

국내등록사용중인 살충제에 대한 온실가루이의 감수성

김창우 · 김정화 · 김길하*

충북대학교 농과대학 농생물학과

요약 : 본 연구에서는 시판되고 있는 38종의 살충제에 대한 온실가루이 (*Trialeurodes vaporariorum*)의 발육단계별 감수성을 조사하고, 침투이행성, 잔효성 및 방제효과를 평가하였다. 모든 시험은 살충제의 추천농도로 수행하였다. 알에 대해서는 IGR계인 pyriproxyfen만이 90%이상의 부화억제효과를 나타내었다. 3령약충에 대해서는 abamectin, acetamiprid, chlorpyrifos-methyl, imidacloprid, pyriproxyfen, acetamiprid + ethofenprox가 90%이상의 살충효과를 나타내었다. 그리고 성충에 대해서는 유기인계의 acephate, fenitrothion, phenthoate, 카바메이트계의 benfurcarb, furathiocarb, 피레스로이드계의 bifenthrin, 네오니코티노이드계의 acetamiprid, imidacloprid, 혼합제의 acetamiprid + ethofenprox, ethofenprox + diazinon, furathiocarb + diflubenzuron, triazamate + α -cypermethrin 기타 abamectin, endosulfan, pymetrozine 등이 100%의 살충율을 나타내었다. Abamectin, acetamiprid, imidacloprid, pyriproxyfen, acetamiprid + ethofenprox는 성충에 대해서 잔효성뿐만아니라 침투이행효과도 나타내었다. 방제효과시험에서 abamectin, acetamiprid, imidacloprid, pyriproxyfen, acetamiprid + ethofenprox은 처리후 11일째부터 90%이상의 방제효과를 나타내었다. (2000년 7월 31일 접수, 2000년 9월 15일 수리)

Key words : *Trialeurodes vaporariorum*, systemic effect, residual effect, control efficacy.

서 론

온실가루이 (*Trialeurodes vaporariorum*)는 매미목 가루이과에 속한다. 일본에서는 1974년에 발생이 확인되었고(中村, 1975), 국내에서는 1977년 시설재배지내의 스테비아, 라벤더, 일황련 등에서 처음으로 확인되었다(최와 박, 1983). 기주범위가 넓어 약 40개과 94종의 식물을 가해하며(오, 1998), 오이, 수박, 참외, 매론, 토마토, 딸기, 호박 등 채소작물은 물론 거베라, 국화, 장미 등 화훼류에도 피해가 심하다.

온실가루이는 1세대경과일수가 짧아 살충제에 의한 도태기회가 많아지므로 살충제 저항성 발달이 빠르게 나타날 가능성을 지니고 있다(Wardlow, 1976; Elhag 과 Horn, 1983; 林, 1994). 국내에서는 이 해충의 살충제 저항성에 관한 연구보고는 없다. 외국에서는 온실가루이보다 담배가루이에 대한 연구보고가 많은데, 유기인계, 카바메이트계, 피레스로이드계, IGR계 뿐만아니라 최근에 개발 사용되고 있는 네오니코티노이드계와 같은 살충제들에 대해서도 저항성이 보고되어 있으며, 방제에 어려움을 겪고 있다(Wardlow 1976; Elhag 과 Horn, 1983; Prabhaker 등, 1992; Horowitz 와 Ishaaya, 1994; Horowitz 등, 1994; Devine 등, 1999; Horowitz 등, 1999; Elbert 와 Nauen, 2000). 온실가루이는 최근 시설재배가 늘어나면서 피해가 확산되고 있어 농가소득 증대를 위해서 이 해충의 방제에 관한 연구가 더욱 시급한 실정이다.

이에 본 연구는 국내에 살충제로 등록되어 있는 38종의 약제를 온실가루이의 발육단계별(알, 약충, 성충)로 약제 감수성을 조사하여 적어도 2가지발육단계에 대해서

살충활성이 높은 살충제를 선별하고 침투이행성과 잔효성 및 방제효과시험을 수행하였으며, 그 결과를 본해충의 방제를 위한 기초자료로 제공하고자 한다.

재료 및 방법

시험곤충

온실가루이는 충북대학교 농과대학 온실에서 채집하여 실내의 토마토 유묘(풍생)에 누대사육하면서 시험에 이용하였다. 실내 사육조건은 온도 25~28℃, 광주기 16L : 8D, 상대습도 50~60%로 하였다.

살충제

이 시험에 사용된 살충제는 시판제로서 유기인계 11종, 카바메이트계 4종, 피레스로이드계 8종, IGR계 4종, 네오니코티노이드계 2종, 혼합제 6종, 기타 3종으로 모두 38종이며, 이들의 일반명, 제형, 유효성분량 및 추천농도는 표 1과 같다.

약제처리 방법

1. 발육단계별 약효 시험

알에 대한 시험은 토마토 유묘(파종후 5주)에 1일 동안 받은 알(20~50 개/반복)을 소정약액에 30초간 침지한 후 부화율을 조사하였다. 약충에 대해서는 1일 동안 토마토 유묘에 받은 알을 12일째(3령 약충, 20~60 마리 약충/반복)에 소정약액에 30초간 침지한 후 우화율을 조사하였다. 그리고 성충에 대해서는 토마토 유묘를 소정약액에 30초간 침지한 후 원통형 아크릴 사육상(직경 15×10 cm)에 넣고, 성충 20~30 마리를 접종하고 3일후에 사충율을 조사하였다. 모든 실험은 3반복으로 하였다.

*연락처자

Table 1. Insecticides used in the study of toxicity

Common name	AI ^{a)} (%) & formulation	Recommended concentration (ppm)
Organophosphates		
Acephate	50WP	500
Chlorpyrifos-methyl	25EC	312.5
DemetonS-methyl	25EC	250
Diazinon	34EC	340
Fenitrothion	50EC	500
Fenthion	50EC	500
Flupyrazofos	10EC	100
Phenthoate	47.5EC	475
Phosphamidon	50EC	500
Pirimiphos-methyl	25EC	250
Pyralofos	35WP	350
Carbamates		
Benfurcarb	30EC	300
BPMC	50EC	500
Furathiocarb	10EC	100
Pirimicarb	25WP	162.5
Pyrethroids		
Bifenthrin	2WP	20
Cyfluthrin	5EC	50
Deltamethrin	1EC	10
Ethofenprox	20EC	10
Esfenvalerate	1.5WP	15
Fenpropathrin	5EC	50
Lambda-cyhalothrin	1EC	10
Zeta-cypermethrin	3EC	30
Insect Growth Regulators		
Diflubenzuron	25WP	100
Pyriproxyfen	10EC	100
Teflubenzuron	5SC	50
Tebufenozide	8WP	80
Neonicotinoids		
Acetamiprid	8WP	40
Imidacloprid	10WP	50
Mixtures		
Acetamiprid + ethofenprox	2.5 + 8WP	25 + 80
Ethofenprox + diazinon	8 + 25WP	80 + 250
Fenpropathrin + fenitrothion	2.2 + 20EC	22 + 200
Furathiocarb + diflubenzuron	9 + 7WP	90 + 70
Tebufenozide + buprofezin	5 + 12WP	50 + 120
Triazamate + α -cypermethrin	5 + 1EC	50 + 10
Others		
Abamectin	1.8EC	2.34
Endosulfan	35EC	577.5
Pymetrozine	25EC	55.8

^{a)} Active ingredient.

2. 침투이행성 시험

엽면 침투이행성 시험은 토마토 유묘 (과종후 5주)의 한쪽잎에 약액을 30초간 침지하고 24시간 후 처리잎을 제거하고 무처리잎만 있는 유묘를 원통형 아크릴 사육상 (직경 15×10 cm)에 넣고 성충 20~30 마리를 접종하고 3일 후에 사충율을 조사하였다. 뿌리침투이행시험은 약액을 토마토 유묘가 식재된 토양에 처리하고 24시간 후 토마토 유묘를 원통형 아크릴 사육상 (직경 15×10 cm)에 넣고 성충 20~30 마리를 접종하여 3일 후에 사충율을 조사하여 침투이행성 여부를 검정하였다. 모든 시험은 3반복으로 하였다.

3. 잔효성 시험

포트에 과종후 5~6주된 토마토 유묘잎을 소정의 약액에 30초간 침지하여 온실에 방치하였다. 또, 수분 공급시 약액을 처리한 잎이 물에 닿지 않도록 관주하였으며, 약액처리 1, 3, 7, 9일 후에 유묘를 원통형 아크릴 사육상 (직경 15×10 cm)에 넣고 성충 20~30 마리를 접종하였다. 접종 3일 후에 사충율을 조사하였다. IGR계 약제에 대한 시험은 위와 같은 방법으로 약액처리 1, 3, 7, 9일 후에 유묘를 원통형 아크릴 사육상 (직경 15×10 cm)에 넣고 성충 40~50 마리를 접종하여 1일 동안 받은 알의 부화율을 조사하였다. 모든 시험은 3반복으로 하였다.

4. 방제효과 시험

준비된 사육상내에 과종후 9~10주된 토마토에 성충을 방사하여 2주간 재배 후 성충수를 조사하고 약제를 분무 처리하였다. 농약품목등록 기준 (농약등록시험 담당자교육교재, 2000)에 따라 처리후 7일째에 소정약액을 다시 처리한 다음 (두번째 처리부터) 1, 3, 7, 11, 14일 후에 성충수를 조사하여 방제가를 구하였다. 방제가는 처리전 밀도를 기초로 처리후 밀도를 보정하고 이를 다시 무처리 에 대한 보정살충율로서 환산하여 표시하였다 (Abbott, 1925).

결과 및 고찰

발육단계별 약제감수성

시판되고 있는 살충제를 추천농도 (ppm)로 희석하여 온실가루이의 발육단계별로 살포한 후 살충활성을 비교한 결과는 표 2와 같다. 온실가루이 알에 대해서 90%이상의 살란효과를 나타낸 약제는 IGR계의 pyriproxyfen뿐이었다. 약충 (3령)에 대해서는 유기인계의 chlorpyrifos-methyl, IGR계의 pyriproxyfen, 네오니코티노이드계의 acetamiprid, imidacloprid, 항생제의 abamectin 등이 90% 이상의 살충효과를 나타내었다. 그리고 성충에 대해서 유기인계의 acephate, fenitrothion, phenthoate, 카바메이트계의 benfurcarb, furathiocarb, 피레스로이드계의 bifenthrin, 네오니코티노이드계의 acetamiprid, imidacloprid, 혼합계의 acetamiprid + ethofenprox, ethofenprox + diazinon, furathiocarb + diflubenzuron, triazamate + α -cypermethrin. 기타 endosulfan, abamectin, pymetrozin 등이 100% 살충을

Table 2. Comparative toxicities of 38 insecticides on different stages of *Trialeurodes vaporariorum* under laboratory condition

Insecticide	% Mortality		
	Egg ^{a)}	Nymph ^{b)}	Adult ^{c)}
Organophosphates			
Acephate	0.8±1.1 q ^{d)}	76.1±3.3 bcd	100±0.0 a
Chlorpyrifos-methyl	2.1±1.5 m-q	100±0 a	77.5±30.7 a-d
Demeton S-methyl	3.0±3.7 k-q	46.8±1.6 f-j	74.5±8.9 bcd
Diazinon	1.5±2.4 opq	67.5±10.6 c-g	72.7±12.9 cd
Fenitrothion	8.1±3.8 c-h	17.4±24.6 klm	100±0.0 a
Fenthion	2.1±2.8 m-q	70.2±10.8 cde	47.8±15.6 efg
Flupyrzofos	2.5±3.2 l-q	13.5±3.8 lm	42.3±26.6 g
Phenthoate	3.0±1.9 k-q	70.8±13.1 cde	100±0.0 a
Phosphamidon	1.5±0.9 opq	35.5±1.5 jkl	70.5±14.8 cde
Pirimiphos-methyl	2.1±1.7 m-q	65.7±2.1 c-i	66.5±7.0 def
Pyraclufos	3.6±0.4 i-q	63.3±14.7 c-h	47.3±10.3 efg
Carbamates			
Benfurcarb	28.3±14.3 bc	87.5±2.5 abc	100±0.0 a
BPMC	6.3±1.8 c-l	57.4±5.8 d-j	84.7±4.0 abc
Furathiocarb	3.8±0.9 g-q	70.3±3.0 c-f	100±0.0 a
Pirimicarb	3.4±3.8 j-q	68.5±12.0 cde	41.7±11.8 g
Pyrethroids			
Bifenthrin	1.2±1.6 pq	85.4±3.0 abc	100±0.0 a
Cyfluthrin	6.0±4.8 c-n	43.1±1.9 hij	39.9±23.2 g
Deltamethrin	4.5±4.7 e-q	40.9±19.0 ijk	91.0±5.7 abc
Esfenvalerate	7.1±5.1 c-j	71.9±22.5 cde	96.9±4.4 ab
Ethofenprox	3.4±2.7 j-q	72.1±7.6 cde	91.0±5.7 abc
Fenpropathrin	3.2±1.5 j-q	71.0±0.6 cde	96.9±4.4 ab
Lambda cyhalothrin	3.5±1.3 j-q	85.7±15.1 abc	93.5±10.0 abc
Zeta-cypermethrin	5.0±3.5 d-q	65.5±2.1 c-i	87.1±15.6 abc
Insect Growth Regulators			
Diflubenzuron	9.3±5.2 c-g	64.6±7.6 c-h	56.8±9.6 d-g
Pyriproxyfen	89.9±3.4 a	100±0.0 a	39.4±8.6 g
Teflubenzuron	10.4±3.2 cde	86.7±9.5 abc	77.6±1.9 a-d
Tebufenozide	6.6±6.2 c-k	70.3±16.7 cde	77.9±13.7 a-d
Neonicotinoids			
Acetamiprid	15.6±8.3 cd	100±0.0 a	100±0.0 a
Imidacloprid	6.2±2.1 c-m	98.9±2.3 ab	100±0.0 a
Mixtures			
Acetamiprid+ethofenprox	39.5±16.4 b	90.0±11.5 abc	100±0.0 a
Ethofenprox + diazinon	3.7±4.6 h-q	17.1±6.9 klm	100±0.0 a
Fenpropathrin + fenitrothion	1.4±0.4 pq	64.5±4.5 c-h	81.3±22.5 a-d
Furathiocarb+diflubenzuron	1.5±0.6 opq	59.8±12.4 d-i	100±0.0 a
Tebufenozide+buprofezin	9.4±5.2 c-f	51.8±12.3 e-j	78.3±9.7 a-d
Triazamate + α-cypermethrin	5.7±2.6 c-o	54.6±2.8 d-j	100±0.0 a
Others			
Abamectin	1.5±1.4 opq	97.8±3.2 ab	100±0.0 a
Endosulfan	5.6±1.9 c-p	44.1±11.2 g-j	100±0.0 a
Pymetrozine	7.2±5.7 c-i	53.3±4.5 d-j	100±0.0 a

^{a)}Egg-hatch suppression(sample size, 20~50 eggs/replicate, 3 replicates/treatment).

^{b)}Emergence suppression(sample size, 30~650 nymphs/replicate, 3 replicates/treatment).

^{c)}Mortality at 3rd day after treatment of the insecticide (sample size, 20~250 adults/replicate, 3 replicates/treatment).

^{d)}Means followed by the same letters are not significantly different(p=0.05; Duncan's multiple range test [SAS Institute, 1991]).

을 나타내었다. 38종의 약제 중 특히 온실가루이의 알, 약충, 그리고 성충 중 두 발육단계에 대해서 살충효과를 나타낸 약제는 abamectin, acetamiprid, imidacloprid, pyriproxyfen, acetamiprid + ethofenprox의 5종이었다.

충태에 따른 살충제 감수성 차이는 몇몇 연구자가 보고하였다 (Yasui 등, 1985; 林, 1994; Liu와 Stansly, 1997; Devine 등, 1999; 김 등, 2000). Yasui 등 (1985)은 IGR계인 buprofezin에 대한 영기별 내성비교에서 1, 2령은 낮은 농도에서 살충력이 높았으나, 3령이후부터는 내성이 크게 증대하였으며, 성충에 대해서는 살충력이 거의 없지만 수명이 단축되고 산란한 알의 부화가 억제됨을 보고하였다. 또한 Liu와 Stansly (1997)는 담배가루이의 일종인 *Bemisia argentifolii*에서 충태별 또는 약충의 영기별로 IGR계인 pyriproxyfen에 대한 감수성은 1, 2, 3령처리에서 각각 95%이상의 우화억제효과를 나타내어 영기간에 차이가 없었으나, 4령처리에서는 30%로 급격히 떨어졌으며, 노숙 약충처리에서는 효과가 없었음을 보고하였고, 김 등 (2000)은 43종의 살충제에 대한 담배가루이의 알, 약충, 성충에 대한 감수성 비교에서 IGR약제를 제외하고는 전반적으로 성충이 더 민감한 것으로 나타나, 해충종은 다르지만 본 시험의 결과와 일치하고 있다.

침투이행성 효과

온실가루이 성충에 우수한 살충효과를 나타낸 abamectin, acetamiprid, imidacloprid, pyriproxyfen, acetamiprid + ethofenprox의 침투이행효과는 그림 1과 같다. 이들 화합물의 온실가루이에 대한 엽면침투이행성은 abamectin에서 55.6%, acetamiprid에서 89.1%, 그리고 뿌리 침투이행성은 abamectin에서 58.3%, imidacloprid에서 75.0%의 살충율을 나타내었다. 이 결과로 볼 때 침투이행성은 약제간에 차이는 있으나, 효과는 높지 않았다. 따라서 이들 약제는 처리된 후 침투되어 수관이나 체관계를 따라 각 부위로 이동할 수 있는 이행능력이 약한 것으로

생각된다.

Prabhaker 등 (1999)은 neem, azatin로 종자처리, 토양처리 및 엽면처리하여 담배가루이의 일종인 *Bemisia argentifolii*에 대한 산란억제 및 약충에 미치는 영향을 조사하였는데, neem은 종자처리에서 산란억제효과가 없었으나, 토양처리에서는 효과가 있었고, 잎앞면처리에서는 뒷면으로 이행하여 효과를 나타내었다. 그리고 azatin은 종자처리와 토양처리에서 산란억제효과를 나타내어 침투이행 효과가 있음을 보고하였는데, 이러한 차이는 neem은 종자처리보다 토양처리에서 지속적으로 잔류해 있기 때문에 뿌리에서 잎으로의 이동이 가능하여 효과를 나타낸 것으로 추정하였다. 또한 Rubinstein 등 (1999)도 담배가루이 (B biotype)에 대한 imidacloprid의 토양처리에서 침투이행효과가 있음을 보고하였으며, 김 등 (2000)은 담배가루이에 대한 abamectin, acetamiprid, imidacloprid, pyriproxyfen, acetamiprid + ethofenprox의 토양처리 (풋트)와 엽면처리에 의한 침투이행성을 조사하였는데, 처리방법과 약제간에 차이는 있으나, 어느 정도 침투이행효과가 있음을 보고하였는데, 이는 본 실험의 결과와 유사하였다. 침투이행성 약제는 식물체에 이행된 후 약효를 발휘하기 때문에 약제가 직접 처리되지 않은 부위에서도 살충효과가 있어 처리된 작물을 식해하는 해충에만 선택적으로 작용하는 등의 장점을 가지고 있다. 특히 온실가루이는 주로 잎뒷면에 서식하기 때문에 약제처리에 의한 접촉 가능성이 낮다. 따라서 침투이행성 작용특성을 가진 살충제의 사용은 상당한 장점이라 할 수 있다.

잔효성 및 방제효과

온실가루이 성충에 대한 abamectin, acetamiprid, imidacloprid, pyriproxyfen, acetamiprid + ethofenprox의 잔효성을 온실에서 과종 후 5주된 토마토 유묘에 추천농도 (ppm)를 처리하고 9일까지 조사한 결과는 그림 2와 같다. 온실가루이는 acetamiprid, imidacloprid의 처리가 7일째까

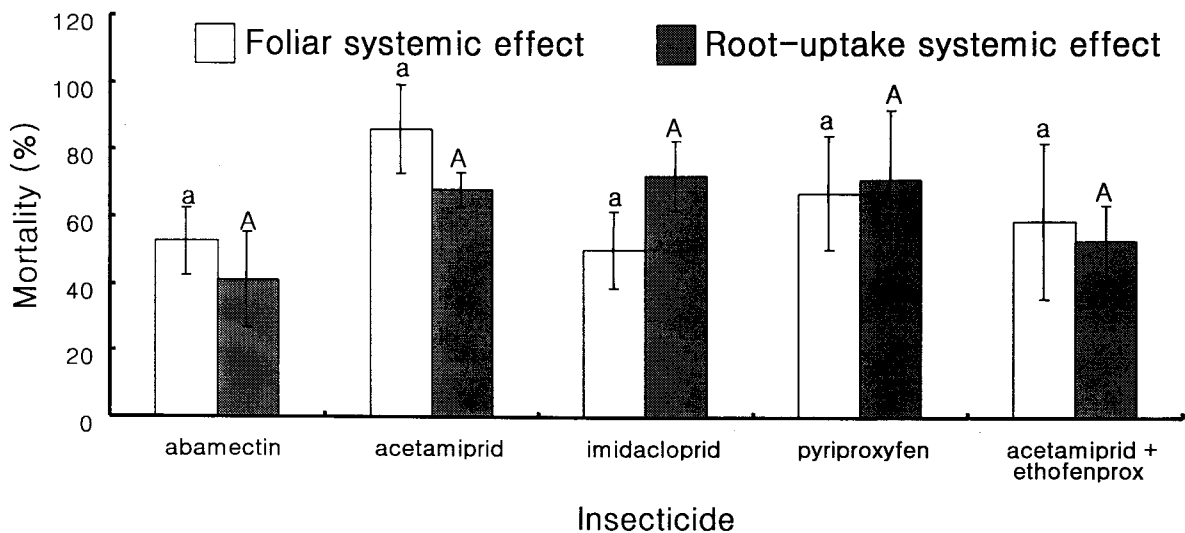


Fig. 1. Systemic effects of five insecticides to adult *T. vaporariorum* ($p=0.05$; Duncan's multiple range test [SAS Institute, 1991]). Sample size, 30~100 adults/replicate, three replicates/treatment. Vertical bars represent standard deviations of the mean.

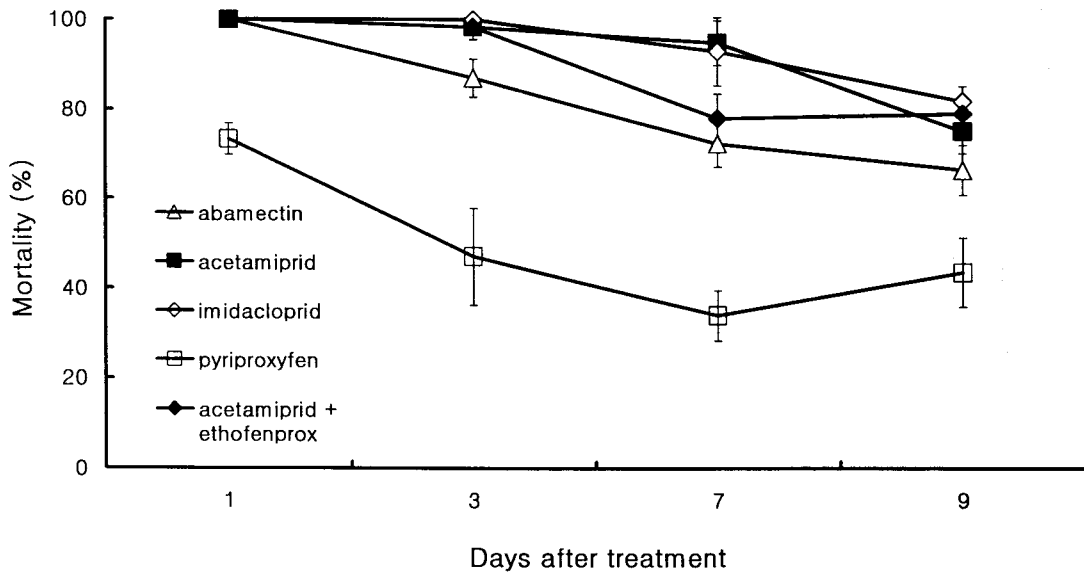


Fig. 2. Residual effects of five insecticides against *T. vaporariorum*. Adults were tested for all insecticides except for pyriproxyfen. For pyriproxyfen, eggs were tested. Sample size, 50~70 adults or eggs/replicate, three replicates/treatment. Vertical bars represent standard deviations of the mean.

지 90%이상, 그리고 9일째에도 각각 57.9%, 80.0%의 살충율을 나타내었다. Abamectin, acetamiprid + ethofenprox도 9일째 각각 81.0%, 80.8%의 살충율을 나타내었다. Pyriproxyfen은 1일째의 76.2%에서 9일째의 35.0%의 살충율을 나타내어 잔효성은 인정되나 효과는 낮았다.

김 등 (2000)은 담배가루이 성충에 대한 abamectin, acetamiprid, imidacloprid, pyriproxyfen, acetamiprid + ethofenprox의 잔효성 실험에서, pyriproxyfen을 제외하고

4종약제 모두 7일째까지 80%이상의 높은 살충활성을 나타내었고, Rubinstein 등 (1999)도 담배가루이 (B biotype)에 대한 imidacloprid를 여름철과 겨울철처리의 약효지속 시간 비교에서 겨울에는 3주간 효과가 지속되었으나, 여름에는 2주로 효과가 짧았다고 보고하였다. 잔효성이 우수한 살충제는 처리 후 상당기간 동안 계속 처리하지 않아도 해충 방제효과를 보이기 때문에 사용측면에서 경제적이다 할 수 있다.

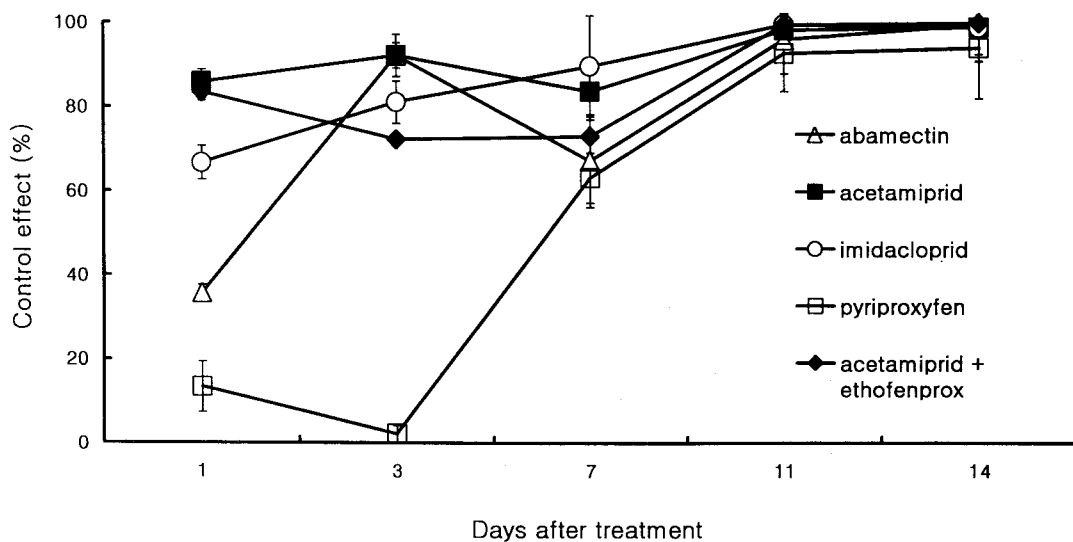


Fig. 3. Control effects of five insecticides to *T. vaporariorum* under the greenhouse condition. Sample size, 70~120 adults/replicate, three replicates/ treatment. Vertical bars represent standard deviations of the mean.

다음은 5종의 살충제가 온실조건하에서 온실가루이의 방제효과가 어느 정도인가를 조사한 결과는 그림 3과 같다. 온실가루이에 abamectin, acetamiprid, imidacloprid, acetamiprid + ethofenprox을 처리한 후 11일째부터 90%이상의 높은 방제가를 나타내었다. IGR계인 pyriproxyfen은 작용특성 때문에 처리후 3일째까지 20%이하의 낮은 방제가를 나타내었으나, 3일째이후부터 서서히 증가하기 시작하여 11일째부터는 90%이상의 방제가를 나타내었다. 이와 비슷한 결과는 김 등 (2000)이 보고하였는데, 온실조건하에서 담배가루이에 대한 abamectin, acetamiprid, imidacloprid, acetamiprid + ethofenprox은 처리후 1일째부터 90%이상, 그리고 IGR계인 pyriproxyfen은 처리후 9일째부터 90%이상의 방제가를 나타내었다.

이상의 결과를 종합해보면, 온실조건하에서 온실가루이의 효과적인 방제를 위해서는 가루이의 성충과 약충 또는 알 중 2가지 충체에 대해서도 효과가 있어야 경제적인 방제가 가능할 것이다. 이러한 조건을 갖추고 있는 abamectin, acetamiprid, imidacloprid, pyriproxyfen, acetamiprid + ethofenprox는 가루이 방제에 효율적으로 이용될 수 있을 것으로 생각된다.

인용문헌

- Abbott, W. S. (1925) A method of computing the effectiveness of an insecticide. J. Econ. Entomol. 18:265~267.
- Devine, G. J., I. Ishaaya, A. R. Horowitz, and I. Denholm (1999) The response of pyriproxyfen-resistant and susceptible *Bemisia tabaci* (Homoptera:Aleyrodidae) to pyriproxyfen and fenoxycarb alone and in combination with piperonyl butoxide. Pestic. Sci. 55:405~411.
- Elbert, A. and R. Nauen (2000). Resistance of *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) to insecticides in southern Spain with special reference to neonicotinoids. Pest Manag. Sci. 56:60~64.
- Elhag, E. A. and D. J. Horn (1983) Resistance of greenhouse whitefly (Homoptera: Aleyrodidae) to insecticides in selected Ohio greenhouses. J. Econ. Entomol. 76:945~948.
- Horowitz, A. R. and I. Ishaaya (1994) Managing resistance to insect growth regulators in the sweetpotato whitefly (Homoptera: Aleyrodidae). J. Econ. Entomol. 87:866~871.
- Horowitz, A. R., G. Fore, and I. Ishaaya (1994) Managing resistance in *Bemisia tabaci* in Israel with Emphasis on cotton. Pestic. Sci. 1994. 42:113~122.
- Horowitz, A. R., Z. Mendelson, M. Cahill, and I. Ishaaya (1999) Managing resistance to the insect growth regulator, pyriproxyfen, in *Bemisia tabaci*. Pestic. Sci. 55: 272~276.
- Liu, T-X, and P. A. Stansly (1997) Effects of pyriproxyfen on three species of *Encarsia* (Hymenoptera: Aphelinidae), endoparasitoids of *Bemisia argentifolii* (Homoptera: Aleyrodidae). J. Econ. Entomol. 43: 227~232.
- Prabhaker, N., N. C. Toscano, and T. J. Henneberry (1999) Comparison of neem, urea, and amitraz as oviposition suppressants and larvicides against *Bemisia argentifolii*(Homoptera: Aleyrodidae). J. Econ. Entomol. 92:40~46.
- Prabhaker, N., N. C. Toscano, T. M. Perring, G. Nuessly, K. Kido, and R. R. Youngman (1992) Resistance monitoring of the sweetpotato whitefly (Homoptera: Aleyrodidae) in the Imperial Valley of California. J. Econ. Entomol. 85:1063~1068.
- Rubinstein, G., S. Morin, and H. Czosnek (1999) Transmission of tomato yellow leaf curl geminivirus to imidacloprid treated tomato plants by the whitefly *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae). J. Econ. Entomol. 92:658~662.
- SAS institute (1991) SAS/STAT user's guide: ststistics, version 6.04. pp.125~154. SAS Institute, Cary, N. C., U.S.A.
- Wardlow, L. R., A. B. Ludlam, and L. F. Bradley (1976) Pesticide resistance in glasshouse whitefly (*Trialeurodes vaporariorum* (West.)). Pestic. Sci. 7:320~324.
- Yasui, M., M. Fukada, and S. Maekawa (1985) Effect of buprofezin on different developmental stages of the greenhouse whitefly, *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) (Homoptera: Aleyrodidae) Appl. Entomol. Zool. 20:340~347.
- 林英明 (1994) コナジラミ.-おもしろ生態とかしこい防ぎ方. 農文協. 121pp.
- 中村啓二, 中澤啓一, 乗越要 (1975) 新害蟲オンシツユナジラミ(假稱)の發生. 植物防疫. 29(1):7~10.
- 김길하, 이영수, 이인환, 안기수 (2000) 외래해충인 담배가루이의 살충제 감수성. 농약과학회지. 4(1):51~58.
- 농촌진흥청, 농약공업협회 (2000) 농약등록시험담당자교육교재. pp.93~118, 농촌진흥청.
- 오은옥 (1998) 온실가루이 *Trialeurodes vaporariorum* (Homoptera:Aleyrodidae)의 생태와 기주식물간의 발육 특성. 충남대학교 석사학위논문.
- 최광열, 박중수 (1983) 온실가루이의 저온장애에 관한 연구. 한식보. 22(4):233~236.

Susceptibility of greenhouse whitefly, *Trialeurodes vaporariorum*, (Homoptera: Aleyrodidae) against commercially registered insecticides in Korea

Changwoo Kim, Jeong-Wha Kim, and Gil-Hah Kim* (Department of Agricultural Biology, Chungbuk National University, San 48, Gaesin-dong, Chong-ju, Chungbuk 361-763, Republic of Korea)

Abstract : These studies were carried out to investigate the toxicities of 38 registered insecticides to the sweetpotato whitefly (*Trialeurodes vaporariorum*). Insecticide activities were evaluated by testing systemic action and residual effect in the laboratory, and control efficacy in the greenhouse. All experiments were tested at the recommended concentration (ppm) of each insecticides. Insect growth regulators (IGRs), only pyriproxyfen showed over 90% of ovicidal effect. The insecticides that showed over 90% of larvicidal activity on 3rd nymphal instars were abamectin, acetamiprid, chlorpyrifos-methyl, imidacloprid, pyriproxyfen, and acetamiprid + ethofenprox. Insecticides with 100% adulticidal activity were abamectin, acephate, acetamiprid, benfurcarb, bifenthrin, furathiocarb, endosulfan, fenitrothion, imidacloprid, phenthoate, pymetrozine, acetamiprid + ethofenprox, ethofenprox + diazinon, furathiocarb + diflubenzuron, and triazamate + α -cypermethrin. Abamectin, acetamiprid, imidacloprid, pyriproxyfen, and acetamiprid + ethofenprox showed both residual effect and systemic activity. In the control efficacy test on *B. tabaci*, 90% control values were obtained at 11th day after treatment of the insecticides including abamectin, acetamiprid, imidacloprid, pyriproxyfen and acetamiprid + ethofenprox. These results indicate that abamectin, acetamiprid, imidacloprid, pyriproxyfen and acetamiprid + ethofenprox can be used for the control of *B. tabaci* in field.

*Corresponding author (Fax : +82-43-271-4414, E-mail: khkim@trut.chungbuk.ac.kr)