

*Statens plantepatologiske Forsøg (H. Ingv. Petersen)**Zoologisk afdeling (K. Lindhardt)*

Kemoresistens hos ferskenbladlus (*Myzus persicae* Sulz.)

*Insecticide resistance in the green peach aphid (*Myzus persicae* Sulz.)*

E. Kirknel og J. Reitzel

Resumé

I 1969, 1970 og 1971 blev stammer af ferskenbladlusen (*M. persicae*) indsamlet på friland og i væksthuse. På friland og i væksthuse blev konstateret mere eller mindre resistens mod parathion og andre organofosfater (OP-resistens). Desuden blev der fundet enkelte tilfælde af lindanresistens i væksthuse. Enkelte tilfælde af formodet kemoresistens kunne henføres til forkert sprøjteteknik. Parathion viste krydsresistens til fenitrothion, thiometon og formothion. Bladlusene blev testet ved dypning i forskellige koncentrationer af insekticid. $LC_{50,24h}$ (den koncentration, der er nødvendig for at dræbe 50 pct. af en population indenfor 24 timer fra påføring af giftstoffet) varierede hos bladlus på friland ca. 200 gange for parathion, ca. 50 gange for fenitrothion, ca. 200 gange for thiometon og 4 for lindan. For bladlus i væksthuse var variationen for OP-midlerne noget lignende, mens variationen for lindan var ca. 200. For både OP-resistente og følsomme stammer holdt i væksthuse viste det sig, at følsomheden steg gennemsnitlig 16 gange fra sommer til vinter. Denne ændring var mindre udtalt, når der sammenlignedes med bladlus holdt på friland. Stadig holdt i væksthuse forsvandt følsomheden den 2. sommer, men ikke den 3. Forskellige handelspræparater af parathion varierede op til 64 gange i biologisk effekt. Ferskenbladlusens følsomhed overfor insekticider afhang af, hvilken planteart den opformeredes på. Piperonylbutoxyd havde en stærk synergistisk virkning på parathion i forsøg med larver af bladlus.

Indledning

Formålet med denne undersøgelse var at få oplysninger om variationer i ferskenbladlusens kemofølsomhed på friland og i væksthuse til brug ved kemisk integreret bekæmpelse. Følsomheden anses for at være bestemt af både arvelige (egentlig resistens) og miljøbetingede forhold. Et reduceret forbrug af insekticider er af økonomisk og sundhedsmæssig vigtighed for producent, forbruger og det samlede økosystem.

Metode og materialer

I. Opbevaring af bladlusstammer

Bladlusene blev opformeret på turnipsplanter i bure dækket med kunststofvæv. Planterne blev vandet efter behov med en 1 pct. næringsopløs-

ning bestående af 80 g ammoniumnitrat, 80 g kaliumnitrat og 40 g sek. ammoniumfosfat ad 1 liter vand. Dagslyset er om vinteren suppleret med kviksølvbelysning (1 stk. Philips HLRG, 400 w, pr. m^2 i 1 m afstand).

II. Eksponering af bladlusene med insekticider

Der blev i princippet anvendt den samme testmetode ved hele undersøgelsen. Siddende på værtplanten begyndte bladlusene at bevæge sig og vandre rundt på bladet efter 2 minutters ophold 20 cm fra en almindelig 60 w glødelampe. 20 voksne uvingede overførtes forsigtigt med en pensel til filterpapir. Filterpapiret med bladlusene førtes hurtigt skråt ned i en koncentration af pågældende insekticid. Efter 5 sek. blev filterpapiret (stadig med bladlusene siddende på) taget op, og det våde

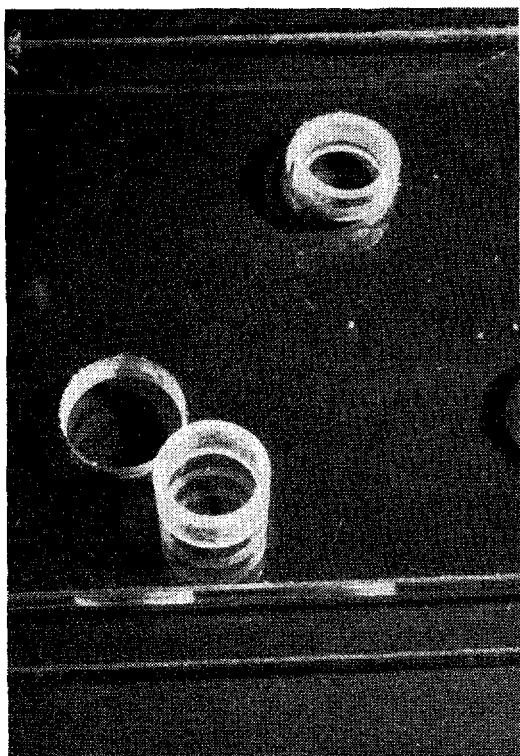


Fig. 1.

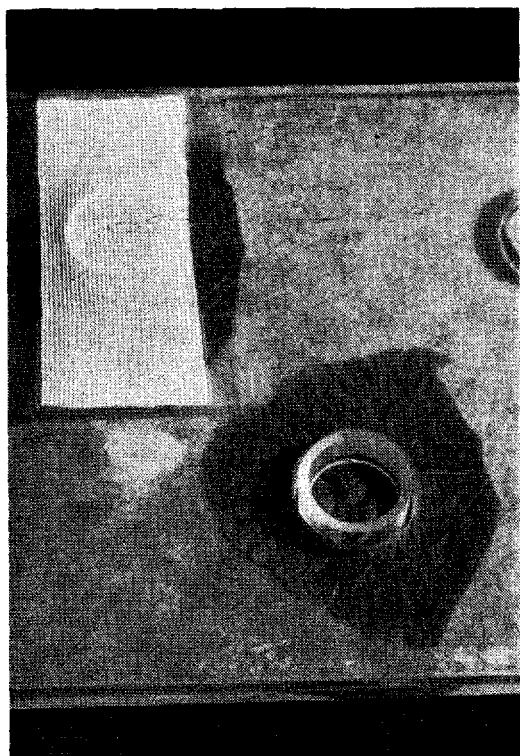


Fig. 2.

filtrerpapir placeredes med bagsiden (modsatte side af den bladlusene sad på) på et stykke tørt filtrerpapir, hvorved overskydende væske øjeblikkeligt fjernedes fra bladlusene. Disse overførtes til et glastrør og anbragtes i mørke ved $20^{\circ}\text{C} \pm 0,25$.

III. Opbevaring af insekticideksponerede bladlus

For at få bragt dødeligheden ned på nul i ubehandlede led (behandling med destilleret vand) blev der lagt megen vægt på metodeudvikling. I 1969 blev bladlusene anbragt i et glastrør med bund. Diameteren var indvendig 27 mm og højden 23 mm. På bunden af dette glastrør blev placeret et turnipsblad vædet på undersiden med destilleret vand, hvor bladlusene blev sat og hurtigt begyndte at tage næring til sig. Den åbne ende blev lukket med et stykke nylonvæv holdt på plads med et gummibånd. Grunden til at vi valgte denne metode fremfor den af Georghiou beskrev-

ne var, at Georghiou brugte udborede huller i en plexiglasplade som opholdssted for bladlusene, og insekticidrester fra tidligere brug ville på denne måde være vanskelige at fjerne. I 1970 og 1971 blev glastrøret af arbejdsmæssige grunde ændret til et pyrexglastrør åbent i begge ender, 17 mm indv. diameter, 10 mm højde med bund af først et turnipsblad og derunder filtrerpapir vædet med dest. vand og top af nylonnet. Disse glasceller lejredes løst i huller skåret i en glasplade (fig. 1 og 2). Georghiou 1963 foreslår at vende cellen med bladet opad, da dødeligheden i ubehandlet bliver lavere. Egne forsøg bekræftede, at der er forskel på, om bladet vender ned (14 pct. dødelighed) eller op (0 pct. dødelighed).

IV. Opgørelse af resultater

Efter 24 timer optaltes levende og døde bladlus. Individuer, som ikke ved parring kunne udføre normal gang, henregnedes til døde. Opgørelsen var

entydig og uden vanskeligheder. LC_{50,24h} var her et udtryk for de 20 bladlus' svar på insekticidbehandlingen og skulle forstås som den koncentration aktivt stof (Lethal concentration, LC), der var nødvendig for at dræbe 50 pct. af individerne optalt 24 timer efter eksponering. Ved koncentration forstås altid koncentration i dest. vand af det aktive stof.

For at gøre resultaterne overskuelige blev i stedet for LC_{50,24h} anvendt en indeks, som ses af tabel 1.

Tabel 1. Indeks for koncentration af insekticid
(Conversion from concentration of insecticide
to index figure)

Indeks	koncentration aktivt stof (conc. a.i.)
1.....	0,000097 %
2.....	0,00039 »
3.....	0,00156 »
4.....	0,00625 »
5.....	0,025 »
6.....	0,1 »
7.....	0,4 »
8.....	1,6 »
9.....	6,4 »

Det ses af tabel 1, at forskellen mellem de anvendte koncentrationer, bladlusene blev dyppet i, var en faktor 4. Det blev søgt at få 100 pct. dødelighed i den næste fortynding. Med de anvendte insekticider, de foreliggende populationer samt testmetoden blev dette opnået med 95-99 pct.s sikkerhed ved en koncentrationsfaktor 4. Det vil sige, at var indeksforskellen mellem to sammenlignet 1 og derover, var sammenligningerne forskellige med 95-99 pct. sandsynlighed. Man kunne have anvendt en finere graduering f.eks. 2, og for visse populationer samt visse af insekticiderne fået signifikante forskelle ud, som ikke afsløredes ved den grovere inddeling. Til undersøgelsens formål viste den valgte koncentrationsforskel sig tilstrækkelig.

V. Insekticider.

Ved alle formuleringer af insekticider blev der anvendt destilleret vand. I 1969, hvor det primære formål var at konstatere resistens, blev handels-

formuleringer ikke anvendt, men $99,7 \pm 0,2$ pct. parathion (3 gange omkrystalliseret, titanometrisk bestemt) emulgeret med Emulsogen-el (oliesyrepolyethylenoxidester fra Hoechst) i forholdet 1:1, begge komponenter venligst stillet til rådighed af firma »Cheminova«. Desuden blev her tilsat Emulsogen-el op til 0,2 pct. ved fortyndingerne. Resultaterne fra 1969 kan således ikke direkte sammenlignes med resultaterne fra 1970 og 1971.

I test fra 1970 og 1971, hvor der blev lagt mere vægt på at rådgive i praktiske tilfælde, blev der testet med handelsformulerede insekticider.

»Parathion« bestod af:

97 % teknisk parathion....	36 %
Emulsogen-el.....	1 %
*) phenylsulfonat-Ca.....	2 %
mineralsk terpentin.....	40 %
xylol.....	21 %
	100 %

*) 70 % Ca-dodecylphenylsulfonat + 30 % 2-butanol.

»Lindan« bestod af:

99 % teknisk lindan.....	20 %
Emulsogen-el.....	1 %
phenylsulfonat-Ca.....	2 %
acetone.....	10 %
xylol.....	67 %
	100 %

For de øvrige anvendte insekticider forelå ingen oplysninger om formuleringsmåde, men følgende handelsvarer opgaves: Ekatin 25 J.F. (thiometon), Anthio (formothion) og Sumithion 50 (fenitrothion).

To andre insekticider blev anvendt i enkelte test, nemlig Furadan (carbofuran) og Pirimor (pirimicarb).

Resultater

Resultater fra 1969, hvor *M. persicae* fra friland blev testet, ses af tabel 2.

Som omtalt under forrige afsnit blev der i 1969 anvendt parathion emulgeret med Emulsogen-el alene. I 1970 og 1971 blev kun handelspræparater af insekticider anvendt til forsøgene. Resultater

Tabel 2. *Myzus persicae* fra friland testet 1969
(*Myzus persicae* collected in fields and tested 1969)

Stamme (No. strain)	Værtplante (Host plant)	Lokalitet (Locality)	LC _{50,24h} parathion indeks
1 j	kålroe (<i>swede</i>)	Tylstrup	3,5
2 j	kartoffel (<i>potato</i>)	Holstebro	6
3 j	bederoe (<i>sugarbeet</i>)	Grenå	4,5
5 j	bederoe	Kolding	3,5
7 f	bederoe	Middelfart	6,5
8 f	bederoe	Årslev	6,5
9 f	bederoe	Blangstedgd.	6,5
10 s	kålroe	Lyngstrup	6
11 s	kartoffel	Amager	6,5
12 s	kartoffel	Amager	2,5
13 s	bederoe	Klarskov	6,5
15 b	bederoe	Bornholm	2,5
21	kartoffel	Virum	5,5

fra undersøgelser af bladlus fra friland og væksthushus i 1970 ses af tabel 3, og resultater fra 1971 ses af tabel 4.

Den 27/4 blev stammen 40 s (tabel 4) testet, og LC_{50,24h} indeks blev bestemt til 5,5 for parathion. Stammen blev holdt på turnips i væksthushus uden at blive udsat for insekticider og testet igen den 2/6 med samme resultat. Det pågældende gartneri

havde meget dårlige resultater med fosformidler og problemer med fytotoxitet. Pirimor (Carbamatet pirimicarb, 5,6 dimethyl-2-dimethylamino-4-pyrimidinyl dimethyl carbamate) blev taget i anvendelse, og 14 dage efter, den 30/8 (tabel 4 49 s), blev en ny test foretaget. LC_{50,24h} indeks var den samme for parathion og Pirimor nemlig 5,5. Dette niveau må egentlig betegnes som højt, men carbamatet virkede næsten 100 pct. På grund af den korte tid, 14 dage, Pirimor havde været anvendt, var muligheden for krydsresistens sandsynligere end virkning fra carbamatet. Bemærkelsesværdig var ligeledes en stor bestand af snyltehvepse (*Aphidius matricariae* Haliday, identificeret af P. Sary, Československá akademie, Praha) efter anvendelse af Pirimor. Pirimor er angivet som et selektivt insekticid. Baranyovits 1970 oplyser, at Pirimor ingen effekt havde på *Aphidius matricariae* i puppestadiet, og kun »15 pct. blev dræbt af en sprøjtebelægning på sennepsblade efter sprøjtning med 0,0375 pct. akt.st.« På *Bougainvillea* var fytotoxiteten af Pirimor minimal. Den 19/10 (tabel 4 52 s) blev endnu en test foretaget med bladlus fra samme gartneri. Kun Pirimor var blevet anvendt, og LC_{50,24h} indeks for parathion og Pirimor var 3,5 og 4,5. Dette

Tabel 3. *Myzus persicae* fra friland og væksthushus testet 1970
(*Myzus persicae* collected in fields and greenhouses tested 1970)

Stamme (No. strain)	Værtplante (Host plant)	Lokalitet (Locality)	LC _{50,24h} indeks					
			para- thion	thio- meton	formo- thion	fenitro- thion	fura- dan	lin- dan
16 s	bederoerfrøplanter, væksth.	St. Heddinge	5,5	5,5	—	4,5	—	3
18 s	spinatfrøplanter, væksthush.	Ringsted	4,5	5,5	6	4,5	—	2,5
19 j	kartoffel, friland	Foldingbro	<3	<3	—	<3	—	<3
20 s	bederoe, friland	Klarskov	4,5	6,5	—	5,5	—	<3
21 s	Chrysanthemum, væksthush.	»	4,5	5,5	—	4,5	—	3
22 s	salat, friland	»	4,5	6,5	—	5	—	3,5
24 s	bederoe, friland	Mern	<3	<3	—	<3	—	<3
25 l	bederoe, friland	Kørbelev	5,5	6,5	—	5,5	—	3,5
26 l	bederoe, friland	»	6	5,5	—	4,5	—	3
27 l	bederoerfrøplanter, væksthush.	Holeby	4	5,5	—	6	—	<3
28 l	tomat, væksthush.	Kørbelev	3,5	—	—	<3	—	3,5
29 j	Chrysanthemum, væksthush.	Nibe	5,5	6,5	—	5,5	—	>7
34 f	bederoe, væksthush.	Årslev	<3	3,5	—	<3	—	3,5
35 j	bederoe, friland	Velling	<3	<3	—	<3	—	<3
39 j	nellike, væksthush.	Århus	5,5	—	—	—	—	5,5
39 s	tobak, væksthush.	Risø	<3	6,5	—	5,5	6,5	3,5

Tabel 4. Myzus persicae fra friland og væksthushuset testet 1971
(*Myzus persicae collected in fields and greenhouses tested 1971*)

Stamme (No. strain)	Værtplante (Host plant)	Lokalitet (Locality)	LC _{50,24h} indeks		
			parathion	pirimicarb	lindan
40 s	Bougainvillea sp., væksthushuset	Vedbæk	5,5	—	4
41 s	Hibiscus rosa-sinensis, væksthushuset	Virum	5,5	—	—
43 j	kartoffel, friland	Grindsted	<3	—	—
44 j	kartoffel, friland	Viborg	<3	—	—
45 j	kartoffel, friland	Brørup	<3	—	—
46 j	kartoffel, friland	Grindsted	<3	—	—
47 j	kartoffel, friland	Foldingbro	<3	—	—
49 s	Bougainvillea sp., væksthushuset	Vedbæk	5,5	5,5	—
51 s	Commelina sp., væksthushuset	Kbhvn.	<3	—	5
52 s	Bougainvillea sp., væksthushuset	Vedbæk	3,5	4,5	—

Tabel 5. Forskellige bladlusarter testet med insekticider (Other species of aphids tested)

Art (Specimens)	Værtplante (Host plant)	LC _{50,24h} indeks			
		parathion	fenitrothion	thiometon	lindan
Masonaphis azaleae (Mason)	azalea, væksthushuset	1,5	—	—	—
Rhodobium porosum (Sanderson)	roser, friland	<3	<3	3,5	<3
Aulacorthum solani (Kltb.)	julebegonie, væksthushuset	<3	—	—	4,5
Rhopalosiphum padi (L.)	havre, friland	1,5	—	—	—
Macrosiphum rosae (L.)	roser, væksthushuset	<3	—	—	<3

tab af resistens hen ad efteråret blev iagttaget fra andre gartnerier samt vist i forsøg i laboratoriet og omtalt andet steds i beretningen. Der var dog intet, som tydede på, at brug af Pirimor fremmede OP-resistens.

Test af andre bladlusarter

Foruden ferskenbladlusen blev der testet få andre bladlus med handelsformulerede insekticider. Tabel 5.

De to bladlusarter på roser, Rodobium porosum og Macrosiphum rosae blev testet på grund af formodet kemoresistens. De pågældende roser havde været udsat for hyppige insekticidbehandlinger, Macrosiphum rosae i hvert tilfælde siden 1967 med ugentlige sprøjtninger af et af midlerne meta-systox, bladan, nikotin eller phosdrin. Vanskelighederne med bladlusbekæmpelsen disse steder måtte henføres til forkert sprøjteteknik. Aulacorthum solani ses her at være resistent mod lindan.

Tabel 6. LC_{50,24h} parathion indeks for 2 stammer
(*LC_{50,24h} parathion index in 2 different strains*)

Dato for test (Date)		Dato for test (Date)	
Stamme 8 f (Strain 8 f)		Stamme 15 b (Strain 15 b)	
17/9-69	6,5	17/9-69	2,5
6/11	6,5		
29/1-70	4,5	6/1-70	<1
5/2	4,5	29/1	<1
10/3	4,5	5/2	<1
6/4	5,5	17/2	<1
15/5	6,5	4/5	2,5
11/6	6,5	30/11	<2
30/11	<3		
19/4-71	<3	27/4-71	<3
26/5	<3	26/5	<3
21/6	<3		

Miljøets betydning for kemofølsomhed

Der synes ikke at være tvivl om, at der både var tale om arvelig og miljøbetinget resistens. Flere af stammerne indsamlet i 1969 blev holdt i vækst-

hus vinteren over og testet med jævne mellemrum. Resultaterne fra test af en resistent og en følsom stamme er vist i tabel 6. Testet med 1969 metoden.

Der var tydelig forskel de to stammer imellem i 1969 og 1970. Det må erindres, at bladlusene blev holdt i væksthuse. Desuden ses, at bladlusenes følsomhed for begge stammer steg i vinteren 1970 for derefter at nå samme niveau sommer 1970 som efterår 1969. Resistensen blev nedbrudt efteråret 1970 især for 8 f og ses ikke at vende tilbage 1971, som den gjorde det i 1970.

En parathionselekeret stamme blev spaltet op om foråret (1. maj) i en væksthustamme og en frilandsstamme. I begyndelsen af vinteren (3. dec.) blev begge stammer testet med handelspræparater. Turnips blev anvendt som værtplante. Tabel 7 viser de opnåede resultater.

Tabel 7. $LC_{50,24h}$ indeks for væksthustamme og frilandsstamme

($LC_{50,24h}$ index in 2 parallel strains, one kept in glasshouse, one out door)

	Drivhusstamme (In glasshouse)	Frilandsstamme (Out door)
Parathion	3,5	4,5

Stammen var homogent delt op, da forsøget startede ($LC_{50,24h}$ indeks: 6,5), men miljøet ses at have haft indvirken på følsomheden. Miljøet her var ret sammensat, og nogen enkelt faktor kunne ikke tilskrives som eneste årsag.

En drivhusstamme blev delt i okt., hvoraf den ene halvdel blev anbragt ved 15°C gns. temp. med variationer fra 5-33°C uden kunstig belysning.

Den anden blev udsat for en gns. temp. på 20°C med variationer fra 18-25 og 1 stk. HLRG Philips (kviksølv højtryk) 400 w. lampe/m² i 1 m afstand fra værtplanten, som var turnips. Der var ingen forskel i $LC_{50,24h}$ indeks testet efter 14 dage under disse forsøgsbetingelser. $LC_{50,24h}$ indeks var 4,5 for parathion.

Ferskenbladlusens kemikaliefølsomhed var afhængig af, hvilken værtplante den opformerer på. Den 21/6 blev en middelresistent stamme udsat i to forskellige væksthuse med samme klima. På lokalitet I blev der sat bladlus både på Hibiscus

rosa-sinensis og turnips, på lokalitet II kun på turnips. $LC_{50,24h}$ indeks var 5,5 for moderstammen ved forsøgets start. Efter 15 dage havde bladlusene på H. rosa-sinensis ændret deres følsomhed udtrykt i $LC_{50,24h}$ indeks til 6,5. Bladlusene på begge turnipsplanterne på de to lokaliteter havde ikke ændret deres følsomhed.

Biologisk effekt af forskellige parathionpræparater

I 1970 og 1971 blev anvendt handelspræparater af insekticiderne, da rådgivning i flere tilfælde var aktuel. Det blev klargjort, at disse præparater blev formuleret forskelligt. Handelsformuleret parathion kunne således ikke indgå i en standardtest, hvor insekticidets formulering ikke var konstant. En tilfældig række af disse handelsvarer blev testet på en parathionselekeret stamme, og det blev klargjort ved forsøg, at de havde forskellig biologisk effekt. Der er i disse handelspræparater anvendt forskellige organiske opløsningsmidler, forskellige emulgatorer, og blandingsforholdet mellem disse er ligeledes forskelligt. Endvidere kan måden at syntetisere parathion på være forskellig. Tabel 8 viser resultater fra disse forsøg.

Der blev således i disse tests målt en forskel på den nødvendige koncentration på 64 gange imellem forskellige handelspræparater af parathion for at opnå samme biologiske effekt, $LC_{50,24h}$. Det må pointeres, at disse forsøg blev udført med bladlus, der var udvalgt med parathion i 10 generationer, samt at forsøgene blev udført under laboratorieforhold. Der blev kun foretaget orienterende undersøgelser over delkomponenternes andel i handelspræparaternes forskellige biologiske effekt.

Tabel 8. $LC_{50,24h}$ indeks parathion for parathionselekeret stamme testet med 5 handelspræparater ($LC_{50,24h}$ index parathion for a parathion selected strain, tested with 5 trade marks)

Præparat nr. (Trademark no.)	
1	6,5
2	6,5
3	6,5
4	5,5
5	3,5

Tabel 9. Piperonylbutoxyds synergistiske effekt på parathion
(The synergistic effect of piperonylbutoxide on parathion)

Pct. aktivt stof af parathion piperonylbutoxyd eller sum af disse to stoffer (% a.i. of parathion, piperonyl- butoxide or sum of their mixtures)		Pct. dødelighed (% mortality) voksne larver uvingede (apterous (larvae) adults)	
<i>parathion</i>			
1,6	100	100	
0,4	0	0	
0,1	0	0	
0,025	0	0	
0,00625	0	0	
0,00156	0	0	
<i>piperonylbutoxyd</i>			
1,6	0	0	
0,4	0	0	
0,1	0	0	
0,025	0	0	
0,00625	0	0	
0,00156	0	0	
<i>1:1</i>			
1,6	100	100	
0,4	0	70	
0,1	0	65	
0,025	0	60	
0,0625	0	20	
0,00156	0	10	
<i>3:1</i>			
1,6	100	100	
0,4	0	50	
0,1	0	0	
0,025	0	0	
0,00625	0	0	
0,00156	0	0	
<i>15:1</i>			
1,6	100	100	
0,4	0	10	
0,1	0	10	
0,025	0	10	
0,00625	0	5	
0,00156	0	0	

Piperonylbutoxyds synergistiske effekt på parathion

Piperonylbutoxyd virker synergistisk på en række insekticider. I et forsøg blev bladlusene delt op i

5 grupper og behandlet med enten parathion, piperonylbutoxyd eller blandinger af disse i forhold 1:1, 3:1 eller 15:1. De rene stoffer og deres blandinger blev emulgeret op med 2/3 stof (eller sum af begge stoffer) og 1/3 Emulsogen-el. Resultaterne ses af tabel 9.

Det ses af tabellen, at der hos larver er en klar synergistisk virkning, hvor piperonylbutoxyd udgør både 50 pct. og 25 pct. af blandingen med parathion. Praktiske aspekter ligger der formodentlig ikke for tiden i resultaterne, da piperonylbutoxyd er mange gange dyrere end parathion.

Diskussion

Der er her angivet en testmetode, som er hurtig og nem at anvende samt kræver et minimum af apparatur. Sikkerheden (reproducerbarheden) er stor bl.a. på grund af den lave dødelighed i ubehandledede led. Der er undgået plastmaterialer, som evt. kan opsamle insekticider fra tidligere test, samt sikret bladlusene bevægelsesmulighed og føde i den tid, testen varer. Testmetoden kan modificeres til også at omfatte systemiske insekticider.

Resultaterne fra de beskrevne test må ikke direkte sammenlignes med praktiske forhold. At 0,1 pct. parathion kan dræbe 50 pct. af en bladluspopulation ved denne metode vil ikke sige, at det samme vil ske i praksis. Resultaterne må snarere forstås som forskelle i følsomhed mod pågældende insekticider hos de forskellige populationer.

Bladlusstammer, som ved testen udviste nedsat følsomhed mod de anvendte insekticider, havde i så godt som alle tilfælde i 1970 og 1971 deres oprindelse på lokaliteter, hvor man ved almindelig sprøjtepraksis havde nedsat effekt af kemisk bekæmpelse. I 1969 blev der hovedsagelig foretaget tilfældig fordelte indsamlinger på friland og ikke indhentet oplysninger om evt. problemer med effekten af kemisk bekæmpelse. I 1970 og 1971 kan det som grov regel siges, at LC_{50,24h} indeks i laboratoriet på 4,5 og derover for parathion var positivt korreleret med nedsat effekt af parathion eller andre OP-midler i praksis.

At disse resultater fra laboratorieforsøg ikke direkte kan anvendes under praktiske forhold ses af det omtalte forhold i et gartneri, hvor parathion og Pirimicarb opnåede den samme indeks under

laboratorieforhold, mens resultatet af en praktisk anvendelse var meget forskelligt på de to midler. Pirimicarb har højere damptryk og virker mere selektivt på insekter end parathion (*Baranyovits* 1970).

Årsagen til kemoresistente stammers optræden har oftest kunnet sættes i forbindelse med større brug af insekticider end almindelig sprøjtepraksis foreskriver. F. eks. har ugentlige sprøjtninger med OP-midler i 1970 i begyndelsen til midten af sommeren (7-8 gange) i en mark med spinatfrø (18 s, tabel 3) ført til næsten komplet ineffektivitet af et bredt udsnit af OP-midler. I dette tilfælde var svage koncentrationer af lindan effektivt. Forekomst af kemoresistens i landbrugsafgrøder med 1-2 parathionsprøjtninger har i et enkelt tilfælde kunnet spores tilbage til et nærliggende gartneri (20 s, 21 s og 22 s, tabel 3). Lindanresistens hos *M. persicae* er rapporteret af *Karl og Fritzsche* 1967.

Det ses af tabel 6 og 7, at både arvelig og miljøbetinget resistens spiller ind. Tabel 6 viser, at der for opnåelse af samme biologiske effekt skal anvendes svagere insekticidkoncentration i februar end 3 mdr. senere. For 8 f skulle anvendes 16 gange svagere koncentration. Årsagerne til dette er ikke blevet klarlagt. Generne ved fænomenet har i dette arbejde været, at man ikke har kunnet gemme de indkomne populationer på passende måde i væksthuse for senere at hente dem frem og teste dem for kemoresistens. Testen skal udføres så hurtigt som muligt efter udtagning.

Ved metodeudviklingen viste det sig, at der var så stor forskel i den biologiske effekt af forskellige handelspræparater, at en standardformuleret parathion måtte anvendes. Et lignende forhold er beskrevet af *Franz og Fabritius* (1971). Forskellige handelspræparater af Zineb blev af dem testet mod *Trichogramma cacoeciae*. Effekten af dette fungicid varierede signifikant mellem handelspræparaterne. Forskellen var dog ikke så udtalte som her beskrevet. I tilfælde af udbygget kemisk integreret bekæmpelse mod bladlus anser vi disse forskelle i effekt mellem handelspræparaterne for uheldige.

Konklusion

En ny metode er udarbejdet til at teste bladlus for kemoresistens.

Der er på friland og i væksthuse i forskellige egne af landet fundet stor variation i følsomhed overfor parathion. Desuden er der, både på friland og i væksthuse konstateret tilfælde af stærk nedsat virkning af organofosfater på ferskenbladlus. Denne nedsatte effekt har kunnet spores tilbage til hyppige behandlinger med organofosfater. Resistens mod lindan er i to tilfælde konstateret i væksthuse. Ferskenbladlusenes reaktion på insekticidbehandling er betinget af både deres arvelige egenskaber samt det miljø de opholder sig i.

Der forekommer i handelspræparater af ethylparathion variationer i den biologiske effekt ved den beskrevne metode på ca. 60 gange målt på en OP-resistent stamme af ferskenbladlus.

Summary

Strains of the peach aphid *Myzus persicae* Sulz. were collected from fields and greenhouses in 1969, 1970 and 1971. Resistance of *M. persicae* to organophosphates (OP compounds) in fields and greenhouses was demonstrated. A few cases of resistance to Lindane were also found. Some cases with suspected resistance were shown to be a matter of the application technique. Parathion showed cross resistance to fenitrothion, thiometon and formothion. The insects were exposed to the insecticides by dipping them in different concentrations. They were then transferred to a dry filter paper, which removed the surplus from the aphids and placed in glass tubes with the bottoms made of turnip leaves and the tops covered by nylon screens. The aphids were kept in darkness at 20 °C for 24 hours. $LC_{50,24h}$ for parathion varied 200 times among aphids collected in fields, 50 times for fenitrothion, 200 times for thiometon and 4 times for Lindane. Aphids collected in greenhouses varied approximately the same for OP-compounds but the variation was 200 times for Lindane. When kept in greenhouse, the aphids increased their sensitivity to parathion from summer to winter approximately 16 times and decreased their sensitivity at the same rate from winter to summer. This change in sensitivity of the aphids in the greenhouse was no more than 4 times

greater than a parallel strain in the field. This annual variation was shown for 2 years, but after 3 years the resistance disappeared in the strain. The biological effect of different trademarks of parathion, measured with the described technique, varied up to 64 times. The sensitivity of the peach aphid depends upon the species of plant on which it is reared. Piperonylbutoxide has a strong synergistic action on parathion in experiments with larvae.

Litteraturliste

- Franz, J. M. und K. Fabritius* (1971) Die Prüfung der Empfindlichkeit von Entomophagen gegenüber Pestiziden - Versuche mit *Trichogramma*. Zeitschrift für angewandte Entomologie 68, 3, 278-288.
- Baranyovits, F.* (1970) Pirimor: A new aphicide for the control of resistant aphids and its use in integrated control programmes. Fao Plant Protection Bulletin 18, 3, 64-66.
- Georghiou, G. P.* (1963) Comparative susceptibility to insecticides of two green peach aphid populations collected 16 years apart. J. Econ. Ent. 56, 5, 655-657.
- Karl, E. und R. Fritzsche* (1967) Auftreten lindanresistenter Grüner Pfirsichblattläuse (*Myzus persicae* Sulz.) im Gewächshaus. Nachr. Bl. dt. Pfl. Schutzdienst, Berl. (NF.) 21, 9, 179-181.
- Statens Forsøgsvirksomhed i Plantekultur: Kemoresistens hos ferskenbladlus (*Myzus persicae*, Sulz.) 915. meddelelse, 72. årg. 19. marts 1970.

Manuskript modtaget den 25. september 1972