

줄점팔랑나비 (*Parnara guttata*)에 대한 몇 가지 살충제의 활성과 아치사농도에 의한 영향

오흥규* · 이영수 · 이상계 · 박형만 · 최용석¹ · 류갑희 · 장영덕²

농업과학기술원 작물보호부, ¹충남농업기술원, ²충남대학교

요약 : 본 연구는 국내에서 현재 시판되고 있는 살충제 12종에 대한 줄점팔랑나비 (*Parnara guttata*)의 발육 단계별 약제감수성 및 아치사농도가 암컷성충의 수명, 산란전기, 산란수, 그리고 차세대의 부화율 및 발육에 미치는 영향을 조사하였다. 알에 대해서는 fenitrothion과 fenthion, cartap hydrochloride, imidacloprid, ethofenprox가 높은 활성을 나타내었다. 시험에 사용한 모든 약제는 1~2령 유충에 대해서 활성을 나타내었으며, 5령 유충에 높은 살충활성을 보인 약제는 fenitrothion, fenthion, ethofenprox, fipronil, methoxyfenozide, tebufenozide and *Bt. var. kurstaki*였다. 3~4령기에 LC₅₀ 수준의 약제처리 후 생존한 유충으로부터 우화된 성충과 그 차세대에 대한 영향은 대부분의 약제에서 관찰되었다. Fenthion, tebufenozide, cartap hydrochloride, methoxyfenozide, ethofenprox, imidacloprid, fipronil은 암컷성충의 수명을 단축시키는 것으로 조사되었다. BPMC, imidacloprid, ethofenprox, fipronil, methoxyfenozide는 암컷성충의 산란전기를 지연시키고 산란수를 감소시켰는데, ethofenprox가 처리된 경우는 전혀 산란을 하지 않았다. 알의 부화율은 fenitrothion을 제외한 모든 약제에서 감소하였으며, 그 중 imidacloprid와 fipronil의 경우 알은 전혀 부화하지 않았다. 또한, IGR제인 methoxyfenozide와 tebufenozide는 차세대 유충의 발육에도 영향을 주었다.(2002년 11월 1일 접수, 2002년 12월 13일 수리)

Key words : *Parnara guttata*, toxicity, sublethal effect, next generation

서론

줄점팔랑나비 (*Parnara guttata* Bremer et Grey)는 나비목 (Lepidoptera), 팔랑나비상과 (Hesperioidea), 팔랑나비과 (Hesperiidae)에 속하는 해충으로 한국, 일본, 중국 등을 포함해 주로 아시아지역에 분포하는 것으로 알려져 있다 (Nakasuji, 1982; Jana 등, 1994; Zhou 등, 1995). 일본의 경우 1950년 대발생한 이후 1984년에는 23,000 ha에 해당하는 면적에 피해가 보고된 바 있다 (Emura와 Naito, 1988). 줄점팔랑나비는 연 2~3회 발생하는데, 피해를 심하게 끼치는 것은 벼 출수기에 발생하는 2화기 유충으로 출수불량으로 인한 수량감소의 우려가 크다 (Emura와 Naito, 1988). 또한, 줄점팔랑나비 유충은 광식성으로 (Nakasuji, 1982) 벼 잎을 가해함으로써 피해를 주는데 부화유충부터 벼 잎을 세로로 말거나 또는 몇 개의 잎을 철해놓고 그

속에 숨어있으면서 가해하며 유충으로 벼과식물에서 월동한다 (Nakasuji와 Kimura, 1984).

줄점팔랑나비는 국내에서 아직까지 큰 문제는 되고 있지 않으나, 잠재해충으로 섭식량이 크기 때문에 대 발생시 큰 피해가 우려되므로 그 방제대책이 요구된다. 하지만 현재까지 국내에서는 이 해충의 방제에 대한 연구가 미흡한 실정이다. 국외의 사례를 보면 Shu 등 (2000)은 *Bacillus thuringiensis*의 cry1Ab gene 형질전환 벼가 줄점팔랑나비의 방제에 매우 가능성이 있음을 보고한 바 있으나, 줄점팔랑나비에 대한 행동 습성과 피해정도에 대한 연구가 주를 이루고 있는 실정이다 (Nakasuji와 Honda, 1979; Nakasuji 등, 1986; Kidokoro, 1992; Takahashi, 1996).

살충효과는 크게 약제의 직접적인 살충효과와 아치사농도에 의한 활성효과로 나눌 수 있다. 직접적인 살충효과와 더불어 아치사농도에 의한 활성효과는 행동상의 변화를 통해 해충의 개체군 밀도를 감소시킬 뿐만 아니라 유용 천적의 보호와 약제에 대한 해충의

*연락처

저항성발달 속도를 저하시킬 수 있다는 점에서 매우 중요하다고 할 수 있다 (Yang과 Du, 1996).

따라서, 본 연구의 목적은 국내에서 벼의 주요해충에 등록되어 있는 약제들을 중심으로 발육단계별로 약제감수성을 비교하고, 아치사농도의 영향을 조사함으로써 방제대책의 기초자료로 활용하고자 하였다.

재료 및 방법

시험곤충

줄점팔랑나비는 충남 서천군 비인면 벼포장에서 채집한 것을 실내에서 10% 설탕물과 벼 잎 (추청)을 제공하여 아크릴사육상 (30 cm × 30 cm × 60 cm)에서 누대사육하면서 시험에 이용하였다. 실내사육조건은 온도 25~28°C, 광주기 16 L : 8 D, 상대습도는 60~70%로 유지하였다.

시험약제

본 시험에 사용한 살충제는 현재 국내에서 시판되고 있는 유기인계 2종, 카바메이트계 3종, 피레스로이드계 1종, 네오니코티노이드계 1종, 페닐피라졸계 1

종, IGR계 2종 그리고 미생물계로 2종 등 총 12종의 약제를 이용하였으며, 이들의 일반명, 상품명, 제형, 유효성분함량 및 추천농도는 표 1과 같다. 미생물계 살충제의 추천농도와 LC₅₀값은 유효성분함량을 100%로 간주하여 ppm으로 환산하였다.

발육단계별 약효 시험

발육단계별 약효 시험은 Ahn 등 (1992b)의 방법에 준하여 실시하였다. 알에 대한 시험은 벼 유묘 (10일묘)에 1일간 산란시킨 알 (20~30개/반복)을 소정약액에 30초간 침지한 후 부화율을 조사하였다. 유충에 대해서는 1~2령 (부화 후 3일), 3~4령 (부화 후 8일), 5령 (부화 후 12일)의 3단계로 나누어 실시하였다. 벼 잎 (50일묘)을 소정약액에 30초간 침지하고 음건한 후 탈지면이 깔린 원통형 아크릴 사육상 (직경 14 cm × 높이 7 cm)에 넣고 유충 (10마리/반복)을 접종하였다. 약제처리 48시간 후에 사충수를 조사하였으며, Finney (1971)의 probit 분석법에 의해 LC₅₀값을 산출하였는데, 유충을 붓으로 몸을 뒤집어 놓은 후 몸을 바로 세우지 못하는 것을 치사한 것으로 하였다. 한편, IGR 약제의 경우는 약제의 특성을 고려하여 5일

Table 1. Insecticides used in the study of toxicity

Common name	Trade name	AI ^{a)} (%) & formulation	Recommended concentration (ppm)
Organophosphates			
Fenitrothion	Sumithion	50 EC	500
Fenthion	Lebaycid	50 EC	500
Carbamates			
BPMC	Bassa	50 EC	500
Carbaryl	Sevin	50 WP	500
Cartap hydrochloride	Padan	50 SP	500
Neonicotinoids			
Imidacloprid	Cornfidor	8 SC	40
Pyrethroids			
Ethofenprox	Trebon	20 EC	200
Phenylpyrazoles			
Fipronil	Regent	5 SC	50
Insect growth regulators			
Methoxyfenozide	Runner	21 SC	210
Tebufenozide	Mimic	8 WP	80
Bioinsecticides^{b)}			
<i>B.t.</i> var. aizawai	XenTari	8.5 BIU/kg SC	1000
<i>B.t.</i> var. kurstaki	Thuricide	16 BIU/kg WP	1000

^{a)} Active ingredient.

^{b)} The recommended concentrations of bioinsecticides were calculated via considering A.I. as 100 percent.

후까지 조사하였다. 모든 시험은 3반복으로 하였다.

컷이 산란한 알의 부화율 및 부화한 유충들의 용화율을 조사하였다. 모든 시험은 3반복으로 하였다.

아치사농도에 의한 영향

아치사농도로써 LC₄₀의 약액을 3~4령 (10마리/반복, 3반복) 유충에 처리하고 생존한 개체에겐 신선한 벼 잎을 제공하여 우화시킨 후 차세대에 미치는 영향을 보기 위해 같은 날 우화한 암수 한 쌍씩을 사육용기 (30 cm × 30 cm × 60 cm)에 넣고 암컷성충의 수명, 산란전기, 암컷 한 마리 당 일일산란수, 그리고 그 암

결과 및 고찰

발육단계별 약제감수성

줄점팔랑나비에 대한 각 약제의 발육단계별 LC₅₀값은 표 2와 같다. 알에 대해서 높은 활성을 보인 약제는 fenitrothion과 fenthion, cartap hydrochloride, imida-

Table 2. Comparative toxicities of 12 insecticides on different developmental stages of *Parnara guttata* under laboratory condition

Insecticide	LC ₅₀ (ppm) (FL ^a)				
	Egg ^b	Larva ^c			LC ₉₀ (ppm)
		1st~2nd	3rd~4th	5th	3rd~4th
Organophosphates					
Fenitrothion	5.8 (4.7~7.3)	18.8 (15.3~23.3)	40.4 (31.9~51.0)	55.9 (44.3~70.7)	93.6 (70.6~149.9)
Fenthion	2.8 (2.0~3.7)	17.5 (13.5~22.4)	34.9 (26.5~45.0)	32.1 (23.7~42.0)	95.0 (69.2~162.6)
Carbamates					
BPMC	263.7 (176.6~505.1)	244.4 (174.5~319.5)	869.3 (611.8~1401.6)	> 2000	> 2000
Carbaryl	137.3 (84.6~227.0)	501.3 (406.1~615.6)	1187.8 (846.0~2002.6)	1296.2 (943.3~2121.3)	> 2000
Cartap hydrochloride	34.4 (27.7~43.0)	37.9 (28.7~50.3)	247.2 (189.5~322.2)	303.1 (234.0~397.0)	704.7 (502.8~1250.0)
Neonicotinoids					
Imidacloprid	8.5 (6.3~11.3)	18.7 (14.9~23.6)	115.9 (88.7~150.8)	120.1 (92.6~155.4)	329.4 (235.9~580.0)
Pyrethroids					
Ethofenprox	8.5 (5.0~13.8)	4.8 (2.9~7.5)	5.6 (3.8~7.5)	11.2 (8.6~14.4)	18.3 (12.9~34.7)
Phenylpyrazoles					
Fipronil	80.4 (50.5~149.2)	0.3 (0.2~0.4)	0.4 (0.3~0.5)	0.4 (0.3~0.6)	1.1 (0.8~2.3)
IGRs					
Methoxyfenozide	198.1 (125.4~281.2)	2.7 (1.1~4.5)	2.9 (1.6~5.1)	3.2 (1.3~5.6)	6.5 (4.2~9.1)
Tebufenozide	152.6 (97.7~231.5)	6.4 (3.8~8.1)	5.1 (3.2~7.8)	5.9 (3.9~8.4)	13.2 (10.2~16.7)
Bioinsecticides^d					
<i>B.t.</i> var. <i>aizawai</i>	> 2000	602.6 (387.8~845.3)	426.5 (267.4~612.9)	455.3 (315.7~611.5)	972.4 (561.2~1441.5)
<i>B.t.</i> var. <i>kurstaki</i>	505.6 (309.3~830.4)	87.4 (54.9~132.8)	57.2 (37.6~84.4)	60.7 (44.3~83.2)	431.8 (211.8~715.2)

^a) Fiducial limit.

^b) Egg-hatch suppression (sample size, 20~30 eggs/replicate, 3 replicates/treatment).

^c) Mortality (sample size, 10 larvae/replicate, 3 replicates/treatment).

^d) The LC₅₀ and LC₉₀ of bioinsecticides were calculated via considering A.I. as 100 percent.

clopid, ethofenprox로 이들의 LC_{50} 값은 각각 5.8, 2.8, 34.4, 8.5, 8.5 ppm이었다. 유충에 대해서 높은 살충활성을 나타낸 약제는 fenitrothion, fenthion, cartap hydrochloride, imidacloprid, ethofenprox, fipronil, methoxyfenozide 및 tebufenozide 이었는데, 이 중에서 imidacloprid와 cartap hydrochloride는 3령 이상의 유충에 대해서는 활성이 현저히 떨어져 5령의 경우 1~2령 대비 약 6~8배 정도 활성이 감소하였다. 영기가 진행됨에 따라 약제감수성이 낮아지는 것은 일반적인 현상으로 (Ahn 등, 1992a; Cho 등, 1996; Choi 등, 1999), 본 실험에서도 이와 같은 경향을 보였는데, IGR계와 미생물계는 그 차이가 미미하거나 오히려 증가하기도 하였다. 곤충생장조절제가 영기별 약제감수성이 유사하다는 것은 여러 결과에서 볼 수 있다 (Park 등, 1992; Smagghe와 Degheele, 1992; Choi 등, 1999). 한편, IGR계 살충제인 methoxyfenozide와 tebufenozide, 미생물계 살충제인 *Bt. var. aizawai*와 *Bt. var. kurstaki*, 그리고 phenylpyrazole계 살충제인 fipronil은 살란효과는 낮았지만 유충에 대해서는 활성이 높았다. IGR계 살충제의 살란효과에 대해서는 상반된 결과들이 보고되어 있다. Trisyono와 Chippendale (1998)는 Southwestern corn borer (*Diatraea grandiosella*)에 대한 tebufenozide의 살란효과가 있음을 보고한 반면 Monthean과 Potter (1992)는 RH 5849가 Park 등 (1999)은 methoxyfenozide와 tebufenozide가 각

각 담배나방과 집파리에 대해서 살란효과가 없음을 보고하였다. 이와 같은 상반된 결과에 대해서 정확한 원인은 알 수 없지만 곤충 종에 따른 선택독성에서 기인하는 것으로 보는 견해도 있다 (Choi 등, 1999). 또한, Durham 등 (2002)은 European corn borer (*Ostrinia nubilalis*)에 대한 시험에서 fipronil은 유충의 표피층을 통해 천천히 침투되어 독성을 나타낸다고 보고하였다. BPMC와 imidacloprid는 주로 멸구류를 포함한 매미목, 노린재목과 같은 흡즙성 해충의 방제에 사용되고 있는 약제로 (Ahmed 등, 2001; Palumbo 등, 2001; Korea Crop Protection Association, 2002) 나비목인 줄점팔랑나비에 대해서는 활성이 낮았다. Choi 등 (1996)은 BPMC의 버멸구와 등검은황록장님노린재에 대한 선택독성을 보고하였지만 나비목해충에 대한 BPMC의 방제에 관한 연구는 미미하다. Travis와 Foster (2000)는 배추좀나방에 대한 약제시험에서 imidacloprid가 효과가 낮았음을 보고하였다.

아치사농도에 의한 영향

표 3은 줄점팔랑나비 3~4령충에 12종의 약제를 LC_{40} 으로 처리한 후 암컷수명, 산란전기, 산란수를 조사한 결과이다. 암컷수명의 수명은 fenthion, tebufenozide, cartap hydrochloride, methoxyfenozide, ethofenprox, imidacloprid, fipronil 순으로 낮게 나타났는데 그 범위는 4.2~6.7일로서 무처리의 15.3일과 비교하여 27.5~

Table 3. Sublethal effects of 12 insecticides on longevity, preoviposition period and reproduction of *P. guttata* treated at the 3rd to 4th larval instar

Insecticides	n	Female adult longevity (days)	Preoviposition period (days)	No. of Eggs laid/♀/day
Fenitrothion	30	13.8±4.2 a ^{a)}	2.7±0.5 cd	37.0±8.7 ab
Fenthion	30	4.2±2.3 c	2.6±0.6 cd	25.0±5.0 b
BPMC	30	9.2±1.6 abc	5.2±0.4 ab	28.4±6.4 b
Carbaryl	30	12.4±1.5 ab	2.2±0.3 cd	6.3±3.3 c
Cartap hydrochloride	30	5.3±2.8 c	2.9±0.4 cd	9.2±2.5 c
Imidacloprid	30	6.6±2.4 bc	5.9±1.0 a	1.4±0.4 c
Ethofenprox	30	5.6±3.1 bc	-	-
Fipronil	30	6.7±1.2 bc	3.8±0.5 bc	3.7±3.0 c
Methoxyfenozide	30	5.4±1.6 c	3.3±0.8 bc	4.9±3.5 c
Tebufenozide	30	4.5±2.5 c	3.7±0.6 bcd	8.7±3.3 c
<i>B.t. var. aizawai</i>	30	10.3±2.4 abc	2.7±0.8 cd	32.0±10.8 b
<i>B.t. var. kurstaki</i>	30	9.4±2.3 abc	2.8±0.7 cd	30.7±5.8 b
Control	30	15.3±3.2 a	2.0±0.2 d	51.8±10.5 a

^{a)}Means followed by the same letters are not significantly different (p=0.05; Duncan's multiple range test)

Table 4. Sublethal effects of 12 insecticides on the next generation of *P. guttata* treated at the 3rd to 4th larval instar

Insecticides	n	% egg hatch	Pupation (%)
Fenitrothion	100	71.3±9.0 ab ³⁾	78.3±7.6 ab
Fenthion	100	50.3±7.8 bcd	75.7±10.1 ab
BPMC	100	51.3±16.0 bcd	67.7±3.5 ab
Carbaryl	100	25.3±9.6 d	70.7±7.6 ab
Cartap hydrochloride	100	34.7±5.5 cd	74.3±5.5 ab
Imidacloprid	50	-	-
Fipronil	50	-	-
Methoxyfenozide	100	32.7±8.1 cd	43.7±7.1 cd
Tebufenozide	100	28.3±9.1 cd	34.3±6.0 d
<i>B.t.</i> var. aizawai	100	57.3±10.7 bc	69.3±4.5 ab
<i>B.t.</i> var. kurstaki	100	50.7±9.5 bcd	75.7±5.9 ab
Control	100	88.3±9.6 a	82.0±4.6 a

³⁾Means followed by the same letters are not significantly different (p=0.05; Duncan's multiple range test)

43.8%로 단축되었다. 암컷성충의 산란수는 fenitrothion을 제외한 모든 약제에서 저하되었는데, ethofenprox의 경우는 전혀 산란을 하지 않았으며, imidacloprid, fipronil, methoxyfenozide, carbaryl, tebufenozide, cartap hydrochloride가 처리된 경우 산란수는 2.7~17.8%까지 줄어드는 것으로 나타났다. Choi 등 (1996)은 BPMC의 아치사농도가 벼멸구의 산란수를 감소시킨다고 보고하기도 하였다. Yang과 Du (1996)는 피레스로이드계 살충제인 deltamethrin을 아치사농도로 처리한 결과 Asian corn borer (*Ostrinia furnacalis*) 암컷성충의 성페로몬의 합성에 영향을 주었다고 보고하기도 했는데, deltamethrin과 같은 계통의 약제인 ethofenprox도 그와 유사한 영향을 준 것으로 생각된다. 즉, 성페로몬의 합성에 영향을 받은 개체간에 정상적인 교미가 이루어지지 않아 산란수가 줄어드는 것으로 추측된다.

산란전기에 영향을 미친 약제로는 imidacloprid, BPMC, fipronil, methoxyfenozide였으며, 특히 imidacloprid의 경우는 무처리와 비교하여 산란전기가 3배 가량 연장되었다.

3~4령기의 유충에 약제가 처리되었던 성충이 산란한 알의 부화율은 fenitrothion을 제외한 모든 약제에서 감소하는 경향을 보였다(표 4). 이들 약제들 중 imidacloprid와 fipronil의 경우 산란된 알이 전혀 부화하지 않았다. 또한, IGR계 살충제인 methoxyfenozide와 tebufenozide는 차세대 유충의 용화율에도 영향을 미치는 것으로 나타났다. Fila 등 (2002)은 파밤나방 (*Spodoptera exigua*)의 유충을 fenitrothion에 노출시킬 경우 알의 기형화가 유도되어 결국 개체군의 밀도가

낮아진다고 보고하였는데, 본 시험에서 fenitrothion에 의한 알의 기형 여부는 조사되지 않았으나, 산란수나 산란된 알의 부화율에는 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다. 한편, Trisyono와 Chippendale (1998)은 아치사농도의 methoxyfenozide와 tebufenozide가 Southwestern corn borer (*Diatraea grandiosella*) 유충의 발육을 지연시키고 변태기 무게 및 성충 우화율을 감소시킨다고 보고하였으며, Choi 등 (1999)은 tebufenozide가 벼줄나무방패벌레의 성충수명, 생식 및 부화율에도 영향을 미쳤다고 보고하였고, 또한 tebufenozide는 점박이응애 및 칠레이리응애의 산란수도 감소시키는 것으로 보고되어 있다 (Yoo와 Kim, 2000).

이상의 결과를 종합해 볼 때, 줄점팔랑나비는 BPMC와 imidacloprid를 제외한 대부분의 약제들에 대해서 약제 감수성이 매우 높은 것으로 나타났다. 특히, ethofenprox, fipronil, methoxyfenozide, tebufenozide와 같은 약제들은 약제살포 시 개체군의 밀도를 직접 감소시키고 차세대에도 큰 영향을 주기 때문에 차세대의 밀도억제에도 유용할 것으로 생각된다.

인용문헌

Ahn, Y. J., G. H. Kim and K. Y. Cho (1992a) Susceptibility of embryonic and postembryonic developmental stages of *Riptortus clavatus* (Hemiptera : Alydidae) to diflubenzuron. Korean J. Appl. Entomol. 31(4):480~485.

Ahn, Y. J., G. H. Kim, N. J. Park and K. Y. Cho

- (1992b) Establish of bioassay system for developing new insecticides II. Differences in susceptibilities of the insect species to insecticides according to different application methods. *J. Appl. Entomol.* 31(4):452~460.
- Ahmed, N. E., H. O. Kanan, S. Inanaga, Y. Q. Ma and Y. Sugimoto (2001) Impact of pesticide seed treatments on aphid control and yield of wheat in the Sudan, *Crop Protec.* 20(10):929~934.
- Cho, J. R., W. R. Song, S. Y. Hwang, H. S. Kim and J. O. Lee (1996) Age-related susceptibility of *Spodoptera litura* larva to some insecticides. *Korean J. Appl. Entomol.* 35(3):249~253.
- Choi, B. R., K. L. Heong, J. O. Lee, J. K. Yoo and C. J. Park (1996) Effects of sublethal doses of insecticides on the brown plant hopper, *Nilaparvata lugens* (Homoptera: Dephacidae) and mirid predator, *Cyrtorhinus lividipennis* Reuter (Hemiptera: Miridae). *Korean J. Appl. Entomol.* 35(1):52~57.
- Choi, M. Y., J. W. Kim and G. H. Kim (1999) Effect of tebufenozide on embryonic and postembryonic development of sycamore lace bug, *Corythucha ciliata* (Hemiptera: Tingidae). *Korean J. Pestic. Sci.* 3(2):74~80.
- Durham, E. W., B. D. Siegfried and M. E. Scharf (2002) In vivo and in vitro metabolism of fipronil by larvae of the European corn borer *Ostrinia nubilalis*. *Pest Manag. Sci.* 58(8):799~804.
- Emura, K. and A. Naito (1988) 埼玉縣農業試験場研究報告. 43:36~43 (in Japanese).
- Fila, K., Z. Adamski and K. Ziemnicki (2002) Exposure to fenitrothion causes malfunctions of *Spodoptera exigua* Hubn. (Lep., Noctuidae) eggs. *J. Appl. Entomol.* 126(2~3):114~118.
- Finney, D. J. (1971) Probit analysis, estimation of the median effective dose. Cambridge Univ. Press. Cambridge England. pp. 19~47.
- Jana, A. K., M. L. Chatterjee and M. R. Ghosh (1994) Biology and seasonal incidence pattern of rice skippers, *Parnara* spp. in West Bengal. *J. Insect Sci.* 7(1):108~109.
- Kidokoro, T. (1992) Occurrence of rice-plant skipper, *Parnara guttata guttata*, (Lepidoptera: Hesperidae) in north Japan and possibility of immigration from south Japan. *Jpn. J. Appl. Ent. Zool.* 36(2):89~93.
- Korea Crop Protection Association. 2002. Agrochemicals Use Guide Book.
- Monthean, C. and D. A. Potter (1992) Effects of RH 5849, a novel insect growth regulator, on Japanese beetle (Coleoptera: Scarabaeidae) and fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) in turfgrass. *J. Econ. Entomol.* 85(2):507~513.
- Nakasuji, F. (1982) Seasonal changes in native host plants of a migrant skipper, *Parnara guttata* Bremer et Grey (Lepidoptera: Hesperidae). *Appl. Ent. Zool.* 17(1):146~148.
- Nakasuji, F. and M. Kimura (1984) Seasonal polymorphism of egg size in a migrant skipper butterfly, *Parnara guttata guttata* (Lepidoptera: Hesperidae). *Kontyu, Tokyo.* 52:253~259.
- Nakasuji, F. and H. Honda (1979) A simple method for mass-rearing of the rice skipper, *Parnara guttata guttata* (Lepidoptera : Hesperidae). *Jpn. J. Appl. Ent. Zool.* 23(2):118~120.
- Nakasuji, F., Kimura, M. and R. Nishida (1986) Seasonal changes of oviposition-grass preference in a migrant skipper *Parnara guttata guttata* (Lepidoptera : Hesperidae). *Appl. Ent. Zool.* 21(1):171~173.
- Palumbo, J. C., A. R. Horowitz and N. Prabhaker (2001) Insecticidal control and resistance management for *Bemisia tabaci*. *Crop Protec.* 20(9):739~765.
- Park, N. J., K. S. Jang, J. R. Cho and K. Y. Cho (1992) Effect of RH 5849, an ecdyson antagonist, on feeding and growth of tobacco cutworm (*Spodoptera litura* Fabricius) larvae. *Korean J. Appl. Entomol.* 31(4):475~479.
- Park, C. G., S. Y. Choe, J. S. Kim, D. H. Kim and H. S. Lee (1999) Fecundity and egg viability of house fly exposed to insect growth regulators. *Korean J. Vet. Res.* 39(3):602~608.
- SAS institute (1991) SAS/STAT user's guide: statistics, version 6.04. pp. 125~154. SAS institute, Cary, N. C., USA.
- Shu, Q., G. Ye, H. Cui, X. Cheng, Y. Xiang, D. Wu, M. Gao, Y. Xia, C. Hu, R. Sardana and I. Altosaar (2000) Transgenic rice plants with a synthetic cry1Ab

- gene from *Bacillus thuringiensis* were highly resistant to eight lepidopteran rice pest species. *Mole. Breeding*. 6(4):433~439.
- Smagghe, G. and D. Degheele (1992) Effect of the nonsteroidal ecdysteroid agonist RH 5849 on reproduction of *Spodoptera littoralis*(Lepidoptera: Noctuidae). *Parasitica*. 48(1):23~29.
- Takahashi, A. (1996) Catch of rice skipper, *Parnara guttata guttata* Bremer et Grey (Lepidoptera: Hesperidae) by yellow colored sticky traps placed on Ushinoshippe, Hemarthria sibirica Ohwi field. *Jpn. J. Appl. Ent. Zool.* 40(1):77~79
- Travis, A. H. and R. E. Foster (2000) Effect of Insecticides on the Diamondback Moth (Lepidoptera: Plutellidae) and Its Parasitoid *Diadegma insulare* (Hymenoptera: Ichneumonidae). *J. Econ. Entomol.* 93(3):763~768.
- Trisyono, A. and G. M. Chippendale (1998) Effect of the ecdysone agonists, RH-2485 and tebufenozide, on the southwestern corn borer, *Diatraea grandiosella*. *Pest. Sci.* 53(2): 177~185.
- Yang, Zhi-Hua and Jia-Wei Du (1996) Effects of Sublethal Neurotoxicants on the Chemical Communication System and PBAN Activity of Asian Corn Borer, *Ostrinia furnacalis* (Guene). *Proc. Int. Symp. Insect Pest Control with Pheromones*, pp.153~163.
- Yoo, S. S. and S. S. Kim (2000) Comparative toxicity of some pesticides to the predatory mite, *Phytoseiulus persimilis* (Acarina: Phytoseiidae) and the twospotted spider mite, *Tetranychus urticae* (Acarina:Tetranychidae). *Korean J. Entomol.* 30(4):235~541.
- Zhou, J. D., X. G. Zeng, G. Zhao and W. G. Song (1995) A study on the source of population of *Parnara guttata* Bremer et Grey and its application. *Plant Proc.* 19:6, 23 (in Chinese).

Activity and sublethal effects of several insecticides to the rice skipper, *Parnara guttata* Bremer et Grey (Lepidoptera : Hesperidae)

Hong-Kyu, Oh*, Young-Su Lee, Sang-Gae Lee, Hyung-Man Park, Yong-Seok Choi¹, Gab-Hee Ryu and Young-Duck Chang² (*National Institute of Agricultural Science & Technology, RDA, Suwon, 441-707, Korea and* ¹*Chung-nam Agricultural Research and Extension Service, Taejon, 138-42, Korea,* ²*Chung-nam National University, Taejon, 305-764, Korea)*

Abstract : This study was carried out not only to investigate the toxicities of 12 registered insecticides on different developmental stages, but also to determine the sublethal effects on longevity and reproduction of newly emerged adult female and development of the next generation in the rice skipper, *Parnara guttata*. Fenitrothion, fenthion, cartap hydrochloride, ethofenprox highly suppressed egg-hatch. All insecticides treated showed high larvicidal activity on the 1st to 2nd instar larva. The insecticides showed higher larvicidal activities on the 5th instar larva were fenitrothion, fenthion, ethofenprox, fipronil, methoxyfenozide, tebufenozide and *Bt.* var. kurstaki. The sublethal doses of fenthion, tebufenozide, cartap hydrochloride, methoxyfenozide, ethofenprox, imidacloprid and fipronil shortened the longevities of newly emerged adult female from the treated larva (3~4 instar). BPMC, imidacloprid, ethofenprox, fipronil and methoxyfenozide delayed the preoviposition periods of adult females and decreased the number of eggs laid when they were treated at the larval stages of the previous generation. Ethofenprox caused severe sublethal effects on *P. guttata* offspring, completely blocking the production. All insecticides except fenitrothion affected the egg viability, and all eggs from the adult females emerged from the survivors treated larvae with imidacloprid or fipronil fail to hatch. IGRs, methoxyfenozide and tebufenozide showed an adverse effect on the development of next generation larva.

*Corresponding author (Fax: +82-31-290-0521 , E-mail : hkoh@rda.go.kr)