

HET ONDERZOEK VAN ACARICIDEN EN SPINTOVICIDEN IN HET LABORATORIUM

*With a summary: The investigation of acaricides and red spider
ovicides in the laboratory*

DOOR

J. MELTZER

N.V. PHILIPS-ROXANE

Mededeling Nr 35 van het Agrobiologisch Laboratorium „Boekesteyn”, 's-Graveland

1. INLEIDING

Sinds de opkomst van vruchtboomcarbolineum in het begin van deze eeuw heeft het fruitspint de kop opgestoken. Inmiddels is de insectenbestrijding in de fruitteelt steeds intensiever geworden, en blijkbaar heeft de uitbreiding van het spintprobleem daarmee gelijke tred gehouden. Men hoort dan ook vaak de mening verkondigen, dat door het gebruik van insecticiden de natuurlijke vijanden van het spint worden uitgeroeid en dat dit de oorzaak zou zijn van het ontstaan der spintplagen.

M.i. is deze conclusie nog niet door feiten gestaafd. Weliswaar is het bekend, dat de spintvijanden gevoelig zijn voor verscheidene insecticiden, waartegen de spintmijten een natuurlijke weerstand bezitten, maar het is zeer de vraag of deze vijanden in de boomgaard in staat zijn de spintpopulatie te decimeren. Bovendien is het mogelijk, dat door de bestrijding van andere zuigende commensalen – in het bijzonder de bladluizen – het biologisch evenwicht ten gunste van het fruitspint wordt verschoven. Enkele waarnemingen van de schrijver over de populatieveranderingen in onbespoten (verwaarloosde) boomgaarden geven althans aanleiding tot deze veronderstelling. Een biocoenologisch onderzoek van de boomgaard zou ongetwijfeld zeer interessant en wellicht van groot nut kunnen zijn voor de praktijk.

Hoe het ook zij, een feit is dat de toepassing van insecticiden over het algemeen de omstandigheden voor het spint gunstig heeft gemaakt, waardoor het noodzakelijk is geworden om een speciale spintbestrijding ter hand te nemen. Met minerale olie, al of niet gecombineerd met DNC, is een uitstekende bestrijding van de wintereieren te verkrijgen. Nog afgezien van de bezwaren die de minerale olie op kan leveren voor de schurftbestrijding, is de winterbespuiting evenwel niet in staat om de ontwikkeling van een grote spintpopulatie in de zomer te voorkomen. Men is dus verplicht de winterbespuiting aan te vullen door zomerbehandelingen.

De zomerbehandelingen kan men b.v. met parathion verrichten. Wanneer men de parathionbespuiting zeer nauwkeurig uitvoert is het mogelijk om met twee van deze bespuitingen het spint onder de knie te krijgen. Voert men de behandeling niet op de juiste tijd en onder de geschikte weersomstandigheden uit, dan kweekt men juist een grote spintbevolking aan. En de ervaring heeft geleerd, dat het voor de praktijk moeilijk is om het juiste tijdstip voor de bespuiting te kiezen. Bovendien is parathion giftig, en uit dien hoofde zal men zo mogelijk liever een minder giftig middel kiezen. Deze laatste overweging maakt het

gebruik van de ons heden ten dienste staande emphytische middelen, zoals schradan – ondanks hun voortreffelijke acaricide eigenschappen – ook niet aantrekkelijk.

De nieuwste specifieke acariciden, welke weinig of practisch niet giftig zijn voor mens en huisdier, komen derhalve meer in aanmerking. In de praktijk zullen zich evenwel omstandigheden voordoen, waarbij men – althans voorlopig – de giftigere middelen zal moeten gebruiken. Bij het bespreken van de verschillende eigenschappen der middelen zullen wij nog gelegenheid hebben hierop terug te komen.

Het onderzoek dat hieronder wordt beschreven, is uitgevoerd met het bonenspint (*Tetranychus urticae* Koch) als proefdier. Het is wellicht goed erop te wijzen, dat men de resultaten niet zonder meer op andere mijtensoorten mag toepassen. In verscheidene gevallen zijn bonenspint en fruitspint ongeveer even gevoelig; het komt echter ook voor, dat de eerste voor een bepaald middel gevoeliger is dan de andere of omgekeerd.

2. METHODEN

Spint is in het algemeen een organisme, dat tegen insecticiden een grote weerstand blijkt te bezitten. Wanneer men een willekeurige populatie van spintmijten bespuit, dan blijkt de reactie vaak in veel sterkere mate variabel te zijn dan bij de meeste insecten. Bovendien reageren de verschillende ontwikkelingsstadia en de verschillende leeftijden van de imagines op zulk een uiteenlopende wijze, dat men bij spint meer dan bij de meeste insecten, genoodzaakt is bij de proefdieren een strenge selectie naar leeftijd door te voeren. De gebruikte imagines zijn steeds 2–4 dagen oud. De leeftijd van de eieren in de ovicide-toets variëren van 0–3 dagen. Sinds een jaar gebruiken wij uitsluitend eieren van 0–2 dagen.

Daar van een insecticide of acaricide geëist moet worden, dat het laagje dat na een bespuiting op de plant overblijft (het residu) nog geruime tijd werkzaam blijft, zijn in de hieronder vermelde proeven op mijten de dieren nooit direct bespoten. Bonenplanten in potjes worden in de emulsies of suspensies gedompeld en na het opdrogen van de planten pas geïnfecteerd met spintmijten. Het residu van gedompelde planten is gelijkmatiger dan van bespoten planten. Mede daardoor is de werkzaamheid van het residu na dompeling meestal iets beter dan na bespuiting. Voor de onderlinge vergelijking van middelen en/of concentraties is de gelijkmatige verdeling een groot voordeel.

a. Proeven met volwassen spintmijten

De spintmijten worden op de bladeren in kleine plastieken kamertjes gehouden (fig. 1), die na twee à drie dagen verplaatst worden, omdat anders de controlesterfte door gebrek aan geschikt voedsel te hoog zou worden. De sterfte wordt in de regel na 3 dagen bepaald; is de werking snel dan vindt na 1 dag reeds een controle plaats; is de werking langzaam dan worden nog controles na 5–7 dagen uitgevoerd.

Proeven met een hogere controlesterfte dan 12% zijn niet in de tabellen opgenomen. Het sterfte percentage wordt verkregen door het aantal dode met het aantal „half dood” op het geheel te betrekken. Als „half dood” worden mijten gewaardeerd welke nog wel bewegen, maar niet meer tot lopen in staat zijn. Elke proef wordt tenminste met 4 herhalingen uitgevoerd.

b. Proeven met eieren en larven

Bij het onderzoek naar de ei- en larvendodende werking worden telkens twee series ingezet. In de ene serie worden de spintwifjes in kamertjes op onbehandelde planten gezet. Na twee (aanvankelijk drie) dagen worden de kamertjes en de mijten verwijderd, en de planten met eieren gedompeld. In de tweede serie worden de planten eerst gedompeld en na opdroging geïnfecteerd met mijten; na twee (drie) dagen worden ook hier de mijten en de kamertjes verwijderd.

Aanvankelijk werd bij het onderzoek naar de eidodende werking de eerste contrôle na 4, de tweede na 8 en de laatste contrôle na 12 dagen uitgevoerd. De ervaring heeft geleerd, dat men kan volstaan met één contrôle na 8 dagen; de jongste eieren zijn dan 8 dagen oud en de oudste 10 dagen. Het is nl. gebleken, dat de dan nog aanwezige eieren later niet meer uitkomen, terwijl de nog niet gedode nimfen, eventueel imagines daarna geen sterfte van betekenis meer vertonen. Daar alle proeven bij 20–25°C worden genomen, is de ontwikkeling tot imago in 10 dagen bijna voltooid. De contrôlesterfte is zeer gering; in de regel beneden 3%, zelden meer dan 5% en nooit hoger dan 10%. Alle bewegende larven worden als levend beschouwd.

Tenslotte dient nog te worden opgemerkt, dat in de hieronder volgende tabellen Abbott-percentages vermeld zijn, die berekend worden volgens de bekende formule $\frac{a-b}{a} 100\%$, waarbij a voorstelt het aantal overlevenden van de contrôle en b het aantal overlevenden van het betreffende object.

3. WERKING VAN ENIGE ACARICIDEN DIE WERKZAAM ZIJN OP IMAGINES

Parathion¹⁾ heeft een zeer goede spintdodende werking. Een concentratie van 12,5 dpm²⁾ is reeds voldoende om een volledige doding te verkrijgen. Zoals in tabel 1 is te zien worden de mijten drie dagen na de behandeling nog voor 100% gedood; bij lagere concentraties begint dan de werking af te nemen.

TABEL 1. Doding van spintwifjes (*Tetranychus urticae* Koch) door parathion
Table 1. Kill of female red spider mites (*Tetranychus urticae* Koch) by parathion

Dosis dpm (Dose ppm)	Sterfte % *) (Kill %)	Sterfte na herinfectie na 3 dagen (Kill after reinfection within 3 days)
50	100	100
25	100	100
12,5	100	100
10	82	52
5	50	27
3	8	—

*) Gemiddelde van vier proeven.

Mean values from four experiments.

De ovicide werking van parathion is niet zo gunstig. Bij directe dompeling van de eieren in een parathion-emulsie wordt zelfs in een concentratie van 600 dpm nog geen volledige sterfte van eieren verkregen; wel worden de uitgekomen larven door het residu nog gedood. Bij 100 dpm en lagere concentraties worden de

¹⁾ 0,0-diaethyl, 0-p-nitrophenyl thiofosfaat.

²⁾ deel per miljoen.

eieren welke op het droge residu zijn afgezet niet gedood en dit residu is ook niet meer in staat om de uitgekomen larven te doden (zie tabel 2). Door deze resultaten wordt het begrijpelijk dat bij een niet juist gekozen tijdstip een bespuiting met parathion in de boomgaard kan falen.

TABEL 2. Eidodende werking van parathion (2 proeven)

Table 2. Ovicidal action of parathion (2 experiments)

Dosis dpm (Dose ppm)	Gedompelde eieren (Dipped eggs)		Eieren afgezet op het residu (Eggs layed on the deposit)	
	Sterfte % eieren (Kill % of eggs)	Totaal sterfte % *) (Total kill % *)	Sterfte % eieren (Kill % of eggs)	Totaal sterfte % *) (Total kill % *)
600	95	100	3	95
300	94	100	4	100
200	80	100	3	95
100	55	100	0	0
67	19	100	7	10
30	2	98	4	4

*) Sterfte van eieren en larven.
Kill of both eggs and larvae.

De acute giftigheid van malathion¹⁾ bedraagt voor kleine zoogdieren ongeveer een honderste van parathion. Met malathion zal het werk dus veiliger zijn dan met parathion. Merkwaardigerwijs gedragen verschillende diersoorten zich zeer ongelijk bij een behandeling met malathion, in tegenstelling met parathion, waarvoor de gevoeligheid van verschillende diersoorten niet zo sterk uiteenloopt.

Bladluizen zijn 3 à 4 maal minder gevoelig voor malathion dan voor parathion. spintmijten zijn relatief aanmerkelijk minder gevoelig, zoals ook blijkt uit tabel 3. Spinteiëren worden in het geheel niet gedood, maar wel de uitkomende larven. Wanneer de spinteiëren door de behandeling niet getroffen zijn, blijken de larven niet gedood te worden door het residu op de bladeren. Malathion heeft op spinteiëren direct dus geen dodend effect, althans niet in een concentratie van 500 dpm en lager. Bij 500 dpm treedt bij de gedompelde eieren nog een larvensterfte van 71 % op; 250 dpm is practisch niet meer werkzaam op eieren en het residu is niet in staat larvensterfte te veroorzaken (zie tabel 3).

TABEL 3. Werking van malathion op wijfjes en eieren van het bonenspint, *Tetranychus urticae* Koch. Gemiddelden uit 3-5 proeven

Table 3. Action of malathion on females and eggs of the glasshouse red spider, *Tetranychus urticae* Koch. Mean values from 3-5 experiments

Concentr. dpm (ppm)	Wijfjes Females	Eieren en larven (Eggs and larvae)			
	Sterfte % (Kill %)	Gedompelde eieren (Dipped eggs)		Eieren afgezet op residu (Eggs layed on the deposit)	
		Sterfte van de eieren (Kill of the eggs)	Totale sterfte (Total kill)	Sterfte van de eieren (Kill of the eggs)	Totale sterfte (Total kill)
500	83	0	71	3	3
300	78				
250	50	4	7	4	7
125	37	0	1	4	4
100	21				
30	29				

¹⁾ S-(1, 2, -dicarbaethoxy) aethyl-0,0-dimethyl dithiofosfaat.

Een andere fosforverbinding welke weinig giftig is voor warmbloedigen is Diazinon.¹⁾ Voor spint blijkt Diazinon veel giftiger te zijn dan malathion. Hoewel de directe doding van de eieren door Diazinon te verwaarlozen is, bereikt het residu een totale sterfte van de larven (vgl. tabel 4). Door de sterke werkzaamheid van Diazinon op de wijfjes was het niet mogelijk om eieren op het residu te verkrijgen, zodat slechts één serie van de proef resultaten opleverde.

TABEL 4. Werking van Diazinon op wijfjes en eieren van het bonenspint, *Tetranychus urticae* Koch

Table 4. Action of Diazinone on females and eggs of the glasshouse red spider, *Tetranychus urticae* Koch

Concentr. dpm (ppm)	Wijfjes *) Females				Gedompelde eieren (Dipped eggs)	
	Directe werking (Initial kill)		Herinfectie na (Reinfection after)		Eierensterfte (Eggs kill)	Totale sterfte (Total kill)
	Sterfte na (Kill after)		5 d.	7 d.		
	1 d.	3 d.	Sterfte na 3 d. (Kill after 3 d.)			
1.000	100	100	100	100	6	100
300	100	100	100	56	3	100
100	100	100	100	73	1	68
30	95	100		22		
10	49	93		0		
3	12	55		0		
1	0	19				

*) Gemiddelde van 2 proeven.
Mean values from two experiments.

Karathane²⁾ dat tot een geheel ander type van verbindingen behoort, werd enige jaren geleden ook voorgesteld als een acaricide. In hoge concentraties is het inderdaad werkzaam. Op de eieren van het spint is het niet werkzaam, maar het residu op het blad doodt de larven (zie tabel 5).

TABEL 5. Acaricide werking van Karathane op *Tetranychus urticae* Koch

Table 5. Acaricidal action of Karathane on *Tetranychus urticae* Koch

Concentr. dpm (ppm)	Wijfjes (Females)		Eieren (en larven) (Eggs and larvae)			
	Directe werking (Initial kill)	Herinfectie na 5 dagen (Reinfection after 5 days)	Gedompelde eieren (Dipped eggs)		Eieren afgezet op residu (Eggs layed on the deposit)	
			Sterfte v. d. eieren (Kill of the eggs)	Totale sterfte (Total kill)	Sterfte v.d. eieren (Kill of the eggs)	Totale sterfte (Total kill)
1.000	100	98	29	100	0	100
300	0	—	8	98	0	97
100	0	—	10	99	0	20
30			0	11	0	9

¹⁾ Merk van J. R. Geigy A. G. voor 2-isopropyl-4-methylpyridyl-0,0-diaethyl thiofosfaat.

²⁾ Merk van Rohm & Haas Co. voor dinitrocaprylphenyl crotonaat.

Wanneer wij de hierboven besproken vier acariciden vergelijken, dan blijkt dat in alle gevallen de eieren het meest resistent zijn. Voor Karathane zijn de larven veel gevoeliger dan de imagines (ongeveer een factor 10), bij malathion blijken larven en imagines ongeveer even gevoelig, terwijl bij Diazinon en parathion de larven minder gevoelig schijnen dan de imagines. Nu dient wel opgemerkt te worden, dat de werkzaamheid tegen de larven eigenlijk vergeleken dient te worden met de werking van een residu dat ongeveer 3 dagen oud is, aangezien het eistadium ongeveer 3 dagen duurt. Desalniettemin blijft het verschillend gedrag van de drie ontwikkelingsstadia opvallend.

Enige jaren geleden werd DMC¹⁾ bekend gemaakt als specifiek acaricide. Inderdaad bleek dit een zeer werkzame stof te zijn, die ondanks zijn afleiding van DDT weinig giftig is voor insecten. In tegenstelling tot de vorige middelen is de werkzaamheid op eieren groter dan op de imagines (zie tabel 6). Tot hetzelfde type behoort chloorbenzilaat²⁾ dat evenwel aanmerkelijk minder sterk werkzaam is (zie tabel 7). Vooral de werking van het residu op eieren en larven is opvallend geringer dan van DMC. De werkingsduur van beide stoffen is gering; reeds na 7 dagen is de mijtdodende werking van chloorbenzilaat verdwenen, van DMC sterk verminderd.

TABEL 6. Werking van DMC op *Tetranychus urticae* Koch
Gemiddelde uit 3 proeven

Table 6. Action of DMC on *Tetranychus urticae* Koch
Mean values from 3 experiments

Concentr. dpm (ppm)	Wijfjes (Females)			Eieren (en larven) (Eggs (and larvae))			
	Directe werking (Initial kill)		Herinfectie na 7 dagen (Reinfection after 7 days)	Gdompelde eieren (Dipped eggs)		Eieren afgezet op residu (Eggs layed on the deposit)	
	Sterfte na 3 d. (Kill after 3 days)	Sterfte na 7 d. (Kill after 7 days)	Sterfte na 3 d. (Kill after 3 days)	Sterfte v. d. eieren (Kill of eggs)	Totale sterfte (Total kill)	Sterfte v. d. eieren (Kill of eggs)	Totale sterfte (Total kill)
500	97	100	44				
250	79	100	34				
125	74	100	20				
100				99	100	68	100
63	47	84	25				
50				9	100	9	100
25				16	29	44	100

4. WERKZAAMHEID VAN ENIGE MIDDELEN MET OVICIDE EN LARVICIDE WERKING

Een belangrijke groep vormen de nieuwe zwavelhoudende verbindingen. De eerste die voor het voetlicht traden waren diphenylsulfon (DPS) en mono-p-chloordiphenylsulfon (Sulphenone). EATON (1950) vond in laboratoriumproeven dat beide stoffen werkzaam waren op wijfjes en zomereieren van het fruitspint, *Metatetranychus ulmi* Koch. Zowel EATON (1952) als KIRBY (1952) kregen in praktijkproeven in boomgaarden van Z.O.-Engeland veelbelovende resultaten met DPS.

¹⁾ bis(p-chloorphenyl)methylcarbinol.

²⁾ aethyl-4,4'-dichloorbenzylaat.

TABEL 7. Werkzaamheid van chloorbenzilaat op *Tetranychus urticae* Koch
 Table 7. Activity of chlorobenzilate on *Tetranychus urticae* Koch

Concentr. dpm (ppm)	Wijfjes *) (Females)			Eieren (en larven) (Eggs (and larvae))			
	Directe werking (Initial kill)		Herinfectie na 7 dagen (Reinfection after 7 days)	Gedompelde eieren (Dipped eggs)		Eieren afgezet op residu (Eggs layed on the deposit)	
	Sterfte na 3 d. (Kill after 3 days)	Sterfte na 7 d. (Kill after 7 days)	Sterfte na 3 dagen (Kill after 3 days)	Sterfte v. d. eieren (Kill of the eggs)	Totale sterfte (Total kill)	Sterfte v. d. eieren (Kill of the eggs)	Totale sterfte (Total kill)
500	82	100	2				
250	40	59	0	83	100	18	21
125	32	33	0				
100				86	98	9	9
50				7	15	16	18

*) Gemiddelde van 3 proeven.
 Mean values from 3 experiments.

In onze laboratoriumproeven bleek van deze twee stoffen alleen mono-p-chloordiphenylsulfon werkzaam te zijn op de imagines van het bonenspint, indien de concentratie niet lager was dan 0,1 % (zie tabel 8). De ovicide en larvicide werking bleek bij bonenspint gering te zijn. Diphenylsulfon doodt de eieren en larven veel beter, maar alleen indien de eieren in de emulsie zijn gedompeld; het droge residu is slechts weinig werkzaam. Veel gunstiger is de werkzaamheid van de sulfonaten CPBS¹⁾ en CPCBS²⁾, van chloorbenzide³⁾ en van Tedion⁴⁾.

TABEL 8. Werkzaamheid van enkele zwavelhoudende acariciden op volwassen spintmijten (*Tetranychus urticae* Koch) – Gemiddelde van 3 proeven

Table 8. Activity of some sulfur containing acaricides on adult female red spider mites (*Tetranychus urticae* Koch) – Mean values from 3 experiments

Gebruikte acariciden (Acaricides used)	Concentr. dpm (ppm)	Sterfte % (Kill %)
DPS	1.000	0
Sulphenone	1.000	95
CPBS	1.000	0
CPCBS	1.000	3
Chloorbenzide	1.000	4
Tedion V 18	1.000	0

Sinds KENAGA & HUMMER (1949) hun proeven met gesubstitueerde benzeensulfonaten beschreven, zijn wij bekend met de eigenaardige specifiek spintdodende eigenschappen van CPCBS. Speciaal de directe werking op de gedompelde eieren is goed te noemen. In een concentratie van 1.000 dpm komen de eieren nooit uit. Bij 300 dpm komt ca 10 % uit, maar de uitgekomen larven sterven spoedig. Bij 100 en 30 dpm komen meer larven uit, maar de totale sterfte blijft 100 % (zie tabel 9).

¹⁾ p-chloorphenyl-benzeensulfonaat.

²⁾ p-chloorphenyl-p-chloorbenzeensulfonaat.

³⁾ p-chloorphenyl-p-chloorbenzylsulfide.

⁴⁾ Merknaam van N.V. Philips-Roxane voor 2, 4, 5, 4'-tetrachloordiphenylsulfon.

TABEL 9. Spintovicide en larvicide werking van CPCBS op *Tetranychus urticae* Koch
 Table 9. Ovicidal and larvicidal action of CPCBS on *Tetranychus urticae* Koch

Concentr. dpm (ppm)	Aantal proeven (Number of experiments)	Gedompelde eieren (Dipped eggs)		Eieren afgezet op residu (Eggs layed on the deposit)	
		Sterfte v. d. eieren (Kill of the eggs)	Totale sterfte (Total kill)	Sterfte v. d. eieren (Kill of the eggs)	Totale sterfte (Total kill)
300	3	86	100		
100	8	79	100	71	89
10	7	54	100	28	45
30	5	26	48	9	20
3	2	1	2	8	28

Wanneer de spintwijfjes op het droge residu van de tweede serie planten eieren afzetten, worden deze aanzienlijk minder goed gedood. De gemiddelde totale sterfte bij 100 dpm bereikt geen 100 %; de lagere concentraties zijn weinig werkzaam.

CPBS heeft een minder goede directe werking op de eieren. Concentraties van 300 en 100 dpm geven weliswaar nog een praktisch even goed eindresultaat, maar de lagere concentraties blijven duidelijk achter bij CPCBS (zie tabel 10).

TABEL 10. Spintovicide en -larvicide werking van CPBS op *Tetranychus urticae* Koch
 Table 10. Ovicidal and larvicidal action of CPBS on *Tetranychus urticae* Koch

Concentr. dpm (ppm)	Aantal proeven (Number of experiments)	Gedompelde eieren (Dipped eggs)		Eieren afgezet op residu (Eggs layed on the deposit)	
		Sterfte v. d. eieren (Kill of the eggs)	Totale sterfte (Total kill)	Sterfte v. d. eieren (Kill of the eggs)	Totale sterfte (Total kill)
300	16	75	100	93	100
100	19	55	98	69	88
30	6	39	73	12	63
10	3	1	43	1	8
3	2	1	6	1	1

Chloorbenzide vertoont bij de gedompelde eieren een werking, die ongeveer met CPBS overeenkomt. Bij de werking van het droge residu blijkt de totale sterfte hoger te zijn dan bij CPCBS, vooral in de laagste concentraties.

Opvallend is, dat de ei-doding veroorzaakt door het droge residu groter is dan door de directe dompeling van de eieren (verg. tabel 11).

TABEL 11. Spintovicide en -larvicide werking van chloorbenzide op *Tetranychus urticae* Koch
 Table 11. Ovicidal and larvicidal action of chlorobenzide on *Tetranychus urticae* Koch

Concentr. dpm (ppm)	Aantal proeven (Number of experiments)	Gedompelde eieren (Dipped eggs)		Eieren afgezet op residu (Eggs layed on the deposit)	
		Sterfte v. d. eieren (Kill of the eggs)	Totale sterfte (Total kill)	Sterfte v. d. eieren (Kill of the eggs)	Totale sterfte (Total kill)
300	1	100	100	100	100
100	5	60	98	63	79
30	5	39	85	62	65
10	5	17	44	49	56
3	4	17	42	23	34

De jongste spruit aan de stam der zwavelhoudende spintociden is Tedion. Zoals uit de samenvatting van tabel 12 blijkt worden de eieren na dompeling in concentraties van 30 dpm en meer voor 90–100 % gedood, terwijl reeds 1 dpm en hoger een totale sterfte van 90 à 100 % bewerkstelligt.

Evenals bij CPBS en chloorbenzide worden de eieren, welke afgezet zijn op het droge residu, nog beter gedood; 3 dpm veroorzaakt reeds een sterfte van de eieren van gemiddeld 95 % en een totale doding van 100 %. Het verschil in sterfte veroorzaakt door het droge residu en door directe dompeling van de eieren is bij Tedion zelfs aanmerkelijk groter dan bij de eerstgenoemde middelen. Elders zullen wij binnenkort een bespreking wijden aan het onderzoek van dit effect. Hier zij volstaan met te vermelden, dat wij er in geslaagd zijn aan te tonen dat de eieren van wijfjes, welke op het residu van Tedion hebben gelopen, niet levensvatbaar zijn.

TABEL 12. Spintovicide en -larvicide werking van Tedion op *Tetranychus urticae* Koch
Table 12. Ovicidal and larvicidal action of Tedion on *Tetranychus urticae* Koch

Concentr. dpm (ppm)	Aantal proeven (Number of experiments)	Gedompelde eieren (Dipped eggs)		Eieren afgezet op residu (Eggs layed on the deposit)	
		Sterfte v. d. eieren (Kill of the eggs)	Totale sterfte (Total kill)	Sterfte v. d. eieren (Kill of the eggs)	Totale sterfte (Total kill)
300	18	99	100	100	100
100	30	93	100	100	100
30	40	90	100	99	100
10	32	81	99	98	100
3	25	40	96	95	100
1	12	8	91	68	86
0,3	7	3	52	43	57

5. SLOTBESCHOUWINGEN

Wanneer wij de boven besproken verbindingen vergelijken dan blijken zij in drie groepen uiteen te vallen, nl.:

- verbindingen, welke imagines en larven doden;
- verbindingen, welke eieren en larven doden;
- verbindingen, welke werkzaam zijn op alle 3 de stadia.

In tabel 13 hebben wij een overzicht gegeven van de werkzaamheid, waarbij de LC 100 geschat werd naar de resultaten van de hierboven besproken tabellen.

Het werkingsspectrum is zeer karakteristiek. Opvallend is, dat de larven en nimfen voor Diazinon en parathion minder gevoelig schijnen te zijn dan de imagines. Overigens blijken de eieren bij alle typen van verbindingen minder gevoelig te zijn dan de larven, zoals te verwachten is. In de praktijk zal over het algemeen het zwaartepunt komen te vallen op de bestrijding van de larven. Immers, in de gevallen waar wij een middel gebruiken dat de volwassen spint doodt (tabel 13 kolom 1–4) zullen de eieren nauwelijks bestreden worden. Gebruikt men één van de zwavelhoudende „oviciden”, dan blijken de eieren toch veel resistenter te zijn en op den duur zal het residu bij herinfectie nog wel de larven, maar niet meer de eieren doden.

TABEL 13. Vergelijking van acaricide, larvicide en ovicide werking op *Tetranychus urticae* Koch naar de LC 100*). (Uitgedrukt in dpm, gebaseerd op de tabellen 1-12)

Table 13. Comparison of acaricidal, larvicidal and ovicidal action on *Tetranychus urticae* Koch, according to the LC 100*), based on the tables 1-12

	Kara- tane	Mala- thion	Dia- zinon	Para- thion	Chloro- benzil.	DMC	CPCBS	CPBS	Chloor- benzide	Tedion
Eieren (<i>eggs</i>)	> 1000	> 500	> 1000	> 600	250	± 100	> 300	± 300	300	± 30
Larven (<i>larvae</i>)	100	> 500	± 300	± 30	100	25	30	± 100	± 100	3
Imagines (<i>adults</i>)	1000	> 500	100	12,5	500	125	> 1000	> 1000	> 1000	> 1000

*) De minimum concentratie, waarbij 100 % wordt gedood.

The minimum concentration resulting in 100 % mortality.

Uit tabel 13 kunnen wij afleiden, dat een bespuiting met parathion niet voldoende zal zijn als wij bij het bepalen van de concentratie alleen rekening houden met de gevoeligheid van de imagines, terwijl ondanks het opvoeren van de concentratie de jongste eieren eerst zullen uitkomen op een tijdstip, dat het parathionresidu sterk aan werkzaamheid heeft ingeboet. Wil men met de genoemde fosforhoudende middelen een goed effect bereiken dan is men verplicht binnen de tijd van tien dagen twee bespuitingen uit te voeren.

Ten aanzien van DMC en chloorbenzilaat beschikken wij niet over voldoende eigen ervaring om een definitief oordeel te vellen. De werkingsduur van de hierboven besproken sulfonaten, chloorbenzide en Tedion is zeer lang, zodat daarmee een langdurige bescherming kan worden verkregen.

Als nadeel van laatstgenoemde middelen kan aangevoerd worden, dat bij een zware spintaantasting de schade niet onmiddellijk tot staan gebracht kan worden doordat de imagines niet worden gedood. In een dergelijk geval zal men dus de behandeling moeten combineren met een middel dat de imagines doodt. Dit laatste middel behoeft dan geen lange werkingsduur te bezitten. Men zou kunnen volstaan met TEP of wellicht ook met het niet giftige rotenon, b.v. derrispoeder, dat goed werkzaam is op de imagines.

Tot besluit zij opgemerkt dat het voor het onderzoek van de ovicide werking van groot belang is gebleken om afzonderlijk de ovicidewerking s.s. en de larvicide werking te bestuderen. Bovendien is het van veel nut gebleken de werking van de directe behandeling der eieren en van het droge residu op later afgezette eieren na te gaan. Daardoor zijn onverwachte reacties ontdekt, welke van grote betekenis zijn voor het beoordelen van de werking.

6. SUMMARY

1. Introduction

The increase of the red spider problem since the introduction of taroil is briefly discussed. The control of other sucking arthropods on the leaf, in particular aphids, might be an important factor in changing the natural balance in favour of the fruit tree red spider.

The difficulty of controlling the red spider with toxic compounds is discussed and the newer specific acaricides are mentioned.

2. Methods

The acaricidal properties of various compounds have been evaluated by dipping potted bean plants in aqueous emulsions. After dipping, the plants were

allowed to dry and then infected with adult females of *Tetranychus urticae* Koch which were kept in plastic cages on the leaf.

Ovicidal and larvicidal properties have been determined by using the following methods at the same time:

- a. plants with eggs were dipped;
- b. plants without eggs were dipped, and afterwards adult females were put onto the dry deposit. Two days later the adults were removed.

Control took place after eight days, so that the eggs were at that time 8–10 days old. As the experiments have been carried out in a climatically controlled room at temperatures between 20 and 25 centigrades the untreated eggs had developed into deutonymphs.

3. Activity of some acaricides which affect the adults

A concentration of 12,5 ppm of parathion killed 100 % of the females, even by reinfection after three days (table 1). The ovicidal action is far less, for 600 ppm killed 95 % of the eggs dipped. The dry but fresh deposit of parathion on the leaves did not kill the eggs, but larvae were killed by deposits of emulsions containing 200 ppm and more. Lower concentrations failed to show any residual action on eggs and larvae (table 2).

The fresh dry deposit of malathion emulsions did not show a complete kill of the adults at a concentration of 500 ppm and less. Neither contact with the dry deposit nor direct dipping into emulsions of 500 ppm and less resulted in a kill of the eggs. If the eggs were dipped the concentration of 500 ppm of malathion caused a mortality of 71 % of the larvae; lower concentrations did not affect the larvae (table 3).

Diazinon showed a strong action on the females; 100 ppm giving 100 % mortality, even by reinfecting the treated plants after 5 days. Eggs dipped into emulsions containing up to 100 ppm were not affected but 100 % kill of the larvae have been obtained by 300 ppm and more (table 4). Evaluation of the action of the dry deposit separately appeared to be impossible, for the females died before laying eggs.

Karathane showed 100 % mortality of adult females at a concentration of 1000 ppm; concentrations of 300 ppm and less did not affect the adults. An ovicidal action could not be observed, but the dry deposit killed the larvae (table 5).

The deposit of an emulsion containing 125 ppm of DMC and more caused a total mortality of the females. A concentration of 100 ppm killed 99 % of the dipped eggs; the mortality of the eggs laid on the dry deposit was lower, but the larvae were killed by deposits from an emulsion containing 25 ppm of DMC (table 6).

With chlorobenzilate a complete kill of the adult females could be obtained at a concentration not below 500 ppm. The ovicidal and larvicidal activity was also less than with DMC. Besides the action of the dry deposit turned out to be negligible. Dipping the eggs at concentrations of 100–250 ppm resulted in a combined mortality of eggs and larvae of 98–100 %; a concentration of 50 ppm was practically not active (table 7). DMC as well as chlorobenzilate showed only little residual action.

4. Activity of some compounds with ovicidal and larvicidal action

Sulphenone killed the adult females at a concentration of 1000 ppm, but lower concentrations were not active. DPS, CPBS, CPCBS, chlorobenzide and Tedion did not show any action on the adult females (table 8). The ovicidal and larvicidal activity of sulphenone is low, DPS showing a better kill of eggs and larvae, but the dry deposit of the latter has but little activity.

CPCBS kills 100% of the eggs at a concentration of 1000 ppm, whereas 30 ppm killed only 54% of the eggs but resulted in a total kill of the hatched larvae. The action of the dry deposit on the leaves is less (table 9).

The ovicidal action of CPBS appears to be about one third of CPCBS in the case of dipping the eggs, but the activity of the dry deposit on eggs and larvae was the same (table 10). The activity of chlorobenzide is of the same order as CPBS (table 11).

Tedion shows high ovicidal action, for 30 ppm and more cause a kill of 90–100% of the eggs, whereas 1 ppm and more results in a total mortality of 90–100%. The action of the dry deposit is very strong, 3 ppm causing 95% kill of the eggs and a total kill of the larvae (table 12).

5. Discussion

The compounds discussed can be divided into three groups:

- a. compounds affecting adults and larvae
- b. compounds affecting eggs and larvae
- c. compounds acting on all three stages

By comparing the activity of the compounds (table 13) larvae and nymphs appear to be less sensitive to parathion and Diazinone than are the adults. In all cases the eggs appear more resistant than the larvae.

In order to obtain good results with the phosphor insecticides in the field one should spray twice within ten days. The long residual action of the S-containing ovicides is more promising. However, the adults are not killed, so that in the case of a severe infestation one is forced to combine the ovicide with a compound which is killing the adults at once. The latter needs not to possess a long residual action. TEP or the non toxic rotenon may be fit for this purpose.

It is shown that the separate study of the ovicidal and the larvicidal action are very important for the investigation of ovicides. Besides it turned out to be advantageous comparing the direct action by dipping the eggs with the action of the dry deposit on the eggs laid onto it.

LITERATUUR

- EATON, J. K. – 1951. A review of recent research on synthetic acaricides. Proc. IIInd. Int. Congr. Crop Prot., London 1949: 119–124.
- EATON, J. K. – 1952. Diphenylsulfone, a new synthetic acaricide. IIIrd Int. Congress Crop Prot., Paris (Recueil des Résumés des Comm.: 52–53).
- EATON, J. K. and R. G. DAVIES – 1948. Toxicity of azo-compounds and other substances to the fruit tree red spider mite. Nature **161**: 644.
- EATON, J. K. and R. G. DAVIES – 1950. The toxicity of certain synthetic organic compounds to the fruit tree red-spider mite. Ann. Appl. Biol. **37**: 471–489.
- GASSER, R. – 1952. Über zwei neue Akarizide aus der Gruppe der Di-(p-chlorphenyl)-karbinole. Experientia **8**: 65–67.
- KENAGA, E. E. and R. W. HUMMER – 1949. The toxicity of some substituted phenyl benzene-sulfonates to the two-spotted spider mite and mexican bean beetle. J. Ec. Ent. **42**: 996–997.

- KIRBY, A. H. M. – 1952. Recent developments in chemical control of the fruit tree red spider mite (*Metatetranychus ulmi* Koch) in South East England. IIIrd Int. Congr. Crop Prot., Paris (Recueil des Résumés des Comm.: 52).
- KIRBY, A. H. M. and K. S. MCKINLAY – 1951. Laboratory experiments on the toxicity of potential acaricides. Ann. Rep. 1950 East Malling Res. Station: 164–171.
- KIRBY, A. H. M., and R. P. TEW – 1953. Toxicity of chlorinated phenyl benzene sulphonates to winter eggs of the fruit tree red spider mite, *Metatetranychus ulmi* Koch. Nature **171**: 479–480.
- METCALF, R. L. – 1948. Acaricidal properties of organic compounds related to DDT. J. Ec. Ent. **41**: 875–882.
- READ, W. H. and R. J. SMITH – 1951. Insecticides. Ann. Rep. 1950, Exp. Res. Sta. Cheshunt: 40–41.