농약과학회지 (Korean J. Pestic. Sci.)
Vol. 19, No. 3, pp. 264-271 (2015)
Open Access http://dx.doi.org/10.7585/kjps.2015.19.3.264
ORIGINAL ARTICLES / CONTROL

Online ISSN 2287-2051
Print ISSN 1226-6183

사과과수원의 노린재류에 대한 농약의 생물활성 평가

이선영 · 윤창만 · 도윤수 · 이동혁 · 이중섭 · 최경희*
농촌진흥청 국립원예특작과학원 사과연구소

Evaluation of Insecticidal Activity of Pesticides Against Hemipteran Pests on Apple Orchard

Sun-Young Lee, Changmann Yoon, Yun-Su Do, Dong-Hyuk Lee, Jung-Sup Lee and Kyung-Hee Choi*
Apple Research Institution, National Institute of Horticultural & Herbal Science, RDA, Gunwi 716-812, Korea
(Received on August 21, 2015. Revised on June 15, 2015. Accepted on August 13, 2015)

Abstract Stink bugs do damage on various crops including upland crops and tree fruits. Especially, yellow-brown stink bug (*Halyomorpha halys* (Stål)) and brown-winged green (*Plautia stali*) are severely damaged on apple orchard. Using seven insecticides - dinotefuran WP, etofenprox WP, chlorpyrifos WP, cabaryl WP, chlothianidin SC, flonicamid WG, and bifenthrin WG - registered on apple, contact and residual toxicities were tested on both male and female of *P. stali* and *H. halys* that preferred apple fruit. Contact toxicity of dinotefuran WP was excellent on male *P. stali* 48 hours after treatment (HAT) with 96.7% and significant on male *Halyomorpha halys* 48 HAT with 74.5% but the others had low effect. Contact toxicity on these stink bugs were higher in male than female. All insecticides except flonicamid, residual effects were all effective on both male and female of *P. stali*, while chlorpyrifos and bifenthrin were showed higher residual toxicity on both male and female of *H. halys* in laboratory condition. Two insecticides, chlorpyrifos and bifenthrin, were selected for the field test. Bifenthrin have a high residual effect on *P. stali* until 5 days after treatment, but have a low residual toxicity on *H. halys* in the field test. Chlorpyrifos showed higher residual toxicity in the laboratory, however, showed low residual efficacy on two species stink bug onto the field.

Key words Stink bugs, *Halyomorpha halys*, *Plautia stali*, Contact toxicity, Residual effect, Dinotefuran, Apple

서 론

노린재류는 2000년 이전에는 콩(Son et al., 2000)과 단감 과수원(Chung et al., 1995; Lee et al., 2001, 2002)에서 일부 피해가 발생하였지만 크게 문제되지 않았다. 하지만 2000년 이후에는 콩과 단감은 물론이고 사과, 배와 복숭아 과원에서도 연도별 · 농가별 피해 규모는 다르지만 그 피해가 증가하여 주요 해충이 되었다(Kim et al, 2011). 노린재류의 피해증가는 기후온난화에 따른 해충의 밀도증가에 있다고 보고 있는데 작부체계 및 방식 등 농산림생태계의 변화와 밀접한 관련이 있다고 여겨진다(Lee et al., 2004; Bae et al., 2008; Yoon et al., 2010). 최근 들어 노린재류의 발생도 한 달 이상 빨라지고 봄철 발생량도 증가하였는데, 이러한 현상은 과수뿐만 아니라 두과류, 수도에서도 나타나고 전세계에서 문제를 일으키는 추세이다(Lim, 2013).

노린재류는 농작물의 잔재물 속이나 산속의 낙엽 아래 또는 상록수 등의 나무가지와 조피 틈새에서 성충으로 겨울을 나고 대체로 4월~5월 경에 월동에서 깨어나 화본과나 콩과 작물, 유실수 등에서 필요한 양분을 섭취하면서 개체군의 밀도를 증식시킨다(Son et al., 2000; Lee et al., 2004). 7월~8월에는 주변의 콩과류, 과수 등으로 이동하여 집중적으로 피해를 주는데, 작물의 종실 및 꼬투리 또는 과실에 구침을 찔러 즙액을 빨아먹어 수량과 품질을 크게 떨어뜨려 재배자에게 경제적으로 큰 손실을 입힌다(Chung et al., 1995; Son et al., 2000; Brown, 2003; Kang et al., 2003; Leskey and Hogmire, 2005). 노린재의 피해를 입은 사과열매는 피해 부위가 둥글게 움푹 들어가 우박으로 인한 피해나 칼슘결핍으

*Corresponding author
E-mail: choikh@korea.kr

로 인한 생리장해인 고두증상으로 오인할 수도 있으나, 노린재 피해 부위는 가운데에 노린재의 구침으로 찌른 흔적이 있으며, 주로 과실 윗부분이나 몸통부분에 집중적으로 피해를 준다(ARS, 2012; Kim and Ko, 2004). 반면, 고두증상은 입침으로 찌른 흔적이 없고 열매의 꽃받침 부위에 집중적으로 나타난다.

사과원에 피해를 주는 주요 노린재에는 썩덩나무노린재(*Halyomorpha halys*), 갈색날개노린재(*Plautia stali*), 알락수염노린재(*Dolycoris baccarum*), 풀색노린재(*Nezara antennata*) 등이 있다. 썩덩나무노린재와 갈색날개노린재는 한국과 일본에서 특히 과수에 피해를 주며 성충이 어린 과실부터 성숙된 과실까지 구침을 찔러 흡즙하여 피해를 준다(Lee et al., 2002). 알락수염노린재와 풀색노린재, 톱다리개미허리노린재는 과수뿐만 아니라 콩과작물과 채소류도 흡즙하여 피해를 준다. 이들 해충에 대한 연구는 전반적인 국내 연구현황(Kang et al., 2003)을 포함하여 콩 포장에서 노린재류 밀도조사법(Bae et al., 2007), 약제에 대한 감수성(Bae et al., 2008), 접종시기와 밀도에 따른 노린재류의 단감 피해과율(Lee et al., 2009) 등이 수행되었으며 최근에는 집합페로몬을 이용하여 갈색날개노린재에 대한 유인력(Jang et al., 2010) 및 방출기 종류에 따른 유인(Park et al., 2010), 트랩개발(Adachi et al., 2007)등도 보고되어 있지만, 최근 들어 사과에 많은 피해가 증가하고 있음에도 사과가해 노린재류의 기주선호도 및 발생생태, 약제방제 및 친환경약제선발 등의 연구가 미흡한 실정이다. 노린재류는 이동성이 특히 강하여 사과원 주변의 복숭아나 콩밭에서 증식한 노린재가 사과원으로 이동하여 피해를 가중시키고, 약제 살포시 약제의 직접적인 접촉을 피하였다가 일정시간 경과 후 다시 비래 하여 가해하기 때문에, 봄철에 적절한 방제가 이루어지지 않으면 그 밀도가 증가하여 피해 또한 계속 증가하게 된다(Chung et al., 1995; Lee et al., 2004; Shin et al., 2012). 따라서 사과원 주변의 식생 및 기주선호에 대한 연구가 이루어져야 하며, 보다 효율적으로 노린재류의 밀도를 관리하려면 사과원에 살포되는 약제들에 대하여 노린재류의 감수성과 잔효효과에 대한 기초정보가 있어야 한다.

노린재류의 종합적 해충관리를 위해서는 무엇보다 약제방제가 적절히 이루어져야 함에도 사과원에서 사용되는 등록약제의 독성평가가 노린재류에 대하여 제대로 이루어지지 않아 본 연구를 통하여 사과가해 노린재류 방제를 위한 기초자료로 활용하고자 수행하였다. 따라서 본 연구는 사과과실을 가해하는 2종 노린재(썩덩나무노린재와 갈색날개노린재)의 접촉독성과 잔효활성을 실내실험 한 후 효과가 좋은 두 종의 약제를 선발하여 야외에서 생물활성을 평가하였다.

재료 및 방법

실험곤충

본 실험에 사용된 3종 노린재류(썩덩나무노린재, 갈색날개노린재, 풀색노린재)는 국립원예특작과학원 사과시험장과 외부 일반농가의 혼작된 밭에서 주기적으로 채집을 하여 사육실에서 하루 동안 안정화를 시킨 후에 약제실험에 사용하였고 부족한 마리수는 생물이용연구소(안동, 경북)에서 공급받아 실험에 이용하였다. 실내사육조건은 온도 25 ± 3°C, 광주기 16L: 8D, 상대습도 50~60%의 조건하에서 플라스틱 사육용기 (30 × 25 × 30 cm)에 수분수로 페페, 먹이로 꽃사과, 사과 그리고 땅콩을 공급하면서 사육하였다.

실험약제

노린재류의 접촉독성과 잔효활성 실험에 사용된 농약은 사과에 등록된 약제로서 농민들이 많이 사용하는 약제들 중에서 선발하였다. 실험에 사용된 농약 중 노린재에 적용 가능한 약제는 총 4종(dinotefufran, etofenprox, chlothianidin, bifenthrin)이다. Chlorpyrifos는 잎말이나방과 진딧물에 등록된 약제이며 flonicamid는 진딧물류와 사과면충에 등록된 약제이다(KCPA, 2015). Carbaryl은 꿀벌에 강한 독성이 있지만 적과제로 많이 사용하고 있어 선발하였다. 약제의 계통별로는 네오니코티노이드계 1종, 합성피레스로이드계 2종, 유기인계 1종, 카바메이트계 1종, 클로로니코티닐계 1종과 니아신계 1종 등 총 7종이다. 이들 살충제에 대한 일반명, 유효성분량, 제형 및 추천농도(ppm)는 Table 1과 같다.

Table 1. List of pesticides against adult of seven species of stink bugs under laboratory conditions

Pesticides	AI[a] (%)	Formulation[b]	RC[c] (pm)	Group
Dinotefuran	10	WP	100	Neonicotinoids
Etofenprox	10	WP	100	Synthetic pyrethroids
Chlorpyrifos	25	WP	250	Organophosphorus
Cabaryl	50	WP	500	Carbamate
Chlothianidin	8	SC	80	Chloronicotinile
Flonicamid	10	WG	100	niacine
Bifenthrin	8	WG	80	Synthetic pyrethroids

[a] AI : Active ingredient
[b] WP = Wettable powder, SC = suspension concentrate, WG = wettable granule
[c] RC = recommended concentration.

급성접촉독성 검정

2종 노린재류에 대한 약제감수성 실험은 노린재를 10마리 이상씩 잡아 원통형 사육용기(ϕ 100 mm dia. × 40 mm height)에 넣어두었다. 노린재는 이산화탄소에 마취를 시킨 후 노린재의 등에 제조사 추천농도로 희석한 약제 2 ul씩 처리를 하였고, 19°C 항온항습기에 넣어두었다. 3시간 뒤에 꺼내어 이상유무를 관찰한 후 땅콩을 넣어주고, 4, 24, 48, 72, 96시간까지 살아있는 수를 세어 사충수를 조사하였다. 실험은 약제처리구당 30마리 이상을 한 반복으로 3반복 수행하였다.

실내 잔효활성 검정

잔효효과 검정은 7종 약제를 추천농도로 현탁한 후 페페, 콩순, 땅콩과 꽃사과가 충분히 적셔지도록 살포하였다. 꽃사과는 가지를 잘라 오아시스에 꽂아서 실험하였다. 먹이는 약제가 마르도록 30분 이상 그늘에 놓아두었다가 사육용기에 넣어두었다. 먹이를 사육용기에 넣고 4시간 후부터 168시간까지 경과한 후 2종의 노린재(썩덩나무노린재와 갈색날개노린재) 암수 성충을 넣은 다음 실내 잔효활성을 사충수로 조사하였다. 사육용기 안에는 약제처리한 먹이 외에는 아무것도 넣지 않았다. 실험은 20마리 이상을 한 반복으로 3반복 수행하였다.

야외 잔효활성 검정

실내 잔효활성 실험의 결과 중 96시간을 기준으로 효과가 좋은 두 약제(chlorpyrifos와 bifenthrin)를 선발하였다. 야외실증 잔효활성 검정은 사과와 잎이 달린 가지 끝부분에 추천농도로 현탁한 약제를 살포하고, 양파망을 씌우고 끝을 묶어놓아 두었다. 약제 살포 후 1일, 3일, 5일, 7일차까지 약제의 잔류기간이 경과한 후에 양파망 안에 2종의 노린재를 각각 10마리 이상씩 넣어주고 망내 공간을 최대한 넓게 펴주었다. 노린재를 접종한 후에 다시 4시간부터 24, 48, 72, 96시간까지 관찰하며 잔효활성을 검정하였다. 노린재는 뒤로 엎어지거나 건드려서 움직이지 않는 것을 죽은 것으로 하여 살충율을 구하였다. 실험은 20마리 이상을 한 반복으로 3반복 이상 수행하였다.

통계처리

통계처리는 Mystat (SAS Institute, 2009) software를 이용하여 완전임의배치 일요인 분산분석 후 Duncan's Multiple Range Test로 유의수준 5%에서 약제간 살충율의 차이를 비교하였다.

결과 및 고찰

농약의 급성접촉독성

본 실험에 사용된 7종의 농업용 살충제를 추천농도(ppm)로 희석하여 썩덩나무노린재, 갈색날개노린재 성충에 대한 접촉 살충활성을 검정한 결과 Table 2와 3과 같았다.

썩덩나무노린재는 dinotefuran이 다른 6종의 약제에 비하여 높은 접촉독성이 있음을 보여주었고, 암컷과 수컷 모두에서 처리 후 4시간, 24시간, 48시간에서 통계적으로 유의성이 있었다. 암컷보다는 수컷에서 살충율이 더 높았다. 갈색날개노린재도 접촉독성의 결과가 비슷한 경향을 보여주었으며 dinotefuran의 경우 수컷에 처리 후 48시간에서는 96.7%의 살충율을 보였다. 그러나 대부분의 약제의 살충율은 20%도 안되었다. 풀색노린재에서도 비슷한 결과가 나왔다(Data not shown). Dinotefuran은 일단 접촉을 하게 되면 24시간에서 48시간 내에 방제효과가 있는 것으로 나타났다.

Dinotefuran을 제외하고 다른 약제들은 서로 비슷하였지만 접촉독성의 효과가 없었다. Cabaryl의 경우 적화제로서

Table 2. Contact toxicity of insecticides against *Halyomorpha halys* adult

Insecticide	Mean mortality (%)					
	Female			Male		
	4 HAT[a]	24 HAT	48 HAT	4 HAT	24 HAT	48 HAT
Dinotefuran WP	16.7 a[b]	35.0 a	53.3 a	19.2 a	58.2 a	74.5 a
Etofenprox WP	1.8 b	5.1 b	23.2 b	3.3 b	10.0 b	23.3 b
Chlorpyrifos WP	0 b	4.6 b	6.2 b	3.3 b	6.7 b	10.0 b
Cabaryl WP	0 b	3.1 b	13.3 b	0.0 b	2.5 b	15.7 b
Chlothianidin SC	1.6 b	11.3 b	16.0 b	5.0 b	13.7 b	17.0 b
Flonicamid WG	0.0 b	1.0 b	1.3 b	0.0 b	0.0 b	0.0 b
Bifenthrin WG	2.2 b	3.9 b	11.1 b	0.0 b	0.0 b	23.1 b
Control	0.0 b	0.0 b	0.0 b	0.0 b	0.0 b	18.8 b

[a] HAT : Hours after treatment.
[b] Means followed by the same letter within a column are not significantly different at $P < 0.05$ by Duncan's Multiple Range Test (SAS Institute, 2009).
Sample size, N=120.

Table 3. Contact toxicity of seven insecticides against *Plautia stali* adult 갈색날개노린재

Insecticide	Mean mortality (%)					
	Female			Male		
	4 HAT[a]	24 HAT	48 HAT	4 HAT	24 HAT	48 HAT
Dinotefuran WP	53.3 a[b]	66.7 a	66.7 a	46.7 a	66.7 a	96.7 a
Etofenprox WP	0.0 b	6.7 b	6.7 b	3.3 b	6.7 b	6.7 b
Chlorpyrifos WP	0.0 b	0.0 b	6.7 b	0.0 b	6.7 b	6.7 b
Cabaryl WP	0.0 b	0.0 b	0.0 b	0.0 b	0.0 b	6.7 b
Chlothianidin SC	10.0 b	10.0 b	13.3 b	10.0 b	16.7 b	20.0 b
Flonicamid WG	0.0 b	0.3 b	0.3 b	0.0 b	0.0 b	0.0 b
Bifenthrin WG	3.3 b	10.0 b	16.7 b	10.0 b	13.3 b	13.3 b
Control	0.0 b	0.0 b	0.0 b	0.0 b	0.0 b	0.0 b

[a] HAT : Hours after treatment.
[b] Means followed by the same letter within a column are not significantly different at $P < 0.05$ by Duncan's Multiple Range Test (SAS Institute, 2009).
Sample size, N=130.

사과원에서 살포하게 되는데 방화활동을 하는 꿀벌에게 높은 접촉독성이 있어 살포지 주변 양봉농가에게 주의를 당부해야 하는 약제이다(KCPA, 2015). 꿀벌에게 높은 접촉독성의 약제임에도 본 실험의 노린재류에 대해서는 다른 약제들과 비슷하거나 낮은 접촉독성을 보였다. Chlorpyrifos는 잎말이나방류와 진딧물류에, flonicamid는 진딧물류에 등록된 약제로서 많이 사용되는 약제들이다. 노린재는 구침을 찔러 흡즙하는 동안 약제와의 접촉 또는 섭식저해 의해 죽게 된다. Chlorpyrifos는 유기인계로 acetylcholinesterase의 작용을 저해하고, flonicamid는 니아신계로 진딧물류에 대하여 마비, 아사시키는 기작으로 작용하여 진딧물류에는 효과적이지만 노린재에 대해서는 효과가 낮은 것으로 나타났다. 따라서 이들 약제의 교호살포에 의한 노린재류의 방제는 효과가 적을 것으로 판단된다. Cabaryl, chlorpyrifos와 flonicamid 약제는 노린재류에 등록되어 있는 약제는 아니다. 만일 이 약제들의 대상해충의 방제시기에 노린재류가 발생하여 이 약제들로 노린재류의 방제효과가 어느 정도 있다면 차후 노린재류에 대하여 약제살포횟수를 줄이는 효과가 있을 수 있다고 생각되어 농가에서 많이 사용하는 약제로 노린재류에 대한 생물활성을 평가하였지만 그 효과가 미비하였다.

8개 시군의 주요 사과 생산단지로부터 조사한 25개의 사과원에서 노린재류 해충에 의한 피해율은 약 12%에 달하는 것으로 확인되었다(S.Y. Lee, unpublished observation). 더욱이 2001년 이후로 피해과원율은 꾸준히 20%를 넘어 증가하고 있다. 특히 2014년도에 사과에 해를 끼치는 노린재류의 봄철발생밀도가 이전 년도에 비하여 급격히 증가하여 피해를 주고 있는 실정이다(S.Y. Lee, unpublished observation).

최근 들어 과거에는 문제되지 않던 해충이 돌발해충으로 변하는 경우와 국내에 없던 외래해충이 문제가 되는 경우가 잦아지고 있다(Bale et al., 2002; Ahn et al., 2007). 노린재류 또한 국내에서 개체군의 발생량이 적어 1990년대 중반까지만 해도 농작물의 주요 해충으로 인식되지 않았지만, 2000년대 들어서면서 꾸준히 발생량이 크게 증가하였고, 지금에서는 농작물의 정상적인 수확을 위해서는 노린재류의 방제는 반드시 신경을 써야만 한다(Kang et al., 2003; Bae et al., 2008).

농작물의 2차해충이었던 노린재류가 주요 해충화 된 요인은 기후변화에 따른 온난화로 산림생태계와 농업생태계의 서식환경이 교란된 것으로 여겨진다(Bale et al., 2002; Lee et al., 2004; Bae et al., 2008). 이들 변화는 직접적으로 해충에게 이동의 가속화, 정착할 기회제공, 밀도의 빠른 증가 등으로 큰 영향을 줄 수 있기에 서식분포 확산에 대한 연구가 필요하다(Bale *et al.,* 2002). 또한 매미목의 흡즙성 해충의 돌발가능성과 횟수가 증가할 것으로 전망되어 이에 대한 해충의 생태변화와 그에 따른 방제법을 포함한 대책이 필요하다.

실내 잔효효과 약제선발 (썩덩나무노린재와 갈색날개노린재에 대한 잔효효과)

실내에서 7종의 약제를 처리 후 96시간의 잔효효과를 평가한 결과 Fig. 1과 2와 같다.

썩덩나무노린재는 먹이(페페, 콩순, 땅콩과 꽃사과)에 7종 약제를 살포 후 조사한 잔효효과에서 모두 무처리보다는 높은 잔효효과를 나타냈다. Chlorpyrifos와 bifenthrin에서 높은 잔효활성을 나타냈고, 접촉독성에서 높게 나타났던 dinotefuran은 etofenprox와 같이 중간정도로 나왔으며 cabaryl, chlothianidin과 flonicamid는 잔효효과가 낮아 효과가 없다고 판단된다. 암수에 있어서는 약제에 따라서 일정한 경향없이 비슷한 살충율을 보였다.

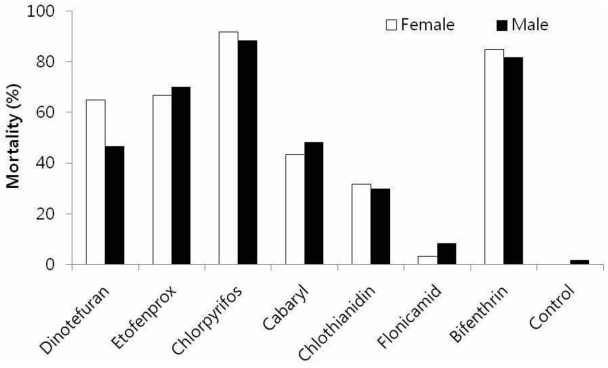

Fig. 1. Residual effect of seven insecticides registered on apple against *Halyomorpha halys* adult.

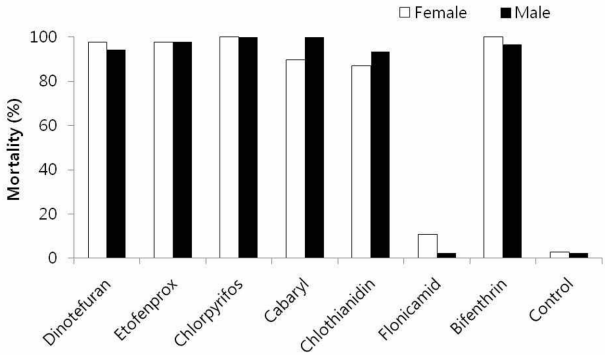

Fig. 2. Residual effect of seven insecticides registered on apple against *Plautia stali* adult.

갈색날개노린재에 대해서는 flonicamid를 제외하고 다른 약제들 모두 아주 높은 잔효효과를 보여주었다. 특히 암컷에 대해서 chlorpyrifos와 bifenthrin이, 수컷에 대해서는 chlorpyrifos와 cabaryl이 100%의 살충율을 나타냈다. 이렇게 평가한 약제들 중에서 두 종의 노린재에 높은 실내 잔효활성을 보인 chlorpyrifos와 bifenthrin을 야외실험을 위하여 선발하였다.

야외 잔효효과 평가 (썩덩나무노린재와 갈색날개노린재에 대한 잔효효과)

앞서 선발한 두 종의 약제를 야외에서 잔효활성을 평가한 결과 Fig. 3과 4와 같다.

썩덩나무노린재는 실내에서 약 90%의 높은 잔효효과를 보였던 chlorpyrifos가 야외실증 실험에서 20%보다도 낮은 잔효활성을 보여 실내실험과는 다른 결과를 보여주었고, bifenthrin은 실내에서 80%보다 약간 높은 잔효효과를 보였지만 처리 후 1일차 접종 후 48시간부터 80% 이상의 잔효효과를 보여 실내실험과 유사한 결과를 보여주었다. 하지만 처리 후 3, 5, 7일차에서는 접종 후 48시간부터 70% 이상의 잔효효과를 보이기도 하였지만 독성이 오래가지 않았다. 또한 썩덩나무노린재에 대한 잔효효과는 접종 후에 죽을 때까지 최소 48시간 이상 지나야 결과를 볼 수 있었다.

갈색날개노린재는 실내에서 100%에 가까운 잔효활성을 보였던 두 약제를 처리 후 시간대별(1일차부터 7일차까지) 경과 후 접종하였을 때 chlorpyrifos는 4시간 경과에서 낮은 살충율을 보였지만 24시간 경과부터는 높은 살충율을 보여 썩덩나무노린재와는 다른 결과를 보였다. Bifenthrin은 처리 후 5일차 이후에 접종한 노린재에 대해서도 48시간부터 90% 이상의 잔효효과를 보였다. 하지만 처리 7일 경과 후 접종한 노린재에 대해서는 잔효활성이 떨어졌다.

사과원에서 해충 방제시 작물보호제의 살포는 보통 주요 재배시기에 7일간격으로 2~3회 이루어진다. Bifenthrin이 처리 후 5일차 경과부터 접종한 노린재에 대해 94시간까지 지나면 90% 이상의 살충율을 보이는 것으로 보아 약 9일 이상에는 살충효과가 높게 나타나고 있어 현재 관행으로 살포하는 약제는 적절한 것으로 보여지며 다만 썩덩나무노린재와 같이 약효가 떨어지는 것이 있고, dinotefuran을 제외하고 접촉독성이 높게 안나타나므로 보다 접촉독성과 잔효활성이 높은 약제의 선발이 추후에 이루어져야 할 것으로 보인다.

노린재류는 이동성이 강한 해충이기 때문에 약제 살포시 과원으로부터 인근 잡초나 다른 과수로 옮겨 갔다가 일정시간 후에 되돌아 오는 경향이 있다(Adachi, 1998; Lee et al., 2004). 따라서 효과적으로 노린재류를 약제 방제하려면 직접 몸에 닿도록 살포를 해야 하므로 접촉독성이 높거나 잔효활성이 있어 추후 유입된 노린재류가 닿아서 죽도록 해야 한다.

노린재류의 방제는 7월 상순과 중순, 7월 하순8월 상순, 8월 중순과 하순에 심식나방류와 동시에 방제 할 수 있는 살충제를 2~3차례 골고루 뿌려주면 효과적이다. 사과원 가까이에 복숭아, 콩밭이 있거나 콩을 섞어서 심은 경우 노린재로 인한 피해를 입을 수 있어 약제를 뿌릴 때 사과뿐만 아니라 복숭아, 콩밭에도 뿌려야 한다. 또한, 노린재는 수분수용 꽃사과 품종을 좋아하므로 꽃사과 열매를 없애지 않은 농가는 6월 말까지 모두 따내야 한다. 사과에 해를 끼치는 노린재류는 7월 이후 사과 열매에 피해를 주기 때문에 사과원과 가까운 콩밭 관리, 꽃사과 열매를 없애는 동시에 적절한 약제를 뿌려 철저히 방제해야 한다.

약제살포시 고려해야 할 사항은 똑같은 계통 약제의 반복적 방제와 방제횟수이다. 약제를 바꿀 때 똑같은 계통으로 바꾸어가며 방제를 하게 되면 해충은 약제에 대한 저항성이 생기게 된다 (Park, 2010). 사과해충을 약제 방제시에는 반드시 같은 계통의 약제는 2~3회 이상 뿌리지 않도록 약제의 계통을 확인해야만 한다. 해충의 약제에 대한 저항성은 약제 내성비로 조사하는데, Bae et al. (2008)은 콩을 기주로 하는 주요 5종 노린재류의 약제감수성을 비교하면서 약제 내성비를 조사한 바 있는데 그 결과에 따르면 모두 1.0 이하

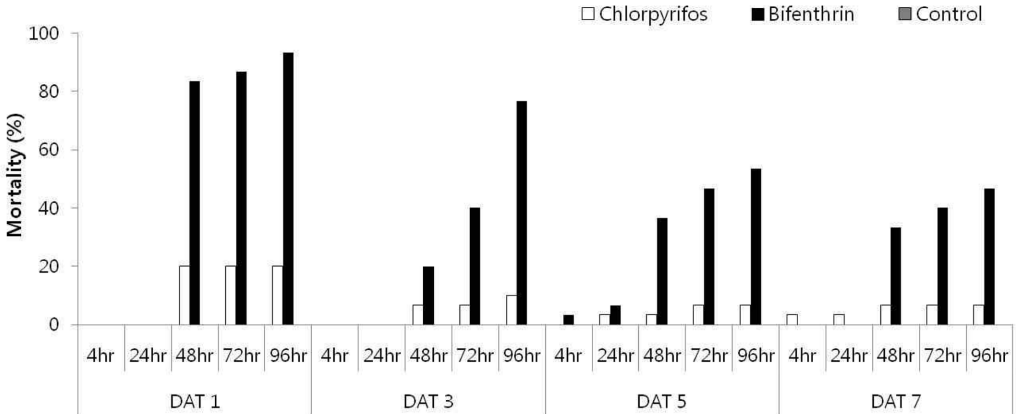

Fig. 3. Residual effect of two insecticides against *Halyomorpha halys* adult in the field. DAT means days after treatment.

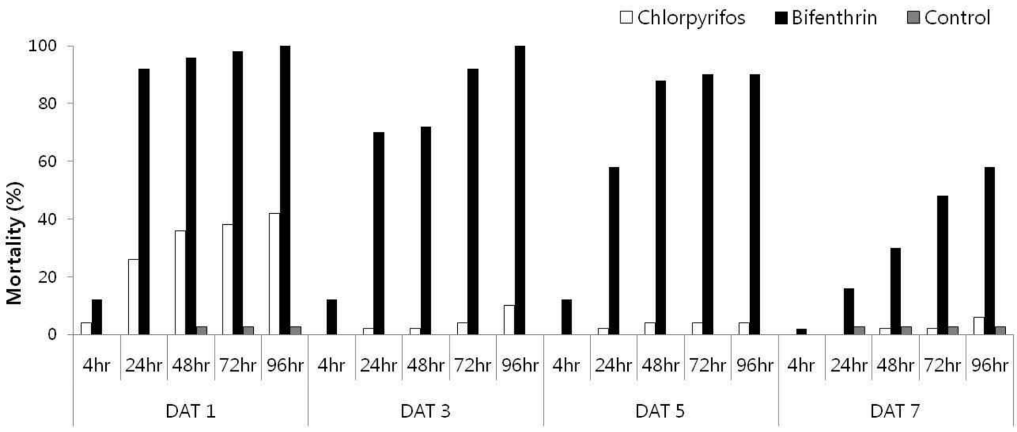

Fig. 4. Residual effect of two insecticides against *Plautia stali* adult in the field. DAT means days after treatment.

로 추천농도에 대한 약제내성이 조사된 노린재에서는 발달되지 않은 것으로 발표하였다. 사과원에서 주요 노린재류에 대하여 약제 내성을 조사한 바는 없지만 최근 과원들에서 저농약보다도 친환경 또는 무농약 방제체계가 늘어가는 추세에서 약제 내성이 높게 나타나지는 않을 것으로 생각된다. 만약에 약제를 살포했는데도 노린재 방제가 잘 이루어지지 않는다면 약제모니터링을 통해 약제 내성비를 조사해봐야 할 것이다.

방제횟수 또한 저항성 발달에 영향을 준다. Lee et al. (2007)은 설문을 통한 농민들의 약제 방제횟수를 조사한 결과, 연간 농약살포횟수는 평균 10.5회로 나타났다. 종류별로 보면 살균제는 평균 10.2회, 살충제는 7.6회, 응애약은 2.8회 살포되었다고 조사되었다. 요즘의 사과원에서는 연중 9회에서 12회 이내의 약제살포로 병해뿐만 아니라 충해 피해도 감소시킬 수 있는 방제력이 잘 발달되어 있다(Lee et al., 2007; S.W. Lee, unpublished observation). 방제력에 따라 약제를 살포시 연중 시기별로 주요 발생하는 해충의 종류와 방제 적기를 알아야 하는데 접촉독성은 이동이 적고 밀도가 높은 해충에 대하여 접촉독성이 높은 약제를, 이동성이 강하고 광범위 기주범위의 해충은 잔효활성이 긴 약제를 이용하여 어떻게 방제할 것인지 판단하는 것이 중요하다. 잔효활성이 적절하게 긴 약제들은 방제횟수를 한 두 번 줄일 수 있도록 도와줄 수 있기 때문에 방제약제를 결정하는데 중요한 변수가 된다.

사과를 가해하는 해충들을 방제하기 위해 주로 사용하는 약제들의 접촉독성과 잔효효과의 평가를 통한 결과를 사과원에서 저농약, 고효율 방제를 위한 기초자료로 제공하여 농가들에 도움이 되었으면 한다.

Literature Cited

Adachi, I. (1998) Utilization of an aggregation pheromone for forecasting population trends of the stink bugs injuring tree fruits. Plant Prot. 52:515-518.

Ahn, K. S., J. O. Yang, D. J. Noh, C. M. Yoon and G. H. Kim (2007) Susceptibility of ussur brown katydid, *Paratlanticus ussuriensis* (Orthoptera: Tettigoniidae) to commercially registered insecticides. Korean J. Pestic. Sci. 11:194-200.

ARS (Apple Research Station) (2012) Pictorial book: Apple diseases, pests and weeds, pp. 153-162. Apple Research Station, RDA.

Bae, S. D., H. J. Kim, G. H. Lee and S. T. Park (2007) Development of observation methods for density of stink bugs in soybean field. Korean J. Appl. Entomol. 46:153-158.

Bae, S. D., H. J. Kim, G. H. Lee, S. T. Park and S. W. Lee (2008) Susceptibility of stink bugs collected in soybean fields in Milyang to some insecticides. Korean J. Appl. Entomol. 47:413-419.

Bale, J. S., G. J. Masters, I. D. Hodkinson, C. Awmack, T. M. Bezemer, V. K. Brown, J. Butterfield, A. Buse, J. C. Coulson, J. Farrar, J. E. G. Good, R. Harrington, S. Hartley, T. H Jones, R. H. Lindroth, M. C. Press, I. Symrnioudis, A. D. Watt and J. B. Whittaker (2002) Herbivory in global climate change research: direct effects of rising temperatures on insect herbivores. Global Change Biol. 8:1-6.

Brown, M. W. (2003) Characterization of stink bug (Heteroptera: Pentatomidae) damage to mid- and late-season apples. J. Agric. Urban Entomol. 20:193-202.

Chung, B. K., S. W. Kang and J. H. Kwon (1995) Damages, occurrences and control of hemipterous insects in non-astringent persimmon orchards. RDA. J. Agri. Sci. 37:376-382.

Jang, S. A., J. H. Cho and C. G. Park (2010) Attractiveness of *Plautia stali* (Hemiptera: Pentatomidae) aggregation pheromone produced in Korea. Korean J. Pestic. Sci. 14:164-169.

Kang, C. H., H. S. Huh and C. G. Park (2003) Review on true bugs infesting tree fruits, upland crops, and weeds in Korea. Korean J. Appl. Entomol. 42:269-277.

Korea Crop Protection Association (KCPA) (2015) User's guidebook of pesticides. pp. 632, 658, 715, 1439.

Kim, H. M., I. Jang, K. H. Choi, J. H. Song, B. S. Seo and S. W. Lee (2011) Occurrence status of fruit infesting stink bugs by year and by host. Proceedings on annual meeting of Korean Journal of Applied Entomology.

Kim, M. S. and K. C. Ko (2004) Effects of forms and levels of nitrogen and levels of calcium on bitter pit incidence in 'Fuji' apples (*Malus domestica* Borkh.). Korean J. Hort. Sci. Technol. 22:200-205.

Lee, G. H., C. H. Paik, M. Y. Choi, Y. J. Oh, D. H. Kim and S. Y. Na (2004) Seasonal occurrence, soybean damages and control efficacy of bean bug, *Riptortus clavatus* Thunberg (Hemiptera: Alydidae) at soybean field in Honam province. Korean J. Appl. Entomol. 43:249-255.

Lee, D. W., G. C. Lee, S. W. Lee, C. G. Park, H. Y. Choo, and H. Y. Choo (2002) Survey on pest management practice and scheme of increasing income in sweet persimmon farms in Korea. Korean J. Pestic. Sci. 5:45-49.

Lee, H. S., B. K. Chung, T. S. Kim, J. H. Kwon, W. D. Song and C. W. Rho (2009) Damage of sweet persimmon fruit by the inoculation date and number of stink bugs, *Riptortus clavatus*, *Halyomorpha halys* and *Plautia stali*. Korean J. Appl. Entomol. 48:485-491.

Lee, K. C., C. H. Kang, D. W. Lee, S. M. Lee, C. G. Park and H. Y. Choo (2002) Seasonal occurrence trend of hemipteran bug pests monitored by mercury light and aggregation pheromone traps in sweet persimmon orchards. Korean J. Appl. Entomol. 41:233-238.

Lee, S. W., Lee, D. H., Choi, K. H., Kim, D. A., 2007. A report on current management of major apple pests based on census data from farmers. Kor. J. Hort. Sci. Technol. 25:196-203.

Leskey, T. C. and H. W. Hogmire (2005) Monitoring stink bugs (Hemiptera: Pentatomidae) in mid-Atlantic apple and peach orchards. J. Econ. Entomol. 98:143-153.

Lim, U. T. (2013) Occurrence and control method of *Riptortus pedestris* (Hemiptera: Alydidae): Korean perspectives. Korean J. Appl. Entomol. 52:437-448.

Park, G. M., S. A. Jang, S. H. Choi and C. G. Park (2010) Attraction of *Plautia stali* (Hemiptera: Pentatomidae) to different amounts of its aggregation pheromone and the effect of different dispensers. Korean J. Appl. Entomol. 49:123-127.

Park, W. (2010) Successive spray of pesticide could be possible to raise resistance expression. Nature Life 6:38-40.

Shin, Y. H., S. H. Yun, Y. U. Park, J. J. An, C. Yoon, Y. N. Youn and G. H. Kim (2012) Seasonal fluctuation of *Riptortus pedestris* (Hemiptera: Alydidae) in Chungbuk province. Korean J. Appl. Entomol. 51:99-109.

Son, C. K., S. G. Park, Y. H. Hwang and B. S. Choi (2000) Field occurrence of stink bug and its damage in soybean. Korean J. Crop Sci. 45:405-410.

Yoon, T. J., G. J. Cho, M. K. Lee, M. S. Chung and Y. J. Bae (2010) Climate change and food pest. Entomol. Res. Bull. 26:27-30.

사과과수원의 노린재류에 대한 농약의 생물활성 평가

이선영 · 윤창만 · 도윤수 · 이동혁 · 이중섭 · 최경희*

농촌진흥청 국립원예특작과학원 사과연구소

요 약 노린재류는 전작물과 과수를 포함하여 다양한 작물에 피해를 준다. 특히 사과원에서는 썩덩나무노린재와 갈색날개노린재의 피해가 심하다. 사과과실을 선호하는 2종 노린재류(썩덩나무노린재와 갈색날개노린재)에 대하여 적용약제로 등록된 7종(dinotefuran WP, etofenprox WP, chlorpyrifos WP, cabaryl WP, chlothianidin SC, flonicamid WG, and bifenthrin WG)으로 접촉독성과 잔효활성에 대해 수행하였다. 접촉독성 실험에서 디노테퓨란은 갈색날개노린재 수컷에 처리후 48시간에서 96.7%, 썩덩나무노린재 수컷에 처리후 48시간에서 74.5%의 유의성 있는 접촉독성을 보였지만 다른 약제들은 효과가 낮았다. 이들 노린재류에 대한 접촉독성은 암컷보다 수컷에서 더 높았다. 실내조건에서 플로니카미드를 제외한 모든 약제들은 갈색날개노린재 암수모두에 잔효활성의 효과가 있었고, 반면에 클로로피리포스와 비펜트린이 썩덩나무노린재 암수에 대해서 잔효효과가 높았다. 야외에서 비펜트린은 처리후 5일차까지 갈색날개노린재에 대해 높은 잔효효과를 보였고, 썩덩나무노린재에 대해서는 다소 떨어지는 잔효효과를 보였다. 하지만 클로피리포스는 실내 잔효활성 실험에서 높은 잔효효과를 보였으나 야외에서는 두종 노린재에 대하여 낮은 잔효효과를 보였다.

색인어 노린재류, 썩덩나무노린재, 갈색날개노린재, 접촉독성, 잔효효과, dinotefuran, 사과