한국응용곤충학회지
Korean J. Appl. Entomol. 53(4): 457-460 (2014)
DOI: http://dx.doi.org/10.5656/KSAE.2014.08.0.005

ⓒ The Korean Society of Applied Entomology
pISSN 1225-0171, eISSN 2287-545X

몇 가지 살충제의 썩덩나무노린재와 뚱보기생파리에 대한 독성

정부근* · 임유진[1] · 이흥수 · 박정규[2]
경남농업기술원친환경연구과, [1]농림축산검역본부인천공항지역본부, [2]경상대학교농업생명과학연구원/BK21Plus

Toxicity of Several Insecticides Against *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae) and *Gymnosoma rotundatum* (Diptera: Tachinidae)

Bu-Keun Chung, Eugene Lim[1], Heung-Su Lee and Chung Gyoo Park[2]
Div. of Plant Environment, Gyeongsangnam-do Agricultural Research and Extension Services, Jinju 660-985, Korea
[1]Incheon International Airport Regional Office, Animal and Plant Quarantine Agency, Incheon, Korea
[2]Institute of Agriculture and Life Science/BK21Plus, Gyeongsang National University, 501 Jinjudaero, Jinju, Gyeongnam 660-701, Korea

ABSTRACT: Toxicity of several insecticides was tested against the brown marmorated stink bug, *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae), and adult *Gymnosoma rotundatum* (Diptera: Tachinidae) in a sweet persimmon orchard. *H. halys* was captured using black light traps and *G. rotundatum* adults were collected using sticky traps lured with an aggregation pheromone, methyl-(*E,E,Z*)-2,4,6-decatrienoate of *Plautia stali*. Five insecticides, namely, bifenthrin 2 WP, buprofenzine+dinotefuran (20+15) WP, clothianidin 8 SC, dinotefuran 10 WP, and thiamethoxam 10 WP, were moderately toxic to *G. rotundatum*, resulting in 55.3% to 74.3% mortality. Bifenthrin 2 WP caused 93.1% mortality at 72 h within cages as a residual toxicity, and others caused varied mortalities.

Key words: Sweet persimmon, *Gymnosoma rotundatum*, *Halyomorpha halys*, Insecticide, Toxicity

초 록: 몇 가지 살충제에 대한 독성을 썩덩나무노린재를 대상으로 단감원에서 잔효독성으로 검증하였고 끈끈이 트랩에 유인된 뚱보기생파리 성충을 대상으로 직접분무처리 방식으로 검증하였다. 썩덩나무노린재는 흑색유아등으로 채집하였고 뚱보기생파리 성충은 갈색날개노린재 집합페로몬인 methyl-(*E,E,Z*)-2,4,6-decatrienoate을 사용해서 끈끈이트랩으로 포획하였다. 비펜트린수화제, 뷰프로페진·디노테퓨란수화제, 클로티아니딘액상수화제, 디노테퓨란수화제, 티아메톡삼입상수화제 등 5종의 살충제 중에서 비펜트린수화제가 72시간 케이지 내 잔효독성 검정결과 썩덩나무노린재에 대해 93.1%의 사충율을 나타내었고 여타 살충제들은 다양한 사충율을 보였다. 뚱보기생파리에 대한 사충율은 55.3~74.3%이었다.

검색어: 단감, 뚱보기생파리, 썩덩나무노린재, 살충제, 독성

단감원에서 과실을 직접 가해하는 주요 노린재는 썩덩나무노린재, 갈색날개노린재, 톱다리개미허리노린재이다. 이중 썩덩나무노린재의 피해가 크다(Lee et al., 2009). 단감원에서 썩덩나무노린재의 방제는 현재까지 약제 방제법에 주로 의존하고 있으며(Chung et al., 1995) 농가에 따라 약제를 연간 6~9회 살포한다(Lee et al., 2003). 단감 재배농가에서 노린재 성충의 비래 최성기에 피해가 크지 않았다가 수확한 과실에서 피해가 많이 나타나는 원인으로 생육 후반기 노린재에 대한 약효, 비래습성 등에 의구심을 가지고 접근하고 있으나 뚜렷한 해결책을 마련하지 못하고 있는 실정이다.

썩덩나무노린재는 갈색날개노린재의 집합페로몬(methyl-(*E,E,Z*)-2,4,6-decatrienoate)에 함께 유인되고(Aldrich et al., 2007), 이 때 뚱보기생파리도 동시에 유인된다(Koji and Yoshio, 2002; Jang and Park, 2010; Higaki and Adachi, 2011; Jang et al., 2011). 뚱보기생파리의 유충은 노린재과의 노린재류에 기생하는 것으로 보고되었고(Higaki, 2003; O'Hara et al., 2009), 유럽과 동북아시아지역에 넓게 분포하고 있다(O'Hara et al., 2009).

***Corresponding author:** bkchung@korea.kr
Received January 22 2014; **Revised** August 7 2014
Accepted September 12 2014

The Korean Society of Applied Entomology (KSAE) retains the exclusive copyright to reproduce and distribute for all KSAE publications.
The journal follows an open access policy.

최근에 뚱보기생파리를 생물적방제인자로서 주목하고 있다(Higaki, 2003; Jang and Park, 2010; Higaki and Adachi, 2011).

본 연구는 단감 해충으로서 썩덩나무노린재의 방제효율 증진 측면에서 효과적인 약제사용을 위하여 단감원에 사용되는 몇 가지 약제를 중심으로 각각의 충에 대한 약효를 검정하였고 부차적으로 천적자원으로서 뚱보기생파리의 보호와 연계하여 독성을 검정하였다.

재료 및 방법

실험약제

실험에 사용한 약제는 비펜트린수화제, 뷰프로페진·디노테퓨란수화제, 클로티아니딘액상수화제, 람다사이할로트린유탁제, 디노테퓨란수화제, 에토펜프록스수화제, 티아메톡삼입상수화제 등 7종의 농약이었다. 상기 농약을 시중에서 구입하여 추천농도로 희석하여 사용하였다(Table 1, 2).

썩덩나무노린재 포획 및 실험방법

2013년 7월 29일부터 8월 16일 까지 흑색유아등을 흰색 망사천(폭 120 ×길이 200 cm)이 부착된 각목 틀(최고 높이 200 cm) 위에 설치하고 저녁 7시부터 11시까지 유인되는 썩덩나무노린재 성충을 채집하였다. 채집한 썩덩나무노린재를 경상남도농업기술원 해충실험실내 항온항습실(27±1.0℃, 70±20 RH, 14L:10D)에서 아몬드를 먹이로 또 페페(*Peperomia obstusifolia* (Piperaceae))를 쉽터 겸 먹이로 하여 사육하였다. 살충시험은 경남 진주시 대곡면의 약 1개월간 약제처리하지 않았던 단감과수원에서 실험에 적당한 나무가지를 골라 추천농도로 희석한 농약을 2013년 8월 13일에 1차, 9월 23일에 2차로 살포하였다. 약제살포는 일반농가에서 널리 사용되고 있는 20리터용 knap sack 분무기를 사용하여 시험에 사용할 가지와 그 주변가지의 앞뒤에 골고루 뿌려주었다. 이 때 약액이 나뭇잎에서 흘러내리지 않을 정도로 살포하였고 같은 가지나 잎에 중복해서 뿌려지지 않도록 하였다. 시험에 사용된 가지는 길이와 잎의 무성한 정도가 모두 다 달랐지만 가지 당 약 3리터 정도 살포하였다. 가지에 직경 50 × 길이 110 cm되는 강선과 망사재질의 케이지를 씌운 다음 그 속에 썩덩나무노린재를 10~15마리 방사하여 잔효독성을 조사하였다. 시험에 사용한 공시충은 1차 시험에서는 채집하여 실내에서 사육해온 성충으로 검정하였고, 2차 시험은 실내에서 1세대 증식하여 얻은 성충으로 실험을 하였다. 성충 방사 24, 48, 72시간 후 생사충 수를 조사하였다. 생사충의 판단 기준으로서 미세한 움직임이 있는 것은 생충으로 구분하였다.

Table 1. Toxicity of several insecticides against *H. halys*

Insecticide	Spray rate	Rep.	n	Corrected mortality*					
				24 h		48 h		72 h	
bifenthrin 2 WP	1,000×	4	40	33.3	abc**	90.3	a	93.1	a
buprofenzine + dinotefuran (20 + 15) WP	2,000×	4	40	0	bcde	25.8	d	65.5	c
clothianidin 8 SC	2,000×	4	60	5.2	bcde	14.0	f	28.6	f
lambda-cyhalothrin 3 EW	3,000×	4	60	0	cde	3.5	g	8.9	g
dinotefuran 10 WP	1,000×	4	40	19.4	abcd	54.8	b	79.3	b
etofenprox 10 WP	1,000×	4	60	8.6	bcde	24.6	e	35.7	e
thiamethoxam 10 WG	2,000×	4	40	8.3	bcde	38.7	c	58.6	d

*Corrected mortality = [(treated mortality-untreated mortality)/(100-untreated mortality)] × 100.
**Tukey's HSD test at p = 0.05.

Table 2. Toxicity of several insecticides against the parasitic dipteran *G. rotundatum*

Insecticide	Spray rate	Treatment		Untreatment		Mortality (24 h)		Corrected mortality[a]
		Rep.	n	Rep.	n	Treatment	Untreatment	
bifenthrin 2 WP	1,000x	4	36	3	48	75.0±19.1**[b]	25.0±6.1	66.7
buprofenzine + dinotefuran (20 + 15) WP	2,000x	4	48	3	48	68.8±22.9**	25.0±6.1	58.3
clothianidin 8 SC	2,000x	2	20	2	14	70.0±22.0**	21.4±10.5	61.8
dinotefuran 10 WP	1,000x	3	54	3	63	66.7±17.5**	25.4±6.0	55.3
thiamethoxam 10 WG	2,000x	5	36	2	33	80.6±12.3**	24.2±3.9	74.3

[a]Corrected mortality = [(treated mortality-untreated mortality)/(100-untreated mortality)] × 100.
[b, **]t-test : significant at p = 0.01.

뚱보기생파리 포획 및 실험방법

실험에 사용한 뚱보기생파리는 갈색날개노린재 페로몬(methyl-(*E,E,Z*)-2,4,6-decatrienoate, 40 mg)을 부착한 끈끈이트랩(황색, 35 × 25 cm, 그린아그로텍)에 2013년 5월 8일부터 9월 10일까지 포획된 것이다. 포획용 끈끈이트랩은 경남 진주시 문산읍과 금산면에 소재한 단감원 3곳에서 땅에 세운 지주나 나뭇가지에 매달아 두었다. 공시충 확보를 위하여 과원 당 끈끈이트랩을 6~13개 설치하였다. 트랩을 설치한 지 24시간 정도 경과 후에 끈끈이 트랩과 트랩에 포획된 뚱보기생파리를 비닐덮개로 모두 씌운 직후 뚱보기생파리가 포획된 부위에 천공을 낸 뒤 실험실로 수거해와 추천농도로 희석한 약제를 50 ml 소형 스프레이를 사용하여 뚱보기생파리에 살포하였다. 약제 살포는 직경 약 2 cm 정도로 천공한 딱딱한 폴리에틸렌 코팅화일지로 1차 가림막을 설치한 다음, 약 30 cm 가량 떨어진 거리에서 파리 하나만 조준이 되도록 살포하였다. 이렇게 살포하였을 때 폴리에틸렌 코팅화일지 가림막의 천공을 통과하여 처리된 약량은 1.1 ml~1.2 ml 정도였다. 약제처리 후 3시간, 24시간 경과 후에 생사충수를 조사하였다. 무처리구는 증류수로 살포하였다.

시험구 배치 및 통계분석

썩덩나무노린재에 대한 약효시험은 1, 2차 시험 모두 무처리구를 배치하였다. 실험단위는 단감의 결과모지에 과실이 결실된 상태로 길이에 따라 1-3개 가지를 길이 110 cm의 케이지에 수용 가능한 것으로 하였다. 시험구배치는 약제처리시기를 집구로하고 약종을 처리로 한 단요인 집구배치법으로 하였다. 처리 간 분산분석을 하고 Tukey의 HSD 검정으로 평균간 유의차를 검정하였다(SAS Institute, 2011).

끈끈이트랩에 유인되는 뚱보기생파리 성충의 마리수가 트랩 당 4마리 이내이고, 하루 평균 23.4마리(설치한 모든 끈끈이트랩에 유인된 총 성충수는 4~56마리/일)이었다. 약제처리 당시 약제처리구와 무처리구를 병행처리하였다. 약제별 병행처리된 반복수는 약제에 따라 다소 차이가 있었지만 2-5반복으로 수행되었다. 자료분석은 t-test검정을 하였고 약제간 약효비교는 보정사충율로 검토하였다.

결과 및 고찰

Table 1에서 썩덩나무노린재에 대한 1, 2차 시험에서 집구간 고도의 유의한 차이가 있었다(24시간 후, df=1, $p<0.0002$; 48시간 후 df=1, $p<0.0001$; 72시간 후 df=1, $p<0.0001$). 1차 시험에서 무처리구의 사충율이 높게 나타났고, 그것은 썩덩나무노린재 성충을 포획한 후 공시충으로 사용하였기 때문에 또 과수원 포장의 온도가 매우 높은 8월 중순이었던 점에서 사용한 충의 나이나 영양상태에서 큰 변이가 있었던 것으로 해석된다. 반면 2차 시험은 실내에서 사육한 것으로 비교적 안정된 환경에서 사육되었기 때문으로 생각된다.

썩덩나무노린재에 대한 약효검정 결과 약제처리 24시간 후에 뚜렷한 약효를 인지하기 어려웠다. 이것은 부분적으로 썩덩나무노린재의 행동습성이 더디고 미세한 움직임을 포장상황에서 조사하기 곤란한 이유도 있었다. 시간이 경과할수록 생사충의 판단은 보다 더 용이하였고 약제처리 48시간 및 72시간 후 여타 살충제들과 유의한 약효차이를 나타내는 디노테퓨란수화제, 비펜트린수화제 중에서 비펜트린수화제의 약효가 유의하게 높았다.

본 시험에서 썩덩나무노린재에 대한 약효시험은 약제를 단감 가지에 처리하고 약액이 건조한 후 썩덩나무노린재 성충을 접종하여 약효를 조사하는 방법으로서 일정시간 강제적으로 이동을 제한한 상태에서 잔효독성에 기반한 약효 검정법을 채택하였다. 이런 방식의 약효 검정법으로 얻은 성적을 노린재에 대한 약효의 포장시험성적으로 일반화하여 해석하는 데는 많은 주의를 요한다. 이 방법은 충체에 직접 약액을 처리하여 약효를 조사하는 방법에 비하여 포장시험에 좀 더 가까운 측면은 있으나, 여전히 노린재의 이동성이나 섭식 시간에 기반을 두고 일주일이나 그 이상의 시간을 가지고 관찰하면서 나타나는 과실피해로 약효시험과 평가가 있어야 포장성적으로서 활용할 수 있는 것과 살충효력의 결과를 직접비교하는 것은 곤란하다. 본 시험성적과 관련하여 노린재에 대한 약효는 과수원에 발생하는 노린재의 종류, 월동충 여부, 주간 활동성이 높은 종과 야간 활동하면서 움직임이 약한 종 등의 구성비나 행동습성과 관련된 여러 변수에 따라 약제에 대한 감수성이나 방제효과도 다를 수 있으므로 노린재에 등록된 약제라고 하더라도 단기간 검증하는 본 시험과 피해과율에 영향을 미치는 요인이 복잡한 포장약효는 차이가 있을 수 있다고 생각된다.

최근 단감원 포장에서 노린재 피해는 유아등이나 페로몬트랩의 조사결과 8월 상순 비래최성기와 연관성이 높게 나타나기보다는 오히려 단감의 수확기에 임박한 시기에 피해가 심하고 또 적절한 방제약제를 찾는 데 애로가 많다(personal observation). 이런 관점에서 썩덩나무노린재에 대한 본시험에서 얻은 단기적인 잔효독성 검정 결과는 생육후기에 나타나는 과실피해의 증가에 대한 의미있는 결과가 될 수 있을 것이다.

뚱보기생피리에 대한 약효검정 결과(df=9, t=10.49, $p<0.001$), 처리구와 쌍을 이룬 무처리구에서 고도의 유의성을 보였다. 이

들 자료를 보정사충율로 비교검토하였을 때 티아메톡삼입상수화제에 대한 약제 감수성이 비교적 높게 나타났고 여타 약제는 거의 비슷한 경향을 보였다.

본 시험에서 뚱보기생파리가 썩덩나무노린재를 직접적으로 기생하는지 여부는 확인하지 않았다. 비록 뚱보기생파리의 썩덩나무노린재 기생으로 인한 썩덩나무노린재의 밀도 조절 기능은 배제하더라도, 뚱보기생파리의 갈색날개노린재 밀도조절 기능(Higaki, 2003; O'Hara et al., 2009)은 여전히 유효하다. 단감을 재배하는 경남지역 중에서 더 따뜻한 경남의 동부지역인 김해지역은 썩덩나무노린재보다 갈색날개노린재의 밀도가 다소 우점하는 것으로 과수농가에서 언급하고 있는 점을 고려해 볼 때 뚱보기생파리에 대한 독성검정 결과는 의미있는 결과일 것이다.

사 사

본 논문은 농촌진흥청 연구과제 PJ907109062013의 일부로 수행되었다. 본 논문의 실험과 관련하여 김정윤, 정은주, 박신혁, 황은진, 김종숙, 여환진씨가 수고하였다.

Literature Cited

Aldrich, J.R., Khrimian, A., Camp, M.J., 2007. Male-mediated aggregation of male, female, and 5th instar southern green stink bugs and concomitant attraction of a tachinid parasite, *Trichopoda pennipes*. Entomol. Exp. Appl. 27, 117-126.

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

Higaki, M., Adachi, I., 2011. Response of a parasitoid fly, *Gymnosoma rotundatum* (Linnaeus) (Diptera: Tachinidae) to the aggregation pheromone of *Plautia stali* Scott (Hemiptera: Pentatomidae) and its parasitism of hosts under field conditions. Biol. Control. 58, 215-221.

Higaki, M., 2003. Development of a tachinid parasitoid, *Gymnosoma rotundatum* (Diptera: Tachinidae) on *Plautia crossota stali* (Heteroptera: Pentatomidae), and its effects on host reproduction. Appl. Entomol. Zool. 38, 215-223.

Jang, S.A., Cho, J.H., Park, G.M., Choo, H.Y., Park, C.G., 2011. Attraction of *Gymnosoma rotundatum* (Diptera: Tachinidae) to different amounts of *Plautia stali* (Hemiptera: Pentatomidae) aggregation pheromone and the effect of different pheromone dispensers. J. Asia-Pac. Entomol. 14, 119-121.

Jang, S.A., Park, C.G., 2010. *Gymnosoma rotundatum* (Diptera: Tachinidae) attracted to the aggregation pheromone of *Plautia stali* (Hemiptera: Pentatomidae). J. Asia-Pac. Entomol. 13, 73-75.

Koji, M., Yoshio, O., 2002. Attraction of a synthetic aggregation pheromone of the brown-winged green bug, *Plautia crossota stali* Scott to its parasitoids, *Gymnosoma rotundatum* and *Trissolcus plautiae*. Proc. Assoc. Pl. Prot. Kyushu. 48, 76-80.

Lee, D.W., Park, J.W., Kim, Y.S., Park, C.G., Choo, H.Y., 2003. An aspect of quarantine insect pest occurrence with different management system in sweet persimmon orchard. Kor. J. Pesti. Sci. 7, 228-237.

Lee, H.S., Chung, B.K., Kim, T.S., Kwon, J.H., Song, W.D., Rho, C.W., 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, 485-493.

O'Hara, J.E., Shima, H., Zhang, C., 2009. Annotated catalogue of the Tachinidae (Insecta: Diptera) of China. Zootaxa 2190, 1-236, Auckland, New Zealand; Magnolia Press.

SAS Institute, 2011. User's guide, ver. 9.2. SAS Institute, Cary, N.C., U.S.A.