

몇 가지 植物의 肉 抽出物이 담배나방(*Heliothis assulta*) 幼虫의 發育과 成虫의 產卵에 미치는 影響

Effects of Extracts from Some Selected Wild Plant Species on Larval Development and Adult Oviposition in *Heliothis assulta*

崔 光 植 · 夫 廣 生¹

Kwang Sik Choi and Kyung Saeng Boc¹

ABSTRACT Larval development and adult oviposition of the Oriental tobacco budworm, *Heliothis assulta* were examined with tobacco leaves sprayed with aqueous or ethanolic extracts from ten selected wild plant species. High larval mortality was observed with extracts from *Rhamnus davurice*, *Persicaria hydropiper*, *Forsythia koreana*, *Trifolium repens*, *Styrax japonica*, *Ginkgo biloba*, and *vitis amurensis*. Most of larval mortality occurred during first and second instar, apparently due to antifeeding effects of plant extracts. These extracts also prolonged developmental period of survived larvae and increased the number of larval molts. Oviposition was not affected as much as the larval mortality, but *Rhamnus davurice* and *Styrax japonica* extracts reduced the number of eggs laid by more than fifty percent.

KEY WORDS *Heliothis assulta*, feeding deterrent, larval mortality, oviposition deterrent, number of larval molts, plant extracts

抄 錄 금잔화, 들깨풀, 수국등 10種의 野生植物의 抽出物이 담배나방(*Heliothis assulta*) 幼虫의 發育과 成虫의 產卵에 미치는 影響을 調査하였다. 그 결과 幼虫의 致死率은 갈매나무, 여뀌, 개나리, 토끼풀, 때죽나무, 은행나무 및 머루등의 抽出物에서 높았으며 大部分은 1齡과 2齡 期間중 먹지 않기 때문이다. 여기서 살아남은 幼虫들도 發育期間 및 脫皮횟수는 증가하는 傾向을 보였다. 이중 갈매나무와 때죽나무의 抽出物은 成虫의 產卵도 상당히 억제하였다.

檢 索 語 담배나방, 幼虫致死率, 幼虫發育期間, 脫皮횟수, 植物抽出物, 攝食阻害劑, 產卵抑制劑

合成農藥의 등장으로 여러가지 害虫들의 防除가 용이해지기도 했지만 이들의 環境汚染, 抵抗性害虫 集團 또는 2차 害虫群의 등장 등 새로운 問題點들이 제기된 것도 사실이다. 따라서 이와같은 문제를 해결하기 위하여 새로운 機作的 殺虫劑를 開發하기 위한 努力이 많이 경주되어 왔다. 예를들면 *Bacillus thuringiensis*나 virus를 이용하는 生物農藥, 天敵의 放飼, 表皮層合成阻害劑, 호르몬유사체나 길항제 등이 개발되었고 현재도 많은 개발 노력이 집중되고 있다.

이와 곁들여 자연계의 植物에서 해충구제에 活

性있는 化合物을 찾는 努力도 또 한가닥의 研究方向이다. 이와같은 노력은 곤충의 유약호르몬을 合成하는 알라타제組織을 파괴하는 precocene이라는 화합물들을 *Ageratum houstonianum*이라는 식물에서 抽出(Bowers 등 1976)한 것과 열대식물인 neem나무(*Azadirachta indica*) 열매에 azadirachtin이라는 活性物質을 抽出(Butterworth & Morgan 1968)한데서 더 활기를 띠게 되었다. precocene은 노린재목등 일부의 불완전 변태類에서만 조숙 변태를 일으켜 처음 기대에는 미치지 못했지만 azadirachtin에 대한 기대는 자못 크다(Schmutterer 1988). 더우기 azadirachtin은 攝食阻害劑로만 作用하지 않고 생장조절제, 불임제(Steets 1976) 키틴합성억제제 및

¹ 서울대학교 농과대학 농생물학과(Dept. Agric. Biol., Coll. Agric., Seoul Natl. Univ., Suwon 440-744, Rep. Korea.)

脫皮호르몬의 합성 또는 방출억제제(Schmutterer 1988)등으로 작용하여 앞으로 알코올에 녹는 이 triterpenoid에 대한 연구가 기대된다.

또한 *Heliothis virescens* 成虫의 産卵數를 감소시키는 성분이 여러가지 식물에서 抽出되었다(Tingle & Mitchell 1984, 1986). 따라서 우리나라에서 고추의 주 해충인 담배나방 幼虫에 대한 攝食阻害劑와 成虫의 産卵抑制物質을 탐색하기 위하여 本 실험을 계획하였다. 일반적으로 곤충들이 잘 먹지않는 은행나무등 10種의 식물 잎을 물과 에탄올로 抽出하여 그 效果를 조사하였다.

材料 및 方法

供試虫

담배나방(*Heliothis assulta*) 幼虫을 水原 近郊에서 採集하여 飼育室에서 담배잎을 먹이로 飼育하였다. 여기에서 羽化된 成虫은 polystyrene 상자(20 × 20 × 30 cm)에서 産卵시켰으며 갓 孵化된 幼虫은 plastic petri dish(9 × 2.5 cm)에 담배잎으로 個體飼育해서 本 實驗에 사용했다.

모든 實驗과 昆虫의 飼育은 溫度 25 ± 1°C, 相對濕度 60%, 光週期 16L : 8D에서 遂行되었다.

攝食阻害實驗

담배나방(*Heliothis assulta*) 幼虫에 대한 攝食

阻害劑를 探索하기 위해 10種의 非寄主植物 금잔화 *Calendula arvensis* (Ca), 들깨풀 *Orthodon punctulatum* (Op), 갈매나무 *Rhamnus davurice* (Rd), 여뀌 *Persicaria hydropiper* (Ph), 개나리 *Forsythia koreana* (Fk), 토끼풀 *Trifolium repens* (Tr), 때죽나무 *Styrax japonica* (Sj), 은행나무 *Ginkgo biloba* (Gb), 수국 *Hydrangea macrophylla* (Hm), 머루 *Vitis amurensis* (Va) 를 조사하였다.

각종 식물의 신선한 잎 5g 또는 10g 씩을 따서 증류수나 10% 에탄올 溶媒 100 ml에 넣어 전기 blender로 1分間 마쇄시켰다. 이것을 3,000 rpm에 25分間 원심분리시켜 가라앉은 찌꺼기는 버리고 상등액을 담배잎(6 × 6 cm)에 5 μl/1 cm²의 비율로 골고루 뿌렸다.

처리된 잎을 plastic petri dish(9 × 2.5 cm)에 넣고 갓 孵化한 幼虫 15마리를 接種시켜 生育 상황을 조사하였다. 대조구는 담배잎에 溶媒만 처리했고 이들의 먹이는 매일 갈아주었다.

産卵抑制實驗

담배나방(*H. assulta*)의 産卵抑制效果를 보기 위해서 攝食阻害實驗에 사용한 것과 똑같은 방법으로 10種의 植物잎 抽出物을 준비하였다.

이 抽出物을 담배잎(9 × 20 cm)에 골고루 뿌린후 交尾가 끝난 암컷 3마리를 polystyrene 상자(50 × 50 × 50 cm)내에 接種하여 5일간의 産卵數를 조사하였다. 이때 처리된 담배잎의 위치

Table 1. Cumulative mortality(%) of *Heliothis assulta* larvae (from 1st to 6th instar) fed on tobacco leaves sprayed with plant extracts by distilled water or 10% ethanolic solution

Plant species	Solvent Wt. leaves	Distilled water			10% ethanol		
		0 g	10 g	20 g	0 g	10 g	20 g
<i>Calendula arvensis</i> (Ca)		0	41.7	41.7	0	8.3	25
<i>Orthodon punctulatum</i> (Op)		13.3	46.7	73.3	26.7	40	73.3
<i>Rhamnus davurice</i> (Rd)		13.3	86.7	73.3	20	73.3	86.7
<i>Persicaria hydropiper</i> (Ph)		26.7	80	80	13.3	66.7	73.3
<i>Forsythia koreana</i> (Fk)		16.7	75	58.3	41.7	75	75
<i>Trifolium repens</i> (Tr)		20	93.3	80	20	93.7	86.7
<i>Styrax japonica</i> (Sj)		20	66.7	66.7	13.3	80	60
<i>Ginkgo biloba</i> (Gb)		0	73.3	66.7	20	93.3	80
<i>Hydrangea macrophylla</i> (Hm)		16.7	58.3	66.7	16.7	66.7	58.3
<i>Vitis amurensis</i> (Va)		0	58.3	75	16.7	83.3	66.7

* All experiments were replicated 3 times with 15 larvae each.

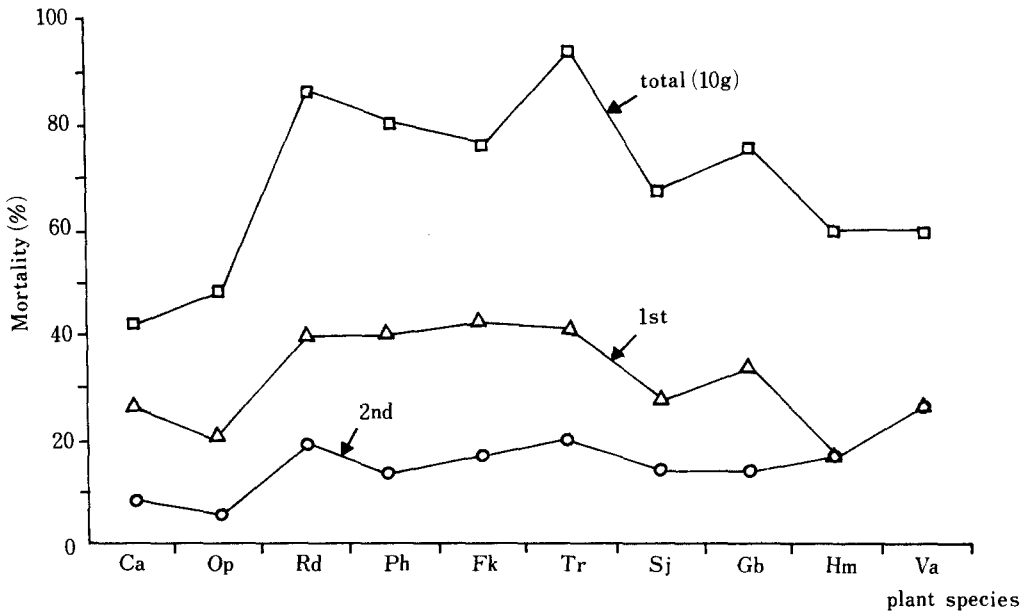


Fig. 1. Mortality of *H. assulta* larvae fed on tobacco leaves sprayed with water-extracts of leaves (10 g/100 ml) from some selected plant species. (1st: first instar larval mortality; 2nd: second instar larval mortality; total: larval mortality) (see table 1 for plant names).

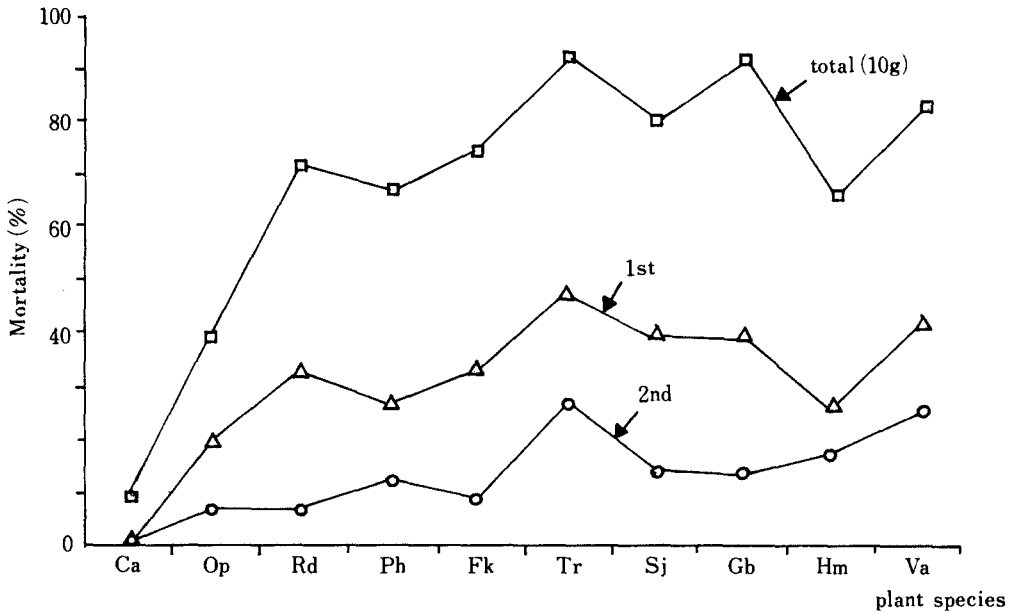


Fig. 2. Mortality of *H. assulta* larvae fed on tobacco leaves with 10% ethanolic extracts of leaves (10 g/100 ml) from some selected plant species. (1st: first instar larval mortality; 2nd: second instar larval mortality; total: total larval mortality) (see table 1 for plant names).

Table 2. Developmental period (days) of *Heliothis assulta* larvae fed on tobacco leaves sprayed with aqueous or ethanolic plant extracts

Plant Species	Solvent		Distilled water			10% ethanol		
	Wt. leaves		0 g	10 g	20 g	0 g	10 g	20 g
Ca			18.8 ± 1.5	21.0 ± 3.5	21.0 ± 3.0	21.0 ± 1.2	20.1 ± 3.0	20.7 ± 3.0
Op			18.8 ± 3.1	19.1 ± 3.0	20.5 ± 2.7	19.4 ± 1.5	21.0 ± 1.6	19.0 ± 2.2
Rd			17.5 ± 1.3	23.5 ± 0.7	16.5 ± 2.9	19.8 ± 1.9	16.5 ± 4.1	19.5 ± 2.1
Ph			17.6 ± 1.3	25.0 ± 3.0	23.3 ± 3.1	18.3 ± 1.3	26.6 ± 3.8	25.3 ± 3.3
Fk			19.2 ± 3.4	24.3 ± 0.6	22.0 ± 3.7	19.1 ± 0.6	21.3 ± 3.8	21.3 ± 4.6
Tr			18.6 ± 1.8	24.0	25.0 ± 2.0	16.1 ± 1.2	24.0	25.5 ± 0.7
Sj			16.8 ± 0.8	24.2 ± 5.0	23.4 ± 0.6	18.3 ± 1.6	23.7 ± 3.2	24.5 ± 0.8
Gb			17.4 ± 1.7	16.5 ± 1.3	16.2 ± 1.5	15.2 ± 1.5	15.0	17.7 ± 1.5
Hm			17.6 ± 1.3	24.8 ± 1.1	23.8 ± 1.2	19.0 ± 1.3	26.3 ± 1.7	25.2 ± 1.5
Va			14.4 ± 0.8	23.8 ± 1.1	22.3 ± 1.5	15.6 ± 1.0	20.5 ± 0.7	23.8 ± 1.0

* All experiments were replicated 3 times with 15 larvae each.

** See table 1 for plant names.

Table 3. Frequency distribution (%) of *H. assulta* larval molting is different when they were fed on tobacco leaves sprayed with water extracts from plants

Plant species	No. molting	Wt. leaves								
		0 g			10 g			20 g		
		4	5	6	4	5	6	4	5	6
Ca		58.3	41.7		42.9	57.1		72.4	14.3	14.3
Op		69.2	30.8		75	25		75	25	
Rd		100			100			75	25	
Ph		72.7	27.3			100			100	
Fk		50	50			33.3	66.7	20	60	20
Tr		83.3	16.7		100				100	
Sj			100		20	80			100	
Gb		13.3	86.7			100			80	20
Hm		10	90			40	60		75	25
Va		91.7	8.3			40	60		100	

* See table 1 for plant names.

Table 4. Frequency distribution (%) of *Heliothis assulta* larval molting is different when they were fed on tobacco leaves sprayed with 10% ethanol extracts from plants

Plant species	No. molting	Wt. leaves								
		0 g			10 g			20 g		
		4	5	6	4	5	6	4	5	6
Ca		41.7	58.3		71.7	27.3		44.4	55.6	
Op		90.9	9.1		55.6	44.4		75	25	
Rd		33.3	66.7		75	25			100	
Ph		15.4	84.6		20	20	60		75	25
Fk		14.3	85.7			100		33.3	66.7	
Tr		41.7	58.3		100			100		
Sj		30.8	69.2			100			100	
Gb		84.6	15.4		100			33.3	66.7	
Hm		30	70			100			40	60
Va		60	40		50	50				100

* See table 1 for plant names.

Table 5. Reduction(%) in the number of eggs laid by 3 *Heliothis assulta* female adults on tobacco leaves treated with aqueous or 10% ethanolic extracts of some selected plant leaves

Plant species	Solvent Wt. leaves	Distilled water		10% ethanol	
		10 g	20 g	10 g	20 g
		Ca	19.1	39.1	48.4
Op	37.2	46.2	14.5	34.0	
Rd	61.0	67.7	54.7	69.1	
Ph	42.2	31.8	13.1	45.5	
Fk	33.0	46.5	36.3	43.4	
Tr	46.8	48.8	20.5	35.7	
Sj	56.8	29.5	54.2	66.8	
Gb	45.1	63.6	5.3	63.7	
Hm	19.3	27.4	27.4	31.6	
Va	29.9	69.8	19.9	49.2	

* See table 1 for plant names.

는 매일 시계 방향으로 돌아가면서 바꾸어 주고 산란잎도 매일 갈아 주었다. 그리고 産卵減少率(%)은 다음과 같이 계산하였다.

$$\frac{\text{대조구의 산란수} - \text{처리구의 산란수}}{\text{대조구의 산란수}} \times 100$$

結 果

담배나방(*Heliothis assulta*) 幼虫을 非寄主植物의 抽出物로 處理한 담배잎으로 1齡부터 6齡까지 계속해서 먹었을 때 溶媒에 관계없이 갈매나무(Rd), 여뀌(Ph), 개나리(Fk), 토끼풀(Tr), 때죽나무(Sj), 은행나무(Gb), 등에서 높은 幼虫致死率이 나타났다(表 1). 특히 全體致死率의 대부분은 1, 2齡幼虫期에 나타났다(그림 1, 2) 이러한 幼虫致死는 非寄主植物들 抽出物의 직접적인 毒性 때문이라기 보다는 攝食을 阻害하기 때문으로 보인다. 왜냐하면 10%에탄올 溶液만을 처리한 담배잎을 먹었을 때 1齡虫의 期間은 50~60시간 정도 소요되는 반면에 非寄主植物의 抽出物을 처리한 잎을 먹었을 때 100시간 이상 소요되었다.

또한 대부분의 1齡虫들은 攝食 痕跡만 보이고 머리를 위로 향해 뒤틀기도 하고 체색은 옅은 갈색으로 변하면서 결국 죽는 경우가 흔하였다. 이들중 일부는 幼虫發育을 끝마치기도 하지만 이들의 發育速度는 일반적으로 무처리구에 비해 느렸다(表 2). 특히 여뀌(Ph), 토끼풀(Tr),

때죽나무(Sj), 수국(Hm) 및 머루(Va) 등의 抽出物 처리구에서는 발육기간이 30~60% 더 길게 나타났다. 또한 식물종류에 관계없이 알코올을 抽出物보다는 증류수로 抽出한 경우가 더 높은 영향을 나타내는 경향이었고 잎의 양을 높인 경우 영향은 오히려 낮아지는 편이었다.

植物의 抽出物로 처리된 담배잎을 먹은 幼虫들의 탈피횟수도 溶媒 처리만 받은 담배잎으로 키운 幼虫보다 더 많은 탈피횟수를 보였다(表 3, 4). 즉 알코올이나 증류수만 처리된 담배잎으로 키운 담배나방(*H. assulta*) 幼虫의 탈피횟수는 4~5회로 국한 되지만 여뀌(Ph), 개나리(Fk), 은행나무(Gb), 머루(Va) 등의 처리구에서는 6회까지 탈피하였다. 그러나 수국(Hm) 이외에는 抽出 溶媒에 따라 결과가 달리 나타났다. 일부 처리구에서는 대조구에서처럼 5회 탈피로 幼虫發育을 종료 하기도 했지만 5회 탈피하는 개체비가 더 높아지는 경향을 나타내어 영양분 섭취가 순조롭지 못함을 나타내 주고 있다.

植物抽出物들은 담배나방(*H. assulta*) 成虫에도 영향을 미쳤다(表 5). 식물종류나 양 또는 용매 종류에 관계없이 모두 溶媒만 처리된 잎보다 적은수가 산란되었는데 갈매나무(Rd)와 때죽나무(Sj)에 현저하였다. 한편 금잔화(Ca), 은행나무(Gb), 머루(Va) 등의 처리구에서는 抽出시 사용된 잎의 량에 따라 차이가 많았다. 또한 정상적인 실내환경에서 담배나방 암컷은 交尾 후 3일째 가장 많은 수의 알을 낳는데 반해 갈매나

무(Rd), 은행나무(Gb)등의 처리구에서는 交尾 후 2일째 부터 5일까지 비교적 고르게 산란하였다.

考 察

몇가지 非寄主植物들의 抽出物이 담배나방(*H. assulta*) 幼虫發育 및 成虫의 産卵數에 미치는 영향을 살펴 보았는데 어느 경우에도 다 악영향을 끼치고 있는 것을 알 수 있었다. 특히 幼虫 致死率이 높게 나타났는데 幼虫의 攝食行動, 어린 幼虫期의 높은 致死率, 발육지연, 탈피횟수의 증가, 죽어가는 幼虫들의 모습등으로 볼때 이는 攝食이 阻害되기 때문으로 판단된다. 또한 높은 致死率을 나타내는 식물종류에서 살아남은 幼虫들의 發育기간이나 탈피횟수도 대조구나 다른 식물들의 처리구 보다 더 길어지는 경향을 나타내어 일종의 攝食阻害劑가 존재할 가능성이 높다 하겠다.

또한 이들 식물의 抽出物은 成虫의 産卵數도 감소시켜 이들 식물의 활성성분을 분리하는 일이 흥미로운 과제가 될 것이다.

식물에 攝食阻害劑나 産卵抑制劑가 있다는 보고들은 많다. 그 중 가장 잘 알려져 있는 것이 열대지방産의 neem 나무(*Azadirachta indica*)의 열매에서 抽出되는 azadirachtin일 것이다. Azadirachtin은 여러가지 곤충들에 대해서 攝食阻害劑, 生長調節劑 및 不妊劑로 작용한다(Schmutterer 1988). 攝食阻害 영향도 구기에 있는 감각기에 대한 효과와 攝食後의 효과등 복잡하게 나타난다.

따라서 이 植物抽出物을 이용하여 *Liriomyza trifolii*(굴파리과)(Stein & Parrella 1985), *Popillia japonica*(풍뎅이과)(Ladd 1978), *Leptinotarsa decemlineata*(일벌레과)(Steets 1975) 등의 방제 가능성이 높게 나타났다.

이외에도 여러가지 攝食阻害劑들이 植物에서 抽出되어 試驗중에 있으며 비슷한 맥락에서 産卵抑制劑에 대한 探索 연구도 활발히 진행되고 있다.

담배나방(*H. assulta*) 유사종인 *Heliothis virescens*의 産卵抑制化合物이 산머루에서 관찰되

었으며(Tingle & Mitchell 1984) 이외에도 양배추잎에서 양배추금무늬나방(*Trichoplusia ni*) 産卵을(Renwick & Radle 1981), 측백나무종류인 *Thuja plicata*에서 고자리파리(*Delia anti-gua*) 産卵을(Alfaro 등 1981), 옥수수잎에서 거세미종류인 *Spodoptera frugiperda*(Williams 등 1986)의 産卵을 억제하는 물질이 있다고 보고되었다. *S. frugiperda*의 産卵抑制劑에는 carrageenan이 포함된다(Williams 등 1986).

그러나 아직까지 식물에서 攝食阻害劑나 産卵抑制劑가 확인된 경우는 많지 않다. 본 실험에 이용된 여러가지 식물들의 抽出物에도 담배나방(*H. assulta*) 幼虫의 攝食을 阻害하고 成虫의 産卵을 抑制하는 성분이 있음이 확실하여 이들 성분을 분리하여 확인하는 연구가 다음 단계로 등장하고 있다.

引 用 文 獻

- Alfaro, R.I., H.D. Pierce Jr. & A.C. Oehlschlager. 1981. Insect feeding and oviposition deterrents from western red cedar foliage. *J. Chem. Ecol.* 7 : 39~48.
- Bowers, W.S., T. ohta, V.S. Cleere & P.A. Marsella. 1976. Discovery of anti-juvenile hormone in plants. *Science.* 193 : 542~547.
- Butterworth, J.H. & E.D. Morgan. 1968. Isolation of a substance that suppresses feeding in locusts. *Chem. Commun.* 23~24.
- Ladd, T.L., M. Jacobson & C.R. Buriff. 1978. Japanese beetle, extracts from neem tree seeds as feeding deterrents. *J. Econ. Entomol.* 71 : 810~813.
- Renwick, J.A.A. & C.D. Radle. 1981. Host plant constituents as oviposition deterrents for the cabbage looper, *Trichoplusia ni*. *Entomol. Exp. Appl.* 30 : 201~204.
- Schmutterer, H. 1988. Potential of azadirachtin-containing pesticides for integrated pest control in developing and industrialized countries. *J. Insect Physiol.* 34 : 713~719.
- Steets, R. 1975. Die Wirkung von Rohextrakten aus den Meliaceen *Azadirachta indica* und *Melia azerarach* auf verschiedene Insekt enarten. *Z. angew. Ent.* 77 : 306~312.
- Steets, R. 1976. Zur wirkung eines gereinigten Extraktes aus Früchten von *Azadirachta indica* A. Juss auf *Leptinotarsa decemlineata* Say (Coleoptera, Chrysomelidae). *Z. angew. Ent.* 82 : 169~176.

- Stein, U. & M.P. Parrella. 1985. Seed extract shows promise in leafminer control. California Agriculture. 39(7/8) : 19~20.
- Tingle, F.C. & E.R. Mitchell. 1984. Aqueous extracts from indigenous plants as oviposition deterrents for *Heliothis virescens*. J. Chem. Ecol. 10 : 101~113.
- Tingle, F.C. & E.R. Mitchell. 1986. Behavior of *Heliothis virescens*. In presence of oviposition deterrents from elderberry. J. Chem. Ecol. 12 : 1523~1531.
- Williams, A.L., E.R. Mitchell, R.R. Health & C.S. Barfield. 1986. Oviposition deterrents for fall armyworm(Lepidoptera: Noctuidae) from larval frass, corn leaves, and artificial diet. Environ. Entomol. 15 : 327~330.

(1989년 5월 2일 접수)