

국내시판 살충제에 대한 미국선녀벌레의 감수성

안기수* · 이관석¹ · 이경희 · 송명규 · 임상철 · 김길하²

충북농업기술원 친환경연구과, ¹국립농업과학원 작물보호과, ²충북대학교 농업생명환경대학 식물 의학과

(2010년 11월 12일 접수, 2011년 7월 8일 수리)

Susceptibility of North American planthopper, *Metcalfa pruinosa* to commercially registered insecticides in Korea

Ki-Su Ahn*, Gwan-Seok Lee¹, Kyeong-Hee Lee, Myung-Kyu Song, Sang-Cheol Lim and Gil-Hah Kim²

Chungbuk Provincial Agricultural Research & Extension Service, Cheongwon, 363-880, Republic of Korea,

¹National Academy of Agricultural Science, 249 Seodundong, Suwon 441-707, Republic of Korea,

²Dept. of Plant Medicine, Chungbuk National University, Cheongju, 361-763, Republic of Korea

Abstract

Insecticidal activity of 31 registered insecticides was tested against *Metcalfa pruinosa* adults. All experiments were conducted at the recommended concentration (ppm) of each insecticide. Among them, 16 insecticides from organophosphates (dichlorvos, fenitrothion, fenthion, methidathion, phenthoate), carbamates (methomyl), pyrethroids (α -cypemethrin, deltamethrin, fenpropathrin, γ -cyhalothrin), neonicotinoids (acetamiprid, clothianidin, dinotefuran, imidacloprid, thiamethoxam), and other (endosulfan) showed 100% mortality by spraying on the body of *M. pruinosa* adults. Dichlorvos, fenitrothion, fenthion, methidathion, phenthoate and endosulfan showed 100% mortality by plant-dipping method. The residual effect was showed 100% mortality in four insecticides (fenitrothion, fenthion, methidathion, phenthoate) at one day after treatment, and three insecticides (fenitrothion, methidathion, phenthoate) were showed the mortality of 90% at three days after treatment.

Key words North American planthopper, *Metcalfa pruinosa*, pesticide, residual effect

서 론

최근 기후변화에 따라 서식환경의 교란과 국제 무역의 교역량 증가로 해충의 이동이 가속화 되고, 잠재해충이나 침입해충이 대발생하여 피해를 주는 사례가 늘고 있다. 지난 몇 년 동안 국내에서는 갈색여치(Moon *et al.*, 2009; Noh *et al.*, 2008), 꽃매미(KFRI, 2007; Han *et al.*, 2008; Park *et al.*, 2009) 등이 발생하여 많은 피해를 주었고, 2009년과 2010년 도에는 매미아목(Auchenorrhyncha), 선녀벌레과(Flatidae)에 속하는 미국선녀벌레(*Metcalfa pruinosa*)가 새롭게 국부적으

로 대발생하여 피해를 주고 있다(Kim *et al.*, 2009).

미국선녀벌레는 북미 원산으로 처음 감귤류에서 기록되었지만 수많은 관목과 관상식물에서 발견이 되었으며, 1979년에는 북미에서 이탈리아로 전파되었다(Zangheri and Donadini, 1980). 또한, 남유럽국가들의 과수원과 포도원에 경제적 피해를 주었고, 오스트리아에서는 관상수의 교역과정에 유입되어 급속하게 확산된 것으로 보고되었다(Strauss, 2009; 2010).

미국선녀벌레는 나무에 달라붙어 수액을 빨아 먹어 나무를 말라죽게 하며, 초본과 관목 같은 다양한 나무들을 섭식하는(Duso and Pavan, 1987) 군서성 곤충이다(Bagnoli and Lucchi, 2000). 왁스물질을 분비하여 외관상으로 혐오감을 주고, 감로를 배설하여 그을음병을 유발시켜 피해를 준다(Strauss, 2010).

*연락처 : Tel. +82-43-220-5671, Fax. +82-43-220-5679

E-mail: hyenmo01@korea.kr

오스트리아에서 미국선녀벌레는 월동을 위해 기주의 가지 수피 속에 산란하고(Strauss, 2010), 이듬해 3월경에 부화하여 7월 이후에 성충이 된다(Kahrer et al., 2009). 이 해충을 방제하기 위해서 플로리다에서는 반복적으로 Steiner trap과 black-light trap을 설치하여 성충을 포살하며, EPPO에서는 검역해충 PM 5/3 (3)을 위한 EPPO의 의사결정제도(EPPO decision support scheme)에 따라 해충위해성 평가(PRA)를 실시하고 있다(OEPP/EPPO, 2007). 또한 오스트리아에서는 미국선녀벌레와 같이 외래해충의 잠재적인 분포를 예측하고 위험지역을 확인하기 위하여 CLIMEX[®] program을 적용하여 예측하기도 한다(Strauss, 2010). 미국선녀벌레가 언제 국내에 침입하였는지는 불분명하지만 지금까지 일정지역에서 아카시아와 참나무 등의 산림식물에만 피해를 주어 큰 문제가 되지 않았으나, 농작물에는 2009년도 김해 단감농장에서 처음 피해가 발생되었고, 서울 우면산과 경기도 인천, 수원에도 발생이 보고되었다(Kim et al., 2009). 2010년도에는 서울, 인천, 경기, 충북(음성, 진천, 청원, 충주, 단양), 경남 등 전국 15개 시·군·구의 산림 및 농작물에 발생하여 빠르게 확산되고 있다. 아직 국내 분포 및 피해상황에 대한 연구는 미약하고, 방제에 관한 연구는 전무한 실정이다. 앞으로도 아카시아, 참나무 등 산림과 단감, 배 등 과수원의 문제해충으로 발생할 가능성이 높기 때문에 방제약제 선발이 시급히 요구된다.

이에 본 연구는 유사한 농업해충의 방제약제로 등록되어 있는 31종의 살충제(KCPA, 2010)로 미국선녀벌레 성충의 살충효과를 조사하여 방제약제 선발을 위한 기초자료를 제공하고자 한다.

재료 및 방법

실험곤충

미국선녀벌레(*Metcalfa pruinosa*)는 2010년 충북 음성군 대소면 오류리의 아카시아와 인근 야산의 참나무 등에서 채집하여 충북농업기술원 곤충실험실에서 아카시아와 포도나무를 먹이로 공급하면서 사육하였다. 실내 사육 조건은 온도 23~26°C, 광주기 16L: 8D, 상대습도 50~70°C로 유지하였다.

실험약제

시험에 사용된 작물보호제는 유기인계 6종, 카바메이트계 2종, 합성피레스로이드계 8종, 네오니코티노이드계 6종, 항생제 4종 그리고 기타 5종으로 모두 31종이며, 시중에서 판매되고 있는 제품을 사용하였다. 실험약제들의 일반명, 제형, 유

효성분량 및 추천농도는 Table 1과 같다.

생물검정법

미국선녀벌레 성충에 대한 약제 감수성 실험은 충체분무와 기주식물 침지로 하였다. 충체분무는 50 ml 튜브에 아카시아줄기(Ø 10 mm 이하)를 11 cm로 잘라서 넣고, 미국선녀벌레를 10~15마리씩 잡아 접종하고 추천농도로 희석된 약제를 일반분무용 스프레이(입자크기 400 µm; 분사력 0.8~1.2 ml/회; 팁노즐 0.30 mm dia.)를 이용하여 충분히 적시도록 5회를 살포하였다.

기주식물 침지는 바이엘병(Ø 2 cm, 높이 7 cm)에 물을 넣고, 아카시아 소형 잎 6개를 남기고 나머지를 자른 다음, 줄기를 솜으로 감싼 후 바이엘병에 꽂는다. 그런 다음 추천농도로 희석된 약액에 10초간 침지한 후 사육상자(Ø 10 cm, 높이 20 cm)에 넣고 1시간 동안 보관하였다. 1시간 후에 사육상자(Ø 10 cm, 높이 20 cm)에 약제처리한 아카시아잎을 넣고 미국선녀벌레를 50 ml 튜브를 이용하여 15마리를 잡은 후 사육상자에 넣어주었다. 검정시간은 24시간 후에 사충수를 조사하였고, 3반복 이상으로 수행하였다. 강낭콩을 이용한 잔효성 검정실험은 본엽이 3매 이상인 강낭콩에 실험농도의 약액을 충분히 살포한 후 온실에 보관하였다. 약제처리된 강낭콩을 시험날짜에 사육용기(25×25×25 cm)에 넣고, 미국선녀벌레 성충을 10~15마리씩 접종하였으며 24시간 후에 사충수를 조사하였다.

결과 및 고찰

성충에 대한 약제 감수성

시판되고 있는 31종의 살충제를 추천농도(ppm)로 미국선녀벌레 성충에 직접 분무 처리한 살충효과는 Table 1과 같다. 미국선녀벌레 성충에 대해 100%의 살충효과를 보인 약제는 유기인계의 유기인계인 dichlorvos, fenitrothion, fenthion, methidathion, phenthoate와 카바메이트계의 methomyl, 합성피레스로이드계의 α-cypermethrin, deltamethrin, fenprothrin, γ-cyhalothrin, 네오니코티노이드계의 acetamiprid, clothianidin, dinotefuran, imidacloprid, thiamethoxan, 그리고 기타 약제인 endosulfan로 총 16종이었다. 그러나 항생제 계통과 살비제의 농약은 낮은 살충효과를 보였다.

성충의 충체분무에 100%의 살충효과를 나타낸 16종의 약제에 대해 기주식물의 침지를 이용한 시험을 수행한 결과(Table 2), 유기인계인 dichlorvos, fenitrothion, fenthion,

Table 1. Comparative toxicities of 31 insecticides on *M. pruinosa* adults under laboratory conditions by spray method

Common name	Trade name	AI ^{a)} (%) and formulation ^{b)}	Recommended Conc. (ppm)	n	Mortality (%) (mean ± SD)
<i>Organophosphates</i>					
Dichlorvos	DDVP	50 EC	500	42	100 ± 0.0
Fenitrothion	Seumichion	50 EC	500	58	100 ± 0.0
Fenthion	Ribaizide	50 EC	500	58	100 ± 0.0
Methidathion	Supraside	40 EC	400	40	100 ± 0.0
Phenthoate	Elsan	47.5 EC	475	60	100 ± 0.0
Pyraclufos	Starekseu	35 WP	350	54	13.1 ± 11.5
<i>Carbamates</i>					
Methomyl	Ranneiteu	24.1 SL	241	37	100 ± 0.0
Thiodicarb	Shinkirok	40 WP	400	45	86.7 ± 5.8
<i>Pyrethroids</i>					
α-cypermethrin	Taseuta	2 WP	20	41	100 ± 0.0
Deltamethrin	Desis	1 EC	10	40	100 ± 0.0
Etofenprox	Sebero	20 EC	200	39	87.7 ± 6.7
Esfenvalerate	Geoksita	1.5 EC	15	40	62.9 ± 11.2
Fenpropathrin	Danitol	5 WP	50	40	100 ± 0.0
Fenvalerate	Smisaidin	5 EC	50	45	68.3 ± 16.1
γ-cyhalothrin	Limujin	1.4 CS	5.6	49	100 ± 0.0
λ-cyhalothrin	Jureong	1 EC	10	39	85.1 ± 6.2
<i>Neonicotinoids</i>					
Acetamiprid	Mospilan	8 WP	40	58	100 ± 0.0
Clothianidin	Vikcard	8 SC	40	46	100 ± 0.0
Dinotefuran	Ohsin	10 WP	100	43	100 ± 0.0
Imidacloprid	Cornido	8 SC	40	57	100 ± 0.0
Thiacloprid	Calypso	10 SC	100	61	66.2 ± 7.6
Thiamethoxam	Actara	10 WP	50	60	100 ± 0.0
<i>Antibiotics</i>					
Abamectin	allstar	1.8 EC	6	43	13.4 ± 4.7
Emamectin benzoate	Affirm	2.15 EC	10.8	71	25.2 ± 7.1
Milbermectin	Milbeknock	1 EC	10	46	8.5 ± 2.8
Spinosad	Olkami	10 WG	50	44	6.7 ± 11.5
<i>Others</i>					
Cartap hydrochloride	Padan	50 SP	500	44	52.7 ± 22.8
Chlorfenapyr	Sekcuer	10 SC	33.3	38	12.5 ± 6.5
Endosulfan	Georiks	35 EC	700	45	100 ± 0.0
Indoxacarb	Stewardgold	5 SC	50	43	11.5 ± 7.4
Spiromesifen	Jizon	20 SC	100	48	14.9 ± 15.7
Control				60	6.7 ± 2.9

^{a)}Active ingredient. ^{b)}WP=wettable powder, EC=emulsifiable concentrate, SC=suspension concentrate, WG=water dispersible granule, SL=soluble concentrate. SP=water soluble powder, CS=capsule suspension.

methidathion, phenthoate와 유기염소계인 endosulfan은 100%의 살충력을 보였고, 네오니코티노이드계의 acetamiprid와 dinotefuran도 90% 이상의 높은 살충력을 보였다.

충체분무와 기주식물 침지의 약효차이는 충체분무에서 100%의 높은 약효를 보였던 약제 중에서 유기인계 약제와 endosulfan을 제외한 모든 약제가 기주식물 침지에서 살충효과가 상대

Table 2. Comparative toxicities of 16 insecticides on *M. pruinosa* adults under laboratory conditions by dipping method

Insecticide	n	Mortality (%) (mean ± SD)
<i>Organophosphates</i>		
Dichlorvos	48	100.0 ± 0.0
Fenitrothion	59	100.0 ± 0.0
Fenthion	50	100.0 ± 0.0
Methidathion	42	100.0 ± 0.0
Phenthoate	55	100.0 ± 0.0
<i>Carbamates</i>		
Methomyl	44	86.7 ± 11.5
<i>Pyrethroids</i>		
α -cypemethrin	47	65.8 ± 10.8
Deltamethrin	48	78.9 ± 17.1
Fenpropathrin	42	59.4 ± 8.5
γ -cyhalothrin	49	77.7 ± 9.0
<i>Neonicotinoids</i>		
Acetamiprid	45	93.3 ± 11.5
Clothianidin	42	62.9 ± 34.6
Dinotefuran	43	90.8 ± 3.6
Imidacloprid	70	60.6 ± 8.2
Thiamethoxam	46	83.1 ± 17.9
<i>Others</i>		
Endosulfan	47	100.0 ± 0.0
Control	55	1.9 ± 3.2

적으로 낮았고, α -cypemethrin, fenpropathrin, clothianidin, imidacloprid 등은 70% 이하의 살충효과를 보여 간접적인 접촉을 하는 기주침지처리 보다 직접접촉되는 충체분무에서 높은 약효를 나타내었다. 이러한 처리방법에 따른 약효차이는 Ahn 등(1992)이 점박이응애를 분무법, 엽침지법, 슬라이드 법으로 처리한 결과, 살비제의 종류에 따라 살충력 차이가 보인다고 보고하였으며 분무처리와 잎침지처리를 한 결과 상이한 살충효과를 보였는데 이는 살충제의 직접접촉 독성과 잔효독성, 속효성과 지효성의 차이와 농약의 작용기작 차이에 의한 것으로 보고하였다.

잔효성

약제 감수성 실험에서 충체분무와 기주식물 침지 모두에서 100%의 살충효과를 나타낸 6종의 약제에 대하여 잔효성을 비교한 결과(Table 3), 유기인계인 fenitrothion, fenthion, methidathion 그리고 phenthoate은 처리 후 1일째까지는 100%의 살충률을 나타내었고, 약제처리 3일 후에 90% 이상의 살충율을 보인 약제는 fenitrothion, methidathion 그리고 phenthoate

Table 3. Residual effects of insecticides against *M. pruinosa* adults under the greenhouse condition

Insecticide	n	Days after treatment			
		1	3	5	7
<i>Organophosphates</i>					
Dichlorvos	70	33.3	41.7	28.6	20.0
Fenitrothion	72	100	92.9	35.7	30.0
Fenthion	75	100	52.0	54.5	42.9
Methidathion	81	100	93.3	95.8	70.0
Phenthoate	62	100	93.8	90.0	40.0
<i>Others</i>					
Endosulfan	114	76.0	48.4	57.1	40.0

이었다. 약제처리 5일 후에 90% 이상의 살충효과를 보인 약제는 methidathion과 phenthoate이었고, 약제처리 7일 후에는 methidathion만 50% 이상의 살충효과를 보였다. 약제의 종류에 따라 차이는 있으나, 약제처리 후 7일 이상 경과되면 미국선녀벌레에 대한 잔효독성이 낮아질 것으로 판단된다. Fenitrothion, methidathion 그리고 phenthoate가 잔효성이 긴 이유에 대해서 정확하게 알 수 없으나, 미국선녀벌레는 농업해충 중 소형곤충에 속하며 약제의 노출량과 관계가 있을 것으로 생각된다. 일반적으로 배추좀나방, 담배가루이, 아메리카잎굴파리와 같은 농업해충방제용으로 사용되고 있는 살충제의 잔효성은 1주일 이상 유지되는 것으로 알려져 있다(Kim et al., 1999; Kim et al., 2000; Kim et al., 2001). Dichlorvos는 처리 1일 후터 약효가 50% 이하의 낮은 살충률을 보였는데, 이는 dichlorvos가 분자량이 다른 약제들에 비해 작아 빨리 휘발되었기 때문에 나타난 결과라 생각된다.

이상의 결과를 종합해보면, 미국선녀벌레 성충에 직접접촉한 분무처리에서 높은 살충효과를 나타낸 약제는 유기인계, 합성피레스로이드계 그리고 네오니코티노이드계가 주류를 이루었고, 잔효독성을 보인 약제는 fenitrothion, methidathion 그리고 phenthoate이었다. 이들 약제는 우리나라에서 미국선녀벌레가 피해를 주고 있는 단감, 사과, 배 등에 이미 등록되어 있기 때문에 포장에서 바로 방제에 적용할 수 있다. 약제살포는 산란이 시작되는 9월이 되면 성충이 산속의 아카시아와 참나무 등 포장 주변으로 분산되므로 그 이전인 8월말까지 집중하는 것이 높은 방제효과를 기대할 수 있을 것으로 판단된다.

>> 인 / 용 / 문 / 헌

- Ahn, Y. J., G. H. Kim, N. J. Park and K. Y. Cho (1992) Establishment of bioassay system for developing new insecticides. II. Difference in susceptibilities of the insect species to insecticides according to different application methods. *Korean J. Appl. Entomol.* 31:452~460.
- Bagnoli, B. and A. Lucchi (2000) Dannosita e misure di controllo integrato. pp. 65-88, In *La Metcalfa negli ecosistemi italiani* (ed. A. Lucchi), ARSIA, Firenze.
- Duso, C. and F. Pavan (1987) The occurrence of *Metcalfa pruinosa* (Say) in Italy. pp.545-552, In *Proceedings 6th Auchenorrhyncha meeting* (eds. Vidano C and A. Arzone). Turin, Italy, 7-11 Sept 1987.
- Han, J. M., H. Kim, E. J. Lim, S. Lee, Y. J. Kwon and S. Cho (2008) *Lycorma delicatula* (Hemiptera: Auchenorrhyncha: Fulgoridae: Aphaeninae), finally, but suddenly arrived in Korea. *Entomol. Res.* 38:281~286.
- Kahrer, A., G. Strauss, M. Stolz and R. Moosbeckhofer (2009) Beobachtungen zu Faunistik und Biologie der vor kurzem nach Österreich eingeschleppten Bläulingszikade (*Metcalfa pruinosa*). (Observations on the biology and distribution of the recently introduced planthopper (*Metcalfa pruinosa*). *Beitr Entomofaunist* 10:17~30.
- KCPA (2010) User's Manual of Pesticides. Korea Crop Protection Association.
- KFRI (2007) Annual report of monitoring for forest insect pests and diseases in Korea. 151pp. Korea Forest Research Institute, Sungmunsa, Seoul.
- Kim, G. H., S. J. Moon, Y. D. Chang and K. Y. Cho (1999) Property of action of new insecticide, flupyazofos against diamondback moth, *Plutella xylostella*. *Korea J. Pest. Sci.* 2:117~125.
- Kim, G. H., Y. S. Lee, S. Y. Park, Y. S. Park and J. W. Kim (2000) Susceptibility of sweetpotato whitefly, *Bemisia tabaci*, (Homoptera: Aleyrodidae) to commercially registered insecticides in Korea. *Korea J. Pest. Sci.* 4:51~58.
- Kim, G. H., Y. S. Lee, S. Y. Park, Y. S. Park and J. W. Kim (2001) Activity and control effects of insecticides to American serpentine leafminer, *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae). *Korea J. Pest. Sci.* 5:46~54.
- Kim, Y. Y., S. R. Kim and S. H. Lee (2009) New record of an exotic Flatid species, *Metcalfa pruinosa* (Say) (Hemiptera: Flatidae) in Korea. In *Proceedings of international symposium on climate change and insect pest.* pp117, (eds. Kim Y., S. Kim and S.H. Lee). Korean Journal of Applied Entomology, Jeju, Korea, 28-30 Oct. 2009.
- Moon, S. R., D. J. Noh, J. O. Yang, C. M. Yoon, K. S. Ahn and G. H. Kim (2009) Seasonal occurrence and developmental characteristics of ussur brown katydid, *Paratlanticus ussuriensis* Uvarov (Orthoptera: Tettigoniidae). *Korean J. Appl. Entomol.* 48:11~19.
- Noh, D. J., J. O. Yang, S. R. Moon, C. M. Yoon, S. H. Kang, K. S. Ahn and G. H. Kim (2008) Attractants and trap development for ussur brown katydid, *Paratlanticus ussuriensis* (Orthoptera: Tettigoniidae). *Korean J. Pestic. Sci.* 12:256~261.
- OEPP/EPPO (European and Mediterranean Plant Protection Organization) (2007) EPPO standards on phytosanitary measures, PM 5/3 (3) decision support scheme for quarantine pests. http://archives.eppo.org/EPPOStandards/PM5_PRA/PRA_scheme_2007.doc. Accessed 10 May 2008.
- 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.
- Strauss G. (2009) Host range testing of the nearctic beneficial parasitoid *Neodryinus typhlocybae*. *Biocontrol.* 54:163~171.
- Strauss G. (2010) Pest risk analysis of *Metcalfa pruinosa* in Austria. *J. Pest Sci.* doi: 10.1007/s10340-010-0308-3.
- Zangheri S. and P. Donadini (1980) Comparsa nel Veneto di un omottero neartico: *Metcalfa pruinosa* Say (Homoptera, Flatidae). *Redia* 63:301~305.

국내시판 살충제에 대한 미국선녀벌레의 감수성

안기수* · 이관석¹ · 이경희 · 송명규 · 임상철 · 김길하²

충북농업기술원 친환경연구과, ¹국립농업과학원 작물보호과, ²충북대학교 농업생명환경대학 식물외과

요 약 미국선녀벌레(*Metcalfa pruinosa*)의 방제약제를 선별하기 위하여 시판되고 있는 31종 살충제의 성충에 대한 살충 활성을 조사하였다. 모든 시험은 살충제의 추천농도(ppm)로 수행하였다. 성충에 대해 직접 분무 처리한 결과, 100%의 살충 효과를 보인 약제는 유기인계 5종(dichlorvos, fenitrothion, fenthion, methidathion, phenthoate), 카바메이트계 1종(methomyl), 합성피레스로이드계 4종(α -cypemethrin, deltamethrin, fenpropathrin, γ -cyhalothrin), 네오니코티노이드계 5종(acetamiprid, clothianidin, dinotefuran, imidacloprid, thiamethoxan), 그리고 기타 약제 1종(endosulfan) 등 총 16종이었다. 분무처리에서 100%의 살충률을 보인 약제를 대상으로 기주식물을 침지 처리하고 성충을 접종한 결과, 100%의 살충률을 보인 약제는 유기인계 5종(dichlorvos, fenitrothion, fenthion, methidathion, phenthoate)과 endosulfan 등 6종이었다. 잔효성 시험에서 유기인계인 fenitrothion, fenthion, methidathion, phenthoate은 처리 후 1일째까지 100%의 살충률 나타내었고, 약제처리 3일 후에 90% 이상의 살충률을 보인 약제는 fenitrothion, methidathion, phenthoate이었다.

색인어 미국선녀벌레, *Metcalfa pruinosa*, 살충제, 잔효성