

## 담배거세미나방의 유충에 처리된 살충제 아치사농도가 용기간, 우화율, 성충수명 및 산란에 미치는 영향

배순도\* · 김현주 · 홍연규 · 조현제

작물과학원 영남농업연구소 식물환경과

### Effects of Sublethal Concentration of Insecticides On the Pupal Duration, Emergence, Adult Longevity and Oviposition of Tobacco Cutworm, *Spodoptera litura* (Fab.) (Lepidoptera: Noctuidae)

Soon-Do Bae\*, Hyun-Ju Kim, Yeon-Kyu Hong and Hen-Je Cho

Plant Environ. Div., Yeongnam Agricul. Research Inst. Nat. Inst. of Crop Science, RDA, Milyang, 627-130, Republic of Korea

**ABSTRACT :** This study was conducted to determine the effect of sublethal concentrations ( $LC_{10}$  and  $LC_{30}$ ) of insecticides on pupal duration, emergence, adult longevity and oviposition of tobacco cutworm, *Spodoptera litura* Fabricius, when 3rd instar larva of tobacco cutworm was treated with insecticides of chlorpyrifos, ethofenprox, chlorfenapyr-bifenthrin and hexaflumuron-chlorpyrifos. Pupal duration of female and male were 6.9 days and 8.0 days at untreated, and were 7.2 to 7.6 days and 8.3 to 8.6 days at insecticide treatment, respectively. Thus pupal duration at the insecticide treatment was slightly longer than that at the untreated, and that of the males was slightly longer than that of the females even though significant difference between sublethal concentrations and among insecticides was not observed. Percent emergence was 88% at untreated and ranged from 79% to 95%, in particular which showed above 91% treated with chlorfenapyr-bifenthrin and ethofenprox, at insecticide treatment. Adult longevity was 7.7 days and 7.9 days for female and male at untreated respectively, and 7.1 to 8.4 days for female and 7.7 days to 9.0 days for male at treatment. There was a significant difference between insecticides and sublethal concentrations of insecticides except showed the longest adult longevity at hexaflumuron-chlorpyrifos treatment. Total number of eggs laid were less at treatment (778-948) than that (1,010) at untreated regardless of sublethal concentrations of insecticides. Accordingly the pupal duration and oviposition of tobacco cutworm were affected at the insecticide treatment of sublethal concentration.

**KEY WORDS :** *Spodoptera litura*, Larva, Sublethal concentration, Pupal duration, Adult longevity, Oviposition

**초 록 :** 담배거세미나방의 유충에 처리된 살충제의 아치사농도( $LC_{10}$  및  $LC_{30}$ )가 용발육, 성충수명 및 산란에 미치는 영향을 조사하였다. 용기간은 무처리의 암컷과 수컷에서 각각 6.9일과 8.0일, 살충제 처리에서 각각 7.2-7.6일과 8.3-8.6일로 무처리보다 살충제 처리에서 길었으나 살충제의 종류 및 아치사농도에 따른 유의한 차이는 없었다. 우화율은 무처리에서 88%, 살충제 처리에서 약 79-95%로 약제처리유무 및 아치사농도 처리에간 뚜렷한 경향이 없었으며, 특히 chlorfenapyr-bifenthrin 및 ethofenprox 처리에서 91.0% 이상의 높은 우화율을 나타내었다. 성충수명은 무처리의 암컷과 수컷에서 각각 7.7일과 7.9일, 살충제 처리에서 각각 7.1-8.4일과 7.7-9.0일로 hexaflumuron-chlorpyrifos의

\*Corresponding author. E-mail: baesdo@rda.go.kr

LC<sub>30</sub>처리에서 가장 길었던 것을 제외하면, 살충제 처리유무 및 농도에 따른 유의한 차이는 없었다. 총 산란수는 무처리에서 1,010개, 살충제 처리에서 778-948개로 살충제 처리유무에 따른 차이는 있었으나, 살충제의 종류 및 농도에 따른 유의한 차이는 없었다. 따라서 담배거세미나방의 용기간 및 산란은 유충에 처리된 살충제의 아치사농도처리에 의해 영향을 받았다.

**검색어** : 담배거세미나방, 유충, 아치사농도, 용기간, 성충수명, 산란

담배거세미나방이 국내에서 전작물의 주요해충으로 대두되기 시작한 것은 1980년 후반부터로 이는 그동안 농업의 백색혁명을 위한 시설재배면적의 증가와 밀접한 관련이 있는 것으로 여겨진다(Bae *et al.*, 2003b). 본 충은 중부보다 남부지역에서 다발생 되며, 특히 부산, 진주, 창원, 김해 및 밀양의 경남지역에서 발생량이 많은 데(Bae *et al.*, 2003b), 이는 겨울철 기온이 타지역보다 상대적으로 높아 시설작물 재배가 성행하여 월동에 유리하기 때문으로 여겨진다.

성페로몬 트랩에 의한 담배거세미나방의 성충은 지역에 따라 약간의 차이는 있지만 대체로 경남에선 3월 하순부터 11월 중순까지, 경북에선 4월 상순부터 11월 상순까지 지속적으로 발생되어, 연간 발생횟수는 대체로 경남에서 5회, 경북에서 4-5회로 추정된다(Bae *et al.*, 2003b). 하지만 노지재배 작물에서 담배거세미나방의 유충은 대체로 경남에서 7월 중순경, 경북에서 8월 상순경부터 발생된다(Bae *et al.*, 2003b). 따라서 담배거세미나방이 노지에서 재배되는 콩, 들깨, 고추, 딸기 및 배추 등의 줄기, 잎 및 열매 등을 식해하여 작물에 가장 크게 피해를 주는 시기는 8월 하순에서 9월 중순 사이라고 할 수 있다.

아열대성 해충인 담배거세미나방의 다발생은 기상조건과 밀접한 관련이 있다(Minamikawa, 1937; Moussa *et al.*, 1960; Mochida and Okada, 1974). 즉, 무강우의 고온·다습한 기간이 지속되면 높은 증식력으로 그 밀도가 폭발적으로 증가하게 된다. 더구나 담배거세미나방 유충의 약제감수성은 영기에 따라 현저한 차이가 있으므로 방제효과를 제고하려면 3령 이하의 어린 유충기에 약제를 살포하는 것이 유리하다(Cho *et al.*, 1996; Kim *et al.*, 1998; Bae *et al.*, 2003a). 하지만 발생초기를 제외하면 유충은 포장에서 다양한 영기로 혼재해 있으며, 재배작물에서 유충의 가해위치도 다양하기 때문에 약제를 살포해도 만족할만한 방제효과를 거두기 어렵다. 즉, 작물에 발생하는 유충의 영기 및 발생위치가 다양함으로 약제에 충분히 노출되지 않거나 내성을 가진 노숙유충은 사망하지 않고 아치사 상태가 된다. 이

러한 경우 해충의 생물적 특성은 영향을 받게 되며(Chelliah *et al.*, 1980; Yi and Choi, 1986; Choi *et al.*, 1996), 그 영향은 약제의 종류와 작용기작 등에 따라 차이가 있을 것으로 여겨진다.

곤충의 탈피를 억제하는 IGR (insect growth regulator)계 농약을 인공사료에 처리하여 식이한 나비목 유충은 발육부진, 용과 성충의 높은 기형율 및 생식력 감소 현상을 나타내었다고 하였다(Reed & Bass, 1980; Madore *et al.*, 1983). 또한 diflubenzuron을 톱다리개미허리노린재에 처리한 경우 난소발육 억제, 산란수 감소, 우화율 저하 및 성충수명 단축으로 나타났다(Ahn *et al.*, 1992; Kim *et al.*, 1992). Cho *et al.* (1996)은 수도용 살충제인 BPMC, ethofenprox 및 buprofezin의 아치사량이 벼멸구와 등검은황록장님노린재의 생물적 특성에 미치는 영향에서 약종의 종류 및 아치사량에 따라 산란력, 난부화 억제율 및 산란양상에 차이가 있다고 하였다. 따라서 본 연구는 담배거세미나방의 방제약제로 등록된 chlorpyrifos 수화제, ethofenprox 유제, chlorfenapyr-bifenthrin 수화제 및 hexaflumuron-chlorpyrifos 수화제를 아치사농도로 담배거세미나방의 유충에 처리하여 생물적 특성에 미치는 영향을 조사하여 개체군 증가 및 방제를 위한 기초자료로 활용코자 하였다.

## 재료 및 방법

### 실험곤충

본 실험에 사용된 공시충인 담배거세미나방의 유충은 2000년 8월 중순부터 하순까지 유아등에 유인된 담배거세미나방의 성충을 채집하여 사육실에서 산란시켜 부화된 유충을 케일과 들깨잎으로 사육하면서 준비하였다. 실험에 사용된 공시충의 무게는  $33.40 \pm 7.48$  mg (Sartorius 1712 model, 측정한계 0.01 mg-160 g, Germany)으로 3령충의 중기에 해당되었다.

**공시약제**

농작물에 발생하는 담배거세미나방을 방제하기 위해 고시된 약제는 배추에 있어 6종의 약제만 있을 뿐이다(Anonymous, 2003). 그 중에서 2종의 약제는 생산중단 상태이며, 실제로 생산되는 약제는 Table 1에 표시된 4종의 약제이다. chlorpyrifos는 접촉독, 소화중독 및 가스독의 작용기작을 가졌으며, ethofenprox는 접촉독과 소화중독의 작용기작을 가졌고, 그 밖의 약제는 특별한 작용기작이 밝혀져 있지않은 상태이다.

**Table 1.** Characteristics of insecticide used

Insecticide	Group	Mode of action
Chlorpyrifos 25WP	Organophosphorous	Contact, stomach & gas poison
Ethofenprox 20EC	Synthetic pyrethroid	Contact & stomach poison
Chlorfenapyr 2-Bifenthrin 1WP	Pyrazole + Synthetic pyrethroid	— <sup>a</sup>
Hexaflumuron 1-Chlorpyrifos 20WP	Acyl urea + Organophosphorous	—

<sup>a</sup>Unknown mode of action.

**독성조사**

담배거세미나방의 3령 유충에 대한 약제의 독성조사는 들깨잎을 이용한 엽침지법으로 하였다. 들깨잎을 일정크기(가로×세로 = 5×5 cm)로 잘라 각 약제별 준비된 약액의 농도에 30초간 침지후 음건하여 필터페이퍼를 간 콤팩트샤레(지름 9 cm, 높이 3 cm, 뚜껑의 중앙을 지름 5.5 cm 절단후 망사를 붙임)에 넣고 공시충을 4마리씩 접종하였다. 각 약제의 희석농도당 처리충수는 24마리였으며, 약제별 희석농도는 유충이 모두 사망하는 농도부터 생존하는 농도까지 처리하였다.

**아치사농도 결정 및 약제처리**

각 약제의 독성조사에서 얻어진 자료를 기초로

probit 프로그램을 이용하여(Raymond, 1985) 약제의 LC<sub>90</sub>, 아치사농도(LC<sub>10</sub> 및 LC<sub>30</sub>) 및 기율기 등을 계산하여 Table 2에 나타내었다.

담배거세미나방의 3령 유충에 대한 각 약제별 아치사농도(LC<sub>10</sub>과 LC<sub>30</sub>) 처리는 상기의 독성조사에서와 마찬가지로 준비한 들깨잎을 각 약제별 아치사농도의 약액에 30초간 침지후 들깨잎을 꺼내어 음건한후 필터페이퍼를 간 콤팩트샤레에 넣었다. 콤팩트샤레당 담배거세미나방의 3령 유충은 1마씩 접종하였으며, 각 약제별 아치사농도당 접종충수는 100마리 이상으로 하였다. 아치사농도에 침지한 들깨잎은 공시충 접종후 24시간후에 모두 제거하고 농약에 오염되지않은 신선한 들깨 및 케일 잎으로 사육하면서 공시충의 발육 등을 조사하였다.

**용발육, 성충수명 및 산란조사**

각 약제별 아치사농도에 처리된 담배거세미나방의 유충은 접종 24시간후 농약에 오염되지않은 신선한 들깨 및 케일 잎을 제공하면서 용발육을 조사하였다. 성충수명 및 산란수 조사는 10% 설탕물을 제공하면서 성충수명 및 산란수를 조사하였다. 담배거세미나방은 난괴로 알을 낳기 때문에 산란수 조사를 위해 70% 에칠알콜을 이용하여 알을 분리해 가면서 조사하였다. 살충제의 아치사농도가 담배거세미나방의 용, 성충수명 및 산란에 미치는 영향을 알아보기로 SAS (statistical analysis system, 1985) 통계프로그램을 이용하여 처리간의 평균간 비교를 위해 Duncan의 다중검정과 LSD (least significant difference)로 통계처리 하였다.

**결과 및 고찰**

**용기간 및 우화율에 미치는 효과**

담배거세미나방의 3령 유충에 약제별 아치사농도

**Table 2.** Toxicity of insecticides against the larvae of *Spodoptera litura*

Insecticide	Sublethal concentration (ppm)		Lethal concentration (ppm)	Slope ±SE	χ <sup>2</sup>	RC <sup>a</sup> (ppm)
	LC <sub>10</sub>	LC <sub>30</sub>	LC <sub>90</sub>			
Chlorpyrifos 25WP	3.9	10.8	126.1	1.69±0.26	0.44	250
Ethofenprox 20EC	4.1	14.1	273.9	1.40±0.30	0.74	200
Chlorfenapyr 2-Bifenthrin 1WP	3.7-1.8	11.1-5.6	158.4-79.2	1.57±0.25	0.67	20-10
Hexaflumuron 1-Chlorpyrifos 20WP	1.1-22.0	4.0-80.1	86.9-1737.6	1.35±0.24	0.32	10-200

<sup>a</sup>Recommended concentration (RC).

(LC<sub>10</sub> 및 LC<sub>30</sub>)를 처리하여 용기간 및 우화율에 미치는 효과를 Table 3에 나타내었다. 용기간은 무처리에서 암컷이 6.9일, 수컷이 8.0일 이었고, 약제처리에서 암컷이 7.2-7.6일, 수컷이 8.3-8.6일로 약제처리 유무에 따른 차이가 있었으나, 약제의 종류 및 아치사농도에 따른 차이는 없었으며, 성별간 용기간은 암컷보다 수컷에서 약 1일 긴 경향이였다.

우화율은 무처리에서 88%, 약제처리에서 79.1-94.9%로 약제처리 유무에 따른 일정한 경향은 없었다 (Table 3). 하지만 ethofenprox 20EC와 chlorfenapyr 2-bifenthrin 1WP의 LC<sub>10</sub> 및 LC<sub>30</sub> 처리 및 hexaflumuron 1-chlorpyrifos 20WP의 LC<sub>30</sub> 처리에서 무처리보다 높은 우화율을 나타내었다.

곤충의 신경계에 작용하는 약제를 유충에 처리하여 용 및 우화율에 미치는 영향에 관해 Yu와 Terriere (1974)는 집파리의 변태와 생식에 있어 마이크로좀 산화효소의 역할에서 살충제 저항성인 집파리와 감수성인 집파리의 1령 유충에 마이크로좀 산화효소를 강력하게 유기하는 진정제(phenobarbital)와 piperonyl butoxide를 첨가한 인공사료로 사육하여 발육과정에서 마이크로좀 산화효소의 활력과 생물적 특성에 미치는 영향을 조사한 결과, 두약제 모두 3령 유충에서 마이크로좀 산화효소의 활력이 11배나 크게 증가하였고, 용화율은 15-88%, 우화율은 32-100% 억제되었다고 하였다.

한편, 곤충의 탈피에 관여하는 IGR계 약제인 diflubenzuron을 롱가해 나방류의 유충에 처리한 결과 전용의 38.1%, 후용의 7.3%가 기형이었으며, 기형화된

충의 대부분은 전용과 후용사이에 죽었고, 전용까지의 발육기간이 현저히 길었다고 하였으며(Reed and Bass, 1980), Ahn *et al.* (1992)은 툽다리개미허리노린재의 5령에 diflubenzuron을 처리한 경우 우화율은 약제처리 농도가 높을수록 낮아진다고 하였으나, 본 시험에 사용된 약제의 작용기작과 달라 직접적인 비교가 어려웠다. 본 시험에서 곤충호르몬의 분비를 조절하는 마이크로좀 산화효소의 활력을 조사하지 않았지만, 아치사농도 처리에서 담배거세미나방의 용기간이 길었던 것도 이러한 효소의 활력과 관련이 있는 것으로 추측된다. 하지만 우화율은 처리간에 일정한 경향이 없어 약제해독을 위한 위한 에너지 소모 및 마이크로좀 산화효소의 활력으로 설명하기 어려웠다.

### 성충수명 및 산란에 미치는 효과

담배거세미나방의 3령 유충에 처리된 약제의 아치사농도가 성충수명 및 총 산란수에 미치는 효과를 Table 4에 나타내었다. 성충수명은 무처리에서 암컷이 7.7일, 수컷이 7.9일 이었고, 약제처리에서 암컷이 7.1-8.4일, 수컷이 7.7-9.0일로 약제처리 유무 및 아치사농도에 따른 일정한 경향은 없었다. 하지만 hexaflumuron 1-chlorpyrifos 20WP의 LC<sub>30</sub> 처리에서 성충수명은 무처리를 포함한 타약제 처리보다 길었으며, 성별간 성충수명은 대체로 암컷보다 수컷에서 긴 경향이였다.

총 산란수는 무처리에서 1,010개, 약제처리에서 778-948개로 무처리보다 약제처리에서 산란수가 적었으며, 약제의 종류에 따른 산란수의 유의한 차이는 없었

**Table 3.** Pupal duration and percent emergence of *S. litura* affected by sublethal concentrations of insecticide treated in the larva of *S. litura*

Insecticide	Sublethal concentration	Pupal duration (mean ± SD)		Emergence (%)
		Female (days)	Male (days)	
Chlorpyrifos 25WP	LC <sub>10</sub>	7.3 ± 0.5(18)a <sup>1</sup>	8.6 ± 0.5(10)a <sup>1</sup>	81.3(32)
	LC <sub>30</sub>	7.4 ± 0.5(20)a	8.4 ± 0.5(23)a	86.0(50)
Ethofenprox 20EC	LC <sub>10</sub>	7.4 ± 0.5(20)a	8.4 ± 0.5(10)a	93.6(31)
	LC <sub>30</sub>	7.6 ± 0.6(20)a	8.4 ± 0.5(9)a	90.6(31)
Chlorfenapyr -2 Bifenthrin 1WP	LC <sub>10</sub>	7.3 ± 0.5(12)a	8.4 ± 0.5(25)a	92.5(40)
	LC <sub>30</sub>	7.4 ± 0.5(16)a	8.3 ± 0.6(21)a	94.9(39)
Hexaflumuron 1-Chlorpyrifos 20WP	LC <sub>10</sub>	7.6 ± 0.5(10)a	8.5 ± 0.5(24)a	79.1(43)
	LC <sub>30</sub>	7.2 ± 0.5(18)ab	8.3 ± 0.5(19)a	92.5(40)
Untreatment	-	6.9 ± 0.3(19)b	8.0 ± 0.4(25)b	88.0(50)
LSD (5%) <sup>2</sup>		0.35	0.35	

<sup>\*</sup> Values in the parentheses are the number of pupae observed.

<sup>1</sup> Means followed by the same letter within a column are not significantly different (P=0.05; Duncan's multiple range test).

<sup>2</sup> The values of LSD (least significant difference) at 95% (P=0.05) level.

으나, 처리된 모든 약제에서 아치사농도 LC<sub>10</sub>의 처리보다 LC<sub>30</sub>에서 산란수가 적었다. 특히, ethofenprox 20EC와 hexaflumuron 1-chlorpyrifos 20WP의 LC<sub>30</sub> 처리에서 산란수가 유의하게 적었다.

유충에 처리된 신경계 작용약제가 성충수명에 미치는 영향에 관해 Ouye와 Knutson (1957)은 집파리 유충에 malathion을 처리하였을 때 수명이 약 18% 감소한다고 하였고, Hunter *et al.* (1958)은 집파리 성충에 DDT와 diazinon의 아치사농도를 처리하여 수명이 각각 약 3일 및 1일 감소함을 보고 하였다. 약제처리가 산란수에 미치는 영향에 관해 수명감소로 인한 산란기간의 단축(Choi *et al.*, 2000), 교배지연에 따른 산란지연(Adikisson, 1962)을 보고하였고, Yu와 Terriere (1974)는 집파리의 변태와 생식에 미치는 마이크로좀 산화효소의 역할에서 집파리의 생식에 매우 중요하게 작용하는 유약호르몬이 난소발육에 영향을 미치는 동시에 유약호르몬의 조절에 관여하는 마이크로좀 산화효소의 활력이 비정상적으로 매우 높으면 생식에 불리한 것으로 기대된다고 하였다. Grosch (1975)는 bracon hebetor 유충에 carbaryl을 미량국소 처리한 경우 난황의 난모세포로부터 발달하는 난수가 모든 약량에서 줄었다고 하였으며, 증식력이 매우 높은 벼멸구 방제를 위해 decamethrin, methyl-parathion 및 diazinon을 엽면살포한 경우, 살충제의 아치사농도가 해충의 신경계통에 자극을 주어 산란력을 증대시켜 벼멸구의 밀도를 증가시키는 “Resurgence” 유발효과를 보고하였다 (Chelliah *et al.*, 1980; Heinrichs *et al.*, 1982; Ressig *et*

*al.*, 1982; Yi and Choi, 1986). Choi *et al.* (2000)은 imidacloprid의 아치사농도를 벼멸구 성충에 미량국소 및 관주처리로 생물적 특성을 조사한 바, LD<sub>30</sub> 및 LC<sub>30</sub>처리에서 성충수명이 크게 짧았으며, 총 산란수는 40% 이상 감소하였다고 하였다.

한편, IGR계 농약이 나비목 및 노린재목 해충의 배자 및 후배자 발육에 미치는 영향은 곤충의 발육 및 탈피에 필요한 큐티클을 충분히 합성할 수 없어 발육 부진에 따른 사망률 증가, 발육기간 단축, 기형적 발육 및 난소발육 부진으로 인한 산란력 감소 등을 야기한다고 하였으나(Reed and Bass 1980; Madore *et al.*, 1983; Ahn *et al.*, 1992; Kim *et al.*, 1992), 본 연구에 사용된 약제의 작용기작과 달라 적극적으로 비교 설명하기 어려웠다.

이상의 결과를 종합하면, 일반적으로 곤충에 대한 약제처리는 부화율 저하, 발육기간 및 수명의 증감, 산란지연 및 촉진, 산란수 감소 등에 영향을 미친다고 할 수 있다(Hunter *et al.*, 1958; Adikisson and Wellso, 1962; Grosch, 1975; Chelliah *et al.*, 1980; Heinrichs *et al.*, 1982; Ahn *et al.*, 1992; Choi *et al.*, 2000). 하지만 약제가 곤충의 생물적 특성에 미치는 영향은 약제의 작용기작에 따라 차이가 있다(Yu and Terriere, 1974; Madore *et al.*, 1983). 즉, 곤충의 탈피에 영향하는 IGR계 약제는 유충이 번데기를 거쳐 성충으로 탈피하는 과정에서 생식기관의 발육에 영향을 주는 반면(Madore *et al.*, 1983; Kim *et al.*, 1992), 침투성으로 신경계에 작용하는 약제는 강한 섭식저해 작용에 따른 양분섭취

**Table 4.** Adult longevity and oviposition of *S. litura* affected by sublethal concentrations of insecticide treated in the larva of *S. litura*

Insecticide	Sublethal concentration	Adult longevity (mean ± SD)		Total eggs laid (no.) (mean ± SD)
		Female (days)	Male (days)	
Chlorpyrifos 25WP	LC <sub>10</sub>	7.2 ± 1.8(26) <sup>b1</sup>	7.7 ± 1.3(18) <sup>b1</sup>	895 ± 250 <sup>ab1</sup>
	LC <sub>30</sub>	7.1 ± 1.1(30) <sup>b</sup>	7.7 ± 1.6(34) <sup>b</sup>	813 ± 260 <sup>ab</sup>
Ethofenprox 20EC	LC <sub>10</sub>	7.3 ± 1.6(30) <sup>b</sup>	7.8 ± 1.8(24) <sup>b</sup>	948 ± 283 <sup>ab</sup>
	LC <sub>30</sub>	7.1 ± 1.3(28) <sup>b</sup>	8.0 ± 2.0(20) <sup>b</sup>	879 ± 249 <sup>b</sup>
Chlorfenapyr 2- Bifenthrin 1WP	LC <sub>10</sub>	7.8 ± 1.0(24) <sup>ab</sup>	8.6 ± 1.9(48) <sup>ab</sup>	935 ± 315 <sup>ab</sup>
	LC <sub>30</sub>	7.8 ± 0.8(24) <sup>ab</sup>	7.8 ± 1.3(36) <sup>b</sup>	887 ± 261 <sup>ab</sup>
Hexaflumuron 1- Chlorpyrifos 20WP	LC <sub>10</sub>	7.4 ± 1.0(22) <sup>b</sup>	7.7 ± 1.3(40) <sup>b</sup>	855 ± 226 <sup>ab</sup>
	LC <sub>30</sub>	8.4 ± 1.1(27) <sup>a</sup>	9.0 ± 1.7(30) <sup>a</sup>	778 ± 328 <sup>b</sup>
Untreatment	—	7.7 ± 1.4(42) <sup>b</sup>	7.9 ± 1.8(45) <sup>b</sup>	1,010 ± 400 <sup>a</sup>
LSD (5%) <sup>2</sup>		0.68	0.85	159.52

<sup>a</sup> Values in the parentheses are the number of insects observed.

<sup>1</sup> Means followed by the same letter within a column are not significantly different (P = 0.05; Duncan's multiple range test).

<sup>2</sup> The values of LSD (least significant difference) at 95% (P = 0.05) level.

부족과 약제해독을 위한 과다한 에너지 소모로 발육 및 생식에 불리하게 작용하며(Yu and Terriere, 1974; Choi *et al.*, 2000), 접촉독 및 소화중독으로 신경계에 작용하는 약제는 유약호르몬 분비와 관련 있는 것으로 설명하고 있다(Yu and Terriere, 1974). 곤충의 성장, 변태 및 생식은 유약호르몬과 밀접한 관련이 있으며, 이 호르몬은 마이크로좀 산화효소 활력에 의해 매우 엄격하게 조절되는 것으로 보고되어 있다(Yu and Terriere, 1974). 즉, 약제저항성인 집파리에 있어 마이크로좀 산화효소의 활력은 감수성 계통에 비해 매우 높으며, 처리된 약제가 곤충의 호르몬 분비에 관여하는 산화효소의 활력에 영향을 미치는 것으로 여겨진다. 따라서 본 연구에서 약제처리가 용기간 증가 및 산란력 감소를 야기한 것은 약제해독을 위한 과다한 에너지 소모, 그로 인한 섭식량 감소, 산화효소 활력에 의한 유약호르몬의 분비 등과 밀접한 관련이 있는 것으로 추측된다. 이러한 점을 고려해 볼 때 담배거세미나방의 방제는 해충의 생리를 자극하지 않는 약제를 선택하여 발생 초기에 살포하는 것이 중요할 것으로 판단된다.

### Literature Cited

- Adikisson, P.L. and S.G. Wellso. 1962. Effect of DDT poisoning on the fecundity and longevity of the pink bollworm. *J. Econ. Entomol.* 55: 842-845.
- Ahn Y.J., G.H. Kim and K.Y. Cho. 1992. Susceptibility of embryonic and postembryonic developmental stages of *Riptortus clavatus* (Hemiptera: Alydidae) to diflubenzuron. *Kor. J. Appl. Entomol.* 31: 480-485.
- Anonymous. 2003. Pesticide guide book. Korea crop protection association, 951pp.
- Bae, S.D., B.R. Choi, Y.H. Song and H.J. Kim. 2003a. Insecticide susceptibility in the different larva of tobacco cutworm, *Spodoptera litura* Fabricius (Lepidoptera: Noctuidae) collected in the soybean fields of Milyang, Korea. *Kor. J. Appl. Entomol.* 42: 135-142.
- Bae, S.D., H.J. Kim and H.J. Cho. 2003b. Study on the ecology and resistance of insects on perilla under green house. *Res. Rept. Nat. Yeongnam Agr. Expt. Sta. RDA.* pp. 621-643.
- Chelliah, S., L.T. Fabellar and E.A. Heinrichs. 1980. Effect of sublethal doses of three insecticides on the reproductive rate of the brown planthopper, *Nilaparvata lugens*, on rice. *Environ. Entomol.* 9: 778-780.
- Cho, J.R., W.R. Song, S.Y. Hwang, H.S. Kim and J.O. Lee. 1996. Age-related susceptibility of *Spodoptera litura* larvae to some insecticides. *Kor. J. Appl. Entomol.* 35: 249-253.
- Choi, B.R., K.L. Heong, J.O. Lee, J.K. Yoo and C.G. Park. 1996. Effects of sublethal doses of insecticides on the brown planthopper, *Nilaparvata lugens* Stål (Homoptera: Delphacidae) and mirid predator, *Cyrtorhinus lividipennis* Reuter (Hemiptera: Miridae). *Kor. J. Appl. Entomol.* 35: 52-57.
- Choi, B.R., S.W. Lee, Y.H. Song, M.J. Han and J.K. Yoo. 2000. Effects of sublethal doses of imidacloprid on the brown planthopper, *Nilaparvata lugens* Stål (Homoptera: Delphacidae). *Kor. J. Pesticide Sci.* 4: 56-62.
- Grosch, D.S. 1975. Reproductive performance of bracon hebetor after sublethal doses of carbaryl. *J. Econ. Entomol.* 68: 659-662.
- Heinrichs, E.A., W.H. Ressig, S. Valencia and S. Chelliah. 1982. Rates and effect of resurgence-inducing insecticides on populations of *Nilaparvata lugens* (Homoptera: Delphacidae) and its predators. *Environ. Entomol.* 11: 1269-1273.
- Hunter, P.E., L.K. Cutkomp and A.M. Kolkaila. 1958. Reproduction in DDT and diazinon-treated house flies. *J. Econ. Entomol.* 18: 579-582.
- Kim, G.H., Y.J. Ahn and K.Y. Cho. 1992. Effects of Diflubenzuron on longevity and reproduction of *Riptortus clavatus* (Hemiptera: Alydidae). *J. Econ. Entomol.* 85: 664-668.
- Kim, Y.G., J.R. Cho, J.I. Lee, S.Y. Kang, S.C. Han, K.J. Hong, H.S. Kim, J.K. Yoo and J.O. Lee. 1998. Insecticide resistance in the tobacco cutworm, *Spodoptera litura* (Fabricius) (Lepidoptera: Noctuidae). *J. Asia-Pacific Entomol.* 1: 115-122.
- Madore, C.D., D.G. Boucias and J.B. Dimond. 1983. Reduction of reproductive potential in spruce budworm (Lepidoptera: Tortricidae) by a chitin-inhibiting insect growth regulator. *J. Econ. Entomol.* 76: 708-710.
- Minamikawa, H. 1937. Survey on the tobacco cutworm, *Spodoptera litura* Fabricius. *Taiwan Central Res. Inst. Agr. Report* 70: 1-66.
- Moussa, M., A. Zaher and F. Kotby. 1960. Abundance of the cotton leafworm, *Prodenia litura* (F.) *S. litoralis*, in relation to host plants, I. host plants and their effect on biology (Lepidoptera: Agrotidae-Zeno biinae). *Bull. Soc. Entomol. Egypt* 44: 241-251.
- Mochida, O. and T. Okada. 1974. A bibliography of *Spodoptera litura* spp. (Lepidoptera: Noctuidae). *Misc. Bull. Kyushu Nat. Agr. Expt. Sta.* 49: 1-110.
- Ouye, M. and H. Knutson. 1957. Reproduction potential longevity and weight of house flies following treatment of larvae with malathion. *J. Econ. Entomol.* 50: 490-493.
- Ressig, W.H., E.A. Heinrichs and S.L. Valencia. 1982. Effects of insecticides on *Nilaparvata lugens* and its predators: spiders, *Microvelia atrolinetata* and *Cyrtorhinus lividipennis*. *Environ. Entomol.* 11: 193-199.
- Raymond, M. 1985. Presentation d'un programme d'analyse logprobit pour micro-ordinateur. *Cah. ORSTOM. Ser. Ent. Med. et Parasitol.* 22: 117-121.
- Reed, T. and M.H. Bass. 1980. Larval and postlarval effects of Diflubenzuron on the soybean looper. *J. Econ. Entomol.* 73: 332-338.
- Yi, S.H. and S.Y. Choi. 1986. Effects of sublethal doses of some pesticides on the biotic potential and population density in brown planthopper, *Nilaparvata lugens* Stål. *Kor. J. Pl. Prot.* 25: 139-149.
- Yu, S.J. and L.C. Terriere. 1974. A possible role for microsomal oxidases in metamorphosis and reproduction in the housefly. *J. Insect Physiol.* 20: 1901-1912.

(Received for publication 23 September 2003;  
accepted 17 May 2004)