

꽃매미(*Lycorma delicatula*) 약충과 성충에 대한 약제방제 효과김선국 · 이기열 · 신윤호¹ · 김길하^{1*}충북농업기술원 포도연구소, ¹충북대학교 농업생명환경대학 식물외과

(2010년 12월 03일 접수, 2010년 12월 13일 수리)

Chemical Control Effect Against Spot Clothing Wax Cicada, *Lycorma delicatula* (Hemiptera: Fulgoridae) Nymphs and AdultsSun-Kook Kim, Gi-Yeul Lee, Yun-Ho Shin¹ and Gil-Hah Kim^{1*}Chungbuk Provincial ARES Grape Research Institute, Okcheon 373-881, Korea, ¹Dept. of Plant Medicine, College of Agriculture, Life and Environment Sciences, Chungbuk National University, Cheongju 361-763, Korea

Abstract

This study was carried out to investigate the toxicities of five registered insecticides to the *Lycorma delicatula* nymphs and adults. Insecticidal activities were evaluated by testing systemic and residual effects in the laboratory, and control efficacy in the vineyard. For the 3rd nymphal instars and adults, etofenprox+diazinon, chlorpyrifos, etofenprox, dinotefuran and imidacloprid showed perfect insecticidal activity. The systemic effects of dinotefuran and etofenprox+diazinon on grape roots at half concentration were showed the adult mortality of 82.2% and 84.4%, respectively. Chlorpyrifos at recommended concentration was showed mortality of 86.0%. The leaf systemic effects at recommended and half concentrations of all insecticides except dinotefuran were lower than 65% but the mortality at double concentration of chlorpyrifos, dinotefuran, etofenprox were more than 82%. The residual effect between etofenprox+diazinon and dinotefuran at recommended and double concentrations were 100% at 14 days after treatment, the other insecticides have low efficacy. All the four insecticides showed 87% control value on nymphs in the field test and adults appeared more than 96% control value st and adinotefuran, etofenprox+diazinon, however, the other insecticides decreased to 59.1% and 61.2%. Therefore, dinotefuran and etofenprox+diazinon showing high systemic effects to roots and long residual effects to leaves have high control efficacies.

Key words *Lycorma delicatula*, insecticide, systemic effect, residual effect, control effect

서 론

지구 곳곳에서 급격한 기후변화가 보고되고 있으며 특히 우리나라는 지난 100년 동안 세계 평균기온보다 2배 빠른 1.5°C 기온상승을 나타내었다(Meehl *et al.*, 2007; IPCC, 2007). 이처럼 환경적인 요인 등의 변화에 따라 곤충의 서식 환경이 교란되는 가운데 최근 들어 외래해충의 유입과 번식

이 크게 증가하는 사례가 늘고 있으며, 그 예로 감나무애매미충(Hwang *et al.*, 2009), 미국선녀벌레(Kim *et al.*, 2009), 꽃매미(Han *et al.*, 2008)를 들 수 있다.

꽃매미는 아열대성 해충으로 중국에서는 가죽나무 등 23종이 기주식물로 보고되어있는데(Xiao, 1991) 우리나라는 Doi (1932)에 의해 1932년 꽃매미과 2종이 처음 보고되었고 기주식물로 목본 38종과 초본 3종이 보고되었다(Park *et al.*, 2009). 또한 발생 초기부터 산란기까지 근집생활을 하기 때문에 사람들에게 혐오감을 주며, 식물의 체관부를 흡즙하는

*연락처 : Tel. +82-43-261-2555, Fax. +82-43-271-4414

E-mail: khkim@chungbuk.ac.kr

곤충으로 7종 식물에 대한 실질적인 섭식행동 분석결과 꽃매미는 가죽나무와 포도나무에서 20분 이상 체관부를 섭식하였고 생존기간도 가장 길었다(Lee *et al.*, 2009).

꽃매미는 2006년 서울, 경기지역 등 1 ha에 불과 했던 것이 2009년에는 5개 시·도 19개 시·군 2,946 ha, 2010년에는 9개시·도 48개 시·군 8,378 ha로 최근 4년 동안 약 8,000배 이상 발생면적이 증가하였고(농림수산식품부, 2010), 확산의 진도가 빨라 사회적 문제가 되고 있어 꽃매미의 방제가 시급한 실정이다.

꽃매미를 방제하기 위해 많은 연구가 진행되고 있다. Park *et al.*(2009)은 꽃매미 약충 시기에 deltamethrin 등 5종 약제를 가죽나무에 살포하여 24시간 이내에 90% 이상의 방제 효과를 보았고, Song(2010)은 포도에 등록되어 있는 11종 약제를 이용하여 시기별 포장방제로 종령약충 및 성충에 대해 90% 이상의 약제 효과를 검정하였다. 현재 꽃매미 약충과 성충에 대한 방제 약제로 7종 - carbamate계 1종, organophosphate계 1종, neonicotinoid계 4종 및 혼합제 1종이 등록되어 쓰이고 있으며(KCPA, 2010), 꽃매미 알에 대해서는 Shin *et al.*(2010)이 100% 살충효과를 보인 chlorpyrifos를 보고한 바 있다. 한편, 중국에서는 꽃매미 알에 알을 낳아 유충으로 월동하여 5월경 성충이 되는 *Dryinus browni* Ashmead가 천적으로 보고되어 있다(Toshiharu, 2009). 그러나 꽃매미에 대한 대대적인 약제 방제로 기존약제에 대한 저항성이 우려되어 향후 방제에 어려움이 따를 것으로 생각된다.

이에 본 연구는 시판되고 있는 26종 약제를 꽃매미 알과 약충에 대하여 살충활성을 검정한 이전실험에서(Shin *et al.*, 2010) 5종 약제를 선발하여 꽃매미의 발육단계별(3령 약충

및 성충) 약제 감수성을 조사하고, 침투이행성, 잔효성 및 포장방제효과를 검정하여 꽃매미 방제약제 선발에 기초자료를 제공하고자 수행하였다.

재료 및 방법

시험곤충

2010년 7월 이후부터 꽃매미 3~4령 약충 및 성충을 충북 청주시 용암동일대 포도농가와 충북 옥천군 청성면 산계리 포도연구소 주변에서 채집하여 시험곤충으로 사용하였고, 꽃매미 약충과 성충은 투명아크릴상자(30 × 28 × 39 cm)에 포도(세리단)유묘와 가죽나무를 먹이로 주어 개체사육 하였으며, 실내 사육조건은 온도 24~25°C 광주기16L : 8D, 상대습도 50~60%로 유지하였다.

시험약제

본 시험에 사용된 살충제는 시중에 판매되고 있는 유기인계 1종, 피레스로이드계 1종, 네오니코티노이드계 2종, 혼합제 1종으로 총 5종의 살충제를 사용하였다. 이들의 일반명, 제형, 유효성분량 및 추천농도(ppm)는 Table 1과 같다.

약충과 성충에 대한 살충효과 검정

약충과 성충에 대한 5종 살충제의 약효 시험은 용기(Ø 11.5 cm, 높이 8 cm)에 3령 약충과 성충을 넣고 깔대기(높이 10.5 cm, 아랫지름 9 cm, 윗지름 2 cm)를 씌운 후 추천농도로 희석된 약액을 충체에 10회 살포하고 용기(Ø 11.5 cm,

Table 1. Effects of five insecticides against 3rd instar and adult of *Lycorma delicatula*

Common name, AI ^{a)} (%) & formulation ^{b)}	Recommended conc. (ppm)	Corrected mortality (%)	
		3rd Instar	Adult
<i>Organophosphates</i>			
Chlorpyrifos 25 WP	312.5	100	100
<i>Pyrethroids</i>			
Etofenprox 20 EC	200	100	100
<i>Neonicotinoids</i>			
Dinotefuran 10 WP	100	100	100
Imidacloprid 8 SC	40	100	100
<i>Mixtures</i>			
Etofenprox+Diazinon 8+25 WP	80+250	100	100

^{a)} Active ingredient.

^{b)} WP : Wettable Powder, SC : Suspension Concentrate, EC : Emulsifiable Concentrate.
Sample size, number of 3rd instar and adult = 45.

높이 8 cm)로 옮긴 후 가죽나무를 먹이로 제공하였다. 48시간 후 사충수를 조사하였고, 실험은 15마리 3반복으로 수행하였다.

침투이행성 검정

잎과 뿌리의 약액 침투이행성 시험을 알아보기 위해 기주 식물은 세리단 포도유묘(삽목 후 90일, 5~7엽)를 사용하였다. 살충제는 4종 약제를 선발하였고 대조약제로 꽃매미 방제약제로 기 등록된 약제 1종을 선정하여 반량, 추천량, 배량 농도에 대하여 시험을 실시하였다.

잎 침투이행성 시험은 포도유묘의 한쪽 잎에 약액을 1분간 침지하고 24시간 방치 후 처리 잎을 제거 하였으며, 성충 15마리를 사각아크릴 사육상(30 × 26 × 26 cm)에 기주식물과 꽃매미 성충 15마리를 접종하고 24시간 후 치사율을 조사하였다.

뿌리의 침투이행성 시험은 약액(50 ml)을 포도 유묘가 식재된 포트(직경 7.0 × 6.5 cm)내 흙에 관주처리 하였다. 그리고 24시간 방치 후 포도 유묘를 사각아크릴 사육상(30 × 26 × 26 cm)에 넣고 성충 15마리를 접종하여 24시간 후 치사율 조사로 약액 침투이행성 여부를 검정하였다. 모든 시험은 3반복으로 수행하였다.

잔효성 검정

꽃매미 성충에 대한 5종 약제의 잔효성 시험을 실시하였다. 포도유묘는 침투이행성 시험과 같은 유묘를 사용하여 5종 약제에 대한 반량, 추천 및 배량농도를 일반 분무용 스프레이로 잎 전체에 충분히 살포하여(12~15회) 24시간 방치 하였으며, 수분 공급 시 약액을 처리한 잎에 물이 닿지 않도록 관주하였다. 시험곤충은 2010년 8월 옥천군 청성면 인근 야산 가죽나무에서 채집된 성충을 사용하였으며, 기내실험을 위해서 먹이로 가죽나무와 포도유묘를 번갈아 주며 3일간 순응시켰다. 약액 처리 3, 7, 14, 21일 후 꽃매미 성충 15마리를 약제처리 된 포도유묘가 담긴 아크릴 사육상(30 × 26 × 26 cm)에 접종하여 살충효과를 비교 실험하였다. 모든 시험은 3반복으로 하였다.

포장 방제효과

방제효과 시험은 타 농약이 살포되지 않은 청주시 용암동 폐원농가의 노지포도원을 선정하여 4종 약제의 추천농도에 대해 2~4령 약충과 성충에 대한 약제방제효과 시험을 수행하였다. 약충은 7월 초(마리/주), 성충은 8월 말(마리/주)에

포장시험을 실시하였으며, 포장방제용 분무기(20 l)를 이용하여 꽃매미 성충과 포도나무 앞뒷면에 약액이 고루 묻게 살포하였다. 살포 3, 7, 14일 후 생충율을 조사하였고 무처리구의 밀도를 기초로 하여 처리구의 방제가를 구하였다. 모든 시험은 포도나무 1주를 1반복으로 하여 3반복 난괴법으로 시험을 수행하였다.

결과 및 고찰

발육단계별 약제 감수성

시판되고 있는 5종의 살충제를 추천농도로 희석하여 2010년 7월~8월에 채집한 3령 약충과 성충에 분무처리 했을 때의 약제 감수성은 Table 1과 같다. 문제시 되는 주요 해충의 효과적 방제를 위해 약제 살충활성을 파악하는 것은 무엇보다 중요하며(Kim *et al.*, 2004; Ahn *et al.*, 2002), 해충은 발육단계 마다 약제에 대한 감수성이 다르기 때문에 약제 효과가 가장 잘 나타나는 시기에 살포하는 것이 중요한데(Saito *et al.*, 1992), 꽃매미 3령 약충과 성충에 대해서 모든 약제가 100% 살충효과를 나타내어 농약계통의 구분 없이 약제 감수성이 높음을 알 수 있다. 이 결과는 Park *et al.*(2009)과 Shin *et al.*(2010)이 꽃매미 약충에 대한 약제 감수성 실험 결과 100% 살충된다는 보고와 같은 결과를 보여주었다. 특히 Shin *et al.*(2010)은 알에 100% 살충활성을 보인 chlorpyrifos에 대해서 2월부터 5월까지 채집시기별 사충율을 비교하였는데 4월 20일 채집된 알의 부화억제율은 98%, 5월 10일은 71%, 5월 15일은 48%로 채집시기가 늦어질수록 방제효과가 떨어져 4월 말 이전에 방제가 이루어져야 효과적이라고 판단하였다.

약제의 침투이행성

꽃매미 성충에 대한 침투이행성 시험을 위해 포도가 식재된 화분에 4종약제 chlorpyrifos, dinotefuran, etofenprox+diazinon, etofenprox와 대조약제 imidacloprid의 반량, 추천량, 배량농도 처리에 대한 뿌리 및 엽면적 침투이행 여부를 조사한 결과는 Fig. 1과 같다.

뿌리의 침투이행성은 dinotefuran, etofenprox+diazinon 약제 반량에 대해서 82.2%와 84.4%의 살충율을 나타내었으며 나머지 약제는 효과가 낮았다. Dinotefuran, etofenprox+diazinon은 약제 추천량과 배량에 대해서 그리고 chlorpyrifos는 배량에 대해서 꽃매미 성충에 대한 100% 살충율을 보여 물관이나 체관부로의 뿌리 침투이행이 잘 되는 것으로 나타

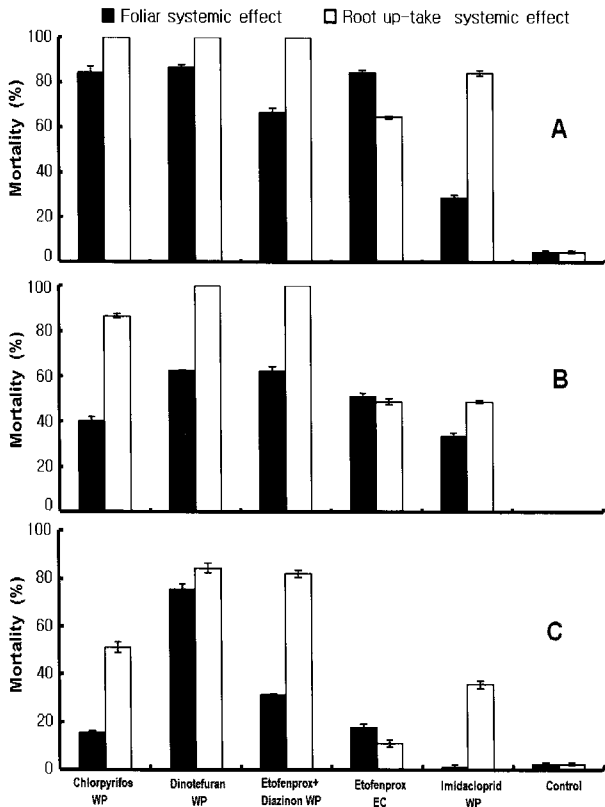


Fig. 1. Systemic effects of five insecticides against *Lycorma delicatula* adults. (A) double (B) recommended and (C) half concentration. Sample size, 15 adults/replicate, 3 replicates/treatment. Vertical error bars represent standard deviations of the mean.

났다. 배량에서는 etofenprox를 제외하고 약제 간 차이는 없었다.

포도 잎의 엽면적 침투이행은 반량과 추천량에서 dinotefuran을 제외하고 살충율이 모두 65%이하로 조사되었으나, 배량에서는 chlorpyrifos, dinotefuran, etofenprox에서 81% 이상의 살충율을 보였으며, 전체적으로 볼 때 포도에 대해서는 잎보다 뿌리의 침투 효율이 높다는 걸 알 수가 있었다. 대조약제인 imidacloprid와 dinotefuran은 같은 neonicotinoid계통임에도 불구하고 잎에 대한 침투이행 효과는 현저히 다르게 나타났다. 이는 같은 계통임에도 두 약제의 분자량의 차이에 따라 잎에 대한 침투이행 효과가 다르기 때문이라 판단된다.

약제의 잔효성

꽃매미 성충에 대한 잔효성 시험은 chlorpyrifos, dinotefuran, etofenprox+diazinon, etofenprox, imidacloprid 5종 약제를 세리단 종자 삼목 90일 후 평균 5~7엽의 포도 유묘가 식재된 포트에 반량, 추천, 배량농도로 3반복 처리한 결과는 Fig.

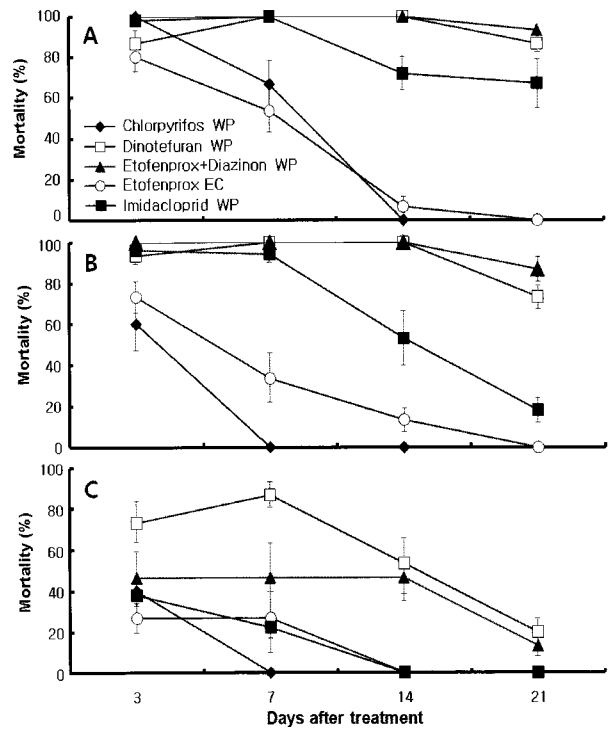


Fig. 2. Residual effects of five insecticides against *Lycorma delicatula* adult. (A) double (B) recommended and (C) half concentration. Sample size, 15 adults/replicate, 3 replicates/treatment. Vertical error bars represent standard deviations of the mean.

2와 같다.

Chlorpyrifos와 etofenprox는 처리 3일 후부터 배량농도와 추천농도에서의 잔효성이 급격히 떨어졌는데 3일차에 각각 86.6%, 80.0%였던 것이 14일 차에는 각각 0%와 6.6%로 잔효성이 거의 없었다. Ahn et al.(2002)은 난 총체벌레 유충에 대해 덴파레 꽃잎을 이용해 추천농도에서 11약제의 잔효성을 조사하였는데 etofenprox는 처리 후 3일 후부터 급격히 떨어졌다고 하였다.

Dinotefuran과 혼합제인 etofenprox+diazinon 두 약제의 잔효성은 추천농도에서 14일까지 100%의 지속효과를 보였고 배량에 대해서는 21일 후에도 dinotefuran이 86.6%, etofenprox+diazinon이 93.3%로 오랫동안 약효가 지속되었다. 반수농도에서는 dinotefuran의 약효가 7일까지 86.7%로 지속되었는데 낮은 농도에서도 살충활성이 높아 포도에 안정적으로 활용할 수 있을 거라 판단된다. 반량에 대해서 나머지 약제는 잔효성이 거의 없었다.

포장 방제효과

실내에서 포도유묘에 대한 뿌리와 잎의 침투이행성과 잔효

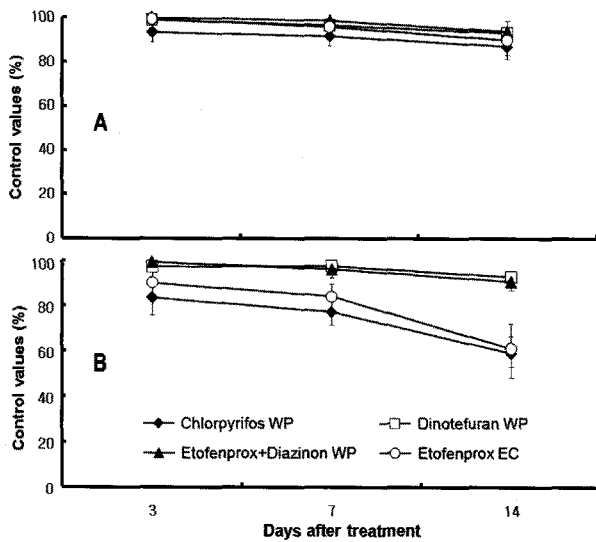


Fig. 3. Control effects of four insecticides against *Lycorma delicatula* nymphs and adults in field condition. A : nymphs (2010. 7.), B : adults (2010. 8.). Sample size, 50~100 adult or nymph/replicate, 3 replicates/treatment.

성 시험을 토대로 하여 노지포도원에서 꽃매미 약충과 성충에 대하여 포장 방제 실험을 실시 한 후 3일, 7일, 14일차를 조사 하였으며, 그 효과는 Fig. 3과 같이 나타났다. 7월 초에 실시 한 4종 약제에 대한 약충의 방제효과는 3일차에 chlorpyrifos 93.6%, dinotefuran 99.2%, etofenprox+diazinon 100.0%, etofenprox 99.5%를 보였고, 7일 후에도 90%이상의 효과를 나타 내었는데 chlorpyrifos 91.8%, dinotefuran 96.5%, etofenprox 96.0%, etofenprox+diazinon 98.7%의 방제가를 보였다. 14 일차에는 chlorpyrifos 87.0%, dinotefuran 93.2%, etofenprox+diazinon 93.6%, etofenprox 89.9%를 보여 14일 이후까지 약제효과가 지속되었다. 성충에 대한 포장 방제효과 시험은 8 월 초에 실시하였으며 약충과 달리 chlorpyrifos와 etofenprox 는 방제 효과가 점차적으로 감소하는 경향을 보였는데 각각 7일 후 77.2%, 84.0% 그리고 14일 후 59.1%, 61.2%를 나타내었다. 반면, 약충 방제효과에서 좋았던 dinotefuran과 etofenprox+diazinon은 14일 후에도 각각 92.9%, 90.6%를 보였다. 꽃매미는 군집생활을 하기 때문에 포도원에서 적기에 방제하지 않으면 당년도 생장 저해는 물론 차년도 생육에도 크게 영향을 미치게 되며, 생명연장을 위한 당성분 흡수와 배설에 의한 그을음병 유발로 수확물의 상품적 가치를 떨어뜨린다(Lee et al., 2009). 따라서 포도에 대한 침투이행성이 좋고 잔효성이 우수한 etofenprox+diazinon과 dinotefuran 이 포장에서의 방제효과가 높았기 때문에 적기에 지속적으로 방제할 수 있는 약제라 생각된다. Kim et al.(1993)은 약제저

항성 계통에 대한 효율적인 방제대책으로 약제의 혼용사용은 해충의 약제에 대한 저항성 발달을 지연시킬 수 있을 뿐만 아니라, 저항성 계통에 대한 효과적인 방제 가능성이 높다고 하였으므로, 현재 농약사용지침서(KCPA, 2010)에 등록되어 있는 약제 외에 또 다른 neonicotinoid계와 혼합제의 약제 선택은 향후 꽃매미의 종합방제에 도움이 될 수 있다고 생각된다.

감사의 글

본 연구는 2010년도 농림수산식품부의 농림기술 “꽃매미의 친환경방제기술 개발(과제번호: 110003-03-1-HD110)”의 연구비지원으로 수행되었다.

>> 인 / 용 / 문 / 헌

- Ahn, K.S., K.Y. Lee, H.J. Kang, S.K. Park and G.H. Kim (2002) Toxicity of several insecticides to *Dichromothrips smithi* Zimmermann (Thysanoptera: Thripidae). Korean J. Pestic. Sci. 6:244~249.
- Doi, H (1932) Miscellaneous notes on insects I. J. Chosen Natural History Society 13:30~49 (In Japanese).
- Han, J.M., H.J. Kim, E.J. Lim, S.H. Lee, Y.J. Kwon and S.W. Cho (2008) *Lycorma delicatula* (Hemiptera: Auchenorrhyncha: Fulgoridae: Aphaeninae) finally, but suddenly arrived in Korea. Korean J. Appl. Entomol. 38:281~286.
- Hwang, I.C., T.H. Lim, S.J. Lee, C.G. Park, H.Y. Choo and D.W. Lee (2009) Report on *Zorka* sp.(Homoptera: Typhlocbinae) as a pest of persimmon (*Diosprosi kaki*) in Korea. Korean J. Appl. Entomol. 48:479~484.
- IPCC (2007) *In: The physical science basis, contribution of working group I to the fourth assessment report of the intergovernmental panel on climate change*, Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. tignor and H.L. Miller(eds.) Climate change 2007: Cambridge university Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp.996.
- KCPA (2010) User's manual of pesticides. pp.1199. Korea Crop Protection Association.
- Kim, S.S., D.I. Kim, and S.C. Lee (1993) Joint toxic action of acaricide mixtures to the field-collected strain of *Tetranychus urticae* (Acarina: Tetranychidae). Korean J. Appl. Entomol. 32:176~183.
- Kim, Y.J., J.B. Han, D.K. Seo, Y.T. Kim, B.K. Park, K.S. Choi, C.S. Kim, S.C. Shin, S.G. Lee and G.H. Kim (2004) Selection of insecticides for controlling chestnut curculio (*Curculio sikkimensis*). Korean J. Pestic. Sci. 8:347~352.

- Kim, Y.E., S.R. Kim and S.H. Lee (2009) New record of an exotic flatid species, *Metcalfa pruinosa* (Say) (Hemiptera: Flatidae) in Korea. International symposium on climate change and insect pest. pp.117.
- Lee, J.E., S.R. Moon, H.G. Ahn, J.O. Yang., C.M. Yoon and G.H. Kim (2009) Feeding behavior of *Lycorma delicatula* (Hemiptera: Fulgoridae) and response on feeding stimulants of some plants. Korean J. Appl. Entomol. 48:467~477.
- Meehl, G., T. Stocker, W. Collins, P. Friedlingstein, A. Gaye, S. Solomon, D. Qin, M. Manning, Z. Chen and M. Marquis (2007) Climate change, 2007: the physical science basis. In: Contribution of working group I to the fourth assessment report of the intergovernmental panel on climate change. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA.
- Park J.D., M.Y. Kim, S.G. Lee, S.C. Shin, J.H. Kim and I.K. Park (2009) Biological characteristics of *Lycorma delicatula* and the control effects of some insecticides. Korean J. Appl. Entomol. 48:53~57.
- Saito, T., T. Oishi, F. Ikeda, and T. Sawaki (1992) Effect of insecticides on the serpentine leafminer, *Liriomyza trifolii* (Burgess) (Diptera: Agromyzidae). Jpn. J. Appl. Entomol. Zool. 36:183~191.
- Shin, Y.H., S.R. Moon, C.M. Yoon, K.S. Ahn and G.H. Kim (2010) Insecticidal activity of 26 insecticides against eggs and nymphs of *Lycorma delicatula* (Hemiptera: Fulgoridae). Korean J. Pestic. Sci. 14:157~163.
- Song, M.K. (2010) Damage by *Lycorma delicatula* and chemical control in vineyards. Chungbuk National University. Korea.
- Toshiharu, M. (2009) A taxonomic study of the Dryininae (Hymenoptera: Dryinidae) of Japan, with description of a new species of *Pseudodryinus* *Zootaxa* 2168:45~56.
- Xiao, G. (1991) Forest insect of China. forest research institute. pp.1361. Chinese Academy of forestry, Beijing.
- 농림수산식품부 (2010) 2010 꽃매미 종합방제 추진계획. pp.1~6.

꽃매미(*Lycorma delicatula*) 약충과 성충에 대한 약제방제 효과

김선국 · 이기열 · 신윤호¹ · 김길하^{1*}

충북농업기술원 포도연구소, ¹충북대학교 농업생명환경대학 식물의학과

요약 본 연구는 꽃매미(*Lycorma delicatula*)의 방제약제 선발을 목적으로 시판되고 있는 5종 살충제에 대한 침투이행성, 잔효성 및 방제효과를 평가 하였다. 꽃매미 3령약충과 성충에 대해서 chlorpyrifos, etofenprox+diazinon, etofenprox, dinotefuran, imidacloprid 모두 100% 살충활성을 보였다. 5종 약제의 배수, 반수, 추천농도에 대한 실험결과 뿌리의 침투이행성 실험은 dinotefuran, etofenprox+diazinon의 반수농도에서 각각 82.2%와 84.4%의 성충 치사율을 보였으며, chlorpyrifos는 추천농도에서 86.0% 치사율을 나타냈다. 엽면적 침투이행은 반수농도와 추천농도에서 dinotefuran을 제외하고 치사율이 모두 65%이하로 낮았으나, 배수농도에서는 chlorpyrifos, dinotefuran, etofenprox에서 82%이상의 치사율을 보였다. 약제 간 잔효성 비교는 dinotefuran, etofenprox+diazinon의 배수와 추천농도에서 14일 동안 100%의 살충효과를 보였으며 나머지 약제는 효과가 낮았다. 노지 포도원에서 실시한 방제실험 결과 약충은 14일까지 4약제 모두 87%의 방제가를 보였고, 성충은 dinotefuran, etofenprox+diazinon에서 96%이상 치사율을 보인 반면, 나머지 약제는 각각 59.1%와 61.2%로 낮았다. 따라서, 뿌리와 잎에 침투이행이 높고 잔효성이 우수한 dinotefuran, etofenprox+diazinon이 야외 포장에서의 방제효과도 높았다.

색인어 꽃매미, 살충제, 침투이행성, 잔효성, 방제효과