg de wortelplantjes door de geur opspoort.

WHITCOMB (1938) heeft waarnemingen verricht omtrent de oviposite bij verschillende temperaturen. Zijn resultaten zijn opgenomen in Tabel 9.

WHITCOMB (1929) vermeldt dat de meest productieve wijfjes 20–25 eieren legden. KÖRTING (1940) vond echter veel grotere aantallen, nl. 40–167 eieren per wijfje. Ik noteerde bij waarnemingen aan 6 wijfjes een variatie van 5–22 eieren per wijfje.

8.1.4.6 Levensduur

De levensduur van 16 door mij in gevangenschap gekweekte vliegen varieerde van 10–24 dagen. De vliegen werden gehouden in cilindervormige kooitjes waarin wortelplantjes. Het voedsel bestond uit een 5% oplossing van suiker in water. KÖRTING (1940) deed afzonderlijke waarnemingen bij wijfjes en bij mannetjes. Hij vond voor de wijfjes een gemiddelde levensduur van 32,2 dagen (wisselend van 13–51 dagen) en

TABEL 9 Levensduur en voortplanting van de wortelvlieg bij constante temperatuur (naar WHITCOMB)

[1]) Het vermeerderingsgetal wordt verkregen door de gemiddelde levensduur te vermenigvuldigen met het gemiddelde aantal eieren, dat een vlieg per dag legt

constante temperatuur	gemiddelde levensduur van de vlieg	gemiddeld aantal eieren per per vlieg per dag	vermeerderingsgetal[1])
55 °F (12,8 °C)	11,1	10,7	118,77
65 °F (18,3 °C)	7,5	18,6	139,50
75 °F (23,9 °C)	4,4	4,8	21,12
85 °F (29,4 °C)	3,8	5,1	19,38
constant temperature	*average duration of life of the flies in days*	*average number of eggs per fly per day*	*reproduction ratio*

TABLE 9 *Relation of constant temperature to the life and oviposition of the carrot rust fly (after* WHITCOMB)

[1]) *The reproduction ratio is determined by multiplying the average length of life by the average number of the eggs laid per day*

voor de mannetjes een gemiddelde levensduur van 16,7 dagen (wisselend van 5–29 dagen). De mannetjes leefden dus aanmerkelijk korter. Ook K. M. SMITH (1922) vermeldt voor de mannetjes een veel kortere levensduur (14–17 dagen) dan voor de wijfjes (38–45 dagen). Wanneer KÖRTING (1940) vliegen voedde met een 5% oplossing van suiker in water, bleek de levensduur langer te zijn dan wanneer de vliegen uitsluitend water kregen. In dit laatste geval was de gemiddelde levensduur van 25 individuen 7,8 dagen (wisselend van 2–24 dagen). WHITCOMB (1929) vond bij vliegen in gevangenschap lagere waarden. Zijn gemiddelde was 4,3 dagen; het maximum bedroeg 11 dagen.

8.2 ONTWIKKELINGSCYCLUS EN JAARCYCLUS

Volgens de door mij verzamelde gegevens komt men voor Nederland – wat de duur van de ontwikkeling van ei-imago-ei betreft – tot de waarden, vermeld in tabel 10.

TABEL 10 Duur van de verschillende ontwikkelingsstadia

eistadium *(eggstage)*	van 7 dagen	–	13,5 dagen
larve stadium *(larval stage)*	van 28 dagen	–	30 dagen
puparium stadium *(puparium stage)*	van 17 dagen	–	51 dagen
tijdsverloop tussen het verschijnen van de vliegen en de eiafzetting *(period between emergence of adults and oviposition*	van 1 dag	–	±10 dagen
	minimum 53 dagen		maximum ±104,5 dagen

TABLE 10 *Duration of the various stages of development in days*

De duur van 53 dagen moet dan beschouwd worden als de minimum duur, die van 104,5 dag als maximum voor de zomermaanden. Aangezien zowel larve als puparium kunnen overwinteren, kan de ontwikkelingsduur van elk dezer stadia – en daarmede van de gehele levenscyclus – nog sterk verlengd worden. De totale ontwikkelingsduur kan hierdoor soms zelfs bijna een jaar bedragen. De naar de omstandigheden uiteenlopende duur van de ontwikkeling kan ten dele een verklaring geven voor het sterk gerekte karakter van de voorjaars-, zomer- en herfstvlucht (zie hoofdstuk 8.4).

Voor de jaarcyclus zie men blz. 47, fig. 26.

8.3 OVERWINTERING

Overwintering van het imago is in Nederland nog nooit waargenomen. Evenmin biedt onze Hollandse winter voor het ei een kans om dit jaargetijde door te komen. Daarentegen werden in de winter wel veel larven gevonden. Zo werden in maart op een wortelveld, waarvan de wortelen de hele winter op het veld hadden gestaan, larven gevonden. Vele wortelen waren door vorst voos geworden en in rotting overgegaan. Aangezien de voze en rotte wortels voor de made een ongunstig milieu vormen, hadden deze zich in de grond begeven. Hieruit blijkt, dat de maden lichte vorst kunnen verdragen. Naast overwintering in het wortelveld kan de larve ook bij ingekuilde wortelen overwinteren. De temperatuur blijft in de kuil over het algemeen boven het nulpunt. Het aantal in de kuil overwinterende larven kan vrij groot zijn, zodat in het voorjaar vanuit de plaatsen waar de kuilen zijn geweest een vrij belangrijke vlucht kan plaats vinden. Ook BARNES (1942) wijst hierop en acht daarom een bestrijding van de larven en puparia op de plaatsen, waar kuilen zijn geweest, noodzakelijk (zie ook blz. 91).

De late maden van de tweede generatie en de larven van de derde generatie overwinteren óf in de grond, óf in de kuil óf in wortelen van ondergooierspeen.

Het meest algemene overwinteringsstadium is echter het puparium. Deze puparia zijn voornamelijk afkomstig van de tweede generatie, immers de puparia van deze generatie worden in de maanden september en october gevormd. Zij blijven in de grond overliggen tot het volgend voorjaar of tot het begin van de zomer. Maar ook van de eerste generatie kunnen puparia – gevormd in juni, juli of augustus – de winter blijven overliggen. Zij leveren dan in het volgende voorjaar weer vliegen op.

8.4 FENOLOGIE

8.4.1 INLEIDING

Het onderzoek naar de bestrijding van de wortelvlieg maakte een uitvoerig onderzoek naar de fenologie van het insekt noodzakelijk. Dit werd uitgevoerd op een aantal plaatsen, verspreid over Nederland (zie fig. 27, blz. 49). In de eerste plaats was het gewenst om te weten wanneer de eerste vliegen in het veld verschijnen, hoe lang de periode duurt, waarin de vliegen te voorschijn komen, hoeveel vluchten en generaties jaarlijks optreden en welke generaties voor de teelt de grootste bedreiging vormen.

Het feit, dat bij het begin van dit onderzoek (1942) nog slechts insekticiden met korte nawerkingsduur bij de bestrijding ter beschikking stonden, maakte een nauwkeurig vaststellen van de juiste tijdstippen van toepassing der middelen wel zeer noodzakelijk. Daarbij kwam, dat bij de teelt van wortelen met een lange ontwikkelingsduur de insekticiden meer dan één maal toegediend moesten worden, wilde de bestrijding enig resultaat boeken. Om dit aantal toepassingen zo veel mogelijk te beperken, moest onderzocht worden hoeveel generaties en daarmede hoeveel vliegtijden van het insect per jaar optraden. Daartoe moest de fenologie van het insekt grondig in studie genomen worden, immers de onderzoekingen van LEEFMANS (1937, 1938, 1939, 1940), de grondlegger van de toegepaste insektenfenologie in Nederland, hadden aangetoond, hoe belangrijk fenologisch onderzoek juist in dit verband is.

8.4.2 FENOLOGISCH ONDERZOEK IN HET BUITENLAND

KÖRTING (1940) verrichtte fenologische waarnemingen met vangbakken voorzien van een gazen dak.

Het viel hem daarbij op, dat het verschijnen van de vliegen zich over een langgerekte periode uitstrekte, nl. van begin mei tot in de derde decade van juli. De in deze periode verschenen vliegen kwamen voort uit puparië̈n, die overwinterd hadden. Uit vangbakwaarnemingen en sleepnetvangsten in het vrije veld bleek verder, dat de vliegen van de daaropvolgende generatie (= eerste generatie) aanwezig waren vanaf einde augustus of begin september tot einde november. Eiafzetting vond plaats vanaf juni, maar hoofdzakelijk in juli en ook nog in augustus. Vanaf einde juni werden jonge larven in de wortelen gevonden. Vooral in augustus waren larven talrijk. Een gedeelte van de puparië̈n van de eerste generatie bleef het najaar en winter overliggen. De imagines die in september verschenen, gingen dadelijk tot eiafzetting over. De uit deze eieren verschenen maden gingen niet alle voor de winter in het puparium stadium over. Overwintering vond dus zowel in het larve- als in het puparium stadium plaats. Tenslotte deelt KÖRTING mee in het gebied van Aschersleben gedurende de jaren 1931–1938 jaarlijks slechts twee generaties te hebben waargenomen.

WHITCOMB (1938) geeft de levenscyclus aanschouwelijk in grafieken weer. Hieruit ziet men, dat de vliegen van de eerste vlucht omstreeks half mei beginnen te verschijnen. De eerste vlucht eindigt in de eerste decade van juli. De periode van eileggen valt iets later; zij eindigt ongeveer in de tweede decade van juli. Larven zijn in de wortelen te vinden vanaf begin juni tot eind juli, terwijl puparië̈n vanaf half juli tot begin september aanwezig zijn. Vliegen van de tweede vlucht verschijnen vanaf de derde decade van juli tot begin september. Eieren zijn aanwezig van eind juli tot ongeveer 20 september. De larven van deze generatie worden gevonden vanaf ongeveer begin augustus tot eind oktober, de puparië̈n van begin september tot begin november. Uit de grafiek die WHITCOMB (1938) publiceert valt niet met zekerheid op te maken, waarom het einde van de periode waarin puparië̈n aanwezig zijn reeds in het begin van november geplaatst wordt, terwijl WHITCOMB zelf vermeldt, dat de puparië̈n overwinteren. De imagines van de tweede generatie vliegen over een korte periode, nl. van begin oktober tot begin november. WHITCOMB verkreeg in het insectarium geen derde

generatie, maar hij is ervan overtuigd, dat zich in het veld in sommige seizoenen maden van een derde generatie kunnen ontwikkelen.

8.4.3 FENOLOGISCH ONDERZOEK IN NEDERLAND

8.4.3.1 Inleiding

VAN DER SLIKKE (1944) heeft in 1938 en 1939 met behulp van vangbakken enige fenologische waarnemingen te Berlikum in Friesland verricht. Zo werd in het jaar 1938 aldaar een verschijningsperiode van korte duur, nl. van 12 juni tot 25 juni, vastgesteld. Deze periode viel dus vrij laat. In 1939 werden te Berlikum weer waarnemingen verricht, toen echter met een geheel ander resultaat. De verschijningsperiode begon op 19 mei en eindigde op 15 juli; zij strekte zich toen dus uit over een periode van bijna twee maanden. De waarnemingen werden steeds verricht aan de eerste of voorjaarsvlucht. Ervaringen omtrent een zomer- of herfstvlucht worden niet vermeld.

Alvorens over te gaan tot een bespreking van de resultaten van het eigen onderzoek, dient eerst de werkmethode besproken te worden.

8.4.3.2 Werkmethode

Oorspronkelijk werd gewerkt met een vangbak volgens het ontwerp van LEEFMANS (1937), die de vangbak hier te lande bij het onderzoek naar de koolgalmug invoerde. Bij deze vangbak wordt gebruik gemaakt van de eigenschap, dat vliegen na verschijnen uit de grond worden aangetrokken door het licht.

Fig. 25 geeft enkele vangbakken van het type met gazen bovenzijde te zien. De vangbak wordt elke dag tijdelijk donker gemaakt met behulp van zeildoek of ander verduisteringsmateriaal; de insekten begeven zich dan naar de opening met de glazen vangbuis. Hierin kunnen zij gemakkelijk bekeken en geteld worden.

FIG. 25 Vangbakken met gazen bovenzijde en zeildoek voor het verduisteren

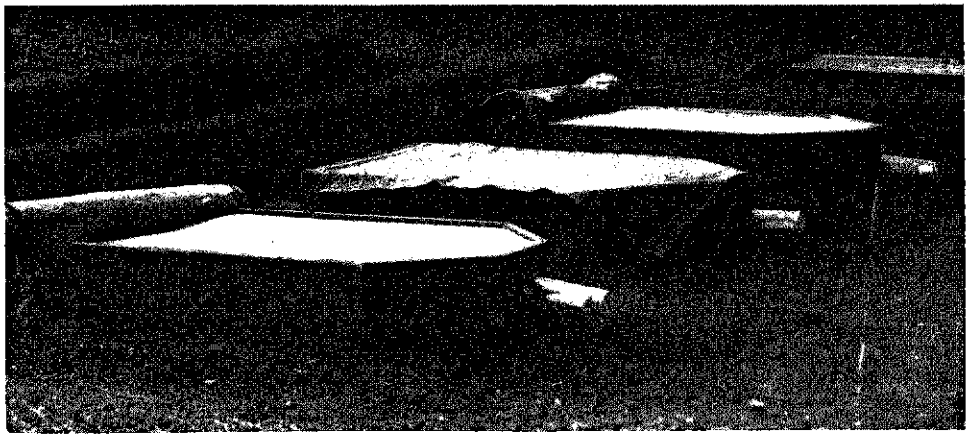


FIG. 25 *Emergence cages with gauze upperside and canvas for darkening*

In afwijking van het bovenbeschreven model moest echter in de oorlogsjaren door gebrek aan gaas, de vangbak geheel van hout worden gemaakt. Deze vangbakken werden geplaatst op een zwaar besmette plek, bijv. op een „kuil" of een plek met sterk aangetaste wortelen. In het geval, dat het verrichten van de dagelijkse waarnemingen werd bemoeilijkt door het feit, dat de woning van de waarnemer en het besmette terrein te ver van elkaar gelegen waren, werd een kunstmatig depot van puparië̈n en maden dicht bij de woning van de waarnemer aangelegd.

Aangezien de afmetingen van de depots klein waren, werden ook bijpassende kleine vangbakjes gebezigd. Bij de depotwaarnemingen viel het op dat het aantal in het voorjaar verschijnende vliegen gering was vergeleken met het aantal in de depots gebrachte puparië̈n. De overwintering in de grond, hetzij op de natuurlijke standplaats, hetzij in depots, gaf vaak grote moeilijkheden, waarvan in het bijzonder de vochtigheid van de grond in het najaar en de winter de oorzaak was. Dit bleek vooral bij depots in vochtige veengrond, waar uit een paar honderd overwinterde puparië̈n in het voorjaar slechts enkele vliegen verschenen, terwijl in een afgesloten vangbuis met matig vochtige veengrond ongeveer 70% van de puparië̈n vliegen opleverde. Deze ervaring komt overeen met hetgeen men in Sloten (N.H.) op veengrond vaak bij de cultuur van wortelen in de praktijk heeft ondervonden. Het is opgevallen, dat wanneer in het najaar de aantasting aldaar groot was geweest, men in het volgend voorjaar bijna altijd weinig of geen schade door de wortelvlieg ondervond.

Toen wij de puparië̈n in het vervolg in bakjes of gazen houders met matig vochtige grond, beschut tegen regen onder een afdak of in een koele schuur gedurende het najaar en de winter gingen overhouden, leverden de depots het volgende voorjaar in het algemeen veel grotere aantallen vliegen op.

De vangbakmethode werd later geleidelijk geperfectioneerd, o.a. door het in gebruik nemen van vangbakken met gazen bovenzijde. Het verduisteren door het leggen van zeildoek over het gaas geschiedde hierbij gedurende kortere tijd (ongeveer een half uur), terwijl bij koel weer door kloppen of door het inblazen van tabaksrook de vliegen naar de vangbuizen werden verdreven. In het jaar 1952 is ook met de vangfuik of vangtrechter volgens ontwerp van VAN DINTHER (1953) geëxperimenteerd. Bij deze geheel gazen trechter, die gebouwd is in de vorm van een fuik, wordt eveneens gebruik gemaakt van de lichtgevoeligheid der insecten. Ze worden aangetrokken door de lichte bovenzijde – een jampot – en kunnen hierin gemakkelijk gevangen worden.

De vangbakken met gazen dak beantwoorden meer aan een milieu met natuurlijke omstandigheden dan de bakken met een houten plafond. In het algemeen is het aantal vliegen, dat in de bakken met gazen deksel verschijnt, groter dan dat in de bakken met houten deksel. In het vervolg werden dan ook de waarnemingen verricht met vangbakken, voorzien van een gazen dak.

De resultaten met de vangfuik waren eveneens goed. Deze is ook gemakkelijk in het gebruik, omdat zij niet verduisterd behoeft te worden. Slechts bij lage temperaturen blijven de vliegen in de trechter zitten en laten zich uitsluitend door kloppen en tabaksrook verdrijven naar de jampot.

8.4.3.3 Jaarcyclus

Uit de verzamelde gegevens kon de jaarcyclus van de wortelvlieg voor Nederland geconstrueerd worden (zie fig. 26). De vliegen van de eerste vlucht verschijnen eind april, begin mei; zij zijn in mei en juni het talrijkst op het veld. Eieren en maden volgen de vliegen op de voet. Puparië worden in juni, juli en augustus gevormd. De

FIG. 26 Jaarcyclus *Psila rosae* F.

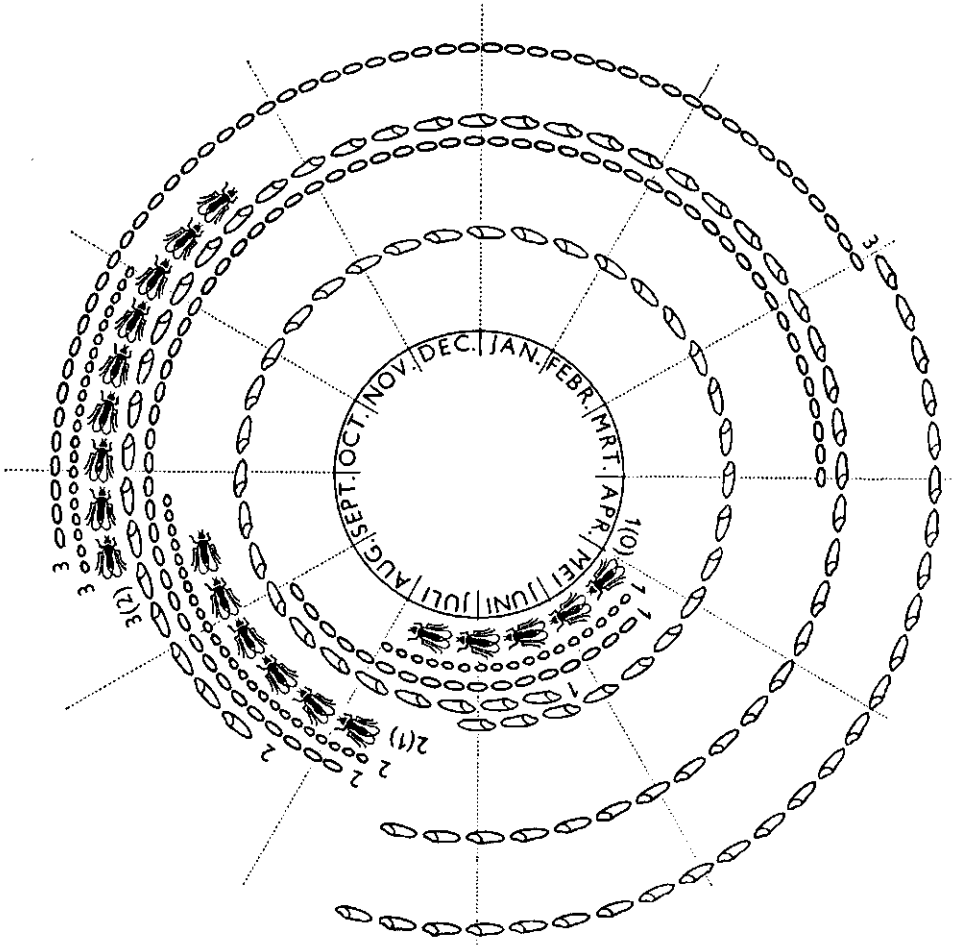


FIG. 26 *Year cycle* Psila rosae F.

meeste van deze puparia leveren in de loop van juli, augustus en september vliegen op van de eerste generatie; zij vormen de tweede vlucht. Een klein gedeelte der puparië blijft overliggen tot in het volgende voorjaar.

Soms wordt plaatselijk het verschijnen van de vliegen van de tweede vlucht – vermoedelijk door klimatologische omstandigheden – verlaat. Zo begon de zomervlucht te Berkhout in 1950 pas in de loop van augustus.

De 2e vlucht kan tot in de eerste helft van september aanhouden (zie grafieken Berkhout van 1950, 1951, 1952 op blz. 60). Ook in de zomer volgen eieren en maden de vliegen snel op. Puparië kunnen in de loop van augustus verwacht worden. Hieruit verschijnt de derde of herfstvlucht (dit zijn de vliegen van de tweede generatie), die in de eerste helft van september begint. Het uitkomen van deze vliegen kan tot in november aanhouden (zie fig. 36 op pag. 61).

Een gedeelte van de puparië van de tweede generatie blijft echter weer de winter overliggen om het volgende voorjaar haar aandeel voor de voorjaarsvlucht te leveren. Het is lange tijd een vraag geweest of de vliegen van de derde vlucht nog in staat waren in het najaar eieren af te zetten. Het onderzoek wees uit, dat dit bij gunstige weersomstandigheden in september en oktober zeker mogelijk is. Tevens bleek dat zich uit deze eieren nog in hetzelfde jaar larven kunnen ontwikkelen bij ondergooierspeen (zie blz. 9) en ingekuilde peen. Zij zijn dus voor genoemde categorieën bewaarpeen van economische betekenis.

Het schema van de jaarcyclus (zie fig. 26) geeft aan in welke periode van het jaar men de verschillende ontwikkelingsstadia van de wortelvlieg kan verwachten. Opgemerkt moet worden dat de begrippen 'vlucht' en 'verschijningsperiode' elkaar niet geheel dekken. De vlucht te velde duurt langer dan de periode van verschijnen, die met behulp van depots en vangbakken vastgesteld kan worden. De levensduur der vliegen bedraagt ongeveer 10–14 dagen; na het verschijnen van de laatste vliegen houdt dus de vlucht nog aan.

8.4.3.4 DE VERSCHILLENDE VLUCHTEN

8.4.3.4.1 *De eerste of voorjaarsvlucht*

Om een goede indruk te krijgen van het verschijnen van de vliegen van de eerste vlucht werden te Berkhout gedurende vier achtereenvolgende jaren: 1950, 1951, 1952, 1953 waarnemingen gedaan en zijn in de jaren 1950 en 1951 landelijk vergelijkende vangbakwaarnemingen verricht aan depots met puparië, die in het najaar in het veld verzameld waren. Zij werden uitgevoerd in de belangrijkste teeltcentra. De fenologische waarnemingen in de andere jaren werden meer plaatselijk en meestal onafhankelijk van elkaar verricht.

In 1950 werden de waarnemingen gedaan te Sloten, Leende (N.B.), IJsselmuiden, Waspik, *Sommelsdijk*, *Assen*, Leusden (Utr.), Maartensdijk, Vleuten (Utr.), Sexbierum (Fr.), *Paterswolde* (Dr.), *Berkhout* (N.H.), *Venlo*, *Amsterdam*, Obdam en Heiloo. De gegevens, verzameld op de cursief gedrukte plaatsen werden in een grafiek uitgezet (zie fig. 28).

FIG. 27 Waarnemingsplaatsen in Nederland



FIG. 27 *Observation localities in the Netherlands*

Op de meeste plaatsen beginnen de vliegen in de eerste decade van mei te verschijnen; de periode van het verschijnen van grote aantallen strekte zich over de tweede decade en soms ook nog over de derde decade van mei uit. De waarnemingen hebben

FIG. 28 Verschijnen van de wortelvlieg in het voorjaar 1950 uit depots met in het najaar 1949 verzamelde puparië̈n

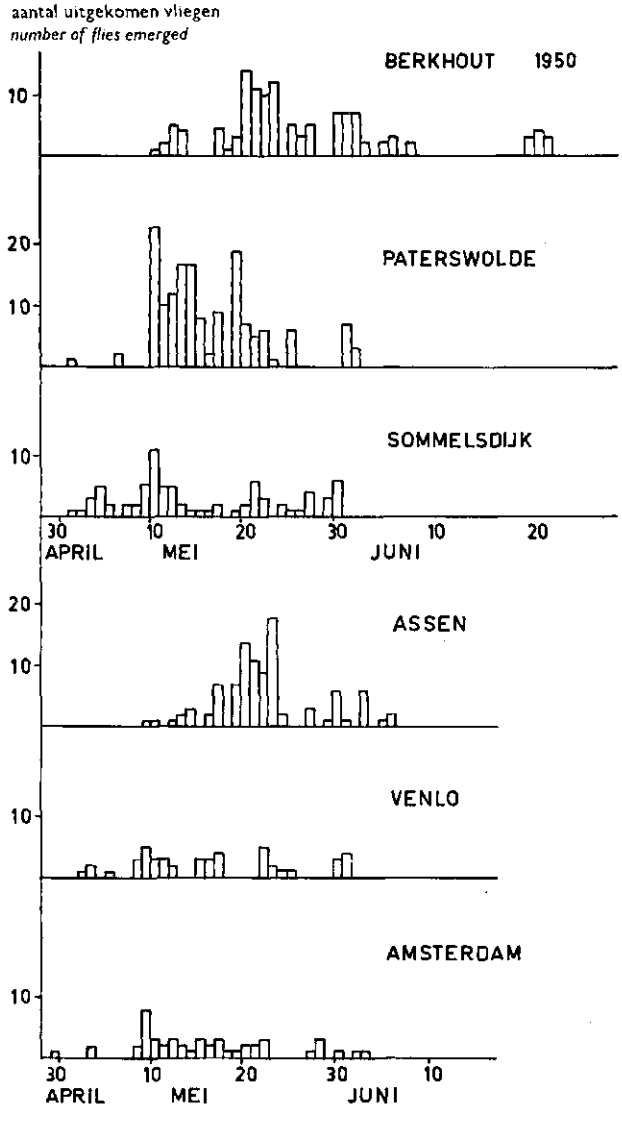


FIG. 28 *Emergence of the carrot fly in spring 1950 from puparia collected in autumn 1949*

ondanks de geringere vangsten van de depots te IJsselmuiden, Vleuten en Heiloo, Maartensdijk, Sexbierum, Obdam nuttige resultaten opgeleverd. Het blijkt nl. dat in 1950 de periode waarin vliegen verschenen, op vrijwel alle plaatsen niet langer dan een maand heeft geduurd. Verder valt op dat met uitzondering van Berkhout, waar later

nog enkele nakomers werden opgemerkt, ondanks de plaats- en grondverschillen de verschijningsperiode gelegen is tussen begin mei en begin juni. Tussen de curven van de verschillende plaatsen zijn duidelijke verschillen in verloop waar te nemen. De resultaten van later te bespreken waarnemingen maken het waarschijnlijk, dat de voorgeschiedenis van de maden en de puparien hiervoor ten dele verantwoordelijk is (zie blz. 55 en 57).

Voor de waarnemingen in 1951 werd het overwinteringsmilieu der puparia gewijzigd. Het overhouden van puparien en maden geschiedde nu onder overigens natuurlijke omstandigheden; de depots waren echter beschermd tegen regen en dus tegen overmatige vochtigheid van de grond. De waarnemingen werden uitgevoerd te Heiloo (N.H.), *Berkhout* (N.H.), *Andijk* (N.H.), Wervershoof (N.H.), Zuid-Oost Beemster bij Purmerend N.H., *Amsterdam*, Rotterdam (2 plaatsen), *Middelburg*, Kruiningen (Z.), *Leende* (N.B.), Merkelbeek (L.), Venlo, 's-Graveland (N.H.), Amersfoort (U.), Arnhem (2 plaatsen), Zevenaar, Zutphen, de Hoven bij Zutphen en Folgeren bij Drachten (Fr.). De depots te Kruiningen, Venlo, 's-Graveland, Zutphen en de Hoven leverden door onbekende oorzaken slechts enkele vliegen op. De gegevens van de andere plaatsen zijn echter bruikbaar. Van de gegevens, verzameld op de cursief gedrukte plaatsen, werd een grafiek vervaardigd (zie fig. 29). Het talrijk verschijnen begint in dit jaar later dan in 1950, nl. pas in de loop van de tweede decade van mei (bij de meeste plaatsen zelfs pas aan het eind van deze decade), terwijl toppen optreden van de tweede decade van mei tot omstreeks midden juni. De waarnemingen, uitgevoerd in de jaren 1950, 1951, 1952 en 1953 te Berkhout, tonen aan dat het verschijnen van de vliegen van de voorjaarsvlucht zich uitstrekte van mei tot in juli, terwijl de vliegen talrijk uitkwamen in de periode van ongeveer 10 mei tot diep in juni (zie fig. 30).

Uit deze curven blijkt dat de voorjaarsverschijningsperiode zich kan uitstrekken van eind april tot in de eerste helft van juli, dus over een periode van ongeveer twee en een halve maand. Hieruit volgt verder dat de voorjaars*vlucht* bijna 3 maanden kan duren en dus plaats vindt over een zeer lange periode. De duur van de hoofdvlucht bedraagt over het algemeen een tot anderhalve maand.

8.4.3.4.2 *De tweede of zomervlucht*

In 1943, 1948, 1950 en 1951 werden op verscheidene plaatsen *vergelijkende* vangbakwaarnemingen verricht tot het verkrijgen van een inzicht in het verschijnen van de vliegen van de tweede vlucht (zomervlucht).

1943:

In 1943 werden de waarnemingen gedaan te Middelharnis, Haarlem en te Sassenheim. Te Middelharnis kwam slechts een gering aantal vliegen te voorschijn. Sassenheim geeft echter een fraaie verschijningscurve met grote aantallen te zien (zie fig. 31). Merkwaardig is, dat de curve van Haarlem zoveel overeenkomst vertoont met die van Sassenheim. Deze overeenkomst valt te meer op, aangezien de puparien in het

FIG. 31 Verschijnen van de wortelvlieg in de zomer
maximum dagtemperatuur te Sassenheim
neerslag te Sassenheim in mm

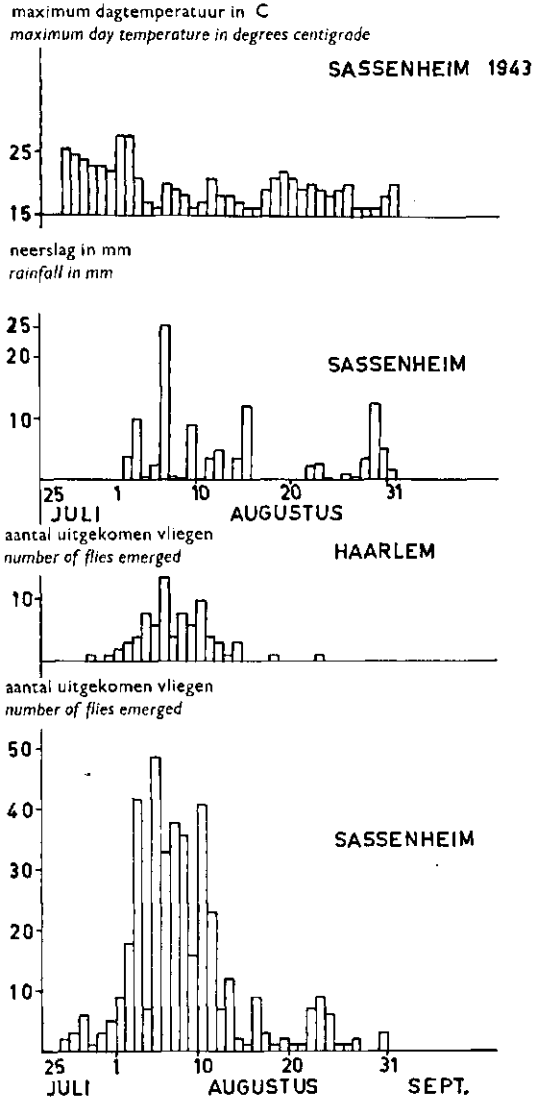


FIG. 31 *Emergence of the carrot fly in summer*
maximum day temperature at Sassenheim
rainfall in mm at Sassenheim

depot te Haarlem afkomstig waren uit Bennebroek en die van Sassenheim ter plaatse gebleven waren. Medegedeeld kan worden, dat de grondsoort van genoemde plaatsen geestgrond is en beide in de Bollenstreek gelegen zijn, ongeveer 15 km van elkaar verwijderd. In Haarlem werd het depot in een privé stadstuin met humeuze zandgrond ondergebracht. Deze tuin lag beschut en de plaats van het depot heeft in juli en augustus gedurende de waarnemingsdata slechts directe zonneschijn gehad van ± 10–16 uur, voor zover de weersomstandigheden dit mogelijk maakten. Schaduw werd op de overige uren gevormd door een huis en een grote kastanjeboom. Bovenstaande uiteenzetting is nodig om duidelijk te maken, dat de omstandigheden te Haarlem en die in het vrije veld te Sassenheim zo aanmerkelijk verschilden, terwijl die te Bennebroek en Sassenheim veel overeenkomst vertoonden. Het blijkt nu, dat de schommelingen in het verschijnen sterk afhankelijk zijn van de geschiedenis in de ontwikkeling van de puparië̈n en wellicht ook van de maden, ten tijde dat deze zich bij de wortelen in de grond bevinden. Verder blijkt dat de periode van massaal verschijnen zowel te Sassenheim als te Haarlem vrij kort is geweest, nl. van eind juli tot ongeveer half augustus.

Voor Sassenheim moet nog gewezen worden op het volgende, aangezien op het waarnemingsterrein met het oog op het zoeken naar een eventueel verband tussen verschijnen en neerslag, deze laatste dagelijks werd genoteerd. Het was opgevallen, dat tijdens een regenloze periode in de laatste week van juli, waarbij de oppervlakte van de grond tot ± 7 cm diepte goed droog was geworden, de vliegen slechts sporadisch verschenen. Dit heeft geduurd tot op 1 augustus 3,8 mm regen viel. Op 2 augustus kwamen reeds meer vliegen te voorschijn, nl. 18, terwijl notities vermelden, dat naast de vangbakken tientallen vliegen werden waargenomen. Op 2 augustus heeft het nog overvloediger geregend. De regenmeter vermeldde voor die dag 10,1 mm. De volgende dag was de vangst bijzonder groot, nl. 42 exemplaren. Men heeft hierbij de indruk, dat verschillende vliegen een stimulans nodig hadden om uit te komen. Na de regenbuien op 1 en 2 augustus was de grond vochtig, zodat het uitkomen der puparië̈n misschien beïnvloed is door het hoge vochtgehalte van de grond. Het is dan ook te begrijpen, dat de buien die na 5 augustus gekomen zijn, geen duidelijke invloed meer hebben kunnen uitoefenen.

Ook DE WILDE (1947) heeft een jaar later in 1944 dezelfde verschijnselen bij de koolvlieg *(Chortophila brassicae* BCHÉ) waargenomen (loc. cit. pag. 46 en 47).

Een bevestiging van de genoemde veronderstelling vinden wij eveneens bij LEEFMANS (1940), die reeds eerder bij het onderzoek over de koolgalmug (1936–1939) gewezen had op de vertragende invloed van langdurige droogte op het verschijnen van de massa der genoemde muggen. Trouwens de grafieken, die LEEFMANS (1937 en 1938) publiceert, doen reeds aan een verband tussen voldoende neerslag na langdurige droogte en het verschijnen van de genoemde muggen denken. LEEFMANS (1940) wijt de vertraging in het tevoorschijn komen van de imagines in belangrijke mate aan het bemoeilijken van de metamorphose van larve tot pop (loc. cit. pag. 10). Naar mij door de heer REVALK, planteziektenkundig ambtenaar van de Plantenziektenkundige Dienst te St. Pancras N.H., werd meegedeeld, stemt de ervaring van LEEFMANS betreffende de koolgalmug overeen met die van de praktijk.

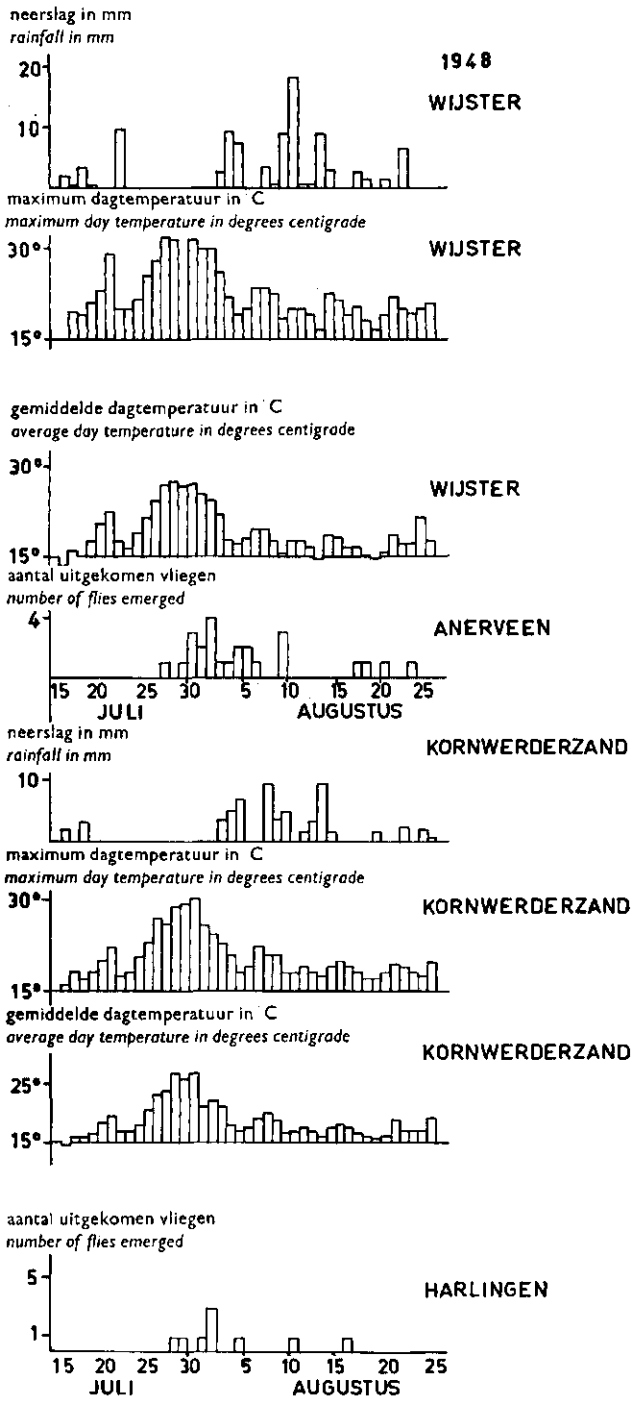


FIG. 32 Verschijnen van de wortelvlieg in de zomer 1948
Anerveen-depot met puparië, afkomstig uit Heemskerk
Harlingen-depot met puparië, afkomstig uit Heemskerk

FIG. 32 *Emergence of the carrot fly in the summer of 1948*
Anerveen depot with puparia collected at Heemskerk
Harlingen depot with puparia collected at Heemskerk

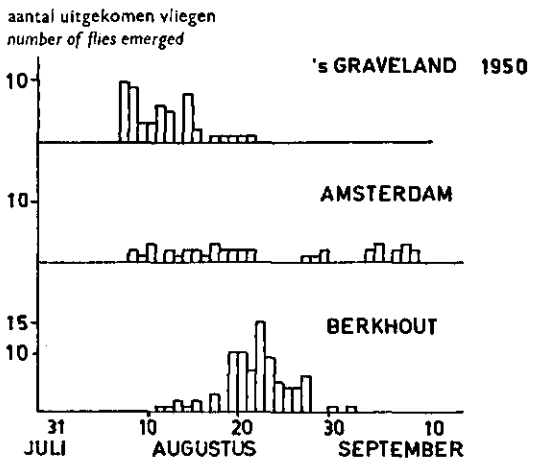
1948

Gewezen moet worden op de overeenkomst in uiterlijk van de curven van 1948 te Anerveen en te Harlingen, die betrekking hebben op puparienmateriaal van dezelfde herkomst (zie fig. 32). De waarnemingsplaatsen Anerveen en Harlingen liggen echter ongeveer 120 km van elkaar verwijderd. Deze waarnemingen wijzen er opnieuw op, dat de voorgeschiedenis van de puparien een belangrijke rol kan spelen bij het verschijnen der vliegen.

Bovendien helpen de meteorologische waarnemingsplaatsen Kornwerderzand en Wijster de indruk vestigen, dat de temperatuur het verschijnen bevorderd heeft, in het bijzonder nadat tussen 15 en 22 juli de hoeveelheid neerslag de grond vochtig heeft gemaakt. Deze neerslag heeft waarschijnlijk de belemmerende invloed, die droogte op het verschijnen kan hebben, geleidelijk opgeheven (zie fig. 32).

FIG. 33 Verschijnen van de wortelvlieg in de zomer 1950 uit depots met puparien, verzameld in de zomer

FIG. 33 *Emergence of the carrot fly in the summer of 1950 from puparia collected in summer*



1950

In 1950 werden vergelijkende waarnemingen verricht te Amsterdam, 's-Graveland en Berkhout. Hier treft ons het verschil in uiterlijk van die curven (zie fig. 33). In 's-Gravenland een plotseling met grote aantallen beginnend verschijnen, dat een korte duur heeft, nl. 15 dagen. In Amsterdam een langgerekte curve – telkens met kleine aantallen en vrij grote hiaten – en een totale duur van ongeveer één maand. In Berkhout kan de curve bijna een gewone toevalscurve genoemd worden. Het verschijnen begon vrij laat, nl. 11 augustus en eindigde 1 september. Een duur dus van 3 weken.

1951

In 1951 werden vergelijkende waarnemingen verricht te *Rotterdam*, *Sommelsdijk*, *Drunen (N.B.)*, Maartensdijk, 's-Gravenland, Zuid-Oost Beemster bij Purmerend,

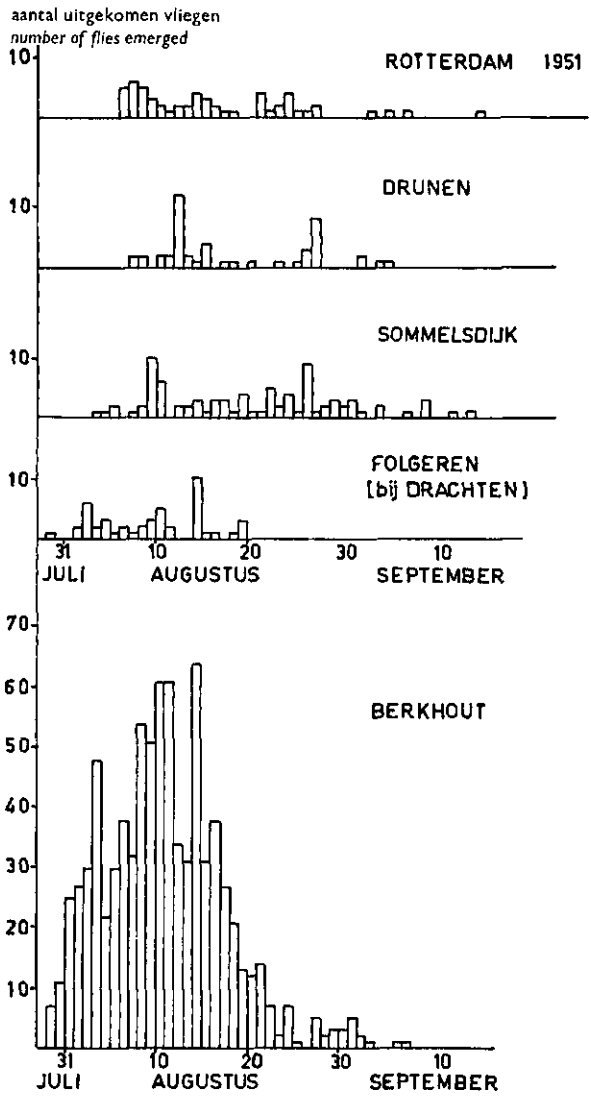


FIG. 34 Verschijnen van de wortelvlieg in de zomer 1951 uit depots met puparië, verzameld in de zomer

FIG. 34 *Emergence of the carrot fly in the summer of 1951 from puparia collected in summer*

Berkhout, Andijk (N.H.) en *Folgeren* bij Drachten (Fr.) (zie fig. 34). Uit de gegevens van de cursief gedrukte plaatsen werden curven samengesteld.

Te Rotterdam, Sommelsdijk en Drunen (N.B.) verschenen de vliegen vanaf begin augustus tot in de eerste helft van september. Daar steekt de kortere verschijningsperiode van de plaatsen Z.O.-Beemster, Andijk, Maartensdijk en Folgeren enigszins bij af. 's-Gravenland gedraagt zich hierbij apart, omdat het verschijnen geheel in juli plaats vindt. Berkhout geeft met ruime aantallen een betrouwbare curve te zien van eind juli tot eind augustus met enkele nakomers in september.

Op enkele plaatsen werden in andere jaren nog enkele van elkaar onafhankelijke waarnemingen verricht.

Te Naaldwijk (Z.H.) werden in 1944 gegevens omtrent het verschijnen in de zomer en in het begin van de herfst verkregen met behulp van depots van sterk aangetaste wortelen. De eerste vliegen verschenen op 8 augustus, de laatste omstreeks 15 september; daarna begon op 22 september de herfstvlucht, die 18 oktober eindigde. Door de beperktheid van het materiaal in het depot was het verschijnen in september en oktober echter niet representatief voor het gehele verschijnen in de herfst. Het verschijnen in de zomer geschiedde over een langgerekte periode.

Te Anerveen werd in 1946 het verschijnen gedurende een kleine 4 weken waargenomen, waarbij een duidelijke periode van massaal verschijnen van ongeveer 10 dagen werd vastgesteld.

Te Berkhout werden in 1950, 1951, 1952, 1953 nog fraaie waarnemingen verricht (zie fig. 35). Zoals uit de curven blijkt, is de verschijningsperiode van de tweede vlucht van jaar op jaar aan wisselingen onderhevig. De periode met grote aantallen viel in 1950 later dan in 1951 en aanmerkelijk later dan in 1952. Zowel in 1952 als in 1953 duurde de periode van verschijnen zeer lang, nl. respectievelijk 1½ en 2 maanden. Deze periode was veel korter in 1950 en 1951.

Samenvattend kan men zeggen, dat vliegen van de tweede of zomervlucht vanaf ongeveer half juli tot ongeveer eind augustus, soms zelfs tot de derde decade van september te voorschijn kwamen. Gerekend mag worden, dat de tweede of zomervlucht in de centra met veel aantasting 2–2½ maand kan duren.

8.4.3.4.3 *De derde of najaarsvlucht*

Hoewel er in 1942 reeds aanwijzingen werden verkregen omtrent het verschijnen van een derde vlucht in de herfst, is het in 1943 gelukt deze met zekerheid vast te stellen, doordat in de loop van oktober uit puparië̈n van de tweede generatie vliegen verschenen. Later werd deze waarneming te Berkhout en te Amsterdam bevestigd. Een derde vlucht is voor de meeste plaatsen in Nederland mogelijk. Te Berkhout werden hieromtrent regelmatig waarnemingen gedaan (zie fig. 36). Zo verschenen de vliegen in 1950 vanaf 29 september tot en met 21 oktober in de depots. Talrijk verschenen de vliegen echter pas vanaf 4 oktober. Ook te velde werden vanaf genoemde datum veel vliegen waargenomen.

In 1951 had men te maken met een langgerekte verschijningsperiode, nl. vanaf 13 september tot in november; enkele exemplaren verschenen zelfs nog op 21 november.

In 1952 begonnen de vliegen vanaf 20 september regelmatig te voorschijn te komen. De periode met grotere aantallen begon 28 september en zette vooral op 2 oktober goed in. Tot 11 november werden in de vangbak nog vliegen gevangen.

1953 geeft weer een langgerekte herfstvlucht te zien. In september komen op onregelmatige tijden voorlopers te voorschijn, terwijl in oktober pas de grote vlucht begint. De laatste vlieg verscheen op 19 november.

De waarnemingen aangaande het verschijnen van vliegen van de derde of herfst-

FIG. 35 Verschijnen van de wortelvlieg in de zomer te Berkhout
1950 uit depot met in voorjaar en zomer gevormde puparièn
1951 uit depot met in de zomer gevormde puparièn
1952 en 1953 uit depots met in de zomer gevormde puparièn en met te velde gebleven aangetaste wortelen

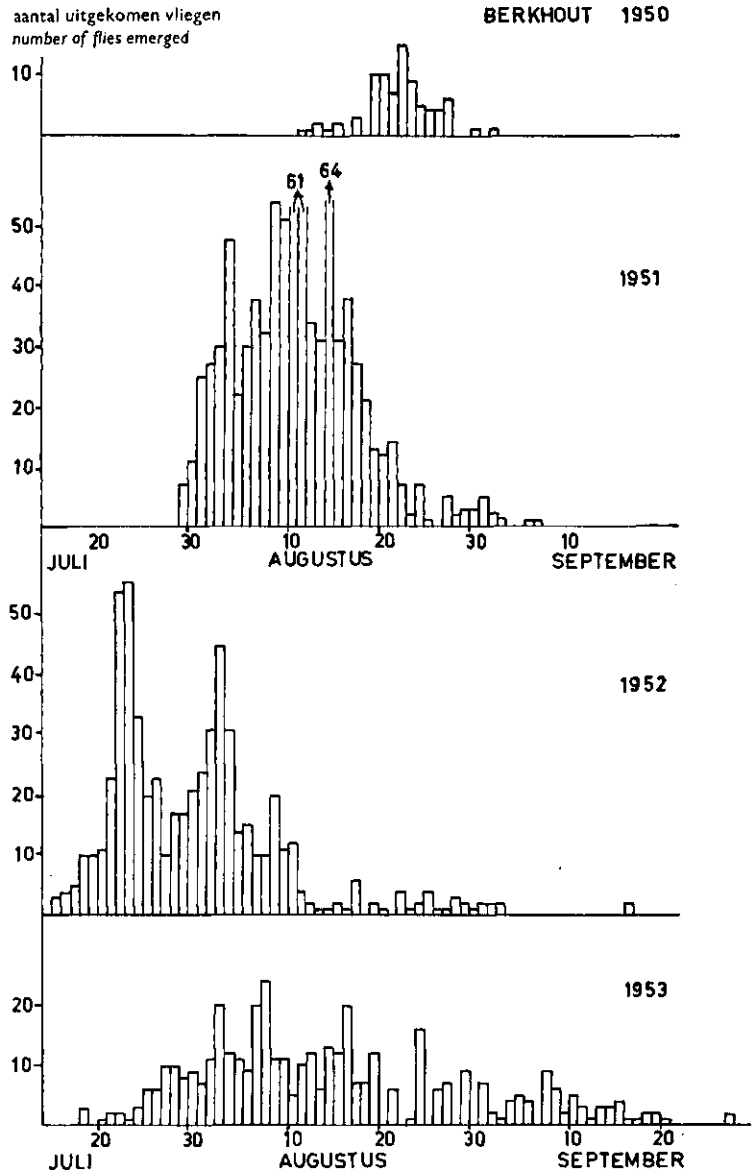


FIG. 35 *Emergence of the carrot fly in summer at Berkhout*
1950 from puparia formed in spring and in summer
1951 from puparia formed in summer
1952 and 1953 from puparia formed in summer and from attacked carrots left in the field

FIG. 36 Verschijnen van de wortelvlieg in de herfst te Berkhout
1950 uit depot met op het veld gebleven, aangetaste wortelen
1951 uit depot met in augustus en september verzamelde puparië en maden
1952 uit depots met in de zomer verzamelde puparië en maden en met te velde gebleven aangetaste wortelen
1953 depots met in augustus en september verzamelde puparië en maden en met te velde gebleven aangetaste wortelen

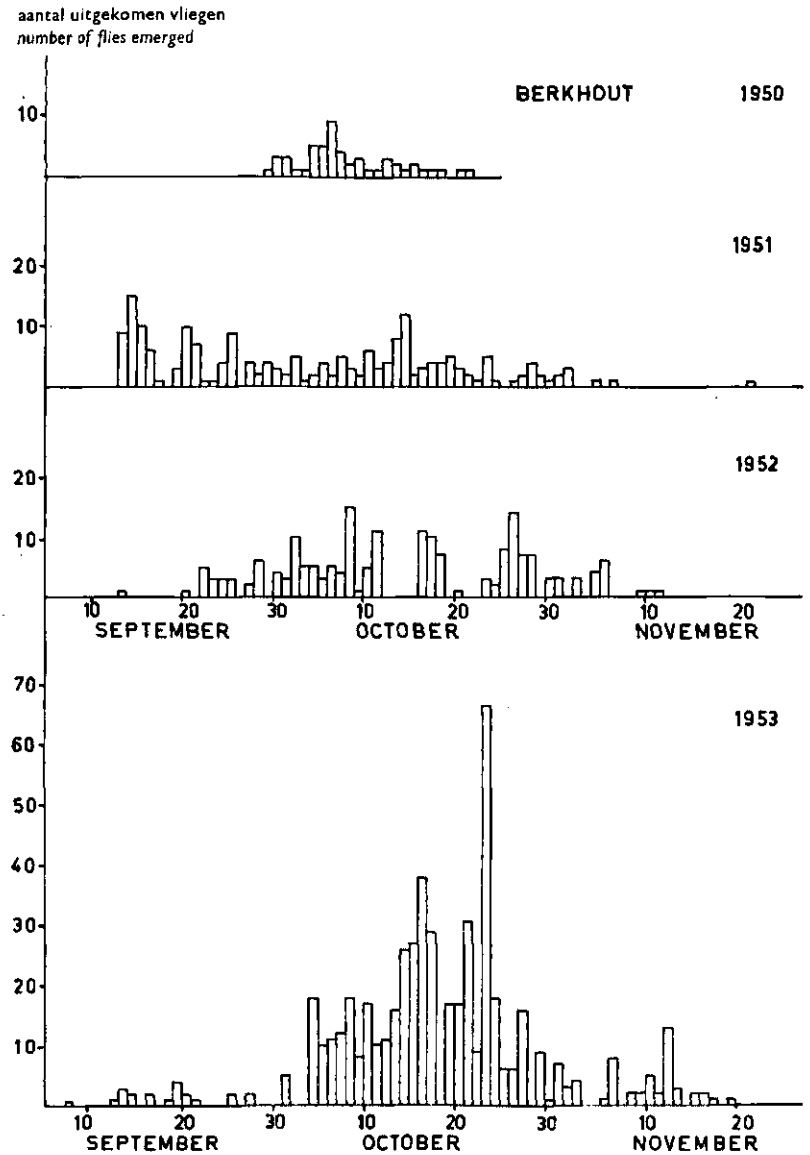


FIG. 36 *Emergence of the carrot fly at Berkhout in the autumn*
1950 from attacked carrots left in the field
1951 from puparia and maggots developed in August and in September
1952 from puparia and maggots developed in summer and from attacked carrots left in the field
1953 from puparia developed in August and September and from attacked carrots left in the field

vlucht hebben aangetoond, dat deze vlucht te velde ruim twee maanden kan duren. Het is een langgerekte verschijningsperiode, terwijl opvalt dat de laatste vliegen nog laat in het najaar te voorschijn komen. Verder is gebleken, dat het eerste deel van de derde herfstvlucht kan samenvallen met het laatste deel van de tweede of zomervlucht.

8.4.3.5 Het uitkomen der vliegen uit vroeg en laat gevormde puparia

Aangezien maden in peenkuilen pas in de loop van de winter volwassen zijn en de puparièn dus laat gevormd worden, was het doel na te gaan of het verschijnen in het voorjaar hierdoor vertraagd wordt.

NIJVELDT (1957) heeft waargenomen, dat indien puparièn van de aspergevlieg *(Platyparaea poeciloptera* SCHRANK) in de loop van het jaar vroeg gevormd worden, de vliegen het volgend jaar vroeg uitkomen.

De fenologische waarnemingen van BARNES (1942) echter wijzen er niet op, dat er wat de wortelvlieg betreft, een correlatie bestaat tussen een laat vormen van puparièn en een laat optreden van imagines. Integendeel, uit laat verkregen puparièn en maden (uit kuilen en uit de volle grond in februari en maart) verschenen in de meeste jaren reeds vroeg de vliegen. De meeste curven van BARNES wijzen op een explosief

FIG. 37 Vergelijking tussen het verschijnen van de wortelvlieg bij vroeg en bij laat gevormde puparièn Amsterdam 1951
A. depot met laat gevormde puparièn (in het voorjaar)
B. depot met vroeg gevormde puparièn (in het najaar)

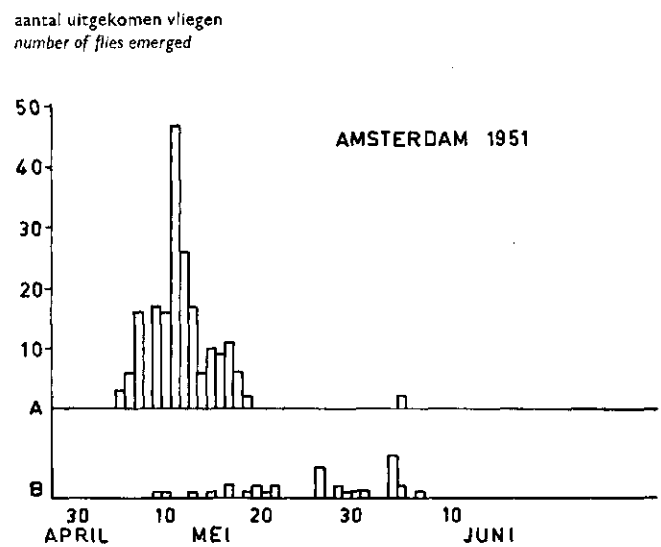


FIG. 37 *Comparison between the emergence of the carrot fly from puparia developed early (in autumn) and late (in spring), Amsterdam 1951*
A. depot with puparia developed late (in spring)
B. depot with puparia developed early (in autumn)

verschijnen van vliegen gedurende 3–4 weken, meestal in mei, soms nog gevolgd door een verschijnen in juni.

Volgens onze waarnemingen, verricht te Amsterdam en Rotterdam (zie fig. 37 en 38), blijkt ook, dat láát, d.w.z. in winter of voorjaar gevormde puparíën, geen latere vlucht behoeven te geven dan de puparíën van het najaar. Integendeel, het blijkt zelfs, dat de periode van het massale verschijnen bij de laat gevormde puparíën vroeger dan of ongeveer gelijktijdig met die van de vroeg, d.i. in het najaar, gevormde puparíën valt. Deze najaarspuparíën leveren in het voorjaar, doorgaans over een langgerekte periode, imagines op.

Ook de puparíën van de eerste generatie, die zijn blijven overliggen tot in het volgende jaar en dus zeer vroeg, nl. in de zomer, gevormd zijn, geven in het volgende voorjaar een normale vlucht, die gelijktijdig verschijnt met de eerste of voorjaarsvlucht.

Slechts te Berkhout verschenen de vliegen, afkomstig van najaarspuparíën, iets eerder dan de vliegen, afkomstig van in het voorjaar gevormde puparíën (zie fig. 39).

Onze resultaten en die van BARNES wijzen er dus wel op, dat er geen direct verband in tijd bestaat tussen de vorming van puparíën en het verschijnen van de vliegen.

Samenvattend kan gezegd worden, dat de ontwikkeling van puparíën door verschillende, gedeeltelijk nog onbekende factoren, beïnvloed wordt.

8.4.3.6 Factoren van invloed op de vlucht

Inleiding

De zeer langgerekte vluchten van de wortelvlieg vormen een verschijnsel, dat niet op zich zelf staat. Zij komen o.m. ook voor bij de grote en de kleine koolvlieg en bij

FIG. 38 Verschijnen van de wortelvlieg uit vroeg en laat gevormde puparíën; Rotterdam 1951
A. depot met maden (laat gevormde puparíën: in het voorjaar)
B. depot met vroeg gevormde puparíën (in het najaar)

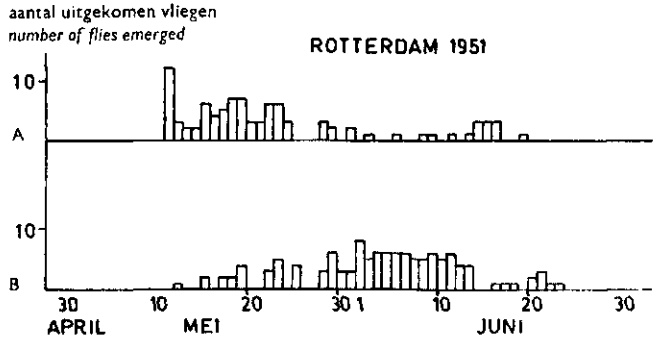


FIG. 38 *Emergence of the carrot fly from puparia developed early (in autumn) and late (in spring) Rotterdam 1951*
A. depot with maggots (puparia developed late: in spring)
B. depot with puparia developed early (in autumn)

FIG. 39 Verschijnen van de wortelvlieg uit vroeg en laat gevormde puparièn; Berkhout 1951
A. depot met laat gevormde puparièn (in het voorjaar)
B. depot met vroeg gevormde puparièn (in het najaar)

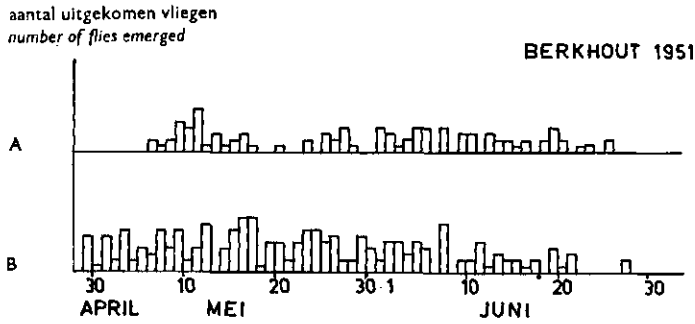


FIG. 39 *Emergence of the carrot fly from puparia developed early (in autumn) and late (in spring), at Berkhout 1951*
A. depot with puparia developed late (in spring)
B. depot with puparia developed early (in autumn)

de bietevlieg. LUNDBLAD (1933) heeft zich met het eerste object bezig gehouden. In Zweden komen de eerste exemplaren van de grote koolvlieg in midden juni, soms reeds in mei, te voorschijn, terwijl het uitkomen beëindigd wordt in midden juli en soms kan doorgaan tot in de eerste week van augustus. Om de invloed van de temperaturen op het verschijnen na te gaan, plaatste hij een depot met puparièn op een zonnig plekje en een ander in de schaduw. Het begin en het einde van het verschijnen in de zon werd ongeveer een week vervroegd, maar de totale duur bleef ongewijzigd vergeleken met het verschijnen van de vliegen in de schaduw.

Een verklaring voor de lange duur der vluchten van de genoemde vliegen is vooralsnog niet te geven.

Waarnemingen in Nederland

Als men de resultaten van de fenologische waarnemingen op de verschillende plaatsen per seizoen onderling vergelijkt, dan blijken deze nogal te verschillen. Hiervoor zijn enkele oorzaken te noemen. In de eerste plaats de voorgeschiedenis van de puparièn, vervolgens de betrekkelijk kleine aantallen, waarmee soms gewerkt moest worden en tenslotte de locale omstandigheden.

Om na te gaan of er in een vluchtperiode een algemene tendens in het optreden op te merken zou zijn, werd het verschijnen der vliegen in het voorjaar van 1950 nader bekeken. Hierbij werden de cijfers van 16 verschillende plaatsen in één grafiek verwerkt. Aan het bezwaar van de kleine aantallen werd hiermede tegemoetgekomen, terwijl de invloed van de locale omstandigheden geneutraliseerd werd. De resultaten der dagelijkse waarnemingen zijn weergegeven in fig. 40, die dus het verschijnen van de vliegen in het voorjaar van 1950 voor geheel Nederland weergeeft. Een duidelijke indruk wordt verkregen van de periode, waarin de vliegen massaal verschijnen. Ten-

FIG. 40 Verband tussen het verschijnen van de wortelvlieg en de temperatuur te De Bilt 1950
A. maximum dagtemperatuur
B. gemiddelde dagtemperatuur
C. afrondings- of verschuivende gemiddelde-curve van uitkomen der vliegen
D. verschijnen der vliegen als totaal van 16 plaatsen in Nederland

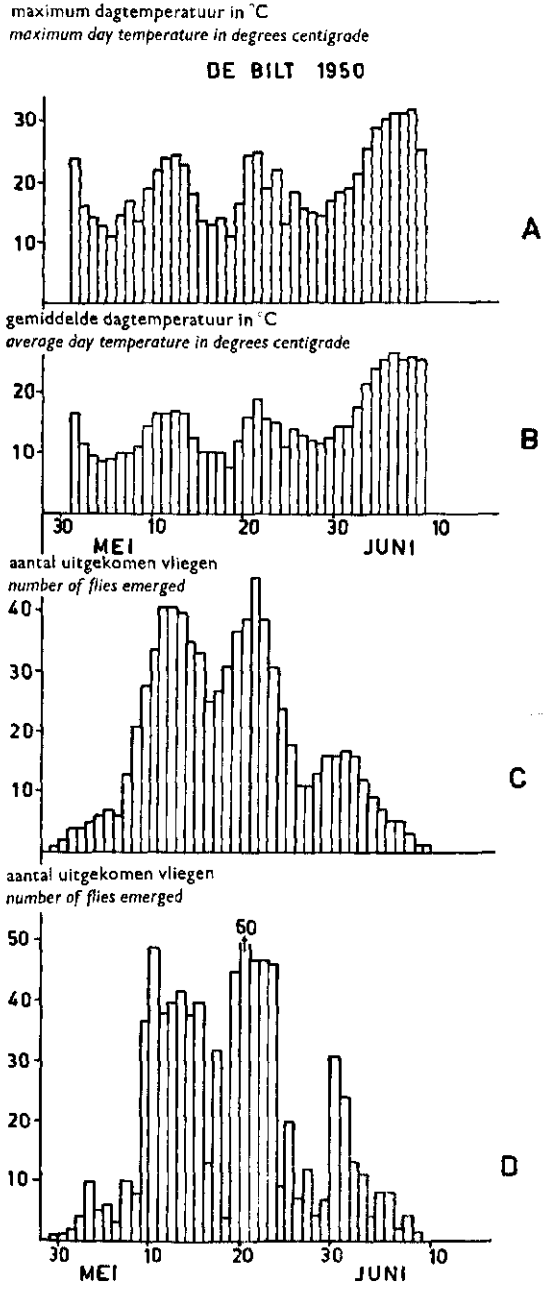


FIG. 40 *Relationship between the emergence of the carrot fly and the temperature at de Bilt 1950*
A. maximum day temperature
B. average day temperature
C. moving averages curve of flies emerged
D. emergence of flies as a total from 16 localities in the Netherlands

einde eventuele toevalligheden in de grafiek uit te schakelen, werd ook een afrondingscurve van de waarnemingen in het voorjaar van 1950 gemaakt. Daartoe werd het aantal uitgekomen vliegen op één dag met die vliegen, uitgekomen op de beide voorgaande en de beide volgende dagen, samengeteld. Van dit totale aantal werd het gemiddelde berekend en in de grafiek uitgezet. Zo zijn in de afrondingscurve 1950 drie toppen en twee dalen te zien, die ongeveer overeenkomen met de landelijke curve, zij het dan met minder scherpe pieken. Er is voor de toppen en dalen van genoemde curven naar een verband gezocht met de temperatuur en wel met de gemiddelde en maximale dagelijkse temperaturen. Aangezien door het K.N.M.I. geen dagelijkse landgemiddelden berekend worden, werd volstaan met de temperatuur van De Bilt, dat door zijn centrale ligging het landgemiddelde het meest benadert.

Bij nadere bestudering van de temperatuurgegevens, in het bijzonder van de maximumtemperaturen in mei 1950 van De Bilt, valt het volgende op:

A. Het verband tussen relatief grote verschijningsaantallen en relatief hoge temperaturen: op 10, 11, 12, 13 en 14 mei (eerste top); op 19, 20, 21, 22 en 23 mei (tweede top); op 29, 30 en 31 mei (derde top).

B. Het verband tussen relatief lage verschijningsaantallen en relatief lage temperaturen: op 15, 16, 17 en 18 mei (dal tussen eerste en tweede top); op 26, 27 en 28 mei (dal tussen tweede en derde top).

Een dergelijk verband valt ook op in het voorjaar van 1951, zij het dat de relatie daar niet in alle opzichten zo duidelijk is als in 1950 (zie fig. 41). De relatief hoge verschijningsaantallen op 11 en 12 mei gaan gepaard met hogere temperaturen.

De lagere verschijningsaantallen in de afrondingsgrafiek op 14, 15 en 16 mei resp. op 28, 29 en 30 mei corresponderen met relatief lagere temperaturen.

Recapitulatie

Door de cijfers van verschillende plaatsen in een bepaald seizoen te totaliseren verkrijgt men een curve met enkele pieken en dalen, waaruit duidelijk een bepaalde tendens naar voren komt. In de afrondingscurve echter worden de toevalligheden grotendeels weggewerkt en treedt de algemene tendens in het verschijnen zeer duidelijk op de voorgrond. De toppen en dalen, die dan nog in de afrondingscurve kunnen voorkomen, moeten aan systematische invloeden, die uniform ingewerkt hebben, worden toegeschreven.

Hieruit blijkt, dat uitwendige invloeden, in het bijzonder de temperatuur, een belangrijke invloed uitoefenen op het verschijnen van de vliegen.

8.4.3.7 Samenvatting van het fenologisch onderzoek

In Nederland zijn voor enkele plaatsen 3 vluchten vastgesteld, t.w.:

A. een eerste vlucht of voorjaarsvlucht, gevormd door vliegen, voortgekomen uit overwinterende maden en puparië̈n en overliggende puparië̈n,

B. een tweede of zomervlucht, afkomstig van de puparië̈n van de eerste generatie en

FIG. 41 Verband tussen het verschijnen van de wortelvlieg en de temperatuur te De Bilt 1951
A. maximum dagtemperatuur
B. gemiddelde dagtemperatuur
C. afrondings- of verschuivende gemiddelde-curve van uitkomen der vliegen
D. Verschijnen der vliegen als totaal van 13 plaatsen in Nederland

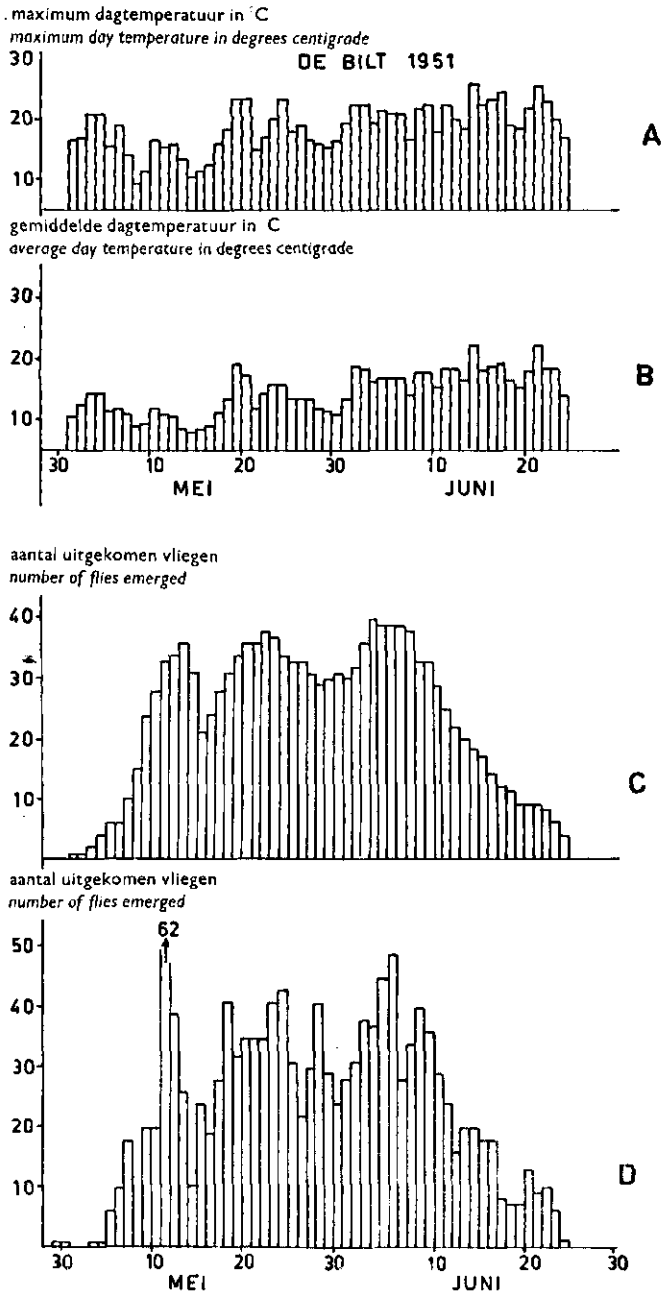


FIG. 41 *Relationship between the emergence of the carrot fly and the temperature at de Bilt 1951*
A. maximum day temperature
B. average day temperature
C. moving averages curve of flies emerged
D. emergence of flies as a total from 13 localities in the Netherlands

C. een derde of herfstvlucht, gevormd door vliegen, voortgekomen uit puparië̈n van de tweede generatie.

De vluchten strekten zich over het algemeen over een lange periode uit. Het verschijnen tijdens deze periode geschiedt vrij gelijkmatig. Verschijningsperioden van twee en een halve maand zijn gewoon. Het blijkt dus, dat de vluchtduur ongeveer op 3 maanden gesteld kan worden, daar de gemiddelde levensduur van de vliegen een halve maand bedraagt. In enkele gevallen had het verschijnen der vliegen in de depots een explosief karakter. Dit ging dan meestal gepaard met een korte periode van verschijnen der vliegen.

Er werden enige factoren genoemd, die van invloed kunnen zijn op het verschijnen van de vliegen. In de eerste plaats is er de 'voorgeschiedenis' van de puparië̈n. Immers een onderling vrijwel identiek, gelijktijdig verschijnen der vliegen kan optreden, indien puparië̈n van dezelfde herkomst gebracht worden op zeer verschillende plaatsen in het land.

Dit heeft echter nog niet te betekenen, dat de klimatologische factoren van geen invloed zijn. Er is met behulp van landelijke grafieken (diverse plaatsen tezamen) gewezen op de waarschijnlijkheid van een verband tussen het verschijnen en de temperatuur.

Tenslotte werden aanwijzingen verkregen, dat plotseling optredende neerslag na een lange droge periode het verschijnen der vliegen kan stimuleren.

Verder werd nog gewezen op een verschijnsel, dat bij insekten kan optreden, nl. het overliggen van poppen tot in het volgend jaar. Bij verschillende vliegensoorten is dit een algemeen verschijnsel. Bij de wortelvlieg kunnen puparië̈n van de eerste generatie blijven overliggen tot in het volgende jaar; zij leveren dan vliegen op, die in het voorjaar op de normale tijd verschijnen en dezelfde gerekte verschijningsduur te zien geven als de vliegen, afkomstig uit najaarspuparië̈n.

9. NATUURLIJKE VIJANDEN

9.1 DIERLIJKE PARASIETEN

Het aantal dierlijke parasieten van *Psila rosae* F., voor zover in de literatuur bekend, is beperkt. K. M. SMITH (1922) vermeldt als parasieten van de wortelvlieg drie Braconidae, nl. *Aphaereta cephalotis* HAL. – een soort, die volgens MAAN (1945) ook parasiteert op de uievlieg – en verder twee *Dacnusa*-soorten.

SORAUER (1932) noemt *Alysia apii* CURT., terwijl BALACHOWSKY & MESNIL (1936) *Adelura apii* als enige parasiet noemen. BARNES (1942) vermeldt *Dacnusa postica* HAL. als parasiet; volgens WRIGHT, GEERING & ASHBY (1947) is deze soort echter identiek met *Dacnusa gracilis* NEES. KÖRTING (1940) noemt voor Duitsland de parasieten *Dacnusa senilis* NEES en *Loxotropa tritoma* THOMS. Volgens SACHTLEBEN (1954) berust de naam *Dacnusa senilis* NEES echter op een door hem verrichte foutieve determinatie. Deze naam moet volgens hem gewijzigd worden in *Dacnusa gracilis* NEES, dezelfde *Dacnusa*-soort die in Engeland en ook in ons land het meest algemeen is.

WRIGHT, GEERING & ASHBY (1947) maakten een vrij uitvoerige studie van de parasieten van de wortelvlieg. Zij verkregen uit hun materiaal vier parasieten, t.w. de Braconide *Dacnusa gracilis* NEES (= *Dacnusa postica* HALIDAY = *Dacnusa egregia* THOMS.), de Proctotrupide *Loxotropa tritoma* THOMS., de Staphilinide *Aleochara sparsa* HEER en een Cynipide, behorend tot het genus *Kleidotoma*.

De beide sluipwespsoorten werden het meest algemeen aangetroffen. De *Dacnusa*-soort was het talrijkst in het onderzochte gebied van East Anglia. *Dacnusa gracilis* heeft twee generaties per jaar; deze generaties vallen samen met de twee generaties van de gastheer.

De schrijvers wisten onderscheid te maken tussen geparasiteerde en niet geparasiteerde puparië̈n. De eersten zijn nootbruin van kleur, de laatsten bleekgeel tot lichtbruin; bovendien zijn de geparasiteerde puparië̈n in het algemeen kleiner. Zij stelden verder vast, dat het niveau van het parasitisme kon stijgen tot 69,5%. Toch bleken de parasieten niet in staat te zijn om een ernstig optreden van de wortelvlieg te voorkomen. Een DDT behandeling bleek een ongunstige invloed uit te oefenen op de populatie van *Dacnusa gracilis* NEES; op *Loxotropa tritoma* daarentegen had een dergelijke behandeling vrijwel geen invloed.

Loxotropa tritoma THOMS. is in East Anglia een primaire parasiet van *Psila rosae;* zij treedt er echter ook als parasiet van *Dacnusa gracilis* op, waardoor haar betekenis als regulerende factor bij de wortelvlieg twijfelachtig wordt.

Door mij werd uit de wortelvliegpuparië̈n slechts één sluipwespsoort gekweekt en wel de Braconide: *Dacnusa gracilis* NEES. Deze sluipwesp parasiteert op maden en wel voornamelijk op Agromyziden-larven. In Nederland is zij nu dus ook gevonden bij Psilidae. Alhoewel het voorkomen van *Dacnusa gracilis* NEES uit verscheidene Europese landen bekend is, was het insekt in Nederland nog niet waargenomen (Betrem, 1951).

FIG. 42

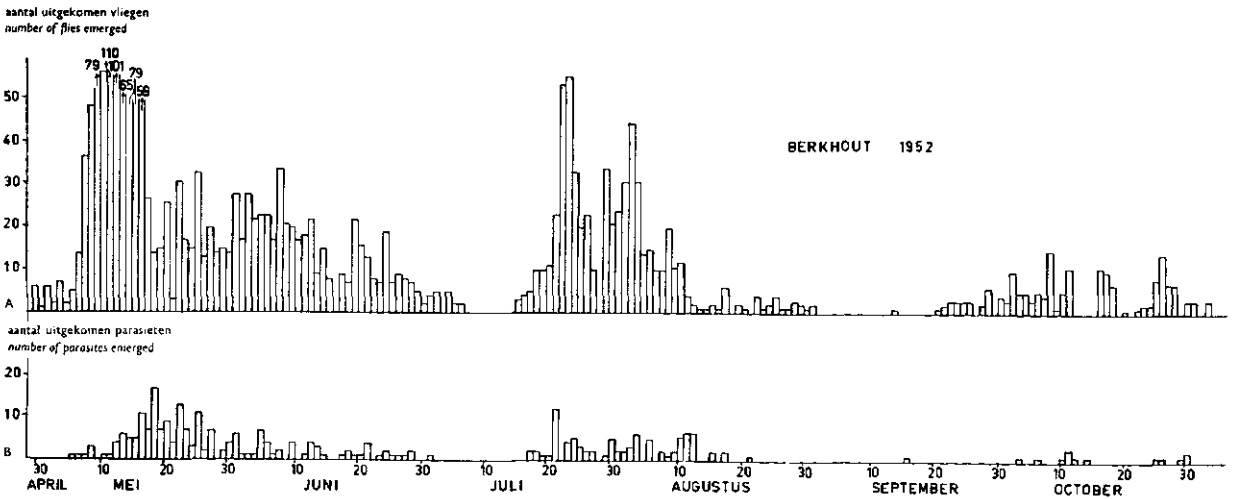
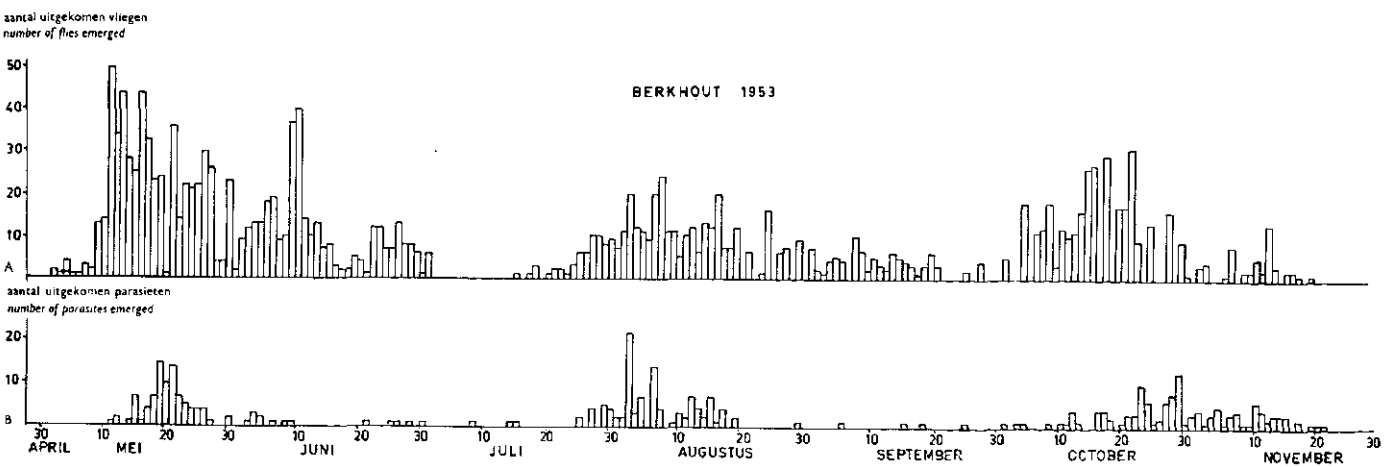

aantal uitgekomen vliegen
number of flies emerged
110
79
101
79
65
99
BERKHOUT 1952
A
aantal uitgekomen parasieten
number of parasites emerged
B
APRIL
MEI
JUNI
JULI
AUGUSTUS
SEPTEMBER
OCTOBER

FIG. 43


aantal uitgekomen vliegen
number of flies emerged
BERKHOUT 1953
A
aantal uitgekomen parasieten
number of parasites emerged
B
APRIL
MEI
JUNI
JULI
AUGUSTUS
SEPTEMBER
OCTOBER
NOVEMBER

Dacnusa gracilis verschijnt in ons land ongeveer gelijktijdig met de wortelvlieg. In Berkhout zijn in de jaren 1952 en 1953 fenologische waarnemingen omtrent deze sluipwesp verricht. Een overzicht van deze waarnemingen wordt gegeven in fig. 42 en 43. Hieruit blijkt, dat men te Berkhout in 1952 en 1953 drie verschijningsperioden waarnam. Deze corresponderen met de 3 perioden van optreden van de wortelvlieg. Terwijl WRIGHT, GEERING & ASHBY in Engeland besluiten tot twee generaties van de parasiet, die samengaan met twee wortelvlieggeneraties, blijkt te Berkhout dat ook de derde vlucht van *Psila* vergezeld wordt door een derde *Dacnusa*-vlucht.

Plaatselijk werd verder waargenomen, dat de parasitering van de puparië̈n van de wortelvlieg door het sluipwespje 50% bedroeg. Dat kon echter niet voorkomen, dat de wortelvlieg ter plaatse schadelijk bleef optreden.

9.2 PLANTAARDIGE PARASIETEN

In de nazomer, en vooral bij warm en vochtig weer, kan een parasitaire schimmel, behorende tot het geslacht *Empusa*, vele wortelvliegen doden. In de schuilplaatsen vindt men de vliegen dan met uitgespreide vleugels dood en verstijfd, vastgeklemd aan de bladeren van het struikgewas: ook vindt men ze wel op het loof van het wortelgewas.

Onder dergelijke omstandigheden kan bij gevangen en in glasbuizen verzameld vliegenmateriaal door deze schimmel een massale sterfte optreden. De sporendragers van de schimmel ontwikkelen zich tussen de achterlijfssegmenten; de sporen worden met kracht 'weggeschoten'; dit is dan mooi te zien aan de wand van de glasbuis, waaraan de sporen blijven kleven. Volgens determinatie door het Centraal Bureau van Schimmelcultures te Baarn heeft men hier te maken met een niet nader op naam te brengen *Empusa*-soort. Door zijn onder bepaalde omstandigheden vernietigende werking in nazomer en najaar kan deze schimmel tot één van de voornaamste parasieten van de wortelvlieg gerekend worden.

9.3 ROOFVIJANDEN

Behalve vogels en spinnen, die als roofvijanden van de vliegen ongetwijfeld een rol spelen, treden enkele roofvliegen als vijanden van de wortelvlieg op. Een der meest algemene roofvliegen in ons land is een *Coryneta*-soort. Hoewel al deze vijanden wel een zeker percentage der wortelvliegpopulatie vernietigen, mag hun gezamenlijke betekenis als regulerende factor niet hoog aangeslagen worden.

FIG. 42 Verschijnen van de wortelvlieg (A) en de parasiet (*Dacnusa gracilis* NEES) (B) te Berkhout in 1952

FIG. 42 *Emergence of the carrot fly (A) and the parasite* (Dacnusa gracilis NEES) *(B) at Berkhout in 1952*

FIG. 43 Verschijnen van de wortelvlieg (A) en de parasiet (*Dacnusa gracilis* NEES) (B) te Berkhout in 1953

FIG. 43 *Emergence of the carrot fly (A) and the parasite* (Dacnusa gracilis NEES) *(B) at Berkhout in 1953*

10. BESTRIJDING DOOR CULTUURMAATREGELEN

10.1 RASSENKEUZE

Het onderzoek naar de mate van aantasting bij verschillende wortelrassen berust op de veronderstelling, dat er rassen zijn die meer en andere die minder aantrekkelijk zijn voor de vliegen. Volgens de Zweedse onderzoeker ÅHLBERG (1944) behoeft echter bij de teelt van een wortelras, dat weinig aantrekkelijk is, indien dit ras alléén verbouwd wordt, nog geen belangrijke vermindering van de aantasting op te treden.

ÅHLBERG veronderstelt echter, dat dit bij een combinatie van een gevoelig en een niet gevoelig ras wel het geval zal kunnen zijn; z.i. zal het eerste ras door haar grotere aantrekkelijkheid de vliegen weerhouden hun eieren af te zetten op het minder attractieve ras.

Volgens door ons genomen proeven blijkt het verschil in aantasting tussen de in ons land algemeen geteelde rassen gering te zijn (zie blz. 17 e.v. en tabel 1, 2 en 3).

Tot nu toe is er geen Nederlands wortelras bekend, dat niet of slechts weinig aangetast wordt. Andere vertegenwoordigers van de familie der Schermbloemigen, t.w. peterselie, selderie en pastinaak, worden ook aangetast. Het is niet bekend, welke stof bij deze vertegenwoordigers de aantrekkelijkheid voor de wortelvlieg veroorzaakt. Vooralsnog ziet het er niet naar uit, dat door rassenkeuze de aantasting door de wortelvlieg verminderd zal kunnen worden.

10.2 ZAAITIJD

In de Verenigde Staten van Amerika deed GLASGOW (1931) de ervaring op, dat de eerste helft van juni voor wortelen een gunstige zaaitijd is. In het genoemde geval zou het gewas zich ontwikkelen tussen twee vluchten van de wortelvlieg, waardoor ovipositie voor een groot deel voorkomen zou worden. Een bezwaar van deze methode is, dat zowel de eerste als de tweede vlucht jaarlijks niet steeds in dezelfde periode vallen, hetgeen het nut van een vaste zaaitijd in begin juni twijfelachtig maakt. Een groot bezwaar is verder, dat de genoemde maatregel geen rekening houdt met de vraag van de consument naar vroege en de late wortelen.

Het advies van BECKER-DILLINGEN (1956) wijkt af van het advies van GLASGOW. Hij beschouwt nl. de perioden maart tot uiterlijk 15 mei en na eind juni als de beste perioden voor het zaaien. Dit zijn dus juist de vroege en late zaaitijden.

In ons land – en meer speciaal in de provincies Groningen en Drente – heeft KAMSTRA (1950) ervaren, dat de zaaitijdperiode tussen ongeveer half juni en half juli riskant is, omdat het gewas dan in het algemeen bloot staat aan een hogere aantasting.

Deze ervaring wordt bevestigd door onze zaaitijdenproef te Paterswolde (zie tabel 11), terwijl ook een zaaitijdenproef te Sloten (N.H.) deze opvatting versterkt. Daarnaast tonen de resultaten te Noordbroek aan, dat zaaitijden van 1 juni tot 15 juli ook wel hoge aantasting tot resultaat kunnen hebben. Het zaaien op 22 juli had weliswaar een lagere aantasting tot gevolg, doch bleek ook niet zonder risico te zijn.

TABEL 11 Resultaten van een zaaitijdenproef met 3 parallellen te Paterswolde

zaaitijd	zaaidatum	gemiddeld % aantasting
1e zaaitijd	2 mei	0.3%
2e „	20 mei	2.5%
3e „	3 juni	1.3%
4e „	17 juni	37%
5e „	7 juli	28%
6e „	15 juli	6.7%
7e „	22 juli	8.3%
time of sowing	*date of sowing*	*average % carrots affected*

TABLE 11 *Results of an experiment on the time of sowing (with 3 replications) at Paterswolde*

Er is een zekere tendens, dat wortelen, vóór 15 juni gezaaid, in geringe mate worden aangetast. Bij vanaf 15 juni–15 juli gezaaide wortelen kan de aantasting snel oplopen. Bij latere zaaitijden daalt de aantasting weer. De in de praktijk voor het zaaien laatst mogelijke data liggen ongeveer in de eerste helft van augustus. De aantasting kan plaatselijk enigszins verschillen en de praktijkervaring leert ook, dat er jaarlijkse verschillen kunnen optreden.

10.3 VRUCHTWISSELING

Bij de teelt van wortelen wordt vruchtwisseling gewenst geacht en daarom ook algemeen toegepast. Het optreden van schimmel- en aaltjesziekten, zomede van insektenplagen bij langdurig verbouwen van wortelen op hetzelfde veld motiveren deze cultuurwijze. VAN DER VLIET (1950) heeft de betekenis van de vruchtwisseling ten aanzien van de aantasting door de wortelvlieg getoetst. Van een perceel wortelen had de ene helft knolselderie en de andere helft prei als voorvrucht gehad. Op het gedeelte met knolselderie als voorvrucht bedroeg de aantasting bij de wortelen 41,6%, op het gedeelte met prei als voorvrucht was de aantasting 17,2%. Hieruit blijkt de betekenis van de voorvrucht. Aangezien ook knolselderie zeer sterk aangetast kan worden op een terrein, waar het jaar tevoren wortelen waren geteeld, blijkt het verbouwen van knolselderie na wortelen of van wortelen na knolselderie niet juist te zijn. Behalve selderie zijn ook pastinaak, peterselie en karwij als vruchtwisselingsgewassen met wortelen ongewenst.

Terwijl vruchtwisseling in het algemeen als een normale maatregel in het teeltplan wordt beschouwd, komt het in de praktijk bij uitzondering voor, dat men met opzet hiervan afwijkt. Plaatselijk is het voorgekomen, dat men met opzet van jaar tot jaar wortelen op hetzelfde terrein teelt, omdat men de ervaring had opgedaan, dat juist daardoor de aantasting beperkt bleef. Indien deze waarneming juist is, kan zij verklaard worden indien men aanneemt, dat zich in dit geval op het terrein een krachtig parasietenbestand had ontwikkeld, dat in staat bleek de plaag in bedwang te houden.

10.4 TUSSENTEELT EN COMBINATIETEELT

GREENHOWE (1930) heeft in Engeland de ervaring opgedaan, dat uien, die in dezelfde rij geteeld werden met wortelen, van invloed zijn op de aantasting van de wortelen door de wortelvlieg, omdat de geur van de uien afwerend zou werken op de wortelvlieg.

De Plantenziektenkundige Dienst (1929, 1939) vermeldt enkele proeven die VAN HERWIJNEN hier te lande heeft genomen en waarbij tussen wortelen rijen uien of sjalotten werden geteeld. Hierbij werd inderdaad een lagere aantasting opgemerkt dan bij de cultuur van wortelen alléén, maar de schrijver zegt zelf, dat het zeer de vraag zal zijn, in hoeverre deze tussenteeltmethode effectief zal blijken als in de directe omgeving geen monocultuur van wortelen aanwezig is en de wortelvlieg dus normale ovipositiemogelijkheden ontnomen worden.

Tegenover de mening van GREENHOWE staat de mening van PETHERBRIDGE, WRIGHT & DAVIES (1942), dat een teelt van wortelen met uien geen vermindering van de aantasting tot gevolg heeft.

Ook BECKER-DILLINGEN (1956) beweert, dat een tussenplanting van uien of prei geen resultaat heeft.

In een door mij te Kortenhoef genomen tussenbeplantingsproef met uien en sjalotten was geen duidelijke invloed van de uien waar te nemen; daarentegen verminderde de aantasting wel indien sjalotten als tussenbeplanting werden gebruikt (zie tabel 12).

De proef te Heemskerk (tabel 13) bevestigt gedeeltelijk de resultaten van de proef te Kortenhoef. De duidelijke invloed van de tussenteelt met sjalotten wordt bevestigd, terwijl in Heemskerk deze invloed ook bij bieslook opgemerkt wordt. Zowel de tussenteelt met bieslook als met sjalotten gaven een wiskundig zeer betrouwbaar lagere aantasting dan de teelt zonder tussenbeplanting. Dat de tussenbeplanting met prei een hogere aantasting gaf dan die zonder tussenbeplanting moet aan het toeval geweten worden, omdat het verschil wiskundig niet betrouwbaar is.

Hoewel bij de tweede proef te Heemskerk (tabel 14) het verschil in aantasting tussen de laatste twee objecten en de controle (uitsluitend wortelen) vrij gering was, bleek het

TABEL 12 Gemiddeld aantastingspercentage in een proef met tussenteelten in vier herhalingen te Kortenhoef

uitsluitend wortelen	afwisselend 1 regel wortelen en 1 regel uien	afwisselend 2 regels wortelen en 1 regel uien	afwisselend 1 regel wortelen en 1 regel sjalotten	afwisselend 4 regels wortelen en 1 regel sjalotten
44	49,5	37	23	39
carrots only	*alternately 1 row carrots and 1 row onions*	*alternately 2 rows carrots and 1 row onions*	*alternately 1 row carrots and 1 row shallots*	*alternately 4 rows carrots and 1 row shallots*

TABLE 12 *Average percentage of carrots affected in a plot trial with intercropping in four replications at Kortenhoef*

TABEL 13 Proef met tussenteelten en vier herhalingen te Heemskerk

object	gemiddeld aantastingspercentage
geen tussenbeplanting (uitsluitend wortelen) *no intercrop (only carrots)*	48,0
tussenbeplanting prei *intercrop leek*	58,7
tussenbeplanting uien *intercrop onions*	31,0
tussenbeplanting sjalotten *intercrop shallots*	24,0
tussenbeplanting bieslook *intercrop chive*	22,0
object	*average % attack*

TABLE 13 *Trial with intercropping in four replications at Heemskerk*

toch wiskundig betrouwbaar te zijn. Een dergelijke vermindering van de aantasting is voor de praktijk echter niet sprekend genoeg.

Hoewel een tussenteelt met sjalotten, bieslook of prei en selderie tezamen enige verbetering te zien geeft, werpt deze methode voor de praktijk toch onvoldoende resultaten af.

Met betrekking tot de combinatieteelt van wortelen met aardappelen, die in Noord-Holland wel wordt toegepast, kan gezegd worden dat dit een ongewenste teeltwijze is. Uit veldwaarnemingen is gebleken, dat aardappelen door hun rijk ontwikkeld loof een goede beschutting bieden voor de wortelvliegen gedurende de tijd dat de wortelplantjes nog klein zijn. Deze lopen dan het gevaar reeds in het jeugdstadium te worden aangetast, hetgeen meestal zeer ongunstig is voor de verdere ontwikkeling. Bovendien wordt de aantasting in de hand gewerkt, omdat schuil- en ovipositieplaats voor de wortelvlieg zeer dicht bij elkaar zijn gelegen.

TABEL 14 Proef met tussenteelten als onderdeel van een proef met biologisch-dynamische cultuurmethoden te Heemskerk

object	gemiddeld aantastingspercentage
geen tussenbeplanting *no intercrop*	24,5
tussenbeplanting bieslook *intercrop chive*	19,6
tussenbeplanting prei en selderie *intercrop leek and celery*	16,9
object	*average % attack*

TABLE 14 *Plot with intercropping of an experiment on bio-dynamic farming methods at Heemskerk*

10.5 VERMIJDEN VAN TEELT BIJ WINDSINGELS

Hagen en ruigte zijn goede luwtevormers en aangezien de wortelvlieg aan luwteplaatsen sterk de voorkeur geeft, vindt men dan ook steeds de grootste aantasting in de nabijheid van kunstmatige of natuurlijke windkeringen. Er zijn streken in ons land, waar hagen en struikgewas doelbewust zijn aangebracht om andere bezwaren bij de cultuur te ondervangen. Men dient dan rekening te houden met het risico van aantasting door bepaalde insekten, waaronder de wortelvlieg, óf zijn cultuur verwijderd te houden van de windkeringen. Ruigte en onkruid dient men zoveel mogelijk van het cultuurterrein te verwijderen.

10.6 BODEMBEWERKING

KAVEN (1950) stelde vast, dat hoewel een bodembewerking in de meeste gevallen niet toegepast wordt als een bestrijdingsmaatregel tegen schadelijke dieren, met deze handeling toch een gedeelte van de schadelijke dieren, die in de grond leven, vernietigd wordt. Hij vraagt zich verder af of er geen cultuurmaatregelen bestaan, die het uitkomen van in de grond levende insecten vrijwel onmogelijk maken en denkt daarbij aan het diep omspitten van de grond. Laatstgenoemde maatregel wordt in de literatuur over de bestrijding van ziekten en plagen tegen bepaalde insekten, waaronder de wortelvlieg, wel aanbevolen. Het blijkt echter, dat de meningen omtrent de waarde van deze maatregel zeer verdeeld zijn, afgezien van het feit, dat onvruchtbare grond naar de oppervlakte kan worden gebracht met als gevolg dat de ontwikkeling van de planten in het begin ongunstig beïnvloed kan worden.

Hoewel KAVEN vaststelt, dat bij spitten tot 40–50 cm diepte het percentage dode puparië̈n groter is dan bij spitten tot geringere diepte, terwijl ook het aantal niet uitkomende vliegen in het eerste geval groter is dan in het laatste, beschouwt hij het verkregen resultaat met de nodige reserve. Immers er zijn altijd nog voldoende vliegen, die de oppervlakte wel bereiken en onder gunstige omstandigheden een plaag kunnen veroorzaken. De wortelvlieg bleek overigens in staat te zijn nog van een diepte van 90 cm de oppervlakte te bereiken.

Teneinde de invloed van het diepspitten op het uitkomen van de wortelvlieg na te gaan, is te Sassenheim in samenwerking met de ambtenaar van de Plantenziektenkundige Dienst, de heer 'T SAS, een proef genomen. Drie vangbakken werden op ongespit en drie op gespit terrein geplaatst. Op het gespitte terrein kwam de bovenste oppervlakkige laag 30 cm diep te liggen. Hierbij kwamen de puparië̈n, die op een diepte van 5–20 cm lagen, na het spitten te liggen op een diepte van 35–50 cm. Het resultaat is aangegeven in tabel 15.

Ondanks het feit, dat het veld op een losse zandgrond was gelegen, zijn er dus aanwijzingen, dat het uitkomen van de vliegen door het spitten ongunstig beïnvloed werd. Deze waarnemingen zijn in overeenstemming met die van KAVEN (1950) bij de wortelvlieg: door diep te spitten komen minder vliegen te voorschijn, en van LUNDBLAD (1933) bij de grote koolvlieg: door het brengen van puparië̈n op verschillende diepten (van 30–60 cm) wordt het uitkomen van de vliegen uit het puparіumhuidje

TABEL 15 Het uitkomen van vliegen op ongespit en op twee steek diep gespit terrein

	ongespit			diep gespit			
vangbak nr	1	2	3	4	5	6	*emergence cage nr*
aantal uitgekomen vliegen	3	8	24	2	0	3	*number of flies emerged*
totaal		35			5		*total number*
		undigged			*digged deep*		

TABLE 15 *Emergence of flies on an undigged field and on a field trenched to a depth of two shovels*

niet bemoeilijkt, doch wel het zich verplaatsen van de vliegen naar de oppervlakte van de grond, in het bijzonder van een diepte van 50 en 60 cm. Hierbij bereikte slechts een klein percentage der vliegen de oppervlakte. De rest kwam om. Het ziet er dus naar uit, dat het effect van andere cultuurmaatregelen tegen de wortelvlieg versterkt kan worden door diep te spitten.

10.7 BEMESTING

Een vastgewortelde mening, die zowel in leerboeken als in de praktijk algemeen ingang heeft gevonden, is de gedachte, dat een bemesting met stalmest de aantasting door de wortelvlieg in de hand werkt. Men veronderstelt dan, dat stalmest en in het bijzonder verse mest de vliegen aantrekt. Dit kon door mij niet bevestigd worden. Tijdens waarnemingen bij hopen stalmest werd nooit een wortelvlieg opgemerkt. Ook uit de bemestingsproeven blijkt, dat van een verhoging der aantasting bij bemesting met organische mest geen sprake is.

Zo was in een bemestingsproef te Vleuten, in het voorjaar genomen en opgezet met zes parallellen de aantasting als volgt (zie tabel 16).

Men krijgt de indruk, dat de organische bemesting òf de vliegen heeft afgeweerd om eieren bij de wortelen af te zetten òf de ontwikkeling van de larven heeft belemmerd.

Het resultaat van de najaarsproef op het zelfde terrein te Vleuten, zonder bijbemesting met kunst- of organische mest, is aangegeven in tabel 17.

Ook in deze proef werd geen grotere aantasting bij de organische bemesting waargenomen. Het verschil tussen de objecten kunstmest en organische bemesting is nu echter verdwenen, waarschijnlijk omdat de eventueel 'afwerende' stoffen van verse en

TABEL 16 Invloed van kunstmest of organische mest op de aantasting door de wortelvlieg te Vleuten (met 6 parallellen)

bemesting *(manuring)*	aantasting *(average attack)*
kunstmest *(artificial manure)*	30 %
oude stalmest *(stable manure compost)*	14,9%
verse stalmest *(fresh stable manure)*	2,3%
beer *(night soil)*	6,6%

TABLE 16 *Effect of artificial or organic manuring on the attack by the carrot fly at Vleuten (with 6 replications)*

TABEL 17 Invloed van kunstmest of organische mest op de aantasting door de wortelvlieg bij wortelen, gezaaid op hetzelfde veld te Vleuten (2e teelt), doch zonder bijbemesting

bemesting *(manuring)*	aantasting *(average attack)*
kunstmest *(artificial manure)*	34,2%
oude stalmest *(stable manure compost)*	34,3%
verse stalmest *(fresh stable manure)*	29,8%
beer *(night soil)*	30,6%

TABLE 17 *Effect of artificial or organic manuring on the degree of attack by the carrot fly, in carrots sown on the same plots at Vleuten (second crop), but without extra manure*

oude stalmest alsmede van beer niet meer aanwezig zijn. Daar deze tweede proef ruim 3–6 maanden na de bemesting werd genomen, is de verminderde werkzaamheid van de organische mest aannemelijk.

In een bemestingsproef te Sloten (N.H.) kregen we de volgende resultaten (zie tabel 18).

TABEL 18 Invloed van kunstmest of organische mest op de aantasting door de wortelvlieg te Sloten

bemesting *(manuring)*	aantasting *(average attack)*
onbemest *(no manure)*	12%
kunstmest *(artificial manure)*	10%
verse stalmest *(fresh stable manure)*	1%
oude stalmest *(stable manure compost)*	11%
molm mest (organische mest met turfmolm) *(organic manure with peat dust)*	14%

TABLE 18 *Effect of artificial or organic manuring on the attack by the carrot fly at Sloten*

Ook deze proef toont aan, dat door een bemesting met stalmest geen hogere aantasting wordt veroorzaakt. Hoewel het lijkt, dat de bemesting met verse stalmest ook hier een lagere aantasting geeft dan de bemesting met oude stalmest of met kunstmest, mag deze gevolgtrekking niet gemaakt worden, omdat het verschil wiskundig niet betrouwbaar is.

De bemestingsproeven leidden tot het volgende resultaat: Tegen de verwachting in veroorzaakte stalmest *geen hogere* aantasting. Reeds veel eerder bleek KÖRTING deze ervaring te hebben opgedaan, nl. in 1940.

Verder is er een zekere tendens te bespeuren, dat verse stalmest de aantasting kan drukken. Kans op verbranding en slechte groei maken het gebruik van verse stalmest echter ongewenst.

10.8 WIEDEN EN DUNNEN

De telers zijn van mening, dat wieden en dunnen van het gewas, zomede schoffelen,

TABEL 19 De invloed van het wieden en de toepassing van een onkruidbestrijdingsmiddel op de aantasting door de wortelvlieg. Proef te Eindhoven met vier parallellen op lemige zandgrond

object *(treatment)*	aantasting *(average attack)*
wieden *(weeding)*	63,5
wieden, gevolgd door het dichtspuiten van de grond met water *(weeding, followed by spraying the soil with water to shut the soil)*	52,0
selectief werkende vluchtige olie (onkruidbestrijdingsmiddel) *(spraying with selective active etheric oil – weed killer)*	22,6
selectief werkende vluchtige olie, gevolgd door een chloordaanbespuiting *(spraying with selective active etheric oil, followed by spraying with chlordane)*	6,6

TABLE 19 *The effect of weeding and the application of a weed killer on the attack by the carrot fly. Plot trial in four replications at Eindhoven on sandy loam*

de aantasting door de wortelvlieg in de hand werken. Dit zou voor vaste gronden het geval kunnen zijn, indien het los maken van de grond het afzetten van eieren zou bevorderen. In losse grond, b.v. in zandgrond, is ovipositie ten alle tijde mogelijk. Aangezien bij de kortgroeiende wortelen het eerste wieden ongeveer twee maanden voor de oogst plaats vindt, zou bij deze wortelen verhoging van de aantasting door wieden kunnen optreden.

Bij de langgroeiende winterwortelen wordt de gelegenheid voor het veroorzaken van aantasting volop gegeven, omdat de tijd tussen het wieden, dunnen en schoffelen enerzijds en het oogsten anderzijds zo ruim is. Men zegt wel eens, dat indien men dadelijk dun zou zaaien, men niet behoefde te dunnen, waardoor men dan ook het euvel van de grotere aantasting zou kunnen voorkomen.

Bij toepassing van onkruidbestrijdingsmiddelen wordt de grond niet losgemaakt. Daarom werd onderzocht of de aantasting door de wortelvlieg bij toepassing van een chemische onkruidbestrijding beperkt bleef (zie tabel 19).

Vergeleken met het normale wieden, werd bij gebruik van een selectief werkende vluchtige olie het aantastingspercentage aanmerkelijk verlaagd. Daar het verschil met de aantasting van het object 'normaal wieden' wiskundig betrouwbaar is, werd hier een winst aan twee zijden geboekt, nl. verdelging van het onkruid en verlaging der aantasting. Dit resultaat is in overeenstemming met de indruk, die in het algemeen in de praktijk bestaat.

Bovendien gaf in bovengenoemde proef een chemische onkruidbestrijding, gevolgd door een chemische bestrijding met chloordaan, een zeer lage aantasting. Dit is voor de praktijk een mooi resultaat.

Samenvattend kan men zeggen dat de grond zo veel mogelijk gesloten gehouden moet worden en dat een chemische onkruidbestrijding ten opzichte van wieden de aantasting vermindert. Het resultaat, verkregen in genoemde proef, stemt overeen met de ervaringen uit de praktijk. Het effect van een chemische onkruidbestrijding alléén, hoewel op zichzelf niet onbelangrijk, is voor de praktijk onvoldoende. Naast deze chemische onkruidbestrijding dient aanvullend steeds een chemische bestrijding van de wortelvlieg te worden toegepast.

10.9 OOGSTTIJD EN WIJZE VAN OOGSTEN

10.9.1 WIJZE VAN OOGSTEN

De praktijk wijst er steeds op, dat ook de wijze van oogsten van belang is ten aanzien van de aantasting door de wortelvlieg. Men dient geen worteltjes tijdens de ontwikkeling van het gewas 'te hooi en te gras' uit te trekken. Dit zou hetzelfde gevolg hebben als het dunnen: de grond rondom de naburige wortelen wordt er door losgemaakt, waardoor eiafzetting in de hand zou worden gewerkt. Men dient volgens de praktijk zo veel mogelijk in zijn geheel of in grote partijen te oogsten. Het tijdstip, waarop wortelen zo hier en daar uitgetrokken worden, is zeker van belang. Indien dit gebeurt op een moment, dat de wortelen nog onvolgroeid zijn, terwijl er binnen vier weken of langer niet geoogst zal worden, is de kans op nieuwe aantasting inderdaad groot.

10.9.2 OOGSTTIJD

Volgens de praktijk moet men steeds tijdig oogsten, d.w.z. men moet oogsten, zodra het gewas oogstrijp is. Deze opvatting geldt hier te lande in het bijzonder voor de kort groeiende wortelen zoals Amsterdamse Bak en Nantes. De korte groeiduur van deze wortelrassen maakt, dat de kans op aantasting gering is. Laat men echter het gewas langer dan normaal op het veld staan dan geeft men de maden, die nog geen zichtbare aantasting veroorzaakt hebben, de gelegenheid zich verder te ontwikkelen. Het resultaat is, dat met verloop van tijd de zichtbare aantasting steeds meer toeneemt (zie tabel 20); hierbij valt de snelle toename in aantasting op.

Ook bij winterpeen ziet men een sterke toename na verloop van enkele weken. Aangezien winterpeen bij een vroege zaaitijd reeds in september, soms zelfs reeds in de tweede helft van augustus geoogst kan worden, kan het van belang zijn van de er-

TABEL 20 Verband tussen aantasting en oogstdatum

A. wortelen met korte groeiperiode *carrots with a short growing period*	Wolfheze		
oogstdatum *harvest date*	22/7	27/7	9/8
aantastingspercentage *percentage of carrots attacked*	3,2	35,5	42,0

B. wortelen met lange groeiperiode *carrots with a long growing period*	Berkhout		Beetgum	
oogstdatum *harvest date*	30/9	24/10	30/9	19/10
aantastingspercentage *percentage of carrots attacked*	57,7	81,0	4,5	35,5

TABLE 20 *Relation between percentage of attack and harvest date*

FIG. 44 Winterwortelen met kleine aantastingsplekjes, goedgekeurd voor exportpeen

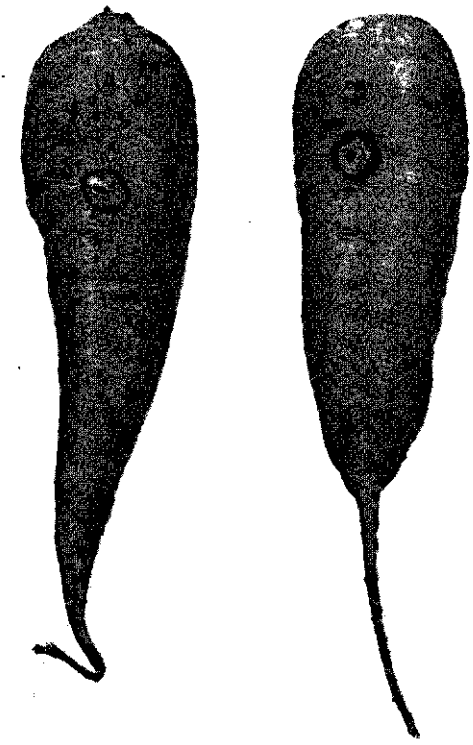


FIG. 44 *Winter carrots with little lesions approved for export*

varing, dat de aantasting in enkele weken sterk toeneemt, gebruik te maken. De proef te Beetgum vormt in dit verband een mooi voorbeeld: op 30 september een produkt vrijwel zonder aantasting, 19 dagen later is de aantasting toegenomen tot 35,5%, waarmede de partij wortelen in waarde sterk is gedaald.

Het criterium voor een tijdige oogst kan door de praktijk zelf ter plaatse worden bepaald door van tijd tot tijd enkele wortelen met zoveel mogelijk intact gelaten wortelstelsel uit de grond te trekken. De eerste symptomen van aantasting zijn dan op de zijworteltjes te zien als oranje tot roestkleurige vlekjes. Hun aantal neemt geleidelijk toe, terwijl zij later ook op het hoofdworteltje van de peen zelf te zien zijn. In een tijdsverloop van 7 à 10 dagen worden vervolgens gangen in de dunne hoofdwortel en daarna in de peen zichtbaar. Het is dus zaak, zodra roestkleurige vlekjes op hoofdwortel en peen verschijnen niet te lang meer met oogsten te wachten. Dit geldt in het bijzonder voor kortgroeiende wortelen. Bij de langgroeiende peen, bestemd voor export, is een klein plekje, een opening of een gang, niet groter dan 1 cm^2, toegestaan (zie fig. 44). Men heeft hierbij dus iets meer speling alvorens gedwongen te zijn tot oogsten over te gaan.

Het *tijdig oogsten* is waarschijnlijk één van de belangrijkste cultuurmaatregelen ter voorkoming van sterke schade door de wortelvlieg.

10.10 HYGIËNISCHE MAATREGELEN BIJ HET EINDE VAN DE TEELT

Het komt in de praktijk vaak voor, dat men aangetaste wortelen op het veld laat staan, omdat het oogsten niet lonend is. Dit gebeurt vaak bij een matige tot zware aantasting. De wortelen blijven dan in de zomer of in het najaar staan, totdat zij, al of niet ondergespit, wegrotten. In zo'n geval hebben de volwassen maden ruim gelegenheid zich in de grond te gaan verpoppen. Uit deze poppen ontwikkelen zich dan weer nieuwe vliegen. Het is duidelijk, dat dit door vroegtijdig opruimen der wortelen kan worden voorkomen. Dergelijke wortelen kunnen het beste minstens twee steek diep in een kuil ondergespit worden. Maar ook door opgerooide, aangetaste wortelen op het terrein te laten liggen, zullen in een vochtige periode de maden nog de gelegenheid hebben om zich in de grond te begeven en zich daar te verpoppen. Ook als het oogsten in het najaar plaats vindt, moeten de aangetaste wortelen direct bij elkaar vergaard worden en diep onder gespit.

10.11 BIOLOGISCH-DYNAMISCHE CULTUURMETHODEN

Het was de bedoeling om met enkele biologisch dynamische methoden proeven te nemen om de invloed op de aantasting door de wortelvlieg na te gaan. Zo werden in 1946 in overleg met Mevrouw CASPARÉ te Heemskerk de volgende methoden toegepast:

1. een tussenbeplanting met prei en selderie;
2. een onderdompeling van het zaad in een vloeistof, welke het preparaat 507 bevatte. Dit preparaat bevat volgens PFEIFFER (1948) koud uitgeperst sap van Valeriaanbloesems; het zou een stimulerende invloed op de plantengroei hebben;
3. twee zaaitijden werden gekozen, nl. twee dagen vóór en twee dagen nà volle maan. Uit de ervaring van E. & L. KOLISKO (1939) was gebleken, dat de kieming van het zaad en de groei van wortelen, indien twee dagen vóór volle maan gezaaid, gestimuleerd werd. Daarentegen ontwikkelde zaad bij een zaai twee dagen vóór nieuwe maan, zich langzaam en gaf een geringe opbrengst.

Het effect van de genoemde methoden op de aantasting door de wortelvlieg werd in een blokkenproef met 4 parallellen onderzocht en vergeleken met een tussenteelt van bieslook en een chemische bestrijding met het middel Forbiat (zie ook blz. 95), dat als werkzame stof een dimethylammoniumzout van dimethyldithiocarbaminezuur bevat. De resultaten van de proef worden vermeld in tabel 21. Wat de biologisch dynamische methoden betreft: de tussenbeplanting met prei en selderie gaf een aantasting, die een gering, doch wiskundig betrouwbaar verschil in aantasting met de controle opleverde.

De zaadbehandeling met het preparaat 507 gaf een wiskundig betrouwbaar verschil met het object 'onbehandeld zaad'. Het object 'zaaitijd voor volle maan' had een betrouwbaar hogere aantasting dan het object 'zaaitijd na volle maan'. De eerste twee biologisch dynamische methoden hebben inderdaad een vermindering in aantasting

TABEL 21 Proef ter vergelijking van biologisch-dynamische methoden en bestrijding met een chemisch middel te Heemskerk

behandeling *treatment*	aantastings % *percentage of carrots attacked*
geen tussenbeplanting en overigens niet behandeld *no intercrop and no treatment*	24,5
tussenbeplanting met bieslook *intercrop chive*	19,6
tussenbeplanting met prei en selderie *intercrop leek and celery*	16,9
chemische bestrijding met Forbiat *chemical control with Forbiat*	3,1
zaadbehandeling met preparaat 507 *seed treatment with preparation 507*	14,0
geen zaadbehandeling met preparaat 507 *no seed treatment with preparation 507*	18,1
zaaitijd twee dagen vóór volle maan *time of sowing two days before full moon*	18,3
zaaitijd twee dagen na volle maan *time of sowing two days after full moon*	13,5

TABLE 21 *Field trial on the comparison of bio-dynamic farming methods and chemical control at Heemskerk*

te zien gegeven. Zij was echter zo klein, dat ze voor de praktijk onvoldoende geacht moet worden.

De chemische bestrijding met Forbiat gaf daarentegen een zodanig belangrijke verlaging van de aantasting, dat de praktijk ermede gebaat is.

Een ongeveer overeenkomstige proef als de voorgaande werd te Rijswijk genomen (zie tabel 22). Hierbij bracht de tussenteelt met prei het tot een vermindering van de aantasting, die bijna betrouwbaar was. De andere behandelingen, te weten de zaadbehandeling en de zaaitijden, gaven eveneens geen systematische invloed te zien. Alleen de Forbiatbestrijding leverde een zeer gunstig resultaat op ten opzichte van de onbehandelde peen.

Hoewel er enige verbetering met behulp van een tussenteelt van prei en selderie gezamenlijk en prei afzonderlijk verkregen werd, bleken de resultaten met enkele biologisch dynamische cultuurmethoden, zoals het zaadbad met het preparaat 507 en de zaaitijden vóór en na volle maan, onzeker te zijn. Waar met de biologisch dynamische methoden een betrouwbare vermindering van de aantasting waargenomen werd, bleek de aantasting echter voor de praktijk nog op een te hoog niveau te liggen. Vergeleken met dit resultaat gaf de chemische bestrijding met het middel Forbiat echter een voor de praktijk belangrijke vermindering van de aantasting.

10.12 SAMENVATTING

Geen der hier te lande algemeen geteelde wortelrassen werd weinig of niet aangetast. Ook andere vertegenwoordigers van de familie der Schermbloemigen, waartoe

TABEL 22 Proef ter vergelijking van biologisch-dynamische methoden en bestrijding met een chemisch middel in drie parallellen te Rijswijk

behandeling *treatment*	aantastings % *percentage of carrots attacked*
geen tussenbeplanting *no intercrop*	42,3
tussenteelt met prei *intercrop leek*	30,2
chemische bestrijding met Forbiat *chemical control with Forbiat*	6,2
zaadbehandeling met preparaat 507 *seed-treatment with preparation 507*	27,1
geen zaadbehandeling met preparaat 507 *no seed-treatment with preparation 507*	25,4
zaaitijd twee dagen voor volle maan *time of sowing two days before full moon*	28,0
zaaitijd twee dagen na volle maan *time of sowing two days after full moon*	29,5

TABLE 22 *Comparison of bio-dynamic farming methods and chemical control. Field trial in three replications at Rijswijk*

de wortel behoort, worden normaal aangetast, zodat rassenkeuze tot nu toe weinig perspectief biedt.

De keuze van de zaaitijd biedt geen enkele zekerheid voor het vrijblijven van aantasting. Slechts bij de zaaitijden vóór begin juni en na 15 juli zijn de kansen voor een hoge aantasting geringer.

Naast het motief in verband met schimmel- en aaltjesziekten is vruchtwisseling ook uit het oogpunt van aantasting door de wortelvlieg gewenst gebleken.

Hoewel een tussenteelt met sjalotten en ook met bieslook, doch niet met uien of met prei, in enkele proeven een betrouwbare vermindering van de aantasting te zien gaf, bleek deze reductie voor de praktijk in het algemeen niet voldoende. De aanwezigheid van windsingels biedt door de luwtewerking het risico van aantasting. Om dezelfde reden zijn ruigte en onkruid als infectiehaarden van de wortelvlieg bekend en alleen om deze reden reeds ongewenst. Een combinatieteelt met luwtevormende cultuurplanten, bijv. aardappelen, is eveneens te ontraden.

Het diepspitten van de grond (minstens twee steek diep) blijkt het verschijnen van de vliegen te bemoeilijken. Genoemde cultuurmaatregel biedt dus voordelen.

In tegenstelling met de gangbare opinie veroorzaakt stalmest geen hogere aantasting. Het gebruik van stalmest bij wortelen is om de aantasting van de wortelvlieg niet te verwerpen.

De grond dient in verband met het noodzakelijke wieden zoveel mogelijk gesloten te blijven. Daarom is het van belang een chemisch onkruidbestrijdingsmiddel te gebruiken, dat in het algemeen verlagend op de aantasting door de wortelvlieg werkt.

Eén van de belangrijkste cultuurmaatregelen blijkt te zijn het tijdig oogsten, nl. zodra het gewas oogstrijp is. Dit geldt in het bijzonder voor de kortgroeiende wortelen, maar eveneens voor de langgroeiende winterwortelen.

Aan het einde van de teelt dienen de aangetaste wortelen niet in de grond te blijven staan en ook niet op het veld te blijven liggen, maar diep onder gespit te worden.

De invloed van biologisch dynamische cultuurmethoden op de aantasting door de wortelvlieg blijkt nog onzeker te zijn. Hoewel met enkele van genoemde methoden een verlaging der aantasting verkregen werd, lag de aantasting voor de praktijk nog op een te hoog niveau.

11. BESTRIJDING MET CHEMISCHE MIDDELEN

11.1 INLEIDING

De teler van wortelen moet een gaaf produkt leveren. Daarom werd als doel gesteld het vrijwaren van de wortelen tegen aantasting door de wortelvlieg. Getracht werd dit doel te bereiken door het gebruik van afwerende stoffen tegen de *vliegen*.

In Engeland hebben enige onderzoekers getracht het doel te bereiken door een bestrijding van de *vliegen* met chemische middelen in hagen, struikgewas en dijken in de omgeving der wortelvelden. PETHERBRIDGE, WRIGHT & DAVIES (1942), PETHERBRIDGE & WRIGHT (1943) en later MILES (1945) gebruikten hiertoe een combinatie van een lokmiddel met een vergif, nl. melasse met natriumfluoride. EILEEN BRITTON (1946) maakte gebruik van een *DDT* emulsie. De behandeling moest gedurende de teelt verschillende malen herhaald worden.

De belangrijkste perspectieven biedt de bestrijding van de *eimade*. Om deze pas uit het ei verschenen larven te bestrijden, wordt het insekticide oppervlakkig en regelmatig in de grond ondergewerkt. Deze bestrijding wordt thans hier te lande en ook in het buitenland algemeen toegepast.

In Engeland paste men ook bestrijdingsmaatregelen tegen de in de grond aanwezige *puparia* toe op plaatsen, waar deze geconcentreerd waren. PETHERBRIDGE & WRIGHT (1943) vonden dat creosoot in dit geval één van de meest werkzame middelen was. BARNES (1942) bereikte goede resultaten met formaline.

11.2 METHODIEK

De bestrijdingsmiddelen werden getoetst in veldproeven met parallellen. In het begin van het onderzoek werden eenvoudige proeven opgezet, waarbij de veldjes en de parallellen in een lange strook achter elkaar lagen. Proeftechnisch had deze opzet echter bezwaren. Op advies van de heer E. VAN DER LAAN van de afdeling proefopzet en wiskundige verwerking van het Ministerie van Landbouw werden later veldproeven opgezet volgens het Latijnse vierkantschema en volgens het Youden schema (7 objecten met 4 herhalingen of 13 objecten met 4 herhalingen; zie ook VAN DER LAAN, 1950).

Indien de aantasting gering was, werd soms rondom elk proefvak als luwtesingel een rij tuinbonen aangebracht (zie fig. 9). WRIGHT & ASHBY (1946) vonden namelijk, dat in de nabijheid van hagen, struikgewas en dijken een duidelijk luwte-effect optreedt, dat bij lage aantasting merkbaar is tot op een afstand van 50 yards (45,7 m). Om een dergelijke randwerking uit te schakelen, zou men dus de proeven op minstens 45 m van de rand moeten aanleggen. Slechts indien de aantasting aan de rand minstens 90% bedroeg, vonden de schrijvers weinig verschil in aantasting tussen het middengedeelte en de rand van het proefveld.

Bij de beoordeling van de aantasting in de veldjes van een proefveld werden door

ons steekproeven genomen langs de diagonaal van het veldje; voor de kortgroeiende wortelen werd een monster van 200 exemplaren, voor de langgroeiende een monster van 100 exemplaren genomen.

Bleek in een proefveld de aantasting zeer gering te zijn, dan werd de beoordeling enige tijd uitgesteld om te zien of de aantasting nog opliep. Het is namelijk een oude praktijkervaring, dat de aantasting bij wortelen, die langer op het veld blijven staan dan nodig is, snel kan toenemen. Deze ervaring werd in de proeven bevestigd (zie blz. 80). Ook WRIGHT & ASHBY (1946) vonden een duidelijke relatie tussen het aantal gangen per 100 wortelen en de tijd, dat de wortelen op het veld hadden gestaan.

11.3 BESTRIJDINGSMOGELIJKHEDEN

De bestrijdingsmogelijkheden zijn de volgende:

a. behandeling van het gewas op het veld,
b. volveldsbehandeling vóór het zaaien,
c. behandeling in de regel vóór het zaaien,
d. zaadbehandeling,
e. bespuiting van het terrein om het wortelveld ter bestrijding van de vliegen,
f. behandeling van opgeruimde kuilen ter vernietiging van puparië n en maden.

11.3.1 BEHANDELING VAN HET GEWAS TE VELDE

De behandeling van het gewas werd eertijds uitgevoerd met behulp van kort werkzame middelen. Het tijdstip van toepassing werd bepaald aan de hand van het verloop van de vliegenvlucht. Vaak was één bestrijding niet voldoende en moest de behandeling enige malen herhaald worden. De methode heeft hier te lande geen ingang gevonden, vooral vanwege het feit, dat men met de behandeling vele malen terug moest komen.

11.3.2 VOLVELDSBEHANDELING VOOR HET ZAAIEN

Toen ten aanzien van de wortelvlieg goed en lang nawerkende insekticiden gevonden waren, kon de bestrijding worden verlegd naar een tijdstip vóór het zaaien. Doordat deze middelen wel een 6-tal maanden in de grond werkzaam waren, konden zij ook met succes toegepast worden bij winterwortelen en eventueel bij twee achtereenvolgende teelten van kort groeiende wortelen op het zelfde terrein (zie blz. 108 en 109). Een belangrijk winstpunt was ook, dat met één behandeling volstaan kon worden. Speciale aandacht moest besteed worden aan de verdeling van het middel in de grond. Een zo gelijkmatig mogelijke verdeling van het insekticide in de grond bevordert namelijk in hoge mate het effect van de behandeling (zie blz. 108). Het werd bereikt door de grond tot 10 à 20 cm diep te frezen.

Aan een gelijkmatige verdeling *in* de grond dient echter een gelijkmatige verdeling *op* de grond vooraf te gaan.

Om dit te bereiken, werd het insekticide in vloeibare vorm op de grond gespoten of verneveld, of als droog middel met zand of grond vermengd en vervolgens zo gelijk-

matig mogelijk op de grond uitgestrooid. De vijfentwintig-procentige stuifmiddelen werden met 5 kg grond of zand per are zo gelijkmatig mogelijk over de grond gestrooid. Aan de spuitmiddelen werden per are 2–10 l water toegevoegd, waarna de spuitvloeistof zo gelijkmatig mogelijk over de grond werd verspoten of verneveld. De insekticiden werden voorts door frezen ondergewerkt.

Het hierop gebaseerde bestrijdingsadvies voor de praktijk luidt thans (1958) voor *kort groeiende* wortelen, zgn. voor- en najaarswortelen:

a. stuifmiddelen: per are 1 kg aldrin 2,5%
„ „ 1 kg chloordaan 10%
„ „ 1 kg heptachloor 2,5%
b. spuitmiddelen: „ „ 100 cc aldrin 25%
„ „ 110 cc chloordaan 70%
„ „ 100 cc heptachloor 25%

Voor lang groeiende wortelen (winterwortelen) en zaadwortelen

a. stuifmiddelen: per are 2 kg aldrin 2,5%
„ „ 2 kg chloordaan 10%
„ „ 2 kg heptachloor 2,5%
b. spuitmiddelen: „ „ 200 cc aldrin 25%
„ „ 220 cc chloordaan 70%
„ „ 200 cc heptachloor 25%

Uit het onderzoek van de heer NAGELS (proeftuin Venlo) bleek, dat deze middelen ook in de volgende gehalten en doseringen met succes kunnen worden toegepast.

Voor kort groeiende wortelen:

Stuifmiddelen: per are 100 g heptachloor 25%
„ „ 100 g aldrin 25%

Voor lang groeiende wortelen:

Stuifmiddelen: per are 200 gr. heptachloor 25%
„ „ 200 gr. aldrin 25%

De middelen moeten gemengd worden met 5 kg zand of grond en zo gelijkmatig mogelijk uitgestrooid worden. Daarna worden ze weer ingefreesd.

Na de behandeling wordt dan 'in de regel' of 'breedwerpig' gezaaid.

Bij de toediening van insekticiden tezamen met de kunstmestgift, dient men onderscheid te maken tussen:

a. het toedienen van een mengsel van kunstmest en insekticidepoeder,
b. gehecht aan korrelmest.

(a) Indien men zich hierbij houdt aan de gebruiksaanwijzing, is deze methode voor toepassing in de praktijk bruikbaar.

(b) Hiermee zijn de ervaringen o.i. nog te gering. Een bezwaar hierbij kan zijn, dat de verdeling van het middel in de grond niet zo goed is als bij de toepassing van het middel als poeder, omdat de korrels een fijne regelmatige verdeling minder goed mogelijk maken.

11.3.3 REGELBEHANDELING VOOR HET ZAAIEN

In verschillende proeven is nagegaan of door het concentreren van het insekticide in de plantenrijen ten opzichte van de volveldsbehandeling een besparing aan materiaal bij gelijk resultaat verkregen kan worden. Deze verkregen besparing bleek echter slechts gering te zijn. In andere gevallen, bijv. op venige grond, stonden bij gelijke dosering de resultaten bij de regelbehandeling achter bij die van de volveldsbehandeling (zie blz. 110 en tabel 36 en 38).

De proeven werden als volgt opgezet: Eerst werden voren getrokken met een vorentrekker, vervolgens werd het insekticide met de hand in de voren gestrooid, waarna het zaad in de voren werd gebracht. Om hierbij arbeid te besparen werd in overleg met het Instituut voor Tuinbouwtechniek een zaaimachine geconstrueerd, die het insekticide als stuifmiddel gelijktijdig met het zaad in de voor brengt. Door de heer VISSCHERS, eertijds hoofdassistent bij het Rijkstuinbouwconsulentschap te Maastricht, werd dezelfde gedachte uitgewerkt voor de toediening van vloeibare insekticiden.

Het bleek, dat er zeker toepassingsmogelijkheden voor deze zaaimachines zijn; de bedrijfszekerheid was echter nog niet groot genoeg. Bovendien bleken de voordelen van de regelbehandeling – vooral wat haar effect ten opzichte van de aantasting betreft – niet zo groot te zijn, dat zij een aanmoediging vormden om de methode te vervolmaken.

11.3.4 ZAADBEHANDELING

Volgens het Rapport Studiegroep Landbouw van de Contactgroep Opvoering Productiviteit (1953) waren in de Verenigde Staten proeven genomen, waarin wortelzaad met insekticiden werd behandeld. Hiermede werden uitstekende resultaten bereikt tegen de eerste generatie van de wortelvlieg. Volgens mondelinge mededeling van Prof. RAWLINS (Cornell University, Ithaca, N.Y.) was het resultaat tegen de tweede generatie echter onvoldoende, hetgeen mogelijk zijn oorzaak vindt in te geringe dosering van het insekticide. In Amerika vond de inhulling van het zaad plaats met methylcellulose, toegepast in een 4%-oplossing. Aanvankelijk hebben ook wij met dit middel gewerkt; later werd het echter vervangen door carboxymethylcellulose (CMC), een hechtmiddel, dat hier te lande gefabriceerd wordt. Het werd toegepast in een 2% concentratie.

Nadat om het zaad een lijmmantel is aangebracht, wordt aan het zaad het insekticide gekit in de onderstaande doseringen:

kort groeiende wortelen: 500 g dieldrin 50%/kg zaad of
500 g aldrin 40%/kg zaad of
500 g heptachloor 50%/kg zaad

lang groeiende wortelen: 1000 g dieldrin 50%/kg zaad of
1000 g aldrin 40%/kg zaad of
1000 g heptachloor 50%/kg zaad.

De verkregen resultaten waren meestal gelijkwaardig aan die van de volveldsbehandeling (zie tabel 34, 35 en 37). Voor een uitvoerige beschrijving van de methodiek raadplege men de publikatie van VIJZELMAN (1958). De zaadbehandeling is uitstekend geschikt voor de kortgroeiende wortelen en voor de lang groeiende wortelen, met uitzondering van die, welke op sterk humeuze gronden geteeld worden (zie tabel 36 en 38). Een belangrijk punt is het uitzaaien van het met lijm en insekticide behandelde zaad. Indien goed droog, kan het uitstekend met de zaaimachine worden uitgezaaid. Geeft men er echter de voorkeur aan om het insekticide met water aan het zaad te hechten, dan kan het behandelde zaad in vochtige toestand wel met de hand uitgezaaid worden, doch niet met de zaaimachine, omdat het zaad dan door samenkoeken de machine verstopt. Met water behandeld zaad kan natuurlijk na opdrogen *wel* met de machine uitgezaaid worden; deze wijze van werken is echter niet efficiënt omdat men dan een vrij grote hoeveelheid insekticide verliest (VAN 'T SANT, 1957).

Het aantrekkelijke van de zaadbehandeling is de eenvoudige uitvoering, een voordeel dat vooral tot uiting komt naarmate de teeltoppervlakte groter is; immers een volveldsbehandeling door bespuiten of bestrooien neemt des te meer tijd in beslag, naarmate het te behandelen areaal groter is, terwijl het behandelen van een grotere hoeveelheid zaad vrijwel geen extra tijd vergt.

Terwijl bij de zaadbehandeling het zaad behandeld wordt met een spuitpoeder met een hoog gehalte aan werkzame stof, zijn op voorstel van de Heer WATTEL te Middelburg ook oriënterende proeven gedaan met zaad, dat bevochtigd werd met een emulgeerbare olie van aldrin, heptachloor en dieldrin. Na behandeling werd het zaad direct uitgezaaid of eerst ingedroogd en dan dus pas enkele dagen later uitgezaaid. De kiemkracht van het zaad leed in het algemeen weinig of niet onder de behandeling; ook de resultaten, die in deze proeven bereikt werden, waren hoopvol.

11.3.5 BESPUITING VAN HET TERREIN

PETHERBRIDGE, WRIGHT & DAVIES (1942) hebben aandacht besteed aan de bestrijding van de vliegen in de schuilplaatsen. Zij bezigden als aantrekkelijke stof een mengsel van suikermelasse en natriumfluoride, dat reeds eerder door KÖRTING (1940) – echter zonder succes – werd toegepast. Met dit mengsel werden bij gunstige weersomstandigheden de hagen, dijken, omheiningen enz. om het terrein met een machine bespoten. De bespuiting werd tijdens de groei van de wortelen vele malen herhaald. Door genoemde Engelse schrijvers, door PETHERBRIDGE & WRIGHT (1943) en door MILES (1945) werd aangetoond, dat hiermede bij wortelen een belangrijke reductie van de aantasting verkregen kan worden.

Het bezwaar van deze methode is echter het grote aantal bespuitingen. WRIGHT & ASHBY (1945) hebben later met DDT gewerkt, een middel dat door hen op het

wortelloof gespoten werd. Uit vangsten met het sleepnet bleek, dat de wortelvliegpopulatie ter plaatse aanzienlijk kleiner werd. Ook in kooiproeven was de doding aanzienlijk. Ook de aantasting van de wortelen werd merkbaar beïnvloed. De methode kan worden aangevuld met een bespuiting van het omgevende terrein. DDT blijft op het wortelloof lang aanwezig, zodat met minder bespuitingen kan worden volstaan. EILEEN BRITTON (1946) heeft het omliggende terrein gedurende het gehele seizoen met tussenpozen van 3 à 4 weken met DDT gespoten. De bespuitingen vonden plaats vanaf het ogenblik, dat de plantjes te voorschijn kwamen. Hoewel DDT langer werkzaam is dan de vorige combinatie van middelen, is ook hierbij het grote aantal toepassingen voor de praktijk bezwaarlijk.

11.3.6 BESTRIJDING VAN LARVEN EN PUPARIA IN DE KUILEN

PETHERBRIDGE & WRIGHT (1943) bereikten met creosoot een goed resultaat. Dit middel heeft echter een fytocide werking, waardoor het terrein pas ongeveer 6 maanden na de behandeling weer voor een teelt gebruikt kan worden.

Een zelfde bezwaar geldt voor het door BARNES (1942) in kuilen toegepaste formaline, waarmede eveneens goede resultaten werden verkregen. De bestrijding werd door BARNES toegepast omdat de kuilen in het voorjaar een bron van infectie kunnen zijn.

De in recente tijd in de handel gebrachte, lang werkende grondinsekticiden heptachloor, dieldrin en aldrin zullen vermoedelijk ook goed tegen de verschijnende imagines werkzaam zijn, zonder dat hierbij van een ongunstige invloed op de opvolgende groentegewassen sprake hoeft te zijn.

11.4 DE WAARDE VAN VERSCHILLENDE INSEKTICIDEN

In de loop van vele jaren zijn door de verschillende onderzoekers talrijke middelen onderzocht op hun bruikbaarheid tegen de wortelvlieg. Slechts enkele hiervan kwamen voor toepassing in de praktijk in aanmerking. De meesten bleken een te korte werkingsduur te hebben.

11.4.1 NAFTALINE

Van de oude middelen, die waarde hadden, moet naftaline genoemd worden. De werking van dit middel, dat doorgaans als schilfers over het veld gestrooid werd, is gebaseerd op het afweren van de vliegen door de naftalinedamp. Hierbij is de werkingsduur afhankelijk van de weersomstandigheden. Een goed resultaat werd dan ook slechts bereikt door herhaalde behandelingen.

Vóór 1945 werd het in de praktijk toegepast in Zweden: ÅHLBERG (1942), U.S.A.: GLASGOW (1931), WHITCOMB (1938), HANSON & WEBSTER (1941), Canada: GLENDENNING & FULTON (1951) en Frankrijk: BALACHOWSKY & MESNIL (1936).

Ook wij hebben dit middel in proeven onderzocht. Het resultaat bleek bevredigend te zijn, zoals uit de gegevens, vermeld in tabel 23, blijkt.

De resultaten van de proeven, waarin de schilfers meerdere malen werden uitgestrooid, zijn redelijk goed. In verband met de korte werkingsduur van de schilfers is

TABEL 23 Toepassing van enkele naftaline middelen in proeven met 3 of 4 parallellen

plaats	jaar	object	dosering in grammen per m²	aantal toepassingen	gemiddeld % aantasting
Arnhem II	1943	naftalineschilfers *naphthalene flakes*	30	6	7,8
		onbehandeld *untreated*			58,5
Sloten N.H. I	1943	naftalineschilfers *naphthalene flakes*	40	3	2,75
		onbehandeld *untreated*			11
Sloten N.H. II	1943	naftalineschilfers *naphthalene flakes*	40	3	2,3
		onbehandeld *untreated*			24,4
Apeldoorn	1944	naftalinemunten *naphthalene coins*	40	1	7,2
		onbehandeld *untreated*			17,2
Naaldwijk	1944	naftalineringen *naphthalene rings*	40	1	8
		naftalinemunten *naphthalene coins*	40	1	12,5
		onbehandeld *untreated*			15
locality	*year*	*treatment*	*dosage in grams per sq.m*	*number of applications*	*average % attack*

TABLE 23 *Naphthalene applications in plot trials with 3 or 4 replications*

ook gewerkt met halve ringen (zgn. Caulin-ringen) en met munten in de vorm van de in de handel verkrijgbare grote pepermunten. Deze zijn langer houdbaar en werden daarom slechts één keer toegepast.

De resultaten waren echter minder goed (vergelijk resultaten Apeldoorn en Naaldwijk met die van Arnhem en Sloten); vermoedelijk is de afwerende werking van de naftaline door de meer compacte vorm waarin het middel toegediend werd te gering geweest.

11.4.2 VRUCHTBOOMCARBOLINEUM (VBC)

VBC heeft vooral in ons land een ruime toepassing gevonden. VAN DER SLIKKE (1944) heeft VBC vele jaren beproefd en gepropageerd. De resultaten waren vruchtdragend, doch zeker niet afdoende. Zij werden door onze proeven bevestigd (zie tabel 24).

Uit deze gegevens blijkt duidelijk, dat met dit middel in lage concentraties zeer goede resultaten bereikt kunnen worden, mits de hoeveelheid spuitvloeistof ruim genomen

TABEL 24 Toepassing met VBC in proeven met 3 of 4 parallellen
bij kort groeiende wortelen: Veenhuizen, Sloten, Heemskerk en Arnhem II
bij lang groeiende wortelen: Sexbierum I en II

plaats	jaar	object	spuit-concentratie	hoeveelheid spuitvloeistof in liter per are	aantal toepassingen	gemiddeld % aantasting
Veenhuizen	1944	VBC *tar oil* onbehandeld	0,3%	20	4	21 34
Sloten	1943	VBC	0,1%	100 1e keer *first time* 200 volgende 3 keren *next 3 times*	4	4,1
		onbehandeld				24,4
Heemskerk	1946	VBC onbehandeld	0,3%	33	3	20,5 32
Arnhem II	1943	VBC onbehandeld	0,2%	250	6	0 58,5
Sexbierum I	1951	VBC onbehandeld	0,3%	30	3	66 82,2
Sexbierum II	1951	VBC onbehandeld *untreated*	0,3%	30	3	73,2 91
locality	*year*	*treatment*	*spray-concentration*	*dosage of spray-liquid in litres per 100 sq.m*	*number of applications*	*average % attack*

TABLE 24 *Application of tar oil in plots with 3 or 4 replications on short crop carrots: Veenhuizen, Sloten, Heemskerk, Arnhem II. On long crop carrots: Sexbierum I and II*

wordt, de bestrijding op het juiste tijdstip wordt uitgevoerd en men voldoende vaak terugkomt. De praktijk ziet echter op tegen een groot aantal begietingen en tegen het gebruik van grote hoeveelheden vloeistof. Vermindering van het aantal behandelingen of vermindering van de hoeveelheid spuitvloeistof leidden echter tot duidelijk minder gunstige resultaten (zie VEENHUIZEN, HEEMSKERK, SEXBIERUM).

Bestrijding heeft tot gevolg, dat niet alleen het percentage aangetaste wortels vermindert, maar dat ook de mate van aantasting per wortel afneemt. Dit laatste is reeds het geval bij een matige tot geringe vermindering van de aantasting. Zo liet de proef Sexbierum I als gevolg van de behandeling reeds een duidelijke verschuiving van de categorie 'zwaar aangetast' naar 'licht aangetast' zien (zie tabel 25).

Daar de licht aangetaste wortelen slechts een klein aangetast plekje vertoonden en nog als exportkwaliteit in aanmerking kwamen, laat het bovenstaande voorbeeld duidelijk zien, waarom men de VBC bespuiting, ondanks de soms vrij geringe kwantita-

TABEL 25 Mate van aantasting in een bestrijdingsproef met VBC te Sexbierum

object	percentage licht aangetast	percentage zwaar aangetast
onbehandeld *(untreated)*	20	62,2
VBC *(tar oil)*	31,7	34,2
treatment	*percentage light attack*	*percentage heavy attack*

TABLE 25 *Degree of attack in a tar oil trial at Sexbierum*

tieve vermindering van de aantasting, toch als een vooruitgang beschouwde. Een risico, dat de bespuiting met VBC met zich mee brengt, is de gevoeligheid van het wortelloof, waardoor verbrandingsverschijnselen kunnen optreden. Is dit enigermate het geval, dan wordt de groei tijdelijk geremd. HUSÅS (1941) zegt, dat de peen onder de bespuiting lijdt, doch dat de plant zich herstelt. Dit was o.m. het geval indien HUSÅS (in Noorwegen) hoge concentraties, nl. 0,5%, 1%, 1,5% en 2%, gebruikte. In dit geval werkte de VBC ook als onkruidbestrijdingsmiddel!

In onze proeven hebben wij geen smaakbederf bij wortelen, afkomstig van planten die met VBC bespoten waren, kunnen vaststellen. HUSÅS vermeldt, dat de verwekte bijsmaak slechts gering is. KÖRTING (1940) meent echter, dat juist door de beïnvloeding van de smaak aan de toepassing van dit middel bezwaren in de weg worden gelegd. Wellicht was de vastgestelde bijsmaak in zijn proeven te wijten aan de toegepaste hoge doseringen (2,7 l/m^2) en concentratie (0,4%) (zie ook blz. 111).

11.4.3 SUBLIMAAT

Sublimaat werd door WHITCOMB (1938) in zijn proeven gebezigd. Het gewas ondervond echter reeds een groeiremming bij toediening van een 0,1% oplossing. Ook wij stelden dit vast; bovendien traden in het loof nog vergelings- en verbrandingsverschijnselen op.

Door KÖRTING (1940) werd het gebruik van sublimaat om hygiënische redenen echter afgewezen, omdat het middel door de peen in een ontoelaatbare dosis opgenomen werd. Verder bleek de smaak in onze proeven ongunstig beïnvloed te kunnen worden. Dit waren alle redenen waarom sublimaat reeds vrij spoedig niet meer in onze proeven werd opgenomen.

11.4.4 CALOMEL

Hoewel dit middel in Amerika als volvelds- en zaadbehandeling met succes is toegepast, bleek het bij ons door een te snelle ontleding vooral in het najaar onvoldoende bescherming te geven. De hier te lande door de Plantenziektenkundige Dienst en door VAN DER SLIKKE in proeven toegepaste zaadbehandeling bleek geen succes te zijn.

Aangezien de behandeling hier toegepast werd bij winterwortelen, is vermoedelijk de te korte werkingsduur de oorzaak van het falen. Wij hebben calomel niet kunnen beproeven omdat het middel ons niet meer ter beschikking stond.

11.4.5 FORBIAT

Met dit middel, dat tijdens de tweede wereldoorlog verkrijgbaar was, werden goede resultaten bereikt. De werkzame stof is een dimethylammoniumzout van dimethyldithiocarbaminezuur.

Forbiat werd door ons ten tijde van de vliegenvlucht in een waterige suspensie over gewas en grond gespoten. Het resultaat was vaak een aanmerkelijke vermindering van de aantasting.

Slechts van enkele bestrijdingsproeven, alle met 3 of 4 parallellen opgezet, worden de resultaten vermeld. Het verschil met de controle was hierbij wiskundig betrouwbaar (zie tabel 26).

TABEL 26 Aantastingspercentage in enkele bestrijdingsproeven, genomen met Forbiat en opgezet in drie of vier herhalingen

plaats en jaar *locality and year*	Sloten N.H. 1943, II	Arnhem 1943, II	Apeldoorn 1944	Heemskerk 1946	Rijswijk 1947
onbehandeld *untreated*	24,4%	58,5%	17,2%	24,5%	42,3%
Forbiat 1% (gietconcentratie) *spray concentration*	2,1%	0%	0,8%	3,1%	6,2%

TABLE 26 *Percentage of attack in some control experiments with Forbiat (three or four replications)*

Door de bestrijding werd in enkele gevallen een toename van het loof alsmede een gewichtstoename van de wortelen, doch nimmer een vermindering in gewicht opgemerkt. Een ongunstige bijsmaak werd door geen der waarnemers gesignaleerd.

De toepassing van Forbiat werd echter minder aantrekkelijk omdat de goede resultaten slechts werden verkregen indien het Forbiatspuitpoeder werd toegediend (gieten) met grote hoeveelheden water, nl. 200 l per are; deze hoeveelheid vormt voor de praktijk een bezwaar. Toepassing van dit middel was hierdoor slechts op kleine percelen mogelijk. Het middel was bovendien in de jaren direct na de tweede wereldoorlog niet meer in de handel verkrijgbaar.

11.4.6 DDT

Na de tweede wereldoorlog verschenen achtereenvolgens verschillende nieuwe insekticiden met een lange werkingsduur. Deze laatste eigenschap kwam vooral tot zijn recht als het middel als grondinsekticide werd toegepast.

Van de langwerkende insekticiden, toegediend aan de grond, is het resultaat bij DDT slechts matig geweest (zie tabel 27).

Dit povere resultaat, dat ook in de jaren na 1945 vaak bevestigd werd, was aanleiding, dat het middel al spoedig in onze proeven niet meer werd opgenomen.

TABEL 27 Aantastingspercentages in enkele proeven met DDT, opgezet in drie en vier herhalingen

plaats	jaar	object	spuit concentratie	dosering per are	hoeveelheid werkzame stof per are	aantal toepassingen	gemiddeld % aantasting
Sloten	1944	DDT 5%	1%	150 l/are	75 g	3	6
		onbehandeld					10
		untreated					
Naaldwijk	1944	DDT 5%	1%	150 l/are	75 g	3	9
		onbehandeld					15
		untreated					
locality	*year*	*treatment*	*spray-concentration*	*dosage per 100 sq.m*	*quantity active ingredient per 100 sq.m*	*number of of applications*	*average % attack*

TABEL 27 *Percentage of attack in some plot trials with DDT (three or four replications)*

11.4.7 HCH

HCH, een middel dat over het algemeen vrij goed werkzaam was tegen de wortelvlieg, werd niet meer in onze proeven betrokken, nadat gebleken was, dat het de smaak van de wortelen ongunstig beïnvloedde (zie ook blz. 111 en 112).

11.4.8 PARATHION EN METHYLPARATHION

De ervaringen met parathion en methylparathion waren ondanks de vrij beperkte werkingsduur van deze middelen tamelijk gunstig (zie tabel 28).

TABEL 28 Resultaten met parathion en methylparathion met één toepassing bij kort groeiende wortelen; proefopzet: split-plot met 4 parallellen

plaats	jaar	object	gehalte in %	gietconcentratie	dosering per are	werkzame stof per are	gemidd. % aantasting
Arnhem	1951	parathion	1		2500 g	25 g	20
			15	3%	50 l	225 cc	39,75
		methyl-parathion	1,5		6700 g	100 g	55,75
			25	1%	50 l	125 cc	19,1
		onbehandeld					70
		water			50 l		56,1
locality	*year*	*treatment*	*% a.i.*	*sprayconcentration*	*dosage per 100 sq.m*	*active ingredient per 100 sq.m*	*average % attack*

TABLE 28 *Results of a plot trial with parathion and methylparathion in one application on short crop carrots; design of the experiment: split-plot with four replications*

TABEL 29 Resultaten van proeven met parathion bij kort groeiende wortelen: Arnhem; bij lang groeiende wortelen: Berkhout; proefopzet: Youdenschema met 4 parallellen

plaats	jaar	object	gehalte in %	dosering in kg per are	werkzame stof in grammen per are	toepassingswijze	gemiddeld gewichts % aangetaste wortelen	
Arnhem	1953	parathion	1	2,5	25	volveldsbehandeling[1])	8	
			1	5	50		4,8	
		onbehandeld *untreated*					46,8	
							licht	zwaar
Berkhout	1952	parathion	2	2	40	volveldsbehandeling[1])	27,5	10,7
			2	1	20		33,7	28
			2	0,5	10		34,5	40
			2	1	20	regelbehandeling[2])	37,5	12,2
			2	0,67	13,4		38	26
			2	0,35	7		40	38,7
		onbehandeld *untreated*					4,7	94,5
							light	*heavy*
locality	*year*	*treatment*	*% a.i.*	*dosage in kg per 100 sq.m*	*active ingredients in grams per 100 sq.m*	*method of application*	*average weight percentage of carrots attacked*	

TABLE 29 *Trials with parathion treatment on short crop carrots: Arnhem; on long crop carrots: Berkhout; design of the trial: Youden scheme with four replications*

[1]) *broadcast treatment,* [2]) *treatment in rows.*

Ook het gewichtspercentage aan gave wortelen was in de behandelde objecten aanmerkelijk hoger dan bij de controle (zie tabel 29 en 29A); de gewichtstotalen van de objekten waren ongeveer gelijk.

Uit de proeven blijkt, dat de resultaten, bereikt bij de kort groeiende wortelen bevredigend zijn; bij de winterwortelen waren zij minder geslaagd, omdat de werkingsduur van het middel parathion hier te kort was, hetgeen bleek uit de resultaten die in dezelfde proeven werden bereikt met chloordaan, aldrin, dieldrin en heptachloor. De opbrengst werd door toepassing van de middelen parathion, methylparathion wel gunstig beïnvloed; de opbrengst aan gave wortelen steeg.

In afwijking van de door KROMPHARDT (1950) in Duitsland en BACHMANN (1955) in Zwitserland genomen proeven, hebben wij gestreefd naar een bestrijding met een éénmalige toediening van het middel. De 'droge' behandelingen werden voor het zaaien toegepast, de 'natte' behandelingen bij het begin van de vlucht, d.i. in het stadium, dat de plant één tot vijf echte wortelblaadjes heeft.

TABEL 29A Resultaten verkregen met parathion bij lang groeiende wortelen in een proef met vier parallellen
Proefopzet: Youden 4 × 13

plaats	jaar	object	gehalte in %	dosering in kg per are	werkzame stof in grammen per are	toepassingswijze	gem. % aantasting		
							licht	zwaar	totaal
Wervershoof	1952	parathion	1	4	40	volveldsbe-	26,25	1,75	28
			1	2	20	handeling	33,25	6,5	39,75
			1	1	10	*broadcast treatment*	45,75	14,5	60,25
		parathion	1	2	20	regelbehan-	30,5	20	50,5
			1	1,35	13,5	deling	38,25	6	44,25
			1	0,7	7	*treatment in rows*	38,25	18,25	56,5
		controle *check*					24,5	65,25	89,75
locality	*year*	*treatment*	*% a.i.*	*dosage in kilo-grams per 100 sq.m*	*active ingredient in grams per 100 sq.m*	*method of application*	*light*	*heavy*	*total*
							average % attack		

TABLE 29A *Results of a plot trial with parathion on long crop carrots in four replications. Design of the trial: Youden 4 × 13*

Aangezien uit hygiënisch oogpunt geen risico voor de consument aanwezig was – het chemisch onderzoek der behandelde wortels door het Rijksinstituut voor de Volksgezondheid toonde dit aan – werd parathion vanwege de bereikte goede resultaten in 1954 in het bestrijdingsadvies opgenomen (zie Tuinbouwgids 1954, blz. 352). Het vond in het bijzonder toepassing in die streken, waar wortelen voor de conservenindustrie werden geteeld en waar toepassing van chloordaan nog dubieus was. Het Instituut voor Bewaring en Verwerking van Tuinbouwproducten heeft in smaakproeven met wortelen, die een parathionbehandeling hadden gehad, geen smaakafwijking gevonden. Het advies voor de kort groeiende wortelen luidde: 2,5 kg parathionstuif 1% per are of 40 liter 0,2% parathion-emulsie per are. Ook bij wortelen, bestemd voor de zaadteelt, vond parathion toepassing. Voor de winterwortelen werd in 1954 als practijkadvies gegeven: 4 kg parathionstuif 2% are. Een jaar later is dit advies voor winterwortelen in verband met de vrij korte werkingsduur van parathion teruggenomen. Voor de toepassing van parathion 'in de regel' werd op grond van de verkregen resultaten geen voordeel gezien.

11.4.9 DIAZINON

Het middel diazinon, een fosforzure ester, werd in de veldproeven hoofdzakelijk beproefd bij de zaadbehandeling.

De resultaten bij de kort groeiende wortelen waren over het algemeen redelijk goed (zie tabel 30).

TABEL 30 Aantastingspercentages geconstateerd bij gebruik van diazinon in zaadbehandelingsproeven, bij kort groeiende wortelen (4 parallellen)

object	Wolfheze – najaar	
	1954	1955
onbehandeld *(untreated)*	27,4	86,7
½ kg diazinon 20%/kg zaad	0,5	26,2
1 kg diazinon 20%/kg zaad	0	–
½ kg diazinon 50%/kg zaad	–	19,2
treatment	*Wolfheze – autumn*	

TABLE 30 *Percentages of carrots attacked, as stated in seed treatment trials with diazinon, with four replications in carrots with a short growing period*

Bij winterwortelen met de langere ontwikkelingsduur bleek de werkingsduur amper toereikend voor een goede bestrijding (zie tabel 31).

Hoewel de veldresultaten met de diazinon-zaadbehandeling in het algemeen matig tot goed genoemd kunnen worden, was het voornaamste bezwaar bij de zaadbehandeling gelegen in de kiemdodende werking van het middel, hetgeen in het bijzonder bij diazinon met het hoge gehalte, nl. 50%, tot uiting kwam.

Deze ongunstige bijwerking van het middel was oorzaak, dat hiermede niet verder geëxperimenteerd werd.

In verband met het feit, dat groenten door behandeling met insekticiden op basis van HCH en chloordaan en zelfs met aldrin en dieldrin een ongunstige smaak verkregen, heeft men in Zwitserland het gebruik van genoemde middelen voor de praktijk verboden.

Door SAVARY, MOTTIER & DESHUSSES (1959) werden aldaar tegen de wortelvlieg proeven genomen, o.m. met diazinon. Met dit middel werden met 2 en met 3 toepassingen goede resultaten bereikt. Het middel diazinon werd gespoten op jonge wortelen in het stadium dat het loof 6 à 10 cm lang was, vervolgens 14 dagen later opnieuw

TABEL 31 Aantastingspercentages geconstateerd bij het gebruik van diazinon in zaadbehandelingsproeven, met 4 à 5 parallellen bij winterwortelen

object	Beetgum 1955	St. Annaland 1955
onbehandeld *(untreated)*	35,5	62,2
1 kg diazinon 20%/kg zaad	26,2	19
1 kg diazinon 50%/kg zaad	10,7	11,2
treatment		

TABLE 31 *Percentages of carrots attacked, as stated in seed treatment experiments with diazinon, with 4 to 5 replications in carrots with a long growing period*

en tenslotte de laatste keer 13 dagen na de tweede bespuiting. Dit geschiedde met een concentratie van 0,1 % in een hoeveelheid van ¼ liter per strekkende meter of 1 liter per m². De bespuitingen vonden plaats op 15/8, 28/8 en 10/9 bij een langgroeiend gewas (van 18/6–25/10) van het ras Berlikum. Reeds met twee toepassingen werd het aantastingspercentage verlaagd van rond 30 % tot minder dan 1 %.

11.4.10 CHLOORDAAN

Het eerste middel, dat tijdens het onderzoek hier te lande de toets der critiek kon doorstaan wat betreft insekticide werking, werkingsduur, risico voor de consument, smaak der wortelen en mogelijkheid voor toepassing in de praktijk was chloordaan (VAN 'T SANT, 1956).

Reeds in 1948–'49 had GÜNTHART (1950) in Zwitserland met een emulgeerbare olie van chloordaan goede resultaten bereikt, o.m. tegen de wortelvlieg.

MORRISON & CROWELL (1952) concludeerden uit proeven in 1949 en 1950, ge-

TABEL 32 Resultaten verkregen met chloordaan in proeven met 4 parallellen te Arnhem, Eindhoven, Heemskerk: kort groeiende wortelen; te Beetgum: lang groeiende wortelen

plaats	jaar	object	hoeveelheid werkzame stof per are	toepassings-wijze	gemiddeld % aantasting
Arnhem	1952	chloordaan 10 %		volveldsbehandeling	
		3 kg/are	300 g	*broadcast treatment*	0,5
		1,5 kg/are	150 g		2,5
		onbehandeld			57,2
		check			
Eindhoven	1952	chloordaan 10 %			
		1 kg/are	100 g		0,25
		onbehandeld			16,9
		check			
Heemskerk	1952	chloordaan			
		2 kg/are	200 g		1,5
		3 kg/are	300 g		0,5
		4 kg/are	400 g		1,5
		onbehandeld			12
		check			
Beetgum	1952	chloordaan 10 %			
		3 kg/are	300 g		1,5
		1 kg/are	100 g		9,5
		0,5 kg/are	50 g	regelbehandeling	7,7
				treatment in rows	
		onbehandeld			44,7
		check			
locality	*year*	*treatment*	*amount active ingredient per 100 sq.m*	*method of application*	*average % attack*

TABLE 32 *Results obtained with chlordane in experiments with four replications at Arnhem, Eindhoven Heemskerk: short crop carrots; at Beetgum: long crop carrots*

nomen op een veenachtige grond, tot een uitstekende werking van chloordaan. De nawerking duurde bijna 2 jaar (zie blz. 108). Het insekticide werd ingefreesd tot op 15 cm diepte.

Onze proefresultaten tonen ook de gunstige werking van dit middel in ons land aan (zie tabel 32 en 33 en fig. 45).

De cijfers tonen duidelijk de gunstige resultaten aan, die met dit middel verkregen werden. Zowel bij de kortgroeiende als bij de langgroeiende wortelen is de aantasting belangrijk afgenomen, in het bijzonder bij de volveldsbehandeling die zoals wij zagen vóór het zaaien wordt toegepast. Steeds werd ook een opbrengstverhoging van het veilbare produkt verkregen. Met een toedienen van het insekticide in de rijen werd geen besparing van het middel bij een vergelijkbaar resultaat verkregen. In deze methode werd dan ook geen voordeel gezien. De volveldsbehandeling wordt voor een teelt slechts één keer toegepast, nl. vóór het zaaien. Het middel wordt hiertoe met zand of grond gemengd en vervolgens gelijkmatig over het veld uitgestrooid. Een goede verdeling in de grond wordt verkregen door het middel in de grond te frezen in plaats van oppervlakkig in te werken (zie ook blz. 108).

TABEL 33 Resultaten verkregen met chloordaan bij winterwortelen in proeven met 4 parallellen

plaats	object	hoeveelheid	hoeveelheid werkzame stof per are	toepassingswijze	% aantasting			grondsoort
					licht	zwaar	totaal	
Flakkee (Middelharnis)	chloordaan 10%	860 g/are	86 g	volveldsbehandeling			14,2	zavel
		430 g/are	43 g				30	*sandy loam*
		215 g/are	21,5 g	*broadcast treatment*			46,5	
	onbehandeld *check*						74,2	
Berkhout 1952	chloordaan 10%	4 kg/are	400 g		22	5	27	venige klei
		2 kg/are	200 g		25,7	10	35,7	*peaty clay*
		1 kg/are	100 g		30,2	20,2	50,4	
		8 g/m rij	200 g	regelbehandeling	29,5	11	40,5	
		5,4 g/m rij	135 g	*treatment*	35,7	7,7	43,4	
		2,8 g/m rij	70 g	*in rows*	42	24,2	66,2	
	onbehandeld *check*				4,7	94,5	99,2	
locality	*treatment*	*application rate*	*active ingredient per 100 sq.m*	*method of application*	*light*	*heavy*	*total*	*type of soil*
					% attack			

TABLE 33 *Results obtained with chlordane on long crop carrots in experiments with four replications*

FIG. 45 Wortelen, behandeld met chloordaan
links: met chloordaan stuifmiddel
rechts: met chloordaan emulsie
boven: aangetaste wortelen
onder: gave wortelen

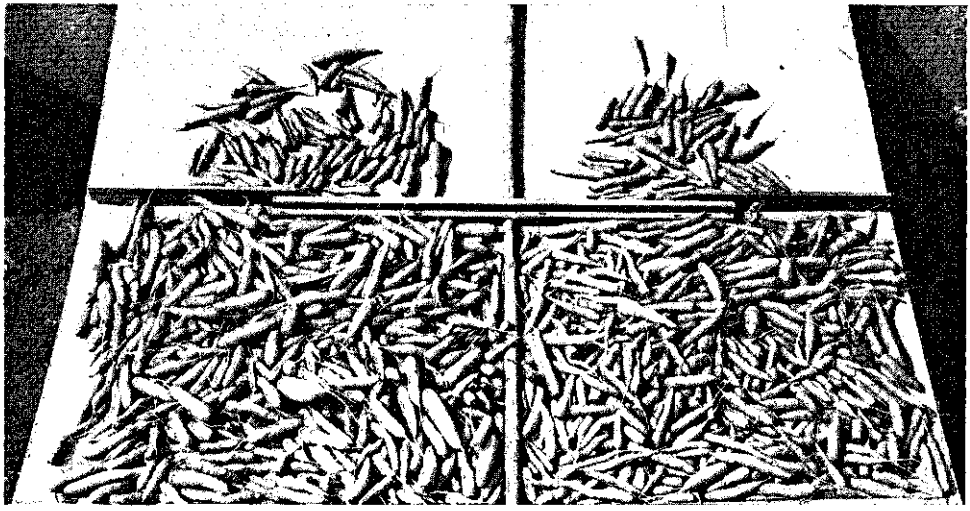


FIG. 45 *Carrots treated with chlordane*
left: treatment with chlordane dust
right: treatment with chlordane emulsion
above: carrots affected
below: carrots unaffected

11.4.11 ALDRIN EN DIELDRIN

Andere middelen met lange werkingsduur, die evenals chloordaan ook met succes als volveldsbehandeling werden toegepast, zijn aldrin en dieldrin.

Tabel 34 en 35 geven een overzicht van de door ons met deze middelen bereikte resultaten.

Uit deze gegevens blijkt duidelijk dat aldrin in de proef te Arnhem voor de volveldsbehandelingen en ook bij de zaadbehandeling een vermindering van de aantasting heeft gegeven. Een verhoging van het gehalte aldrin bij de zaadbehandeling in de proef te Wolfheze geeft een beter resultaat dan de volveldsbehandelingen met hetzelfde middel. Het resultaat van de zaadbehandeling met dieldrin is door verhoging van het gehalte tot 50% zelfs goed te noemen (zie tabel 36).

De resultaten met aldrin zijn bij de volvelds- en de regelbehandeling te Berlikum zeer bevredigend; de zaadbehandeling gaf een onvoldoende resultaat, hetgeen waarschijnlijk te wijten was aan het gekozen lage gehalte van de aldrin en de dieldrin. Door verhoging van de hoeveelheid werkzame stof per are werd bij de zaadbehandelingsmethode een veel beter resultaat verkregen (zie Beetgum 1955, tabel 35).

Uit de gegevens in tabel 36 blijkt, dat de volveldsbehandeling op venige grond een

TABEL 34 Resultaten verkregen met aldrin en dieldrin bij kort groeiende wortelen in proeven met 4 parallellen

plaats	jaar	object	gehalte in %	dosering	hoeveelheid werkzame stof per are	toepassingswijze	gemiddeld % aantasting
Arnhem	1953	aldrin	1	2 kg/are	20 g	volveldsbehandeling *broadcast treatment*	5,5
		aldrin	1	4 kg/are	40 g		5
		aldrin	2,5	1 kg/are	25 g		2,1
		aldrin	2,5	2 kg/are	50 g		1,6
		onbehandeld *check*					46,8
		dieldrin	10	500 g/kg zaad	5 g	zaadbehandeling *seed treatment*	14,5
		aldrin	20	500 g/kg zaad	10 g		6,6
Wolfheze	1955					volveldsbehandeling *broadcast treatment*	
		aldrin	2,5	1 kg/are	25 g	strooien	44,9
		aldrin	25	100 cc/are	25 cc	spuiten	53,7
		aldrin	40	500 g/kg zaad	20 g	zaadbehandeling *seed treatment*	16
		dieldrin	50	500 g/kg zaad	25 g		8,6
		onbehandeld *check*					86,7
locality	*year*	*treatment*	*% a.i.*	*dosage*	*active ingredient per 100 sq.m*	*method of application*	*average % attack*

TABLE 34 *Results obtained with aldrin and dieldrin on carrots with a short growing period in experiments with four replications*

beter resultaat heeft afgeworpen dan de zaadbehandeling; voorts dat veel er op wijst, dat de regelbehandeling minder voldoet dan de volveldsbehandeling (zie ook blz. 107, heptachloor op venige grond te Berkhout).

Wij krijgen verder de indruk, dat de diepere en betere verdeling van de middelen in de venige grond bij de volveldsbehandeling een gunstig effect heeft gehad (vergelijk de behandeling, waarbij het middel oppervlakkiger aangebracht is; zie ook blz. 109, 110 en 111 verschillende grondsoorten).

11.4.12 HEPTACHLOOR

Evenals chloordaan, aldrin en dieldrin is heptachloor van Amerikaanse oorsprong. Het heeft zich in de U.S.A. een reputatie verworven o.m. als bodeminsekticide. Het lag voor de hand het middel ook in onze proeven op te nemen.

De resultaten, die bij toepassing van heptachloor werden bereikt, zijn over het alge-

TABEL 35 Resultaten verkregen met aldrin bij langgroeiende wortelen (winterwortelen) in proeven met 4 parallellen

plaats	jaar	object	gehalte in %	dosering	hoeveelheid werkzame stof per are	wijze van toepassing	gemiddeld % aantasting		
							licht[4])	zwaar[5])	totaal[6])
Berlikum	1953	aldrin	2,5	4 kg/are	100 g	volvelds-[1]) behandeling	6,75	4,25	11
				8 kg/are	200 g		3	2,25	5,25
				4 kg/are	100 g	regel-[2]) behandeling	7,5	2	9,5
				2 kg/are	50 g		6	0,75	6,75
			1	8 kg/are	80 g	volvelds-behandeling[1])	3	2,25	5,25
			1	8 kg/are	80 g	regel-behandeling[2])	1,5	2	3,5
				4 kg/are	40 g	regel-behandeling[2])	10	4,25	14,25
			20	500 g/kg zaad	3 g	zaad-behandeling[3])	7,75	12	19,75
			10	500 g/kg zaad	1,5 g		8,75	11,25	20
		onbehandeld *check*					18,25	42,75	61
							30/9		19/10
Beetgum	1955	aldrin	2,5	2 kg/are	50 g	volvelds-behandeling[1])	0,25		3
			25	200 cc/are	50 cc		0,5		7,7
			40	1 kg/kg zaad	16 g	zaad-behandeling[3])	0,25		2,5
		onbehandeld *check*					4,5		35,5
locality	*year*	*treatment*	*% a.i.*	*dosage*	*amount active ingredient per 100 sq.m*	*method of application*	*average % attack*		

TABLE 35 *Results obtained with aldrin in experiments with four replications on carrots with a long growing period (winter carrots)*

[1]) *broadcast treatment* [2]) *treatment in rows* [3]) *seed treatment* [4]) *light* [5]) *heavy* [6]) *total*

meen zeer bevredigend wat betreft de volvelds- en de zaadbehandeling. Bij de zaadbehandeling geeft de hoogste dosering over het algemeen het minste risico, reden waarom ook deze dosering, t.w. 500 g/kg zaad voor kortgroeiende peen en 1 kg/kg zaad voor de langgroeiende wortelen, o.i. het meest geschikt is voor toepassing in de praktijk (zie tabel 37). Op de venige grond (zie proefveld te Berkhout) blijkt de volveldsbehandeling veel betere resultaten op te leveren. Dit kwam in drie opeenvolgende

TABEL 36 Resultaten verkregen bij de toepassing van aldrin en dieldrin bij lang groeiende wortelen (winterwortelen) op venige grond. Berkhout 1957

object	gehalte in %	dosering	hoeveelheid werkzame stof per are	wijze van toepassing	gemiddeld % aantasting
onbehandeld					77,5
aldrin	40	1 kg/kg zaad	16 g	zaadbehandeling *seed treatment*	59,2
dieldrin	50	1 kg/kg zaad	20 g		56
onbehandeld					83,7
aldrin	30	100 cc/are	30 cc	regelbehandeling *treatment in rows*	52
aldrin	30	200 cc/are	60 cc		46,2
dieldrin	20	50 cc/are	10 cc		53,2
dieldrin	20	100 cc/are	20 cc		37,2
onbehandeld					78
aldrin	30	200 cc/are	60 cc	volveldsbehandeling *broadcast treatment*	32,2
aldrin	30	400 cc/are	120 cc		29,2
dieldrin	20	100 cc/are	20 cc		32,2
dieldrin	20	200 cc/are	40 cc		29,2
object	*% a.i.*	*dosage*	*amount of active ingredient per 100 sq.m*	*method of application*	*average % attack*

TABLE 36 *Results obtained with the application of aldrin and dieldrin on carrots with a long growing period (winter carrots) on peaty soil. Berkhout 1957*

jaren naar voren. De regelbehandeling voldoet op de laatstgenoemde grondsoort ook bij gelijke dosering minder goed (zie ook tabel 36 en 38).

11.4.13 SAMENVATTING

Van een vijf-en-twintigtal insekticiden, die in de loop der jaren op hun bruikbaarheid tegen de wortelvlieg werden onderzocht, werden slechts de voornaamste middelen besproken.

Van de vóór 1944 reeds toegepaste middelen, bleken VBC, naftaline en Forbiat enige waarde te bezitten. Na 1944 kwamen de lang werkzame middelen op de markt. Hiervan voldeden aldrin, chloordaan, dieldrin en heptachloor (in alfabetische volgorde genoemd) zeer goed.

11.5 DE NAWERKING VAN DE INSEKTICIDEN IN DE GROND

11.5.1 DE NAWERKINGSDUUR

Reeds op blz. 100 werd vermeld, dat MORRISON & CROWELL (1952) in hun proeven met chloordaan tegen de wortelvlieg een duidelijke nawerking van dit middel vast-

TABEL 37 Resultaten verkregen met heptachloor in proeven met 3 parallellen bij kort groeiende wortelen: te Alkmaar, IJsselmuiden en Wolfheze; bij langgroeiende wortelen: te St Annaland

plaats	object	gehalte	dosering per are	hoeveelheid werkzame stof p. are	wijze van toepassing	gem. % aantasting	grondsoort
Alkmaar	onbehandeld					24,8	licht humeuze
1957	heptachloor	25%	100 cc	25 cc	volvelds-behandeling *broadcast treatment*	3,1	zandgrond *slightly humous sand*
	heptachloor	50%	500 g/kg zaad	25 g	zaad-behandeling *seed treatment*	1,7	
	heptachloor	50%	250 g/kg zaad	12,5 g		1,5	
	heptachloor	50%	100 g/kg zaad	5 g		4,5	
IJsselmuiden	onbehandeld					17	venige klei
1957	heptachloor	25%	100 cc	25 cc	volvelds-behandeling *broadcast treatment*	2	*peaty clay*
	heptachloor	50%	500 g/kg zaad	25 g	zaad-behandeling *seed treatment*	4,8	
	heptachloor	50%	250 g/kg zaad	12,5 g		5,5	
	heptachloor	50%	100 g/kg zaad	5 g		11,3	
Wolfheze	onbehandeld					42	licht humeuze
1957	heptachloor	50%	500 g/kg zaad	25 g		5,5	zandgrond *slightly*
	heptachloor	50%	250 g/kg zaad	12,5 g		11,3	*humous sand*
	heptachloor	50%	100 g/kg zaad	5 g		25	
St Annaland	onbehandeld					60	zavel
1957	heptachloor	25%	200 cc	50 cc	volvelds-behandeling *broadcast treatment*	14	*sandy loam*
	heptachloor	50%	1 kg/kg zaad	20 g	zaad-behandeling *seed treatment*	17,3	
	heptachloor	50%	500 g/kg zaad	10 g		19	
	heptachloor	50%	250 g/kg zaad	5 g		27	
locality	*treatment*	*% a.i.*	*dosage per 100 sq.m*	*active ingredient per 100 sq.m*	*method of application*	*average % attack*	*type of soil*

TABLE 37 *Results obtained with heptachlor on plot trials with three replications on short crop carrots: Alkmaar, IJsselmuiden and Wolfheze; on long crop carrots: St Annaland*

TABEL 38 Proef met heptachloor bij langgroeiende wortelen in 4 parallellen te Berkhout 1957; grondsoort: venige klei

object	gehalte	dosering per are	hoeveelheid werkzame stof per are	zaadhoeveelheid per are	toepassingswijze	gemiddeld % aantasting
onbehandeld *untreated*						71,9
heptachloor	50%	1 kg/kg zaad	20 g	40 g	zaadbehandeling *seed treatment*	47
heptachloor	50%	1 kg/kg zaad	40 g	80 g		39
onbehandeld						83,7
heptachloor	2,5%	1 kg	25 g		regelbehandeling *treatment in rows*	48,7
heptachloor	2,5%	2 kg	50 g			36
heptachloor	25%	100 cc	25 cc			49,2
heptachloor	25%	200 cc	50 cc			35,2
onbehandeld						78
heptachloor	2,5%	2 kg	50 g		volveldsbehandeling *broadcast treatment*	19
heptachloor	2,5%	4 kg	100 g			14,7
heptachloor	25%	200 cc	50 cc			20,5
heptachloor	25%	400 cc	100 cc			14,2
treatment	*% a.i.*	*dosage per 100 sq.m*	*active ingredient per 100 sq.m*	*quantity seed per 100 sq.m*	*method of application*	*average % attack*

TABLE 38 *Field trial with heptachlor on carrots with a long growing period in four replications at Berkhout 1957; soil: peaty clay*

stelden. Dit zelfde geldt ook voor aldrin en voor dieldrin, dat zelfs vele maanden effectief blijft; ook zijn er aanwijzingen dat heptachloor een nawerking heeft, die met de beide vorige middelen te vergelijken is. FLEMING & MAINES (1954) vermelden in een uitgebreid onderzoek dat chloordaan een duidelijke nawerking heeft, die echter afhankelijk is van de stabiliteit van het middel in de betreffende grondsoort. Verschillen in stabiliteit in verschillende grondsoorten werden vastgesteld. In het meest 'behoudende' type was na 1 jaar nog 84%, na 2 jaar nog 50% van het chloordaan aanwezig. In het minst 'behoudende' type vond men na één jaar nog 23% en na 2 jaar nog 10%. Des te groter het humusgehalte van de grond, des te geringer was de hoeveelheid residu, die na verloop van tijd teruggevonden werd.

TERRIÈRE & INGALSBE (1953) toonden door middel van chemisch onderzoek en 'een bioassay' methode in een lemige zandgrond nog na 3 jaar chloordaan, aldrin en dieldrin aan.

Ook de proeven, die in ons land genomen zijn, wijzen op een lange nawerking van de middelen chloordaan, aldrin en dieldrin. Deze middelen bieden daardoor voor de praktijk bijzondere mogelijkheden, die ook uit de volgende resultaten blijken (zie tabel 39 en 40).

TABEL 39 Proef betreffende de nawerking van enige insekticiden bij kortgroeiende wortelen. Plaats: Sloten N.H., venige grond, proef met 4 parallellen

* ondergooierspeen

object	gehalte	dosering voorj. '52 in kg/are	gemiddelde aantasting in % 1e teelt '52	2e teelt '52	3e teelt '53	4e teelt '53-'54 *	werkzame stof/are
chloordaan	10%	4	3,6	0,3	zeer geringe	10,1	400 g
dieldrin	1%	2	8,2	0,5	aantasting	7	20 g
aldrin	1%	4	6,8	2,5	*very light*	2,2	40 g
onbehandeld	–	–	12	11,9	*attack*	25,3	–
treatment	*percentage a.i.*	*dosage spring '52 in kg per 100 sq.m*	*1st crop '52*	*2nd crop '52*	*3rd crop '53*	*4th crop '53-'54 * percentage of carrots attacked*	*active ingredient per 100 sq.m*

TABLE 39 *Field trial on the residue-action of some insecticides on carrots with a short growing period. Locality: Sloten; peaty soil; experiment with four replications*

* *carrots remained in the field in winter and protected egainst frost by means of a soil layer*

TABEL 40 Proef betreffende de nawerking van enige insekticiden bij kortgroeiende wortelen. Plaats: Den Dolder; zandgrond; proef met 4 parallellen

object	dosering voorjaar 1952 in kg/are	hoeveelheid werkzame stof per are	gemiddelde % aantasting 1e teelt 1952	2e teelt 1952
chloordaan 10%	4	400 g	10	1,4
dieldrin 1%	1	10 g	24	2,2
aldrin 1%	2	20 g	17	3,6
onbehandeld *untreated*			86	37,6
treatment	*dosage in spring 1952 in kg per 100 sq.m*	*amount active ingredient per are*	*first crop 1952 spring*	*second crop 1952 summer*
			average % attack	

TABLE 40 *Experiment on the residue-action of some insecticides on carrots with a short growing period (four replications). Locality: Den Dolder; type of soil: sand*

Nadat in het voorjaar van 1952 een grondbehandeling met de middelen werd uitgevoerd, volgden verschillende teelten wortelen elkaar op het zelfde terrein op zonder dat opnieuw insekticiden werden toegevoegd. Bij een beschouwing der cijfers valt terstond op, dat bij de tweede teelt een beter resultaat werd geboekt dan bij de eerste. De oorzaak hiervan is, dat de middelen voor de eerste teelt slechts oppervlakkig met een hark werden ingewerkt, terwijl de verdeling van de middelen in de grond voor de tweede teelt verbeterd werd door de grond 10–15 cm diep te freezen. Zelfs na twee

jaar was in de bovengenoemde proef de nawerking nog duidelijk merkbaar, alhoewel tenslotte de reductie in aantasting afnam.

Ook in deze proef werd alleen vóór het begin van de eerste teelt insekticide toegediend. De grond werd voor de tweede teelt niet gefreesd zoals in de proef te Sloten, maar slechts normaal gespit. De resultaten van de proeven te Sloten en Den Dolder, genomen op zeer verschillende grondsoorten, spreken, wat de nawerking betreft, een duidelijke taal.

Voor de praktijk zou het mogelijk zijn met één behandeling van het veld vóór het zaaien in één jaar twee teelten op het zelfde veld te bestrijken, mits er geen andere redenen zijn, die het twee maal telen van een gewas op het zelfde veld niet aantrekkelijk maken.

11.5.2 INVLOED VAN VERSCHILLENDE GRONDSOORTEN

Het is een bekend feit, dat verschillende gechloreerde koolwaterstoffen op venige gronden minder goede resultaten geven. Men moet daar dan veel hogere doseringen geven om een resultaat te verkrijgen, dat te vergelijken is met dat wat verkregen werd op zand- en zavelgronden (ANONYMUS 1954).

Men neemt in het algemeen aan, dat de absorptie van chemische middelen door de bodemcolloïden in sterk humeuze gronden daarbij een belangrijke rol speelt.

Ook de slechte werking van insekticiden op zeer vochtige gronden valt vaak op. Hier kan de invloed zo sterk zijn, dat het resultaat van een bestrijding tot nul gereduceerd wordt (zie tabel 41 en 42).

Aangezien het vochtgehalte van venige gronden, in het bijzonder in het najaar groot is, ligt het voor de hand, dat deze grond bij de bestrijding met bodeminsekticiden moeilijkheden kan opleveren.

De verklaring voor de geringe werkzaamheid van de insekticiden bij een hoog vochtgehalte van de grond wordt gevonden in de publikatie van FREDERICKSEN &

TABEL 41 Proef omtrent de invloed van een grondsoort met een hoog vochtgehalte op de werking van insekticiden (in 4 parallellen). Proef te Berkhout 1954; grondsoort: venige klei; behandeling: zaadbehandeling

object	gehalte	dosering	% aantasting
onbehandeld *(untreated)*			94,5
dieldrin	50%	½ kg/kg zaad	92
dieldrin	50%	1 kg/kg zaad	92
aldrin	40%	½ kg/kg zaad	96
aldrin	40%	1 kg/kg zaad	92
treatment	*% a.i.*	*dosage*	*% attack*

TABLE 41 *Field trial on the influence of a soil with a high moisture content on the effect of insecticides (in four replications). Trial at Berkhout 1954; peaty clay; treatment: seed-treatment*

TABEL 42 Proef omtrent de invloed van een grondsoort met een hoog vochtgehalte op de werking van insekticiden (4 parallellen). Proef te Berkhout 1954; grondsoort: venige klei; behandeling: volvelds behandeling

object onbehandeld *(untreated)*	gehalte	dosering in kg per are	% aantasting 100
aldrin	2,5%	1	98
aldrin	2,5%	2	100
aldrin	2,5%	4	94
chloordaan	10%	1	94
chloordaan	10%	2	98
chloordaan	10%	4	99
treatment	*% a.i.*	*dosage in kg per 100 sq.m*	*% attack*

TABLE 42 *Field trial on the influence of a soil with a high moisture content on the effect of insecticides (four replications). Trial at Berkhout 1954; peaty clay; broadcast treatment*

LILLY (1955). Zij maken waarschijnlijk, dat van in de grond gebrachte insekticiden een belangrijke dampwerking uitgaat. Er is dientengevolge diffusie in de grond naar plaatsen, waar geen insekticide is aangebracht maar waar zich wel insekten bevinden, die dan na verloop van tijd gedood worden. Is het nu in het algemeen waarschijnlijk, dat de werking van grondinsekticiden op dezelfde wijze plaats vindt?

Wij nemen als voorbeeld de volveldsbehandeling bij zomerwortelen. De dosering is bijv. 100 cc van een insekticide (aldrin of heptachloor) met een gehalte van 25% actieve stof per are. Dit is dus 25 cc werkzame stof per 100 m^2. Indien deze hoeveelheid tot op een diepte van 15 cm ingefreesd wordt, betekent dit, dat 25 cc werkzame stof verdeeld wordt over 100 $m^2 \times 0{,}15 = 15$ m^3, of 15.000.000 cc grond.

Het is dus een verhouding van werkzame stof tot grond als 1:600.000. De mogelijkheid dat een larve in contact komt met een insekticide-deeltje, en dat dit laatste dan als *contact*vergif zal werken, lijkt dus niet groot. Het is daarom waarschijnlijk dat de bodeminsekticiden op de schadelijke organismen inwerken als gasvormige insekticiden, dus als *ademhalings*vergiften.

Met betrekking tot de onwerkzaamheid of geringe werkzaamheid van insekticiden in gronden met een zeer hoog vochtgehalte zal de verklaring gezocht moeten worden in de omstandigheid, dat in deze gronden lucht en gassen voor een zeer groot deel verdrongen zijn door bodemvocht. Aangezien de meeste gechloreerde koolwaterstoffen niet of slechts zeer weinig oplosbaar zijn in water, zal van genoemde insekticiden in een vochtig milieu slechts een zeer gering resultaat verwacht kunnen worden.

Opvallend is, dat het effect van de verschillende bestrijdingsmethoden op de venige gronden nogal uiteenloopt. Het resultaat van zaadbehandeling en regelbehandeling blijft bij de volveldsbehandeling steeds duidelijk ten achter. Verwezen wordt hier naar een intern verslag 'Negen jaar Vuurbestrijdingsonderzoek' door M. KOK. Ter illustratie werden steeds de resultaten, verkregen bij toepassing van aldrin, dieldrin en hepta-

chloor in 1957 genoemd (zie tabel 36 en 38). Een verklaring van het feit waarom de zaadbehandeling op zand- en zavelgronden wel een met de volveldsbehandeling vergelijkbaar resultaat oplevert en op de venige gronden niet, kan nog niet worden gegeven.

Wel moet men er mee rekening houden, dat bij de proeven op de venige gronden te Berkhout, waar het resultaat van de volveldsbehandeling dat van de zaadbehandeling overtreft, de doseringen bij de volveldsbehandeling zeer hoog zijn in verband met de jaarlijks voorkomende zware aantasting. Met de zaadbehandeling is men met de dosering bij winterwortelen door het beperkte hechtvermogen feitelijk reeds aan de uiterste grens gekomen. De toegediende hoeveelheid werkzame stof is bij de volveldsbehandeling te Berkhout 5 maal zo groot als bij de zaadbehandeling!

Opgemerkt moet worden, dat ook WRIGHT (1956) naar aanleiding van recent onderzoek vermeldt, dat de zaadbehandeling met dieldrin op minerale gronden wel voldoet, op venige gronden echter niet.

11.6 SMAAKBEÏNVLOEDING

Ieder, die groenten consumeert, weet de typische smaak van deze groenten te waarderen. De smaak speelt dus een belangrijke rol bij de verhandelbaarheid van het produkt. De economische gevolgen, die een afwijking van de goede smaak bij de handel van verschillende groenten heeft, bleek mij duidelijk uit contacten met verschillende conservenfabrikanten. Een niet onbelangrijk deel van de ingeblikte of diepgevroren groenten wordt uitgevoerd. Indien de smaak van het ingeblikte produkt ongunstig wordt beïnvloed of afwijkt van de normale, dan wreekt dit zich direct in de afname in het binnen- en buitenland. Daarbij komen dan nog de moeilijkheden, die de fabrikant ondervindt bij het opsporen van de oorzaak van de smaakafwijking. Dit is dan ook één van de redenen, waarom door het Instituut voor Bewaring en Verwerking van Tuinbouwproducten in samenwerking met andere instellingen zoals de Plantenziektenkundige Dienst en het Instituut voor Plantenziektenkundig Onderzoek – maar ook door ons – smaakproeven werden genomen. Wortelen, die met sublimaat behandeld waren, werden door ons afgekeurd, omdat zij volgens het merendeel der proefpersonen een metaalachtige smaak hadden gekregen. Alleen reeds op grond van deze eigenschap werd het middel sublimaat voor toepassing tegen de wortelvlieg uitgeschakeld.

Terwijl wij met VBC op basis van 100 cc werkzame stof per are in onze smaakproeven geen afwijkingen vonden, kreeg HUSÄS (1941) in Noorwegen, werkend met hogere concentraties, een bijsmaak, die echter slechts gering was. Maar KÖRTING (1940) keurde op grond van slechte smaak en reuk het genoemde middel af. Hij had echter bij zijn toepassing een 10 × zo grote hoeveelheid werkzame stof/are gebezigd als in onze proeven het geval was. Dit verklaart waarschijnlijk het verschil in smaakbeoordeling.

Uit ervaringen was gebleken, dat met HCH behandelde wortelen in rauwe toestand een afwijkende, vrij muffe smaak hebben. Ook bij het gekookte produkt kwam dit in verschillende smaakproeven naar voren. Verwezen wordt hiervoor naar de resultaten

van één der smaakproeven (VAN DER HELM en KLAPWIJK 1950). In Engeland heeft WRIGHT (1952) met HCH (bedoeld wordt ruw HCH met een gehalte van 12,5 % γ isomeer) goede resultaten bereikt; hij vond echter smaakafwijkingen of een verlies aan aroma van de wortelen bij een dosering van 4,5 pound per acre. Bij gebruik van HCH met hoog γ gehalte (90 %) werd enige reductie van het aroma waargenomen bij een dosering van 1,5 pound per acre. Zijns inziens is het probleem: de juiste hoeveelheid en toepassingswijze van HCH te vinden, die een bevredigende bestrijding geeft en bovendien geen afwijkingen van smaak en aroma. LEEFMANS (1949) vermeldt naar aanleiding van gegevens van de Amerikaanse onderzoeker STITT, dat o.m. bij wortelen een afwijkende smaak werd vastgesteld, indien een half tot twee Amerikaanse ponden per acre van het gamma-isomeer van HCH werd gebruikt. Een afwijkende smaak bleek duidelijk op te treden bij wortelen die reeds enige tijd ingeblikt waren; gekookte of verse wortelen vertoonden geen afwijkende smaak.

Hier te lande heeft ZWEEDE (1953) op het gevaar van het gebruik van HCH bij groentegewassen gewezen. Het gevolg is geweest, dat het gebruik van HCH in Nederland thans voor de gehele groentesector wordt ontraden. ZWEEDE vermeldt voorts, dat in het buitenland door BRITTIN & FAIRING een gezuiverde HCH met een gehalte aan gamma-isomeer van 98 % werd gebezigd, waarbij zich na sterilisatie van het consumptieprodukt een smaak en geur ontwikkelde gelijk aan die van het onzuiver technische HCH. Het is ook om deze reden, dat wij na aanvankelijk met *lindaan* (gamma-isomeergehalte minstens 99 %) te hebben gewerkt, dit middel later niet meer in het onderzoek opgenomen hebben. Een rechtvaardiging van ons besluit vonden we in een recent jaarrapport van de Wisconsin Agricultural Experiment Station (ANONYMUS 1957) over de invloed van insekticiden op de smaak van groenten. De smaakproeven, die zich over 3½ jaar uitstrekten, hadden tot resultaat dat ingeblikte wortelen na een grondbehandeling met lindaan een 'armere' smaak (aroma) hadden.

Reeds eerder gaf BOSWELL (1955) in een overzicht over smaakproblemen bij consumptieprodukten een duidelijke veroordeling van het gebruik van HCH en lindaan. Terwijl technisch HCH in iedere vorm een bijsmaak schijnt te geven en daarom voor voedingsgewassen zeker niet gebruikt moet worden, is de toepassing van lindaan bijna even ongewenst. Het kan zijns inziens worden aanbevolen voor bepaalde zaadbehandelingen.

In Zwitserland werd chloordaan op vrij ruime schaal toegepast. Hierbij werden smaakafwijkingen bij enkele consumptiegewassen – nl. aardappelen en gewassen, geteeld voor veevoer – vastgesteld. Dit was aanleiding voor enkele Zwitserse Landbouwproefstations om het gebruik van dit middel voor consumptie- en veevoedergewassen te verbieden, terwijl de grond, die hiermee behandeld was, in drie jaar niet beteeld mocht worden met de genoemde gewassen (R. GALLAY, 1953).

Dit advies en enkele twijfelachtige gevallen van smaakbeïnvloeding in ons land gaven aanleiding tot het instellen van een uitgebreid smaakonderzoek bij wortelen, die volgens bepaalde methoden behandeld waren met chloordaan, aldrin, dieldrin of parathion. Uit een tweejarig onderzoek bleek, dat geen der genoemde middelen een duidelijke smaakafwijking veroorzaakte (zie: Rapporten IBVT: 533, 537 en 685).

Momenteel (in 1958) worden aldrin, dieldrin en chloordaan algemeen gebruikt;

hierbij heeft zich in de laatste jaren ook nog heptachloor gevoegd. Moeilijkheden hebben zich bij toepassing der geadviseerde doseringen niet voorgedaan.

HINREINER & MARION SIMONE (1956) gaven een aanvulling inzake heptachloor. Zelfs bij relatief hoge doseringen van 10 en 20 pond/acre (11,2 kg/ha en 22,4 kg/ha) ontstonden geen ernstige smaakafwijkingen bij de onderzochte groenten waaronder wortelen. Slechts een aanwijzing voor geringe smaakafwijking werd verkregen nadat de wortelen 6 maanden of langer ingeblikt waren geweest; deze afwijking was echter van onschuldige aard.

11.7 RESIDU-ONDERZOEK

De insekticiden met een ook voor de mens giftige werking – en vooral die met een lange werkingsduur – maakten het nodig dat speciale aandacht werd besteed aan bescherming van de consument. Bij wortelen was hier alle aanleiding voor, omdat het consumptieprodukt tot de oogst in aanraking is met de grond, waarin het insekticide is aangebracht. Het hiervoor benodigde onderzoek werd verricht door het Rijksinstituut voor de Volksgezondheid te Utrecht, bijgestaan door de werkgroep Biocide T.N.O. De chemische analyses en het 'bio-assay'-onderzoek aldaar leidden er toe dat parathion, methylparathion, chloordaan, aldrin en dieldrin bij wortelen voor bestrijding van de wortelvlieg konden worden vrijgegeven, mits toepassing plaats vond overeenkomstig het bestrijdingsadvies van de Tuinbouwgids. Voor het gebruik van heptachloor vonden wij steun bij ERWIN, MISKUS & HOSKINS (1956), die vermeldden dat na toepassing van 10 pounds/acre (11,2 kg/ha) bij verse en ingeblikte wortelen geen residu meer gevonden werd.

11.8 RENDEMENT VAN DE BESTRIJDING

Om het rendement van de bestrijding van de wortelvlieg aan te tonen, doen wij een greep uit onze veldproeven (zie tabel 43).

De laagste aantasting werd verkregen met hoge doseringen van dieldrin en heptachloor ($\frac{1}{2}$ kg/kg zaad; hechting met CMC of met water). Hoewel het gewicht aan gave wortelen niet apart genoteerd werd, is uit het hoge aantastingspercentage van de controle gemakkelijk te concluderen, dat elke bestrijding een duidelijke meeropbrengst in kg aan gave wortelen heeft gegeven. De aangetaste wortelen dienen uit een partij wortelen verwijderd te worden, omdat zij de prijs hiervan kunnen schaden, hetgeen weer sorteerloon met zich mede brengt (zie tabel 44).

Ook uit de proef te St. Annaland (Tholen) blijkt, dat de winst door een bestrijding niet zo zeer verkregen wordt door een grotere totale oogst, maar vooral door de toename van de hoeveelheid gave wortelen. Bij de winterwortelen worden licht aangetaste wortelen (met een klein aantastingsplekje, zie fig. 44) nog aangenomen voor export. De ernstig aangetaste exemplaren zijn echter nog slechts te gebruiken als veevoeder, dat over het algemeen laag geprijsd staat.

Op blz. 93 en in tabel 25 werd reeds gezegd, dat met een verlaging van de aantasting een vermindering van de *mate* van aantasting gepaard gaat. Elke vermindering van de aantasting geeft dus winst naar twee zijden: kwantiteit en kwaliteit (zie tabel 45).

TABEL 43 Rendement van een zaadbehandeling bij kort groeiende wortelen te Wolfheze. 1957. Proefopzet 3 × 7 Youdenschema; grondsoort: licht humeuze zandgrond

object	gehalte in %	dosering	hoeveelheid werkzame stof per are	toepassingswijze	gemidd. % aantasting	totaal gewicht in kg per 8,4 m²
dieldrin	50	1/2 kg/kg zaad	25 g	zaadbehandeling met CMC	4,5	67
dieldrin	50	1/4 kg/kg zaad	12,5 g	*seed treatment*	9	74
dieldrin	50	1/10 kg/kg zaad	5 g	*with carboxy-*	19	73,1
heptachloor	50	1/2 kg/kg zaad	25 g	*methyl cellulose*	5,5	72,9
heptachloor	50	1/4 kg/kg zaad	12,5 g		11,3	71
heptachloor	50	1/10 kg/kg zaad	5 g		25	73,9
dieldrin	50	1/2 kg/kg zaad	25 g	zaadbehandeling met water *seed treatment with water*	3,8	74,8
onbehandeld *untreated*					42	67,3
treatment	*% a.i.*	*dosage*	*quantity active ingredient per 100 sq.m*	*method of application*	*average % attack*	*total weight of carrots in kg per 8.4 sq.m*

TABLE 43 *Efficiency of seed treatment on carrots with a short growing period at Wolfheze 1957. Design: 3 × 7 Youden scheme; type of soil: slightly humous sand*

TABEL 44 Rendement van een zaadbehandeling bij lang groeiende wortelen te St Annaland 1957; grondsoort: zavel; proefopzet: 3 × 7 Youdenschema

object	gehalte in %	dosering	hoeveelheid werkzame stof per are	wijze van toepassing	gemidd. % aantasting	totaal gewicht wortelen in kg van 15 m²
dieldrin	50	1 kg/kg zaad	20 cc	zaadbehandeling *seed treatment*	8	69,75
dieldrin	50	0,5 kg/kg zaad	10 g		26,3	67,10
dieldrin	50	200 g/kg zaad	4 g		30,3	74,5
heptachloor	50	1000 g/kg zaad	20 g		17,3	62,5
heptachloor	50	500 g/kg zaad	10 g		19	64,1
heptachloor	50	200 g/kg zaad	4 g		27	67,5
aldrin	30	166,6 cc/are	50 cc	volvelds-behandeling *broadcast treatment*	27,6	67,5
dieldrin	20	250 cc/are	50 cc		19,6	63,7
heptachloor	25	200 cc/are	50 cc		14	62,25
onbehandeld *untreated*					60	66,4
treatment	*% a.i.*	*dosage*	*active ingredient per 100 sq.m*	*method of application*	*average % attack*	*total weight of carrots in kg from 15 sq.m*

TABLE 44 *Efficiency of seed treatment on carrots with a long growing period at St Annaland 1957; type of soil: sandy loam; design: 3 × 7 Youden scheme*

TABEL 45 Rendement van een volveldsbehandeling met winterwortelen te Berkhout 1957 op venige klei in 4 parallellen

object	gehalte in %	dosering in cc/are	hoeveelheid werkzame stof in cc per are	gemidd. % aantasting	gemiddeld gewicht wortelen in kg van 20 m²	
					gewicht export-kwaliteit	gewicht aangetaste wortelen
parathion	25	160	40	28,5	75	18,5
parathion	25	320	80	20	88	13
diazinon	20	200	40	46,2	61,4	41,5
diazinon	20	400	80	37,2	72,4	31,6
chloordaan	70	280	196	16,5	90,4	13,8
chloordaan	70	560	392	14,7	94,8	10,2
heptachloor	25	200	50	20,5	91,1	16,5
heptachloor	25	400	100	14,2	91,7	8,8
aldrin	25	200	50	30,7	77,4	21,7
aldrin	25	400	100	27	94,2	15,9
dieldrin	20	100	20	32,2	83,3	26,6
dieldrin	20	200	40	29,2	82,6	21,7
onbehandeld *untreated*				78	69,8	26,8
treatment	*% a.i.*	*dosage in cc per 100 sq.m*	*quantity active ingredient per 100 sq.m*	*average % attack*	*weight export quality*	*weight attacked carrots*
					weight carrots in kg from 20 sq.m	

TABLE 45 *Efficiency of a broadcast treatment on winter carrots at Berkhout 1957 on peaty clay in four replications*

Het is opvallend, dat zowel de gechloreerde koolwaterstoffen als parathion, vooral in de hoge dosering, een behoorlijke verlaging van de aantasting hebben gegeven; daarbij moet in aanmerking genomen worden, dat de proef werd genomen op een venige grondsoort. Ook het gewicht aan exportpeen slaat een goed figuur (zie tabel 46).

TABEL 46 Rendement van een volveldsbehandeling met kort groeiende wortelen (4 parallellen). Plaats: Arnhem 1952

object	gehalte	dosering in kg/are	hoeveelheid werkzame stof per are	gem. percentage aantasting	gemiddeld gewicht van 200 wortelen in grammen	
					gaaf	aangetast
chloordaan	10%	3	300 g	0,5	4450	37,5
chloordaan	10%	1,5	150 g	2,5	4250	150
onbehandeld *untreated*				57,2	1176	2176
treatment	*% a.i.*	*dosage in kg per 100 sq.m*	*quantity active ingredient per 100 sq.m*	*average percentage attack*	*not attacked*	*attacked*
					average weight of 200 carrots in grams	

TABLE 46 *Efficiency of a broadcast treatment on carrots with a short growing period (four replications) Arnhem 1952*

In het in tabel 46 vermelde voorbeeld bij kort groeiende wortelen valt ook de verbetering in de opbrengst aan gave wortelen direct in het oog.

11.9 CONCLUSIE

De zaadbehandeling, zowel als de volveldsbehandeling met chemische middelen, leidden vrijwel steeds tot een belangrijk grotere opbrengst aan gave wortelen.

Omdat de kosten aan insekticiden en arbeid, toegepast bij de bestrijding steeds slechts een fractie vormden van de grotere financiële opbrengst, is een bestrijding, zoals in de Tuinbouwgids en volgens Bericht no. 1324 van de Plantenziektenkundige Dienst (april 1959) geadviseerd wordt, geheel verantwoord.

SAMENVATTING

Na een beknopte inleiding over de teelt van wortelen wordt de economische schade besproken, die in ons land in enkele wortelteeltcentra door de aantasting van de wortelvlieg geleden wordt.

Wat de naam van het insekt betreft, wordt vastgehouden aan de naam *Psila rosae* F., die volgens COLLIN (1944) de juiste is.

Uit zeer veel maden en puparièn, afkomstig uit wortelen, werd uitsluitend *Psila rosae* F. opgekweekt.

Een bespreking van de geografische verspreiding van het insekt volgt. Het blijkt, dat de wortelvlieg op het noordelijk halfrond het meest in de gematigde zone voorkomt; zij wordt echter ook wel in subtropische gebieden aangetroffen.

De noordgrens van haar verspreidingsgebied ligt ongeveer bij 69° noorderbreedte, hetgeen noordelijker is dan de Noordpoolcirkel. Op het zuidelijk halfrond komt de wortelvlieg ook voor in Nieuw-Zeeland.

De wortelvlieg treedt hoofdzakelijk in de vollegrondscultuur op. Zeer sporadisch treedt ze op in warenhuizen of onder plat glas en wel vnl. in die gevallen waar in de grond reeds maden van de wortelvlieg aanwezig waren, bijv. door een cultuur van wortels, sla of andijvie. Ook bij bakwortelen, waarbij later het glas wordt weggenomen, komt de aantasting weinig voor. Hier treedt infectie meestal pas op als het glas is weggenomen. Bij ingekuilde peen kan de aantasting in de loop van de winter toenemen. Ditzelfde geldt ook voor de ondergooiers-peen; dat zijn de wortelen, die in najaar en winter te velde blijven staan en tegen vorst met een laag grond beschermd worden.

In hoofdstuk 8 wordt de ontwikkeling van het insekt van ei tot imago besproken. Speciale aandacht werd besteed aan het blijven overliggen van puparièn tot in het volgende jaar. Op bladzijde 10 wordt een overzicht gegeven van de waardplanten, waarbij aantasting door de wortelvlieg algemeen voorkomt, zomede van de waardplanten, waarbij aantasting minder algemeen optreedt. In de eerstgenoemde groep bevinden zich als cultuurplanten pastinaak, peterselie en selderij, in het bijzonder knolselderij. Van de onkruiden is vooral de wilde peen belangrijk. De symptomen van aantasting worden beschreven. De aantasting door *Napomyza lateralis* FALL. leidde tot een omschrijving van het schadebeeld, dat in de praktijk vaak aanleiding tot verwarring met dat van de wortelvlieg geeft.

Uit onderzoek, dat hier te lande verricht werd bij de algemeen geteelde wortelrassen is gebleken, dat met betrekking tot de aantasting van de wortelvlieg de onderlinge verschillen over het algemeen gering zijn.

De aantasting door de larven van de wortelvlieg wordt vaak gevolgd door aantasting van bacteriën of schimmels.

De verschillende factoren, die de aantasting kunnen beïnvloeden, werden besproken (zie blz. 19 e.v.). Waarnemingen in de praktijk en eigen ervaringen wijzen in de richting dat op luwteplaatsen over het algemeen een sterkere aantasting voorkomt. Verder

zijn er aanwijzingen dat de lichte gronden in het algemeen gunstiger ontwikkelingskansen bieden dan de zwaardere typen. Wat de invloed van cultuurmethoden op de aantasting betreft, wordt verwezen naar hoofdstuk 10, (Bestrijding door cultuurmaatregelen).

Men kan onderscheid maken tussen een eerste, een tweede en een derde vlucht van de wortelvlieg. Zij vinden plaats respectievelijk in het voorjaar, in de zomer en in de herfst. Opvallend is de lange duur der vluchtperioden in streken waar de wortelvlieg een belangrijke rol speelt. Een overzicht van de jaarcyclus werd opgesteld (zie fig. 26).

Hieruit blijkt o.m. dat per jaar twee volledige generaties en een gedeeltelijke derde kunnen voorkomen. Tot de natuurlijke vijanden van de wortelvlieg behoren dierlijke en plantaardige parasieten. Van de eerste werd slechts één vertegenwoordiger gevonden, nl. een Braconide sluipwesp: *Dacnusa gracilis* NEES. Daarnaast speelt als parasitaire schimmel een *Empusa*-soort vooral in de nazomer en in mindere mate in het voorjaar een rol.

Door verschillende cultuurmaatregelen kan de aantasting verminderd worden. Het tijdig oogsten, in het bijzonder van kort groeiende wortelen, is één der belangrijkste cultuurmaatregelen. Verder dient men te voorkomen, dat wortelen geteeld worden in de directe nabijheid van windkerende struikgewassen, hagen, behuizingen of luwtegevende gewassen. De aandacht wordt ook gevestigd op de ervaring, dat bij een chemische onkruidbestrijding de aantasting lager is dan indien met de hand gewied wordt. Strikt de hand houden aan een goede vruchtwisseling is een eerste vereiste.

Wat de zaaitijden betreft, leert de ervaring, dat wortelen gezaaid vóór 15 juni of na 22 juli in het algemeen minder aangetast worden.

Onze ervaring is, dat een tussenteelt met sjalotten en ook met bieslook de aantasting vermindert, terwijl bij een tussenteelt met uien en ook met prei de uitslag twijfelachtig blijkt te zijn.

Het gebruik van stalmest vergroot de kans van aantasting niet.

Hygiënische maatregelen aan het einde van een teelt zijn gewenst. Hierbij wordt gedacht aan het diep onderspitten van aangetast materiaal om de infectiekans zo gering mogelijk te maken.

Bij de bestrijding met chemische middelen zijn de volveldsbehandeling vóór het zaaien en de zaadbehandeling het meest waardevol gebleken. Een overzicht van de verschillende insekticiden en hun betekenis binnen het kader van de bestrijding van de wortelvlieg wordt gegeven.

De voornaamste middelen, in de loop der tijd gebezigd, zijn: naftaline, vruchtboomcarbolineum, sublimaat, Forbiat, DDT, HCH, lindaan, parathion, methylparathion, diazinon, chloordaan, aldrin, dieldrin en heptachloor. De nawerking van de middelen chloordaan, aldrin, dieldrin en heptachloor in de grond bleek zich over het algemeen over meer dan één jaar uit te strekken.

Getracht wordt een verklaring te geven voor de minder goede resultaten der insekticiden op venige gronden, die in het najaar uiteraard ook zeer vochtig zijn.

Het grote belang van het behoud van een goede smaak van de wortelen na een bestrijding met chemische middelen wordt besproken. In dit verband worden de mid-

delen aan een grondige critiek onderworpen. Ook het eventuele risico van het gebruik van een bestrijdingsmiddel voor de consument werd onderzocht.

Het rendement van de bestrijding, zoals deze in de Tuinbouwgids wordt geadviseerd, blijkt zodanig te zijn, dat de kosten aan insekticide en arbeid steeds slechts een fractie vormen van de meeropbrengst in geld, verkregen als gevolg van de behandeling.

SUMMARY

After a short introduction on the cultivation methods of carrots the economic losses caused by the carrot fly in the Netherlands are discussed. The name *Psila rosae* F. is used in this paper; and is, according to COLLIN the correct name for this insect. From extensive collections of larvae and puparia from carrots only the species *Psila rosae* F. has been bred. A discussion on the geographical distribution of the insect is given on page 6. It appears that the carrot fly of the Northern hemisphere occurs most frequently in the temperate zone; it is however also found in subtropical areas. Its northern limits are at approximately 69° northern latitude. In the Southern hemisphere the carrot fly is reported from New Zealand.

The work of various Dutch and foreign investigators is discussed. The carrot fly mainly affects crops in the open field; it is found occasionally in glasshouses and under frames and then usually when the soil already contains carrot fly larvae, and carrots, lettuce or endive is grown as a subsequent crop. The insect does not often affect carrots grown under frames, but may attack the crops after the glass has been removed. In carrots stored in clamps the damage may increase during the course of the winter. The same holds for carrots which remain in the field in the autumn and winter and which are protected against frost by means of a soil layer.

In the chapter 8 details concerning the stages of development of the insect in the Netherlands are discussed. Special attention is given to the puparia remaining in the soil until the following year.

On page 10 a survey is given of some host plants generally attacked by the carrot fly and of host plants that are less frequently attacked. Among the former group the cultivated plants parsnip, parsley and celery (in particular celeriac) are mentioned; among the weeds wild carrot is commonly infested.

The symptoms of the attack by this pest on the roots and on the crop in the field are described and illustrated with some pictures (see page 12, 13, 14, 15). A description is also given of the symptoms caused by the attack of *Napomyza lateralis* FALL. The latter symptoms are sometimes confused with those caused by carrot fly attack.

From investigations using the common carrot varieties grown in this country it appeared that the differences in attack are usually slight. Finally it seems probable that injury caused by the carrot fly is increased by secondary bacterial and fungus infestations. The various factors affecting the degree of damage are discussed (see chapter 7.5). Climatic factors may exert a great influence during the various developmental stages of the insect. Observations in carrot fields and on experimental plots showed that sheltered places have an important positive influence on the degree of attack. It is also thought that light soils generally offer more favourable conditions for their development than heavier soils. The influence of cultural methods on the degree of damage is discussed in chapter 10.

In the chapter on phenology the results of foreign research are first discussed and are followed by a description of methods and results of the observations.

In the Netherlands a distinction should be made between the first, the second and the third flight of the flies; these flights mainly occur in the spring, the summer and in the autumn, respectively. In regions where the carrot fly is common the flies occur over a very long period. An annual life cycle for all the stages has been compiled (see fig. 26). From this it appears that in one year two full generations and part of a third generation may occur.

Among the natural enemies of the carrot fly are animal and fungal parasites (see page 69, 70, 71). Only one representative of the former category was found, viz. a *Braconid: Dacnusa gracilis* NEES; in the latter group *Empusa* species plays an important role especially in the late summer.

Various cultural measures can be taken to reduce the attack (chapter 10). An early harvest, particularly in the case of carrots with a short growing period, is one of the most important measures. In addition it is recommended not to grow carrots in the close vicinity of sheltering crops or of wind-shielding shrubs, hedgerows, or houses. Attention is also drawn to the finding that the application of chemical herbicides causes a lower attack than when the fields are handweeded as is normally done. Crop rotation as normally practiced also helps to lessen the attack.

With regard to times of sowing it has been found that carrots sown before 15th June and after 22nd July are usually less attacked than carrots sown between 15th June and 22nd July. It is up to the growers to utilize this knowledge. We have also found that an intermediate cultivation of shallots and also of chives *(Allium schoenoprasum)* may give a reduction of the attack; but when onions and leeks are grown together with carrots little benefit results. Deep digging of the soil also reduced the attack.

Hygienic measures at the end of the harvest are desirable. In this connection it is suggested that the damaged material is dug deeply into the soil in order to reduce the source of infection as much as possible. The use of stable manure does not increase the attack.

In the chapter 'Control with chemicals' apart from the aims and lay-out of the trials the methods of application are discussed (see page 86). The open field treatments prior to sowing and the seed treatments have appeared to be most valuable.

A survey of the effectiveness of the various insecticides is given (page 91). The principal insecticides are naphthaline, tar oil, corrosive sublimate, calomel, Forbiat, DDT, BHC, Lindane, parathion, methylparathion, diazinon, chlordane, aldrin, dieldrin and heptachlor. The residues of chlordane, aldrin, dieldrin and heptachlor appeared to remain in the soil for a period of more than one year. The results of representative control experiments are presented in some tables. An attempt is made to interpret the inferior results obtained on peaty soils (see page 109, 110, 111).

It is of great importance that the taste of the carrots is not affected by the chemicals used to control the pest. In this connection the effects of the most promising insecticides were thoroughly tested (see page 111, 112, 113). The safety of the crop for the consumer was also studied (see page 113).

The result of all these investigations has led to the following advice on methods of control (prepared in co-operation with the Plant Protection Service (P.D.) and the Advisory Service and published in Tuinbouwgids 1959).

CONTROL

I. Soil treatment

The insecticides are applied broadcast, as a dust or as a spray; they must be worked into the soil prior to sowing. An even mixing is obtained by means of a cultivator or a rotary hoe.

A. *carrots with a short growing period*

a. strewing with a mixture of dust and sand.

1 kg aldrin 2.5%, or 1 kg chlordane 10%, or 1 kg heptachlor 2.5% or 100 g heptachlor 25%, or 100 g aldrin 25% per 100 sq. m.

b. spraying:

100 cc aldrin 25%, or 110 cc chlordane 70% or 100 cc heptachlor 25% per 100 sq. m.

B. *carrots with a long growing period and carrots for seed*

a. strewing with a mixture of dust and sand.

2 kg aldrin 2.5%, or 2 kg chlordane 10%, or 2 kg heptachlor 2.5% or 200 g heptachlor 25%, or 200 g aldrin 25% per 100 sq. m.

b. spraying:

200 cc aldrin 25% or 220 cc chlordane 70% or 200 cc heptachlor 25% per 100 sq. m.

II. Seed treatment

A. *carrots with a short growing period*

100 g seed per 100 sq. m.
500 g dieldrin w.p. 50% per kg seed
500 g aldrin w.p. 40% per kg seed.

B. *carrots with a long growing period*

40 g seed per 100 sq. m.
1 kg dieldrin w.p. 50% per kg seed
1 kg aldrin w.p. 40% per kg seed.

Seed treatment with insecticides is the most economic method of controlling the maggots of the carrot fly. The method was effective on sand, sand with some organic matter and on sandy loam soils, but it was not so effective as a soil treatment on peat, peaty-clay and sand with a high percentage of organic matter.

The efficiency of the various treatments as recommended by Tuinbouwgids appears to be such that the cost of the insecticide and the labour involved are together only a fraction of the financial benefits which should result.

NASCHRIFT

Van deze gelegenheid maak ik gaarne gebruik om de volgende personen, instanties en bedrijven te bedanken voor de medewerking, verleend aan het wortelvliegonderzoek, in het bijzonder aan proeven en waarnemingen.

Met grote erkentelijkheid gedenk ik wijlen Dr. S. LEEFMANS en zijn stmulerende, opbouwende critiek bij het onderzoek.

Dr. H. J. DE FLUITER ben ik dankbaar voor de waardevolle steun bij het onderzoek en bij het bewerken van de publikatie.

Vervolgens dank ik voor hun medewerking in velerlei opzicht:

De Rijkstuinbouwconsulentschappen te Amsterdam, Apeldoorn, Barendrecht, Frederiksoord, Goes, Groningen, 's Hertogenbosch, Hoorn, Leeuwarden, Roermond, v/h Maastricht, Naaldwijk, Utrecht, Zutphen en Zwolle;

De Rijkslandbouwconsulentschappen te Dordrecht, Kruiningen (later Goes) en Roermond;

De Proefstations, Proeftuinen en Schooltuinen en hun personeel te Alkmaar, Berlikum (Fr.), Frederiksoord, Heemskerk, Hoorn, Naaldwijk, Noordbroek, Paterswolde, Sloten (N.H.), Venlo en Vleuten;

De Plantenziektenkundige Dienst te Wageningen;

Het Rijksinstituut voor de Volksgezondheid te Utrecht en te Bilthoven;

Het Instituut voor de Bewaring en Verwerking van Tuinbouwproducten te Wageningen;

Het Instituut voor Veredeling van Tuinbouwgewassen te Wageningen.

Verder dank ik de tegenwoordige en voormalige hoofdassistenten, assistenten-, tuin-, technisch en administratief personeel van het I.P.O., Proefstation te Alkmaar voor hun waardevolle assistentie bij proefnemingen, waarnemingen, biologisch onderzoek, type-, foto- en technisch werk, in het bijzonder de heren H. E. VIJZELMAN, G. J. BOERSTOEL, W. C. NIJVELDT, J. C. BEDET, J. BETHE en Mejuffrouw N. DIRKZWAGER, alsmede de heer M. W. S. KOK van het R.T.C. te Hoorn.

Ook vele niet met name genoemde tuinders, mevrouw H. E. CASPARÉ en de psychiatrische inrichtingen te Den Dolder, Eindhoven, Poortugaal en Wolfheze voor het verlenen van gastvrijheid op hun privé-tuinen voor het doen van waarnemingen en het nemen van veldproeven.

Aan Dr. J. G. BETREM ben ik dank verschuldigd voor de determinatie van de sluipwesp, *Dacnusa gracilis* NEES, aan Dr. W. J. KABOS voor enkele exemplaren van *Psila rosae* F. en aan Dr. BROEDER THEOWALD voor uitgebreid materiaal van *Psila rosae* F.

Tenslotte ben ik de afdeling wiskundige verwerking van het Ministerie van Landbouw en Visserij, afdeling Tuinbouw, erkentelijk voor haar medewerking bij de proefopzet en de verwerking van de resultaten van diverse veldproeven en dank ik het PUDOC voor zijn medewerking en adviezen bij het voorbereiden van deze publikatie.

LITERATUUR

ÅHLBERG, O. 1942 Bekämpningsförsök mot kälflugor och morotflugan. *Växtskyddsnotiser 6*, 84–88 Stockholm. *(Rev. appl. Ent. 31* (1943) 323).

——— 1944 Olika morotsorter och morotflugan. *Växtskydssnotiser 4*, 49–50 Stockholm *(Rev. appl. Ent. 33*, 2: 35, 1945).

ANONYMUS Verslag over de werkzaamheden van de Plantenziektenkundige Dienst.
1929 In het jaar 1927 (1929) 66.
1939 In het jaar 1938 (1939) 55
1940 In het jaar 1939 (1940) 56

——— 1931 The carrot fly. Ministry of agriculture and fisheries London. Ad-
1953 visory Leaflet 68

——— 1947 Plante sygdomme i Danmark. *Tidsskr. Planteavl. 53* (1947) 185–234;
1948 *54* (1948) 1–61;
1949 *55* (1949) 1–80.

——— 1948 Jaarverslagen Proefstation voor de Groente- en Fruitteelt onder
1949 glas (Proefstation Z.H. Glasdistrict) Naaldwijk: 46 en 47; 49; 48.
1950

——— 1954 The extent of accumulation of insecticides in soil. *Agric. Bull. Shel.* Cd 2.

——— 1955 Jaarverslagen Proefstation voor de Groenteteelt in de volle grond
1956 in Nederland te Alkmaar. Entomologische Afd. (1955) 49–54;
1957 (1956) 56; (1957) 71–72

——— 1957 Study of effects of insecticides on flavour. Rep. Wisconsin agric. Exp. Sta. Madison Wisconsin 1957. *Agric. Chemic. 12*, 9: 65.

——— 1959 De bestrijding van de wortelvlieg. Bericht van de Plantenziektenkundige Dienst 1324.

ASHBY, D. G. and D. W. WRIGHT 1946 The immature stages of the carrot fly, Psila rosae F., morphology and anatomy. *The Trans. Roy. Ent. Soc. 97:* 355–379.

AUSLAND, O. 1957 Gulrotflua *(Psila rosae* F.) Undersøkelser over dens biologi i Norge. *Meld. Plantev. 14* (1957) 68 *(Rev. appl. Ent. 46* (1958) 36, 1958)

BACHMANN, F. 1955 Versuche zur Bekämpfung der Mörenfliege. *(Psila rosae* F.) *Nachr. Bl. Deuts. Pflsch. D. 7:* 104–106

BAKER, F. I., I. E. KETTERINGHAM, S. P. V. BRAY and J. H. WHITE 1942 Observations on the biology of the carrot fly. *(Psila rosae* FABR.), assembling and oviposition. *Ann. appl. Biol. 29:* 115–125

BALACHOWSKY, A. et L. MESNIL 1936 Les insectes nuisibles aux plantes cultivées. Leurs moeurs, leur destruction. Etabliss. Busson, Paris 1936: 1372–1374.

BARBOTIN, F. 1954 Essais de lutte contre la mouche de la carotte *(Psila rosae* L.) en Brétagne et en Normandie. *Phytoma 7*, 55: 33–35.

——— 1955 Nouveaux essais de lutte contre la mouche de la carotte. *Phytoma 7*, 67: 13–14 *(Rev. appl. Ent. 44* (1956) 255)

BARNES, H. F. 1942 Studies on fluctuations in insect populations. The carrot fly *(Psila rosae* F.) in 1936–'41. *J. animal Ecol. 11:* 69–84.

——— 1956 Wheat blossom midges on Broadbalk, Rothamsted Exp. Stat. 1927–1956. Proc. tenth Intern. Congr. of Entomology, Montreal. Canada 3: 367–374, 1956

BECKER-DILLINGEN, J. 1956 Handbuch des gesamten Gemüsebaues, Berlin, 1956

BERG, W. 1957 Möhrenfliegenbefall an Sellerie. *Rhein. Monatsch. Gemüse, Obst und Gartenbau 5* (1957)

BETREM, J. G. 1951 Mededel. over en demonstratie van *Dacnusa gracilis* NEES, een parasiet van de wortelvlieg. Versl. en wetensch. mededel. van de 82e winterverg. Ned. Ent. Verg., 1951: 18.

BEZZI, M. 1918 Studi sulla Ditterofauna nivale delle Alpi Italiene. *Mem. Soc. Ital. Sci. Nat. Mus. Civ. Stor. Nat. Milano 9:* 1–164

BLASZIJK, P. 1956 Zur Bekämpfung der Möhrenfliege an Spätsaaten. *Anz. Schädlingsk. 29:* 106–108

BOSWELL, V. R. 1955 Effects of insecticides on flavour and quality of food products. *J. econ. Ent.* 48: 495–499.

BOURNE, A. I. and W. D. WHITCOMB 1932 Departm. of Entomology, *Bull. Massach. Agric. Exp. Sta. 280* 1933 (1932) 213–220, *293* (1933) 28–34, *305* (1934) 28–36, *315* (1935) 1934 38–52 1935

BOURNE, A. I. a.o. 1937 Dept. Ent. *Bull. Massach. Agric. Exp. Stat. 339* (1937) 46–61

——— 1938 Dept. Ent. *Bull. Agric. Exp. Stat. 347* (1938) 54–68.

BRAUN, H. und E. RIEHM 1950 Krankheiten und Schädlinge der landwirtschaftlichen und gärtnerischen Kultur-Pflanzen und ihre Bekämpfung, Berlin 163

BREMER, H. und H. ORTH 1955 Weitere Untersuchungen zur Bekämpfung der Möhrenfliege *(Psila rosae* F.) *Nachrbl. Deuts. Pflschd. 7* (1955) 106–107

BRIEJÈR, C. J. 1956 Resistentie van insekten tegen bestrijdingsmiddelen. *Med. Dir. Tuinb. 19* (1956) 861–866

——— 1957 Bezinning over het bestrijden van insekten. *Med. Dir. Tuinb. 20* (1957) 804–813

BRITTEN, H. 1941 A Braconid parasite of *Psila nigricornis* MG. *Northw. Nat. 16* (1941) 325. *(Rev. appl. Ent. 30* (1942) 7)

BRITTON, EILEEN L. 1946 On the control of carrot fly in Worcestershire. *Worcestersh. agric Chron. 15* (1946) 223–237

BRUEL, W. E. VAN DEN 1933 Contribution à l'étude des mouches de la chicorée witloof, *Napomyza lateralis* FALL. et *Ophiomyia pinguis* FALL. (Agromyzides). *Bull. Inst. Agron. Sta. Rech. Gembloux* (1933) 17–44

——— 1937 Essais pour la lutte contre les mouches de la chicorée de Bruxelles *(Napomyza lateralis* FALL. et *Ophiomyia pinguis* FALL.). *Bull. Instit. Agron. Gembloux* 6 (1937) 218–255.

——— 1939 A propos de la lutte contre les mouches de la chicorée de Bruxelles *(Napomyza lateralis* FALL. et *Ophiomyia pinguis* FALL.) Efficacité du traitement à l'eau chaude. *Bull. Instit. Agron. Gembloux* 8, (1939) 188–193

——— 1939 Note sur le mode d'hibernation des mouches de la chicorée de Bruxelles. *Bull. Instit. Agron. Gembloux*, 8 (1939) 223–230

CAMERON, A. E. 1939 Insect and other Pests of 1938. *Trans. Highland Agric. Soc. Scotl. 51* (1939) *(Rev. appl. Ent. 28* (1940) 132)

CHAMBERLAIN, R. E. E. SKILLMAN and J. H. STEWART 1937 The control of the carrot fly *(Psila rosae* F.) in Northern Ireland *J. Min. agric. N. Ireland 5* (1937) 39–51

CLAUSEN, C. P. 1940 Entomophagous insects. New York, London. 1940

COLLIN, J. E. 1944 The British species of Psilidae. *Ent. monthly Mag. 80* (1944) 217–224

COLLINGWOOD, C. A. and H. E. CROXALL 1954 Carrot fly injury and 'canker' of parsnips in the West Midlands. *Plant. Path. 3* (1954) 99–103

DINTHER, J. B. M. VAN 1953 Details about some flytraps and their application to biological research. *Ent. Ber.* 14 (1953) 201–204

DUSTAN, A. G. 1930 Control of the onion maggot and the carrot rust fly. 25th Ann. Rep. Veget. Growers' Assoc. Ontario 1929: 47–52. Toronto, Ontario 1930

EHLERS, M. 1955 Saatgutbehandlung gegen die Möhrenfliege. *Zeitschr. Pfl. Krankh. 62* (1955) 617–619

——— und G. LIEDTKE 1958 Zur Frage insektizider Rückstände im Gemüse nach Anwendung der Saatgutbehandlung mit Dieldrin. *Nachr. Blatt. d. Deutsch. Pflanzenschd. 10* (1958) 87–90

ERWIN, W. R., R. P. MISKUS and W. M. HOSKINS 1956 Harvest residues of insecticides in vegetable and field crops resulting from foliage and soil application. *Hilgardia 26* (1956) 86–106

EYER, J. R. 1922 The bionomics and control of the onion maggot. *Pennsylvania Agric. Exp. Sta. Bull. 171* (1922) 16 pp.

FABRICIUS, J. C. 1794 Entomologia systematica, Tome 4: 356

FAES, H., M. STAEHELIN und P. BOVEY 1948 Krankheiten und Schädlinge der Kulturpflanzen, Bern

FLEMING, W. E. and W. W. MAINES 1954 Persistance of chlordane in soils of the area infested by the Japanese Beetle. *J. econ. Ent.* 47 (1954) 165–169.

FLUITER, H. J. DE, H. H. EVENHUIS en G. VAN ROSSEM 1958 Nederlandse namen van geleedpotige dieren schadelijk voor de voornaamste land- en tuinbouwgewassen. NEN. 3167, Uitg. HCNN 1958

FOX WILSON, G. 1945 Investigations on the control of the carrot fly *(Psila rosae* F.) in gardens. *Ann. appl. Biol. 32* (1945) 265–276.

——— 1954 Small-scale carrot fly control. *Agriculture 52* (1954) 219

FREDERICKSEN, G. F. C. and J. H. LILLY 1955 Measuring wireworm reactions to soil insecticides by tagging with radioactive cobalt. *J. econ. Ent. 48, 4* (1955) 438–442.

GALLAY, R. 1953 Restriction du champ d'application des produits, pour la desinsectation du sol à base d'hexachlorocyclohexane et de chlordane. Public. 425 Stat. fed. d'Essais agric. de Mont-Calme et de Montagibert, Lausanne et Pully. Rapport d'activité, 1952 Partie I: 841–842

GERASIMOV, V. and E. OSNITZKAYA 1944 Creolin in the control of pests and diseases of vegetable crops. *Proc. Lenin Acad. agric. Sci. U.S.S.R. 9, 4* (1944) 46–48. *(Rev. appl. Ent. 33* (1945) 304)

GLASGOW, H. 1929 Mercury salts as soil insecticides. *J. econ. Ent.* 22 (1929) 335–340

——— 1931 The present status of carrot rust fly control in New York. *J. econ. Ent. 24, 1* (1931) 189–196

——— 1934 Seed treatments for control of root maggots. *J. econ. Ent. 27* (1934) 303–308

——— and J. G. GAINES 1929 The carrot rust fly problem in New York. *J. econ. Ent. 22* (1929) 412–416

GLENDENNING, R. 1946 The carrot rust fly. A new pest in British Columbia. Processed Publ. Div. Ent. Dep. Agric. Canada 52, 5 pp.

——— 1948 Supplement to proc. Public. Dept. agric. Canada 52 Div. Ent., 1948 2 pp.

GLENDENNING, R.	1952	*Psila nigricornis* MG., a new pest of economic importance. *Canad. Ent. 84* (1952) 107
——— and H. G. FULTON	1951	Carrot rust fly. Proc. Public. Series 91 Div. Ent. Canada Dept. Agric. Science Service
GORHAM, R. P.	1934	Control of the carrot rust fly, *Psila rosae* FABR. Rep. Quebec Soc. Prot. Pl. 25–26: 90–96. 1934
GREENHOWE, G. E.	1930	Carrot growing in gardens and allotments with special reference to the control of carrot fly. *Scott. J. Agric. 13, 2* (1930) 178–184.
GÜNTHART, E.	1950	Hexa- und chlordan Präparate zur Bekämpfung von Wurzelschädlingen. *Mitt. Schweiz. Ent. Ges. 23* (1950) 245–264
HANSON, A. J. and R. L. WEBSTER	1941	The carrot rust fly. *Bull. Wash. Agric. exp. Stat. 405* (1941) 24 pp.
HARRISON, R. A.	1959	*Acalypterate Diptera* of New Zealand. Bull. 128, New Zeal. Dept. Sc. and Ind. Research: 175
HELM, G. W. VAN DER en en J. G. KLAPWIJK	1950	De invloed van enige bestrijdingsmiddelen op de smaak van wortelen. *Med. Dir. Tuinb. 13* (1950) 260–262
HELLQUIST, H.	1955	Bekämpningsförsök mot kälflugans och morotfluganslarver. *Växtskyddsnotiser 1* (1955) 4–14 Stockholm. *(Rev. appl. Ent.* 45 (1957) 40)
HENDEL, F. R.	1917	Beiträge zur Kenntnis der acalypteraten Musciden. *Deuts. Ent. Zeitschr.* (1917) 36–37
HENNIG, H.	1941	Psilidae. In Lindner: Die Fliegen der Palaearktischen Region. L. 140, 41: 38 pp.
HERINGA, J. W.	1947	Onderzoek naar een vervangingsmiddel voor calomel ter bestrijding van de uievlieg. Rep. 1st Int. Congr. Plant Prot. Heverlee 1946: 337–350
HINREINER, ELLY and MARION SIMONE	1956	Effects of soil insecticides on flavour of vegetable crops. *Hilgardia 26, 1* (1956) 35–45
HOUTEN, J. G. TEN	1954	Enige resultaten van het werk van I.P.O. onderzoekers. *Med. Dir. Tuinb. 17* (1954) 78–93
HUSÁŠ, Ø.	1941	Forsøk med frukttrekarbolineum kontra Antikrus mot Krusesyken og gulrotflua. *Tidskr. Norske Landbr. 1*, (1941) 12 pp. *(Z. Pflkrh. 52* (1942) 425)
JARY, S. G. and M. D. AUSTIN	1937	Notes on the occurrence of the more important pests. J. S. Eastern Agric. Coll. Wye Kent 39, 1937 Dept. Ent.: 11
KAMSTRA, L.	1950	De wortelvlieg en haar bestrijding. *Tuinbouwberichten 5, 30* (1950) 118
KAVEN, G.	1950	Bodenbearbeitung und Schädlingsbekämpfung. *Anz. f. Schädlingsk. 23* (1950) 1: 172–173.
KEARNS, H. G. H. and C. L. WALTON	1932	*Psila nigricornis* MEIG. as a pest of Chrysanthemums. *Ann. Rep. Agric. Hort. Res. Sta. Long Ashton*, 1932: 95–96.
KOK, M.	1954	De teelt van breekpeen. *Groente en Fruit 9*, 44: 1061–1062; 9, 45: 1086–1087; 9, 47: 1128–1131.
KOLISKO, E. and L.	1939	Agriculture of to-morrow, Gloucester, 1939
KÖRTING, A.	1940	Zur Biologie und Bekämpfung der Möhrenfliege *Psila rosae* F. in Mitteldeutschland. *Arb. physiol. angew. Ent. 7* (1940) 3: 209–232 und 7 (1940) 4: 269–285
———	1941	Zur Bekämpfung der Möhrenfliege *Psila rosae* F. *Mitt. Biol. Reichsanst. f. Land- und Forstwirts. 64* (1941) 43–50

KROMPHARDT, H. 1950 Untersuchungen über die Möhrenfliege *Psila rosae* F. in Schleswig-Holstein. *Nachr. Bl. d. Deuts. Pfl. Sch. D.* 2 (1950) 171–172

LAAN, E. VAN DER 1950 De betekenis van de proefveldtechniek voor het tuinbouwkundig onderzoek. *Med. Dir. Tuinb. 13* (1950) 729–734.

LABEYRIE, V. 1956 Sur quelques facteurs réglant la durée du cycle et l'intensité des attaques de la mouche de la carotte *Psila rosae* FABR. dans le Bordelais. *Rev. Zool. agric. 55* (1956) 22–24

LAMB, K. P. 1953 Observations on yield and varietal susceptibility of some carrot varieties to insect attack in the field. *New Zeal. J. Sci. Techn. 34* (1953) 6: 531–537. *(Rev. appl. Ent. 42,* 10: 334–335)

LEEFMANS, S. 1937 De draaihartigheid van kool. I. *Med. Tuinb. voorl. dienst 1* (1937) 22 pp.

——— 1938 De draaihartigheid van kool. II. *Med. Tuinb. voorl. dienst 5* (1938) 36 pp.

——— 1939 De draaihartigheid van kool. III. *Med. Tuinb. voorl. dienst 11* (1939) 46 pp.

——— 1940 De draaihartigheid van kool. IV. *Med. Tuinb. voorl. dienst 17* (1940) 18 pp.

——— 1949 Nieuwe middelen tegen de koolvlieg in de Verenigde Staten. *Med. Dir. Tuinb. 12* (1949) 299–301

LINDNER, E. und H. HENNIG 1941 Die Fliegen der Palaearktischen Region. *Psilidae. Lief. 140* (1941) 41: 1–38

LUNDBLAD, O. 1933 Kålflugorna. *Statens Växtskyddsanstalt Med. 3* (1933) 103 pp.

MAAN, W. J. 1945 Biologie en phaenologie van de uienvlieg *Chortophila antiqua* MEIGEN en preimot *Acrolepia assectella* ZELLER, als grondslag voor de bestrijding. *Med. Tuinb. voorl. dienst 39* (1945) 68 pp.

MAYBEE, G. E. 1953 Introduction into Canada of parasites of the carrot rust fly *Psila rosae* F. 84th Rep. Ent. Soc. Ont.: 50–62. *(Rev. appl. Ent. 43:* 156)

MEIGEN, J. W. 1826 Systematische Beschreibung der bekannten Europäischen Zweiflügeligen Insekten. Fünfter Theil Hamm Verlag der Schulzschen Buchhandlung 1826

METCALF, C. L. and W. P. FLINT 1951 Destructive and useful insects, their habits and control, New York, 1951

MEYERE, C. J. H. DE 1944 Tweevleugelige insekten, Zutphen, 1944

MILES, H. W. 1945 The carrot fly and its control. *Worcestershire agric. Chron. 14, 2* (1945) 141–147

MORGAN, H. G. 1954 *Napomyza lateralis* FALL., a new pest of Calendulas. *Plant Pathol. 3* (1954) 85–86

MORRISON, H. E. and H. H. CROWELL 1952 Soil insecticide studies in Oregon. *J. econ. Ent. 45* (1952) 1002–1010

MUGGERIDGE, J. 1933 Some recently recorded exotic insect pests. *New Zeal. J. Agric. 47* (1933) 221–228.

NEWTON, H. C. F., J. E. SATCHELL and M. W. SHAW 1946 Carrot fly control. *Nature 158* (1946) 4012: 417. *(Rev. appl. Ent. 30,* 11: 349–388)

NIJVELDT, W. C. 1953 Onderzoek over de aspergevlieg *Platyparaea poeciloptera* SCHRANK. Jaarverslag 1953 Instit. Plantenziektenk. Onderzoek: 42–47

NIJVELDT, W. C. 1957 Levenswijze en bestrijding van de aspergevlieg Platyparaea poecilоptera Schrank in Nederland. *Versl. Landb. Onderz. 63. 4* (1957) 40 pp.

ORTH, H. 1954 Zur Bekämpfung der Möhrenfliege mit Lindan-Präparaten. *Nachr. Bl. Deuts. Pfl. Sch. D.* 6 (1954) 90–91

OZOLS, E. 1930 The principal pests of cultivated plants for the year 1929. *Acta Instit. Def. Plant. latviens:* 26–30. *(Rev. appl. Ent. 19* (1931) 332)

PAUCK, P. und F. W. KOCH 1952 Über Versuche zur Bekämpfung der Möhrenfliege. *Nachr. bl. Deuts. Pfl. Sch. D. 4* (1952) 113–116

PETHERBRIDGE, F. R. and D. W. WRIGHT 1943 Further investigations on the biology and control of the carrot fly. *Ann. appl. Biol. 30* (1943) 348–358

———, ——— and D. G. ASHBY 1945 The biology and control of the carrot fly. *Ann. appl. Biol. 32* (1945) 3: 262–264

———, ——— and P. G. DAVIES 1942 Investigations on the biology and control of the carrot fly. *Ann. appl. Biol. 29* (1942) 4: 380

PETTIT, R. H. 1931 Carrot rust fly found in Michigan. *Quart. Bull. Michigan Agric. Exp. Sta. 13* (1931) 3: 119–121. (Rev. appl. Ent. 19, 1931).

PFEIFFER, E. 1948 De biologisch-dynamische mestpreparaten. *Vruchtbare aarde 6* (1948) 3: 51–72

POST, J. J. 1946 Handleiding voor de opzet en de verwerking van Fisherproeven, 's-Gravenhage, 1946

1953 Rapport Studiegroep Landbouw van de Contactgroep opvoering Productiviteit 1953. Het onderzoek van ziekten en plagen in land- en tuinbouwgewassen in Amerika II: 246

1954 Rapport van het Instituut voor Bewaring en Verwerking van Tuin-
1956 bouwproducten (I.B.V.T.) te Wageningen. 533, 537 en 685

REYNE, A. 1950 Faure's vloeistof als insluitmiddel voor microscopische preparaten van kleine insecten. *Ent. Ber. 13* (1950) 37–42

RITZEMA BOS, J. 1917 Ziekten en beschadigingen veroorzaakt door dieren. *Med. Rijks Hoogere Land-, Tuin- en Boschbouwschool, Wageningen 11,* (1917) 5: 109–250

SACHTLEBEN, H. 1954 Parasiten der Möhrenfliege, *Psila rosae* FABR. *Beiträge Entom. 4* (1954) 2: 219–220

SANT, L. E. VAN 'T 1943 Kort verslag over 1942 van het onderzoek naar de wortelvlieg. *Med. Inspect. Tuinb.* (1943) 530

——— 1950–1954 Jaarverslagen Inst. Plantenz.k. Onderz.
1950: 31–32; 1951: 35–36; 1952: 37–38; 1953: 49–50;
1954: 53–56

——— 1956 Control of carrot fly *Psila rosae* F. with chlordane in Holland. Proc. tenth Intern. Congress of Ent. Montreal. *3*: 321–323

——— 1957 Neuere Ergebnisse zur Bekämpfung der Möhrenfliege in den Niederlanden. Verh. des IV. Intern. Pfl. sch. Kongr. Hamburg 1957, 1: 705–706

——— en H. E. VIJZELMAN 1955–1957 Jaarversl. Instit. Plantenzk. Onderz. 1955: 68–73; 1956: 45; 1957: 49–50

SANT, L. E. VAN 'T en J. DE WILDE 1944 *Psila nigricornis* MEIG. als winterplaag in sla onder glas. *Med. Insp. Tuinbouw.* 1944: 432–436 en Publ. 8 Proeftuin Zuid-Hollands Glasdistrict Naaldwijk.

SAVARY, A., P. PH. MOTTIER et L. A. DESHUSSES	1959	Essai de lutte contre la mouche de la carotte. *Rev. Hort. Suisse 6* (1959) 184–187
SAVZDARG, É. É.	1927	The carrot fly *Psila rosae* F. and its control. *Def. des Plantes 4* (1927) 238–242. *(Rev. appl. Ent. 16* (1928)
SCHUPHAN, W.	1957	Pflanzenqualität und menschliche Gesundheit. 1. Die Rolle hochwirksamer Pflanzenschutzmittel im Gemüse- und Obstbau. 3. Über die ernste Verantwortung des Gemüse- und Obsterzeugers gegenüber dem Verbraucher. *Rhein. Monatsschr. f. Gemüse-, Obst- und Gartenb. 45* (1957) 114–116 und 303–306
SLINGERLAND, M. V.	1894	The cabbage root maggot. Bull. 78 Cornell Univ. agric. Exp. Sta. Ent. Div.: 510.
SLIKKE, C. M. van der	1936	Proefnemingen ter bestrijding van de wortelvlieg. *De Tuinderij 52*, 1936
———	1944	Verslagen over genomen proeven ter bestrijding van de wortelvlieg. *Med. Dir. Tuinb.* 1944: 80–91
SMITH, K. M. and J. C. M. GARDNER	1922	Insect pests of the Horticulturalist. Their nature and control: 32–48; 54–74. London, 1922
SORAUER, H.	1932	Handbuch der Pflanzenkrankheiten 5: 17
SPEYER, W.	1937	Entomologie Wiss. Forsch. ber. Naturw. Reihe 43, Dresden und Leipzig
STANILAND, L. M. and A. BEAUMONT	1932	Ninth ann. Rep. of the Dep. of Plant Path. the year ending Sept. 1932. Pamph. Seale Haine agric. Coll. 40: 43
STONE, L. E. W.	1954	Carrot fly and "canker" of parsnips in the South-West. *Plant Path. 3* (1954) 118–121
TERRIÈRE, L. C. and D. W. INGALSBE	1953	Translocation and residual action of soil insecticides. *J. econ. Ent. 46* (1953) 751–753.
THEOWALD, BROEDER	1954	Enige opmerkingen over het genus *Psila* MEIGEN *(Diptera, Psilidae) Ent. Ber. 15* (1954) 176–179
TUINBOUWGIDS		Uitg. Ministerie van Landbouw, Visserij en Voedselvoorziening, 1952, 1954 en 1960 Den Haag
VAPPULA, N. A.	1934	Tuho laisten essiintyminen v. 1932. *Valtion Maatalousk. Tied. 64* (1934) 5 pp. Borga 1934. (The occurrence of injurious animals in Finland in 1932. (*Rev. appl. Ent 22* (1934) 230)
VASINA, A. N.	1927	The cabbage fly, *Hylemyia brassicae* BCHÉ and *Hylemyia floralis* FALL. *Trud. Opitno-Issled. Uchastka Stanz. Zashch. Rast. Vred. Mosk. Zemel. Otd 1* (1927) (*Rev. appl. Ent. 16* (1928)
VLIET, M. VAN DER	1950	De wortel- of peenvlieg. *Groente en Fruit 20* (1950) 340
VOS-DE WILDE, B. DE	1935	Contribution à l'étude des larves de Diptères Cycloraphes, plus spécialement des larves d'Anthomyides. Diss. Amsterdam, 1935, 125 pp.
VIJZELMAN, H. E.	1958	Bestrijding van de wortelvlieg door middel van zaadbehandeling. *Med. Proefst. Groenteteelt in de volle grond in Nederland 9* (1958) 5–23; *Med. Instit. Plantenzk. Onderz. 163:* 5–23
WHITCOMB, W. D.	1929	Observations on the carrot rust fly *Psila rosae* FABR. in Massachusetts. *J. econ. Ent. 22* (1929) 672–678
———	1938	The carrot rust fly. *Mass. agric. Exp. Sta. Bull. 352* (1938)
WILDE, J. DE	1947	Onderzoekingen betreffende de koolvlieg en zijn bestrijding. Diss. Amsterdam, 1947, 118 pp.

WILLIAMS, C. B. 1951 The migration and drift of insects and its international aspect. Trans. of the IXth Intern. Congr. of Entomology, Amsterdam, 1951, 63–68

WILLIAMS, J. B. 1954 Occurrence of adults of the carrot rust fly *Psila rosae* FABR. on corn foliage at Bradford Ontario. *Canad. Ent. 86* (1954) 414–415.

WRIGHT, D. W. 1951 The control of the carrot fly *Psila rosae* F. with benzene hexachloride. *Ann. Rep. Nat. Veget. Res. Sta.* (1950), 1: 14–20

——— 1956 A survey of soil pests affecting vegetable crops. *J. of the Sc. of Food and Agric. 7* (1956)

——— and D. G. ASHBY 1945 The control of the carrot fly *Psila rosae* FABR. with DDT. *Bull. Ent. Res. 36* (1945) 253–268

———, ——— 1946 Bionomics of the carrot fly *Psila rosae* F.
I *Ann. appl. Biol. 33:* 69–77;
II *Ann. appl. Biol. 33:* 263–270

WRIGHT, D. W., Q. A. GEERING and D. G. ASHBY 1947 The insect parasites of the carrot fly *Psila rosae* FABR. *Bull. of ent. Res. 37* (1947) 507–529

ZWEEDE, A. K. 1953 Smaakafwijkingen ten gevolge van het gebruik van insecticiden. *Med. Dir. Tuinb. 16* (1953) 349–350