Kor. J. Pl. Prot. Vol. 10, No. 2, 1971

한국식물보호학회지 제 10권 제 2호

응애류의 약제 저항성에 관한 연구

Ⅱ. Metasystox, Folidol 및 C-8514에 대한 과수응애류의 저항성과 방제시험

이 승 찬*·유 재 기*

Studies on Chemical Resistance of Mites.

II. Orchard Mite Control and their Resistance to Metasystox, Folidol and C-8514 in Korea.

S. C. Lee,* J. K. Yoo*

Abstract

The study involved determination of resistance levels of spider mites to Metasystox, Folidol and C-8514 using slide dip technique; a field trial of alternative acaricides using an O/P resistant strain.

1. Resistant strains of two-spotted spider mite(*Tetranychus urticae* Koch) were collected from Taegu, Kyungsan, Chunchun, Yesan, Suwon, Osan and Chungju, and kept in the glasshouse through the experiments. Resistant strains of European red mite (*Panonychus ulmi* Koch) were collected from Chungju, Taegu, Yesan, Chunchun, Suwon and Whasung, and Wonju susceptible was collected. Immediately after collection, tests were applied. All strains except susceptible populations had regularly been sprayed with Organo-phosphates including Parathion(or Folidol), Metasystox, Phenkapton and Trithion for more than the ten last years; and Organo-chlorines such as Kelthane and C-8514 more than five years.

Comparisons of the resistant strains and susceptible strains at the LC_{50} values are as follows:

a. With Metasystox, resistance levels of the Chungju, Taegu, Yesan, Chunchun and Suwon resistant strains of *P. ulmi* were respectively, 96, 52, 4, 3 and 2, times as resistant as the Wonju susceptible strain.

b. With Folidol, resistance levels of the Chungju, Chunchun, Yesan, Whasung and Suwon strains of *P. ulmi* showed respectively, 126, 48, 33, 30 and 6-fold resistance levels over the susceptible strain.

c. With C-8514, resistance levels of the Taegu, Suwon, Whasung and Chungju strains of *P.*

* 植物 環境 研究所
Institute of Plant Environment

ulmi were 42, 31, 30 and 20 times greater than the susceptible strain, respectively.

d. With Metasystox, resistance levels of the Taegu, Chunchun, Yesan and Suwon, strains of *T. urticae* were respectively, 32, 29, 25 and 17 times as resistant as the susceptible strain.

e. With C-8514, resistance levels of the Taegu, Chungju and Kyungsan strains of *T. urticae* showed respectively, 59, 29 and 19-fold resistance levels over the Osan strain.

2. Field trials were carried out to assess the toxicities of eleven alternative materials which would be used for control of O/P resistant strain of *Panonychus ulmi*.

The acaricide groups represented were 2 Organo-chlorines (Kelthane MF and Prethylen), 1 carbamate (Furadan), 1 nitrophenyl (Morocide), 1 carbonate (Morestan), 1 tin(Plictran), 1 fluorine (Nissol), 2 mixtures (Fundal and Banmite) and Organo-phosphate (Phenkapton). Of all acaricides tested Kelthane, Plictran, Fundal and Morestan were the most effective; followed by Banmite, Furadan, Prethylen and Nissol. Sumite and Morocide were intermediate, but Phenkapton(Organo-phosphate) was very poor.

In other words, a first application of the above outstanding materials gave very high degrees of control of O/P resistant population of European red mite for about 7 to 12 days.

However, the results indicate that secondary application would sometimes be necessary. There was no foliage damage to apple trees by any of the acaricides tested at the concentrations used.

서 론

유기합성 살충제의 개발은 농업구조 개선에 따른 해충 방제에 큰 공헌을 하였으나 계속 사용으로 생물상이 교란됨에 따라 2차 해충으로 유지되던 응애류는 살충제의 영향으로 급속한 밀도 회복과 그 피해가 증가하게 되었다. 따라서 응애류의 방제를 위해서 살비제를 살포한후 수년이 못가서 약제저항성이 뒤따르게 되어 곧 화학 group이 다른 약제로 교체하여 효과를 거두었으나 다시 저항성이 생기게 되여 최근에는 과수원에서 응애류의 방제가 가장 문제시 되고있다. 물론 일반 해충의 경우에도 일부 약제에 대하여 저항이 생겼음이 보고 되었지만 특히 응애류는 년발생 세대수가 많고 번식율이 높기 때문에 살포 회수가 늘어가므로 약제저항성 유발의 가능성이 높다 하겠다.

그러므로 약제저항성 응애계통의 효율적 방제법의 확립을 위한 기초적 자료로서 우리나라 주요 과수지대를 대상으로 하여 1968년도에 사과응애와 점박이응애에 대한 Parathion과 Kelthane의 저항성 수준 조사 결과를 농사시험연구보고 제 12집 제 3권 <1969>에 발표한바 있으며 1969~1970 사이에 조사된 결과와 교체약제에 의한 유기인제저항성 사과 응애계통의 방제효과를 제 2보로 발표하는 바이다.

연 구 사

살충제의 저항성은 1910년에 처음 굴깍지벌레에 대한 Cyanide의 저항성을 보고한 이래 집파리에 대한 DDT의 저항성은 1947년에 Italy에서, 그리고 1949년에는 미국에서 각각 보고 하였다.[10,19] 그러나 농약의 유기합성 초기만 하드래도 응애류는 제 2차 해충으로 거의 문제되지 않았으나 1947년에 유기인제인 Parathion을 사용하기 시작한 3년후에 미국의 여러주[10,19,22]와 영국[6]에서 Parathion의 저항성 점박이응애를 보고하였고 이여서 1952년에는 Norway[6]에서 1955년에는 Denmark와 Switzerland에서 각각 보고 하였으며 1961년에는 France, South Africa, Israel, Siria, Australia 및 일본 등지에서 유기인제 저항성을 각각 보고 하였고[4,10] 또한 필자는 1965~1967년 사이에 New Zealand에서 유기인제 저항성 응애의 연구와 방제법을 시험 그 결과를 보고한 바 있다.[17]

이와같이 유기인제계에 대한 저항성이 생기자 곧 교체살충제(交替殺蟲劑)를 개발하여 효과를 보았으나 이들 group에 속하는 Kelthane, Tedion, Chlorobenzilate, Aramite, Ovotran, Genite, Azobenzene 등에 대한 응애류의 저항성이 생겼음을 여러나라에서 보고 하였다[4,10] 1961년 당시의 보고에 의하면 약제저항성 해충이 166종이였고 응애류가 79종이였다.[4]

재료 및 방법

1. 저항성수준 조사지역은 충주, 대구, 경산, 예산, 춘천, 수원, 화성, 오산, 원주 등 9개 지역의 과수지대를 대상으로 하였으며 사과응애(*Panonychus ulmi* K.)계통

은 채집하여다가 곧 처리시험 하였으며 점박이응애(*Tetranychus urticae* K.)는 강낭콩잎에 사육하면서 시험하였다. 처리 방법은 Slide dipping 법[22]에 의하여 구당 30 마리씩 3 반복으로 처리 하였으며 RH 80~90%의 데시케—타에 넣어 상온의 실내에 두고 30 시간후에 살충율을 조사하였다. 한 계통에 대하여 최소한 세가지 이상의 희석농도에 처리하여 Probit analysis를 하여 LC_{50} values로 계통별로 비교하였다. 공시 대상약제는 Table 1에서 보는바와 같다.

2. 유기인제 저항성계통의 방제시험은 구당 사과나무 1주씩 3 반복으로 난괴법에 의하여 배치하고 구당 30 엽씩 처리전과 처리후 7일 및 14일만에 밀도 조사를 하여 효과를 평가 하였으며 공시 약제는 Table 1에서 보는바와 같다.

Table 1. Acaricides used in the study of resistance of mites

Material and type	Chemical name	% content of a.i.	Group	Alternative name
Phenkapton E.C.	0,0-diethyl-S-(2,5-dichlorophenylthio) methyl phosphorodithioate	20%	Organo-phosphate	
Folidol E.C.	0,0-diethyl 0-p-nitro-phenyl phosphorothioate	46.6%	-do-	Parathion
Metasystox E.C.	0,0-Dimethyl 0-2(ethylthio) ethyl phosphorothioate	25%	-do-	Methyl demeton
Kelthane E.C.	1,1-bis(chlorophenyl) 2,2,2-trichloroethanol	42%	Organo-chlorine	Dicofol
C-8514 E.C.	N-(2-methyl-4-chlorophenyl)-N, N-dimethylformamidine	50%	-do-	Garuegulon
Prethylen E.C.	N,N-dimethyl-N-(2-methyl-4-chlorophenyl-formamidine	50%	-do-	
Furadan W.P.	Carboburan(2,3 dihydro-2,2-dimethyl-benzofuranyl-methylcarbamate)	75%	Carbamate	
Morocide E.C	2-Sec-buthyl-4,6-dinitrophenyl 3,3-dimethyl acrylate	50%	Dinitrophenyl	Hoechst 2874 acricid, binapacryl
Morestan W.P.	6-methyl quino-xaline-2, 3-dithiolcarbonate	25%	Cyclic carbonate	Bayer-4964
Plictran W.P.	Tricycloexyltin hydroxide	50%	Tin	
Nissol E.C.	N-methyl-N-c-naphthyl monofluor acetamide	25%	Fluorine	
Fundal W.P.	1 N-methyl-(3-dimethyl amino methyl-eneimino phenyl,-carbamate) 30%+N,N-dimethyl-N′-2-methyl-4-chlorophenyl) formamidine 60%		Mixtured	K-114
Banmite E.C.	1,1 bis(chlorophenyl)-2,2,2-trichloroe-thanol 18%+Dinitro(1-methyl hepthyl) phenyl crotonate and other nitro(methyl hepthyl) phenyl 9%		-do-	
Sumite E.C.	2{2(P. tertial buthyl} phenoxy) isopropoxy isoprophyl. 2. chloro ethyl sulfite	55%	Sulfite	

결 과

1. 응애계통에 대한 약제저항성 수준 조사는 Slide dipping 법에 의하여 그 결과가 얻어 졌으며 공시된 응애는 크기가 비슷한 암컷을 택하였다. 그리고 각 계통에 대하여 최소한 세가지 이상의 농도가 단계적으로 다른 용액에 처리 하였으며 각 농도에 대한 각 3반복의 살충율을 자연살충율로 보정 하였다.

Probit analysis에 의하여 각 계통에 대한 회귀선이 유도 되었으며 LC_{50}치는 희석농도의 주성분량(%)을 근거로 산출하였다. 유기인제인 Metasystox 및 Folidol

Table 2. Summary of concentration-mortality response of several strains of *P. ulmi* to Metasystox

Strain	LC_{50} in % a.i.	Slope(b)	Equation for probit regression line(Y)	Comparison with Wonju(susceptible)
Chungju	0.023	0.72	0.72x+3.30	95.8
Taegu	0.01254	0.91	0.91x+3.09	52.3
Yesan	0.00105	0.95	0.95x+2.90	4.4
Chunchun	0.00065	1.5	1.5x+2.28	2.7
Suwon	0.00052	0.84	0.84x+3.56	2.2
Wonju	0.00024	1.25	1.25x+3.29	—

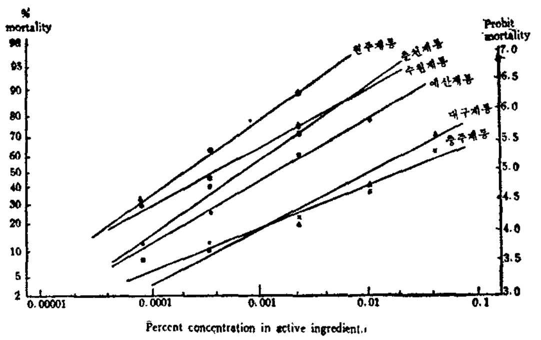

Fig. 1. Toxicity of Metasystox to several strains of *P. ulmi* indicated by slide dip test.

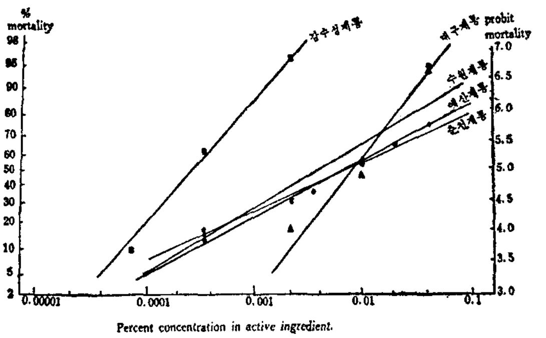

Fig. 2. Toxicity of Metasystox to several strains of *T. urticae* indicated by slide dip test.

Table 3. Summary of concentration mortality response of several strains of *T. urticae* to Metasystox

Strain	LC_{50} in %a.i.	Slope(b)	Equation for probit regression line(Y)	Comparison with susceptible
Taegu	0.0096	1.74	1.74x+1.56	32.0
Chunchun	0.0088	0.93	0.93x+3.19	29.3
Yesan	0.0076	0.823	0.823x+3.45	25.3
Suwon	0.0053	1.22	1.22x+2.9	17.3
Susceptible	0.0003	2.21	2.21x+5.23	—

Table 4. Summary of conentration-mortality response of several strains of *P. ulmi* to Folidol

Strain	LC_{50} in %a.i.	Slope(b)	Equation for probit regression line (Y)	Comparison with susceptible
Chungju	0.0378	0.56	0.56x+3.56	126
Chunchun	0.0143	0.26	0.26x+5.56	47.7
Yesan	0.010	0.99	0.99x+3.02	33.3
Whasung	0.009	0.88	0.88x+3.25	30.0
Suwon	0.0018	1.30	1.30x+3.37	6.0
Susceptible	0.0003	2.21	2.21x+5.23	—

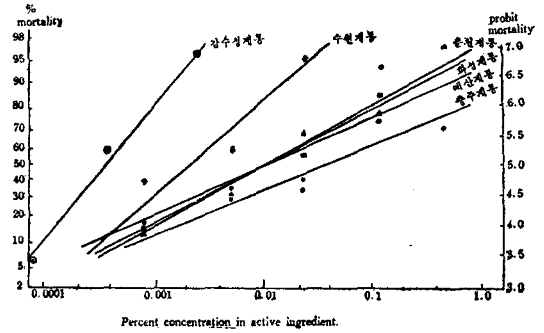

Fig. 3. Toxicity of Folidol to several strains of *P. ulmi* indicated by slide dip test.

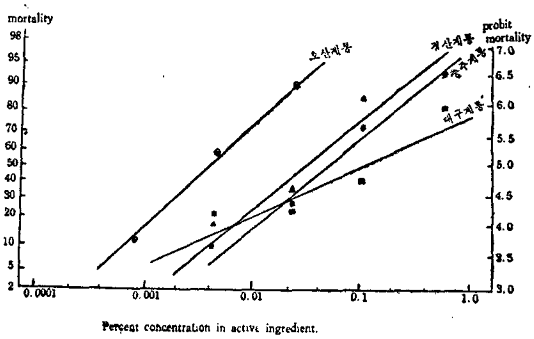

Fig. 4. Toxicity of C-8514 to several strains of *T. urticae* indicated by slide dip test.

Table 5. Summary of concentration-mortality resopnse of several strains of *T. urticae* to C-8514.

Strain	LC_{50} in %a.i.	Slope(b)	Equation for probit regression line (Y)	Comparison with Osan
Taegu	0.083	1.32	1.32x+2.47	59.3
Chungju	0.0410	1.46	1.46x+1.18	29.3
Kyungsan	0.027	1.39	1.39x+3.00	19.3
Osan	0.0014	1.85	1.85x+2.07	—

Table 6. Summary of concentration-mortality response of several strains of *P. ulmi* to C-8514.

Strain	LC_{50} in %a.i.	Slope(b)	Equation for probit regression line(Y)	Comparison with chunchun(susceptible)
Taegu	0.0508	1.02	1.02x+2.24	42.3
Suwon	0.0372	1.35	1.35x+1.53	31.0
Whasung	0.0367	1.01	1.01x+2.41	30.6
Chungju	0.035	1.14	1.14x+2.10	29.2
Chunchun	0.0012	0.85	0.85x+3.60	—

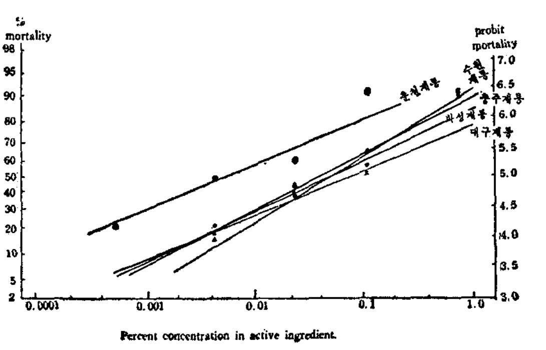

Fig. 5. Toxicity of C-8514 to several strains of *P. ulmi* indicated by slide dip test.

과 유기염소제인 Kelthane 및 C-8514 에 대한 사과응애 (*Panonychus ulmi*)와 점박이응애 (*Tetranychus urticae*)의 지역별 저항성 수준 비교와 회귀직선은 Table 2, 3, 4, 5, 6, 와 그림 1, 2, 3, 4, 5 에서 보는바와 같다.

2. 유기인제 저항성 사과응애 계통에 대한 교체약제인 Kelthane 등 10 종의 처리 7 일과 14 일후의 약효<밀도변화>는 Table 7 에서 보는바와 같다.

고 찰

1969 년에 보고[18] 된바있는 Parathion 과 Kelthane 에 대하여 지역별 사과응애 계통과 점박이응애 계통의 저항성수준은 약종과 지역 또는 과수원에 따라 달랐으며 1969~1970 년 사이에 조사된 Folidol 과 Metasystox 및

Table 7. Population changes in field trials with alternatives for control of O/P resistant strain of *Panonychus ulmi*(3 replicates).

Material	No. of mites	% density	Post-treatment population changes 7 days No. of mites	7 days % density	14 days No. of mites	14 days % density
Kelthane MF 42% EC 1800x	660	100	23	3.5	128	19.7
Prethylen 50% EC 1000x	493	100	26	5.4	104	21.5
Sumite 55% EC 1000x	538	100	42	7.9	128	23.9
Furadan 75% WP 1500x	574	100	30	5.0	94	15.7
Morocide 40% EC 1000x	495	100	42	8.2	105	21.4
Morestan 25% WP 800x	548	100	23	4.2	87	15.8
Plictran 50% WP 1800x	559	100	21	3.8	71	12.8
Nissol 25% EC 1000x	522	100	31	5.9	96	18.4
Fundal 90% WP 2000x	489	100	21	4.1	80	16.1
Banmite 27% EC 800x	501	100	25	4.9	80	16.1
Phenkapton 18% EC 800x	629	100	1.3	16.7	201	32.6
Control	602	100	933	114.6	778	141.2

X=dilution rate

C-8514의 저항성수준은 기대 했던것 보다 높은 경향으로 전년의 계속적인 약제살포의 원인이거나 관용약제에 대한 저항성 유발이 높은 응애계통의 채집 조사에 기인된 것으로 사료된다. 또한 지역별 응애계통간에 약제저항성 차가 있음은 약종의 선정 살포, 희석농도, 살포방법, 살포횟수 그리고 살포년한 등이 각각 다른데 그 원인이 있다.

1969~1970년 사이에 조사된 저항성 계통과 감수성 계통을 LD_{50}에서 비교해보면,

가. Metasystox에 대한 사과응애 (Table 2)는 원주 감수성 계통에 비교하여 충주 계통이 96배로서 가장높은 수준이었으며 대구 계통이 52배, 예산 계통이 4배 춘천및 수원계통이 2~3배의 저항성이 생겼다. 점박이응애 (Table 3)는 감수성 계통에 비교하여 대구계통이 32배 춘천계통이 29배 예산계통이 25배 수원계통이 17배의 저항성을 보였다. 뉴—질런드에서 1966~1967년 사이에 조사된[17] Metasystox에 대한 사과응애의 저항성은 15~185배까지의 높은 수준에 있었으나 우리나라의 경우는 2~96배의 중간 정도의 저항성이 생긴것은 이 약종의 사용시작 년도, 살포방법, 살포횟수 및 환경요인 등의 차이에 기인된 것으로 사료되며 지역에 따라 Metasystox의 사용 가능성을 생각할 수 있다.

나. Folidol에 대한 사과응애 (Table 4)는 감수성 계통에 비교하여 충주계통이 126배로서 높은 저항성 수준에 있고 다음으로 춘천계통이 48배 예산계통이 33배 화성계통이 30배 수원계통이 6배의 순으로 저항성이 생겼다. 그런데 1968년도의 Parathion 사과응애저항성[18]은 3~88배로 약간 낮은 경향이었다.

다. C-8514에 대한 점박이 응애 (Table 5)는 오산 감수성계통에 비교하여 대구계통이 59배로 가장 높았고 다음이 충주계통이 29배, 경산계통이 19배의 순으로 저항성을 보였다. 사과응애 (Table 6)는 춘천감수성 계통에 비교하여 대구계통이 42배로 가장높은 저항성을 나타냈고 다음으로 수원계통이 31배, 화성계통이 31배, 충주계통이 29배의 저항성이 생겼다. 포장에서 유기인제 저항성 사과응애에 대한 교체약제(Alternatives)의 방제시험결과 약제살포 7일후 밀도 저하는 Kelthane MF 42% EC 및 Plictran 50% WP의 1800배가 가장 현저 하였고 다음으로 Fundal 90%WP의 2000배와 Morestan 25% WP의 효과도 좋은 편이었으며 Banmite Furadan 및 Prethylen의 효과도 인정되었으나 유기인제인 Phenkapton의 효과는 현저하게 떨어졌다. 그러나 Kelthane의 잔효기간은 짧은 반면 Plictran의 경우는 더 긴 편이었다.

결 론

1. 응애류의 약제저항성 수준의 조사 시험에 관해서 여러가지 방법이 있으나 그중 slide dip법이 가장 처리가 용이하고 여러 계통을 동시에 처리할 수 있으며 미소동물 시험에 적합한 방법이었다.

2. 응애류의 약제저항성은 지역에 따라 다르므로 광범

위한 조사와 각종 약제에 대한 지역별 저항성 정도를 확인하고 약제간의 교차저항성을 구명하여 효율적 방제법의 기초를 세워야 할것이다. 유기인제계인 Parathion[18]과 Metasystox에 대한 저항성은 높았으며 유기염소제계인 Kelthane[18]과 C-8514의 저항성은 중간 정도로 지역에 따라 수년 더 유기 염소제의 사용가능성이 기대된다.

적 요

약제 저항성 응애류를 효율적으로 방제하기 위하여 지역별 응애계통의 약제 저항성 수준을 조사하고 유기인제계의 저항성 응애계통에 대하여 화학적 group이 다른 Alternative acaricide로 방제 시험한 결과

1. 유기인제계 (Metasystox 및 Folidol)와 유기염소제계 (C-8514)에 대한 지역별 응애 계통의 저항성 정도를 보면.

가. Metasystox에 대한 사과응애는 원주감수성 계통에 비하여 충주계통이 96배 대구계통이 52배 예산계통이 4배 춘천계통이 3배 수원계통이 2배 가량의 저항성이 생겼고 점박이응애는 감수성계통에 비교하여 대구계통이 32배, 춘천계통이 29배, 예산계통이 25배, 그리고 수원계통이 17배의 저항성을 보였다.

나. Folidol에 대한 사과응애는 감수성계통에 비교하면 충주계통은 126배, 춘천계통은 48배, 예산계통은 33배, 화성계통은 30배 그리고 수원계통이 6배의 저항성이 생겼다.

다. C-8514에 대한 점박이응애 계통은 오산 감수성계통에 비교하여 대구 계통이 59배 충주계통이 29배 그리고 경산계통이 19배의 저항성을 보였으며 사과응애는 춘천 감수성계통에 비교하여 대구계통이 42배, 수원 및 화성계통이 31배, 그리고 충주계통이 29배의저항성을 나타냈다.

2. 유기인제계 저항성 사과응애에 대한 교체약제의 방제시험 결과 유기염소제계인 Kelthane MF, 주석제인 Plictran, Carbonate계인 Morestan 그리고 혼합제인 K 114의 효과가 우수하였다.

인 용 문 헌

1. Abbott, W.S. 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. J. econ. Ent. 18: 267-267.
2. Ascher, K.R.S. and Cwilich, R. 1962. Laboratory evaluation of acaricides against *Tetranychus telarius* (L.). J. Nat. Uni. Inst. Agri. KTAVIM. 10:159-63.
3. Brown, A.W.A. 1958. Insecticide resistance in arthropods. World Health Organization. Palais des Nations Geneva, 240 pp.
4. Brown, A.W.A. 1961. The challenge of insecticide of resistance. Bull. ent. Soc. Am. 7: 6-19.
5. Downing, R.S. 1954. Strain of the European red mite, *Metatetranychus ulmi* Koch, resistant to parathion and malathion in British Columbia. Proc. Ent. Soc. Br. Colu. 51:10-11.
6. Fjelddalen, J. and Daviknes, T. 1952. Greenhouse spider mites resistant to parathion found in Norway. Gartneryrket. 13:1-8. Abstract in Rev. Appl. Ent. 40:278.
7. Finney, D.J. 1964. Probit analysis. A statiscal treatment of the sigmoid response curve. 2nd ed., Cambridge Univ. Press. Cambridge, Eng. 318 pp.
8. Harrison, C.M. 1953. DDT-resistance and its inheritance in the housefly J. Econ. Ent. 46: 528-829.
9. Harrison, R.A. 1962. Mites of horticultural importance. N.Z. Ent. 3(1):26-29.
10. Helle, W. and Oudshoorn, W. 1961. Multiresistance in the two-spotted spider mite (*T. telarius*) at Aalsmeer. Abstract in Rev. appl. Ent. 50:193.
11. Hoyt, S.C. and Harries, F.H. 1961. Laboratory and field studies on orchard mite resistance to Kelthane. J. Econ. Ent. 54:12-16.
12. Hoyt, S.C. and Kinney, J.R. 1964. Field evaluation of acaricides for the control of the McDaniel spider mite. Washigton Agricultural Experiment Station Circular 439:216-220 (Washington State Univ.)
13. Jeppson, L.R. 1958. Citrus mite control. Calif. Agri. 7:13.
14. Jeppson, L.R. 1963. Cross resistance patterns in Acarina. Adv. Acarol. 1:276-282.
15. Lee. W.S. et al. 1964. Citrus mite response to several acaricides,
16. Lee, S.C. 1965. Survey on the kinds and distribution of mites in fruit and their natural enemies in Korea. Res.Rep. Office of Rural Development, Korea. 8(1):267-276.
17. Lee, S.C. 1969. An investigation of the control

of mite populations (*Tetranychus urticae* Koch) resistant to organophosphates. J. Kor. Pl. Prot. No. 7:39-51.

18. Lee, S.C. 1969, Studies on chemical resistance in mites. 1. Resistance to Parathion and Kelthane of mites in Korea. Res. Rep. Office of Rural Development. Korea. 12(3):91-94.

19. Newcomer, E.J. and F.P. Dean. 1952. Orchard mites resistant to Parathion in Washington. J. econ. Ent. 45:1076-1078.

20. Smith, F.F, and R.A. Fulton. 1951. Two-spotted spider mite resistant to aerosols. J. econ. Ent. 44:229-232.

21. Unterstenhofer, G. 1961. Development of spider mite resistance to acaricides, Hofehen-Briefe. 14: 1-6.

22. Voss, G. 1963. A contribution to the technique of testing acaricides on *T. telarius* with special reference to resistance to organic phosphorus compounds. Z. angew. Zool. 5:297-309.