

배수출 과원에서 점박이응애의 포장약제 저항성과 방제대책에 관한 연구

이승찬

(전남대학교 농과대학 응용식물학부 교수)

Acaricidal Resistance of Field Populations of Twospotted Spider Mite in Export-Pears of Korea

Seung-Chan Lee

Faculty of Applied Plant, Coll. of Agric., Chonnam Nat'l Univ. Kwangju 500-757, Korea

적 요

본 연구는 배과원에서 점박이응애의 보다 효과적인 방제대책을 강구하기 위하여 전국 배재배 지역별 점박이응애의 포장 약제저항성 조사 및 저항성 계통에 대한 방제용 대체약제 선발 연구 등을 수행하였다.

주요 배재배 지역별 점박이응애의 공시약제별, 포장 약제저항성 발달 정도를 조사한 결과, tebufenpyrad에 대한 나주, 영암, 전주계통이 각각 33.3, 25.2, 19.9배로 고도의 저항성 발달을 보였고, 진주와 안성 계통은 다른 지역 계통보다 낮았다. fenprothrin에 대해서는 나주계통이 10.7배, 전주계통이 8.0배의 저항성을 보였고, 안성, 진주 및 영암계통은 4.5-5.6배의 낮은 저항성 발달을 보였다. fenproximate에 대해서는 나주계통이 45.9배, 전주계통이 36.1배로 고도의 저항성 발달을 보였고, 진주, 영암, 안성계통은 각각 22.8-14.2배의 저항성발달을 보였다. dicofol에 대해서는 나주계통이 62.1배로 가장 높은 수준의 저항성 발달을 보였고, 전주, 안성, 진주 및 영암계통은 각각 22.7-31.2배로 다른 약제보다 높은 수준의 저항성 발달을 보였다. fenbutatin oxide에 대해서는 나주계통이 17배로 가장 높은 수준의 저항성 발달을 보였다. 결과적으로 지역별 점박이응애가 약종에 따라 저항성 수준이 다르게 나타남은 과원 농가에 따라 농약종류 선정이 다르고, 살비제의 사용농도와 횟수, 약제살포 방법 및 환경조건이 다른데 기인된 것으로 사료된다

배 재배지에서 우수한 살비제를 선발하기 위하여 근래에 등록되어 사용되고 있는 유망 살비제 9종을 선정 공시한 결과, 약제처리 5일후 Mibemectin 1% 유제 1,000배의 방제가가 95.4%로 가장 우수하였고, Azocyclotin 25% 수화제 1,500배와 새로운 약제인 Acequinoyl 15% 액상수화제 1,000배의 방제가가 각각 93.9과 94.5%로 좋은 편이었다.

1. 서론

농업생산에 대한 유기합성 농약의 개발사용은 인류생활 향상에 지대한 공헌을 하여온 반면 유용천적의 살해, 생물상의 교란, 농약공해, 특히 약제저항성 해충의 계통 발달 등은 농약사용상 가장 심각한 부

작용으로 등장케 되었다. 또한 새로 개발된 대체 농약이라 할지라도 계속 연용하면 그 약제에 대하여 곧 저항성이 생겨 약효가 떨어지거나 사용횟수와 사용량이 점차 증가하게 되어 막대한 경제적 손실을 가져오고 있다. 특히 응애류는 유기합성농약의 사용 이전에는 잠재적으로 존재하고 경제적 발생피해는 미미하였다. 그러나 다른 해충방제수단으로 농약을

계속 연용함으로써 생물상의 균형파괴와 약제저항성 발달로 key pest로 등장하게 되었다.

우리나라 과수재배지역에서 과거 한때는 사과응애 (*Pannonychus ulmi*)가 주로 문제되었으나 근래에 와서 점박이응애 (*Tetranychus urticae*)의 발생 피해가 더 심하며 특히 본 증은 기주범위가 넓어 채소, 화훼, 일반작물 및 산림에까지 광범위하게 피해를 준다고 하였다(이, 1965). 최근 우리나라의 수출유망 작목인 배 생산지에서 가장 문제되는 점박이응애는 번식력이 강하고 환경적응이 빨라 무절제한 약제살포는 저항성 발달을 촉진시켜 대체약제를 계속 개발 사용하더라도 2-3년 만에 다시 저항성이 생기게 되어 신살비제 개발이 뒤따르지 못할 정도로 저항성 계통이 생기게 되나 이에 대한 대책이 미흡한 실정이다. 특히 점박이응애는 포장개체군의 유전적 구성, 살비제의 사용방법, 약제살포 빈도 및 약종의 작용기작에 따라 저항성 발달이 다르게 나타난다. 또한 배 병해충의 발생 생태, 발생소장 및 방제기술 개발연구가 미흡한 반면 배재배농가에서는 점박이응애 방제를 위하여 심한 곳은 15-20회(이, 1998)나 2-3종의 농약을 혼합하여 추천농도 보다 높여 비합리적 약제살포를 함으로서 과중한 방제비용과 농약잔유성 및 약제저항성 등 제반 문제점이 야기되는 실정으로 품질 좋고 안전한 배 생산을 위한 주요 병해충종합관리 및 방제기술 개발에 관한 제반 연구가 요망되고 있는 실정이다.

따라서 본 연구는 배나무를 가해하는 점박이응애의 지역별 약제저항성 발달 정도를 조사하고, 저항성 계통에 대한 방제약제 선발에 관한 연구를 실시하여 잎응애류의 종합관리체계를 수립하는데 기초자료로 활용코자 수행하였다.

II. 재료 및 방법

1) 주요 배재배 지역별 점박이응애의 포장 약제저항성 조사

전국 주요 배재배 5개지역(나주, 전주, 진주, 영암, 안성)의 포장에서 점박이응애 모집단을 2-3회 채집하여 Ice box에 넣어 곤충사육실로 운반, 미리 준비된 강남콩 pot상에서 1-2세대 사육하면서 공시충으로 제공하였다.

공시 살비제로는 배재배농가에서 수년간 집약적으로 사용하여 약효가 저하되었다고 추정되는 살비제로 화학적 Class가 다른 약제로 pyrazol계인 Tebufenpyrad, 합성 pyrethroid계인 fenprothrin, phenoxypyrazol계인 fenpyroximate, 유기염소계인 dicofol, 유기주석계인 fenbutatin oxide 등 5종을 공시하였다 (표 1).

저항성 수준 결정은 공시응애 5개 포장 계통을 1-2세대 증식 후, 공시살비제의 5종을 약제당 5농도로, 농도당 30마리씩 3반복으로 leaf disc법에 의하여 처리

Table 1. Test acaricides, their common names, chemical classes, chemical names, and % active ingredients

Common Name	Chemical Class	Chemical Name	%A.I.
Tebufenpyrad	Pyrazol	N-(4-tert-butylbenzyl)4-chloro-3-ethyl-1-methylpyrazole-5-carboxamide (KMAF)	10
Fenprothrin	Synthetic pyrethroid	(RS)- α -cyano-3-phenoxybenzyl 2, 2, 3, 3-tetramethyl cyclopropane carboxylate (KMAF)	5
Fenpyroximate	Phenoxypyrazol	tert-butyl(E)- α -(1, 3-dimethyl-5-phenoxy-pyrazol-4-yl)methylene-amino-oxy)-p-toluate (KMAF)	5
Dicofol	Organo-chlorin	2, 2, 2-trichloro-1, 1-bis(4-chlorophenyl)ethanol (KMAF)	42
Fenbutatin oxide	Organo-tin	bis[tris(2-methyl-2-phenylpropyl)tin]oxide(KMAF)	50

48시간후 사충율을 조사하여 Probit analysis법에 의하여 LC₅₀치를 결정, 약제별 포장저항성 발달 여부를 검토한다.

2) 포장약제저항성 계통에 대한 대체약제 선발

기존 살비제에 저항성이 강한 계통의 배재배 포장을 선정하여, 방제효과가 기대되는 살비제 9종(표 2)을 선정 공시하였는데, 3반복 난괴법으로 시험포장을 배열하여 약제살포전과 살포후 각각 3, 5 및 7일 후에 구당 30엽을 무작위 추출법으로 잎을 채취하여 현미경하에서 생충수를 조사한 다음 방제가로 약효가

Table 2. Test acaricides, their common names, chemical classes, chemical names, and % active ingredients

Common Name	Chemical Class	Chemical Name	%A.I.
Tebufenpyrad+ Furathiocarb	Pyrazol + Thiourea	N-(4-tert-butylbenzyl)4-chloro-3-ethyl-1-methylpyrazole-5-carboxamide (KMAF) + butyl2, 3-dihydro-2, 2-dimethylbenzofuran-7-yl N, N'-dimethyl-N, N'-thiocarbamate(KMAF)	2+4
Difenoconazde+ Fenazaquin	Triazol + Quinazoline	cis,trans-3-chloro-4-[4-methyl-2-yl)-1H-1, 2, 4-triazol-1-ylmethyl)-1, 3-dioxolan-2-yl] phenyl-4-chlorophenyl ether(KMAF) + 4-tert-butylphenethyl quinazolin-4-yl ether(KMAF)	8+12
Azocyclotin	Organo-tin	tri(cyclohexyl)-1H-1, 2, 4-triazol-1-yltin1-(tricyclohexyl stannyl)-1H-1, 2, 4-triazole (KMAF)	25
tribasic copper sulfate + tebufenpyrad	tribasic copper sulfate + Pyrazole	cupric sulfate-tricupric hydroxide-hemihydrate (Cu로서)(KMAF) + N-(4-tert-butylbenzyl)4-chloro-3-ethyl-1-methylpyrazole-5-carboxamide (KMAF)	7.5+2.5
Chlorfenapyr	Pyrrrole	4-bromo-2-(4-chlorophenyl)-1-ethoxymethyl-5-trifluoromethyl-pyrrole-3-carbonitrile(KMAF)	10
Fenazaquin	Quinazoline	4-tert-butylphenethyl quinazolin-4-yl ether (KMAF)	20
Flufenoxuron	Acylurea	1-[4-(2-chloro- α , α , α -trifluoro-p-tolyloxy) 2-fluorophenyl]-3-(2, 6-difluorobenzoyl)urea(KMAF)	5
Milbemectin	A mixture of Milbemycin A ₃ & A ₄	(10E, 14E, 16E, 22Z)-(1R, 4S, 5' S, 6R, 6' R, 8R, 13R, 20R, 21R, 24S)-21, 24-dihydroxy-5', 6', 11, 13, 22-pentamethyl-3, 7, 19-trioxatertacyclo[15, 6, 1, 1 ^{4, 8} , O ^{20, 24}]pentacosa-10, 14, 16, 22-tetraene-6-spiro-2'-tetrahydrophyran-2-one and (10E, 14E, 16E, 22Z)-(1R, 4S, 5' S, 6R, 6' R, 8R, 13R, 20R, 21R, 24S)-6-ethyl-21, 24-dithydroxy-5', 11, 13, 22-tetramethyl-3, 7, 19-trioxatetracyclo[15, 6, 1, 1 ^{4, 8} , O ^{20, 28}]pentacosa-10, 14, 16, 22-tetraene-6-spiro-2'-tetrahydrophyran-2-one(KMAF)	1
Acequinocyl	Acetoquinon	3-dodecyl-1, 4-dihydro-1, 4-dioxo-2-naphthylacetate	15

우수한 살비제를 선발하여 배재배 농가에 추천 및 지도사업에 반영하여 포장약제저항성 관리전략에 활용코자 수행하였다.

III. 결과 및 고찰

1) 주요 배재배 지역별 점박이응애의 포장 약제저항성 조사

공시응애의 감수성계통(Baseline)은 광주광역시 무등산에서 인근에 농지 및 화훼를 키우지 않고 살비제에 전혀 노출되지 않은 곳에서 점박이응애를 채집한 개체군을 강낭콩을 먹이로 온실에서 사육하면서 각 공시약제에 대한 LC₅₀을 조사한 결과, tebufenpyrad에 대해 0.0001121, fenpropathrin에 대해 0.00034, fenpyroximate에 대해 0.0000628, dicofol에 대해 0.0009354, fmbutatin oxide에 대해 0.000829% A.I.였다.

공시약제별, 지역별 점박이응애 계통간 약제 저항성 발달 정도를 조사한 결과, 1994년도에 등록, 사용되어온 살비제 tebufenpyrad에 대한 나주, 영암, 전주 계통이 각각 33.3, 25.2, 19.9배로 고도의 저항성 발달을 보였고, 진주와 안성 계통은 각각 15.9, 15.7배로 다른 지역 계통보다 낮은 편이었다(표 3). Herron 등은 서부 오스트리아의 사과원에서 본 약제에 의한 지속적인 응애 방제는 실패하였고, 본 약제에 대한 저항성계통의 점박이응애는 pyridaben에 극도의 교차

저항성을 보인다고 하였으며, fenpyroximate에 대해서도 고도의 교차저항성을 보이고 chlorfenpyr에 대해서는 교차저항성이 거의 없다는 보고가 있어, 우리나라에서도 본 약제에 저항성 계통의 교차저항성 여부 연구 등 제반 연구도 앞으로 수행되어야 할 것이다.

합성피레스로이드계인 fenpropathrin에 대해서는 나주계통이 10.7배, 전주계통이 8.0배의 저항성을 보였고, 안성, 진주 및 영암계통은 4.5-5.6배의 낮은 저항성 발달을 보였다(표 4). 김(1997)의 보고에 의하면 나주, 군위 및 수원의 사과원에서 채집한 점박이응애에 대해 본 약제의 저항성 발달이 3.6-9.0배의 낮은 수준으로, 안동, 충주, 김제, 연기 및 예산의 계통은 13.2-24.0배의 저항성 발달을 보였는 바, 1985년에 등록되어 그동안 사용하여온 약제로 다른 살비제에 비하여 완만한 약제저항성 발달을 보인 것으로 사료된다.

Phenoxypyrazol계인 fenpyroximate에 대해서는 나주계통이 45.9배, 전주계통이 36.1배로 고도의 저항성 발달을 보였고, 진주, 영암, 안성계통은 각각 22.8, 16.2, 14.2배의 저항성발달을 보였다(표 5). 송 등(1995)은 사과원 포장 점박이응애의 fenpyroximate에 대한 약제저항성은 지역에 관계없이 생기지 않았다고 보고한 반면, 김(1997)은 3년 후 사과원에서 채집한 계통에서 군위 계통이 4.9배로 낮은 수준의 저항성을, 안동, 충주, 나주, 김제, 수원, 연기 및 예산의 점박이응애 계통들은 17.6- 237.3배로 고도의 저항성 발달을 보였다고 보고하였다. fenpyroximate는 1993년에 등록

Table 3. Comparison of LC₅₀ values in field and susceptible populations to tebufenpyrad

Population	LC ₅₀ (% A.I., 95%CL ¹⁾)	Slope ± SE	RR ²⁾
Susceptible	0.0001121(0.0000720-0.0001523)	1.23 ± 0.19	1
Chunju	0.0022400(0.0017300-0.0027500)	1.99 ± 0.29	19.9
Ansung	0.0017600(0.0011100-0.0023500)	1.46 ± 0.27	15.7
Naju	0.0037300(0.0019100-0.0053500)	1.10 ± 0.25	33.3
Chinju	0.0017900(0.0013300-0.0022100)	2.08 ± 0.30	15.9
Youngam	0.0028300(0.0022700-0.0034500)	2.01 ± 0.28	25.2

¹⁾ CL : Confidence Limit.

²⁾ RR(Resistant Ratio) : LC₅₀ of resistant population/LC₅₀ of susceptible population.

된 살비제로 과원 잎응애 방제에 효과가 우수하여 집약적으로 사용하여 왔기 때문에 사용초기인 1995년 조사에서 저항성이 발달하지 않았으나 '97년부터 상당히 저항성이 발달하였고, 최근에는 지역에 따라 높은 저항성 발달을 보였다.

유기염소계인 dicofol에 대해서는 나주계통이 62.1배로 가장 높은 수준의 저항성 발달을 보였고, 전주, 안성, 진주 및 영암계통은 각각 22.7, 20.6, 25.6, 31.2배로 다른 약제보다 높은 수준의 저항성발달을 보였으나 (표 6), 과거 조사된 결과와 비교하여 보면 1986년(이 등)보다는 1997년(김)이, 그리고 금번 조사가 더욱 저항성 수준이 다소 낮은 것은 그간 dicofol의 사용량이 감소함에 따라 저항성 계통의 유전적 Reversion

현상에 의한 것으로 사료된다. dicofol은 1970-'80년대에 잎응애 방제효과가 뛰어난 살비제였으나 이 등 (1986)에 조사한 결과를 보면 나주계통이 약 71-74배의 저항성 발달을 보였고, 전남 함평계통의 점박이응애가 약 23-24배의 높은 저항성계통이 생겨 이후 사용량을 줄임에 따라, 김(1997)도 연기, 군위의 사과원 점박이응애계통을 제외하고 안동, 충주, 나주, 김제, 수원 및 예산의 사과원 점박이응애계통이 dicofol에 대해 56.5-23.9배로 다소 높은 저항성발달을 보였다고 하였다.

한편 dicofol 저항성 점박이응애는 여러 계통의 살비제와 교차저항성을 나타내는 것으로 많은 연구자들에 의해 보고되었는데, Kono(1985)는 dicofol과 유사

Table 4. Comparison of LC₅₀ values in field and susceptible populations to fenpropathrin

Population	LC ₅₀ (% A.I., 95%CL ¹⁾)	Slope±SE	RR ²⁾
Susceptible	0.0003340(0.0002510-0.0004136)	1.95±0.29	1
Chunju	0.0026800(0.0021500-0.0032600)	2.07±0.28	8.0
Ansung	0.0017300(0.0013400-0.0022300)	1.60±0.26	5.2
Naju	0.0035900(0.0022300-0.0048200)	1.41±0.27	10.7
Chinju	0.0018600(0.0014300-0.0024600)	1.50±0.26	5.6
Youngam	0.0014900(0.0011400-0.0018900)	1.63±0.26	4.5

¹⁾ CL : Confidence Limit.

²⁾ RR(Resistant Ratio) : LC₅₀ of resistant population/LC₅₀ of susceptible population.

Table 5. Comparison of LC₅₀ values in field and susceptible populations to fenpyroximate

Population	LC ₅₀ (% A.I., 95%CL ¹⁾)	Slope±SE	RR ²⁾
Susceptible	0.0000628(0.0000435-0.0000827)	1.34±0.19	1
Chunju	0.0022700(0.0007442-0.0060700)	1.33±0.31	36.1
Ansung	0.0008894(0.0005611-0.0011900)	1.45±0.27	14.2
Naju	0.0022800(0.0021800-0.0038700)	1.27±0.19	45.9
Chinju	0.0014300(0.0003596-0.0024800)	0.68±0.24	22.8
Youngam	0.0010200(0.0006932-0.0013300)	1.51±0.27	16.2

¹⁾ CL : Confidence Limit.

²⁾ RR(Resistant Ratio) : LC₅₀ of resistant population/LC₅₀ of susceptible population.

한 구조를 가진 디알릴카빈올계(diallylcarbinol) 약제인 BCPE, BPPS, bromopropylate, chloropropylate, proclono 그리고 PPPS와 유기인계 약제인 acephate, dialifos 그리고 ESP에 대해, Fergusson-Kolmes(1991)는 amitraz, bromopropylate 그리고 chlorobenzilate에 대해 그리고 김 등(1994)은 amitraz와 acrinathrin에 대해 비교적 큰 교차저항성을 보고하였다. 또한 Fergusson- Kolmes 등(1991)은 dicofol에 저항성인 점박이응애에 대해 여러 가지 약제와 교차저항성 유무를 조사하였는데, amitraz, bromopropylate 및 chlorobenzilate 등은 강한 교차저항성을 보이고, chloropyrifos는 중간 정도의 교차저항성을 보인다고 하였다. 따라서 살비제 저항성 점박이응애의 출현에 효율적으로 대처하기 위해서는 타

살비제와의 교차관계를 살핀후 종합적인 방제대책이 검토되는 것이 바람직할 것으로 사료된다.

1981년에 등록되어 사용하였던 유기주석계인 fenbutatin oxide에 대해서는 니주계통이 17배로 가장 높은 수준의 저항성 발달을 보였고, 전주계통이 12.8배의 저항성발달을 보였으며, 안성, 영암, 진주계통이 각각 9.4, 8.3 및 5.3배의 저항성비를 보였다(표 7). Tian 등(1992)은 California의 배과수원에서의 점박이응애 개체군에서 본 약제의 저항성이 지역계통에 따라 최고 478배의 저항성을 보여 본 약제에 대한 약효가 상실되었다고 하였으며, 안 등(1993)은 본 약제와 flufenoxuron의 혼합물은 점박이응애의 전 생육단계에 대해서 방제에 효과적이라고 하였다.

Table 6. Comparison of LC₅₀ values in field and susceptible populations to dicofol

Population	LC ₅₀ (% A.I., 95%CL ¹⁾)	Slope±SE	RR ²⁾
Susceptible	0.0009354(0.000473-0.001350)	1.11±0.26	1
Chunju	0.0212400(0.016680-0.026020)	1.97±0.28	22.7
Ansung	0.0192600(0.015080-0.023480)	2.06±0.29	20.6
Naju	0.0580600(0.041910-0.079980)	1.27±0.25	62.1
Chinju	0.0239400(0.018970-0.029430)	1.91±0.27	25.6
Youngam	0.0291600(0.019260-0.038140)	1.60±0.28	31.2

¹⁾ CL : Confidence Limit.

²⁾ RR(Resistant Ratio) : LC₅₀ of resistant population/LC₅₀ of susceptible population.

Table 7. Comparison of LC₅₀ values in field- and susceptible populations to fenbutatin oxide

Population	LC ₅₀ (% A.I., 95%CL ¹⁾)	Slope±SE	RR ²⁾
Susceptible	0.000829(0.000685-0.00102)	2.11±0.28	1
Chunju	0.010590(0.008490-0.01323)	1.84±0.27	12.8
Ansung	0.007830(0.006020-0.00974)	1.79±0.27	9.4
Naju	0.014100(0.011540-0.01779)	1.99±0.28	17.0
Chinju	0.004420(0.003620-0.00530)	2.23±0.29	5.3
Youngam	0.006950(0.005760-0.00859)	2.16±0.29	8.3

¹⁾ CL : Confidence Limit.

²⁾ RR(Resistant Ratio) : LC₅₀ of resistant population/LC₅₀ of susceptible population.

Table 8. Population changes of mixed stages of *T. urticae* by applying several acaricides in the field condition

Acaricides	Rep.	Pre-treat	3DAT ¹⁾				5DAT				7DAT			
			No. of mites	%D	방제가	DM RT ²⁾	No. of mites	%D	방제가	DM RT	No. of mites	%D	방제가	DM RT
Tebufenpyrad+	A	108	25	23.1	78.5		22	20.3	82.8		26	24.0	82.3	
Furathiocarb	B	135	32	23.7	78.0	c	31	22.9	80.7	c	34	25.1	81.5	c
2+4WP	C	105	24	22.8	78.8		17	16.1	86.3		26	24.7	81.8	
500X	Av.	-	-	23.2	78.4		-	19.8	83.3		-	24.6	81.8	
difenoconazde+	A	137	27	19.7	81.7		23	16.7	85.8		25	18.2	86.5	
fenazaquin	B	96	19	19.7	81.6	bc	17	17.7	85.1	bc	16	16.6	87.7	bc
8+12EC	C	121	18	14.8	86.2		17	14.0	88.1		31	25.6	81.1	
2,500X	Av.	-	-	18.1	83.2		-	16.1	86.4		-	20.1	85.1	
tribasic copper sulfate +	A	108	21	19.4	82.0		18	16.6	85.9		19	17.5	87.0	
tebufenpyrad	B	76	17	22.3	79.3	c	15	19.7	83.4	c	14	18.4	86.4	bc
7.5+2.5 SC	C	111	31	27.9	74.1		24	21.6	81.8		27	24.3	82.1	
500X	Av.	-	-	23.2	78.4		-	19.3	83.7		-	20.1	85.2	
Chlorfenapyr	A	97	13	13.4	87.5		10	10.3	91.3		9	9.2	93.1	
10SC	B	132	20	15.1	85.9	ab	16	12.1	89.8	ab	19	14.3	89.4	ab
2,000X	C	98	14	14.2	86.7		9	9.1	92.2		8	8.1	94.0	
	Av.	-	-	14.2	86.7		-	10.5	91.1		-	10.6	92.2	
Fenazaquin	A	138	12	8.6	91.9		10	7.2	93.9		14	10.1	92.5	
20SC	B	115	15	13.0	87.9	ab	11	9.5	91.9	ab	19	16.5	87.8	abc
3,000X	C	117	17	14.5	86.5		12	10.2	91.3		27	23.0	83.0	
	Av.	-	-	12.0	88.8		-	9.0	92.4		-	16.5	87.8	
Flufenoxuron	A	85	48	56.4	47.7		35	41.1	65.3		42	49.4	63.7	
5DC	B	122	64	52.4	51.4	d	56	45.9	61.4	d	69	56.5	58.4	d
1,000X	C	196	93	47.4	56.0		85	43.3	63.5		97	49.4	63.6	
	Av.	-	-	52.1	51.7		-	43.4	63.4		-	51.8	61.9	
Milbemectin	A	142	13	9.1	91.5		12	8.4	92.8		10	7.0	94.8	
1EC	B	104	6	5.7	94.6	a	5	4.8	95.9	a	4	3.8	97.1	a
1,000X	C	131	6	4.5	95.7		4	3.0	97.4		4	3.0	97.7	
	Av.	-	-	6.5	93.9		-	5.4	95.4		-	4.6	96.5	
Azocyclotin	A	113	11	9.7	90.9		8	7.0	94.0		7	6.1	95.4	
25WP	B	136	15	11.0	89.7	a	11	8.0	93.2	a	11	8.0	94.0	a
1,500X	C	141	9	6.3	94.0		9	6.3	94.6		7	4.9	96.3	
	Av.	-	-	9.0	91.6		-	7.1	93.9		-	6.4	95.2	
Acequinocyl	A	146	13	8.9	91.7		11	7.5	93.6		10	6.8	94.9	
15SC	B	128	9	7.0	93.4	a	7	5.4	95.4	a	7	5.4	95.9	a
1,000x	C	127	8	6.2	94.1		8	6.2	94.7		8	6.2	95.3	
	Av.	-	-	7.4	93.1		-	6.4	94.5		-	6.2	95.4	
Control	A	128	133	103.9	-		143	111.7	-		158	123.4	-	
	B	85	96	112.9	-	e	106	124.7	-	e	121	142.3	-	e
	C	68	73	107.3	-		82	120.5	-		97	142.6	-	
	Av.	-	-	108.0	-		-	119.0	-		-	136.1	-	

¹⁾ DAT: Day After Treatment, ²⁾ DMRT : Duncan's Multifl Test Range at 5% level.

결과적으로 지역에 따라 또는 약종에 따라 약제 저항성 수준이 다르게 나타남은 과원 농가에 따라 농약종류 선정이 다르고, 살비제의 사용농도와 횟수, 약제살포 방법, 경종방법 및 환경조건이 다른데 기인된 것으로 사료된다. 따라서 보다 광범위한 배과수 재배 지역과 기존살비제에 대한 저항성 발달 정도조사와 대체약제 개발연구가 계속되고 약제저항성 응애관리 전략 체계화를 위한 연구가 계속되어야 할 것으로 사료된다.

2) 포장약제저항성 제동에 대한 대체약제 선발

배 재배포장에서 기존살비제를 수년동안 사용하여 저항성이 생긴 점박이응애에 대한 방제효과가 우수한 살비제를 선발코저 근래에 등록되어 사용되고 있는 유망 살비제 9종을 선정 공시하여 시험한 결과(표 8), 처리 5일후 Mibemectin 1% 유제 1,000배의 방제가가 95.4%로 가장 우수하였고, Azocyclotin 25% 수화제 1,500배와 새로운 약제인 Acequinocyl 15% 액상수화제 1,000배의 방제가가 각각 93.9과 94.5%로 우수하였다. 한편 Chlorfenapyr 10% 액상수화제 2,000배와 Fenazaquin 20% 액상수화제 3,000배의 효과도 기대되었다. 또한 약제처리 7일 후에도 Mibemectin 1% 유제 1,000배, Azocyclotin 25% 수화제 1,500배, 새로운 약제인 Acequinocyl 15% 액상수화제 1,000배의 방제가가 우수하여 배재배 농가에서 점박이응애 방제시 사용을 고려할만 하였다.

참고문헌

1. 김길하, 송 철, 박노중, 조광연, 1994, Dicofol 저항성 점박이응애의 저항성 유전과 교차저항성, 한응곤지, 33: pp.230-236.
2. 김영준, 1997, 사과원 점박이응애의 약제저항성 관리, 서울대학교대학원 석사 학위논문, p.91.
3. 송 철, 김길하, 안수정, 박노중, 조광연, 1995, 사과원에서 채집된 점박이응애의 지역별 살비제 감수성, 한응곤지, 34: pp.328-333.
4. 이승찬, 1998, 배 병해충의 발생생태와 종합관리

기반조성 연구, 농진청산학협동(제3차년도 완결 보고서), p.145.

5. 이승찬, 1965, 과수응애류의 종류와 분포 및 천적에 관한 조사연구, 농시보고, 8(1): pp.267-276.
6. 이승찬, 김운영, 김상수, 1986, 점박이응애의 약제 저항성 수준결정 방법 비교와 Benzomate, Cyhexatin 및 Dicofol 저항성 조사 연구. 한국식물보호학회지 25(3): pp.133-138.
7. Ahn Young-Joon, Min Kwon, Jai-Ki Yoo, and Sang-Ji Byun, 1993, Toxicity of flufenoxuron along and in mixture with alphacypermethrin or fenbutatin oxide to *Tetranychus urticae* and *Panonychus ulmi*(Acari: Tetranychidae), J. Econ. Entomol. 86(5): pp.1334-1338.
8. Fergusson-Kolmes Linda A., Jeffrey G. Scott, and Timothy J. Dennehy, 1991, Dicofol resistance in *Tetranychus urticae*(Acari: Tetranychidae) crodd-resistance and Pharmacokinetics, J. Econ. Entomol. 94(1): pp.41-48.
9. Herron G. A., J. Rophail, 1998, Tebufenpyrad (Pyranica(R)) resistance detected in two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* Koch(Acari: Tetranychidae) from apples in Western Australia, Exp. & Appl. Acarology, 22(11): pp.633-641.
10. Kono, S., 1985, Susceptibility of dicofol resistant two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* Koch against various pesticides and their control effects, Jpn. J. appl. Ent. Zool. 29: pp.150-157.
11. Tian Tongyan, Elizabeth E. Grafton-Cardwell, and Jeffrey Granett, 1992, Resistance to *Tetranychus urticae* Koch(Acari: Tetranychidae) to cyhexatin and fenbutatin-oxide in California Pears, J. Econ. Entomol. 85(6): pp.2088-2095.