

632.654

PROEFSTATION VOOR DE GROENTEN- EN FRUITTEELT ONDER GLAS,  
NAALDWIJK

DE CHEMISCHE EN BIOLOGISCHE BESTRIJDING  
VAN DE SPINTMIJT *TETRANYCHUS URTICAE* KOCH

WITH A SUMMARY

THE CHEMICAL AND BIOLOGICAL CONTROL OF THE GLASSHOUSE  
RED SPIDER *TETRANYCHUS URTICAE* KOCH

L. BRAVENBOER

CENTRUM VOOR

LANDBOUWPUBLIKATIES



LANDBOUWDOCUMENTATIE

---

VERSL. LANDBOUWK. ONDERZ. No. 65.5 - WAGENINGEN - 1959

2069945

# INHOUD

	Blz.
INLEIDING . . . . .	1
1. TETRANYCHUS URTICAE KOCH . . . . .	4
1.1. Inleiding . . . . .	4
1.2. Taxonomische problemen bij <i>Tetranychus urticae</i> . . . . .	4
1.3. Invloed van de temperatuur op de ontwikkeling. . . . .	6
1.4. Eiproductie . . . . .	8
1.5. Invloed van de waardplant op de voortplanting van <i>Tetranychus urticae</i> . . . . .	18
1.6. De diapause . . . . .	10
1.6. De diapause . . . . .	12
2. STETHORUS PUNCTILLUM WEISE . . . . .	15
2.1. Inleiding . . . . .	15
2.2. Invloed van de temperatuur op de ontwikkeling. . . . .	16
2.3. Eiproductie en levensduur . . . . .	18
2.4. De diapause . . . . .	18
2.5. De betekenis van <i>Stethorus punctillum</i> als roofvijand van <i>Tetranychus urticae</i> . . . . .	19
2.5.1. Gedrag bij de prooivangst en de voedselopname . . . . .	19
2.5.2. Kwantitatieve aspecten van de prooivangst . . . . .	20
2.5.2.1. Vangcapaciteit in verband met de duur van het eetproces . . . . .	20
2.5.2.2. Verloop van de predatie met de tijd. . . . .	22
2.5.2.3. Invloed van de temperatuur op de hoeveelheid vernietigde prooi. . . . .	23
2.5.2.4. Het overleven van <i>Stethorus punctillum</i> bij geringe prooidichtheid . . . . .	25
2.6. Samenvattende beschouwing betreffende <i>Stethorus punctillum</i> . . . . .	26
3. TYPHLODROMUS LONGIPILUS NESBITT . . . . .	29
3.1. Inleiding . . . . .	29
3.2. Invloed van de temperatuur op de ontwikkeling. . . . .	30
3.3. Eiproductie en levensduur . . . . .	31
3.4. De betekenis van <i>Typhlodromus longipilus</i> als roofvijand van <i>Tetranychus urticae</i> . . . . .	32
3.4.1. Gedrag bij de prooivangst en de voedselopname . . . . .	32
3.4.2. Kwantitatieve aspecten van de prooivangst . . . . .	33
3.4.3. Kannibalisme en roofvijanden bij <i>Typhlodromus longipilus</i> . . . . .	34
3.5. Samenvattende beschouwing betreffende <i>Typhlodromus longipilus</i> . . . . .	35

De auteur promoveerde op 13 november 1959 aan de Landbouwhogeschool te Wageningen op een gelijkkluidend proefschrift tot Doctor in de Landbouwkunde.  
 Deze publikatie verschijnt tevens als No. 75 in de reeks Publikaties van het Proefstation voor Groenten- en Fruitteelt onder glas te Naaldwijk.

4.	DE GEVOELIGHEID VAN TETRANYCHUS URTICAE, STETHORUS PUNCTILLUM EN TYPHLODROMUS LONGIPILUS VOOR INSECTICIDEN EN FUNGICIDEN . . . .	36
4.1.	Inleiding . . . . .	36
4.2.	Methodiek . . . . .	36
4.3.	Insecticiden en fungiciden . . . . .	39
4.3.1.	Organische fosforverbindingen . . . . .	39
4.3.1.1.	Parathion (25% 0,0, dimethyl (resp. diaethyl)-0-4-nitrophenylthiofosfaat) . . . . .	39
4.3.1.2.	Para-oxon (25% 0,0, diaethyl -0-4-nitrophenylfosfaat) . . . . .	40
4.3.1.3.	Chloorthion (50% 0,0, dimethyl -0-3-chloor-4-nitrophenylthiofosfaat) . . . . .	40
4.3.1.4.	EPN 300 (45% 0,0, aethyl -0-4- nitrophenylthiobenzeenfosfaat) . . . . .	40
4.3.1.5.	Malathion (50% S- (1,2- dicarbethoxyaethyl) 0,0, dimethyldithiofosfaat). . . . .	41
4.3.1.6.	Trithion (50% 0,0, diaethyl -S-(4- chloorphenylthiomethyl) dithiofosfaat). . . . .	41
4.3.1.7.	Diazinon (20% 0,0, diaethyl -0- (2-isopropyl -4-methylpyrimidyl (6) (thiofosfaat) . . . . .	41
4.3.1.8.	Potasan (50% 0,0, diaethyl -0-(4-methyl -7-oxycumarine)thiofosfaat) . . . . .	42
4.3.1.9.	Systox (50% 0,0, diaethyl -0-(2-aethylmercaptoethyl) thiofosfaat) . . . . .	42
4.3.1.10.	TEP (30% tetra - aethylpyrofosfaat) . . . . .	42
4.3.1.11.	Sulfo TEP (25% tetra-aethyl dithiopyrofosfaat). . . . .	43
4.3.1.12.	Schradan (66% octamethylpyrofosforamide). . . . .	43
4.3.1.13.	Samenvatting organische fosforverbindingen. . . . .	44
4.3.2.	Specifieke acariciden, die tegen alle stadia werkzaam zijn . . . . .	45
4.3.2.1.	Dimite (25% 1,1 - di (4-chloorphenyl) aethanol)	45
4.3.2.2.	Kelthane (20% 1,1 - di (4-chloorphenyl) - 2,2,2 trichlooraethanol) . . . . .	45
4.3.2.3.	Chloorbenzilaat (25% 4,4-dichloorbenzoëzure aethylester) . . . . .	46
4.3.2.4.	Aramite (25% 2-chlooraethyl -2-(4 tert. butylphenoxy)-1-methylaethylsulfiet) . . . . .	46
4.3.2.5.	Samenvatting specifieke acariciden, die tegen alle stadia werkzaam zijn. . . . .	47
4.3.3.	Specifieke acariciden met ovicide werking . . . . .	48
4.3.3.1.	PCPBS (25% 4-chloorphenylbenzeensulfonaat) . . . . .	48
4.3.3.2.	PCPCBS (25% 4-chloorphenyl-4-chloorbenzeensulfonaat). . . . .	48

	Blz.
4.3.3.3. 2,4 DCPBS (25% 2,4 - dichloorphenylbenzeen-sulfonaat) . . . . .	48
4.3.3.4. DPS (35% diphenylsulfon) . . . . .	48
4.3.3.5. Sulphenone (25% 4-chloorphenylphenylsulfon) . . . . .	49
4.3.3.6. Tedion (10% 2,4,5,4' - tetrachloordiphenylsulfon). . . . .	49
4.3.3.7. Chloorbenzide (20% 4-chloorbenzyl-4-chloorphenylsulfide) . . . . .	49
4.3.3.8. Samenvatting specifieke acariciden met ovidicewerking . . . . .	49
4.3.4. Gechloreerde koolwaterstofverbindingen . . . . .	50
4.3.4.1. DDT (25% 1,1,1-trichloor - 2,2 - di(4-chloorphenyl) aethaan) . . . . .	50
4.3.4.2. Lindaan (10% $\gamma$ -isomeer van 1,2,3,4,5,6-hexachloorcyclohexaan) . . . . .	50
4.3.4.3. Toxapheen (25% octachloorendomethyleentrimethylcyclohexaan) . . . . .	51
4.3.4.4. Chloordaan (70% 2,3,4,5,6,7,10,10 - octachloor - 4,7,8,9 - tetrahydro-4,7-endomethyleenindaan) . . . . .	51
4.3.4.5. Aldrin (25% 1,2,3,4,11,11-hexachloor-1,4,5,8,9,10-hexahydro-1,4,5,8-diendomethyleennaphtaleen) . . . . .	51
4.3.4.6. Dieldrin (20% 1,2,3,4,11,11-hexachloor-6,7-epoxy-1,4,5,6,7,8,9,10-octachloor-1,4,5,8-diendomethyleennaphtaleen) . . . . .	52
4.3.4.7. Endrin (20% stereo-isomeer van dieldrin). . . . .	52
4.3.4.8. Samenvatting gechloreerde koolwaterstofverbindingen . . . . .	52
4.3.5. Overige insecticiden en fungiciden . . . . .	52
4.3.5.1. Azobenzeen (20%) . . . . .	52
4.3.5.2. DN-111 (20% 2,4-dinitro-6-cyclohexylphenol, dicyclohexylaminezout van -) . . . . .	53
4.3.5.3. Minerale olie (100%) . . . . .	53
4.3.5.4. Rotenon (5%) . . . . .	53
4.3.5.5. Nicotine (100%) . . . . .	53
4.3.5.6. Zwavel . . . . .	53
4.3.5.7. Zineb (70% zink-aethyleenbisdithiocarbamaat). . . . .	54
4.3.5.8. Captan (50% N-trichloormethyl-thio-tetrahydro-phtaalimide) . . . . .	54
4.3.5.9. Samenvatting overige insecticiden en fungiciden . . . . .	54
5. ENKELE POPULATIE-DYNAMISCHE BESCHOUWINGEN BETREFFENDE DIT ONDERZOEK . . . . .	55
5.1. Inleiding . . . . .	55
5.2. Het klimaat . . . . .	55

	Blz.
5.3. Het voedsel . . . . .	58
5.4. Bestrijdingsmiddelen. . . . .	59
5.5. Natuurlijke vijanden . . . . .	60
5.5.1. Inleiding . . . . .	60
5.5.2. Invloed van de populatiedichtheid van <i>Tetranychus urticae</i> op de predatie per dag door <i>Stethorus punctillum</i> en <i>Typhlo-</i> <i>dromus longipilus</i> . . . . .	62
5.5.3. Schommelingen in de populatiedichtheid van <i>Tetranychus</i> <i>urticae</i> veroorzaakt door de aanwezigheid van <i>Stethorus</i> <i>punctillum</i> in verschillende getalsterkten . . . . .	63
 6. ENKELE VOORBEELDEN VAN EEN GECOMBINEERDE CHEMISCHE EN BIOLOGISCHE BESTRIJDING IN DE PRAKTIJK. . . . .	 65
 SLOTCONCLUSIE . . . . .	 70
 SUMMARY. . . . .	 71
 LITERATUUR. . . . .	 80
 <b>BIJLAGEN</b>	
I. Organische fosforverbindingen	
II. Specifieke acariciden tegen alle stadia	
III. Specifieke acariciden met ovicide werking	
IV. Gechloreerde koolwaterstofverbindingen	
V. Overige insecticiden en fungiciden	

## INLEIDING

De ontwikkeling van chemie en techniek gedurende en na de tweede wereldoorlog heeft tot revolutionaire veranderingen in de chemische bestrijding van ziekten en plagen bij planten geleid. Terwijl vóór de tweede wereldoorlog vrijwel uitsluitend plantaardige en anorganische bestrijdingsmiddelen gebruikt werden, zijn deze na 1945 grotendeels verdrongen door organische stoffen die langs synthetische weg worden bereid. Hoewel de toepassing een grote vooruitgang bij de bestrijding van ziekten en plagen betekent, zijn er een aantal nieuwe problemen ontstaan. De twee voornaamste bezwaren, verbonden aan het veelvuldig gebruik van synthetische organische bestrijdingsmiddelen zijn:

1. het ontstaan van belangrijke plagen van soorten die vroeger slechts van geringe betekenis waren,
2. het in toenemende mate optreden van resistentie van insecten tegen insecticiden.

Het eerste punt heeft voornamelijk betrekking op spintmijten en schildluizen. Het is vooral de toepassing van DDT geweest, die bij de teelt van vele gewassen spintmijten tot een der belangrijkste problemen gemaakt heeft. In de literatuur is dan ook een zeer groot aantal voorbeelden te vinden, waarin melding gemaakt wordt van uitbreiding van spint na toepassing van DDT. Hoewel andere factoren ook een rol kunnen spelen, wordt door de meeste onderzoekers het doden van zijn natuurlijke vijanden als de belangrijkste oorzaak hiervan beschouwd. Vele veldwaarnemingen bevestigen dit, terwijl het ook door verschillende onderzoekers proefondervindelijk is aangetoond.

Het verschijnsel van resistentie van insecten tegen insecticiden is niet nieuw. Zo is er bij voorbeeld vóór 1940 reeds melding gemaakt van resistentie tegen arsenicum bij *Enarmonia pomonella* L. en van resistentie tegen blauwzuur bij schildluizen. Sedert de toepassing op grote schaal van synthetische organische insecticiden wordt het probleem echter steeds urgenter. Vooral bij de bestrijding van de huisvlieg (*Musca domestica* L.) is gebleken dat deze in korte tijd een hoge mate van ongevoeligheid kan verkrijgen. Ook in andere gevallen (o.a. mijten van de geslachten *Metatetranychus* en *Tetranychus*) blijkt resistentie tegen bestrijdingsmiddelen een rol van betekenis te gaan spelen. Hoewel het probleem in deze gevallen nog niet zo verontrustend is als bij *Musca domestica*, dient er rekening mee gehouden te worden dat dit over enkele jaren wel het geval kan zijn.

In de fruitteelt onder glas in Nederland laten zich bovengenoemde problemen in het bijzonder gelden bij de spintmijt *Tetranychus urticae* KOCH. Hoewel het dier reeds vóór 1945 schadelijk optrad, was het in deze teelten niet het belangrijkste entomologische probleem. Door toepassing in het voorjaar van petroleumemulsie en zo nodig door een naftalinebehandeling in de zomer kon de aantasting in toom gehouden worden. Op vele bedrijven was een bestrijding zelfs niet nodig. De belangrijkste plagen waren in die tijd trips in druiven en bladluizen in perziken.

Toen na 1945 DDT als bestrijdingsmiddel van trips in druiven zijn intrede deed,

bleek al spoedig dat dit een sterke uitbreiding van spint tot gevolg had. Dit is waarschijnlijk het gevolg geweest van een verschuiving van het evenwicht tussen het spint en zijn natuurlijke vijanden ten gunste van het spint. Toen dan ook korte tijd daarna het gebruik van parathion zijn intrede deed, nam dit insecticide onmiddellijk de plaats van DDT bij de tripsbestrijding in. De werking van parathion tegen trips in druiven en bladluizen in perziken was zo efficiënt dat deze plagen van ondergeschikt belang werden. Hoewel dit middel ook een vrij goede bestrijding van spint gaf, werd al spoedig duidelijk dat deze niet afdoend was. Het spintprobleem werd ieder jaar ernstiger, zodat op den duur 5-6 behandelingen per jaar noodzakelijk waren om de aantasting binnen verantwoorde grenzen te houden. Deze uitbreiding van het spint moet waarschijnlijk toegeschreven worden aan het brede werkingspectrum van parathion, waardoor de natuurlijke vijanden van *Tetranychus urticae* uitgeroeid werden. Naarmate parathion langer en intensiever werd toegepast, bleken in de loop der jaren de resultaten met dit middel regelmatig minder gunstig te worden, hetgeen op het ontstaan van resistentie wijst. Zo werd aanvankelijk met een concentratie van 0,05% een zeer goede bestrijding van het spint verkregen, terwijl later 0,1%-0,2% slechts een matige bestrijding gaf. In enkele gevallen verkreeg men met parathion zelfs in het geheel geen resultaat meer. Bij een zuiver chemische bestrijding over grote oppervlakten vindt een scherpe selectie en isolatie plaats van resistente individuen, waardoor de kansen op vermindering van de resistentie niet groot zijn. In kassen is de mogelijkheid van isolatie van een resistente populatie nog veel groter dan in het vrije veld, daar kassen uit ecologisch oogpunt als eilanden beschouwd kunnen worden. De kans dat van buiten niet-resistente dieren in de kas terecht komen, is uiterst gering. Hierdoor vermindert in kassen de resistentie dan ook vrijwel niet, zoals ook in de praktijk gebleken is.

Het is dan ook begrijpelijk dat de gedachte veld wint dat een voortgaan op deze weg ten slotte tot een negatief resultaat zal leiden en dat de chemische bestrijding, zoals deze thans wordt toegepast, aanleiding zal geven tot nog ernstiger problemen dan nu reeds bestaan. Men moet er zich echter wel van bewust zijn dat er geen weg terug mogelijk is. Zonder het ingrijpen van de mens om schade door dierlijke of plantaardige belagers te voorkomen, is een economisch verantwoorde teelt der cultuurgewassen niet meer mogelijk. Er dienen andere wegen gezocht te worden om tot een oplossing van het probleem te komen. Een van de mogelijkheden zal zijn het zoeken naar een systeem dat berust op een combinatie van chemische en biologische bestrijding. Hierbij zal gebruik moeten worden gemaakt van chemische middelen die het betreffende dier doden maar, althans in de gebruikte concentratie, niet nadelig zijn voor zijn natuurlijke vijanden en voor de natuurlijke vijanden van andere insecten. In de citruscultuur in Amerika (DE BACH, 1951) en de fruitteelt in Canada (o.a. PICKETT & PATTERSON, 1953) is reeds gebleken dat een dergelijke werkwijze succes kan opleveren. Het aantal bespuitingen zal hierdoor ook aanzienlijk verminderd kunnen worden, hetgeen de kans op het ontstaan van resistentie geringer doet worden. De selectie van resistente individuen is dan immers minder scherp, terwijl bovendien de kans veel groter is, dat er bij dieren van hogere resistentie weer terugkruising plaats vindt met dieren der uitgangspopulatie, waardoor de resistentie weer vermindert.

Dit is de hoofdgedachte geweest bij het hier beschreven onderzoek. Tot dit doel is de biologie van de spintmijt *Tetranychus urticae* KOCH en van twee van zijn natuurlijke vijanden: *Stethorus punctillum* WEISE en *Typhlodromus longipilus* NESBITT bestudeerd en de betekenis van deze beide laatsten als roofvijanden van *Tetranychus urticae* nagegaan. Daarnaast is een onderzoek ingesteld naar de gevoeligheid voor een aantal bestrijdingsmiddelen van drie verschillende stammen van *Tetranychus urticae*, waarvan er twee resistentie tegen parathion bezitten, en van de beide natuurlijke vijanden. Ten slotte is in enkele gevallen nagegaan in hoeverre het systeem van een gecombineerde chemische en biologische bestrijding toepasbaar is in de praktijk.



# 1. *TETRANYCHUS URTICAE* KOCH

## 1.1. INLEIDING

De spintmijt *Tetranychus urticae* KOCH (*Acari: Tetranychidae*) is de meest polyfage soort van de familie der *Tetranychidae*. Zowel wilde planten als honderden cultuurgewassen kunnen door deze mijt aangetast worden. In subtropische en tropische gebieden is het een der belangrijkste plagen van verschillende cultuurgewassen in de open lucht. Hoewel in Nederland ook in het vrije veld een aantal gewassen aangetast wordt, wordt de belangrijkste schade aangericht in teelten onder glas, zoals perzik, pruim, druif, komkommer, meloen, boon, anjer, roos en vele andere bloemisterijgewassen.

Doordat de dieren met hun monddelen in het planteweefsel steken en de inhoud der cellen leegzuigen, ontstaan er op deze plaatsen kleine ronde witte vlekjes. Hierdoor wordt het assimilerend oppervlak van de plant verkleind. Bij een ernstige aantasting treedt er bruinkleuring der bladeren op en vallen deze soms af, waardoor de plant te gronde kan gaan.

In de ontwikkeling van de mijt zijn 8 stadia te onderscheiden nl. ei, larve, 1ste ruststadium (*nymphochrysalis*), *protonymph*, 2de ruststadium (*deutochrysalis*), *deutonymph*, 3de ruststadium (*teleiochrysalis*), imago. Evenals dit bij andere mijtsoorten het geval is, heeft de larve slechts 6 poten, terwijl alle andere stadia 8 poten bezitten. Bij deze spintmijt kan parthenogenese optreden. In dit geval ontstaan uit de onbevuchte eieren slechts mannelijke dieren.

Afhankelijk van de waardplant treden grote verschillen in kleur op bij de volwassen zomerwijfjes. Zo kan men o.a. donkerbruine, roodbruine en geelgroene dieren aantreffen. Alleen de wijfjes overwinteren in Nederland, zowel onder glas als buiten; deze zijn afwijkend van kleur, nl. oranje-rood.

## 1.2. TAXONOMISCHE PROBLEMEN BIJ *TETRANYCHUS URTICAE*

Omtrent de wetenschappelijke naam van de bij dit onderzoek betrokken spintmijt heerst nog zeer veel verwarring. Zo treft men in de toegepaste entomologische literatuur de volgende synoniemen aan:

*Tetranychus telarius* L.

*Tetranychus urticae* KOCH

*Tetranychus bimaculatus* HARVEY

*Tetranychus althaeae* v. HANST.

In Engeland en verschillende andere delen van het Britse Gemenebest wordt de voorkeur gegeven aan de naam *Tetranychus telarius* zoals door HIRST (1924) is voorgesteld. Ook in Amerika heeft men deze naam tot 1944 gebruikt. Na deze tijd treft men vrijwel uitsluitend *Tetranychus bimaculatus* aan.

In een recente publikatie van PRITCHARD & BAKER (1955) wordt daarentegen de naam *Tetranychus telarius* weer naar voren gebracht. In Nederland (GEIJSKES, 1939) en Zwitserland (GÜNTHART, 1945; GASSER, 1951) wordt de naam *Tetranychus urticae* gebruikt. In Duitsland is gedurende lange tijd *Tetranychus althaeae* de gangbare naam geweest, hoewel de laatste tijd ook daar door sommigen (DOSSE, 1952) de voorkeur wordt gegeven aan de naam *Tetranychus urticae*.

In hoeverre deze namen betrekking hebben op dezelfde species is niet gemakkelijk uit te maken en men treft er in de literatuur vele tegenstrijdigheden over aan. Zo was EWING (1914) op grond van taxonomisch onderzoek en door vergelijking met Europees materiaal tot de conclusie gekomen, dat de in Europa en Amerika voorkomende spintmijt tot de soort *Tetranychus telarius* behoort. MC GREGOR (1950) verwerpt op grond van een onvolledige beschrijving van KOCH de naam *Tetranychus urticae* en acht *Tetranychus althaeae* de juiste naam. Hij beschouwt op grond van morfologische verschillen *Tetranychus althaeae* en *Tetranychus bimaculatus* niet als synoniem. Ondanks het feit dat deze beide soorten volgens MC GREGOR in Amerika naast elkaar voorkomen, treft men de naam *Tetranychus althaeae* in de Amerikaanse literatuur niet aan. Hoewel er morfologische verschillen kunnen voorkomen, is het de vraag in hoeverre deze kenmerken constant zijn en hoe deze kenmerken zich gedragen bij kruisingen tussen verschillende van deze mijtsoorten. Zo vond DAVIS (1951) dat de door MC GREGOR op grond van morfologische kenmerken gecreëerde species *Tetranychus multisetis* (1950) zich gemakkelijk liet kruisen met *Tetranychus bimaculatus*. Aan de andere kant nam hij waar dat er tussen verschillende door MC GREGOR als *Tetranychus bimaculatus* gedetermineerde mijten, afkomstig van *Hydrangea* enerzijds en van een vertegenwoordiger der Cruciferen anderzijds, geen kruising mogelijk was (1950). Dat deze mijten vele systematische problemen met zich meebrengen, blijkt ook uit het onderzoek van KEH (1952). Bij kruisingsproeven tussen *Tetranychus bimaculatus* en *Tetranychus multisetis* vond deze dat er in de nakomelingenschap zowel vrouwelijke als mannelijke dieren voorkwamen, hetgeen bewijst dat er bevruchting heeft plaats gevonden. Maar in verschillende gevallen waren de eieren die door de wijfjes der  $F_1$ -generatie gelegd waren, niet levensvatbaar of nam de vruchtbaarheid der wijfjes af. Bij mijn onderzoek zijn analoge verschijnselen naar voren gekomen. Hierbij werd gewerkt met mijten van 3 verschillende herkomsten: boon, perzik en kers. Bij kruisingsproeven tussen mijten afkomstig van boon en die van kers of perzik was de  $F_1$ -generatie ten aanzien van de sekse een gemengde populatie, hetgeen aantoont dat er bevruchting plaats had gevonden. Door de wijfjes der  $F_1$ -generatie werden echter in geen enkel geval eieren gelegd. Bij kruisingen tussen mijten afkomstig van perzik en kers daarentegen zetten de wijfjes van de  $F_1$ -generatie levensvatbare eieren af.

Op grond van onze huidige kennis is het dus niet mogelijk te bepalen of deze groep van mijten ondergebracht kan worden in één soort of dat er sprake is van verschillende species resp. subspecies. Ook over de naamgeving kan dus geen definitieve uitspraak gedaan worden. In afwachting van de definitieve oplossing van dit probleem en overeenkomstig de aanbevelingen van de in 1956 te Wageningen gehouden internationale bijeenkomst over spintmijten, zal in deze verhandeling de naam

*Tetranychus urticae* KOCH gebruikt worden. Deze naam wordt ook door GEIJSKES (1939) in zijn verhandeling over spintmijten gebruikt. De namen *Tetranychus telarius*, *Tetranychus althaeae* en *Tetranychus bimaculatus* zullen als synoniemen beschouwd worden.

### 1.3. INVLOED VAN DE TEMPERATUUR OP DE ONTWIKKELING

In een seriethermostaat volgens ZWÖLFER werd de invloed nagegaan van de temperatuur op de ontwikkelingsduur der verschillende stadia van *Tetranychus urticae*. Als voedselplant dienden boneplanten (*Phaseolus vulgaris*). Kiembladeren van dit gewas werden afgesneden en met de steel in een  $\pm 5$  cm lange reageerbuis met water gezet. Door middel van een wattenprop werd het buisje aan de bovenkant afgesloten, terwijl hiermee tegelijkertijd de bladsteel in het buisje bevestigd werd. In elke afdeling van de seriethermostaat werden drie van deze buisjes samen in een potje geplaatst. Op elk blad werd steeds slechts een individu van *Tetranychus* geplaatst.

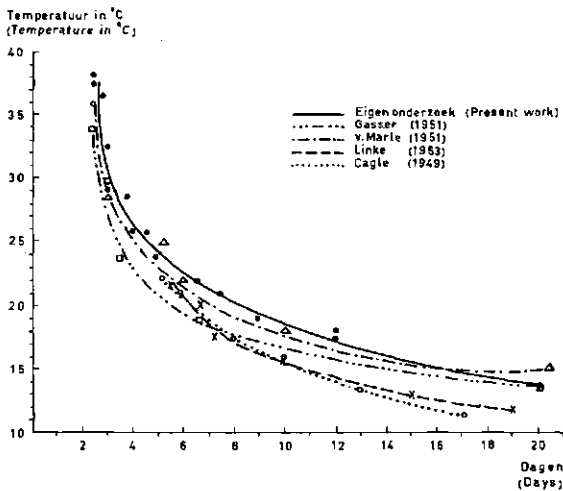


FIG. 1. Invloed van de temperatuur op de ontwikkelingsduur der eieren van *T. urticae*

FIG. 1. Relationship between the temperature and the incubation period of *T. urticae*

Tweemaal per dag werden de bladeren gecontroleerd, nl. 's morgens om 9 uur en 's middags om 5 uur. Op deze momenten werden eveneens de temperatuurwaarnemingen verricht. Alle eigen waarnemingen zijn afgerond op  $\frac{1}{2}$  dag en op  $\frac{1}{2}^{\circ}$  C. Bij dit onderzoek is gebruik gemaakt van kiembladeren omdat deze langer turgescens blijven dan normale bladeren. Bovendien hebben de kiembladeren een veel sterkere neiging tot het vormen van wortels, hetgeen de levensduur der bladeren belangrijk verlengt. In fig. 1 en 2 en in tabel 1 zijn de resultaten van dit onderzoek weergegeven. Fig. 1 geeft een overzicht van de invloed van de temperatuur op de ontwikkelingsduur der eieren. In fig. 2 is de invloed van de temperatuur op de ontwikkeling vanaf het moment van het uitkomen der eieren tot het imaginale stadium

weergegeven. In de figuren 1 en 2 zijn tevens de resultaten door andere onderzoekers verkregen, opgenomen. In tabel 1 is de invloed van temperatuur op de ontwikkelingsduur van het larvestadium en de nimfstadia weergegeven.

FIG. 2. Invloed van de temperatuur op de ontwikkelingsduur vanaf het uitkomen der eieren tot het imaginale stadium van *T. urticae*

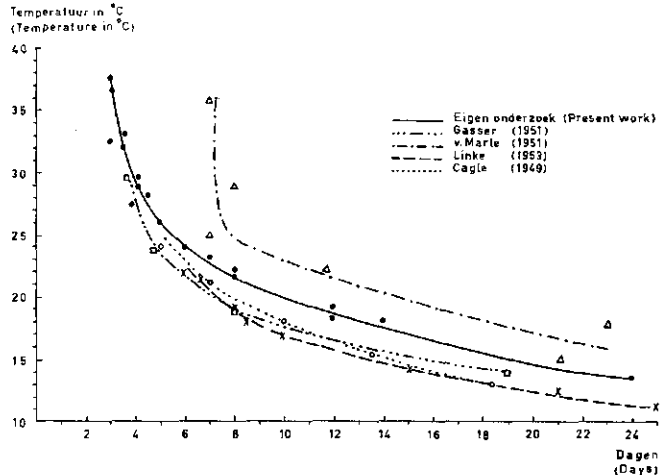


FIG. 2. Relationship between the temperature and the time required for development of *T. urticae* from hatching to adult

De curven in fig. 1 en 2 beantwoorden bij benadering aan een hyperbool. Zoals uit onderzoek van SANDERSON & PEAIRS (1913) en BLUNCK (1914) (zie UVAROV, 1931) is gebleken, voldoen dergelijke curven aan de formule  $(T-K)D = C$ . Hierin is T de temperatuur, D de daarbij behorende ontwikkelingsduur, K de ontwikkelingsdrempel (temperatuur waar beneden geen ontwikkeling meer plaats vindt) en C een constante. De ontwikkelingsdrempel bedraagt zowel voor de ontwikkeling der eieren van *T. urticae* als voor die der gezamenlijke postembryonale stadia  $\pm 12^{\circ}\text{C}$ . Hoewel de maximumtemperatuur voor de ontwikkeling niet nader is onderzocht, zal deze ongeveer  $40^{\circ}\text{C}$  bedragen. Bij de proeven die bij  $37-38^{\circ}\text{C}$  zijn uit-

TABEL 1. Invloed van de temperatuur op de ontwikkelingsduur in dagen van het larvestadium en de nimfstadia van *Tetranychus urticae*

Temperatuur Temperature	Larve Larva		Nympho- chrysalis		Proto- nymph		Deuto- chrysalis		Deuto- nymph		Teleio- chrysalis		Totaal Total	
	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂
32,5°C . . . . .	½	½	½	½	½	½	½	½	½	½	½	½	3	3
29 . . . . .	½-1	½	½-1	½	½	½	½	½	½-1	½	1	1	3½-5	3½
26 . . . . .	½	1	1	1	1	½	½-1	½-1	1	½	1	½-1	5-5½	4-5
24 . . . . .	1	-	1	1	½-1	½-1	1	-	1	-	1½	-	6-6½	-
21,5 . . . . .	1	1	1	1½	1	1	1	1	1½	1	2½	2	8	7½
18,5 . . . . .	2	2	1½	-	1½	1	2	2	2	2	3	1½	12	-
13,5 . . . . .	5	-	3	-	3	2	4	5	4	2	5	6	24	-

TABEL 1. Influence of the temperature on the time required for development of the larval and the nymphal stages of *Tetranychus urticae* in days

gevoerd is namelijk gebleken, dat een groot gedeelte der eieren bij deze temperatuur niet meer uitkomt, terwijl veel larven en nimfen eveneens te gronde gingen.

In de periode dat *T. urticae* in kassen schadelijk optreedt, heersen daar voornamelijk temperaturen die schommelen tussen 20° en 30° C. Dit betekent, dat de generatieduur van *T. urticae* uiteen zal lopen van 7 tot 18 dagen. Indien deze temperaturen gedurende 6 maanden voorkomen, kunnen zich in deze periode 10 tot 25 generaties ontwikkelen.

Bij een bepaalde temperatuur zijn er slechts geringe verschillen in ontwikkelingsduur tussen het larvestadium en de rust- en nimfstadia. Alleen het laatste ruststadium duurt bij temperaturen beneden 26° C over het algemeen wat langer dan de andere stadia. Wel zijn er verschillen in ontwikkelingsduur tussen vrouwelijke en mannelijke dieren; de ontwikkeling der vrouwelijke dieren neemt meer tijd in beslag dan die der mannelijke.

De verkregen resultaten stemmen goed overeen met de gegevens die door andere onderzoekers vermeld worden. Alleen de waarden voor de ontwikkelingsduur van larve tot imago die VAN MARLE (1951) opgeeft, wijken sterk af. Vooral bij de hogere temperaturen vindt deze een veel langere ontwikkelingsduur. Mogelijk hebben andere factoren dan de temperatuur hierbij een rol gespeeld, te meer daar DOSSE (1952), die eveneens met spint op anjers werkte, hiervoor bij 18–22° C 9–13 dagen en bij 30° C 4–5 dagen opgeeft.

Opmerkelijk is dat de ontwikkeling in het vrije veld bij een zelfde gemiddelde temperatuur sneller verloopt dan in het laboratorium. Een verklaring voor dit verschijnsel is nog niet gevonden. LINKE (1953) veronderstelt dat de veel sterkere temperatuurschommelingen die buiten optreden hierbij een rol spelen. Ook het licht en het microklimaat van het blad kunnen van invloed zijn.

#### 1.4. EIPRODUKTIE

Nadat de imaginale vervelling heeft plaats gevonden, duurt het nog enige tijd voordat de wijfjes van *T. urticae* tot het leggen van eieren overgaan. Deze pre-ovipositieperiode duurt langer naarmate de temperatuur lager is. In tabel 2 zijn de hiervoor gevonden waarden tezamen met enkele literatuurgegevens opgenomen.

TABEL 2. Invloed van de temperatuur op de pre-ovipositieperiode van *Tetranychus urticae* in dagen

Eigen onderzoek <i>Present work</i>	KLEIN (1936)	DAVIS (1950)
27 – 33°C . . . . . ½	24 – 26°C . . . . . 1	35°C . . . . . ± ½
22 – 27°C . . . . . 1	20 – 23°C . . . . . 2	26,7°C . . . . . ± 1¼
18 – 22°C . . . . . 2	13 – 19°C . . . . . 3	22,2°C . . . . . ± 2
13,5°C . . . . . 5		

TABLE 2. Influence of temperature on the length of the pre-oviposition period of *Tetranychus urticae* in days

Andere onderzoekers (GARLICK, 1928; WILSON, 1931; CAGLE, 1949; GASSER, 1951; LINKE, 1953; MARNEFFE & DELHAYE, 1953) vermelden, zij het minder gedetailleerd, overeenkomstige waarden voor de pre-ovipositieperiode.

Nadat de eerste eieren gelegd zijn, blijft het dier meestal gedurende het gehele leven regelmatig eieren afzetten. De totale eiproduktie per dier varieert echter zeer sterk. In onze waarnemingen liep ze uiteen van 0 tot 202 eieren. In tabel 3 zijn de literatuurgegevens over eiproduktie samengevat en vergeleken met die van het eigen onderzoek.

TABEL 3. Eiproduktie per dier

	Gemiddeld aantal <i>Average number</i>	Maximum aantal <i>Maximum number</i>	Gewas <i>Host</i>	Naam <i>Name</i>
Eigen onderzoek <i>Present work</i> . .	111	202	boon - <i>bean</i>	<i>T. urticae</i>
GASSER (1951) . .	67,7	117	boon - <i>bean</i>	<i>T. urticae</i>
LINKE (1953) . .	94	128	hop - <i>hop</i>	<i>T. althaeae</i>
CAGLE (1928) . .	39,8 - 100,1	194	klaver - <i>clover</i>	<i>T. bimaculatus</i>
DOSSE (1952) . .	93	128	anjer - <i>carnation</i>	<i>T. urticae</i> f. <i>dianthica</i>
GARLICK (1928) .	90	204	framboos - <i>raspberry</i>	<i>T. telarius</i>
WILSON (1931) .	70	123	<i>Asparagus plumosus</i>	<i>T. telarius</i>
SPEYER (1928) . .	90		komkommer - <i>cucumber</i>	<i>T. telarius</i>

TABLE 3. *Egg production per female*

De eiproduktie per dag blijkt verder bepaald te worden door de temperatuur. In fig. 3 zijn de resultaten weergegeven van een onderzoek dat in een serie-thermostaat verricht is. De maximale eiproduktie per dag ligt bij temperaturen van 28° C tot 32° C. Zowel boven als beneden dit temperatuurtraject neemt de eiproduktie per dag belangrijk af.

DAVIS (1950) vermeldt ook dat de eiproduktie per dag toeneemt naarmate de temperatuur hoger wordt en noemt eveneens 32° C als optimum. LINKE (1953), die in het vrije veld de invloed van de temperatuur op de eiproduktie onderzocht, vond bij 21° C een gemiddelde van 12,5, bij 13° C een gemiddelde van 5,3 en bij 10,3° C een gemiddelde van 1,8 eieren per dag. Opmerkelijk is ook hier weer dat bij gelijke temperatuur de eiproduktie in het vrije veld veel hoger ligt dan in het laboratorium.

Ten slotte is nog een onderzoek ingesteld naar de invloed van het al dan niet bevrucht zijn der wijfjes van *T. urticae* op de eiproduktie. Hierbij is ook de levensduur der wijfjes nagegaan. Het gemiddelde aantal eieren per dag der bevruchte wijfjes bedraagt 7,5 (minimaal 0,0 en maximaal 12,2) en dat der onbevruchte wijfjes 8,0

(minimaal 1,8 en maximaal 11,7). Gezien de grote variatie in eiproduktie per dier is dit verschil van geen betekenis. De totale eiproduktie per dier bedraagt zowel voor de bevruchte als onbevruchte wijfjes gemiddeld 111.

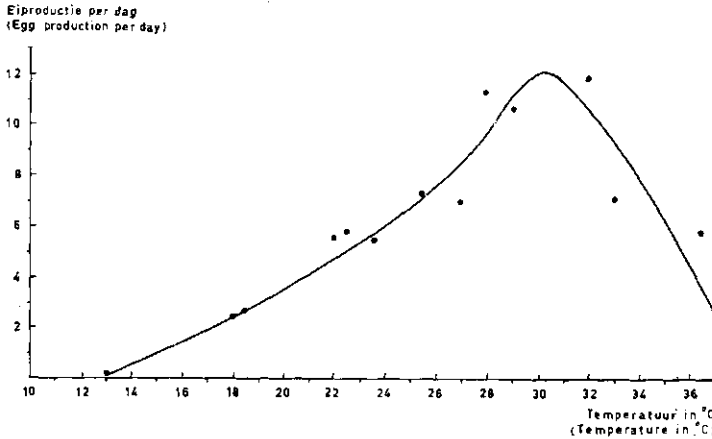


FIG. 3. Invloed van de temperatuur op de eiproduktie per dag van *T. urticae*

FIG. 3. Relationship between the temperature and the egg production of *T. urticae* per day

De levensduur der wijfjes blijkt bij een zelfde temperatuur sterk te variëren nl. van 6 tot 23 dagen met een gemiddelde van 16 dagen. Uiteraard speelt de temperatuur een belangrijke rol bij de levensduur. Bij hogere temperatuur zal deze korter zijn dan bij een lagere, zoals ook door LINKE (1953) en door KLEIN (1936) vastgesteld is.

Overziet men de resultaten beschreven in 1.3 en 1.4, dan blijkt de optimum temperatuur voor de populatie-opbouw van *T. urticae* ca. 30° C te bedragen. Bij deze temperatuur is immers de eiproduktie per dag maximaal, terwijl de ontwikkeling optimaal verloopt. Boven deze temperatuur wordt de generatieduur nog wel korter, maar neemt de mortaliteit toe. Ook uit de onderzoekingen van VASSER (1937) en DAVIS (1950) blijkt dat de optimale temperatuur voor deze spintmijt ca. 30° C bedraagt.

Gedurende de zomer komen in kassen bij zonnig weer elke dag temperaturen voor van ca. 30° C. Hogere en lagere temperaturen komen dan echter ook regelmatig voor, waardoor de populatie-opbouw van *T. urticae* weer enigszins geremd wordt. Indien men de gemiddelde temperatuur in kassen gedurende de maanden mei tot oktober op 22° C stelt, dan zullen er 10 generaties van *T. urticae* voorkomen. Bij deze temperatuur worden per dag door elk wijfje 5 eieren afgezet.

#### 1.5. INVLOED VAN DE WAARDPLANT OP DE VOORTPLANTING VAN TETRANYCHUS URTICAE

Uit praktijkwaarnemingen is gebleken dat er per gewas grote verschillen optreden in het aantal mijten per blad. Zo treft men bij voorbeeld op druivebladeren altijd slechts een gering aantal dieren aan. Zelfs bij een ernstige beschadiging vindt men hoogstens enkele tientallen dieren per blad. Bij perzik daarentegen is een bezetting met enkele honderden exemplaren per blad geen uitzondering. Teneinde de

invloed van de waardplant op de voortplanting na te gaan, zijn laboratoriumproeven uitgevoerd. Hierbij zijn bepaalde aantallen wijfjes van *T. urticae* afkomstig van boon, op bladeren van verschillende gewassen gebracht. De resultaten van dit onderzoek zijn samengevat in tabel 4.

TABEL 4. Invloed van de waardplant op de voortplanting van *T. urticae*

Aantal op de bladeren gebrachte dieren	Duur der proef	Aantal wijfjes en andere stadia aan het einde van de proef									
		Boon		Komkommer		Perzik		Pruim		Druif	
		♀♀	andere stadia	♀♀	andere stadia	♀♀	andere stadia	♀♀	andere stadia	♀♀	andere stadia
40♀♀ . . . . .	6 dagen <i>days</i>	25	639	26	400	23	541	26	393	7	56
20♀♀ . . . . .	10 dagen <i>days</i>	72	1163							6	90
60♀♀ . . . . .	7 dagen <i>days</i>	47	1832	53	729	43	852				
60 deutonymphae . . . . .	17 dagen <i>days</i>	20	1148	13	568	13	680	9	124		
<i>Number of mites per leaf at the beginning of the experiment</i>	<i>Duration of the experiment</i>	♀♀	<i>other stages</i>	♀♀	<i>other stages</i>	♀♀	<i>other stages</i>	♀♀	<i>other stages</i>	♀♀	<i>other stages</i>
		<i>Bean</i>		<i>Cucumber</i>		<i>Peach</i>		<i>Plum</i>		<i>Grape</i>	
		<i>Number of females and other stages at the end of the experiment</i>									

TABEL 4. *Influence of hostplant on population density of Tetranychus urticae*

Uit deze proeven blijkt dat het aantal nakomelingen op boon over de gehele linie het grootst is. Op komkommer en perzik is het wat lager en op pruim is het aantal nog minder. Op druif is het aantal nakomelingen zeer gering, terwijl bovendien weinig wijfjes teruggevonden worden. In een andere proef werden tien wijfjes afkomstig van druif en tien wijfjes afkomstig van boon op druivebladeren gebracht. In tien dagen zetten de wijfjes afkomstig van druif, in totaal slechts vier eieren af, terwijl de wijfjes van boon er in dezelfde periode veel meer afzetten, nl. 127. Ook uit de literatuur blijkt dat het gewas van herkomst van invloed is op de mogelijkheid tot ontwikkeling van het dier na overzetten op een ander gewas. Zo meldt DOSSE (1952) dat spint afkomstig van anjer, zich slecht op selderij ontwikkelt. SPEYER (1926) stelde vast dat tomaat een minder geschikte waardplant is dan komkommer. Verder nam hij (1932) grote verschillen waar, wanneer spint afkomstig van aronskelk en buddleya op tomaat en komkommer gebracht werden. Ook KLEIN (1936) vond in het vrije veld grote verschillen in geschiktheid als waardplant bij enkele gewassen. DAVIS (1950) vermeldt ten slotte nog dat ook de ontwikkelingsduur der mijten beïnvloed kan worden door de waardplant.

De oorzaak van deze verschillen in geschiktheid als waardplant is niet bekend. Aanpassing der mijten aan de waardplant kan hierbij een rol spelen. Ook de fysiologische toestand waarin de plant verkeert, schijnt van belang te zijn, zoals door



LINKE (1953) ten aanzien van de watervoorziening is vastgesteld en door verschillende andere onderzoekers (GARMAN & KENNEDY, 1949; RODRIQUEZ & NEISWANDER, 1949; RODRIQUEZ, 1951; RODRIQUEZ & RODRIQUEZ, 1952; LE ROUX, 1954; FRITZSCHE, WOLFGANG & OPEL, 1957) ten aanzien van de voedingstoestand van de plant is aangetoond.

Verschillen in het microklimaat aan de oppervlakte van het blad zullen waarschijnlijk ook wel van betekenis zijn voor de ontwikkeling der spintpopulatie. Men kan hierbij denken aan verschillen in luchtvochtigheid ten gevolge van verschillen in beharing der bladeren. Zo stelden LINKE (1953) en DAVIS (1950) vast dat een hoge luchtvochtigheid vertragend werkt op de ontwikkeling der spintmijten.

Onder invloed van de waardplant kunnen er ook verschillen in kleur der wijfjes optreden. De kleur van *T. urticae* wordt namelijk in sterke mate bepaald door de excrementen en voedselpartikels die in de darm aanwezig zijn. Zo zijn in de glascultures in Nederland de wijfjes afkomstig van boon meestal donkerbruin, die van perzik groen met bruine vlekken, die van druif geelgroen en die van aubergine roodbruin. Overeenkomstige waarnemingen treft men in de literatuur ook aan (SPEYER, 1926; GARLICK, 1928; NEISWANDER, RODRIQUEZ & NEISWANDER, 1950).

#### 1.6. DE DIAPAUSE

Zoals door vrijwel alle onderzoekers vermeld wordt, overwinteren uitsluitend de volwassen wijfjes van *T. urticae*. Bij mijn onderzoek zijn onder normale omstandigheden in de winter geen mannetjes of andere stadia aangetroffen. Dit is wel het geval indien de temperatuur relatief hoog blijft (dus in subtropische gebieden of in kassen die gedurende de gehele winter verwarmd worden) en er groene plantedelen aanwezig zijn. In dergelijke gevallen kan men naast elkaar het oranje-roodgekleurde diapausestadium en alle andere stadia van de zomervorm aantreffen. Dit is ook geconstateerd door SPEYER (1924, 1926) in verwarmde kassen in Engeland en door CAGLE (1949) in het vrije veld in Virginia. Bij temperaturen beneden 0° C gaan deze zomervormen echter te gronde zoals o.a. door GARLICK (1928) is waargenomen. Ook in de fruitteelt onder glas kan men zolang er nog groene bladeren aanwezig zijn (eind november–begin december) alle stadia van de zomervorm waarnemen. Met het vallen der bladeren gaan ze echter te gronde. De diapausevorm heeft dan voor het merendeel de winterschuilplaats reeds opgezocht. De plaats van overwintering kan zeer verschillend zijn. Zo kan men de dieren aantreffen in de schors van de stam, op dode bladeren die aan de bomen zijn blijven hangen, in de biezen waarmee de scheuten aangebonden worden, enz. Op deze plaatsen zijn steeds meerdere dieren bij elkaar te vinden, bij een ernstige aantasting zelfs zeer grote aantallen (enkele honderden).

De diapause bij *T. urticae* kan door verschillende factoren beïnvloed worden. Naast andere factoren zijn vooral de volgende drie van belang:

1. de temperatuur,
2. de daglengte en
3. de fysiologische toestand van de plant.

Wanneer de temperatuur te hoog is (boven 20° C), gaat de mijt niet in diapause. Dit is bij voorbeeld het geval bij de teelt van komkommers en verschillende bloemisterijgewassen in verwarmde kassen. Dan behoudt het spint gedurende de gehele winter de zomerkleur en blijft regelmatig eieren afzetten. Uit het onderzoek van BONDARENKO (1950) is gebleken dat de daglengte een belangrijke rol speelt voor het induceren der diapause. Bij een daglengte van 14 uur ontstonden er uitsluitend diapausedieren en bij 18 uur uitsluitend zomervormen. Volgens deze Russische onderzoeker schijnt de kritische daglengte 16 uur en 40 minuten te zijn. Zowel LEES (1950, 1953) als MILLER (1950), die beide met *Metatetranychus ulmi* KOCH werkten, verkreeg analoge resultaten. Bij een daglengte korter dan 12 uur werden steeds wintereieren door deze mijt afgezet. In een oriënterend onderzoek met *T. urticae* vond LEES (1953) dat ook hier de daglengte bepalend kan zijn voor de diapause. Als de temperatuur hoger wordt (25° C), gaat het effect echter weer gedeeltelijk verloren. Ook uit de proeven van LINKE (1953) blijkt dat er bij 25° C en 10 uur daglengte uitsluitend zomerwifjes ontstaan.

De fysiologische toestand, waarin het gewas verkeert, kan ook een zeer belangrijke rol spelen in het diapauseproces van *T. urticae*. Zo nam GASSER (1951) in de zomer op verdorde bonebladeren oranjegekleurde wintervormen waar, terwijl GARLICK (1928) op aardbeien en LINKE (1953) op hop eenzelfde waarneming deden. Dit verschijnsel is bij mijn onderzoek vele malen op bonen geconstateerd. Verder werd bij een ernstig aangetast perzikgewas in begin juli op een totaal van 664 wifjes 47 oranjeroodgekleurde diapausedieren aangetroffen. Bij een ernstig aangetast gewas treedt er blijkbaar voedseltekort op, waardoor deze wintervormen kunnen ontstaan.

In het najaar kunnen er grote verschillen in aantallen zomer- en winterwifjes optreden, zoals door REIFF (1949) vermeld wordt. In het vrije veld vond hij op frisse groene bladeren een verhouding tussen zomer- en wintervorm van 1 : 1, op gele bladeren van 1 : 2 en op halfdorre bladeren van 1 : 9. Ook LINKE (1953) nam iets dergelijks waar.

Om na te gaan of het ras van de voedselplant invloed heeft op het tijdstip van het begin der diapause is in het najaar op drie bedrijven de verhouding bepaald tussen de aantallen zomervormen en wintervormen op verschillende perzikrassen die in dezelfde kas stonden. Hierbij zijn per ras enkele honderden dieren geteld. In tabel 5 zijn de resultaten van deze tellingen weergegeven.

Binnen één bedrijf zijn dus grote verschillen aanwezig in het aantal zomer- en winterwifjes, dat op verschillende perzikrassen voorkomt. Deze verschillen kunnen het gevolg zijn van verschillen in de fysiologische toestand, waarin de rassen op het moment der tellingen verkeerden. Hierbij zou gedacht kunnen worden aan de afbraak der assimilaten of aan verdorring der bladeren ten gevolge van waterverlies. Zo zou de kleurverandering die optreedt bij de overgang van zomervorm naar wintervorm, volgens REIFF (1949) verklaard kunnen worden uit de verschuiving in de bladeren van chlorophyl naar xanthophyl en carotine. Deze stoffen worden in het lichaam der mijten opgeslagen, waardoor de oranjerode kleur zou ontstaan. Hiertegenover staat echter dat vele *Crustacea* de kleurstof astaxanthine bezitten, die eveneens een oranje kleur geeft.

TABEL 5. Verhouding tussen zomervorm en wintervorm van *T. urticae* in het najaar op verschillende perzikrassen

Bedrijf en ras	Zomervorm : Wintervorm	
Bedrijf A - <i>Nursery A</i>		
Salwey . . . . .	46	: 1
Gloire Lyonnaise . . . . .	2½	: 1
Bedrijf B - <i>Nursery B</i>		
Salwey . . . . .	19	: 1
Vilmorin . . . . .	2	: 1
Bedrijf C - <i>Nursery C</i>		
Peregrine . . . . .	1	: 1
La France . . . . .	1	: 1
Amsden . . . . .	5	: 1
<i>Nursery and variety</i>	<i>Non-hibernating females: Hibernating females</i>	

TABLE 5. Ratio of hibernating and non-hibernating females of *Tetranychus urticae* on different peach varieties in autumn

Voor het beëindigen der diapause is het nodig, dat de overwinterende wijfjes een periode van lage temperatuur doormaken, zoals door LEES (1953) is aangetoond. Deze periode is korter naarmate de temperatuur lager is. Teneinde na te gaan of de diapausestoestand op elk willekeurig moment verbroken kan worden, zijn gedurende 2 jaren elke maand vanaf oktober overwinterde wijfjes verzameld uit dezelfde kas en bij 25° C gebracht. Na drie dagen werd dan gecontroleerd of de dieren tot het afzetten van eieren overgegaan waren. Tabel 6 geeft hiervan een overzicht.

TABEL 6. Percentage diapausedieren dat tot eiproduktie overgaat bij 25°C

Verzameldatum	1954/1955	Verzameldatum	1955/1956
Medio oktober - <i>med'io October</i> . . .	0%	Begin november - <i>early November</i> . . .	0%
Medio november - <i>med o November</i> . . .	10%	Eind december - <i>late December</i> . . .	10%
Medio december - <i>medio December</i> . . .	40%	Eind januari - <i>late January</i> . . .	80%
Medio januari - <i>medio January</i> . . .	90%	Eind februari - <i>late February</i> . . .	90%
Medio februari - <i>medio February</i> . . .	100%		
Medio maart - <i>medio March</i> . . . . .	100%		
<i>Date on which</i>	1954/1955	<i>Date on which</i>	1955/1956
<i>females were collected in practice</i>		<i>females were collected in practice</i>	

TABLE 6. Percentage of egg laying diapause females at 25°C

Het verbreken der diapause door temperatuurverhoging blijkt tot eind december zeer moeilijk te gaan, terwijl het na eind januari gemakkelijk gaat. In verschillende gevallen is wel gebleken dat hierop uitzonderingen mogelijk zijn. Wijfjes die in oktober verzameld waren, gingen soms eieren afzetten als ze gedurende lange tijd (10—14 dagen) bij 25° C bewaard werden. Andere daarentegen stierven zonder eieren geproduceerd te hebben. In hoeverre het beëindigen der diapause samenhangt met de duur van een periode van lage temperatuur, is niet nader onderzocht.

## 2. *STETHORUS PUNCTILLUM* WEISE

### 2.1. INLEIDING

*Stethorus punctillum* (Coleoptera: Coccinellidae) is de belangrijkste roofvijand van het spint in de fruitteelt onder glas in Nederland. Vooral na de oogst, als er weinig aandacht meer aan de spintbestrijding besteed wordt, treft men op zeer veel bedrijven deze natuurlijke vijand aan. Bij een in augustus 1956 ingesteld onderzoek naar het voorkomen van dit dier op een aantal willekeurig gekozen objecten, werden de volgende cijfers verkregen (tabel 7).

TABEL 7. Voorkomen van *S. punctillum* in augustus 1956

Niet aanwezig - <i>not present</i> . . . . .	11 objecten - <i>nurseries</i>
Enkele - <i>scarce</i> . . . . .	10 objecten - <i>nurseries</i>
Weinig - <i>few</i> . . . . .	4 objecten - <i>nurseries</i>
Matig - <i>moderate</i> . . . . .	6 objecten - <i>nurseries</i>
Veel - <i>many</i> . . . . .	2 objecten - <i>nurseries</i>

TABLE 7. Presence of *S. punctillum* in a number of nurseries in august 1956

Ondanks het feit dat op deze bedrijven meestal fosforzure esters (parathion, diazinon e.d.) voor de spintbestrijding gebruikt zijn, blijkt het dier toch in ruim 60% der objecten aanwezig te zijn.

De wijfjes van *S. punctillum* leggen de eieren op plaatsen waar zich spint bevindt; dit is meestal het geval op de onderzijde der bladeren. De eieren zijn ovaal en zijn aanvankelijk wit van kleur. Tegen de tijd dat de eieren uitkomen, krijgen ze een grijze kleur en is de larve door de eischaal zichtbaar. Bij het uitkomen der eieren springt het *chorion* langs een naad aan de cephal pool open. De jonge larve is doorzichtig en lichtgrijs van kleur. Als hij zich gedurende enige tijd gevoed heeft, wordt hij donkergrijs.

Nadat het dier drie maal verveld is, hecht het zich op een gegeven moment met het *pygopodium* op het blad, neemt geen voedsel meer tot zich en wordt lichter van kleur. Als de kleur lichtbruin is geworden, vindt de verpopping plaats. Aanvankelijk is de pop eveneens lichtbruin van kleur, maar na 4-5 uur verkleurt hij tot glimmend zwart. Bij de imago duurt deze „uitkleuring” ongeveer 12 uur. *S. punctillum* overwintert in de fruitteelt onder glas in Nederland als imago.

In afwijking van het verdere onderzoek met *T. urticae*, waarbij steeds bonen als waardplant gebruikt zijn, is bij het onderzoek met *S. punctillum* met perzikbladeren gewerkt. Bonebladeren zijn namelijk sterk behaard, hetgeen veelal funeste gevolgen heeft zowel voor de larven als voor de imagines van *S. punctillum*. De dieren kunnen gemakkelijk aan deze haren vast blijven zitten, waardoor ze omkomen. Dit is ook geconstateerd door GÜNTHART (1945) en PUTMAN (1955), terwijl DE FLUITER & ANKER-SMIT (1948) het ook voor andere *Coccinellidae* vermelden.

In overeenstemming met KAPUR (1948) en SCHILDER & SCHILDER (1929) zal in deze verhandeling de naam *Stethorus punctillum* WEISE gebruikt worden. De naam *Stethorus* (*Scymnus*) *minimus* PAYK wordt als synoniem beschouwd.

## 2.2. INVLOED VAN DE TEMPERATUUR OP DE ONTWIKKELING

In een seriethermostaat volgens ZWÖLFER is de ontwikkelingsduur der verschillende stadia van *S. punctillum* bij een aantal temperaturen nagegaan. Daarnaast zijn nog proeven uitgevoerd in een thermostaat bij 21–23° C. De proefdieren werden gekweekt op perzikbladeren, waarop steeds voldoende prooi aanwezig was. Fig. 4 en 5 en tabel 8 geven een overzicht van de verkregen resultaten.

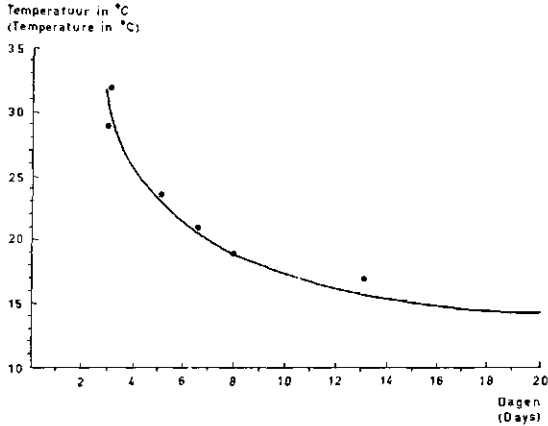


FIG. 4. Invloed van de temperatuur op de ontwikkelingsduur der eieren van *S. punctillum*

FIG. 5. Invloed van de temperatuur op de ontwikkelingsduur vanaf het uitkomen der eieren tot het imaginale stadium van *S. punctillum*

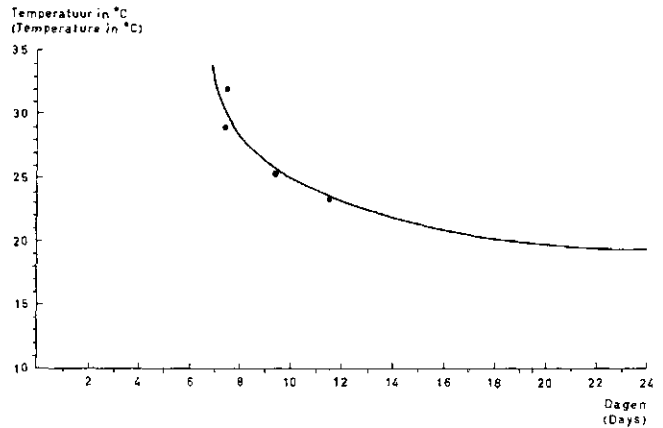


FIG. 5. Relationship between the temperature and the time required for development of *S. punctillum* from hatching to adult

Indien men de curve in fig. 4 als hyperbool beschouwt, is de ontwikkelingsdrempel (zie blz. 7) voor de eieren van *S. punctillum* 13° C. Ook de curve van de duur van de gezamenlijke post-embryonale stadia (fig. 5) is bij benadering een hyperbool. De ontwikkelingsdrempel is hier 15° C. In vergelijking met *T. urticae* ligt de ontwikkelingsdrempel van de eieren van *S. punctillum* iets hoger en die der post-embryonale stadia belangrijk hoger. Dit houdt in dat *T. urticae* zich bij lagere temperaturen kan ontwikkelen dan *S. punctillum*.

TABEL 8. Ontwikkelingsduur in dagen der verschillende stadia van *S. punctillum* bij 21–23°C

Ei Egg	l <sub>1</sub>	l <sub>2</sub>	l <sub>3</sub>	l <sub>4</sub>	Pop Pupae	Totaal Total
6	2	1	2	3	5	19
← 7 →		2	1	6	5	21
6	2	← 4 →		3	5	20
6	2	← 3 →		3	4	18
5	2	← 4 →		4	3	18
6	3	← 7 →			4	20
5	2	2	2	5	3	19
5	3	2	2	3	4	19
5	2	2	2	← 7 →		18
5	← 7 →			3	4	19

TABLE 8. Time required for development of different stages of *S. punctillum* at 21°–23°C in days

De maximumtemperatuur voor de ontwikkeling van *S. punctillum* bedraagt ca. 35° C. Bij de proeven die boven deze temperatuur zijn uitgevoerd, gingen zowel de eieren als de andere stadia van *S. punctillum* te gronde. De maximumtemperatuur, waarbij ontwikkeling plaats vindt, ligt dus iets lager dan die van *T. urticae*. Gedurende de maanden dat *S. punctillum* in kassen voorkomt, schommelen de temperaturen daar meestal tussen 20 en 30° C. De generatieduur bedraagt bij deze temperatuur resp. 25 en 10 dagen. Indien deze temperaturen gedurende 6 maanden voorkomen, kan het aantal generaties 7 tot 18 bedragen.

Van de verschillende stadia duurt het eistadium het langst. Van de larvestadia neemt het 4de larvestadium de meeste tijd in beslag. Een gedeelte van deze tijd wordt door dit stadium echter passief op het blad doorgebracht (praepupale stadium). Het 2de en 3de larvestadium duren vrijwel even lang, terwijl het 1ste larvestadium over het geheel genomen iets langer duurt dan deze beide. De duur van het popstadium is langer dan die der larvestadia, maar korter dan het eistadium.

Bij gelijkblijvende temperatuur is de duur van het eistadium en die der l<sub>1</sub>-, l<sub>2</sub>- en l<sub>3</sub>-stadia vrijwel constant. Bij het l<sub>4</sub>- en het popstadium daarentegen treedt een vrij grote variatie op.

PUTMAN (1955), die in Canada een onderzoek verrichtte naar de invloed van de temperatuur op de ontwikkelingsduur van *S. punctillum*, verkreeg dezelfde resultaten als hierboven vermeld zijn. KLEIN (1936), die in Israël met een *Stethorus* sp. in het vrije veld werkte, vond in april–mei een generatieduur van ongeveer 20 dagen en in november–december 26 dagen. In november–december duurde het eistadium 5 dagen, het larvestadium 14 dagen en het popstadium 7 dagen. Volgens VANWIJN-GAERDEN (1934) duurde in druivekassen in België het larvestadium 10–20 dagen, BLATTNY & OSVALD (1948) namen in Tjechoslowakije op hop waar, dat de generatieduur 30–45 dagen bedroeg, terwijl JARY (1935) in Engeland eveneens op hop een generatieduur van 5–6 weken vond.

### 2.3. EIPRODUKTIE EN LEVENSDUUR

In een thermostaat is bij 20–25° C de eiproduktie nagegaan van bevruchte wijfjes van *S. punctillum*. Van een aantal van deze dieren is tevens de levensduur bepaald. De dieren werden gekweekt op perzikbladeren, waarop steeds voldoende spint aanwezig was.

Zowel de totale als de dagelijkse eiproduktie variëren per individu zeer sterk. Zo loopt bij de verrichte waarnemingen de eiproduktie per dag uiteen van 0,4 tot 9,6 (gemiddeld 4,6), terwijl de totale eiproduktie varieert van 4 tot 196. Deze grote verschillen stonden in geen enkel verband met de levensduur der kevers. De imagines leven gemiddeld 30 dagen; ook hier is de variatie groot nl. van 11 tot 150 dagen. Waardoor deze grote verschillen in eiproduktie en levensduur veroorzaakt worden, is niet bekend. Een tekort aan voedsel kan hier niet van invloed geweest zijn, daar er steeds voldoende prooidieren aanwezig waren.

In enkele gevallen is de pre-ovipositieperiode van *S. punctillum* nagegaan. Bij een temperatuur van 20–25° C blijkt deze vrij lang te zijn, nl. van 6 tot 9 dagen.

Zodra de wijfjes van *S. punctillum* niet meer over voldoende voedsel beschikken, worden er geen eieren meer afgezet. Bij een zeer lage populatiedichtheid van het spint treft men dan ook zelden een ei van het kevertje aan. Krijgen de wijfjes daarna weer voldoende voedsel, dan wordt de eiproduktie onmiddellijk hervat.

De gevonden waarden voor de eiproduktie stemmen overeen met de waarden die BLATTNY & OSVALD (1948) opgeven nl. 50–100 eieren in een periode van 6 weken. PUTMAN (1955) daarentegen vermeldt veel grotere aantallen nl. 197–1290. Dit wordt volgens deze onderzoeker veroorzaakt doordat de levensduur der imagines veel langer is dan wij in ons eigen onderzoek hebben kunnen vaststellen. Volgens PUTMAN kunnen de dieren van 106 tot meer dan 786 dagen blijven leven. Vergelijkt men de gemiddelde eiproduktie per dag die PUTMAN opgeeft, met de hierboven vermelde, dan blijken deze wel met elkaar in overeenstemming te zijn. KLEIN (1936) daarentegen vermeldt dat de gemiddelde levensduur der imagines in het vrije veld slechts 21 dagen bedraagt.

### 2.4. DE DIAPAUSE

Zoals uit alle literatuuropgaven blijkt, overwintert *S. punctillum* in het volwassen stadium. In de fruitteelt onder glas is het dier gedurende de winter uitsluitend aangetroffen onder de schors der stammen op de grens van grond en lucht. Dikwijls werden enkele dieren bij elkaar aangetroffen.

In kassen blijven de dieren actief tot eind oktober. Op dit tijdstip van het jaar kan men ook nog wel larven vinden. Deze voltooien echter hun ontwikkeling niet en gaan met het vallen der bladeren te gronde. Omstreeks half november kan men meestal nog wel enige imagines op de bladeren aantreffen. Deze bevinden zich altijd onder in de bomen en zijn klaarblijkelijk op zoek naar een winterschuilplaats. Over de milieufactoren die het in diapause gaan der dieren bepalen, is geen onderzoek verricht. In de literatuur zijn hierover ook geen gegevens te vinden.

Teneinde na te gaan of het mogelijk is om imagines op grotere schaal in een

bepaalde ruimte te laten overwinteren, zijn er in het najaar van 1953 enkele proeven uitgevoerd. Eind oktober van dat jaar werden een aantal dieren verzameld en op twee manieren bewaard, te weten in een koelkast bij 5° C en in een niet verwarmd warenhuis. De dieren werden tezamen met een stuk druivestam in een glazen cilinder gedaan, die met perkamentpapier werd afgedekt. De druivestam werd gebruikt om de dieren de gelegenheid te geven een schuilplaats in de schors te zoeken.

Op 5 februari 1954 werd de cilinder uit de koelkast gecontroleerd. Van de 130 dieren bleken er nog 40 in leven te zijn. Daar de temperatuurovergang klaarblijkelijk te groot was geweest, waren er slechts weinig dieren in de schors van de druivestam gekropen. Het hoge mortaliteitspercentage bij deze manier van bewaren is vermoedelijk te wijten aan de te snelle temperatuurovergang en aan de lage luchtvochtigheid, die er in de koelkast heerste.

De cilinder waarin de dieren in het warenhuis overwinterden, werd in de grond ingegraven teneinde te hoge temperatuur door directe zonbestraling tegen te gaan. Bij controle op 10 maart 1954 waren er van de 87 dieren nog 72 in leven. Van de 15 dode kevers waren er nog enkele doodgedrukt. Alle overlevende dieren zaten verscholen in de schors van de stam. Verschillende waren zelfs nog in de scheurtjes in de stam gekropen. Ondanks de vrij strenge vorst in het begin van 1954 was er dus een hoog percentage overlevende dieren.

Uit deze proeven blijkt dat het zeer goed mogelijk is om imagines van *S. punctillum* op grote schaal te laten overwinteren.

Het einde der diapause hangt samen met de temperatuur, dus onder praktijkomstandigheden met het al dan niet verwarmd zijn der kassen. Volgens waarnemingen die in de jaren 1950 tot 1955 verricht zijn, verschijnen de imagines in niet verwarmde kassen in het begin van april. Dit valt ongeveer samen met het tijdstip, waarop in deze kassen het spint weer actief begint te worden. In verwarmde kassen hangt de verschijningsdatum samen met het moment, waarop met het stoken begonnen wordt. Zo werden b.v. in 1950 in een druivekas, waar begin januari een aanvang gemaakt was met stoken, reeds op 7 maart larven van *S. punctillum* aangetroffen. In 1953 werden op verschillende bedrijven, waar men eind februari begonnen was met stoken, begin maart de eerste kevers gevonden. Indien gedurende de gehele winter de temperatuur voldoende hoog wordt gehouden, gaan de dieren niet in diapause. Het is dan ook mogelijk gebleken de dieren het gehele jaar door te kweken bij temperaturen van 20 tot 25° C.

## 2.5. DE BETEKENIS VAN *STETHORUS PUNCTILLUM* ALS ROOFVIJAND VAN *TETRANYCHUS URTICAE*

### 2.5.1. *Gedrag bij de prooivangst en de voedselopname*

Zowel de larven als de imagines van *S. punctillum* zijn in hoge mate monofaag en leven vrijwel uitsluitend van mijten. Hoewel de dieren bij het hier beschreven onderzoek in verschillende gevallen de keus hadden tussen *T. urticae*, witte vlieg (*Trialeurodes vaporariorum*) en trips (*Thrips* sp.) werd steeds uitsluitend spint als voedsel gekozen. Slechts bij hoge uitzondering en alleen dan wanneer er niet voldoende mijten



aanwezig waren, werden wel eens andere dieren aangevallen. Zo werd eenmaal waargenomen, dat een larve van *S. punctillum* een larve van *Therodiplosis persicae* leegzoog.

In de literatuur wordt ook een enkele maal vermeld dat *S. punctillum* bladluizen en trips als prooidier gebruikt. Zo nam PUTMAN (1955) proeven, waarin hij de bladluis *Rhopalosiphum rufomaculatum* WILS als prooidier aanbood aan larven en imagines van het kevertje. De larven vielen de luizen wel aan en voedden zich ermee, maar hun ontwikkeling ging meestal niet verder en na enige dagen stierven ze. De imagines konden wel enige tijd in leven gehouden worden met deze luis, maar zetten in die periode geen eieren af. Zodra ze weer mijten tot hun beschikking kregen, werd de eiafzetting hervat. Kannibalisme kan bij *S. punctillum* voorkomen. Zo vermeldt PUTMAN (1955), dat de imagines soms hun eigen eieren opeten, terwijl COTTIER (1934) kannibalisme onder larven van *Scymnus* sp. waarnam.

Bij het zoeken naar prooi lopen de imagines van *S. punctillum* met de kop naar beneden en tasten met de antennen het blad af. Zodra ze op een prooidier stoten, wordt dit met de kaken vastgegrepen en volledig opgegeten. Slechts gedeelten van de huid en poten blijven soms over. Dit is in overeenstemming met hetgeen GÜNTHART (1945) en PUTMAN (1955) hebben waargenomen. Zowel KUENEN (1946) als COTTIER (1934) vermelden daarentegen dat de prooi door de imagines wordt leeggezogen. Door de larven van *S. punctillum* wordt de prooi niet volledig opgegeten maar leeggezogen. Ze bijten hiertoe een gat in het prooidier en beginnen het leeg te zuigen. Als het dier leeggezogen is, wordt de ineengeschrompelde huid weer volgespoten en begint het proces opnieuw. Dit herhaalt zich een aantal malen totdat de prooi is „schoongespoeld”. Klaarblijkelijk wordt de prooi dus extra-intestinaal verteerd, een verschijnsel dat van vele carnivore insektenlarven bekend is.

## 2.5.2. Kwantitatieve aspecten van de prooivangst

### 2.5.2.1. Vangcapaciteit in verband met de duur van het eetproces.

Wij hebben een aantal waarnemingen verricht over de tijd die larven en imagines van *S. punctillum* nodig hebben voor het verslinden van een prooidier. De tabellen 9 en 10 geven een overzicht van deze waarnemingen.

Hoe verder de ontwikkeling van de mijt is voortgeschreden, des te langer is de tijd die *S. punctillum* nodig heeft voor het verslinden van een prooidier. Het is bij de proeven met de larven van *S. punctillum* opgevallen, dat dit zelfs voor de eieren van *T. urticae* geldt. Een pas gelegd ei werd in alle waargenomen gevallen sneller leeggezogen dan een ei dat reeds enige dagen oud was.

De grote onderlinge verschillen in de tijdsduur, waarin een bepaald ontwikkelingsstadium van *T. urticae* wordt geconsumeerd, kunnen gedeeltelijk verklaard worden uit het al dan niet hongerig zijn der dieren. Over het geheel genomen wordt een prooidier sneller opgegeten, naarmate de larven of imagines van *S. punctillum* meer honger hebben. De temperatuur schijnt hierop echter ook invloed te hebben. Het is bij het verrichten der waarnemingen enkele malen gebleken, dat bij hogere temperatuur de prooi sneller verslonden werd dan bij lagere temperatuur.

TABEL 9. Tijdsduur van het leegzuigen van de verschillende stadia van *T. urticae* door larven van het 2de en 3de stadium van *S. punctillum*

Ei - Egg		Larve Larva	Nympho-chrysalis	Proto-nymph	Deuto-chrysalis	Deuto-nymph	Teleio-chrysalis	Wijfje Female
5 sec	23 sec	25 sec	23 sec	53 sec	2 min 5 sec	6 min 10 sec	7 min 33 sec	10 min 53 sec
6	24	40	53	1 min 8 sec	2 min 25 sec	6 min 25 sec	8 min 15 sec	
7	26	48	2 min 55 sec	1 min 12 sec	3 min 15 sec	6 min 55 sec		
11	32	1 min 35 sec		2 min 16 sec	3 min 21 sec	7 min 56 sec		
11	37	1 min 36 sec		2 min 17 sec	3 min 59 sec			
12	38			2 min 40 sec	4 min 9 sec			
12	39			3 min	4 min 37 sec			
13	43			3 min 25 sec	5 min 6 sec			
15	48			4 min 10 sec				
16	1 min 25 sec			4 min 22 sec				
17	1 min 28 sec			4 min 35 sec				
18	2 min 28 sec			4 min 50 sec				
20	3 min 13 sec			5 min 10 sec				
23				5 min 56 sec				
Gemiddelde Average	37 sec	61 sec	84 sec	197 sec	217 sec	412 sec	474 sec	653 sec

TABLE 9. Time required for sucking out different stages of *T. urticae* by 2nd and 3rd instar larvae of *S. punctillum*TABEL 10. Tijdsduur van het verslinden van de verschillende stadia van *T. urticae* door imagines van *S. punctillum*

Ei - Egg				Larve Larva	Nympho-chrysalis	Deuto-nymph	Deuto-chrysalis	Teleio-chrysalis	Wijfje Female
6 sec	12 sec	18 sec	29 sec	15 sec	30 sec	25 sec	55 sec	1 min 50 sec	4 min 30 sec 8 min 11 sec
7	12	20	30	17	33	25	1 min 5 sec	3 min 30 sec	
7	12	20	30	20	33	31	2 min	3 min 33 sec	
7	13	20	32	23		31			
9	13	21	33	30		35			
9	13	22	34			40			
9	13	23	35			44			
9	14	25	35			53			
9	15	25				1 min			
11	15	25				1 min 19 sec			
11	15	25				1 min 45 sec			
12	15	27				1 min 45 sec			
12	17	28							
Gemiddelde Average	18 sec			21 sec	32 sec	53 sec	80 sec	178 sec	

TABLE 10. Time required for devouring different stages of *T. urticae* by adults of *S. punctillum*

De larven van *S. punctillum* hebben meer tijd nodig om een prooidier te vernietigen dan de imagines. Dit vindt zijn oorzaak in de volkomen verschillende wijze van voedselopname. De larven zuigen hun prooi immers leeg en verteren deze vervolgens extra-intestinaal. Dit vergt belangrijk meer tijd dan het eenvoudig verslinden der prooi zoals de imagines dit doen. De eieren van *T. urticae* worden slechts één tot vijf maal leeggezogen. Bij de andere stadia, en vooral bij de grotere, is het aantal malen dat de prooi wordt leeggezogen veel groter; maximaal werd 40 maal waargenomen.

De hier verkregen resultaten komen overeen met die van DAVIS (1950) en FLESCNER (1950). De eerstgenoemde vond dat imagines van *S. picipes* CASEY 3 tot 5 minuten nodig hadden om een wijfje van spint op te eten, ongeveer 2 minuten voor een *protonymph* en 15 tot 25 seconden voor een larve.

FLESCNER, die met larven van *S. picipes* werkte, nam waar dat het leegzuigen van een imago van *Paratetranychus citri* gemiddeld 357,5 seconden duurde.

2.5.2.2. Verloop van de predatie met de tijd. Over de hoeveelheid prooi die door larven of imagines van *S. punctillum* vernietigd wordt, is een aantal directe waarnemingen verricht. Hierbij werd onder de binoculair-microscop waargenomen hoeveel spintmijten gedurende een bepaalde tijd werden opgegeten. Deze waarnemingen zijn verricht op bladeren die vrij sterk met spint bezet waren (enkele honderden dieren per blad). De resultaten van de tellingen zijn weergegeven in fig. 6.

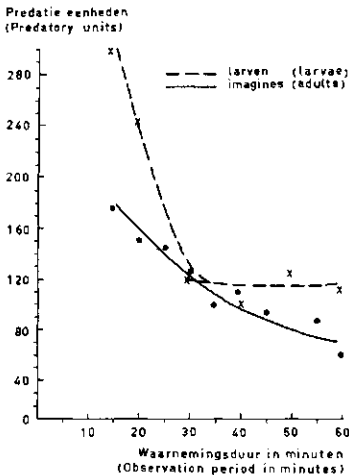


FIG. 6. Verloop van de predatie met de tijd gerekend vanaf het moment van plaatsing op het blad, bij hongerende individuen van *S. punctillum*

FIG. 6. Relationship between predation and time from the moment of bringing the individuals on the leaf of hungry larvae and adults of *S. punctillum*

Op de horizontale as is de waarnemingsduur uitgezet en op de verticale as het aantal predatie-eenheden per uur. Deze predatie-eenheden zijn verkregen door uit tabel 9 en 10 de gemiddelde tijdsduur te berekenen, waarin imagines resp. larven van *S. punctillum* een ei van *T. urticae* verslinden. Voor de imagines werd 18 seconden en voor de larven 37 seconden gevonden. Deze gemiddelde tijdsduur is gelijk gesteld met 1 predatie-eenheid. De tijdsduur die larven of imagines van *S. punctillum* nodig hebben voor het verslinden van de andere stadia van het spint, zijn omgerekend op deze predatie-eenheid. Zo heeft b.v. 1 imago van *S. punctillum* er gemiddeld 380 seconden voor nodig om 1 wijfje van *T. urticae* op te eten; dit zijn dan  $\frac{380}{18} = 21$  predatie-eenheden.

Bij de imagines van *S. punctillum* is de hoeveelheid vreterij, omgerekend per uur, groter naarmate de observatieduur korter is. Dit wordt veroorzaakt doordat meestal dieren gebruikt zijn, die vóór de aanvang der waarnemingen enige tijd gevestigd hadden. Deze dieren waren gedurende de eerste tijd der observatieperiode vrijwel constant op

zoek naar prooi. Nadat ze zich enige tijd gevoed hadden, werd hun activiteit geringer, waardoor ook de hoeveelheid opgevreten prooi minder werd. Hoewel het aantal waarnemingen bij larven van *S. punctillum* geringer is, blijkt hier dezelfde tendens aanwezig te zijn. Vooral bij een korte waarnemingsduur is de hoeveelheid prooi die per uur verslonden wordt, veel groter dan bij langere waarnemingsduur. Over het geheel genomen vernietigt de larve een belangrijk groter aantal mijtenstadia dan de imago.

Bij een waarnemingsduur van 1 uur blijkt de curve van de imagines zich nog steeds in dalende lijn te bewegen. Dit houdt dus in dat bij een langere waarnemingsperiode de gemiddelde hoeveelheid prooi per uur nog lager ligt. Dit is in overeenstemming met de resultaten der indirecte waarnemingen, die elders behandeld zullen worden. Bij de larven verloopt de curve vanaf een waarnemingsduur van 30 minuten horizontaal. Per uur worden dan gemiddeld ruim 100 dieren vernietigd.

Er is een opvallend verschil tussen larven en imagines van *S. punctillum* wat betreft hun voorkeur voor bepaalde stadia van *T. urticae*. De imagines schijnen een uitgesproken voorkeur te bezitten voor de eieren van het spint, terwijl dat bij de larven veel minder het geval is. Tijdens de waarnemingen is dit ook verschillende malen geconstateerd. Hongerige imagines van *S. punctillum* reageren zeer fel op bewegende stadia van het spint en voeden zich aanvankelijk vrijwel uitsluitend met deze stadia. Na verloop van enige tijd vertonen zij echter weinig belangstelling meer voor de bewegende stadia en beperken zij zich dikwijls uitsluitend tot het verorberen der eieren. De larven daarentegen vertonen meestal geen voorkeur voor een bepaald stadium van het spint.

2.5.2.3. Invloed van de temperatuur op de hoeveelheid vernietigde prooi. Behalve deze directe waarnemingen betreffende de hoeveelheid prooi die door *S. punctillum* vernietigd wordt, is nog een onderzoek verricht langs indirecte weg. Dit onderzoek is als volgt uitgevoerd. Van perzikbladeren die vrij sterk met spint bezet waren, werden alle wijfjes verwijderd en de overige stadia met een binoculair-microscop geteld. De wijfjes werden verwijderd om te voorkomen dat de spintpopulatie gedurende de proef groter zou worden. Het perzikblad werd met de steel in een buisje met water gezet en de steel met een wattenprop in het buisje vastgeklemd. Op het blad werd een imago of larve van *S. punctillum* gebracht. Het geheel werd in een hygroschaal gezet om te voorkomen dat er dieren ontsnapten (fig. 7). Bovendien werd er op deze manier voor gezorgd, dat er een constante luchtvochtigheid heerste. De schalen werden in de verschillende afdelingen van een thermostaat volgens ZWÖLFER geplaatst teneinde tegelijkertijd de invloed van de temperatuur op de hoeveelheid vraat te kunnen nagaan. Met tussenruimten van 1-5 dagen werd opnieuw geteld en de wijfjes van *T. urticae* zonodig weer verwijderd. Indien de spintpopulatie op het blad te laag geworden was, werd een nieuw blad met spint genomen. De proeven werden in tweevoud uitgevoerd. De proeven met de imagines zijn 24 dagen voortgezet, behalve wanneer de dieren vóór deze tijd stierven, en die met de larven tot aan de verpoping. De resultaten van deze proeven zijn weergegeven in fig. 8. Hoewel er grote verschillen zijn tussen de hoeveelheid prooi die door imagines van *S. punctillum*

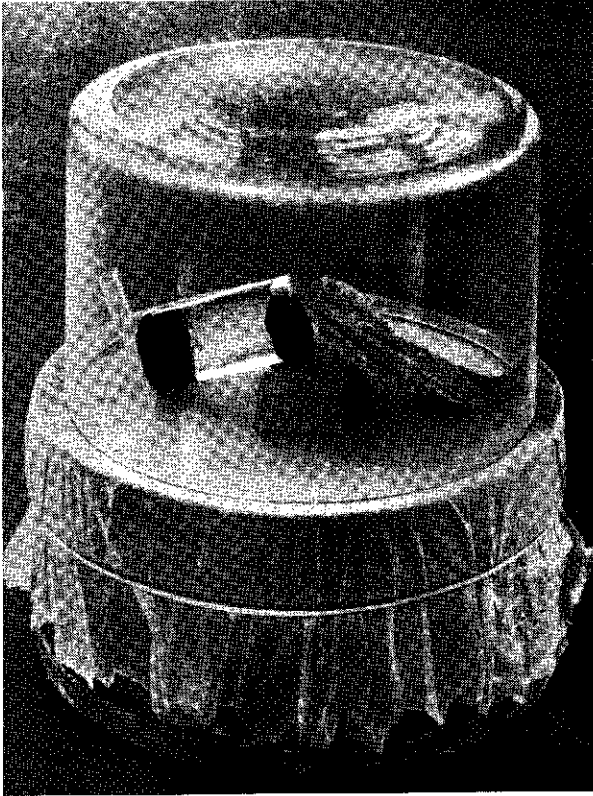
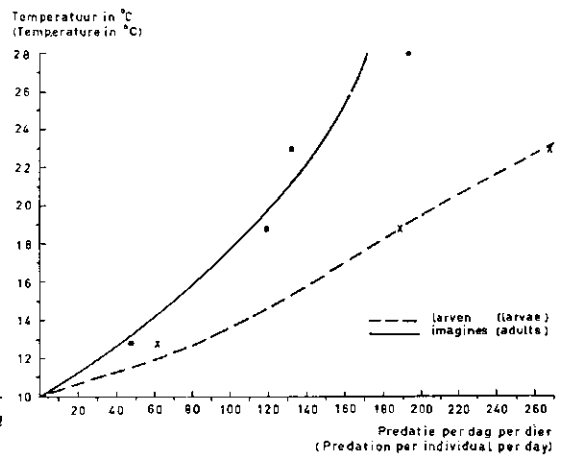


FIG. 7. Hygrostaatschaal

FIG. 7. Constant-air humidity chamber

FIG. 8. Invloed van de temperatuur op de predatie door *S. punctillum* per dagFIG. 8. Relationship between the temperature and the predation by *S. punctillum* per day

bij een bepaalde temperatuur opgegeten wordt, hebben ze duidelijk de neiging bij hogere temperatuur per dag meer voedsel tot zich te nemen dan bij lagere temperatuur. De uitersten variëren van gemiddeld 200 prooidieren per dag bij 27–29° C tot gemiddeld 44 bij 12–13° C. De grote onderlinge verschillen bij een bepaalde temperatuur kunnen gedeeltelijk verklaard worden uit de vrij sterke schommelingen in de hoeveelheid aangeboden prooi. Een andere mogelijkheid is nog, dat er met mannelijke en vrouwelijke dieren in verschillende aantalsverhouding gewerkt is. Volgens PUTMAN (1955) zouden mannetjes van *S. punctillum* namelijk veel minder voedsel tot zich nemen dan wijfjes (zie tabel 11).

Ook bij de proeven die met larven van *S. punctillum* genomen zijn, blijkt dat de gemiddelde hoeveelheid prooi per dag groter is naarmate de temperatuur hoger is. Dit geldt echter niet voor de hoeveelheid prooi die de larve gedurende zijn gehele ontwikkeling tot zich neemt. Uit de resultaten krijgt men de indruk dat de larve gedurende zijn ontwikkeling de grootste hoeveelheid voedsel nuttigt bij een temperatuur van ongeveer 20° C. Een verklaring hiervoor zou kunnen zijn, dat de larven bij deze temperatuur nog een grote activiteit vertonen, terwijl hun ontwikkelingsduur vrij lang is. Daardoor zouden zij in de gelegenheid zijn meer prooi te bemachtigen dan dieren die zich in een omgeving met hogere temperatuur bevinden (waardoor de ontwikkelingsduur korter is) of bij een lagere temperatuur (waardoor de activiteit geringer is). Vergelijkt men de gemiddelde hoeveelheid prooi per dag van de imagines met die der larven, dan blijkt dat deze bij de larven over de gehele linie hoger ligt dan bij de imagines. Dit is in overeenstemming met het reeds op blz. 23 geconstateerde feit, dat de larven vrijwel steeds op zoek zijn naar prooi, terwijl de imagines dikwijls gedurende lange tijd in rust zijn zonder voedsel tot zich te nemen.

2.5.2.4. Het overleven van *Stethorus punctillum* bij geringe proooidichtheid. Er zijn geen directe waarnemingen verricht over de minimum hoeveelheid voedsel die imagines van *S. punctillum* nodig hebben om in leven te blijven. Door toevallige omstandigheden zijn wel enige aanwijzingen verkregen. Bij bepaalde proeven kregen imagines elke dag de gelegenheid om zich gedurende een uur te voeden met spint. Ze verslonden hierbij 20–40 prooidieren. Op zondag kregen de dieren echter geen voedsel. In vele gevallen waren de dieren de daaropvolgende maandag dood. Dit wijst er dus op dat het minimum aantal prooidieren 20–40 per dag bedraagt. Dieren die geruime tijd voldoende voedsel ter beschikking gehad hadden, konden meestal 4–5 dagen zonder voedsel in leven gehouden worden. Deze gegevens gelden voor een temperatuur van ongeveer 20° C. Bij hogere temperaturen bleek de minimum hoeveelheid voedsel groter te zijn en stierven de imagines eerder bij afwezigheid van voedsel, terwijl ze bij lagere temperaturen langer zonder voedsel in leven bleven.

Over de minimum hoeveelheid voedsel die larven van *S. punctillum* voor hun ontwikkeling nodig hebben, is geen onderzoek verricht. Wel zijn bij een geringe populatiedichtheid van het spint verschillende malen dode larven aangetroffen. Meestal waren dit zeer jonge larven. Als de larve uit het ei gekomen is, moet hij vrij spoedig over voedsel kunnen beschikken. Daar de beweeglijkheid van de jonge larve echter tamelijk gering is, gaat het dier te gronde wanneer er slechts weinig spint aanwezig is.

Volgens FLESCHNER (1950) is de minimum hoeveelheid voedsel per dag voor larven ( $L_4$ ) van *S. picipes* 14,5–17,2 exemplaren van *Paratetranychus citri* MC GREGOR.

De in de literatuur vermelde predatie door *S. punctillum* is geringer dan bij het eigen onderzoek is gevonden (tabel 11). Enerzijds kan dit waarschijnlijk verklaard worden, doordat verschillende onderzoekers slechts wijfjes of nimfen van spint als prooidier aangeboden hebben en geen eieren. Anderzijds is het niet uitgesloten dat de populatiedichtheid van het spint, waarmee deze onderzoekers gewerkt hebben, beneden het niveau gelegen heeft waarbij maximale predatie plaats vindt.

TABEL 11. Predatie door *S. punctillum*

Auteur	Stadium van <i>S. punctillum</i>	Waarne- mingstijd	Hoeveelheid prooi	Prooidier
COTTIER (1934)	imago – <i>adult</i>	1 uur – <i>hour</i>	2–8	<i>M. ulmi</i>
LISTO C.S. (1939)	imago – <i>adult</i>	1 uur – <i>hour</i>	21–29	<i>M. ulmi</i>
GÜNTHART (1945)	imago – <i>adult</i>	13½ min	8	<i>T. urticae</i>
DAVIS (1950)	imago – <i>adult</i>	4 uur – <i>hours</i>	12–15	<i>Tetranychus</i> sp.
COLLYER (1953)	imago – <i>adult</i>	1 dag – <i>day</i>	20	<i>M. ulmi</i>
PUTMAN (1955)	imago – <i>adult</i>	1 dag – <i>day</i>	42,8	<i>M. ulmi</i>
PUTMAN (1955)	wijfje – <i>female</i>	1 dag – <i>day</i>	40,0	<i>T. bimaculatus</i>
PUTMAN (1955)	manneltje – <i>male</i>	1 dag – <i>day</i>	19,9	<i>T. bimaculatus</i>
Eigen onderzoek <i>Present work</i>	imago – <i>adult</i>	1 uur – <i>hour</i>	42,0	<i>T. urticae</i>
COTTIER (1934)	larve – <i>larva</i>	1 uur – <i>hour</i>	4	<i>M. ulmi</i>
GEUSKES (1938)	larve – <i>larva</i>	30 min	12	<i>M. ulmi</i>
LISTO C.S. (1939)	larve – <i>larva</i>	1 uur – <i>hour</i>	4–28	<i>M. ulmi</i>
KUENEN (1947)	larve – <i>larva</i>	1 uur – <i>hour</i>	20	<i>M. ulmi</i>
COLLYER (1953)	larve – <i>larva</i>	1 dag – <i>day</i>	24	<i>M. ulmi</i>
Eigen onderzoek <i>Present work</i>	larve – <i>larva</i>	1 uur – <i>hour</i>	40,6	<i>T. urticae</i>
<i>Author</i>	<i>Stage of S. punctillum</i>	<i>Observation period</i>	<i>Amount of prey devoured</i>	<i>Prey</i>

TABEL 11. Predation by *S. punctillum*

## 2.6. SAMENVATTENDE BESCHOUWING BETREFFENDE STETHORUS PUNCTILLUM

Uit het bovenstaande blijkt dat *S. punctillum* in hoge mate monofaag is. Bij afwezigheid van spintmijten kan het dier zich niet ontwikkelen. Wel kunnen imagines zich gedurende enige tijd in leven houden met een ander prooidier, maar voortplanting vindt dan niet plaats.

Bij dezelfde temperatuur is de generatieduur van *S. punctillum* langer dan die van *T. urticae*. Deze bedraagt bij 22° C voor *S. punctillum* 20 dagen en voor *T. urticae* 14 dagen. Dit houdt in dat, wanneer gedurende 6 maanden de gemiddelde temperatuur in een kas 22° C bedraagt, de spintmijt 12 generaties doormaakt, terwijl de roofvijand er 9 heeft. De eiproduktie der beide dieren verschilt slechts weinig en kan op gemiddeld 100 per wijfje gesteld worden. De voortplantingspotentialiaal van *S. punctil-*

*lum* is echter ongunstiger dan die van *T. urticae*. De nakomelingschap van *T. urticae* bestaat immers voor  $\frac{2}{3}$  uit wijfjes, terwijl dit deel voor *S. punctillum*  $\frac{1}{2}$  bedraagt.

Bij voldoende aanbod van prooidieren worden door de larven van *S. punctillum* belangrijk meer prooidieren vernietigd dan door de imagines. Bij  $22^{\circ}$  C bedraagt de predatie per dag resp. 140 en 250 individuen van *T. urticae*.

Aan de hand van deze gegevens kan een sterk vereenvoudigde statische berekening opgezet worden over de betekenis van *S. punctillum* als predator van *T. urticae*. In het voorjaar worden beide diersoorten ongeveer tegelijkertijd actief. Als uitgangspunt nemen we dat de spintpopulatie op dat moment 100 overwinterde wijfjes per 100 bladeren bedraagt, terwijl zich op deze 100 bladeren één wijfje van *S. punctillum* bevindt. Bij een gemiddelde kastemperatuur van  $22^{\circ}$  C is de generatieduur van *T. urticae* 14 dagen. Na deze 14 dagen zou de populatiedichtheid van *T. urticae* maximaal  $100 \times 100 = 10\,000$  individuen kunnen bedragen, indien geen natuurlijke vijanden aanwezig zijn. Daar de populatiedichtheid van *T. urticae* aanvankelijk laag is, nemen we aan dat gedurende deze 14 dagen zowel door de imagines als door de larven van *S. punctillum* per dag gemiddeld 50 prooidieren vernietigd worden. Door het aanwezige wijfje kunnen in deze periode  $14 \times 50 = 700$  individuen opgegeten worden. Het wijfje legt per dag 4 eieren, die 5 dagen na het afzetten uitkomen. De larven voeden zich eveneens met de spintmijten. Gedurende  $14 - 5 = 9$  dagen zijn er naast de imago ook larven aanwezig. Op de 14e dag zijn er in totaal  $4 \times 9 = 36$  larven. Indien aangenomen wordt dat deze 36 larven zich gemiddeld  $4\frac{1}{2}$  dag voeden en elke larve 50 prooidieren opeet, worden in totaal door de larven  $4\frac{1}{2} \times 36 \times 50 = 8100$  individuen vernietigd. Tezamen met de predatie door het wijfje kunnen in de periode van 14 dagen  $8100 + 700 = 8800$  individuen van *T. urticae* opgeruimd worden. De populatiedichtheid van *T. urticae* zou dan na 14 dagen niet 10 000 per 100 bladeren bedragen maar  $10\,000 - 8800 = 1200$ . Van dit aantal is  $\frac{2}{3}$  gedeelte wijfjes, dus 800. De 2e generatie van *T. urticae* kan nu weer 14 dagen later maximaal  $800 \times 100 = 80\,000$  individuen bedragen. In deze 2e periode van 14 dagen zijn in totaal 100 individuen van *S. punctillum* (het wijfje waarvan uitgegaan is heeft 100 eieren afgezet) aanwezig. De populatiedichtheid van *T. urticae* is hoger geworden, dus kan ook de predatie per dag hoger gesteld worden b.v. gemiddeld 75 per dag. Als nu aangenomen wordt, dat de 100 dieren gedurende 10 dagen vreten (een aantal dieren verkeert in deze 2e periode van 14 dagen in het popstadium), dan kunnen  $100 \times 10 \times 75 = 75\,000$  individuen van *T. urticae* vernietigd worden. Na de 2e periode van 14 dagen zijn per 100 bladen  $80\,000 - 75\,000 = 5000$  individuen van *T. urticae* aanwezig. Van dit aantal zijn  $\frac{2}{3} \times 5000 = 3333$  wijfjes. De 3e generatie van *T. urticae* kan dan maximaal  $3333 \times 100 = 333\,300$  individuen bedragen.

De 100 exemplaren van de 1e generatie van *S. punctillum* zijn gedurende deze 3e periode van 14 dagen vrijwel steeds actief op zoek naar prooi. Daar de populatiedichtheid van *T. urticae* weer hoger is geworden dan in de 3e periode van 14 dagen, kan de predatie per dag op 100 gesteld worden. Deze 100 dieren van *S. punctillum* kunnen in de 3e periode van 14 dagen  $100 \times 100 \times 14 = 140\,000$  prooidieren vernietigen. Van deze 100 individuen van de roofvijand worden er 50 wijfjes, die weer tot eiafzetting overgaan. Als aangenomen wordt dat 5 dagen van het begin van de 3e



periode de eerste eieren uitkomen en per dag 4 eieren per dier gelegd worden, zijn aan het eind van de 3e periode  $50 \times 9 \times 4 = 1800$  larven aanwezig. Als aangenomen wordt, dat deze 1800 larven zich gemiddeld  $4\frac{1}{2}$  dag voeden, zouden door de larven  $1800 \times 4\frac{1}{2} \times 100 = 810\ 000$  individuen van *T. urticae* vernietigd kunnen worden. Daar de populatiedichtheid van *T. urticae* aan het einde van de 3e periode maximaal 333 300 zou kunnen bedragen, betekent dit dat de populatie van *T. urticae* volledig uitgeroeid zou zijn.

Uitgaande van andere populatiedichtheden van de beide diersoorten kunnen analoge berekeningen uitgevoerd worden. Indien de uitgangspopulatie van *T. urticae* naar verhouding groter is dan in het bovenbeschreven geval zal het langer duren tot dat de populatie der spintmijten volledig vernietigd is. Is ze daarentegen naar verhouding kleiner dan zal *T. urticae* eerder uitgeroeid zijn.

Aan de hand van deze berekeningen blijkt dus, dat *S. punctillum* een zeer belangrijke rol als natuurlijke vijand van *T. urticae* kan spelen. Dit wordt geverifieerd door waarnemingen in de praktijk en door de proeven in plastic hoezen die in hoofdstuk 5 (blz. 63-64) beschreven zijn.

### 3. TYPHLODROMUS LONGIPILUS NESBITT<sup>1</sup>

#### 3.1. INLEIDING

Hoewel mijten van het geslacht *Typhlodromus* (*Acari*, *Phytoseiidae*) reeds lang bekend zijn als roofvijand van het spint, is aanvankelijk de betekenis van deze dieren voor de biologische bestrijding niet hoog aangeslagen. In de laatste jaren wordt de aandacht echter steeds meer op deze roofmijten gevestigd.

In de fruitteelt onder glas in Nederland kan men de mijten dikwijls aantreffen en soms in grote getale; enkele tientallen per blad zijn dan geen uitzondering. Bij een in augustus 1956 ingesteld onderzoek naar het voorkomen van *Typhlodromus* op een aantal willekeurig gekozen bedrijven werden de volgende gegevens verkregen (tabel 12).

TABEL 12. Voorkomen van *Typhl. longipilus* in augustus 1956

Niet aanwezig - <i>not present</i> . . . . .	8 objecten - <i>nurseries</i>
Enkele - <i>scarce</i> . . . . .	7 objecten - <i>nurseries</i>
Weinig - <i>few</i> . . . . .	12 objecten - <i>nurseries</i>
Matig - <i>moderate</i> . . . . .	4 objecten - <i>nurseries</i>
Veel - <i>many</i> . . . . .	2 objecten - <i>nurseries</i>

TABLE 12. *Presence of Typhlodromus mites on a number of nurseries in august 1956*

Niettegenstaande er op deze bedrijven meestal een normale spintbestrijding werd uitgevoerd (d.w.z. enkele malen parathion of diazion), kwam in 75 % der objecten *Typhlodromus* voor.

De dieren houden zich meestal op in de omgeving van de hoofdnerf en in het bijzonder aan de basis van het blad. De eieren worden ook bijna altijd nabij de hoofdnerf afgezet. Ze zijn enigszins langwerpig en ongeveer tweemaal zo groot als de eieren van *T. urticae*. Uit het ei komt een 6-potige larve, die doorzichtig wit is. Na de eerste vervelling bezit het dier 8 poten; daarna vervelt het nog 2 maal voordat het volwassen is. In tegenstelling tot *T. urticae* worden deze vervellingen niet ingeleid door een ruststadium. Ook de wijze van vervellen verschilt van die van het spint. Bij het spint barst de oude huid over de gehele breedte in het midden open en blijven twee helften van de oude huid over. Bij *Typhlodromus* echter kruipt het dier achter uit het *exuvium*, dat vervolgens intact achter blijft. In de winter zijn in de fruitteelt onder glas uitsluitend wijfjes van *Typhl. longipilus* aangetroffen. In de gevallen waarin dit is waargenomen, bevonden zij zich steeds in kolonies overwinterende wijfjes van *T. urticae*.

<sup>1</sup> De soort is door de bemiddeling van G. L. VAN EYNDHOVEN gedetermineerd door H. J. J. NESBITT, waarvoor ik beiden mijn dank betuig.

## 3.2. INVLOED VAN DE TEMPERATUUR OP DE ONTWIKKELING

In een seriethermostaat volgens ZWÖLFER is de invloed van de temperatuur op de ontwikkeling van *Typhl. longipilus* nagegaan. Ook zijn een aantal waarnemingen verricht in een thermostaat bij 20° C. De proeven werden uitgevoerd op perzikbladeren, waarop zich uitsluitend eieren van *T. urticae* bevonden. Aan deze eivoeding werd de

FIG. 9. Invloed van de temperatuur op de ontwikkelingsduur der eieren van *Typhl. longipilus*

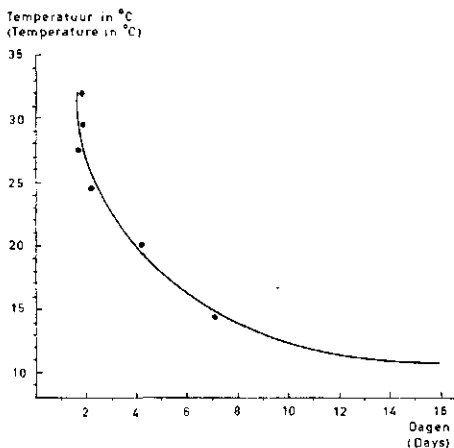


FIG. 9. Relationship between the temperature and the incubation period of *Typhl. longipilus*

FIG. 10. Invloed van de temperatuur op de ontwikkelingsduur vanaf het uitkomen der eieren tot het imaginale stadium van *Typhl. longipilus*

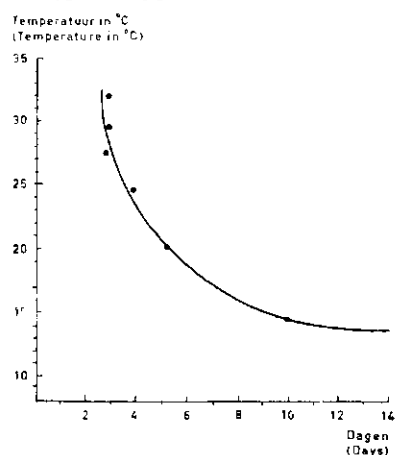


FIG. 10 Relationship between the temperature and the time required for development of *Typhl. longipilus* from hatching to adult

voorkeur gegeven om het terugvinden der huidjes te vergemakkelijken. Indien verschillende stadia der spintmijten aanwezig zijn, is het namelijk moeilijk om de *exuviën* van de roofmijt terug te vinden tussen die der spintmijten. De bladeren werden in hygrostaatschalen bewaard, zoals dit op blz. 23 is beschreven. De resultaten van dit onderzoek zijn weergegeven in fig. 9 en 10 en in tabel 13.

De beide curven in de fig. 9 en 10 beantwoorden bij benadering aan een hyperbool (zie blz. 7). De ontwikkelingsdrempel ligt bij ca. 10° C. In vergelijking met *T. urticae* ligt deze drempel zowel voor de eieren als voor de post-embryonale stadia van *Typhl. longipilus* lager. Dit betekent dus dat de roofmijt zich nog bij een lagere temperatuur ontwikkelen kan dan de spintmijt. De maximumtemperatuur voor de ontwikkeling van *Typhl. longipilus* bedraagt ca. 35° C. Bij alle proeven, die boven deze temperatuur zijn uitgevoerd, verschrompelden de eieren en gingen de andere stadia te gronde. De maximumtemperatuur ligt dus enkele graden Celsius lager dan die van *T. urticae*. Gedurende de maanden dat *Typhl. longipilus* in kassen in Nederland voorkomt, schommelen de temperaturen meestal tussen 20 en 30° C. De generatieduur bedraagt bij deze temperaturen resp. 9 en 4 dagen. Indien deze temperaturen gedurende 6

maanden blijven heersen, kan het aantal generaties 20 tot 45 bedragen. Bij constante temperatuur duurt het eistadium langer dan één der andere ontwikkelingsstadia. De duur van het larvestadium en die der beide nimfstadia zijn vrijwel even lang.

DOSSE (1955, 1956) vond voor verschillende *Typhlodromus* sp. in laboratoriumproeven bij 25–26° C en 15–16° C een generatieduur van resp. 6, 7–8, 8 dagen en 23–29 dagen. Uit zijn onderzoek blijkt, dat een temperatuur van 30° C ongunstig is

TABEL 13. Ontwikkelingsduur in dagen der verschillende stadia van *Typhl. longipilus* bij 20° C

Ei – egg	1	n <sub>1</sub>	n <sub>2</sub>	Totaal – total
3½	1½	1½	2½	9
3½	2	1½	1½	8½
3	1	1½	1½	7
4	2	1½	1	9
3½	2	1	1½	8
3	2	1	1½	7½

TABEL 13. Time required for development of different stages of *Typhl. longipilus* at 20° C in days

voor de ontwikkeling van *Typhl. tiliae* OUD. Verder stelde hij bij verschillende *Typhlodromus* sp. een sterke specialisatie vast ten aanzien van de prooi. Interessant is zijn waarneming dat de generatieduur beïnvloed wordt door het voedsel dat de roofmijten tot hun beschikking hebben. Zo vond hij (1956) voor *Typhl. tiliae* een generatieduur van 7,2 dagen bij 25–26° C, indien de dieren met *T. urticae* gevoed werden en van 17,4 dagen indien ze zich voedden met *Czenspinksia lordi* NESBITT. Overeenkomstige waarnemingen deed CHANT (1957). Indien *Typhl. tiliae* gevoed werd met kleine mijten zoals *Vasates Schlechtendali* NAL. ontwikkelden zij zich tweemaal zo snel als bij voeding met grotere mijten zoals *Metatetranychus ulmi* KOCH.

HERBERT (1952) en BALLARD (1954), die beide met *Typhl. fallacis* GARM. werkten, vonden een generatieduur van 5 dagen bij 25,5° C en van 8–10 dagen bij 21° C. COLLYER (1956) nam onder praktijkomstandigheden waar dat, afhankelijk van de tijd van het jaar, de generatieduur voor *Typhl. tiliae* 11–24 dagen bedraagt.

### 3.3. EIPRODUKTIE EN LEVENSDUUR

Van enkele wijfjes is de eiproductie nagegaan (tabel 14).

De eiproductie per dag varieert van 1,5 tot 2,9. De totale eiproductie zal ongetwijfeld hoger liggen dan de hier gevonden waarden, daar uitgegaan is van wijfjes die reeds eieren afgezet hadden, terwijl aan het eind van de waarnemingsperiode de dieren niet dood, maar verdwenen waren. De hier vermelde waarden hebben betrekking op dieren die steeds voldoende prooi tot hun beschikking hadden. Indien ze niet voldoende voedsel krijgen, gaat de eiproductie sterk achteruit en kan zelfs geheel ophouden. Het is de dieren zelf ook aan te zien, wanneer ze niet meer voldoende prooi kunnen bemachtigen. Ze hebben dan een bleekgele kleur, terwijl in het

lichaam van dieren die voldoende voedsel krijgen, duidelijk bruine plekken waarneembaar zijn.

DOSSE (1955) vond bij *Typhl. cucumeris* en *Typhl. tiliae* bij 25–26° C een gemiddelde eiproduktie van resp. 1,4 en 1,3 eieren per dag met een maximum van resp. 54 en 58. Bij andere *Typhlodromus* species was de eiproduktie gewoonlijk geringer.

TABEL 14. Eiproduktie van *Typhl. longipilus* bij ca. 20°C

Observatieduur (dagen)	Aantal eieren	Gemiddeld aantal eieren per dag
14	22	1,5
14	24	1,7
19	38	2,0
10	29	2,9
<i>Observation period (days)</i>	<i>Number of eggs</i>	<i>Average number of eggs per day</i>

TABLE 14. Egg production per female of *Typhl. longipilus* at about 20°C

COLLYER (1956) vermeldt bij *Typhl. tiliae* een maximum eiproduktie van 32 eieren. HERBERT (1952) nam een gemiddelde eiproduktie van 37,5 eieren bij *Typhl. fallacis* waar, waarbij 2,7 eieren per dag gelegd werden, terwijl BALLARD (1954) bij dezelfde roofmijt een gemiddelde eiproduktie van 2,2 eieren per dag vaststelde. Over de levensduur van *Typhl. longipilus* is door ons geen nader onderzoek verricht. Ook in de literatuur zijn hierover weinig gegevens te vinden. Slechts COLLYER (1956) vermeldt, dat de gemiddelde levensduur van *Typhl. sp.* in het laboratorium 20–30 dagen bedraagt, met een maximum van 71 dagen voor *Phytoseius macropilis* BANKS.

#### 3.4. DE BETEKENIS VAN TYPHLODROMUS LONGIPILUS ALS ROOFVIJAND VAN TETRANYCHUS URTICAE

##### 3.4.1. Gedrag bij de prooivangst en de voedselopname

Zowel de larven als de nimfen en imagines van *Typhl. longipilus* vallen alle stadia van *T. urticae* aan. Dit is in tegenstelling tot hetgeen DOSSE (1955), COLLYER (1956) en BALLARD (1954) vermelden. Volgens deze onderzoekers zouden de larven van *Typhlodromus* zich in het geheel niet voeden, maar hiermee eerst beginnen na de eerste vervelling. In ons onderzoek hebben wij echter verschillende malen geconstateerd dat de larven de spintmijten wel degelijk aanvielen en ook leegzogen.

Over de tijd die *Typhl. longipilus* nodig heeft voor het leegzuigen van een prooidier zijn slechts enkele waarnemingen verricht (tabel 15).

Over het algemeen duurt het vrij lang, voordat *Typhl. longipilus* zijn prooi leeggezogen heeft. Door het geringe aantal waarnemingen is het niet mogelijk een uitspraak te doen over het verschil in tijdsduur dat nodig is voor het verslinden der ver-

schillende stadia van *T. urticae*. Het ligt echter voor de hand dat dit langer duurt naarmate de ontwikkeling van het spint verder is voortgeschreden.

TABEL 15. Tijdsduur voor het leegzuigen van een prooidier door *Typhlodromus* bij ca. 20°C

Stadium van <i>Typhl. longipilus</i>	Stadium van <i>T. urticae</i>	Tijdsduur
larve - larva . . . . .	ei - egg	18 min
larve - larva . . . . .	larve - larva	15 min
larve - larva . . . . .	protochrysalis	75 min
nimf I - nymph I . . . . .	mannetje - male	20 min
nimf I - nymph I . . . . .	ei - egg	15 min
wijfje - female . . . . .	deutochrysalis	20 min
<i>Stage of Typhl. longipilus</i>	<i>Stage of T. urticae</i>	<i>Duration</i>

TABLE 15. Time required for sucking out a prey by *Typhlodromus* at about 20°C

#### 3.4.2. Kwantitatieve aspecten van de prooivangst

Over de hoeveelheid prooi die door wijfjes van *Typhl. longipilus* per dag gedood wordt, zijn indirecte waarnemingen verricht. Deze zijn als volgt uitgevoerd. Van perzikbladeren die met spint bezet waren, werden de wijfjes van *T. urticae* verwijderd en de overige stadia met een binoculair-microscop geteld. Vervolgens werd een aantal wijfjes van *Typhl. longipilus* op de bladeren gezet. De bladeren werden met de steel in een buisje met water gezet en er met een wattenprop in vastgeklemd. Het geheel werd in een hygrostaatschaal gezet om het ontsnappen der dieren te voorkomen en een constante luchtvochtigheid te krijgen. Twee dagen na het begin van de proef werd het aantal aanwezige spintmijten en roofmijten opnieuw geteld en hieruit het gemiddelde aantal prooidieren dat per dag door *Typhl. longipilus* vernietigd wordt, berekend. De proeven werden uitgevoerd bij ca. 20° C. Indien er zich 10 imagines van *Typhlodromus* op het blad bevinden, blijkt de predatie per dag sterk beïnvloed te worden door de populatiedichtheid van het spint. Bij de verschillende populatiedichtheden varieert de predatie per dag per dier van minder dan 1 tot 14 (zie ook fig. 57).

De minimum hoeveelheid voedsel ligt voor *Typhl. longipilus* zeer laag. Hoewel hierover geen waarnemingen verricht zijn, is bij het onderzoek dikwijls gebleken dat er bij een zeer lage populatie van spint nog veel roofmijten aanwezig waren. Op de duur verdwenen zij echter, indien er geen *T. urticae* meer aanwezig was. Dit is niet in overeenstemming met de waarneming van MATHYS (1954), dat *Typhlodromus* bij afwezigheid van spint zich met plantaardig materiaal zou voeden en zich op deze manier in stand zou kunnen houden.

De bij dit onderzoek gevonden waarden voor de hoeveelheid prooi die per dag genuttigd wordt, stemmen overeen met wat er in de literatuur over te vinden is. Zo vermeldt DOSSE (1955), dat één nimf van *Typhl. cucumeris* per dag gemiddeld 3,7 eieren en 12,5 mijten van *T. urticae* f. *dianthica* consumeert en die van *Typhl. tiliae* 10,6 eieren en 5,8 mijten, terwijl volgens MATHYS (1954) *Typhl. sp.* per dag 10-12

mijten vernietigt. COLLYER (1956) die met verschillende *Typhl.* sp. werkte, geeft hiervoor 2-5 imagines van *Metatetranychus ulmi* op. Volgens BALLARD (1954) vernietigen mannetjes, bevruchte en onbevruchte wijfjes van *Typhl. fallacis* per dag resp. 3,9, 8 en 4 mannetjes van *T. telarius* en de *protonymphen* en *deutonymphen* resp. 4,8 en 6,6.

### 3.4.3. Kannibalisme en roofvijanden van *Typhlodromus longipilus*

Zolang er voldoende spint aanwezig is, treedt bij *Typhl. longipilus* geen kannibalisme op. Bij gebrek aan voedsel vallen de dieren elkaar echter wel aan of worden de eieren als voedsel gebruikt. De cuticula en het eichorion van *Typhlodromus* zijn klaarblijkelijk steviger dan die van *T. urticae*. In de gevallen waarbij kannibalisme is waargenomen, duurde het nl. steeds zeer lang voordat de dieren de cuticula van hun prooi doorboord hadden. In verschillende gevallen gaven zij hun pogingen na verloop van enige tijd zelfs op. Bij het onderzoek met *S. punctillum* is enkele malen waargenomen, dat dit dier behalve *T. urticae* ook *Typhl. longipilus* verslond. Het betrof hier merendeels de eieren van de roofmijt, de andere stadia ontsnapten meestal dank zij hun grote bewegelijkheid. Om na te gaan in hoeverre *S. punctillum* nadelig is voor de populatiedichtheid van *Typhl. longipilus* zijn op een aantal perzikbladeren waarop minstens 10 roofmijten en vrijwel geen individuen van *T. urticae* voorkwamen, vijf imagines van de kever geplaatst. Twee dagen later werd op deze bladeren het aantal nog aanwezige roofmijten geteld. De tellingen zijn weergegeven in tabel 16.

TABEL 16. Invloed van *S. punctillum* op de populatiedichtheid van *Typhl. longipilus*

Aantal op het blad gebrachte imagines van <i>S. punctillum</i>	Op het blad aanwezige aantallen van <i>Typhl. longipilus</i>	
	dood	levend
5	3	1
5	3	2
5	3	3
5	5	0
5	9	1
5	4	0
5	3	1
5	4	1
0	3	12
0	4	15
<i>Number of adults of S. punctillum per leaf</i>	<i>dead</i>	<i>alive</i>
	<i>Number of Typhl. longipilus per leaf</i>	

TABEL 16. Influence of *S. punctillum* on population density of *Typhl. longipilus*

Bij afwezigheid van spint blijkt *Typhl. longipilus* grotendeels door *S. punctillum* vernietigd te worden. Op de bladeren waarop geen kevers gebracht zijn, treft men immers nog resp. 12 en 15 levende roofmijten aan, terwijl er op de bladeren waarop de kevers gebracht zijn nog hoogstens 3 te vinden zijn. Indien er wel spint aanwezig is, zal *S. punctillum* de populatie van *Typhl. longipilus* minder nadeel berokkenen daar,

zoals reeds gezegd, de roofmijten meestal ontsnappen. Alleen de eieren zullen dan worden vernietigd. HUFFAKER & KENNETT (1956) deden overeenkomstige waarnemingen. Zij vonden dat *Typhl. cucumeris* OUD, één der belangrijkste roofvijanden van *Tarsonemus pallidus* BANKS, als prooi kan dienen voor *Orius* sp. en *Typhl. occidentalis* NESBITT.

Aan de andere kant schijnt het ook wel eens voor te komen dat *Typhlodromus* zich voedt met de eieren van *S. punctillum*, zoals door PUTMAN (1955) is waargenomen.

Hoewel deze interacties tussen beide roofvijanden van grote betekenis zijn voor de regulerende eigenschappen van het complex, was het binnen het kader van dit onderzoek niet mogelijk er nader op in te gaan.

### 3.5. SAMENVATTENDE BESCHOUWING BETREFFENDE TYPHLODROMUS LONGIPILUS

Mijten van het geslacht *Typhlodromus* zijn, zoals uit de literatuur blijkt, in hoge mate gespecialiseerd ten aanzien van hun prooi. Indien zij ander voedsel tot hun beschikking krijgen, blijven zij soms nog wel enige tijd in leven, maar kunnen zich dan niet voortplanten.

Bij gelijkblijvende temperatuur is de generatieduur van *Typhl. longipilus* belangrijk korter dan die van *T. urticae*. Zo bedraagt deze bij 22° C voor de roofmijt 7 dagen en voor *T. urticae* 14 dagen. Dit betekent dat, wanneer de temperatuur in een kas gedurende 6 maanden 22° C bedraagt, *Typhl. longipilus* 26 generaties kan doorlopen en *Tetranychus urticae* slechts 13. De eiproduktie van *Typhl. longipilus* is belangrijk lager dan die van *T. urticae*. Terwijl de gemiddelde eiproduktie per spintmijt 100 bedraagt, is die van de roofmijt ongeveer 50.

Bij aanwezigheid van voldoende prooidieren worden door één exemplaar van *Typhl. longipilus* ongeveer 10 individuen van *T. urticae* vernietigd.

Daar er niet voldoende gegevens beschikbaar zijn, is het niet mogelijk om een eenvoudige berekening te maken over de waarde van *Typhl. longipilus* als natuurlijke vijand van *T. urticae*, zoals dit bij *S. punctillum* gedaan is. De korte generatieduur maakt het mogelijk dat de roofmijt in korte tijd een hoge populatie kan opbouwen. Het lage voedingsniveau en de betrekkelijk geringe eiproduktie verminderen daarentegen zijn waarde als natuurlijke vijand. Daarbij komt nog, dat volgens verschillende onderzoekers de pre-ovipositieperiode en de duur der rijpingsvreterij ten opzichte van de generatieduur van het dier lang is (HERBERT, 1952; COLLYER, 1956; DOSSE, 1957). Hierdoor zal het aantal generaties per jaar belangrijk lager zijn dan op grond van de generatieduur verwacht zou kunnen worden. Dit alles maakt het aannemelijk dat aan *Typhl. longipilus* een belangrijk geringere waarde als natuurlijke vijand van *T. urticae* toegekend moet worden dan aan *S. punctillum*.



## 4. DE GEVOELIGHEID VAN *TETRANYCHUS URTICAE*, *STETHORUS PUNCTILLUM* EN *TYPHLODROMUS* *LONGIPILUS* VOOR INSECTICIDEN EN FUNGICIDEN

### 4.1. INLEIDING

De potentiële betekenis van *S. punctillum* en *Typhl. longipilus* bij de bestrijding van het spint maakt het gewenst insecticiden te vinden die voldoende werkzaam zijn tegen het spint, maar zijn vijanden niet doden. Hiertoe werd in een vergelijkend onderzoek in het laboratorium de gevoeligheid van *T. urticae* en de beide genoemde vijanden voor verschillende bestrijdingsmiddelen nagegaan. Behalve middelen waarvan bekend is dat zij tegen spintmijten werkzaam zijn, hebben wij een aantal andere insecticiden en ook enkele fungiciden in het onderzoek betrokken met het oog op eventuele ongunstige effecten op de natuurlijke vijanden. De onderzochte middelen worden in de volgende groepen ingedeeld:

- a. insecticiden en acariciden uit de groep der organische fosforverbindingen,
- b. specifieke acariciden met algemene werking,
- c. specifieke acariciden met ovicide werking,
- d. insecticiden uit de groep der gechlloreerde koolwaterstofverbindingen en
- e. overige insecticiden en fungiciden.

In verband met het optreden van resistentie tegen parathion bij *T. urticae* hebben wij van deze soort materiaal van drie verschillende herkomsten onderzocht, die aangeduid zullen worden als stam I, II en III. Stam I is afkomstig uit een kas die reeds jarenlang gebruikt wordt voor het kweken van spint en waarin nooit bestrijdingsmiddelen zijn gebruikt. Als voedselplant voor deze dieren dienden boneplanten. Stam II en III zijn afkomstig uit kassen met perziken resp. kersen. Deze kassen zijn gedurende een vijftal jaren gebruikt voor proefnemingen met insecticiden, waarbij meestal parathion in rook- of nevelvorm is toegepast. Naar schatting is hier in totaal 40–50 maal een bestrijding uitgevoerd. De roofvijanden *S. punctillum* en *Typhl. longipilus* waren meestal afkomstig uit perzikkassen in de praktijk.

### 4.2. METHODIEK

De proefmethodiek is bij elk der drie diersoorten, op enige kleine verschillen na, vrijwel gelijk. Dertig wijfjes van *T. urticae* werden op een spintvrij boneblad geplaatst. In een spuitoren (fig. 11, vereenvoudigd type volgens TEN HOUTEN en KRAAK, 1949) werden deze bladeren bespoten met 2 ml van een bepaalde concentratie van de te onderzoeken stof. De hoeveelheid vloeistof per cm<sup>2</sup> bladoppervlak was 0,0025 ml. Na de bespuiting werden de bladeren in hygrostaatschalen (zie beschrijving blz. 23) bewaard. De controle van de bladeren vond na twee dagen plaats. Met behulp van een bin-

oculair-microscoop werden de aantallen dode en levende wijfjes geteld. Het aantal gebruikte concentraties per middel was minstens zes, waarbij elke volgende concentratie de helft van de voorafgaande bedroeg. Ter controle werd bij elke proef een aantal bladeren met water bespoten. Indien het percentage dode dieren op deze bladeren hoger dan 20 was, werd de proef herhaald.

FIG. 11. Spuitoren naar  
TEN HOUTEN en KRAAK  
(1949)

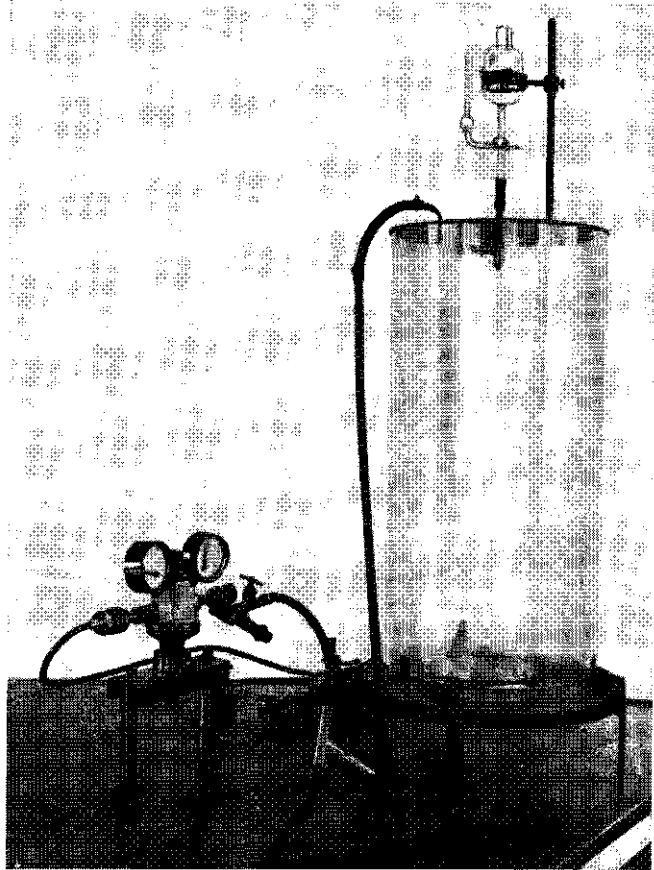


FIG. 11. *Spray tower* after  
TEN HOUTEN en KRAAK  
(1949)

Er werd steeds in drievoud gewerkt, om na te kunnen gaan of er sterke schommelingen optraden in de parallellen. Indien dit zo was, werd het onderzoek eveneens herhaald.

Naast dit onderzoek is van een aantal middelen de eidodende werking nagegaan. Hierbij is ook gecontroleerd of de larven die uit de eieren kwamen, door het residu gedood werden. Hiertoe werden op 5 opeenvolgende dagen 30–40 wijfjes van *T. urticae* van stam I op bonebladeren gezet. Eén dag nadat de dieren op de bladeren gebracht waren, werden ze weer verwijderd. Er waren dan 100–200 eieren afgezet. Door dit

gedurende 5 dagen te herhalen, waren er op de 6de dag bladeren met eieren, die resp. 1, 2, 3, 4 en 5 dagen oud waren. Op de 6de dag werden alle bladeren bespoten met 3 verschillende concentraties van het te onderzoeken middel. In de daaropvolgende dagen, wanneer de eieren uitgekomen waren, werden onder een binoculair-microscop de aantallen dode eieren en dode en levende larven geteld. Op deze wijze werd dus meteen de residuwerking der middelen bepaald. Immers, de eieren die 5 dagen oud waren, kwamen 1 à 2 dagen na de bespuiting uit, zodat de larven zich op een residu bevonden dat 1 à 2 dagen oud was. Zo kwamen de larven die uit de eieren van 4 dagen oud gekomen waren, in contact met een residu dat 2 à 3 dagen oud was, die van 3 dagen met een residu dat 3 à 4 dagen oud was enz. Door nu bij iedere concentratie het totale aantal dode eieren en larven op te tellen en hieruit het dodingspercentage ten opzichte van het totale aantal afgezette eieren te berekenen, kon het eidodend effect en de residuwerking in één getal uitgedrukt worden. Deze gecombineerde werking zal aangeduid worden als *ovolarvicide* werking.

Alle proeven zijn ook hier in drievoud uitgevoerd, terwijl als controle steeds drie met eieren bezette bladeren met water bespoten zijn.

Bij het onderzoek met *Typhl. longipilus* werden de dieren op de bladeren, waarop zij aangetroffen werden, bespoten. Dit is gedaan omdat het overzetten op andere bladeren bij deze mijten zeer tijdrovend is en er dan bovendien nog vrij veel dieren doodgaan. Er werden steeds bladeren gebruikt, waarop zich minstens 10 actieve stadia van *Typhlodromus* bevonden. Verder werden de proeven op dezelfde wijze uitgevoerd als bij *T. urticae*.

De proeftechniek wijkt bij *S. punctillum* iets af. De grote beweeglijkheid der imagines – waarmee uitsluitend gewerkt is – maakte het onmogelijk om de dieren op de bladeren te bespuiten. Perzikbladeren die vrij sterk met spint bezet waren, werden in verschillende concentraties van de te onderzoeken stof gedompeld en in de hygrostaatschalen geplaatst. Daarna werden onder elke schaal 10 imagines van *S. punctillum* gebracht. De dieren begaven zich vrijwel direct naar de bladeren. Evenals bij *T. urticae* en *Typhlodromus* werden de proeven meestal met 6 verschillende concentraties van de te onderzoeken stof genomen. De controle op dode en levende dieren werd gedurende 5–6 dagen dagelijks uitgevoerd. Bij de proeven met *S. punctillum* werd in tweevoud gewerkt, daar de dieren doorlopend slechts in beperkte aantallen beschikbaar waren. Ook hier werd ter controle steeds een serie met water behandeld. Indien het percentage dode dieren in deze serie te hoog was, werd het onderzoek herhaald. Voor vrijwel alle stoffen die bij dit onderzoek toegepast zijn, is gebruik gemaakt van emulgeerbare produkten. Deze lenen zich beter voor het gebruik in een spuitoren dan spuitpoeder.

De verwerking der resultaten is voor de drie dieren op dezelfde wijze geschied. Bij elke concentratie zijn de aantallen levende en dode dieren der parallellen opgeteld. Hieruit werd het percentage dode dieren berekend. De aldus verkregen percentages zijn op waarschijnlijkheidspapier (log. probit) in grafiek gebracht (FINNEY, 1947). Indien er bij de onderzochte concentraties in het geheel geen mortaliteit optrad, is dit weergegeven door de mortaliteitscurve horizontaal in de buurt van de O-as te trekken.

## 4.3. INSECTICIDEN EN FUNGICIDEN

4.3.1. Organische fosforverbindingen<sup>2</sup>

## 4.3.1.1. Parathion (25% 0,0, dimethyl (resp. diaethyl)-0-4-nitrophenylthiofosfaat)

Er blijkt een groot verschil in gevoeligheid voor parathion te bestaan tussen de 3 stammen van *T. urticae*. De LD 50<sup>3</sup> bedraagt 5 mg werkzaam bestanddeel per liter oplossing (w.b./l) voor stam I en ruim 500 mg w.b./l voor stam III. Voor de LD 95 lopen de waarden nog meer uiteen, namelijk resp. 30 en 8000. Door het grote aantal malen dat stam III met parathion is behandeld (zie Inleiding), is deze blijkbaar in hoge mate resistent tegen dit middel geworden.

Daar stam II en stam III ongeveer een gelijk aantal behandelingen met parathion hebben ondergaan, zou verwacht kunnen worden dat de resistentie op hetzelfde niveau ligt. Zoals uit de grafiek blijkt, is dit niet het geval; stam II is belangrijk gevoeliger dan stam III. Het verschil in waardplant kan hierbij een rol spelen; stam II is immers afkomstig van perzik en stam III van kers. Ook in de literatuur zijn enkele dergelijke voorbeelden bekend. Zo schijnt o.a. spint op rozen vrij snel resistent te worden tegen insecticiden (NEISWANDER, RODRIQUEZ & NEISWANDER, 1950; GARMAN, 1950).

Hoewel er gedurende de drie jaren, waarin met de zeer resistente stam III gewerkt is, in de betreffende kas vrijwel geen bestrijding meer is uitgevoerd, heeft het dier zijn resistentie volledig behouden, zoals is gebleken bij controlebespuitingen in 1954, 1955 en 1956. Dit wijst op de sterke isolatie waarin de spintpopulatie binnen een kas leeft.

De ovolarvicide werking van parathion ten opzichte van stam I is gering. De LD 50 ligt vrijwel gelijk met die van de wijfjes van stam III en de LD 95 met die van de wijfjes van stam II.

*S. punctillum* is zeer gevoelig voor parathion. Zelfs bij een dosering van 0,1 mg w.b./l gaat nog een gedeelte der dieren dood. *Typhl. longipilus* blijkt belangrijk minder gevoelig voor het middel te zijn dan *S. punctillum*. Onder de proefcondities is het dier zelfs nog iets minder gevoelig dan stam I van *T. urticae*.

In verschillende landen is het verschijnsel van resistentie van mijten tegen parathion reeds geconstateerd. (SMITH & FULTON, 1951; ENGLISH & STATLER, 1951; FJELDDALEN & DAVIKNES, 1952; DOSSE, 1952). Het betreft meestal kasteelten waar een intensieve spintbestrijding noodzakelijk is. In het vrije veld is het verschijnsel ook waargenomen (MORGAN & DOWNING, 1950; NEWCOMER & DEAN, 1952.) Verschillende onderzoekers wijzen erop dat parathion een nadelige invloed heeft op de natuurlijke vijanden van spint (DELHAYE, 1951; GEIER, 1951; GAPRINDASHVILI & NOVITZKAYA, 1952; COLLYER, 1953 b; HUFFAKER & KENNETT, 1953; MAC PHEE & SANFORD, 1954; MATHYS, 1954 en 1956; GÜNTHART, 1957). Enkele namen zelfs waar, dat enige tijd na een bespuiting met parathion de spintaantasting ernstiger was dan op

<sup>2</sup> Zie bijlage I, fig 12-23

<sup>3</sup> Onder LD 50 wordt verstaan de hoeveelheid van het betreffende bestrijdingsmiddel, die nodig is om 50% der dieren te doden.

onbehandelde percelen, hetgeen ze toeschreven aan het doden der natuurlijke vijanden (ROSENSTIEL, 1950; KLOSTERMEYER, 1954; MATHYS, 1954.)

#### 4.3.1.2. Para-oxon (25 % 0,0, diaethyl -0-4-nitrophenylfosfaat)

Hoewel de verschillen in gevoeligheid der 3 stammen van *T. urticae* voor para-oxon iets minder groot zijn dan bij parathion, lopen de waarden voor de LD 50 uiteen van 50 mg w.b./l tot 500 mg w.b./l en de LD 95 van 250 mg w.b./l tot 6000 mg w.b./l. Vooral stam III is in belangrijke mate resistent tegen dit middel. Stam II is slechts weinig minder gevoelig dan stam I. Het geringere verschil in gevoeligheid voor para-oxon ten opzichte van parathion wordt uitsluitend veroorzaakt doordat de stam, die nog nooit een behandeling met insecticiden ondergaan heeft (stam I) minder gevoelig is voor dit middel dan voor parathion.

*S. punctillum* is veel gevoeliger voor para-oxon dan *T. urticae*; zelfs bij doses die beneden 10 mg w.b./l liggen is 2 dagen na de behandeling een groot percentage der dieren dood.

#### 4.3.1.3. Chloorthion (50 % 0,0, dimethyl-0-3-chloor-4-nitrophenylthiofosfaat)

Ook hier blijkt weer een zeer groot verschil in gevoeligheid te bestaan tussen stam I en stam III van *T. urticae*. De LD 50 loopt uiteen van 60 mg w.b./l tot 4000 mg w.b./l en de LD 95 van 125 mg w.b./l tot 9000 mg w.b./l. Deze grote verschillen in gevoeligheid stemmen vrijwel overeen met de verschillen in gevoeligheid voor parathion.

Stam II van *T. urticae* kon niet bij het onderzoek betrokken worden, daar hij niet meer beschikbaar was. In de gebruikte concentraties bezit het middel geen werking tegen de eieren en larven van stam I. Dit houdt dus in dat het de eieren niet doodt en slechts een geringe werkingsduur bezit.

De gevoeligheid van *S. punctillum* voor chloorthion is vrijwel gelijk aan die van stam I van *T. urticae*. De kevers zijn belangrijk minder gevoelig voor dit middel dan voor parathion.

#### 4.3.1.4. EPN 300 (45 % 0,0, aethyl -0-4- nitrophenylthiobenzeenfosfaat)

Ook voor EPN 300 blijkt spint dat resistent is geworden tegen parathion, een vrij hoge mate van ongevoeligheid te bezitten. De LD 50 voor de 3 stammen van *T. urticae* loopt uiteen van 70 mg w.b./l tot 700 mg w.b./l, en de LD 95 van 250 mg w.b./l tot 7500 mg w.b./l. Stam III is nog weer belangrijk meer resistent tegen het middel dan stam II.

EPN 300 blijkt een goede ovolarvicide werking ten opzichte van stam I te bezitten. De mortaliteitscurve van deze stadia valt vrijwel samen met die van stam I. Deze goede werking wordt voornamelijk veroorzaakt door de lange werkingsduur van het middel.

De imagines van *S. punctillum* zijn zeer gevoelig voor EPN 300. Zelfs bij doses beneden 1 mg w.b./l is het percentage dode dieren nog zeer hoog. Evenals bij parathion is *S. punctillum* veel gevoeliger dan de stam van *T. urticae* die nog nooit met bestrijdingsmiddelen in aanraking is geweest. Daarentegen blijkt EPN 300 weinig giftig te zijn voor *Typhl. longipilus*. Zelfs bij een dosis van 225 mg w.b./l, waarbij stam I van *T. urticae* vrijwel voor 100 % gedood wordt, treedt nog geen sterfte onder de dieren op.

In de literatuur wordt één geval gemeld, waarbij EPN 300 niet werkzaam was tegen spint dat resistent geworden was tegen parathion (FJELDDALEN & DAVIKNES, 1952).

#### 4.3.1.5. Malathion (50% S- (1,2- dicarbethoxyaethyl) 0,0, dimethyldithiofosfaat)

De drie stammen van *T. urticae* verschillen sterk in gevoeligheid voor malathion. De LD 50 loopt uiteen van 70 mg w.b./l tot 800 mg w.b./l en de LD 95 van 200 mg w.b./l tot 12 000 mg w.b./l. Stam III is belangrijk minder gevoelig dan stam II en deze is weer minder gevoelig dan stam I.

De ovararvicide werking van malathion ten opzichte van stam I is betrekkelijk gering, de LD 50 en LD 95 liggen ongeveer tussen die van de wijfjes van stam II en stam III in. Van de beide natuurlijke vijanden is *S. punctillum* gevoeliger voor malathion dan *Typhlodromus*. De kevers blijken gevoeliger voor het middel te zijn dan stam I van *T. urticae*, terwijl de roofmijt wat minder gevoelig is dan deze stam van het spint.

In tegenstelling tot hetgeen hier gevonden is, vermelden NEWCOMER & DEAN (1952) dat spint dat resistent is tegen parathion, goed bestreden zou kunnen worden met malathion. Dit zou erop kunnen wijzen, dat er verschillende vormen van resistentie tegen parathion bestaan.

#### 4.3.1.6. Trithion (50% 0,0, diaethyl-S- (4-chloorphenylthiomethyl) dithiofosfaat)

De gevoeligheid van stam I en stam III van *T. urticae* voor trithion blijken elkaar slechts weinig te ontlopen, stam III is iets minder gevoelig dan stam I. De LD 50 loopt uiteen van 4 mg w.b./l tot 10 mg w.b./l en de LD 95 van 17 mg w.b./l tot 65 mg w.b./l. Met stam II van *T. urticae* kon het onderzoek niet uitgevoerd worden, daar deze niet meer beschikbaar was.

De ovararvicide werking van trithion ten opzichte van stam I is belangrijk minder dan de werking tegen de wijfjes van *T. urticae*. Toch treedt reeds bij lage concentraties een sterke mortaliteit op. De ovararvicide werking wordt voornamelijk veroorzaakt door de lange werkingsduur van het middel.

*S. punctillum* is betrekkelijk weinig gevoelig voor trithion. Stam III van *T. urticae* is nog iets gevoeliger voor het middel dan de kevers. *Typhl. longipilus* is zeer weinig gevoelig voor het middel. Zelfs bij een dosis waardoor stam III vrijwel voor 100% gedood wordt, is het percentage dode dieren bij de roofmijt nog slechts gering.

#### 4.3.1.7. Diazinon (20% 0,0, diaethyl -0-(2-isopropyl -4-methylpyrimidyl (6) thiofosfaat)

In tegenstelling tot de tot nu toe besproken organische fosforverbindingen blijkt diazinon tegen een stam van *T. urticae* die zeer resistent is tegen parathion, slechts weinig minder werkzaam te zijn dan tegen een stam die nog nooit een behandeling met parathion gehad heeft. De LD 50 is voor stam I en stam III vrijwel gelijk, terwijl de LD 95 uiteen loopt van 40 mg w.b./l voor stam I tot 175 mg w.b./l voor stam III. Stam II van *T. urticae* kon niet bij het onderzoek betrokken worden daar deze niet meer beschikbaar was.

In de gebruikte concentraties bezit diazinon geen werking tegen de eieren en larven van stam I. Dit wijst er dus op dat het middel slechts een korte werkingsduur heeft.

*S. punctillum* blijkt een belangrijk grotere gevoeligheid voor diazinon te bezitten dan stam I van *T. urticae*. Bij een dosis van 10 mg w.b./l is de mortaliteit der dieren vrijwel 100%. *Typhl. longipilus* is betrekkelijk weinig gevoelig voor het middel. De LD 50 komt ongeveer overeen met die van stam I van *T. urticae*, terwijl de LD 95 hoger ligt dan die van stam III van *T. urticae*. Evenals in ons onderzoek gebleken is, worden uit Amerika (*Agr. Chem.* 1956) goede resultaten met diazinon tegen parathion-resistente spint gemeld. MATHYS (1955) nam waar dat *Typhlodromus* sp. vrijwel ongevoelig is voor het middel.

#### 4.3.1.8. Potasan (50% 0,0, diaethyl -0-(4-methyl -7- oxycumarine)thiofosfaat)

De 3 stammen van *T. urticae* blijken vrijwel geen verschillen in gevoeligheid voor potasan te bezitten. De LD 50 loopt slechts uiteen van 35 mg w.b./l tot 75 mg w.b./l en de LD 95 van 100 mg w.b./l tot 200 mg w.b./l. De stammen van *T. urticae* die resistent zijn tegen parathion, zijn dit dus in het geheel niet tegen potasan.

Het middel blijkt een vrij goede ovaricicide werking ten opzichte van stam I te bezitten. Dit wordt voornamelijk veroorzaakt door de lange werkingsduur. De gevoeligheid van *S. punctillum* voor het middel ligt in hetzelfde traject als die van *T. urticae*. Bij de verschillende concentraties is het percentage dode dieren steeds vrijwel even groot als van stam I van *T. urticae*.

#### 4.3.1.9. Systox (50% 0,0, diaethyl-0-(2-aethylmercaptoaethyl)thiofosfaat)

De gevoeligheid voor systox blijkt bij stam I en stam II van *T. urticae* ongeveer even groot te zijn. Stam III is echter minder gevoelig. De LD 50 der 3 stammen loopt uiteen van 7 mg w.b./l tot 45 mg w.b./l en de LD 95 van 25 mg w.b./l tot 300 mg w.b./l.

De ovaricicide werking van systox is slechts gering. Imagines van stam III blijken belangrijk gevoeliger voor het middel te zijn dan de eieren en de larven van stam I. *S. punctillum* is voor systox even gevoelig als stam II van *T. urticae*. *Typhl. longipilus* is slechts weinig gevoelig voor het middel. Zelfs bij een dosis van 250 mg w.b./l waarbij de meest resistente stam van *T. urticae* vrijwel volledig gedood wordt, is het percentage dode dieren bij de roofmijt nog zeer gering. Opmerkelijk is, dat er bij alle onderzochte concentraties een geringe doding der dieren optreedt, terwijl dit bij de met water bespoten dieren niet het geval is. Uit Noorwegen wordt gemeld, dat spintmijten die resistent zijn geworden tegen parathion, goed bestreden kunnen worden met systox (FJELDDALEN, 1953). KLOSTERMEYER (1954) nam waar dat een aantal natuurlijke vijanden van spint ongunstig beïnvloed wordt door het middel, terwijl enkele andere auteurs (HUFFAKER & KENNETT, 1953b; MATHYS, 1954) een grote gevoeligheid van *Typhlodromus* sp. voor systox vaststelden.

#### 4.3.1.10. TEP (30% tetra-aethylpyrofosfaat)

De 3 stammen van *T. urticae* vertonen vrij grote verschillen in gevoeligheid voor TEP. Dit komt vooral tot uiting in de LD 95; deze loopt uiteen van 50 mg w.b./l voor

stam I tot 900 mg w.b./l voor stam III. De LD 50 der 3 stammen loopt belangrijk minder uiteen, namelijk van 15 mg w.b./l tot 45 mg w.b./l. In de gebruikte concentraties bezit TEP geen werking tegen de eieren en larven van stam I. Dit wordt veroorzaakt door de korte werkingsduur van het middel, aangezien dit in water zeer snel ontleedt.

De gevoeligheid van *S. punctillum* voor TEP komt vrijwel overeen met die van de gevoeligste stam van *T. urticae*. In de rozenteelt in Amerika is gebleken dat parathion-resistente spintmijten ook een zekere mate van resistentie tegen TEP bezitten (FULTON, SMITH & KONECHY, 1950). Volgens enige auteurs zijn zowel *S. punctillum* als *Typhlodromus* sp. tamelijk gevoelig voor het middel. (GAPRINDASHVILI & NOVITZKAYA, 1952; HUFFAKER & KENNETT, 1953b).

#### 4.3.1.11. Sulfo TEP (25 % tetra-aethyl dithiopyrofosfaat)

De 3 stammen van *T. urticae* verschillen slechts weinig in hun gevoeligheid voor sulfo TEP. De LD 50 loopt uiteen van 17 mg w.b./l tot 60 mg w.b./l, terwijl de verschillen voor de LD 95 nog geringer zijn, namelijk resp. 70 mg w.b./l en 140 mg w.b./l. De stammen van *T. urticae* die resistent zijn tegen parathion, kunnen dus nog vrij goed met sulfo TEP bestreden worden.

De ovaricicide werking van sulfo TEP ten opzichte van stam I is zeer gering, zelfs bij een hoge dosis is de mortaliteit nog gering. Dit wijst er op dat het middel een korte werkingsduur bezit.

De imagines van *S. punctillum* zijn wat gevoeliger voor sulfo TEP dan de gevoeligste stam van *T. urticae*.

De meningen in de literatuur over de waarde van sulfo TEP als bestrijdingsmiddel van spint dat resistent is geworden tegen parathion, lopen uiteen. Enkele auteurs (SMITH & FULTON, 1951; FJELDDALEN & DAVIKNES, 1952) vermelden, dat er met dit middel goede resultaten tegen resistente spintmijten te bereiken zijn, terwijl andere (JEFFERSON & MACK, 1953) het tegengestelde beweren.

#### 4.3.1.12. Schradan (66 % octamethylpyrofosforamide)

De stammen I en II van *T. urticae* zijn vrijwel even gevoelig voor schradan. Stam III is echter minder gevoelig voor het middel. Dit komt nog niet zo sterk tot uiting in de LD 50; deze loopt slechts uiteen van 140 mg w.b./l tot 330 mg w.b./l. Bij de LD 95 is deze variatie echter veel groter, namelijk van 400 mg w.b./l tot ruim 5000 mg w.b./l.

De ovaricicide werking van schradan is niet bijzonder groot. De mortaliteitscurve van de eieren en larven van stam I valt ongeveer samen met die van de wijfjes van stam III.

De gevoeligheid van *S. punctillum* voor schradan is bijzonder gering. Zelfs ver boven doses waarbij *T. urticae* volledig gedood wordt, treedt er nog geen sterfte onder de kevers op. Ook *Typhlodromus* is weinig gevoelig voor het middel.

Door FJELDDALEN & DAVIKNESS (1952) wordt vermeld dat spintmijten die resistent zijn tegen parathion, met succes bestreden kunnen worden met schradan. Vol-



gens RIPPER c.s. (1950) worden de natuurlijke vijanden van spint niet door het middel gedood. KLOSIERMEYER (1954) vermeldt daarentegen dat de natuurlijke vijanden er enigszins ongunstig door beïnvloed worden.

#### 4.3.1.13. Samenvatting organische fosforverbindingen

In tabel 17 zijn de resultaten die met de organische fosforverbindingen verkregen zijn, samengevat. Hierin is, naast de LD 50 van stam I, weergegeven de verhouding tussen deze LD 50 en die van resp. de imagines van stam II en III, de eieren en larven van stam I, de imagines van *S. punctillum* en de imagines, larven en nimfen van *Typhlodromus longipilus*.

TABEL 17. Gevoeligheid van *T. urticae*, *S. punctillum* en *Typhl. longipilus* voor organische fosforverbindingen

Middel	LD 50 stam I in mg w.b./l	LD 50 stam II / LD 50 stam I	LD 50 stam III / LD 50 stam I	LD 50 eieren + larven / LD 50 stam I	LD 50 <i>S. punc-</i> <i>tillum</i> / LD 50 stam I	LD 50 <i>Typhl.</i> <i>longipilus</i> / LD 50 stam I
	Parathion . .	5	20	120	80	0,02
Para-oxon . .	50	2	10	—	0,125	—
Chloorthion . .	35	—	45	> 15	0,66	—
EPN 300 . . .	75	2	10	1	0,07	> 3
Malathion . .	75	3	12	4	0,33	3
Trithion . . .	4	—	3	15	4	15
Diazinon . . .	20	—	1,5	> 20	0,1	1
Potasan . . .	35	1	2	2	1	—
Systox . . . .	12	0,5	4	15	0,5	> 20
TEP . . . . .	15	1,5	3	> 35	1	—
Sulfo TEP . .	15	1,5	4	> 35	0,5	—
Schradan . .	140	1	2,5	4	> 20	15

Chemical	LD 50 strain I in mg a.i./l <sup>1</sup>	LD 50 strain II / LD 50 strain I	LD 50 strain III / LD 50 strain I	LD 50 eggs + larvae / LD 50 strain I	LD 50 <i>S. punctillum</i> / LD 50 strain I	LD 50 <i>Typhl.</i> <i>longipilus</i> / LD 50 strain I

<sup>1</sup> mg a.i./l = mg active ingredients per liter

TABEL 17. Susceptibility of *T. urticae*, *S. punctillum* and *Typhl. longipilus* to organic phosphorus compounds

De LD 50 voor parathion is bij stam II van *T. urticae* 20 maal zo hoog als die van stam I. Voor de overige middelen uit deze groep is de LD 50 van stam II of even hoog of  $1\frac{1}{2}$ –3 maal zo hoog als die van stam I. Alleen bij systox is de LD 50 van stam II iets lager dan die van stam I.

De LD 50 voor parathion geeft voor stam III van *T. urticae* een waarde die 120 maal hoger ligt dan die van stam I. De overige middelen kunnen in 2 groepen verdeeld worden nl. een waarvan de LD 50 van stam III 10–45 maal zo hoog ligt als die van stam I (hiertoe behoren para-oxon, chloorthion, EPN 300 en malathion) en een waarvan de LD 50 van stam III  $1\frac{1}{2}$ –4 maal zo hoog ligt als die van stam I (hieronder vallen alle overige middelen).

In het algemeen kan dus gezegd worden dat, indien *T. urticae* resistent is geworden tegen parathion, het dier ook in meerdere of mindere mate resistent is tegen de andere organische fosforverbindingen.

Hoewel er uitzonderingen zijn, is de ovaricide werking der organische fosforverbindingen gering. In vele gevallen is de LD 50 der eieren en larven meer dan het 10-voudige van de LD 50 van de wijfjes van stam I. Alleen EPN 300 en potasan maken hierop een uitzondering. Dat wordt voornamelijk veroorzaakt door de lange werkingsduur van deze middelen.

*S. punctillum* blijkt in enkele gevallen even gevoelig te zijn voor de organische fosforverbindingen als stam I van *T. urticae*. In de meeste gevallen is deze natuurlijke vijand echter veel gevoeliger voor deze stoffen dan de niet-resistente stam van het spint. Alleen voor schradan is *S. punctillum* zeer weinig gevoelig.

Van de onderzochte middelen blijkt *Typhl. longipilus* voor parathion, malathion en diazinon vrijwel even gevoelig of iets minder gevoelig te zijn dan stam I van *T. urticae*. Voor EPN 300, trithion, systox en schradan is deze roofmijt belangrijk minder gevoelig dan stam I van *T. urticae*.

Hoewel de middelen uit de groep der fosforzure esters een goede werking tegen spintmijten bezitten, dient er rekening mee te worden gehouden dat de natuurlijke vijanden, en in het bijzonder *S. punctillum*, meestal gevoeliger voor de middelen zijn dan het spint. Hierdoor is de kans op een hernieuwd en dan heviger optreden van spint niet uitgesloten. Alleen schradan maakt hierop een uitzondering.

#### 4.3.2. Specifieke acariciden die tegen alle stadia werkzaam zijn<sup>4</sup>

##### 4.3.2.1. Dimite (25% 1,1-di (4-chloorphenyl) aethanol)

De drie stammen van *T. urticae* blijken vrijwel even gevoelig voor dimite te zijn. De LD 50 loopt slechts uiteen van 125 mg w.b./l tot 250 mg w.b./l en de LD 95 van 500 mg w.b./l tot 800 mg w.b./l. Stam III van *T. urticae*, die de sterkste resistentie tegen parathion bezit, is iets gevoeliger voor het middel dan stam II. De ovaricide werking van dimite is vrij goed. Dit wordt gedeeltelijk veroorzaakt door de eidodende werking van het middel en gedeeltelijk door zijn vrij lange werkingsduur.

De imagines van *S. punctillum* zijn zeer weinig gevoelig voor dimite. In een dosis van 2000 mg w.b./l is de mortaliteit nog van geen betekenis.

Evenals in ons onderzoek is gebleken, vermelden enkele auteurs dat spint dat resistent is geworden tegen parathion, goed bestreden kan worden met dimite (FJELDALEN & DAVIKNES, 1952; NEWCOMER & DEAN, 1952.). De natuurlijke vijanden van spint worden volgens enkele buitenlandse waarnemingen niet nadelig beïnvloed door het middel (ROSENSTIEL, 1950; KLOSTERMEYER, 1954.).

##### 4.3.2.2. Kelthane (20% 1,1-di (4-chloorphenyl)-2,2,2-trichlooraethanol)

Stam I en stam III van *T. urticae* zijn even gevoelig voor kelthane; zowel de LD 50 als de LD 95 zijn voor beide stammen vrijwel gelijk. Stam II kon niet in het onder-

<sup>4</sup> Zie bijlage II, fig. 24-27

zoek betrokken worden, daar hij niet meer beschikbaar was. De ovaricide werking van kelthane is vrij goed, hetgeen te verklaren is uit de lange nawerking gecombineerd met een matige eidodende werking.

De imagines van *S. punctillum* zijn volkomen ongevoelig voor kelthane. Zelfs in doses die het tienvoudige bedragen van doses waarbij het spint vrijwel voor 100 % gedood wordt, is de sterfte onder de kevers nog nihil. Ook *Typhl. longipilus* is betrekkelijk weinig gevoelig voor het middel. De LD 50 bedraagt 100 mg w.b./l, terwijl die voor beide stammen van *T. urticae* 20 mg w.b./l. bedraagt.

GÜNTHART (1957) vermeldt dat *Typhlodromus* ongevoelig is voor kelthane.

#### 4.3.2.3. Chloorbenzilaat (25 % 4,4-dichloorbenzoëzure aethylester)

De 3 stammen van *T. urticae* verschillen weinig in gevoeligheid voor chloorbenzilaat. De LD 50 varieert slechts van 100 mg w.b./l tot 250 mg w.b./l en de LD 95 van 450 mg w.b./l tot 1000 mg w.b./l. Het is hierbij opmerkelijk, dat stam I bij lagere doses gevoeliger voor het middel schijnt te zijn dan de beide andere, terwijl het bij de hogere doses juist andersom is. Chloorbenzilaat bezit een goede ovaricide werking. De mortaliteitscurve der larven en eieren van stam I valt vrijwel samen met die van de wijfjes van stam II en stam III. Naast een goede werking tegen de eieren bezit het middel een vrij lange residuwerking. De gevoeligheid van *S. punctillum* voor chloorbenzilaat is bijzonder gering. Zelfs bij een dosis van 2000 mg w.b./l wordt nog geen der dieren door het middel gedood. Ook *Typhl. longipilus* blijkt er zeer weinig gevoelig voor te zijn. Uit het onderzoek van MATHYS (1954) blijkt dat *Typhlodromus* sp. weinig gevoelig voor chloorbenzilaat is. Volgens waarnemingen van KLOSTERMEYER (1954) heeft het middel geen nadelige invloed op de natuurlijke vijanden van spintmijten.

#### 4.3.2.4. Aramite (25 % 2-chlooraethyl-2-(4 tert. butylphenoxy)-1-methylaethylsulfiet)

De stammen I en III van *T. urticae* zijn precies even gevoelig voor aramite. Stam II is echter belangrijk minder gevoelig; de LD 50 ligt bij deze stam bij 300 mg w.b./l, terwijl die der beide andere stammen bij 25 mg w.b./l ligt. De stam van *T. urticae* die zeer resistent is tegen parathion, blijkt dus gevoeliger voor aramite te zijn dan de stam die in veel mindere mate resistent is tegen parathion.

De ovaricide werking van aramite is niet bijzonder groot. De gevoeligheid der eieren en larven van stam I komt ongeveer overeen met die der imagines van stam III.

*S. punctillum* ondervindt geen nadelige invloed van aramite; in een dosis van 1000 mg w.b./l wordt nog geen der dieren gedood. *Typhl. longipilus* is wel wat gevoeliger voor het middel. Toch is de sterfte onder de dieren geringer dan die van stam II van *T. urticae*. Ten opzichte van de beide andere stammen van het spint is de roofmijt veel minder gevoelig voor aramite.

In de literatuur zijn de meningen over de resultaten met aramite tegen parathion-resistente spintmijten niet eensluidend. Zo vermelden NEWCOMER & DEAN (1952) goede resultaten, terwijl SMITH & FULTON (1951) een minder grote gevoeligheid van de parathion-resistente mijten waarnamen.

Ook ten aanzien van de invloed van aramite op de natuurlijke vijanden zijn de meningen verdeeld. Enkele auteurs (o.a. BARTLETT, 1953; KLOSTERMEYER, 1954)

stelden een selectieve werking van het middel vast, terwijl anderen (ROSENSTIEL, 1950; HUFFAKER & KENNETT, 1953b.) melden dat zowel *Stethorus* sp. als *Typhlodromus* sp. gevoelig zijn voor het middel.

#### 4.3.2.5. Samenvatting specifieke acariciden die tegen alle stadia werkzaam zijn.

In tabel 18 zijn de resultaten die met de specifieke acariciden verkregen zijn, samengevat. In deze tabel zijn dezelfde gegevens opgenomen als in tabel 17.

TABEL 18. Gevoeligheid van *T. urticae*, *S. punctillum* en *Typhl. longipilus* voor specifieke acariciden die tegen alle stadia werkzaam zijn

Middel	LD 50 stam I in mg w.b./l	LD 50 stam II / LD 50 stam I	LD 50 stam III / LD 50 stam I	LD 50 eieren + larven / LD 50 stam I	LD 50 <i>S. punctillum</i> / LD 50 stam I	LD 50 <i>Typhl. longipilus</i> / LD 50 stam I
	<i>Chemical</i>	LD 50 strain II / LD 50 strain I	LD 50 strain III / LD 50 strain I	LD 50 eggs + larvae / LD 50 strain I	LD 50 <i>S. punctillum</i> / LD 50 strain I	LD 50 <i>Typhl. longipilus</i> / LD 50 strain I
Dimite . . .	180	1,3	0,66	2	> 10	—
Kelthane . .	20	—	1	4	> 80	4
Chloorbenzilaat . . .	100	2,5	2	2	> 20	60
Aramite. . .	25	12	1	8	> 40	20

<sup>1</sup> mg a.i./l = mg active ingredients per liter

TABEL 18. Susceptibility of *T. urticae*, *S. punctillum* and *Typhl. longipilus* to specific acariciden

Stam II van *T. urticae*, die matig resistent is tegen parathion, is ook enigszins resistent tegen de middelen uit deze groep. Deze resistentie is echter over het geheel genomen gering. Het is opmerkelijk dat stam III, die zeer resistent is tegen parathion, vrijwel even gevoelig is voor de middelen uit deze groep als de niet-resistente stam I.

De ovaricidische werking van de middelen is, behalve bij aramite, vrij goed. Behalve bij kelthane zijn er echter vrij hoge doses nodig om een voldoende werking tegen de eieren en larven van *T. urticae* te verkrijgen.

De imagines van *S. punctillum* zijn vrijwel ongevoelig voor deze stoffen. Zelfs in zeer hoge doses treedt nog geen sterfte onder de dieren op. Ook *Typhl. longipilus* blijkt betrekkelijk weinig gevoelig te zijn: de LD 50 voor kelthane is 4 maal zo hoog, die voor aramite 20 maal zo hoog als bij *T. urticae*, terwijl dit voor chloorbenzilaat nog hoger is.

Vanuit het oogpunt van een gecombineerde chemische en biologische bestrijding zijn deze middelen van grote betekenis. Zij bezitten immers een goede werking tegen *T. urticae* en doden de natuurlijke vijanden van deze mijt niet.

### 4.3.3. Specifieke acariciden met ovicide werking<sup>5</sup>

#### 4.3.3.1. PCPBS (25 % 4-chloorphenylbenzeensulfonaat)

De wijfjes van *T. urticae* zijn weinig gevoelig voor PCPBS; bij een dosis van 10 000 mg w.b./l wordt nog slechts een doding van 90 % bereikt. De werking tegen de eieren en larven is belangrijk beter. De LD 50 bedraagt ongeveer 300 mg w.b./l, terwijl deze voor de wijfjes 1000 mg w.b./l is. In de LD 95 komt dit verschil in gevoeligheid tussen de eieren en larven enerzijds en de wijfjes anderzijds nog duidelijker tot uiting; deze is nl. resp. 200 mg w.b./l en 20 000 mg w.b./l.

*S. punctillum* is in de gebruikte concentraties ongevoelig voor PCPBS. Zelfs bij een doses van 5000 mg w.b./l wordt nog geen der dieren er door gedood. *Typhl. longipilus* is ongeveer even gevoelig voor het middel als de wijfjes van *T. urticae*.

#### 4.3.3.2. PCPCBS (25 % 4-chloorphenyl-4-chloorbenzeensulfonaat)

De wijfjes van *T. urticae* zijn veel minder gevoelig voor PCPCBS dan de eieren en larven. De LD 50 bedraagt voor de wijfjes 3500 mg w.b./l en voor de larven en eieren 150 mg w.b./l. Voor de LD 95 zijn deze hoeveelheden resp. 50 000 mg w.b./l en 1000 mg w.b./l. De eieren en larven zijn dus gevoeliger voor dit middel dan voor PCPBS, terwijl dit voor de wijfjes juist andersom is. De imagines van *S. punctillum* zijn ongevoelig voor PCPCBS. Van een dosis van 10 000 mg w.b./l ondervindt geen enkel dier nadelige gevolgen.

Volgens KLOSTERMEYER (1954) heeft PCPCBS geen nadelige invloed op de natuurlijke vijanden van het spint. HUFFAKER & KENNETT (1953b) vermelden echter dat *Typhlodromus reticulatus* gevoelig is voor het middel.

#### 4.3.3.3. 2,4 DCPBS (25 % 2,4-dichloorphenylbenzeensulfonaat)

De eieren en larven van *T. urticae* zijn vrijwel even gevoelig voor 2,4 DCPBS als de wijfjes. Deze gevoeligheid is echter vrij gering, de LD 50 is 2500 mg w.b./l. In vergelijking tot PCPBS is de ovaricicide werking van het middel belangrijk minder.

*S. punctillum* is ook voor 2,4 DCPBS volkomen ongevoelig: bij een dosis van 10 000 mg w.b./l treedt er nog geen sterfte onder de dieren op.

In de literatuur spreken de gegevens over de invloed van 2,4 DCPBS op de natuurlijke vijanden van het spint elkaar tegen. Zo vond KLOSTERMEYER (1954) dat het de natuurlijke vijanden niet ongunstig beïnvloedt. Anderen (CAMPBELL & HUTCHINS, 1952; HUFFAKER & KENNETT, 1953b) vermelden daarentegen, dat zowel *Scymnus* sp. als *Typhlodromus* sp. er gevoelig voor zijn.

#### 4.3.3.4. DPS (35 % diphenylsulfon)

De wijfjes van *T. urticae* zijn ongeveer even gevoelig voor DPS als voor PCPBS. De LD 50 ligt bij 1500 mg w.b./l en de LD 95 bij 9000 mg w.b./l. De eieren en larven zijn in de gebruikte doses ongevoelig, bij een dosis van 2000 mg w.b./l is de sterfte onder deze stadia van het spint nog vrijwel nihil. *S. punctillum* is ongevoelig voor DPS. Zelfs in een dosis van 16 000 mg w.b./l blijven alle kevers nog in leven.

<sup>5</sup> Zie bijlage III, fig. 28-34

#### 4.3.3.5. Sulphenone (25% 4-chloorphenylphenylsulfon)

De wijfjes van *T. urticae* zijn belangrijk minder gevoelig voor sulphenone dan de eieren en larven. De LD 50 bedraagt voor de wijfjes 3000 mg w.b./l en voor de eieren en larven 750 mg w.b./l. In tegenstelling tot de andere middelen uit deze groep, vermindert de werking van sulphenone zowel tegen de wijfjes als tegen de eieren en larven bij afnemende doses snel.

De imagines van *S. punctillum* blijken zeer weinig gevoelig voor sulphenone te zijn; bij een dosis van 5000 mg w.b./l treedt geen sterfte op. KLOSTERMEYER (1954) vermeldt dat sulphenone de natuurlijke vijanden niet nadelig beïnvloedt.

#### 4.3.3.6. Tedion (10% 2,4,5,4'-tetrachloordiphenylsulfon)

De eieren en larven van *T. urticae* zijn veel gevoeliger voor tedion dan de wijfjes. De LD 50 en LD 95 zijn voor de eieren en larven resp. 50 en 200 mg w.b./l en die der wijfjes 5000 en 50 000 mg w.b./l. De ovaricidische werking van het middel is belangrijk beter dan die der andere middelen uit deze groep. Zowel *S. punctillum* als *Typhl. longipilus* zijn zeer weinig gevoelig voor tedion. Bij doses die het 10-voudige bedragen van de LD 95 der eieren en larven van *T. urticae*, treedt nog geen sterfte onder de beide natuurlijke vijanden op.

#### 4.3.3.7. Chloorbenzide (20% 4-chloorbenzyl-4-chloorphenylsulfide)

Evenals dat bij alle middelen uit deze groep het geval is, zijn de wijfjes van *T. urticae* minder gevoelig voor chloorbenzide dan de larven en eieren. De LD 50 bedraagt voor de eieren en larven 450 mg w.b./l en voor de wijfjes 3000 mg w.b./l, terwijl deze hoeveelheden voor de LD 95 resp. 200 mg w.b./l en 12 000 mg w.b./l bedragen.

De imagines van *S. punctillum* zijn weinig gevoelig voor chloorbenzide. Bij een dosis van 8000 mg w.b./l is de sterfte slechts zeer gering. *Typhlodromus longipilus* is belangrijk gevoeliger. Het dier is echter minder gevoelig dan de eieren en larven van *T. urticae*. CRANHAM c.s. (1953) vermelden dat de verschillende roofvijanden van spint niet gedood worden door chloorbenzide.

#### 4.3.3.8. Samenvatting specifieke acariciden met ovicide werking

De wijfjes van *T. urticae* zijn weinig gevoelig voor deze groep van verbindingen. Het zijn vooral de larven en eieren, die erdoor worden gedood. Een uitzondering op deze regel vormen DPS en 2,4 DCPBS. De ovaricidische werking van tedion is belangrijk beter dan die van de overige middelen uit deze groep.

De imagines van *S. punctillum* zijn weinig gevoelig. In vrijwel alle gevallen overtreft de gevoeligheid van de wijfjes van *T. urticae* vele malen die van de kevers. Ten opzichte van de eieren en larven van *T. urticae* is dit verschil nog veel groter.

Ook *Typhl. longipilus* is betrekkelijk weinig gevoelig voor de middelen uit deze groep. De eieren en larven van *T. urticae* zijn in alle gevallen waarin dit is nagegaan, gevoeliger voor deze middelen dan de roofmijt.

Uit het oogpunt van een gecombineerde chemische en biologische bestrijding is ook deze reeks van verbindingen belangrijk. Verschillende bezitten een goede

werking tegen de eieren en larven van *T. urticae* en hebben geen nadelige invloed op de natuurlijke vijanden van *T. urticae*.

#### 4.3.4. Gechloreerde koolwaterstofverbindingen<sup>6</sup>

##### 4.3.4.1. DDT (25% 1,1,1-trichloor-2,2-di (4-chloorphenyl) aethaan)

In de gebruikte concentraties van DDT treedt er onder de wijfjes van *T. urticae* geen sterfte op. De gevoeligheid van *S. punctillum* is belangrijk groter dan die van *T. urticae*. Twee dagen na de behandeling komt dit nog niet zo duidelijk tot uiting, daar de mortaliteit dan nog maar gering is. Vijf dagen na de behandeling is het aantal dode dieren veel groter en ligt de LD 50 bij 125 mg w.b./l. Ook *Typhl. longipilus* blijkt zeer gevoelig voor DDT te zijn. De roofmijt is zelfs gevoeliger dan *S. punctillum*, want 2 dagen na de behandeling is de sterfte onder *Typhl. longipilus* reeds even groot als dit na 5 dagen bij *S. punctillum* het geval is.

In de literatuur treft men zeer veel voorbeelden aan, waarin melding gemaakt wordt van uitbreiding van *T. urticae* na behandeling met DDT (CHANDLER, 1945; DEAN, 1945; HOGAN & STEPHENS, 1946; PARKER & LAMERSON, 1946; HELY, 1947; LANDIS & DAVIS, 1947; BROMLEY, 1948; GALLAY, 1950; HUFFAKER & SPITZER, 1950; ANKERSMIT, 1951; BARNES, 1951; BARTLETT & ORTEGA, 1952; LANDIS & GIBSON, 1953; CHABOUSSOU & BESSARD, 1954; TINKER, 1954; COLLINGWOOD, 1955).

De meeste auteurs zoeken de verklaring van de uitbreiding van het spint in het doden der natuurlijke vijanden. Toch zijn er ook enige andere zienswijzen. Zo stelde DAVIS (1950) vast, dat DDT de activiteit van de mijt *Tetranychus multisetis* vergroot. Hierdoor verspreidt het dier zich sneller over de gehele plant en blijft de aantasting aanvankelijk niet gelocaliseerd, zoals dit onder normale omstandigheden het geval is. Ten gevolge hiervan is de voedselconcurrentie in het begin geringer en wordt de maximale populatiedichtheid over de gehele plant eerder bereikt. KLOSTERMEYER & RASMUSSEN (1953) die grondbehandelingen met DDT uitvoerden, namen na afloop daarvan eveneens een sterke uitbreiding van spint waar. Zij veronderstellen dat dit het gevolg is van wijzigingen in de samenstelling van de plant, die teweeg gebracht worden door DDT.

HUECK (1953) komt op grond van zijn onderzoek tot een geheel andere conclusie. Hij vond, dat de eiproductie van wijfjes van *Metatetranychus ulmi* belangrijk toeneemt bij lage doseringen van DDT. Of hier sprake is van een directe beïnvloeding van het spint of van een indirecte via de waardplant is niet bekend. Zowel HUFFAKER (1948) als DAVIS (1950), die eenzelfde onderzoek deden, vonden echter geen verhoging van de eiproductie na een behandeling met DDT. Ook uit onze eigen waarnemingen is niet gebleken dat DDT de eiproductie van *T. urticae* stimuleert (BRAVENBOER, 1955).

##### 4.3.4.2. Lindaan (10% $\gamma$ -isomeer van 1,2,3,4,5,6-hexachloorcyclohexaan)

De wijfjes van *T. urticae* zijn ook in hoge concentraties ongevoelig voor lindaan. Ook *S. punctillum* wordt door dezelfde concentraties niet gedood. Zelfs 5 dagen na de

<sup>6</sup> Zie bijlage IV, fig. 35-41.

behandeling treedt nog geen sterfte op. Daarentegen is *Typhl. longipilus* tamelijk gevoelig. Bij toepassing van concentraties, waarbij de beide andere dieren geen nadelige invloed van linaan ondervinden, is het percentage dode dieren van de roofmijt vrij hoog.

In de literatuur wordt slechts sporadisch melding gemaakt van uitbreiding van spint na toepassing van linaan (BEENEL c.s., 1947; YOUNG & GAINES, 1954). Enkele onderzoekers (NEWSON & SMITH, 1949; CAMPBELL & HUTCHINS, 1952; COLLYER, 1953b) vermelden echter wel, dat de natuurlijke vijanden van spint nadelig beïnvloed worden door het middel. GÜNTHART (1947) daarentegen beweert dat dit niet het geval is.

#### 4.3.4.3. Toxapheen (25 % octachloorendomethyleentrimethylcyclohexaan)

*T. urticae* is slechts weinig gevoelig voor toxapheen. Ook de sterfte onder de imagines van *S. punctillum* is 2 dagen na de behandeling nog gering. Maar vijf dagen na de behandeling is het percentage dode dieren veel groter. *Typhl. longipilus* blijkt iets gevoeliger voor toxapheen te zijn dan de beide andere dieren.

In de literatuur zijn slechts weinig gegevens bekend over de invloed van toxapheen op de natuurlijke vijanden van spint. NEWSON & SMITH (1949) vermelden dat het middel het evenwicht tussen spint en zijn natuurlijke vijanden ernstig verstoort, terwijl volgens CAMPBELL & HUTCHINS (1952) toxapheen matig toxisch is voor *Scymnus* sp.

#### 4.3.4.4. Chloordaan (70 % 2,3,4,5,6,7,10,10-octachloor-4,7,8,9-tetrahydro-4,7-endomethyleenindaan)

Er blijkt weinig verschil in gevoeligheid voor chloordaan te zijn tussen *T. urticae* en *S. punctillum*. Hoewel er met vrij hoge doses gewerkt is, is de doding betrekkelijk gering. Ook 5 dagen na de behandeling is de sterfte van *S. punctillum* nog slechts weinig toegenomen.

In de literatuur wordt slechts in enkele gevallen melding gemaakt van uitbreiding van spint na een behandeling met chloordaan (YOUNG & GAINES, 1950; MICHELBACKER c.s., 1952). CAMPBELL & HUTCHINS (1952) vermelden, dat het middel weinig toxisch is voor *Scymnus* sp.

#### 4.3.4.5. Aldrin (25% 1,2,3,4,11,11-hexachloor-1,4,5,8,9,10-hexahydro-1,4,5,8-diendomethyleennaphtaleen)

De wijfjes van *T. urticae* zijn ongevoelig voor aldrin. *S. punctillum* daarentegen is tamelijk gevoelig voor het middel. Vijf dagen na de behandeling is het percentage dode dieren nog enigszins toegenomen en is de sterfte ook bij lage concentraties hoog.

In de literatuur treft men enkele gevallen aan, waarin een behandeling met aldrin uitbreiding van spint tot gevolg heeft (YOUNG & GAINES, 1950; MICHELBACKER c.s., 1952). Volgens CAMPBELL & HUTCHINS (1952) is het middel matig toxisch voor *Scymnus* sp.



#### 4.3.4.6. Dieldrin (20% 1,2,3,4,11,11-hexachloor-6,7-epoxy-1,4,5,6,7,8,9,10-octachloor-1,4,5,8-diendomethyleennaphtaleen)

Dieldrin blijkt in de gebruikte concentraties in het geheel niet toxisch te zijn voor de wijfjes van *T. urticae*. Ook *S. punctillum* is weinig gevoelig voor het middel. Twee dagen na de behandeling is nog geen der dieren dood, terwijl ook vijf dagen na de behandeling de sterfte nog gering is.

Slechts enkele malen wordt er in de literatuur melding gemaakt van uitbreiding van spint na toepassing van dieldrin (YOUNG & GAINES, 1950; MICHELBACKER c.s., 1952; HARVEY, 1954). CAMPBELL & HUTCHINS (1952) vermelden, dat het middel matig toxisch is voor *Scymnus* sp.

#### 4.3.4.7. Endrin (20% stereo-isomeer van dieldrin)

Zowel *T. urticae* als *Typhl. longipilus* zijn betrekkelijk weinig gevoelig voor endrin. Eerst bij hogere doses treedt er doding van betekenis op. De imagines van *S. punctillum* zijn gevoeliger voor het middel. Twee dagen na de behandeling is de sterfte nog niet zo groot. Vijf dagen na de behandeling zijn ook bij lagere doses veel dieren dood.

#### 4.3.4.8. Samenvatting gechloreerde koolwaterstofverbindingen

De wijfjes van *T. urticae* zijn vrijwel ongevoelig voor middelen uit deze groep. Zelfs na toediening van hoge doses treedt er weinig of geen mortaliteit op. De imagines van *S. punctillum* daarentegen zijn veel gevoeliger. Dit komt vooral tot uiting, indien men de resultaten 5 dagen na de behandeling vergelijkt. Ook bij lage doses is de sterfte onder de dieren dan groot. Landaan maakt hierop een uitzondering; ook bij de hoogste concentratie zijn 5 dagen na de behandeling alle dieren nog in leven.

Ook *Typhl. longipilus* blijkt een grote gevoeligheid voor de meeste middelen uit deze groep van verbindingen te bezitten. In de meeste gevallen is deze roofmijt nog gevoeliger dan *S. punctillum*. Alleen bij endrin is de gevoeligheid van *Typhl. longipilus* minder groot.

In het algemeen kan gezegd worden, dat de gechloreerde koolwaterstofverbindingen een zeer ongunstig effect hebben op het evenwicht tussen spint en zijn natuurlijke vijanden. Enerzijds bezitten de middelen geen werking tegen *T. urticae*, anderzijds doden zij de natuurlijke vijanden.

### 4.3.5. Overige insecticiden en fungiciden<sup>7</sup>

#### 4.3.5.1. Azobenzeen (20%)

De wijfjes van *T. urticae* zijn weinig gevoelig voor azobenzeen. Zelfs bij een dosis van 6000 mg w.b./l gaat slechts 50% der dieren dood. De eieren en larven zijn veel gevoeliger; de LD 50 bedraagt hier 750 mg w.b./l. De imagines van *S. punctillum* zijn ongevoelig voor azobenzeen. Bij doses waarbij de eieren en larven van *T. urticae* voor vrijwel 100% gedood worden, treedt nog geen sterfte op onder de kevers.

<sup>7</sup> zie bijlage V, fig. 42-49.

*Typhl. longipilus* is vrijwel even gevoelig voor azobenzeen als de wijfjes van *T. urticae*. Ten opzichte van de eieren en larven van het spint is de roofmijt dus slechts weinig gevoelig. Uit België wordt gemeld, dat *S. punctillum* ongevoelig is voor azobenzeen (ANONYMUS, 1948).

#### 4.3.5.2. DN-111 (20% dicyclohexylaminezout van 2,4-dinitro-6-cyclohexylphenol)

De werking van DN-111 is wat beter tegen de eieren en larven van *T. urticae* dan tegen de wijfjes. In beide gevallen zijn er echter hoge doses nodig om een redelijke doding te verkrijgen.

*S. punctillum* is belangrijk minder gevoelig voor het middel dan de verschillende stadia van het spint. Ook bij de hoogste concentratie ligt de doding nog beneden 50%.

Enkele auteurs maken er melding van dat DN-111 geen nadelige invloed heeft op de natuurlijke vijanden van spint (CAKEBREAD, 1946; KLOSTERMEYER, 1954).

#### 4.3.5.3. Minerale olie (100%)

De wijfjes van *T. urticae* zijn weinig gevoelig voor minerale olie. De ovolarvicide werking van het middel is belangrijk beter. Toch is er een hoge concentratie nodig om de eieren en larven voor een groot percentage te doden.

*S. punctillum* is in de gebruikte concentraties ongevoelig. Volgens COLLYER (1953b) zouden verschillende natuurlijke vijanden van spintmijten door een winterbespuiting met minerale olie in hun winterschuilplaatsen gedood worden.

#### 4.3.5.4. Rotenon (5%)

De wijfjes van *T. urticae* zijn belangrijk gevoeliger voor rotenon dan de imagines van *S. punctillum*. Dit komt vooral tot uiting bij de hogere concentraties.

#### 4.3.5.5. Nicotine (100%)

De wijfjes van *T. urticae* zijn vrijwel ongevoelig voor nicotine. Ook *S. punctillum* blijkt slechts weinig gevoelig te zijn; eerst bij hoge concentraties treedt er enige sterfte op. Daarentegen is *Typhl. longipilus* veel gevoeliger. Zelfs bij lage concentraties gaan er nog veel dieren dood.

In de literatuur wordt er enkele malen melding van gemaakt dat *Stethorus* sp. niet gedood wordt door een behandeling met nicotine (STEINER c.s., 1944; NEWCOMER & DEAN, 1946; NEWSON & SMITH, 1949; MAC PHEE & SANFORD, 1954).

#### 4.3.5.6. Zwavel

Bij het onderzoek is zwavel toegepast in de vorm van Californische pap.

Zowel de wijfjes als de eieren en larven van *T. urticae* zijn weinig gevoelig voor zwavel. Ook bij hoge concentraties is de mortaliteit slechts gering. De eieren en larven zijn iets gevoeliger dan de wijfjes.

*S. punctillum* ondervindt geen nadelige invloed van het middel, *Typhl. longipilus* is er echter zeer gevoelig voor. Zelfs bij de laagste concentratie die toegepast is, gaat nog meer dan 75% der dieren dood.

In de literatuur wordt verschillende malen vermeld, dat de natuurlijke vijanden

en in het bijzonder mijten van het geslacht *Typhlodromus* gedood worden door zwavel (LORD, 1949; LATHROP & HILBORN, 1950; CLANCY & POLLARD, 1952; MOUTIA, 1953; MATHYS, 1954b; CLANCY & MC ALISTER, 1956).

#### 4.3.5.7. Zineb (70 % zink-aethyleenbisdithiocarbamaat)

Zowel *T. urticae* als *S. punctillum* en *Typhl. longipilus* blijkt ongevoelig voor zineb te zijn. Volgens MATHYS (1956) zou *Typhl. tiliae* zeer gevoelig zijn voor dit middel.

#### 4.3.5.8. Captan (50 % N-trichloormethyl-thio-tetrahydro-phtaalimide)

*T. urticae*, *S. punctillum* en *Typhl. longipilus* zijn ongevoelig voor captan. Volgens CLANCY & MC ALISTER (1956) zijn *Typhl. pomi* en *Typhl. fallacis* ongevoelig voor captan.

#### 4.3.5.9. Samenvatting overige insecticiden en fungiciden

In het algemeen bezitten de hier besproken middelen weinig of geen werking tegen de wijfjes van *T. urticae*. Enkele (azobenzeen, DN-111, minerale olie) werken vrij goed als ovolarviciden.

De imagines van *S. punctillum* zijn eveneens weinig of niet gevoelig voor deze middelen.

*Typhl. longipilus* blijkt een grote gevoeligheid te bezitten voor zwavel en nicotine. De overige middelen uit deze groep hebben geen nadelige invloed op de roofmijt.

Hoewel de middelen die in deze groep zijn samengebracht weinig of geen effect hebben tegen *T. urticae*, oefenen zij geen ongunstige invloed uit op het evenwicht tussen spint en zijn natuurlijke vijanden, daar deze laatsten (op een enkele uitzondering na) er niet door gedood worden.

## 5. ENKELE POPULATIE-DYNAMISCHE BESCHOUWINGEN BETREFFENDE DIT ONDERZOEK

### 5.1. INLEIDING

De populatiedichtheid van een diersoort in een bepaald gebied is onder natuurlijke omstandigheden niet constant, maar onderhevig aan grotere of kleinere schommelingen. Wanneer we emigratie en immigratie buiten beschouwing laten (onder kasomstandigheden zullen deze te verwaarlozen zijn), wordt het aantalsverloop beheerst door voortplanting en sterfte. Onder invloed van verschillende milieufactoren kan nu eens de voortplanting, dan weer de sterfte overheersen. Het valt nu op dat stijgingen en dalingen in de populatiedichtheid zich niet ongebreideld in dezelfde richting voortzetten, maar een zekere afwisseling vertonen, zodat schommelingen om een bepaald gemiddelde ontstaan. Dit wijst erop dat binnen een levensgemeenschap regulerende factoren aanwezig zijn.

SMITH (1935) heeft duidelijk gemaakt, dat alleen dié mortaliteitsfactoren een regulerende invloed kunnen uitoefenen, waarvan de werking verhoudingsgewijs sterker wordt, naarmate de populatiedichtheid toeneemt (*density-dependent factors*). Factoren die onafhankelijk van de dichtheid werken (*density-independent factors*) zijn niet tot regulatie in staat. Hoewel de door hem ontwikkelde theorie aan kritiek onderhevig is, heeft zij haar bruikbaarheid nog niet verloren.

De voornaamste mortaliteitsfactoren van een spintpopulatie onder praktijkomstandigheden zijn:

- a. het klimaat,
- b. het voedsel,
- c. cultuurmaatregelen (snoei, bemesting, enz.),
- d. bestrijdingsmiddelen en
- e. natuurlijke vijanden.

Van enkele dezer factoren zal nagegaan worden of zij regulerend kunnen werken op de populatiedichtheid van *T. urticae* in glascultures en welke betekenis zij hebben voor de bestrijding van de spintmijt.

### 5.2. HET KLIMAAT

Het voorkomen van een diersoort in een bepaald gebied is in de eerste plaats afhankelijk van het klimaat. Indien het klimaat ongeschikt is (te warm, te droog, enz.) voor de gehele levenscyclus of voor één der ontwikkelingsstadia, dan zal het betreffende dier zich niet in het bedoelde gebied kunnen handhaven. Indien de soort zich wel kan handhaven, bepaalt het klimaat in welke mate zij zich zal uitbreiden; dit geschiedt het sterkst onder de voor die soort optimale klimatologische omstandigheden. Zelfs binnen de soort kunnen hier nog verschillen optreden. Zo zijn er van *Drosophila melanogaster* L. temperatuurrassen bekend (ALLEE c.s., 1950).

Daarnaast kan het klimaat ook nog een andere invloed op de populatiedichtheid uitoefenen. Zo kan ten gevolge van zware regenval, storm, strenge vorst, enz. een groot gedeelte van een bestaande populatie vernietigd worden, waardoor de populatiedichtheid belangrijk lager wordt. Men neemt hierbij in de regel aan dat het percentage dieren dat gedood wordt, onafhankelijk is van de populatiedichtheid en dat deze factor dus niet regulerend werkt. In de glascultures spelen bovengenoemde factoren echter in het geheel geen rol. De glasbedekking heeft immers juist tot doel klimaatsinvloeden als regen, wind, vorst, enz. uit te sluiten.

Voor de spintmijt *T. urticae* is het kasklimaat gunstig voor de populatieopbouw. Gedurende een groot aantal maanden van het jaar is de temperatuur hoog (boven  $20^{\circ}\text{C}$ ), terwijl de luchtvochtigheid optimaal is voor de overleving der spintmijten. In fig. 50 is het verloop van de gemiddelde dagtemperatuur weergegeven in een kas die gedurende de wintermaanden licht werd verwarmd. Hieruit blijkt dat, globaal gezien, over een periode van 6 maanden de temperatuur tussen  $20$  en  $25^{\circ}\text{C}$  ligt, waarbij de generatieduur van *T. urticae* ca. 14 dagen bedraagt. Hieruit volgt dat in deze periode van 6 maanden 12 generaties elkaar opvolgen. Indien men daarbij in aanmerking neemt, dat de totale eiproductie per wijfje meer dan 100 bedraagt, is het duidelijk dat *T. urticae* in een korte periode een zeer talrijke populatie kan opbouwen. Deze populatie-opbouw is zowel onder praktijkomstandigheden nagegaan als theoretisch berekend. De resultaten hiervan zijn weergegeven in fig. 51.

FIG. 50. Dagtemperatuur in een kas gemiddeld per week

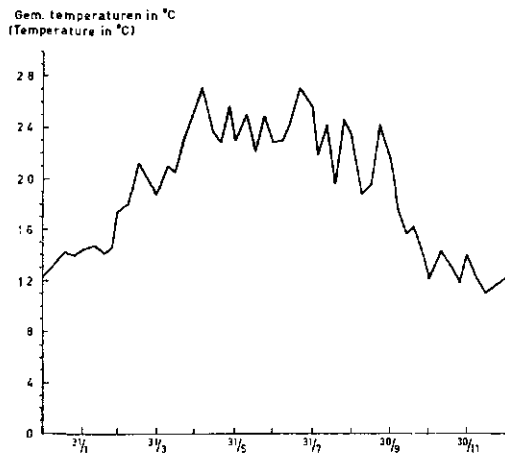


FIG. 50. Day temperature in a glasshouse as a weekly average

FIG. 51. Verloop van de opbouw van een populatie van *T. urticae*

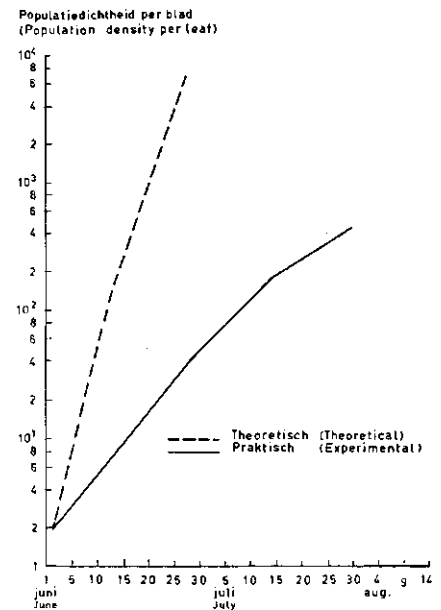


FIG. 51. The build-up of a population of *T. urticae*

Voor de praktijkwaarnemingen werden op een perziktak met 180 bladeren op elk blad 2 wijfjes van *T. urticae* geplaatst. Om te voorkomen dat natuurlijke vijanden de proef zouden beïnvloeden, werd de tak ingehuld in een plastic hoes. In deze hoes waren 4 vensters van kaasdoek aangebracht om voldoende ventilatie te garanderen (fig. 52). Op 2 juni werden de mijten op de bladeren gezet. Op 28 juni, 14 juli en 30

FIG. 52. Plastic hoezen voor het bepalen van de populatiedichtheid van *T. urticae* en zijn natuurlijke vijanden

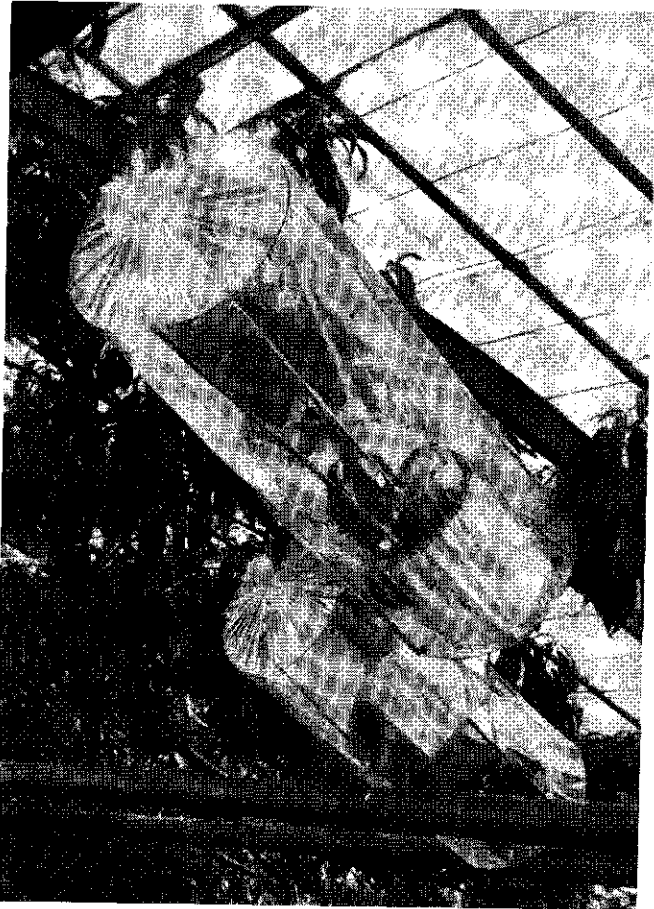


FIG. 52. *Plastic sheets for measuring the population density of *T. urticae* and its natural enemies*

juli werden telkens 10 willekeurige bladeren van de tak geplukt en op deze bladeren werd met een binoculair-microscop het aantal levende dieren en eieren geteld. Uit fig. 51 blijkt dat onder de gegeven omstandigheden de populatiedichtheid in 2 maanden tijds 200 maal zo groot is geworden.

Bij de theoretische berekening is er van uitgegaan, dat de temperatuur 20–25° C bedraagt. De generatieduur is dan ca. 14 dagen (zie fig. 53), terwijl door elk wijfje

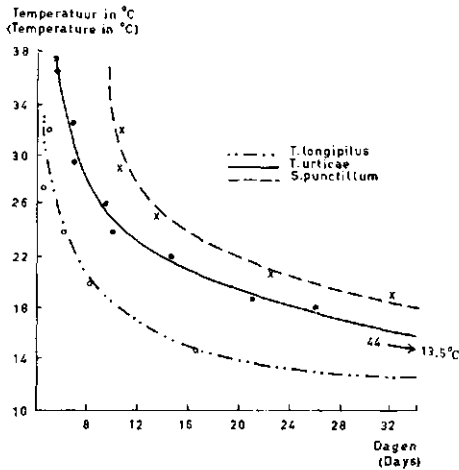


FIG. 53. Invloed van de temperatuur op de generatieduur van *T. urticae*, *S. punctillum* en *Typhl. longipilus*

FIG. 53. Relationship between the temperature and the time of total development of *T. urticae*, *S. punctillum* and *Typhl. longipilus*

per dag 7 eieren gelegd worden (zie fig. 3). Gemakshalve is het totale aantal eieren gemiddeld op 98 gesteld en is aangenomen dat de levensduur der wijfjes 14 dagen bedraagt.

Evenals dit bij de praktijkwaarnemingen het geval is, zullen we uitgaan van 2 wijfjes per blad. Deze leggen elk 98 eieren, zodat er 14 dagen na het begin der proef 196 individuen zijn. Op de 15e dag zijn er 14 volwassen wijfjes en deze leggen elk 7 eieren (dus  $1 \times 14 \times 7$ ), op de 16de dag zijn er 28 volwassen wijfjes, die eveneens elk 7 eieren leggen (dus  $2 \times 14 \times 7$ ) enz. Tot de 28ste dag zijn er dan in totaal  $(1 + 2 + 3 + 4 + \dots + 14) \times (14 \times 7) = 10\,290$  eieren gelegd.

Tot hertoe is er echter geen rekening mee gehouden, dat de nakomelingschap zowel uit wijfjes als mannetjes bestaat. Daar het aantal wijfjes en mannetjes zich verhouden als 2 : 1, moet het aantal eieren met  $\frac{2}{3}$  vermenigvuldigd worden om het werkelijk aantal nakomelingen te verkrijgen. Dit bedraagt dus  $\frac{2}{3} \times 10\,290 = 6860$ .

Vergelijkt men de resultaten van het praktijkonderzoek met die van de theoretische berekening, dan blijken deze zeer sterk te verschillen. Zo is volgens de theoretische berekening de populatie van *T. urticae* 14 dagen na de aanvang der proef ongeveer 20 maal zo groot als in werkelijkheid het geval is, terwijl ze na 1 maand zelfs 175 maal zo groot is. In de praktijk zijn er dus klaarblijkelijk beperkende factoren die sterker werken naarmate de populatiedichtheid groter wordt. Het voedsel is hiervan één der belangrijkste.

### 5.3. HET VOEDSEL

Het voedsel begint in de regel eerst dan een rol als beperkende factor voor de populatiedichtheid te spelen, wanneer concurrentie gaat optreden. In de populatie kan dit zich uiten in een verminderde eiproduktie, zoals door DAVIS (1950) is aangetoond en in een verhoogde mortaliteit. Dit laatste is door ons nader onderzocht. Van een

groot aantal bonebladeren, waarop *T. urticae* in verschillende getalsterkten aanwezig was, is het percentage dode dieren en eieren bepaald. De bonebladeren vertoonden wel het primaire aantastingsbeeld (witte stippen op de bladeren), maar nog geen secundaire symptomen (geelkleuring of verdorring). In fig. 54 zijn de resultaten van deze tellingen weergegeven. Hieruit blijkt dat het mortaliteitspercentage van *T. urticae* ook bij afwezigheid van natuurlijke vijanden toeneemt naarmate de populatiedichtheid groter is. Het voedsel kan dus regulerend werken op de populatiedichtheid. Daar echter bij een populatiedichtheid van 1000 individuen per blad, het mortaliteitspercentage slechts 15% bedraagt, is deze regulerende werking, uit praktisch oogpunt gezien, onvoldoende. Op een boneblad benadert namelijk het aantal van 1000 dieren en eieren van *T. urticae* de maximale populatiedichtheid. Indien dit aantal nog toeneemt, zal het blad gaan verdorren en ten slotte afsterven. Ten gevolge hiervan zal dan de gehele populatie der spintmijten te gronde gaan.

FIG. 54. Invloed van de populatiedichtheid op de natuurlijke mortaliteit van *T. urticae*

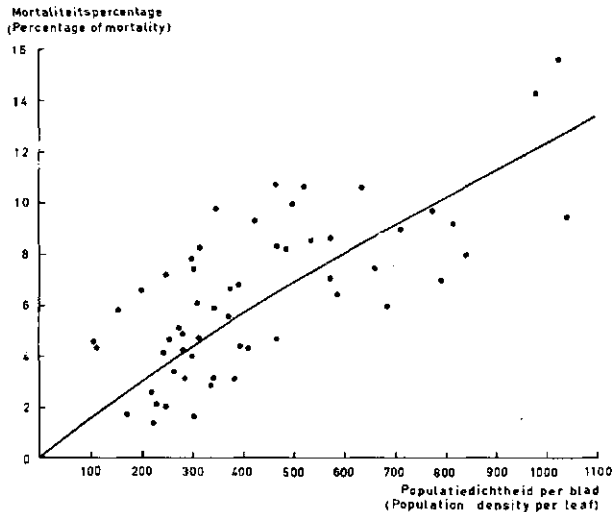


FIG. 54. Relationship between population density and natural mortality of *T. urticae*

#### 5.4. BESTRIJDINGSMIDDELEN

Ook het gebruik van bestrijdingsmiddelen veroorzaakt schommelingen in de populatiedichtheid. Bij toepassing van een bepaald bestrijdingsmiddel is het mortaliteitspercentage onafhankelijk van de populatiedichtheid, zoals blijkt uit fig. 55. Hierin is het dodingspercentage weergegeven in een aantal proeven, waarbij de combinatie van parathion en azobenzeen in rookvorm is toegepast. De uitwendige omstandigheden en de dosering zijn hierbij zo veel mogelijk gelijk gehouden, terwijl de populatiedichtheid gevarieerd is. De tellingen zijn 8 dagen na de toepassing uitgevoerd. Hoewel er vrij grote verschillen in doding zijn, verandert de mortaliteit niet bij verschillen in de populatiedichtheid. De verschillen in mortaliteit bij een bepaalde populatiedichtheid zijn te verklaren uit verschillen in de samenstelling van de populatie op het moment van toepassing der bestrijdingsmiddelen. Indien er bij voorbeeld



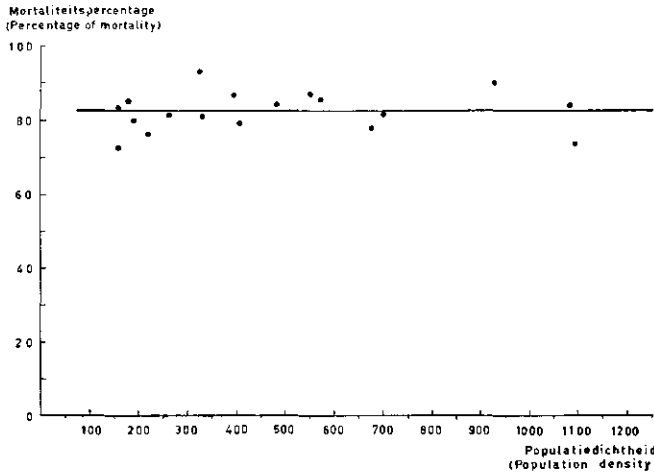


FIG. 55. Mortaliteit na toepassing van parathion + azobenzeen in rookvorm van *T. urticae* bij verschillende populatiedichtheden (8 dagen na behandeling)

FIG. 55. Mortality of *T. urticae* in different population densities after the application of parathion + azobenzene as a smoke (8 days after treatment)

op dat moment veel actieve stadia en eieren aanwezig zijn, zal het percentage dode dieren en eieren na 8 dagen groter zijn, dan wanneer veel ruststadia van *T. urticae* aanwezig zijn. Deze laatste zijn namelijk minder gevoelig voor de combinatie parathion + azobenzeen dan de actieve stadia en eieren. Daar de mortaliteit ten gevolge van het gebruik van bestrijdingsmiddelen onafhankelijk is van de populatiedichtheid, zullen deze dus niet regulerend kunnen werken. Indien de omstandigheden voor de uitbreiding van een bepaald dier optimaal zijn en dit dier een hoog vermeerderings-potentiaal bezit (zoals dit bij *T. urticae* in de glascultures het geval is) zullen bestrijdingsmiddelen zeer frequent toegepast moeten worden om de plaag binnen toelaatbare grenzen te houden. In de teelten onder glas kan dit afhankelijk van het gewas en de teeltwijze variëren van 3–10 behandelingen per seizoen.

## 5.5. NATUURLIJKE VIJANDEN

### 5.5.1. Inleiding

Veelal worden, naast het klimaat, de natuurlijke vijanden als de belangrijkste agentia beschouwd bij het optreden van schommelingen in de populatiedichtheid van bepaalde diersoorten. De aanwezigheid van natuurlijke vijanden alleen is echter nog niet voldoende om een succesvolle biologische bestrijding te waarborgen. Volgens HUFFAKER & KENNETT (1956) is de meest effectieve biologische bestrijding te verwachten, indien de natuurlijke vijanden sterk monofaag zijn, een levenswijze hebben, die zoveel mogelijk overeenkomst vertoont met die van hun prooi en dezelfde eisen aan het milieu stellen als hun prooi. Aan deze voorwaarden voldoen de beide bij dit onderzoek betrokken natuurlijke vijanden van *T. urticae*. Zo is de optimale temperatuur voor de ontwikkeling van *S. punctillum* en *Typhl. longipilus* vrijwel dezelfde als die voor *T. urticae*. Bovendien zijn er geen grote verschillen in generatieduur tussen de drie diersoorten (fig. 53). Deze bedraagt bij ca. 25° C voor *T. urticae* 10

dagen, voor *S. punctillum* 14 dagen en voor *Typhl. longipilus* 6 dagen. Ook de ei-productie der beide roofvijanden verschilt, indien voldoende voedsel aanwezig is, niet sterk van die der spintmijten. Zowel *S. punctillum* als *Typhl. longipilus* leven vrijwel uitsluitend van spintmijten. De verschillen in voedselbehoefte tussen de beide diersoorten zijn uit het oogpunt van biologische bestrijding van grote betekenis, zoals ook door KUENEN (1947) is gedemonstreerd. Bij een hoge populatiedichtheid van *T. urticae* zal *S. punctillum* veel prooidieren vernietigen en in korte tijd een grote populatie kunnen opbouwen. Indien daarentegen weinig spintmijten aanwezig zijn, zal *S. punctillum* zich als larve nauwelijk of in het geheel niet kunnen handhaven. Zijn plaats kan dan echter ingenomen worden door *Typhl. longipilus*, die zich dank zij zijn geringe voedselbehoefte, op een veel lager voedselniveau kan handhaven.

Toch stemt de door KUENEN opgestelde theorie niet geheel overeen met mijn ervaringen. Zo stelt deze auteur: "Other things being equal, in general the number of prey consumed per individual predator will be proportional to the number of prey present. In a certain medium range this proportionality will be a linear function, but at high and at low concentrations there will be digressions from the straight line". Zoals uit mijn waarnemingen blijkt (fig. 56 en 57) is dit niet het geval, maar vertoont de curve een vloeiend verloop. Verder stelt hij op blz. 310: "Now if two predators prey on the same species, the respective p and q values are likely to be different. In general a predator which can eat a lot (high value for q) will have to eat a lot to remain alive (high value for p).

FIG. 56. Invloed van de populatiedichtheid van *T. urticae* op de predatie door *S. punctillum* (20-25°C)

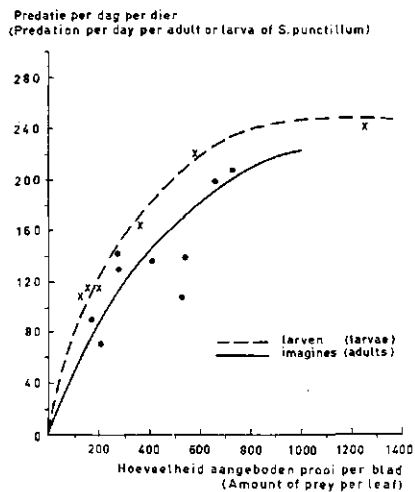


FIG. 56. Relationship between the population density of *T. urticae* and the predation by *S. punctillum* (20-25°C)

FIG. 57. Invloed op de populatiedichtheid van *T. urticae* op de predatie door *Typhl. longipilus* (20-25°C)

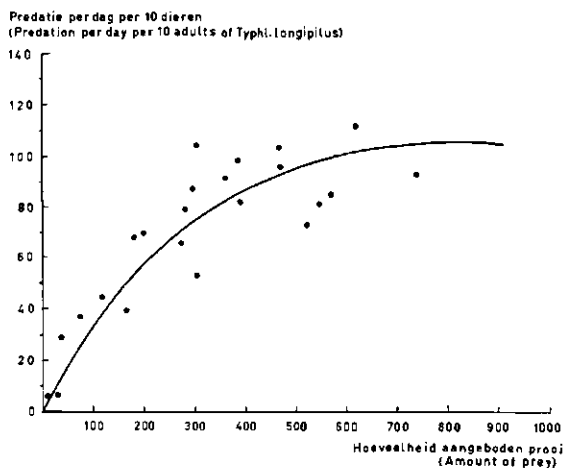


FIG. 57. Relationship between the population density of *T. urticae* and the predation by *Typhl. longipilus* (20-25°C)

This means that the ultimate destruction of prey to which the predator can go, is relatively poor, and there will remain a large number of prey at the moment the predator has disappeared.

A predator ( $A^1$ ) which can only cope with few prey, (low  $q^1$  value) as a rule will be able to live on very few meals too (low  $p^1$ ) and consequently will clear up the prey much more efficiently before starving itself".

Dit stemt niet overeen met hetgeen door mij is waargenomen bij *S. punctillum*. In alle gevallen is namelijk gebleken, dat een populatie van *T. urticae* vrijwel volledig opgeruimd wordt door de veeletende predator *S. punctillum*.

Daarentegen is verschillende malen gebleken, dat de weinig etende predator *Typhl. longipilus* een spintpopulatie niet volledig opruimde. In een bepaalde kas werden dan plaatselijk wel grote aantallen van deze roofmijt en geen spintmijten aangetroffen, maar elders in de kas bevonden zich nog grote aantallen spintmijten. Dit wordt waarschijnlijk veroorzaakt door de geringe verplaatsingsmogelijkheden van *Typhl. longipilus*. Zoals uit praktijkonderzoek is gebleken (zie hoofdstuk 6), kan, bij een lage populatiedichtheid van *T. urticae*, de roofmijt zich wel wat langer handhaven dan *S. punctillum*.

Het verdwijnen van een predator behoeft niet te betekenen, dat hij te gronde gegaan is. Van verschillende diersoorten is bekend dat zij bij voedselgebrek in diapause kunnen gaan. In hoeverre dit bij *S. punctillum* of *Typhl. longipilus* het geval is, is niet bekend.

Verder heeft *S. punctillum* grotere verplaatsingsmogelijkheden dan *Typhlodromus*, waardoor deze roofvijand een bepaald areaal veel sneller en intensiever zal kunnen doorzoeken. Bij voedselgebrek zal het dier zich gemakkelijker kunnen verplaatsen op zoek naar prooi. Dit is in de praktijk ook verschillende malen gebleken. Indien in een bepaalde kas vrijwel alle spintmijten door *S. punctillum* waren opgeruimd, werd immigratie van deze predator in omliggende kassen waargenomen. Bij *Typhl. longipilus* is dit nooit geconstateerd. In dit licht bezien zijn dus de overlevingskansen van de veel etende *S. punctillum* misschien nog wel groter dan van de weinig etende *Typhl. longipilus*.

Een gunstige factor voor biologische bestrijding is ten slotte het feit dat kassen in ecologisch opzicht als eilanden beschouwd kunnen worden. Enerzijds zullen de natuurlijke vijanden niet gemakkelijk kunnen ontsnappen, terwijl anderzijds de kans dat spintmijten in grote getale van buiten af binnendringen gering is.

Alle hierboven genoemde factoren scheppen gunstige mogelijkheden voor een effectieve biologische bestrijding.

#### 5.5.2. Invloed van de populatiedichtheid van *T. urticae* op de predatie per dag door *S. punctillum* en *Typhl. longipilus*

In een aantal proeven is de invloed van de populatiedichtheid van *T. urticae* op de predatie per dag door beide natuurlijke vijanden onderzocht. Tot dit doel zijn van *S. punctillum* imagines zowel als larven ( $l_3-l_4$ ) op perzikbladeren gebracht, waarop zich populaties van *T. urticae* in verschillende getalsterkten bevonden. Dagelijks werd nagegaan hoeveel individuen van *T. urticae* vernietigd waren. De proeven zijn verder

op dezelfde wijze uitgevoerd als op blz. 23 is beschreven. In fig. 56 is het verband weer-gegeven tussen de hoeveelheid prooi die per dag door een individu van *S. punctillum* vernietigd wordt en de hoeveelheid aangeboden prooi. Daar we hier met een roofvijand te maken hebben, is dit niet in percentages aangegeven, maar in absolute aantallen (WESTENBERG, 1956). De predatie per dag blijkt bij de imagines zowel als bij de larven van *S. punctillum* toe te nemen, naarmate de hoeveelheid aangeboden prooi groter is. Indien deze hoeveelheid echter meer dan 1000 individuen bedraagt, neemt de predatie niet meer toe. De hoeveelheid vernietigde prooi per dag is dan voor de larven ongeveer 250 en voor de imagines wat minder.

De proeven met *Typhl. longipilus* zijn op dezelfde wijze uitgevoerd. In verband met de geringere voedselbehoefte van deze roofmijt, zijn tien dieren op elk blad geplaatst in plaats van een. Ook hier neemt de predatie per dag toe naarmate er meer spintmijten aanwezig zijn (fig. 57). Indien de hoeveelheid aangeboden prooi meer dan 700 bedraagt, neemt de predatie echter niet meer toe. Door 10 roofmijten worden dan per dag ruim 100 individuen van *T. urticae* vernietigd.

### 5.5.3. Schommelingen in de populatiedichtheid van *T. urticae*, veroorzaakt door de aanwezigheid van *S. punctillum* in verschillende getalsterkten

Bij de aanwezigheid van *S. punctillum* blijken in de praktijk schommelingen in de populatiedichtheid van *T. urticae* voor te komen. De sterkte van deze schommelingen is afhankelijk van de aantallen spintmijten ten opzichte van die der natuurlijke vijanden, hetgeen proefondervindelijk aangetoond kon worden. Deze proef is als volgt uitgevoerd. In een kas met perzikbomen, waarop zich geen spintmijten bevonden, werden op de bladeren van 2 perziktakken per blad 3 wijfjes van *T. urticae* gebracht. De takken werden afzonderlijk ingehuld in plastic hoezen, waarin vensters van kaasdoek waren aangebracht om voldoende ventilatie te garanderen.

Op tak I (150 bladeren) werden op dezelfde dag, dat de wijfjes van *T. urticae* op de bladeren gezet waren, 5 wijfjes van *S. punctillum* gebracht. Op tak II (120 bladeren) werd eerst aan *T. urticae* de gelegenheid gegeven een populatie op te bouwen en werden 22 dagen na het op de bladeren brengen van het spint 5 wijfjes van *S. punctillum* in de hoes gebracht. Met tussenruimten van ongeveer 14 dagen werden van elke tak 10 willekeurige bladeren geplukt en op deze bladeren de totale populatie van *T. urticae* en *S. punctillum* geteld. In fig. 58 zijn de resultaten van dit onderzoek weer-gegeven. Op tak I, waarop de uitgangspopulatie van *S. punctillum* ten opzichte van die van *T. urticae* betrekkelijk hoog is (1 : 90), zijn de schommelingen in de populatiedichtheid der beide diersoorten gering. In grote trekken vertonen de curven ten opzichte van elkaar een tegengesteld verloop.

Op tak II zijn de schommelingen veel sterker. Op het moment dat *S. punctillum* in de hoes gebracht wordt, is de populatiedichtheid van *S. punctillum* laag ten opzichte van die van *T. urticae* (1 : 4500). *S. punctillum* breidt zich dan zeer sterk uit, terwijl de populatie van *T. urticae* aanvankelijk ook nog groter wordt. Door het grote aantal individuen van *S. punctillum* vermindert de populatie der spintmijten vervolgens sterk en wordt uiteindelijk vrijwel geheel vernietigd. Doordat dan geen voedsel meer aanwezig is, verdwijnt *S. punctillum* echter ook vrijwel volledig.

FIG. 58. Verloop van de schommelingen in de populatiedichtheden van *T. urticae* en *S. punctillum* bij verschillende uitgangspopulaties

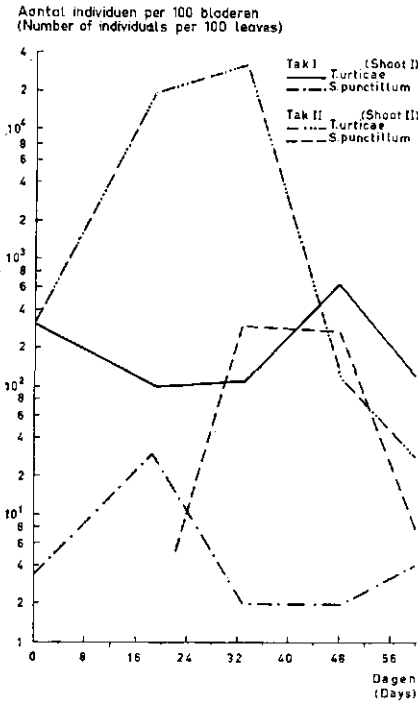


FIG. 58. Fluctuations in the population density of *T. urticae* and *S. punctillum* at different initial populations

In de praktijk treft men in de druiven-teelt dikwijls een situatie aan die vergelijkbaar is met die van tak I. Zoals op blz. 11 vermeld is, zijn de populatiedichtheden van *T. urticae* op dit gewas gering. Hierdoor is de verhouding in getalsterkten tussen *T. urticae* en *S. punctillum* betrekkelijk laag en zal deze laatste het spint binnen toelaatbare grenzen kunnen houden. Een chemische bestrijding zal in deze gevallen achterwege kunnen blijven. Op perzik daarentegen treft men vrijwel altijd de toestand aan zoals deze van tak II is beschreven. Hier is de verhouding tussen *T. urticae* en *S. punctillum* ongunstiger en de populatiedichtheid der spintmijten wordt dan zo groot, dat ernstige schade aan het gewas optreedt. Een aanvullende chemische bestrijding is dan ook bij dit gewas vrijwel steeds noodzakelijk. Hierop zal in hoofdstuk 6 nader worden ingegaan.

Zoals uit het hierboven behandelde blijkt, spelen de beide natuurlijke vijanden en in het bijzonder *S. punctillum* een belangrijke rol bij het beteugelen van een spintpopulatie. Indien spintmijten reeds in grote getalsterkte aanwezig zijn, wordt de predatie op verschillende manieren versterkt en wel door:

1. versterkte predatie per individuele roofvijand tot de verzadigingsdichtheid is bereikt,
2. versnelde voortplanting, daar iedere larve zich maximaal snel tot imago ontwikkelt en
3. verhoogde eiproductie door betere voeding van de imago.

In hoeverre de beide natuurlijke vijanden een *density-dependent effect* hebben, is door dit onderzoek niet bewezen. Gezien de versterkte predatie per individuele roofvijand is dit echter waarschijnlijk. Wel kan de conclusie getrokken worden, dat van de in dit hoofdstuk behandelde mortaliteitsfactoren uitsluitend de natuurlijke vijanden eigenschappen bezitten, waardoor ze regulerend zouden kunnen werken op een spintpopulatie.

## 6. ENKELE VOORBEEDEN VAN EEN GECOMBINEERDE CHEMISCHE EN BIOLOGISCHE BESTRIJDING IN DE PRAKTIJK

In de praktijk wordt tot nu toe bij de keuze der bestrijdingsmiddelen weinig gelet op het effect van deze middelen op de natuurlijke vijanden van spint. Zo wordt in de fruitteelt onder glas in Nederland voor de spintbestrijding voornamelijk gebruik gemaakt van middelen uit de groep der organische fosforverbindingen, zoals parathion, diazinon, enz. Meestal moeten er, om goede resultaten te krijgen, 3-10 behandelingen per seizoen uitgevoerd worden. Zoals in hoofdstuk 4 beschreven is, hebben deze organische fosforverbindingen een funeste invloed op de belangrijkste natuurlijke vijand *S. punctillum*, terwijl ook de roofmijt *Typhl. longipilus* er niet ongevoelig voor is. In de praktijk is nu nagegaan, in hoeverre het mogelijk is met behulp der natuurlijke vijanden en toepassing van selectieve middelen het aantal behandelingen te verminderen. Voor dit doel is gedurende 3 jaren bij 2 verschillende objecten het verloop van de spintpopulatie en die der natuurlijke vijanden nagegaan. Indien het noodzakelijk was, werd een spintbestrijding uitgevoerd met een selectief middel. De populatiedichtheid van het spint, *S. punctillum* en *Typhl. longipilus* werd ongeveer een maal per 14 dagen bepaald door steeds op dezelfde plaats in het object tellingen te verrichten. Hiertoe werden op alle bladeren van 4 perzikscheuten de stadia van *T. urticae* en van de beide natuurlijke vijanden onder een binoculairmicroscop geteld. In totaal werden bij elke waarneming op deze wijze 75-100 bladeren geteld. Meestal werd de eerste telling verricht, als er gemiddeld per blad enkele exemplaren van *T. urticae* aanwezig waren, terwijl de laatste telling uitgevoerd werd op het moment dat er vrijwel geen spint meer aanwezig was. Alle gegevens zijn weergegeven op eenzijdig logaritmisch papier, waarbij de populatiedichtheid op de logaritmische schaal is uitgezet.

### *Object 1. Onverwarmd warenhuis met perziken (fig. 59)*

Bij de eerste telling op 14 juni 1954 is de populatiedichtheid van *T. urticae* reeds tamelijk hoog (gemiddeld 100 exemplaren per blad). *Typhl. longipilus* is op dat moment nog slechts in geringe mate aanwezig, terwijl het gemiddeld aantal exemplaren per blad van *S. punctillum* 0,4 bedraagt. Bij de tweede controle is hierin weinig verandering gekomen, alleen de roofmijt heeft zich tamelijk sterk uitgebreid. Omstreeks 20 juli is de populatie van *T. urticae* belangrijk groter geworden, namelijk 300 dieren per blad. Ook *Typhl. longipilus* heeft weer een grotere populatie opgebouwd. *S. punctillum* is echter op hetzelfde niveau gebleven. De behandeling met aramite op 26 juli heeft de populatiedichtheid van het spint zeer sterk gereduceerd. Het gemiddeld aantal dieren per blad van *T. urticae* is nu nog slechts 0,2. *S. punctillum* heeft zich na de behandeling daarentegen nog enigszins uitgebreid. De populatiedichtheid van *Typhl. longipilus* is belangrijk lager geworden. Op de laatste controledatum in 1954 is de spintpopulatie nog iets teruggelopen, terwijl ook *S. punctillum* sterk in aantal gedaald is. Van *Typhl. longipilus* zijn er op deze datum weer wat meer dieren aanwezig.

Fig. 59. Schommelingen in de populatiedichtheden van *T. urticae* en zijn roofvijanden

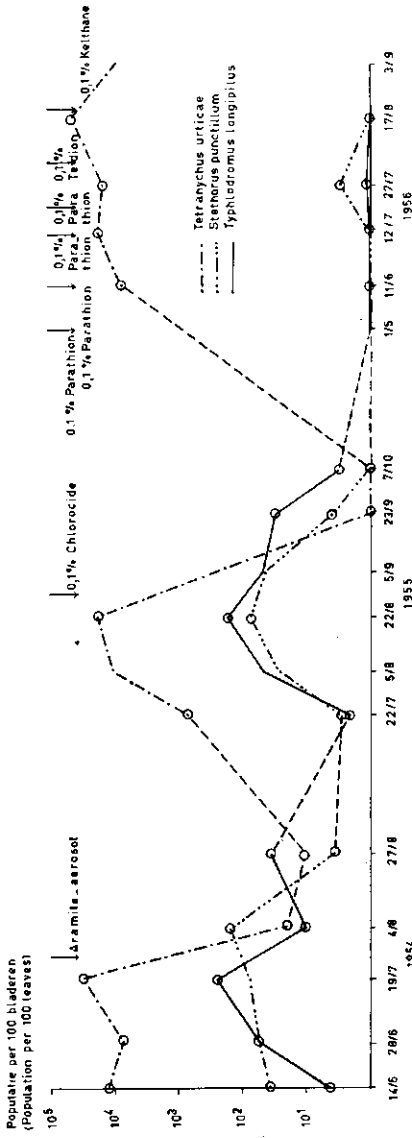


Fig. 59. Fluctuations of the population densities of *T. urticae* and its predators

Fig. 60. Schommelingen in de populatiedichtheden van *T. urticae* en zijn roofvijanden

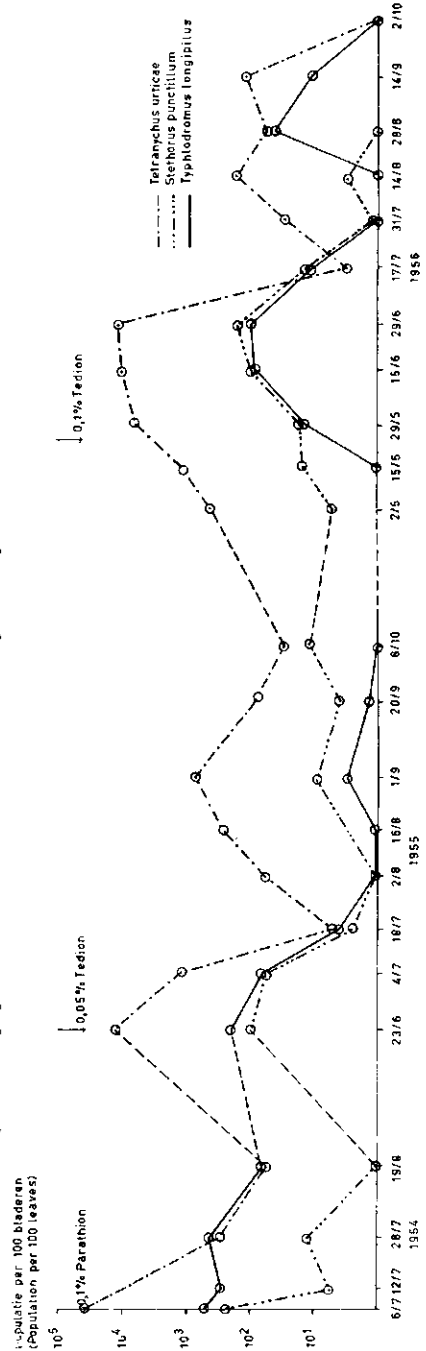


Fig. 60. Fluctuations of the population densities of *T. urticae* and its predators

In 1955 zijn de eerste waarnemingen verricht op 22 juli. De populatiedichtheid van *T. urticae* is dan nog tamelijk gering: ongeveer 8 dieren per blad. *S. punctillum* en *Typhl. longipilus* zijn dan nog vrijwel niet aanwezig. In de daaropvolgende maand nemen alle drie diersoorten ongeveer in gelijke mate in aantal toe. Op 22 augustus zijn de dichtheden van *T. urticae*, *S. punctillum* en *Typhl. longipilus* resp. 300, 0,8 en 1,5 per blad. Na de behandeling met chloorbenzide op 29 augustus is het aantal exemplaren van *T. urticae* verminderd tot ongeveer 40 per blad, terwijl *S. punctillum* en *Typhl. longipilus* vrijwel op hetzelfde niveau gebleven zijn. Op 23 september is *T. urticae* in het geheel niet meer aanwezig, terwijl ook de dichtheid van *S. punctillum* veel kleiner is geworden en die van *Typhl. longipilus* vrijwel op hetzelfde niveau is gebleven. De roofmijt kan zich blijkbaar langer handhaven bij de afwezigheid van prooidieren dan *S. punctillum*. Op de laatste controledatum in 1955 zijn er geen spintmijten en kevers meer te vinden, terwijl er ook nog slechts weinig roofmijten zijn.

In 1956 is de spintbestrijding op dezelfde wijze uitgevoerd als dit in de praktijk veelal gebruikelijk is. In dit geval is er direct na de bloei tweemaal met parathion gespoten, terwijl de verdere bestrijding van het spint uitgevoerd werd op die momenten waarop de populatiedichtheid een niveau had bereikt dat een behandeling noodzakelijk was. Bij de eerste controle is er nog weinig spint aanwezig (gemiddeld 8 dieren per blad). De beide natuurlijke vijanden zijn, waarschijnlijk ten gevolge van de behandelingen met parathion in mei, niet aanwezig. Daarna neemt de populatiedichtheid van *T. urticae* regelmatig toe. De behandelingen met parathion op 10 en 19 juli voorkomen dat de aantasting ernstiger wordt, maar veroorzaken geen belangrijke reductie van het spint. Na de behandeling met tedion op 3 augustus vindt er zelfs nog een belangrijke uitbreiding van het spint plaats en bereikt de populatie op 17 augustus een gemiddelde van 550 exemplaren per blad. Door de behandeling met kelthane op 20 augustus wordt de populatiedichtheid wel belangrijk verlaagd, maar op 3 september zijn er toch nog 90 dieren per blad. Gedurende het gehele seizoen zijn de natuurlijke vijanden *S. punctillum* en *Typhl. longipilus* vrijwel niet aanwezig. Alleen op 27 juli zijn er enkele waargenomen, maar deze waren op 17 augustus weer verdwenen.

## Object 2. Verwarmde kas met perziken (fig. 60)

De eerste tellingen zijn hier verricht op 6 juli 1954. Op dat moment zijn de dichtheden van *T. urticae*, *S. punctillum* en *Typhl. longipilus* vrij hoog, resp. 400, 2,5 en 5 exemplaren per blad. De behandeling met parathion op 6 juli geeft een matige verlaging van de populatie van *T. urticae* en een sterke reductie van *S. punctillum*. De dichtheid van *Typhl. longipilus* wordt er echter slechts weinig door beïnvloed. Op 19 augustus van dat jaar is *S. punctillum* volledig verdwenen, terwijl er slechts weinig spint meer aanwezig is (gemiddeld 0,5 per blad). *Typhl. longipilus* is daarentegen verhoudingsgewijs nog in vrij grote aantallen aanwezig. Ondanks het feit dat hier parathion gebruikt is en *S. punctillum* volledig gedood is, is er toch een goede bestrijding van het spint verkregen. Een mogelijke verklaring hiervoor is, dat de grote



populatie van *Typhl. longipilus* en de betrekkelijk geringe gevoeligheid van dit dier voor parathion de spintpopulatie op een laag niveau hebben kunnen brengen.

In 1955 is op 23 juni de dichtheid van de drie diersoorten reeds op een vrij hoog niveau. Dat dit zo vroeg in het jaar reeds het geval is, vindt zijn oorzaak in het feit dat de kas in het voorjaar verwarmd wordt. Hierdoor begint de activiteit der dieren ook vroeger in het jaar. Na de behandeling met tedion treedt er een sterke daling op in de populatiedichtheid van *T. urticae*. Na 6 juli verminderen ook de aantallen van *S. punctillum* en *Typhl. longipilus* sterk ten gevolge van voedselgebrek. Op 18 juli zijn de drie diersoorten nog slechts sporadisch aanwezig. Na deze datum stijgt de populatiedichtheid van *T. urticae* weer regelmatig en bereikt op 3 september een gemiddelde van 9 per blad. Dank zij de toename der natuurlijke vijanden en in het bijzonder van *S. punctillum* daalt na 3 september de populatie van het spint echter weer, zodat op 8 oktober het gemiddeld aantal exemplaren per blad nog slechts 0,3 bedraagt. *S. punctillum* is dan in verhouding nog vrij talrijk, namelijk 0,1 per blad. *Typhl. longipilus* is op deze datum niet meer aanwezig. In 1956 zijn de tellingen begonnen op 2 mei. Op deze datum zijn er nog geen roofmijten te vinden en is de populatie van *T. urticae* en *S. punctillum* nog klein, resp. 4 en 0,05 per blad. Op 15 mei zijn de aantallen van deze beide laatste enigszins toegenomen en wordt *Typhl. longipilus* nog niet gevonden. In tegenstelling tot de andere jaren is hier een behandeling uitgevoerd op een moment dat de populatiedichtheid van het spint nog niet bijzonder hoog is, namelijk 30 dieren per blad. De bestrijding is uitgevoerd op 23 mei met het eidodende middel tedion. Bij de controle op 29 mei blijkt *T. urticae* zich ondanks de behandeling nog tamelijk sterk uitgebreid te hebben. In de populatiedichtheid van *S. punctillum* is in vergelijking tot de vorige telling vrijwel geen verandering gekomen. *Typhl. longipilus* blijkt in een korte periode vrij sterk in aantal te zijn gestegen. Vanaf 29 mei tot 29 juni vindt er slechts een zeer geringe uitbreiding van *T. urticae* plaats. De dichtheid van *S. punctillum* en *Typhl. longipilus* neemt daarentegen vrij sterk toe en bereikt op 29 juni een niveau van resp. 1,5 en 1 dier per blad. Na 29 juni vindt er een zeer sterke daling van het aantal spintmijten plaats, zodat er op 17 juli vrijwel geen dieren meer aanwezig zijn. Ook de dichtheid van *S. punctillum* en *Typhl. longipilus* is op deze datum belangrijk geringer geworden. Deze daling zet zich nog voort, zodat er op 31 juli vrijwel geen natuurlijke vijanden meer aanwezig zijn. Ten gevolge hiervan krijgt *T. urticae* weer de kans om met de opbouw van een populatie te beginnen. In de periode van 14 augustus tot 14 september is de dichtheid gemiddeld ongeveer 1 dier per blad. In deze periode bouwt *Typhl. longipilus* echter ook vrij snel een zodanige populatie op, dat het spint weer geheel vernietigd wordt. Bij de laatste controle op 2 oktober is geen der drie diersoorten meer aanwezig.

Uit deze twee proeven blijkt dus dat het mogelijk is een spintaantasting binnen toelaatbare grenzen te houden door middel van een behandeling met een selectief middel. Er moet dan echter een voldoende groot aantal natuurlijke vijanden aanwezig zijn, daar anders met deze selectieve middelen geen afdoende resultaten te bereiken zijn (fig. 59, 1956).

Bij gebruik van niet-selectieve bestrijdingsmiddelen is een aanzienlijk groter aantal

behandelingen per jaar noodzakelijk, vooral indien reeds vroeg in het seizoen met de bestrijding wordt begonnen (fig. 59, 1956).

Indien de toepassing van een selectief middel vroeg in het seizoen uitgevoerd moet worden, bestaat de kans dat *T. urticae* zich enige tijd na de behandeling opnieuw gaat uitbreiden. In vele gevallen zullen de natuurlijke vijanden dan echter in staat zijn deze uitbreiding weer te elimineren (fig. 60, 1955 en 1956).

## SLOTCONCLUSIE

Kassen vormen een uitermate geschikt milieu voor het optreden van de spintmijt *Tetranychus urticae*. Dank zij zijn grote vermeerderingspotentialiaal kan het dier in korte tijd zeer talrijke populaties opbouwen. Bij de bestrijding komen twee methoden in het bijzonder in aanmerking: de chemische en de biologische.

Momenteel wordt in de praktijk de bestrijding van *T. urticae* vrijwel uitsluitend langs chemische weg uitgevoerd. Zoals duidelijk is gemaakt in hoofdstuk 5 kan dit echter geen blijvende oplossing geven. In de eerste plaats zal een chemische bestrijding in de praktijk geen regulerende invloed op de populatiedichtheid uitoefenen. Dit brengt met zich mee, dat een groot aantal behandelingen per jaar noodzakelijk is om de aantasting binnen aanvaardbare grenzen te houden. In de tweede plaats (en dit is voor de praktijk nog van veel groter belang) kunnen de spintmijten in betrekkelijk korte tijd in hoge mate resistent worden tegen bestrijdingsmiddelen. Het moet dan ook niet uitgesloten worden geacht, dat een chemische bestrijding in de toekomst niet meer mogelijk zal zijn indien op deze weg wordt voortgegaan.

Zoals in hoofdstuk 5 is aangetoond, kunnen natuurlijke vijanden waarschijnlijk wel regulerend werken op de populatiedichtheid van *T. urticae*. Nu zijn de voorwaarden voor biologische bestrijding in kassen uitermate gunstig, daar er twee roofvijanden (*Stethorus punctillum* en *Typhlodromus longipilus*) voorkomen, die in hoge mate aangepast zijn aan het kasklimaat en aan hun prooi. In vele gevallen zijn deze beide natuurlijke vijanden echter niet in staat de groei van de spintpopulatie tijdig te onderdrukken, zodat deze aanvankelijk tot een schadelijk niveau kan stijgen.

Het blijkt echter mogelijk om een compromis te vinden tussen deze beide bestrijdingswijzen. Bij aanwezigheid der beide roofvijanden en bij toepassing van selectieve bestrijdingsmiddelen kan de frequentie der chemische bestrijding teruggebracht worden tot één behandeling per jaar. Daar er weinig andere ziekten en plagen in de fruitteelt onder glas voorkomen, is deze methode gemakkelijk voor de praktijk uitvoerbaar. Wanneer bovendien nog andere, voor de plant schadelijke organismen optreden, moeten voor de bestrijding daarvan die middelen worden gekozen die onschadelijk zijn voor een of beide natuurlijke vijanden van *T. urticae*.

## SUMMARY

### THE CHEMICAL AND BIOLOGICAL CONTROL OF THE GLASSHOUSE RED SPIDER *TETRANYCHUS URTICAE* KOCH

#### INTRODUCTION

The increasing use of organic chemicals for the control of pests and diseases after the second world war has led to a number of new problems, the most important of which are:

1. the outbreak of pests formerly of little importance,
2. the occurrence of resistance of insects to insecticides.

In the Netherlands both problems occur in glasshouse fruit growing with regard to the spider mite *Tetranychus urticae* KOCH. Although the mite could be found in many nurseries before 1945, outbreaks mostly were not serious. After the introduction of DDT, red spider became a serious problem in these crops. The use of organic phosphorus compounds solved the problem temporarily. Gradually, however, the number of applications per year had to be increased to get adequate control. In some cases the degree of resistance has become so high that most of the organic phosphorus compounds fail completely.

From this it is clear that, although new acaricides appear regularly, chemical control of red spider might become unsuccessful in the future. It might therefore be necessary to look for new approaches to pest control. One of the possibilities may be a combination of chemical and biological control, in which selective insecticides are used in order to adjust the balance between pests and their natural enemies in favour of the latter.

In this publication a successful attempt of such a combined chemical and biological control of *T. urticae* in glasshouse fruit growing is described.

#### 1. TETRANYCHUS URTICAE KOCH

##### 1.1. Introduction

In the Netherlands red spider occasionally causes serious damage to crops grown in the open, especially in hot summers. In glasshouses, however, the mite is a constant menace to nearly every crop grown.

In the open as well as in non-heated glasshouses only females hibernate. These females are orange-coloured.

##### 1.2 Taxonomic problems

In the applied entomological literature, four different names are used for this mite, namely:

*Tetranychus telarius* L.

*Tetranychus urticae* KOCH

*Tetranychus bimaculatus* HARVEY

*Tetranychus althaeae* v. HANST

It is not yet clear whether these names all refer to the same species, as many contradictions can be found in the literature. Although morphological differences have been found, it is questionable whether these differences are constant. Cross-breeding experiments indicate that it is not yet possible to determine whether this group of mites should be classified as one species or as different species viz. as subspecies. Pending the final solution, the name *T. urticae* KOCH will be used in this publication.

### 1.3. *Relationship between temperature and development* (Fig. 1 and 2 and table 1)

The threshold of development of *T. urticae* is  $\pm 12^{\circ}\text{C}$ , whilst the maximum temperature is about  $40^{\circ}\text{C}$ . Of all stages, the egg stage takes most time. The time required for development from hatching to adult takes less time for males than for females. There is a striking difference between the duration of the development in the open and under laboratory conditions at corresponding temperatures. An explanation of this phenomenon has not yet been found.

### 1.4. *Egg production* (Fig. 3 and table 2 and 3)

The duration of the preoviposition period and the daily egg production both depend on the temperature. At  $28\text{-}32^{\circ}\text{C}$  the daily egg production is maximum. The maximum number of eggs laid by one female is 202, whilst the average number is 111. There is no difference in the number of eggs laid by fertilized and non-fertilized females. The offspring of non-fertilized females consists of males only.

The results of 1.3. and 1.4. indicate that the optimum temperature for the build-up of a population of *T. urticae* is about  $30^{\circ}\text{C}$ . If the average temperature in glasshouses from May to October amounts to  $22^{\circ}\text{C}$  as many as 10 successive generations of *T. urticae* may occur.

### 1.5. *Influence of host on T. urticae* (Table 4)

There appear to be great differences in suitability of the host to the build-up of a population of *T. urticae*. Of the glasshouse-crops grape is the least suitable host. Although the leaves may be damaged badly, very few mites will be found in most cases. Beans seem to be the most suitable host, whereas cucumber, peach and plum are in between. The cause of these differences is not known, but the physiological condition of the plant seems to be an important factor. The colour of the adult females varies on the different hosts from dark-brown through green to red.

### 1.6. *Diapause* (Table 5 and 6)

In the Netherlands only adult females hibernate in all kinds of hiding places. The diapause in *T. urticae* is induced by several factors, the most important of which are:

1. temperature,
2. day-length and
3. physiological condition of the plant.

In autumn great differences in ratio between "summer" and "winter" females on different peach varieties in the same glasshouse were found, as is demonstrated in table 5.

The breaking of diapause cannot be forced by high temperature at all times. To break diapause, a certain period of low temperature seems to be necessary.

## 2. STETHORUS PUNCTILLUM WEISE

### 2.1. Introduction (Table 7)

This predator occurs very frequently in many nurseries, especially at the end of the season. In August 1956 *S. punctillum* was present in 60% of the nurseries examined, although phosphorus compounds had been used for the control of red spider.

### 2.2. Relationship between temperature and development (Fig. 4 and 5 and table 8)

The threshold of development of eggs of *S. punctillum* is  $\pm 13^{\circ}\text{C}$  and that of the development of the other stages  $\pm 15^{\circ}\text{C}$ . This means that the threshold of this predator is higher than that of *T. urticae*. The maximum temperature for development is  $\pm 35^{\circ}\text{C}$ .

### 2.3. Egg production and life duration

The total egg production and the egg production per day differ greatly from female to female. The average egg production per day is 4.6 and the average total egg production about 100. The preoviposition period is long in comparison to that of *T. urticae*, at  $20\text{--}25^{\circ}\text{C}$  this amounts to 6–9 days. Females of *S. punctillum* stop egg-laying as soon as food becomes short.

### 2.4. Diapause

Only adults of *S. punctillum* hibernate under the conditions prevailing in glasshouses. They are nearly always found under the bark of the trees near the soil surface. Experiments have shown that it is possible to have adults hibernate on a large scale in a limited space. If adults are collected in autumn, they can be kept alive until next spring if shelter is given (a piece of a tree trunk), the temperature is kept low and the air humidity is sufficiently high.

### 2.5. The significance of *S. punctillum* as a predator of *T. urticae* (Fig. 6, 7 and 8, table 9, 10 and 11)

*S. punctillum* is highly monophagous on mites. If no other food is available, they can live on insects such as aphids and white flies, but in most cases die soon. Development and eggproduction is not possible if they are fed on food other than mites.

The time required for devouring a prey depends on the stage of development of *T. urticae*. Adults of *S. punctillum* consume a prey considerably quicker than the larvae. This is caused by the completely different way of food intake.

The larvae suck their prey and digest it extra-intestinally, whereas the adults

eat it simply. The rate of food intake observed in hungry individuals of *S. punctillum* depends, besides on the population density of *T. urticae*, on the duration of the observation period. In course of time, food consumption of such individuals gradually decreases.

The temperature also plays an important role in the amount of prey consumed. The higher the temperature, the more mites are destroyed. This especially holds for adults. On the whole, however, more mites are consumed by larvae than by adults. The minimum amount of prey necessary for adults of *S. punctillum* to keep alive, is 20–40 individuals of *T. urticae* per day.

## 2.6. Discussion

The duration of development of *S. punctillum* is longer than that of *T. urticae*, e.g. at 22° C the time required for total development is respectively 20 and 14 days. The average egg production of either species is about the same. The reproductive power of *S. punctillum* is, however, less than that of *T. urticae*,  $\frac{2}{3}$  of the progeny of the latter being females and of the former only  $\frac{1}{2}$ . If a sufficient amount of food is available, adults of *S. punctillum* consume 140 preys per day at 22° C, and the larvae about 250.

With the aid of these figures a simplified static calculation is given of the significance of *S. punctillum* as a predator of *T. urticae*. Starting from 100 females of the red spider and 1 female of the predator, it is calculated that after three generations, *T. urticae* may be wiped out completely. This and the experiments described in chapter 5 prove *S. punctillum* to be a very important predator of *T. urticae* in glasshouses.

## 3. TYPHLODROMUS LONGIPILUS NESBITT

### 3.1. Introduction (Table 12)

In glasshouse fruit growing in the Netherlands this predator often occurs, in some cases in large numbers, more than 10 individuals per leaf being no exception. In August 1956 *Typhl. longipilus* was present in 75% of the nurseries examined. Only adults of this predator hibernate in the Netherlands. They are often found amidst colonies of hibernating females of *T. urticae*.

### 3.2. Relationship between temperature and development (Fig. 9 and 10 and table 13)

The threshold of development of *Typhl. longipilus* is about 10° C, and thus considerably lower than that of *T. urticae*. The maximum temperature is certainly below 36° C, as no eggs hatched at this temperature, while other stages died.

Besides the temperature, the prey species offered definitely have influence on the time required for development as has been demonstrated by several investigators.

### 3.3. Egg production and live duration (Table 14)

In comparison with *T. urticae* and *S. punctillum* the egg production of *Typhl. longipilus* is rather low, varying from 1.5 to 2.9 per day. The total number of eggs laid by one female will probably be about 50. If food is not sufficiently available the egg production decreases or even stops completely.

### 3.4. *The significance of Typhl. longipilus as a predator of T. urticae* (Table 15 and 16)

Larvae, nymphs and adults of *Typhl. longipilus* feed on all stages of *T. urticae*. The time required for devouring a prey is fairly long, at least 15 minutes. The amount of prey consumed per day varies from less than 1 to 14, depending of the population density of *T. urticae*. Cannibalism does not occur, unless suitable food is becoming scarce.

*S. punctillum* may act as a predator of *Typhl. longipilus*. This will, however, only be of importance if few or no individuals of *T. urticae* are present.

### 3.5. *Discussion*

The length of total development of *Typhl. longipilus* is considerably shorter than of *T. urticae* e.g. at 22° C the time required for total development is respectively 7 and 14 days. The preoviposition period of this predator is, however, comparatively long. Egg production of *Typhl. longipilus* is about half of that of *S. punctillum*. If sufficient food is available the amount of prey consumed is about 10 per day. Although the build-up of a population of *Typhl. longipilus* may proceed quickly, its significance as a predator of *T. urticae* is less than that of *S. punctillum*.

## 4. THE SUSCEPTIBILITY OF TETRANYCHUS URTICAE, STETHORUS PUNCTILLUM AND TYPHLODROMUS LONGIPILUS TO INSECTICIDES AND FUNGICIDES

### 4.1. *Introduction*

In the laboratory a comparison was made between the susceptibility of females, eggs and larvae of *T. urticae*, adults of *S. punctillum* and adults, nymphs and larvae of *Typhl. longipilus* to several insecticides, acaricides and fungicides. Of *T. urticae* three different strains were used: two parathion-resistant strains (strains II and III) and one non-resistant strain (strain I).

### 4.2. *Methods* (Fig. 11)

Females of *T. urticae* were placed on bean leaves (30 on each leaf) after which the leaves were sprayed in a spray tower (fig. 11) with a series of concentrations of the chemical concerned. The leaves were kept in a constant-air humidity chamber (fig. 7). Two days after treatment the number of dead and alive mites was counted under the binocular microscope.

To measure the ovilarvicidal action of the chemicals, eggs of 1, 2, 3, 4 and 5 days old were treated in the same way as was done with the females. As soon as the eggs hatched, the number of dead eggs and dead and alive larvae was counted under the binocular microscope. Besides the susceptibility of eggs of different ages, the residual effect of the chemicals could be determined in this way. The combination of the ovicidal action and the residual effect on larvae, will be called ovilarvicidal action.

The larvae, nymphs and adults of *Typhl. longipilus* were not transferred to other leaves, but the leaves on which they were found, were sprayed in the same way and kept in constant-air humidity chambers. Two days after treatment the mortality was checked.



The liveliness of the adults of *S. punctillum* made it impossible to treat them on the leaves. Therefore the chemicals were first applied to the leaves and put in the constant-air humidity chambers. Then the adults were introduced into the chambers. During a period of six days the number of dead and alive beetles was counted daily.

Nearly all experiments were carried out in three replications. The percentages of mortality are given graphically on log-probit paper.

#### 4.3. *Insecticides and fungicides*

4.3.1. Organic phosphorus compounds (Appendix I, fig. 12–23 and table 17). Strain III of *T. urticae* is highly resistant to parathion and shows also a marked resistance to nearly all other chemicals of this group. Strain II is less resistant to parathion, whilst its susceptibility to the other compounds is about the same or somewhat less than that of the non-resistant strain. The organic phosphorus compounds generally show little ovicidal action, except those with a long residual effect.

In most cases *S. punctillum* is far more susceptible to these chemicals than the non-resistant strain of *T. urticae*. Only schradan shows a high degree of selectivity. Although only few of the compounds were examined, the results indicate that *Typhl. longipilus* is less susceptible than strain I of *T. urticae*.

4.3.2. Specific acaricides (Appendix II, fig. 24–27 and table 18). There is very little difference in susceptibility to the chemicals of this group between the highly parathion-resistant strain III of *T. urticae* and the non-resistant strain I. Strain II, however, seems to be somewhat more resistant. All the compounds of this group have fairly good ovicidal action, partly due to their long residual effect.

*S. punctillum* is not at all susceptible to these chemicals, even very high concentrations cause no mortality. Although *Typhl. longipilus* is more susceptible than *S. punctillum*, these acaricides show a marked selectivity with regard to this predatory mite.

4.3.3. Specific ovicides (Appendix III, fig. 28–34). Females of *T. urticae* are little susceptible to these compounds, but most of them are highly toxic to the eggs and larvae.

*S. punctillum* proves to be even less susceptible than the females of *T. urticae*. The susceptibility of *Typhl. longipilus* is generally in between that of the eggs and larvae of *T. urticae* and the females of the spider mite.

4.3.4. Chlorinated hydrocarbon insecticides (Appendix IV, fig. 35–41). Females of *T. urticae* are not at all susceptible to the chemicals of this group. *S. punctillum* on the other hand proves to be very susceptible, especially if the beetles are exposed to the residue during a long period. Lindane forms an exception as at high concentrations no mortality occurs even after 5 days of exposure. These compounds prove to be very toxic to *Typhl. longipilus* too. The susceptibility of the predatory mite is even greater than that of *S. punctillum*.

4.3.5. Miscellaneous insecticides and fungicides (Appendix V, fig. 42–49). Generally these compounds are little or not at all toxic to females of *T. urticae*. Only

azobenzene, DN-111 and white oil emulsion have ovilarvicidal action. *S. punctillum* is not susceptible to any of these chemicals. *Typhl. longipilus* proves to be very susceptible to sulfur and nicotine. The other compounds are not harmful to this predator.

## 5. SOME REMARKS ON POPULATION DYNAMICS IN RESPECT OF THESE INVESTIGATIONS

### 5.1. Introduction

The population density of a species in a given area is not constant, but is subject to fluctuations. These fluctuations are due to several factors. As is pointed out by SMITH (1935) these factors may be density-dependent or density-independent. Only density-dependent factors are able to regulate the population density.

Some of the factors causing fluctuation in the population density are:

1. climate,
2. food,
3. chemicals (insecticides etc.) and
4. natural enemies.

### 5.2. Climate (Fig. 50, 51, 52, and 53)

It is generally assumed that climate acts as a density-independent factor. Glass-house conditions are very favourable to the build-up of a population of *T. urticae*, as no mortality due to rain, storm, etc. occurs. Moreover the temperature during summer is often optimum for development of the mite.

A comparison is made between the theoretically calculated build-up of *T. urticae* and a build-up under the conditions prevailing in the glasshouse. The results show a big difference between the two, the former increasing much quicker than the latter.

### 5.3. Food (Fig. 54)

On a large number of bean leaves with different population densities of *T. urticae* the percentage of mortality was determined. As is demonstrated the mortality percentage increases as the population density rises, suggesting that food may act as a density-dependent factor. However, at a density of 1000 individuals of *T. urticae* per leaf, mortality only amounts to 15%. From the practical point of view, this is insufficient.

### 5.4. Chemicals (insecticides, etc.) (Fig. 55)

In a number of experiments the combination of parathion + azobenzene as a smoke was applied to *T. urticae* in different population densities and the mortality determined 8 days after treatment. As is shown the mortality is about the same at different population densities, indicating that chemicals act as density-independent factors. Therefore, it will be necessary to repeat the treatments very frequently to give adequate control of *T. urticae*.

### 5.5. Natural enemies (Fig. 56, 57 and 58)

If larvae or adults of *S. punctillum* are introduced to different population densities

of *T. urticae*, the amount of prey consumed per day increases as the population density of the mite rises. If the amount of prey available per leaf exceeds 1000, the predation by one individual of *S. punctillum* does not increase any more. The same holds for *Typhl. longipilus*, maximum predation occurring if 700 individuals of *T. urticae* are available to 10 adults of the predatory mite. This indicates that both predators may act as density-dependent factors. Density-dependency alone, however, does not guarantee effective biological control. As is stated by HUFFAKER and KENNETT (1956) the most effective biological control is to be expected if the natural enemies are monophagous and have requirements as to general habitat and behavioural reactions that are synchronized with the characteristics of the prey. Both predators meet these requirements and consequently may give economical control of *T. urticae*.

Moreover the two predators need different amounts of food, *S. punctillum* eating a lot and *Typhl. longipilus* eating little. In this way they complement one another. Furthermore glasshouses are to be looked upon as islands from the ecological point of view, making the conditions for biological control more favourable.

In experiments the significance of *S. punctillum* as a predator of *T. urticae* was tested under practical conditions. Females were released in plastic sheets containing peach shoots carrying different population densities of *T. urticae*. Regularly counts of both were made. The results show that, if the ratio between *S. punctillum* and *T. urticae* is relatively low, the fluctuations in population density for the duration of the experiments are small. If, however, the ratio is less favourable with regard to *S. punctillum*, the fluctuations are much stronger, resulting in nearly complete disappearance of both.

#### 6. SOME EXAMPLES OF COMBINED CHEMICAL AND BIOLOGICAL CONTROL (Fig. 59 and 60)

During 3 years the population density of *T. urticae*, *S. punctillum* and *Typhl. longipilus* was determined in two different glasshouses, where peaches were grown. Every fortnight all stages of the three species from about 100 leaves were counted under the binocular microscope. In one glasshouse only selective acaricides were used. One treatment per year proved to give adequate control of spider mite as the predator, not being killed by the chemicals, eliminated the mites surviving the treatment. In the other glasshouse selective acaricides were used during two years with the same result. In the third year, however, non-selective insecticides were applied early in the season, resulting in the killing of both predators and consequently causing a rapid build-up of the population of *T. urticae*. During that year even six treatments with different chemicals were insufficient to give adequate control of *T. urticae*.

#### CONCLUSION

Up to now in practice the control of the spider mite *Tetranychus urticae* has been carried out by chemical means only. As is demonstrated in Chapter 5 chemical treatment as carried out in practice acts as a density-independent factor and is unable to regulate the population. As the time required for development of the mite

is short in glasshouses, it is necessary to repeat the chemical treatments very frequently. This will certainly lead to resistance of the mite as is shown in Chapter 4. It should therefore, be taken into account that this method of controlling red spider may fail in the future.

As is proved in Chapter 5 the predators *Steihorus punctillum* and *Typhlodromus longipilus* may act as density-dependent factors and may be able to regulate the population of *T. urticae*. Although the conditions for biological control are very favourable in glasshouses, the predators alone are seldom able to give economical control of *T. urticae*. As is demonstrated in Chapter 6, however, with one application of a selective acaricide per year, adequate control may be obtained.

## LITERATUUR

- ALLEE, W. C.,  
A. E. EMERSON,  
O. PARK, T. PARK &  
K. P. SCHMIDT 1950 Principles of animal ecology. W. B. Saunders Cy, Philadelphia.
- ANKERSMIT, G. W. 1951 Bestrijdingsproeven tegen de katoenboorder (*Earias fabia* STOLE) (*Lepidoptera, Noctuidae*) *Contr. gen. res. Stat. Bogor*, 126.
- ANONYMUS 1948 L'azobenzène contre le tétranique. *Stat. prov. Rech. sci. Viticult. à la Hulpe* 2.
- 1956 Resistance to insecticides. *Agr. Chem.* 11, 118.
- BACH, P. DE 1951 The necessity for an economical approach to pest control on citrus in California. *J. econ. Entomol.* 44, 443-447.
- BALLARD, R. C. 1954 The biology of the predacious mite *Typhlodromus fallacis* (GARMAN) (*Phytoseiidae*) at 78°F. *Ohio J. Sci.* 54, 175-179.
- BARNES, M. M. 1951 Studies with acaricides for control of mites in apple and pear orchard in southern California. *J. econ. Entomol.* 44, 672-684.
- BARTLETT, B. R. 1953 Retentive toxicity of field-weathered insecticide residues to entomophagous insects associated with citrus pests in California. *J. econ. Entomol.* 46, 565-569.
- &  
J. C. ORTEGA 1952 Relation between natural enemies and DDT induced increases in frosted scale and other pests in walnuts. *J. econ. Entomol.* 45, 783-785.
- BEENEL, I. J.  
H. S. MAYEUX &  
J. S. ROUSSEL 1947 Insecticide tests for the control of cotton boll weevil and cotton aphids in 1946. *J. econ. Entomol.* 40, 508-513.
- BLATTNY, C. &  
V. OSWALD 1948 Prispěvky k prognostice škodlivých činitelů chmele III. Svíluska chmelova (*Epitetranychus althaeae* v. HANST.) (Contributions to the prognosis of factors injurious to hops III. The hop red spider (*Tetranychus telarius* L.). *Ochr. rost.* 21, 3/4, 5-13. *Rev. appl. Entomol. A* 39 (1951) 424.
- BONDARENKO, N. V. 1950 The influence of shortened day on the animal cycle of development of the common spider mite (Russisch). *Doklady akad. nauk SSSR* 70, 1070-1080. *Rev. appl. Entomol. A* 40 (1952) 127.
- BRAVENBOER, L. 1955 Niet gepubliceerd onderzoek.
- BROMLEY, S. W. 1948 Mosquito spraying with DDT and the two-spotted mite. *J. econ. Entomol.* 41, 508.
- CAGLE, L. R. 1949 Life history of the two-spotted spider mite. *Va. agr. exp. Stat., techn. Bull.* 113.
- CAKEBREAD, E. J. N. 1946 The development of nitro-phenols in the control of red spider. *Rep. first int. Congr. Plant Protection, Heverlee* 1946, 399-407.
- CAMPBELL, W. V. &  
R. E. HUTCHINS 1952 Toxicity of insecticides to some predacious insects in cotton. *J. econ. Entomol.* 45, 828-833.
- CHABOUSSON, F. &  
A. BESSARD 1954 La question des tétraniques ou araignées rouges sur les arbres fruitiers. *Rev. Zool. agr.* 53, 4/6, 49-66.
- CHANDLER, S. C. 1945 Experimental work with DDT on fruit insects in 1945. *Trans. Illinois hort. Soc.* 79, 274-290.
- CHANT, D. A. 1957 Predacious spiders and mites on fruit trees. *East Malling Res. Stat., Rep.* 44 (1955/56) 175-178.

- CLANCY, D. W. & H. J. MCALISTER 1956 Selective pesticides as aids to biological control of apple pests. *J. econ. Entomol.* 49, 196-202.
- & H. N. POLLARD 1952 The effect of DDT on mite and predator populations in apple orchards. *J. econ. Entomol.* 45, 108-114.
- COLLINGWOOD, C. A. 1955 The glasshouse red spider mite on black currants. *Ann. appl. Biol.* 43, 144-147.
- COLLYER, E. 1953a Biology of some predatory insects and mites associated with the fruit tree red spider mite (*M. ulmi*) in south-eastern England II. Some important predators of the mite. *J. hort. Sci.* 28, 85-97.
- 1953b The effect of spraying materials on some predatory insects. *East Malling Res. Stat., ann. rep.* 1952, 141-145.
- 1956 Notes on the biology of some predacious mites on fruit trees in south-eastern England. *Bull. entomol. Res.* 47, 12, 205-214.
- COTTIER, W. 1934 The natural enemies of the European red mite in New Zealand. *New Zealand J. sci. Technol.* 16, 68-80.
- CRANHAM, J. E., D. J. HIGGONS & H. A. STEVENSON 1953 p-Chlorobenzyl p-chlorophenyl sulphide: a new ovicide for control of red spider. *Chem. a. Industr.* 1206-1207.
- DAVIS, D. W. 1950 The influence of some environmental factors on the common spider mite *Tetranychus* spp. Thesis, Univ. Calif.
- 1951 *Tetranychus multisetis* and *Tetranychus bimaculatus*. *Ann. entomol. Soc. Amer.* 44, 511-526.
- DEAN, R. W. 1945 DDT sprays and European red mite populations in eastern New York. *J. econ. Entomol.* 38, 724-725.
- DELHAYE, R. M. 1951 L'araignée rouge (*Eotetranychus telarius*) en serre à vignes. *Versl. Notulen int. Congr. Tafeldruif te Hoeilaart 1951*, 57-59.
- DOSSE, G. 1955 Aus der Biologie der Raubmilbe *Typhlodromus cucumis* OUD. (*Acar.*, *Phytoseiidae*). *Z. Pflanzenkrankh. u. Pflanzensch.* 62, 593-598.
- 1952 Die Gewachshauspinnmilbe *Tetranychus urticae* KOCH f. *dianthica* und ihre Bekämpfung. *Höfchen-Briefe* 5, 238-267.
- 1956 Ueber die Entwicklung einiger Raubmilben bei verschiedenen Nahrungstieren (*Acar.*, *Phytoseiidae*). *Pflanzensch. Ber.* 16, 122-136.
- ENGLISH, L. L. & S. S. STATLER 1951 Steam pipe fumigants show promise for the control of resistant spider mites on roses (*Tetranychus bimaculatus* control by p-chloro-phenyl-p-chlorobenzene sulphonate). *Florists' Rev.* 108, 2785, 23-27, 31.
- & M. E. TINKER 1954 The effect of DDT sprays on mite and aphid populations on elms. *J. econ. Entomol.* 47, 658-660.
- EWING, A. E. 1914 The common red spider or spider mite. *Oregon agr. exp. Stat., Bull.* 121.
- FINNEY, D. J. 1947 Probit analysis; a statistical treatment of the sigmoid response curve. Cambridge Univ. Press.
- FJELDDALEN, J. 1953 Sysemiske midler mod skadedyr på frukttraer, baervekster og prydplanter. *Meld. plantev.* 8.
- & T. DAVIKNES 1952 Veksthusspinnmidder resistente mot thiofosformidler funnet i Norge. (Greenhouse spider mites resistant to parathion found in Norway). *Gartnerysket* 13.

- FLESCNER, C. A. 1950 Studies on searching capacity of the larvae of three predators of the citrus red mite. *Hilgardia* 20, 233-265.
- FLUITER, H. J. DE & G. W. ANKERSMIT 1948 Gegevens betreffende de aantasting van bonen (*Phaseolus vulgaris* L.) door de zwarte bonenluis (*Aphis (Doralis) fabae* SCOP.). *Tijdschr. Plantenz.* 54, 1-13.
- FRITZSCHE, R., H. WOLFGANG & H. OPEL 1957 Untersuchungen über die Abhängigkeit der Spinnmilbenvermehrung von dem Ernährungszustand der Wirtspflanzen. *Z. Pflanzenernähr. Düng. Bodenk.* 78, 13-27.
- FULTON, R. A., F. F. SMITH & M. S. KONECKY 1950 Comparative toxicity of vapors of four organic phosphates to chrysanthemum aphid and two-spotted spider mite. *J. econ. Entomol.* 43, 940-941.
- GALLAY, R. 1950 Stations fédérales d'essais viticoles, arboricoles et de chimie agricole à Lausanne et à Pully, sous-station en Valais, Contbey-Sion-Vétroz. Rapport d'activité 1949. *Landwirtsch. Jb. Schweiz* 64, 729-861.
- GAPRINDASHVILI, N. K. & T. N. NOVITZKAYA 1952 Contribution to the question of the study of the action of organophosphorus preparations on the natural enemies of pests of subtropical plants in the Georgian SSR. (Russisch) *Doklady vsesoyuz. akad. sel'sko-khoz. nauk im. V.I. Lenina* 17, 11-15; *Rev. appl. Entomol. A* 41 (1953) 335.
- GARLICK, W. G. 1928 Notes on the red spider on bush fruits *T. telarius* L. *Entomol. Soc. Ontario 59th ann. Rep.*, 86-93.
- GARMAN, P. 1950 Parathion-resistant red spider. *J. econ. Entomol.* 43, 53-56.
- & B. H. KENNEDY 1949 Effect of soil fertilization on the rate of reproduction on the two-spotted spider mite. *J. econ. Entomol.* 42, 157-158.
- GASSER, R. 1951 Zur Kenntnis der gemeinen Spinnmilbe *Tetranychus urticae* KOCH I. Mitteilungen über Morphologie, Anatomie und Oekologie. *Mitt. schweiz. entomol. Ges.* 24, 217-262.
- GEIER, P. 1951 La lutte contre les acariens phytophages en arboriculture fruitière. *Landwirtsch. Jb.* 65, 911-930.
- GEUSKES, D. C. 1938 Waarnemingen over het fruitspint in verband met zijn bestrijding. *Tijdschr. Plantenziekten* 44, 49-79.
- 1939 Beiträge zur Kenntnis der europäischen Spinnmilben (*Acari, Tetranychidae*) mit besonderer Berücksichtigung der niederländischen Arten. *Meded. Landbouwhogeschool* 42.4, 1-68.
- GÜNTHART, E. 1946 Lutte contre les insectes exerçant leurs ravages à l'intérieur des plantes crucifères. *Rep. first int. Congr. Plant Protection, Heverlee 1946*, 305-314.
- 1957 Neues über Auftreten und Bekämpfung der Spinnmilben an Reben. *Schweiz. Z. Obst u. Weinbau* 66, 231-236.
- 1945 Ueber Spinnmilben und deren natürlichen Feinde. *Mitt. schweiz. entomol. Ges.* 19, 297-308.
- HARVEY, T. L. 1954 Chemical control of a spider mite on wheat in eastern New Mexico. *J. econ. Entomol.* 47, 593-597.
- HELY, P. C. 1947 Control of French bean fly. Experiments with DDT. *Agr. Gaz. N. S. Wales* 58, 85-89.
- HERBERT, H. J. 1952 Progress report on predacious mite investigations in Nova Scotia (*Acarina, Phytoseiidae*). *Entomol. Soc. Ontario, 83th ann. Rep.*, 27-29.
- HIRST, S. 1924 Note on the synonymy and distribution of *Tetranychus telarius* L. *Ann. Mag. natural Hist.* 14. 9th Ser., 621-624.

- HOGAN, T. W. & R. M. STEPHENS 1946 Codling moth control. DDT trials in Victoria. *J. Dep. Agr Victoria* 44, 423-426.
- HOUTEN, J. TEN & M. KRAAK 1949 A vertical spraying apparatus for the laboratory evaluation of all types of liquid pest control materials. *Ann. appl. Biol.* 36, 394-405.
- HUECK, H. J. 1953 The population-dynamics of the fruit tree red spider (*Metatetranychus ulmi* KOCH 1830, *Acari, Tetranychidae*) with special reference to the influence of DDT. Thesis Leiden.
- HUFFAKER, C. B. 1948 A technique for translocation of DDT in plants. *J. econ. Entomol.* 41, 650-651.
- & C. E. KENNETT 1953a Developments towards biological control of cyclamen mite on strawberries in California. *J. econ. Entomol.* 46, 802-812.
- & — 1953b Differential tolerance to parathion of two *Typhlodromus* predatory on cyclamen mite. *J. econ. Entomol.* 46, 707-708.
- & C. H. SPITZER JR. 1950 Some factors affecting red mite populations on pears in California. *J. econ. Entomol.* 43, 819-831.
- JARY, S. G. 1935 Some observations upon the „red spider“ *Tetranychus telarius* L. on hops and its control with notes on some predatory insects. *Ann. appl. Biol.* 22, 538-549.
- JEFFERSON, R. N. & G. E. MACK 1953 Control of certain greenhouse insects and mites with tetraethyl dithiopyrophosphate smokes. *J. econ. Entomol.* 46, 120-123.
- KAPUR, A. P. 1948 On the old world species of the genus *Stethorus* WEISE (*Coleoptera, Coccinellidae*). *Bull. entomol. Res.* 39, 297-320.
- KEH, B. 1952 Mating experiments with the two-spotted spider mite complex. *J. econ. Entomol.* 45, 308-312.
- KLEIN, H. Z. 1936 Contributions to the knowledge of the red spider in Palestine. *Hadar* 9, 107-111, 126-132, 195, 197-199, 219-223, 225.
- KLOSTERMEYER, E. C. 1954 Mite control on legume seed crops. *J. econ. Entomol.* 47, 30-34.
- & W. B. RASMUSSEN 1953 The effect of soil insecticide-treatment in mite population and damage. *J. econ. Entomol.* 46, 910-912.
- KUENEN, D. J. 1946 Het fruitspint en zijn bestrijding. *Meded. Tuinbouwvoorlichtingsdienst* 44.
- 1947 On the ecological significance of two predators of *Metatetranychus ulmi*. *Tijdschr. Entomol.* 88, 303-312.
- LANDIS, B. J. & E. W. DAVIS 1947 Two-spotted spider mite damage to potatoes. *J. econ. Entomol.* 40, 565.
- & K. E. GIBSON 1953 Abundance of mites on potatoes treated with DDT, sulfur, parathion or malathion for aphid control. *J. econ. Entomol.* 46, 1025-1029.
- LATHROP, F. H. & M. T. HILBORN 1950 European red mite control. *J. econ. Entomol.* 43, 172-175.
- LEES, A. D. 1950 Diapause and photoperiodism in the fruittree red spider mite (*Metatetranychus ulmi* KOCH) in England. *Nature* 166, 874-875.
- 1953 Environmental factors controlling the evocation and termination of diapause in the fruit-tree red spider mite *Metatetranychus ulmi* KOCH (*Acarina, Tetranychidae*). *Ann. appl. Biol.* 40, 449-486.
- LINKE, W. 1953 Untersuchungen über Biologie und Epidemiologie der gemeinen Spinnmilbe *Tetranychus althaeae* v. HANST. unter besonderer Berücksichtigung des Hopfens als Wirtspflanze. *Höfchen-Briefe* 6, 185-238.



- LISTO, J.,  
E. M. LISTO &  
V. KANERVO 1939 Tutkimuksia hedelmäpuupunkista (*Paratetranychus pilosis* C. et F.) (A study on fruit-tree mite). *Valtion maatalouskoetoinnin julkaisuja* 99.
- LORD, F. T. 1949 The influence of spray program on the fauna of apple orchards in Nova Scotia III. Mites and predators. *Can. Entomologist* 81, 202-214, 217-230.
- MCGREGOR, E. A. 1950a Mites of the family *Tetranychidae*. *Am. midland naturalist* 44, 257-420.
- 1950b The taxonomic status of certain Tetranychid mites of the United States and Europe. *J. econ. Entomol.* 43, 951-952.
- MCPHEE, A. W. &  
K. H. SANFORD 1954 The influence of spray programs on the fauna of apple orchards in Nova Scotia VII. Effects on some beneficial Arthropods. *Can. Entomologist* 86, 128-135.
- MARLE, G. S. VAN 1951 Spintbestrijding met moderne insecticiden in de Aalsmeerse bloementeelt. Thesis Wageningen.
- MARNEFFE, R. DE &  
R. DELHAYE 1953 Araignée rouge „*Eotetranychus telarius*”. *Versl.navorsingen I.W.O.N.L.*, 149-169.
- MATHYS, G. 1955 La lutte contre l'araignée de la vigne. *Rev. romande agr., viticult. et arboricult.* 11, 38-40.
- 1954 Le problème de la lutte contre les araignées rouges de la vigne. *Rev. romande agr., viticult. et arboricult.* 10, 81-84.
- 1956 Protection de la faune utile et applications de produits chimiques dans la lutte contre l'araignée rouge de la vigne. *Rev. romande agr., viticult. et arboricult.* 12, 3-5.
- MICHELBACKER, A. E.,  
W. W. MIDDLEKAUFF &  
O. G. BACON 1952 Mites on melons in northern California. *J. econ. Entomol.* 45, 365-370, 470-475.
- MILLER, L. W. 1950 Factors influencing diapause in the European red mite. *Nature* 166, 875.
- MORGAN, C. V. G. &  
R. S. DOWNING 1950 The uses of parathion in British Columbia orchards. *Can. Entomologist* 82, 44-49.
- MOUTIA, L. A. 1953 Considérations préliminaires sur le complexe biologique de l'araignée rouge à Maurice. *Rev. agr. île Maurice* 32, 76-82. *Rev. appl. Entomol. Ser. A* 43 (1955) 386-387.
- NEISWANDER, C. R.,  
J. G. RODRIGUEZ &  
R. B. NEISWANDER 1950 Natural and induced variations in two-spotted spider mite populations. *J. econ. Entomol.* 43, 633-636.
- NESBITT, H. H. J. 1951 A taxonomic study of the *Phytoseiinae* (fam. *Laelaptidae*) predacious upon *Tetranychidae* of economic importance. *Zoöl. Verh. Leiden* 12.
- NEWCOMER, E. J. &  
F. P. DEAN 1952 Orchard mites resistant to parathion in Washington. *J. econ. Entomol.* 45, 1076-1078.
- NEWSON, L. D. &  
C. E. SMITH 1949 Destruction of certain insect predators by applications of insecticides to control cotton pests. *J. econ. Entomol.* 42, 904-908.
- PARKER, R. L. &  
P. J. LAMERSON 1946 Codling moth control with DDT, fixed nicotine and lead-arsenate combinations. *Kansas State hort. Soc., bienn. Rep.* 48, 68-75.
- PICKETT, A. D. &  
N. A. PATTERSON 1953 The influence of spray programs on the fauna of apple orchards in Nova Scotia IV. A review. *Can. Entomologist* 85, 472-478.
- PRITCHARD, A. E. &  
E. W. BAKER 1955 A revision of the spider mite family *Tetranychidae*. *Mem. Pacific east entomol. Soc.* 2, 472.
- PUTMAN, W. L. 1955 Bionomics of *Stethorus punctillum* WEISE (Coleoptera, Coccinellidae) in Ontario. *Can. Entomologist* 87, 9-33.

- REIFF, M. 1949 Physiologische Merkmale bei Spinnmilben (*Acari, Tetranychidae*) nach Veränderung des Blattstoffwechsels. *Verh. schweiz. naturforsch. Ges.*, 165-166.
- RIPPER, W. E.,  
R. M. GREENSLADE &  
G. S. HARTLEY 1950 A new insecticide bis (bis-dimethyl-amino phosphonous) anhydride. *Bull. entomol. Res.* 40, 481-501.
- RODRIQUEZ, J. G. 1951 Mineral nutrition of the two-spotted spider mite *Tetranychus bimaculatus* HARVEY. *Ann. entomol. Soc. Amer.* 44, 511-526.
- &  
R. B. NEISWANDER 1949 The effect of soil soluble salts and cultural practices on mite population on hothouse tomatoes. *J. econ. Entomol.* 42, 56-59.
- &  
L. D. RODRIQUEZ 1952 The relation between minerals, B-complex vitamins and mite population in tomato foliage. *Ann. entomol. Soc. Amer.* 45, 331-338.
- ROSENSTIEL, R. G. 1950 Reactions of two-spotted mite and predator populations to acaricides. *J. econ. Entomol.* 43, 949-950.
- ROUX, E. J. LE 1954 Effects on various levels of nitrogen, phosphorus and potassium in nutrient solution on the fecundity of the two-spotted spider mite *Tetranychus bimaculatus* HARVEY (*Acarina, Tetranychidae*) reared on cucumber. *Can. J. agr. Sci.* 34, 145-151.
- SCHILDER, F. A. &  
M. SCHILDER 1929 Die Nahrung der Coccinelliden und ihre Beziehung zur Verwandtschaft der Arten. *Arb. biol. Reichsanst. Land-u. Forstwirtsch., Berlin-Dahlem* 16, 213-282.
- SMITH, F. F. &  
R. A. FULTON 1951 Two-spotted spider mite resistant to aerosols. *J. econ. Entomol.* 44, 229-233.
- SMITH, H. S. 1935 The role of biotic factors in the determination of population densities. *J. econ. Entomol.* 28, 873-898.
- SPEYER, E. R. 1924 Entomological investigations. Red spider (*T. telarius*). *Cheshunt, 10th ann. Rep.*, 85-99.
- 1925 Entomological investigations. Red spider (*T. telarius*). *Cheshunt, 11th ann. Rep.*, 93-102.
- 1926 Entomological report. Red spider (*T. telarius* L.). *Cheshunt, 12th ann. Rep.*, 46-49.
- STEINER, L. F.,  
C. H. ARNOLD &  
S. A. SUMMERLAND 1944 Laboratory and field tests of DDT for control of the codling moth. *J. econ. Entomol.* 37, 156-157.
- UVAROV, B. P. 1931 Insects and climate. *Trans. entomol. Soc. London* 79, 1-247.
- VANWIJNGAARDEN, G. 1934 Notes sur le *Stethorus punctillum*, ennemi naturel de l'araignée rouge. *Agricultura, Leuven* 37, 296-304.
- VASSER, R. E. 1937 Influence of air temperature and humidity on the multiplication of the cotton red spider (oorspr. in Russisch in : *Lenin Acad. agr. Sci.* 8, 257-259). *Rev. appl. Entomol. A* 26 (1938) 470-471.
- WESTENBERG, J. 1956 Het mechanisme van populatieschommelingen en van het vrije verloop van een visserij. *Vakbl. v. Biol.* 36, 3, 41-53.
- WILSON, J. W. 1931 The two-spotted mite (*Tetranychus telarius* L.) on *Asparagus plumosus*. *Florida agr. exp. Stat., Bull.* 234.
- YOUNG, M. T. &  
R. C. GAINES 1954 Control of insects and mites on cotton in 1953. *J. econ. Entomol.* 47, 753-756.
- & — 1950 Tests of insecticides to control boll weevil, cotton aphid and two-spotted mite. *J. econ. Entomol.* 43, 727-729.

**BIJLAGEN I-V**

**APPENDIXES I-V**

**(FIG. 12-49)**