

몇 가지 살충제의 온실가루이와 담배가루이의 생육 단계별 살충효과 및 방제효과

하태기* · 황인천 · 김종관 · 송유한¹ · 김길하² · 유용만

(주) 경농 중앙연구소, ¹경상대학교 농과대학 농생물학과, ²충북대학교 농과대학 농생물학과

요 약 : 본 연구에서는 3종(acetamiprid, acetamiprid+etofenprox, etofenprox)의 살충제에 대한 온실가루이(*Trialeurodes vaporariorum*)와 담배가루이(*Bemisia tabaci*, B biotype)의 발육단계별 감수성을 조사하고, 침투이행성, 잔효성 및 방제효과를 평가하였다. 시험은 살충제의 추천농도를 비롯한 2가지 농도(ppm)로 수행하였다. 알에 대해서는 acetamiprid 단계 40 ppm 처리시 온실가루이와 담배가루이에서 각각 45%, 42%의 부화억제효과를 나타내었으며, 3령 약충에 대해서는 acetamiprid 20 ppm 농도에서도 각각 97%이상의 살충효과를 나타내었다. 그리고, 성충의 경우 acetamiprid 20 ppm과 acetamiprid+etofenprox(12.5+40) ppm 농도에서도 92%이상의 우수한 방제효과를 나타내었다. acetamiprid와 acetamiprid+etofenprox는 성충에 대해서 잔효성뿐만 아니라 침투이행 효과도 나타내었다. 방제효과시험에서 acetamiprid와 acetamiprid+etofenprox를 추천농도로 처리시에 처리후 3일째부터 90%이상의 방제효과를 나타내었다. 이상의 결과에서 acetamiprid와 acetamiprid+etofenprox는 온실가루이와 담배가루이 성충과 약충의 방제에 효과적으로 이용될 수 있을 것으로 생각된다.(2003년 4월 29일 접수, 2003년 9월 22일 수리)

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

서 론

온실가루이(*Trialeurodes vaporariorum*)는 매미목(Homoptera) 가루이과(Aleyrodidae)에 속하는 외래해충으로 1870년대에 미국에서 토마토에 피해를 준 것이 최초로 보고된 후 세계 시설재배지역에서 가장 문제시되는 해충의 하나가 되었다. 원산지는 아메리카대륙, 브라질이나 멕시코의 열대, 아열대로 추정되고 있다. 일본에서는 1974년에 발생이 확인되었다(中村 등, 1975).

우리나라에서는 1977년 시설재배지 내의 스테비아, 라벤더, 일황련 등에서 처음으로 확인되었으나(최와 박, 1983), 당시 온실가루이가 발생한 작물들을 제거함으로써 발생을 근절시켰던 것으로 보고되었다. 그 후 1983년 가을 수원에서 다시 발생하여 현재는 중·남부지방의 시설재배지뿐 아니라, 일반 야외 재배포장에서도 빈번히 발생하고 있는 실정이다(한, 1998). 온실가루이는 약 84과 249종의 식물을 가해하는 기주

범위가 넓은 해충으로 알려져 있다(오, 1998). 이 중에서 오이, 수박, 참외, 메론, 토마토, 딸기, 호박 등 채소작물은 물론 거베라, 국화, 장미 등 화훼류에도 피해가 심하게 나타나 이미 시설재배지의 화훼 및 채소류를 중심으로 큰 피해를 주고 있다.

담배가루이(*Bemisia tabaci*)는 매미목 가루이과에 속하며 목화가루이, 고구마가루이라고도 한다. 담배가루이는 1889년 그리스에서 담배해충으로 처음 발견되었으며, 국내에서는 1998년 충북 진천군 장미 재배지에서 처음으로 발생이 확인되었고, biotype-B로 보고되었다(이 등, 2000). 그러나 일부 학자들은 biotype-A를 담배가루이 그리고 biotype-B를 *Bemisia argentifoli*로 분류하고 있다(Perring 등, 1993). 온실가루이와 같이 담배가루이도 기주범위가 넓어 약 74과의 420종을 가해하는데, biotype-B는 기주범위가 넓은 것으로 알려져 있다. 담배가루이는 약충과 성충이 잎을 흡즙하는 것 이외에 바이러스병을 매개하거나 감로를 분비하여 작물에 피해를 준다. 담배가루이는 바이러스병의 중요한 매개충으로 tomato infectious chlorosis virus(Duffus 등, 1996) 병 등 25종 이상의 바이러스병을 매

*연락처자

개하는데 이들은 비교적 낮은 밀도로도 바이러스병을 매개하여 피해가 크다. 가장 문제시 되는 바이러스병은 TYLCV(tomato yellow leaf curl virus)로서 영국에서 큰 피해를 주고 있는데(Berlinger 등, 1996; Brown 등, 1995; Matsui, 1995; Rubinstein 등 1999), 우리나라에서는 아직 이들 바이러스병에 대한 보고는 없으나 앞으로 경계가 필요하다.

우리나라에서 온실가루이와 담배가루이의 방제에 일반적으로 사용하고 있는 방법은 약제 방제이다. 그러나, 담배가루이는 발육기간이 짧아 연간 발생횟수가 많아서 실제 포장에서 살충제에 의한 도태의 기회가 많아지므로 살충제에 대한 저항성 발달이 다른 해충들에 비하여 빠르게 나타날 가능성을 지니고 있다. 온실가루이와 담배가루이의 살충제 저항성 발달은 유기인계, 카바메이트계, 피레스로이드계 뿐만 아니라 IGR계와 같은 살충제들에 대해서도 저항성이 보고되고 있어 방제에 어려움을 겪고 있다(Dennehy & Williams, 1997; Devine & Denholm, 1998; Elhag & Horn 1983; Horowitz 등, 1994, 1997, 1999; Horowitz & Ishaaya, 1994; Prabhaker 등, 1992; Wardlow 등, 1976). 온실가루이와 담배가루이는 외래해충인 관계로 국내 연구가 부족한 실정이며, 특히 생태와 관련된 효과적인 방제법 및 방제약제에 대해서 많은 연구정보가 필요한 실정이다.

이에 본 연구에서는 체계적이고 효과적인 가루이류 방제를 위한 기초자료를 얻기 위하여, 약제에 대해 저항성이 발달되지 않았고 가루이류에 대한 효과가 입증된 acetamiprid(김 등, 2000a; 김 등, 2000b)와 etofenprox에 대한 단제와 혼합제의 약효비교를 통해 살충활성이 높은 약제를 선발하고 침투이행성과 잔효성

및 방제효과시험을 수행하였다.

재료 및 방법

실험곤충

본 실험에 사용된 온실가루이는 1995년 대전 화학연구소에서 분양받아 (주)경농 중앙연구소에서 토마토(*Lycopersicon esculentum*, 품종:서광)로 사육하면서 실험에 사용하였다. 담배가루이는 충북 진천군 이월면 시설장미 재배지에서 1998년 6월에 채집하여 (주)경농 중앙연구소에서 토마토(품종:서광)로 사육하면서 실험에 사용하였다. 실내 사육조건은 온도 25~28℃, 광주기 16L:8D, 상대습도 50~60%로 하였다.

실험기주 및 용기

본 실험에 사용된 기주식물은 (주)경농 중앙연구소 온실에서 3주 이상 재배한 토마토를 이용하였으며, 사용된 사육상자는 가로 25×세로 25×높이 45 cm의 아크릴 사육상, 원통은 직경 9×높이 20 cm의 아크릴 원통을 이용하였다.

공시약제

본 실험에 사용된 살충제는 온실가루이와 담배가루이에 효과가 인정되고 있는 acetamiprid 8WP와 etofenprox 20EC 및 합제인 acetamiprid + etofenprox(2.5+8) WP를 대상으로 실시하였고, 시험농도는 각 약제의 추천농도와 추천농도의 1/2, 1/4농도로 하였다. acetamiprid 8WP, etofenprox 20EC 및 합제인 acetamiprid + etofenprox(2.5+8)WP의 약제별 추천농도 각각 40 ppm, 200 ppm, (25+80) ppm으로 표 1과 같다.

Table 1. Insecticides used in the study of toxicity

Type	Common name	A.I. ^{a)} (%) & formulation	Concentration (ppm)
Neonicotinoid	Acetamiprid	8, WP	40
			20
			10
Mixture	Acetamiprid + etofenprox	(2.5+8), WP	(25+80)
			(12.5+40)
			(6.25+20)
Pyrethroid	Etofenprox	20, EC	200
			100
			50

^{a)} active ingredient.

약제별 작용특성 시험

발육단계별 약효 시험

살란시험(ovicide test)은 토마토 유묘(파종후 5주)에 24시간 산란을 유도시킨 알(20~50개/반복)을 소정약액에 30초간 침지한 후 부화율을 조사하였다. 약충에 대해서는 24시간 동안 산란을 받은후 12일 동안 발육시킨 3령 약충(20~60마리 약충/반복)을 소정약액에 30초간 침지한 후 사육실에서 사육하면서 우화율 조사하였다. 성충에 대한 살충효과는 토마토 유묘(파종후 5주)를 소정약액에 30초간 침지한 후 원통형 아크릴 사육상(직경 15×10 cm)에 넣고, 성충 20~30마리를 접종하고 3일 후에 사충율을 조사하였다. 모든 실험은 3반복으로 하였다.

침투이행성 시험

엽면 침투이행성은 토마토 유묘(파종후 5주)의 한쪽 잎에 약액을 30초간 침지하고 24시간 후 처리잎을 제거하고 무처리 잎만 있는 유묘를 원통형 아크릴 사육상(직경 15×10 cm)에 넣고 성충 20~30마리를 접종하고 3일후에 사충율을 조사하였다.

뿌리 침투이행은 약액을 토마토 유묘가 식재(직경 7.5×7.5 cm)된 토양에 처리(1 L/m²)하고 24시간 후 토마토 유묘를 원통형 아크릴 사육상(직경 15×10 cm)에 넣고 성충 20~30마리를 접종하여 3일 후에 사충율을 조사하여 침투이행성 여부를 검정하였다. 모든 시험은 3반복으로 하였다.

잔효성 시험

포트(직경 7.5×7.5 cm)에 파종후 5~6주된 토마토 유묘잎을 소정의 약액에 30초간 침지하여 온실에 방치하였다. 또, 수분 공급시 약액을 처리한 잎이 물에 닿지 않도록 관주(1 L/m²)하였으며, 약액처리 1, 3, 7, 9일 후에 유묘를 원통형 아크릴 사육상(직경 15×10 cm)에 넣고 성충 20~30마리를 접종하였다. 접종 3일 후에 사충율을 조사하였다. 모든 시험은 3반복으로 하였다.

방제효과

온실내 소형포트(직경 16×20 cm) 조건에서의 실험은 준비된 사육상내에 파종 9~10주된 토마토에 성충을 방사하여 2주간 재배 후 약제 처리전 성충수를 조사하고, 약제를 분무처리 하였다. 처리후 3, 7일째에

밀도수를 조사하고, 소정약액을 다시 처리한 다음 7일 후에 성충수를 조사하여 방제가를 구하였다.

온실내 조건에서의 실험은 경북 경주시 토마토 재배지에 서식하고 있는 온실가루이와 충북 진천군 이월면 장미재배지에 서식하고 있는 담배가루이를 대상으로 약제 처리전 미리 약충수를 조사하고 약제를 분무처리 하였다. 처리후 3일째에 약충수를 조사하고, 소정약액을 다시 처리한 다음 11일 후의 약충수를 조사하여 방제가를 구하였다.

방제가는 처리전 밀도를 기초로 처리후 밀도를 보정하고 이를 다시 무처리에 대한 보정살충율로서 환산하여 표시하였다(Abbott, 1925).

결과 및 고찰

발육단계별 약제 감수성

온실가루이, 담배가루이의 발육단계별로 실험에 사용된 약제에 대한 감수성을 비교한 결과는 표 2와 3에서 보는 바와 같다. 모든 시험에 사용된 살충제를 권장사용농도(ppm), 권장농도의 1/2 및 1/4 농도로 수행하였다.

온실가루이와 담배가루이의 알에 대한 살란효과(ovicidal effect)는 acetamiprid, etofenprox, acetamiprid + etofenprox 모두 50%이하로 낮게 나타났다(표 2, 3). 온실가루이의 약충에 대해서는 acetamiprid가 권장사용농도, 1/2량, 1/4량에서 각각 100%, 97.7%, 92.3%를 나타내었고, 담배가루이의 약충에 대해서는 각각 100%, 97.0%, 91.3%로 나타났으나 그 외 약제들은 살충효과가 떨어졌다. 온실가루이와 담배가루이의 성충에 대해서는 acetamiprid 단제와 acetamiprid + etofenprox 합제의 권장사용농도에서는 모두 100%의 살충효과를 나타내었으며, 1/2량과 1/4량 농도에서는 온실가루이에 대하여는 94.3%, 92.7%의 살충 활성을 나타내었고, 담배가루이에 대하여는 93.3%, 91.0% 정도의 활성을 나타내었다. 그러나 etofenprox는 살충 효과가 낮게 나타났는데, 이것은 시설하우스 내에서 유사 계통 약제의 연용으로 인하여 약제에 대한 감수성이 저하된 것으로 보인다. 시험에 사용된 3가지 약제 중 acetamiprid 단제를 제외 하고는 두개 이상의 발육단계에 효과를 보이지는 않았다(표 2, 3).

가루이류에 대한 발육단계에 따른 살충제 감수성차이는 몇몇 연구자들이 보고 하였다(Yasui 등, 1985;

Table 2. Comparative toxicity of three insecticides on different stages of *T. vaporariorum*

Insecticide	Concentration (ppm)	Mortality(%)		
		Egg ^{a)}	Nymph ^{b)}	Adult ^{c)}
Acetamiprid	40	45.3±1.5 a ^{d)}	100.0±0.0 a	100.0±0.0 a
	20	25.3±1.2 b	97.7±2.5 ab	94.3±1.5 b
	10	16.3±1.5 c	92.3±2.1 b	92.7±2.3 c
Acetamiprid + Etofenprox	(25+80)	27.7±2.1 a	75.3±2.5 a	100.0±0.0 a
	(12.5+40)	20.3±1.2 b	62.7±5.0 b	92.7±2.5 b
	(6.25+20)	16.7±2.1 b	37.3±1.5 c	66.7±2.3 c
Etofenprox	200	14.7±1.5 a	44.7±2.5 a	59.7±2.5 a
	100	9.0±2.0 b	38.3±2.1 b	44.3±3.1 b
	50	3.7±1.2 c	32.0±2.0 c	29.7±2.5 c

^{a)}Egg-hatch suppression (sample size, 100~150 eggs/replicate, 3 replicates treatment).

^{b)}Emergence suppression (sample size, 100~150 nymphs/replicate, 3 replicates treatment).

^{c)}Mortality at 3 days after treatment (sample size, 50~100 adults/replicate, 3 replicates treatment).

^{d)}P=0.05 ;Duncan's multiple range test [SAS Institute, 1991].

Table 3. Comparative toxicity of three insecticides on different stages of *B. tabaci*

Insecticide	Concentration (ppm)	Mortality(%)		
		Egg ^{a)}	Nymph ^{b)}	Adult ^{c)}
Acetamiprid	40	42.0±4.4 a ^{d)}	100.0±0.0 a	100.0±0.0 a
	20	23.7±3.2 b	97.0±1.0 b	93.3±1.5 b
	10	11.0±2.6 c	91.3±0.6 c	72.7±2.5 c
Acetamiprid + Etofenprox	(25+80)	22.3±2.1 a	73.7±1.5 a	100.0±0.0 a
	(12.5+40)	16.7±1.5 b	57.3±1.5 b	91.0±1.0 b
	(6.25+20)	13.7±1.5 c	36.0±1.0 c	62.7±1.5 c
Etofenprox	200	9.0±1.0 a	42.7±2.1 a	49.7±1.5 a
	100	6.0±1.0 a	35.0±1.0 b	33.0±1.0 b
	50	5.3±0.6 a	34.3±1.5 b	23.3±1.5 c

^{a)}Egg-hatch suppression (sample size, 100~150 eggs/replicate, 3 replicates treatment).

^{b)}Emergence suppression (sample size, 100~150 nymphs/replicate, 3 replicates treatment).

^{c)}Mortality at 3 days after treatment (sample size, 50~100 adults/replicate, 3 replicates treatment).

^{d)}P=0.05 ;Duncan's multiple range test [SAS Institute, 1991].

Horowitz 등, 1997; Liu and Stansly, 1997; Devine and Denholm, 1998; 김 등, 2000a; 김 등, 2000b). 온실가루이(김 등, 2000a)와 담배가루이(김 등, 2000b)에 대한 약제감수성 실험에서 acetaprimid 단제와 acetaprimid + etofenprox 합제 모두 성충과 약충에 우수한 효과를 보여 본 실험과 차이가 있었다.

본 실험은 토마토 유묘에 산란(24시간)을 유도시켜 소정약량에 침지(30초간)한 후 조사한 결과로서 3가지 약제 모두 온실가루이와 담배가루이의 알과 약충보다

는 성충이 약제에 대해서 감수성이 높았고, acetamiprid의 단제와 acetaprimid + etofenprox 합제에 대한 감수성이 etofenprox보다 높았다(표 2, 3).

침투이행성 효과

온실가루이와 담배가루이의 성충에 대한 살충율로써 표현된 acetaprimid의 엽면 및 뿌리 침투이행 효과는 각각 67.7%와 79.8%로서 acetaprimid + etofenprox (54.0%, 57.5%)와 etofenprox (30.7%, 42.5%)보다 높았

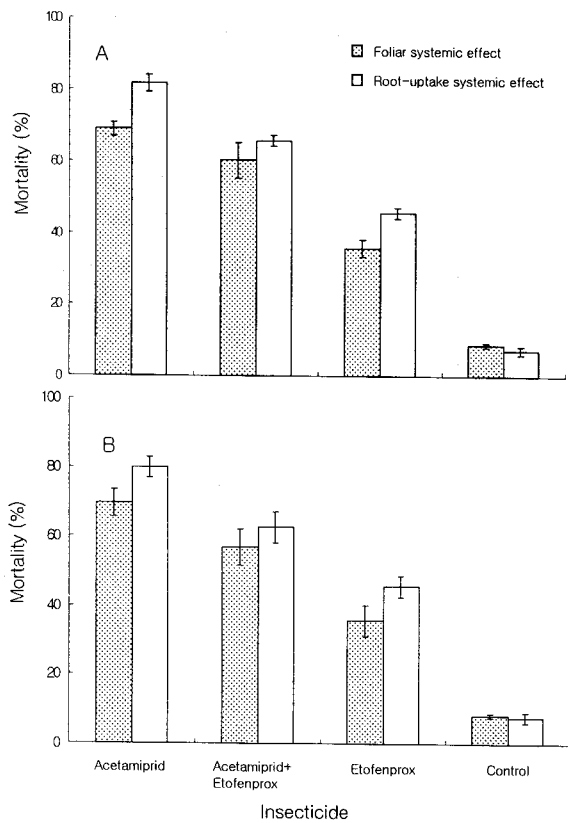


Fig. 1. Systemic effects of three insecticides to adult *Trialeurodes vaporariorum*(A) and *Bemisia tabaci* (B)($P=0.05$; Duncan's multiple range test [SAS Institute, 1991]). Sample size, 50~100 adults / replicate, 3 replicates/treatment. Vertical bars represent standard deviations of the means.

고, 3가지 약제 모두 엽면 침투이행보다는 뿌리를 통한 침투이행 효과가 우수하였다(그림 1). 약제간의 침투이행성 정도는 약충에서도 acetaprimid가 가장 큰 침투이행성을 가지고 있는 것으로 조사되었으나, acetamiprid는 성충의 경우 뿌리침투이행성의 활성이 높았지만 약충의 경우에는 엽면침투이행성이 더 높았고, 3가지 약제 모두 전체적인 살충율은 성충에 비해 현저히 낮았다(그림 2). 김 등(2000b)이 온실가루이에 대하여 뿌리와 엽면을 통한 침투이행효과의 결과에서도 성충의 경우에는 뿌리로의 침투이행성의 활성이 좋았고, 유충의 경우에는 그 반대 결과가 나와 본 실험의 결과를 뒷받침하고 있다.

Prabhaker 등(1999)은 neem, azim의 종자처리, 토양처리 및 엽면처리하여 *Bemisia argentifolii*에 미치는 영향을 조사하였는데, 종자처리 이외의 토양처리와 엽면처리에서는 침투이행 효과가 있다고 하였다.

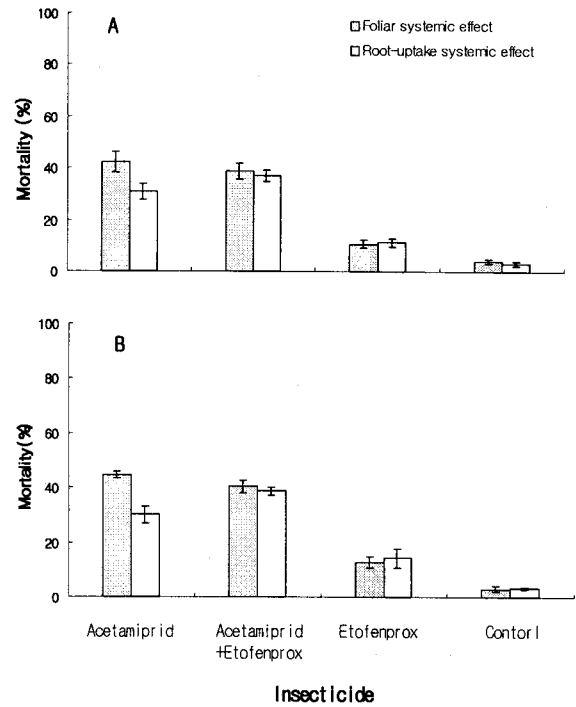


Fig. 2. Systemic effects of three insecticides to nymphs *Trialeurodes vaporariorum* (A) and *Bemisia tabaci* (B) ($P=0.05$;Duncan's multiple range test [SAS Institute, 1991]). Sample size, 50~100 nymphs / replicate, 3 replicates /treatment. Vertical bars represent standard deviations of the means.

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 가루이류는 주로 앞 뒷면에 서식하기 때문에 약제처리에 의한 접촉 가능성이 낮다. 따라서 효율적인 방제를 위해서는 침투이행 효과가 있는 약제선택이 중요하다(김 등, 2000a; 김 등, 2000b). Horowitz 등(1998)은 acetamiprid와 imidacloprid를 대상으로 엽면처리와 침투이행 실험을 실시하여 담배가루이 성충에 76%이상의 효과가 인정된다고 하였는데 본 시험 결과와는 다소 차이가 있었다.

잔효성 효과

온실가루이와 담배가루이 성충에 대한 acetaprimid, acetaprimid+etofenprox, etofenprox의 잔효성을 파종 후 5주된 토마토 유묘에서 권장사용농도로 처리하고 9일 까지 조사한 결과는 그림 3과 같다. Acetamiprid를 처

리한 1일후에 온실가루이와 담배가루이 성충을 접촉하였을 때 사충율은 각각 98.3%과 98.0%로 조사되었으며 7일까지는 효과가 지속되는 것을 볼 수 있으나 그 이후로는 급격히 효과가 떨어지는 것으로 나타났다. 또한 acetamiprid+etofenprox 합제의 경우에서도 비슷한 양상을 나타내었다. 그러나 etofenprox의 경우 약제 처리 1일후부터 효과가 떨어지는 것으로 조사되었다(그림 3).

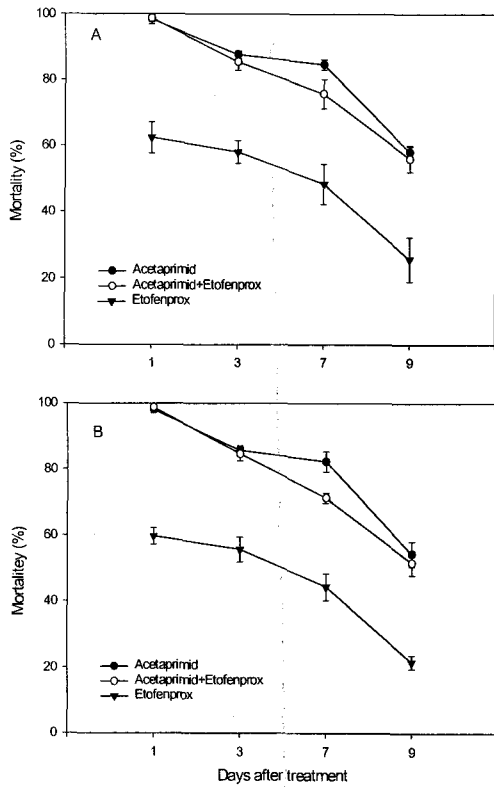


Fig. 3. Residual effects of three insecticides against *T. vaporarivum* (A) and *B. tabaci* (B). Sample size, 20~30 adults / replicate, 3 replicates / treatment. Vertical bars represent standard deviations of the means.

이는 김 등(2000b)의 온실가루이와 김 등(2000a)의 담배가루이에 대하여 각각 약제잔효성에 대한 실험에서는 acetamiprid 단제와 acetamiprid+etofenprox 합제 모두 살충효과가 높아 유사한 결과를 나타내었지만, 9일째까지도 효과가 지속된 것과는 차이가 있었다.

담배가루이(biotype-B)에 대하여 imidacloprid를 여름철과 겨울철의 약효지속기간 비교(Rubinstein 등, 1999)에서 겨울에는 3주간 효과가 지속되었으나, 여름에는

2주로 짧았다. 이는 약효지속기간에 광과 같은 자연 조건이 영향을 줄 수 있기 때문으로 생각된다

방제효과

온실가루이와 담배가루이 성충에 대한 acetamiprid, acetamiprid+etofenprox, etofenprox의 방제효과는 소형 포트와 온실조건하에서 권장사용농도로 처리하고 14일까지의 방제효과를 조사한 결과는 그림 4와 같다. 온실가루이와 담배가루이 성충에 대하여 소형 포트조건하에서 방제효과는 acetamiprid 단제와 acetamiprid+etofenprox 합제의 경우 1회 약제처리 7일차에서 효과가 떨어지는 경향이었으나, 2회 처리 후 7일차에서 단제는 97.9%와 91.0%, 합제는 96.7%와 90.3%의 방제효과를 나타내었다. 그러나 etofenprox의 경우 온실가루이와 담배가루이 모두 두 약제에 비하여 약효가 떨어지는 것으로 조사되었다(그림 4).

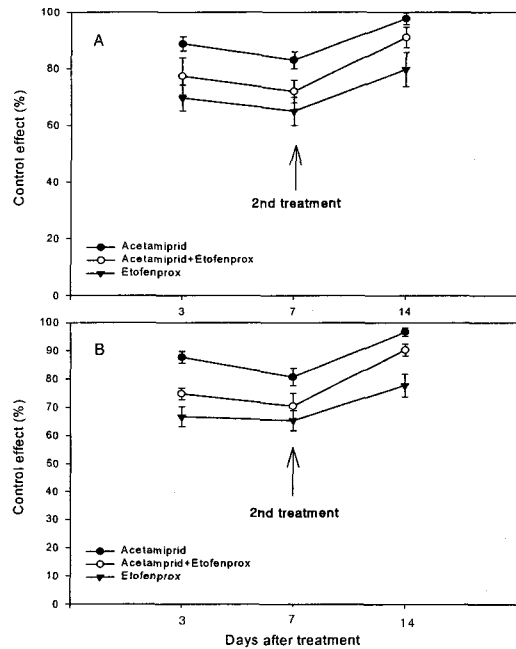


Fig. 4. Control effects of three insecticides to *T. vaporarivum* (A) and *B. tabaci* (B) under the pots condition. Sample size, 70~120 adults / replicate, 3 replicates / treatment. Vertical bars represent standard deviations of the means.

온실가루이와 담배가루이 약충에 대하여 온실조건하에서 방제효과는 acetamiprid 단제와 acetamiprid+etofenprox 합제는 경우 1회 약제처리 3일차부터 다소

효과가 떨어지는 경향이었으나, 2회 처리 후 7일차에서 단제는 96.3%와 98.0%, 합제는 95.0%와 96.3%의 방제효과를 나타내었다. 그러나 etofenprox는 온실가루이와 담배가루이 모두 두 약제에 비하여 약효가 떨어지는 것으로 조사되었다(그림 5). 이는 김 등(2000b)의 온실가루이와 김 등(2000a)의 담배가루이에 대하여 각각 방제효과에 대한 실험에서의 acetaprimid 단제와 acetaprimid+etofenprox 합제 모두 방제효과가 처리후 1일째부터 90%이상의 높은 방제효과를 나타내어 본 실험과 유사한 결과를 나타내었다.

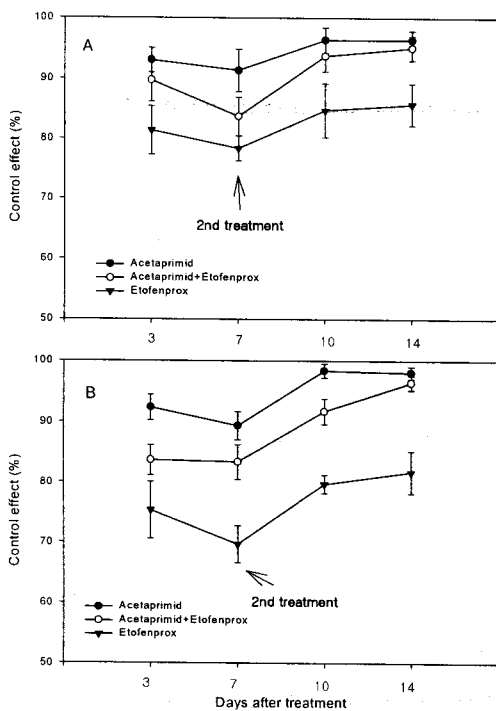


Fig. 5. Control effects of three insecticides to *T. vaporariorum* (A) and *B. tabaci* (B) under the greenhouse condition. Sample size, 70~120 nymphs / replicate, 3 replicates/treatment. Vertical bars represent standard deviations of the means.

이상의 결과를 종합해 보면, 포장에서는 온실가루이와 담배가루이의 효과적인 방제를 위하여 약충과 성충에 약효가 인정되는 acetaprimid 단제와 약제간의 협력작용이 인정되는 acetaprimid+etofenprox 혼합제가 후기에 발생하는 온실가루이와 담배가루이 성충과 약충의 방제에 이용될 수 있을 것으로 생각되며, 방제 방법으로는 7일간격으로 최소 2회이상 처리하는 것이 효과적일 것으로 생각된다. 그리고 가루이류는 1세대

경과일수가 짧아 살충제에 의한 도태기회가 많아 저항성이 빠르게 나타날 가능성이 있으므로 연속적인 사용은 피하는 것이 좋을 것 같다.

인용문헌

Abbott, W. S. (1925) A method of computing the effectiveness of an insecticide. *J. Econ. Entomol.* 18:265~267.

Berlinger, J. M., S. Lebiush-Mordechi, R. Dahan and R. A. J. Taylor (1996) A rapid method for screening insecticides in the laboratory. *Pestic. Sci.* 46:345~354.

Brown, J. K., D. R. Frohlich and R. C. Rosell (1995) The sweetpotato or silverflies biotypes of *Bemisia tabaci* or a species complex. *Annu. Rev. Entomol.* 40: 511~534.

Dennehy, T. J. and L. Williams (1997) Management of resistance in Arizona cotton. *Pestic. Sci.* 51:398~406.

Devine, G. J. and I. Denholm (1998) An unconventional use of piperonyl butoxide for managing the cotton whitefly, *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae). *Bull. Entomol. Res.* 88(6):601~610.

Duffus, J. E., H. Y. Liu and G. C. Wisler (1996) Tomato infectious chlorosis virus - a new clostero-like virus transmitted by *Trialetrodes vaporariorum* and *Bemisia tabaci*. *European Journal of Plant Pathology.* 102(3):219~226.

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., Z. Mendelson, M. Cahill and I. Ishaaya (1999) Managing resistance to the insect growth regulator, pyriproxyfen, in *Bemisia tabaci*. *Pestic. Sci.* 55:272~232.

Horowitz, A. R., and I. Ishaaya (1994) Managing resistance to insect growth regulators in the sweet-potato whitefly (Homoptera: Aleyrodidae). *J. Econ. Entomol.* 87:866~871.

Horowitz, A. R., G. Fore and I. Ishaaya (1994) Managing resistance in *Bemisia tabaci* in Usrel with

- emphasis on cotton. Pestic. Sci. 42:113~122.
- Horowitz, A. R., Z. Mendelson and I. Ishaaya (1997) Effect of abamectin mixed with mineral oil on the sweetpotato whitefly (Homoptera: Aleyrodidae). J. Econ. Entomol. 90:349~353.
- Horowitz, A. R., Z. Mendelson, P. G. Weintraub and I. Ishaaya (1998) Comparative toxicity of foliar and systemic applications of acetamiprid and imidacloprid against the cotton whitefly, *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae). Bull. Entomol. Res. 88(4):437~442.
- Liu, T.-X. and P. A. Stansly (1997) Effects of pyriproxyfen on three species of *Encarsia formosa* (Hymenoptera: Aphelinidae), endoparasitoids of *Bemisia argentifolii* (Homoptera: Aleyrodidae). J. Econ. Entomol. 43:227~232.
- Matsui, M. (1995) Efficiency of *Encarsia formosa* in suppressing population density of *Bemisia tabaci* on tomatoes in plastic greenhouse. Jpn. J. Appl. Entomol. Zool. 39:25~31.
- Perring, T. M., A. D. Cooper, R. J. Rodriguez, C. A. Frarra and T. S. Bellows (1993) Identification of a whitefly species by genomic and behavioral studies. Science. 259:74~77.
- 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(1):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.
- Wardlaw, 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.
- 김길하, 이영수, 이인환, 안기수 (2000a) 외래해충인 담배가루이의 약제감수성. 농약과학회지 4(1):51~58.
- 김창우, 김정화, 김길하 (2000b) 국내등록사용중인 살충제에 대한 온실가루이의 감수성. 농약과학회지 4(3):75~81.
- 이명렬, 안성복, 조왕수 (2000) 담배가루이 *Bemisia tabaci*(Gennadius) (Homoptera: Aleyrodidae)의 형태적 특징과 DNA 표식자에 의한 biotypr 판별. 한국응용곤충학회지 39(1):5~12.
- 오은옥 (1998) 온실가루이 *Trialeurodes vaporariorum* (Homoptera: Aleyrodidae)의 생태와 기주식물간의 발육특성. 충남대학교 석사학위논문.
- 최광렬, 박중수 (1983) 온실가루이의 저온장애에 관한 연구. 한보식. 22(4):233~236.
- 한만위 (1998) 온실가루이좀벌(*Encarsia formosa*)의 특성과 이용기술. pp.55~78. 천적의 이해와 활용. 농촌진흥청 병해충종합관리사업단.
- 中村啓二, 中澤啓一, 乘越要 (1975) 新害蟲オンシツコナジラミ(假稱)の發生. 植物防疫 29(1):7~10.

Toxicities and Control Effect of Three Insecticides to Greenhouse Whitefly, *Trialeurodes vaporariorum* and Sweetpotato Whitefly *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae)

Tae-Ki Ha^{*}, In-Cheon Hwang, Jong-Kwan Kim, Yoo-han Song¹, Gil-Hah Kim², Yong-Man Yu(Central Research Institute Kyung Nong Corp. 226, Guhwang-Dong, Gyung-ju, Gyung Buk 780-110, Republic of Korea, ¹Department of Agricultural Biology, College of Agriculture, Gyeongsang National University, Jinju 660-701, Republic of Korea, ²Department of Agricultural Biology, Chungbuk National University, San 48, Gaesin-dong, Chungbuk 361-763, Republic of Korea)

Abstract : This study was carried out to evaluate toxicities of 3 registered insecticides to greenhouse whitefly(GWF), *Trialeurodes vaporariorum* and sweetpotato whitefly(SWF), *Bemisia tabaci*, B-biotype. Insecticide activities were evaluated by testing systemic action, residual effect in the laboratory, and control efficacy in the greenhouse. All experiments were tested at the recommended concentration(RC), half and a quarter concentrations of RC of each insecticides. Acetamiprid showed 45%, 42% ovicidal effect to greenhouse whitefly and sweetpotato whitefly at 40 ppm, respectively. Acetamiprid showed more than 97% larvicidal activities on the 3rd instars larvae of GWF and SWF at the recommended and its half concentrations. On the adults of the two whitefly species, acetamiprid and acetamiprid+ethofenprox showed more than 92% mortality even at half of recommended concentrations. Acetamiprid and acetamiprid+ethofenprox showed both residual effect and systemic activity. In the control efficacy test on GWF and SWF, 90% control values were obtained at the 3th day after treatments of acetamiprid and acetamiprid+ethofenprox by application with recommended concentration. These results indicate that acetamiprid and acetamiprid+ethofenprox can be used in the control of the two whitefly species in field.

*Corresponding author (Fax : 82-54-776-0139, E-mail : tkha@knco.co.kr)