

두류 품종별 잎특성과 담배거세미나방의 생태 연구 : II. 용발육 및 성충수명

Leaf Characteristics of Leguminous Plants and the Biology of Tobacco Cutworm, *Spodoptera litura* Fabricius : II. Pupal Development and Adult Longevity

배 순 도
Soon Do Bae

Abstract - This study was conducted to determine the effect of pupal development and adult longevity of *Spodoptera litura* larvae reared on leaves of different leguminous plants of 11 varieties or cultivars. Pupal duration varied from 8.7 to 9.5 days depending upon different diets and duration of female pupa (8.3~9.1 days) was about 1 day shorter than that of male's (9.4~10.1 days). Prepupal and postpupal duration were 1.7 to 2.0 days and 6.7 to 7.7 days, respectively. Pupal weight ranged from 0.23g to 0.43g for female and 0.24g to 0.35g for male. Percent change of pupal weight was lowest (11%) on geomjeongkong-1 and highest (16%) on bukwangkong. Adult longevity was in ranging from 7.8 days on dongbu to 11.2 days on bukwangkong and tended to become slightly longer in female than in male. Significant relationships were recognized between moisture content of feeding leaf, the pupal duration and weight and adult longevity.

Key Words - Tobacco cutworm, *Spodoptera litura*, Legumes, Pupal duration, Pupal weight

초 록 - 두류의 품종별 담배거세미나방의 유충사육에 따른 용발육 및 성충수명에 미치는 영향을 조사하였다. 담배거세미나방의 용기간은 8.7~9.5일로 강낭콩 및 동부에서 짧았으며, 두유콩, 새알콩 및 선화녹두에서 길었고, 암컷의 용기간이 수컷보다 약 1일 짧았다. 전용기간은 약 1.7~2.0일이었으며, 후용기간은 약 6.7~7.7일 이었다. 용무게는 0.23~0.38g으로 암컷이 수컷보다 약간 무거웠다. 용무게의 변화율은 검정콩-1호에서 11%로 가장 낮았으며, 부광콩에서 16%로 가장 높았다. 성충수명은 약 7.8~11.2일로 강낭콩에서 가장 짧았으며, 부광콩에서 가장 길었고, 암컷의 수명이 수컷보다 약간 긴 경향이였다. 엽수분과 용기간, 용무게 및 성충수명과는 유의한 관계가 인정되었다.

검색어 - 담배거세미나방, 두류품종, 용기간, 용무게

담배거세미나방은 우리나라의 남부지방에서 주로 재배되고 있는 콩, 들깨 및 배추 등의 전작물과 장미, 카네이션, 감귤 및 거베라 등의 시설하우스 작물에 대 발생하여 큰 피해를 주고 있는 대표적인 난방제 해충의 하나이다 (Kim and Shin, 1987; Shin *et al.*, 1987;

Kim *et al.*, 1998). 본 해충은 대만, 중국남부지방, 이집트, 멕시코 등의 아열대 지역과 필리핀, 태국, 인도, 인도네시아, 스리랑카, 오스트레일리아, 하와이, 남태평양 군도 등 열대지역에서는 연중 발생하지만 (Taguchi, 1961; Mochida and Okada, 1974), 우리나라를 비롯한

중국 중부이북지역, 일본 등은 동계 저온으로 인하여 노지상태에서 월동이 불가능한 것으로 알려져 있는 난지성 해충이다(Kim and Shin, 1987; Matsuura *et al.*, 1992; Bae *et al.*, 1997; Kim *et al.*, 1997).

이 충은 잡식성으로 가해하는 기주의 범위가 110여 종 이상으로 알려져 있으며(Minamikawa, 1937; Nasr *et al.*, 1960), 유충의 왕성한 섭식활동에 의한 경제작물에 미치는 피해가 매우 심하지만, 살충제에 대한 내성이 강하여 방제가 매우 어려우며(Kim *et al.*, 1998), 또한 성충은 인포로 덮인 수백에서 수천개의 난을 산란하여 증식력이 매우 높기 때문에(Shin *et al.*, 1987; Bae and Park, 1999) 선택적 살충제의 교호사용에 의한 지속적인 방제가 이루어지지 않으면 재배작물에 큰 피해를 미치게 된다.

우리나라에서 담배거세미나방의 발생생태는 아직 확실하지 않지만, 장마기의 기압골을 통하여 중국에서 우리나라로 비래하여 오는 것으로 추정되며, 그 발생시기와 발생량은 기상조건과 밀접한 관련이 있어 변이가 심하여 정확한 발생양상을 예측이 어려우나, 발생시기는 대체로 8월부터 노지에서 재배되고 있는 전작물에서 유충과 성충이 발견되기 시작하여 9월에 최고의 발생량을 보이다가 그 이후에는 점차 발생량이 줄어들기 시작하여 11월 중순이후에는 노지에서 유충과 성충의 채집이 어려우며 노숙유충 및 번데기 상태로 월동에 들어가게 된다(Kim and Shin, 1987; Shin *et al.*, 1987; Bae and Cho, 1998).

본 연구는 두류의 품종별 입특성(형태적 및 물리적)에 따른 담배거세미나방의 기초생태를 구명하기 위한 것으로 유충기에 식이한 두류의 품종에 따른 담배거세미나방의 용발육 및 성충수명에 미치는 영향을 알아보고자 하였다.

재료 및 방법

1. 기주식물 준비 및 특성

본 연구에 사용된 담배거세미나방의 기주식물은 총 11종류의 두류 품종으로 1996년 6월 26일 영남농업시험장 밭포장에 파종하였다. 기주식물의 재배기간동안 약제살포는 없었으며, 각 기주식물별 몇가지 재배적인 특징과 입특성을 조사하였다(Table 1).

2. 담배거세미나방 용발육 및 성충수명

담배거세미나방의 용기간, 용무게 및 성충수명 조사에 사용된 공시충은 두류의 품종별 담배거세미나방 유충발육 조사에 사용되었던 충을 계속하여 이용하였다. 즉 담배거세미나방 유충을 투명한 아크릴통(지름 24 cm, 높이 15 cm)에 각 기주식물별로 10마리씩 접종하여 발육시켜 정상적으로 용화되었다고 판단되는 번

데기를 2일동안 수거하여 필터페이퍼를 깐 콤팩트사레(지름 9 cm, 높이 2 cm)에 10개씩 담아 전용기간, 후용기간, 성별 용기간을 조사하였다. 그리고 용화된지 24시간 이내의 용무게(용화당일의 무게)를 전자저울(Satorious 1712 model, 측정한계 0.01 mg~160 g, Germany)로 측정하였고, 용무게 변화율 = 우화 1일전의 용무게/용화당일의 무게 등을 조사하였다. 성충수명은 우화후 교미하지 않은 것으로 투명한 아크릴통(지름 24 cm, 높이 15 cm)에 각 기주식물별로 1마리씩 넣어 매일 사망여부를 조사하였다. 이상의 모든 실험은 곤충사육실(온도 30±2°C, 명암 12L:12D, 상대습도 65~70%)에서 수행되었다.

3. 통계처리

두류의 품종별 몇가지 입특성과 그에 따른 담배거세미나방 용기간, 용무게 및 성충수명 등에 미치는 영향을 알아보고자 SAS (Statistical Analysis System, 1985) 통계프로그램을 이용하여 분산분석(Analysis of variance : ANOVA)하였고, Duncan의 다중검정으로 각 처리의 평균값을 비교하였다. 또한 두류의 품종별 입특성 중 수분함량과 용기간, 용무게 및 성충수명과의 관계, 유충기의 식엽량과 이들과의 관계 그리고 그 밖에 제요인간에 미치는 상호관계를 상관계수로 나타내었다.

결과 및 고찰

담배거세미나방의 유충사육에 사용된 총 11종의 두류 품종별 개화기 및 성숙기와 입특성 중 담배거세미나방의 용 및 성충에 영향을 미치는 것으로 판단되는 입면적, 입두께 및 입수분을 나타내었다(Table 1).

담배거세미나방 유충을 각기 다른 공시기주의 엽으로 사육하여 조사된 용기간은 Table 2와 같다. 용기간은 8.7~9.5일로 강낭콩 및 동부에서 짧았으며, 두유콩, 새알콩 및 선화녹두에서 길었다. 이러한 용기간을 구분하여 보면, 전용기간은 1.7~2.0일이었고, 후용기간은 6.7~7.6일 이었다. 용기간을 다시 성별로 살펴보면 암컷 용기간은 약 8.3~9.1일, 수컷 용기간은 약 9.4~10.1일로 암컷 용기간이 수컷보다 약 1일 정도 짧은 경향이였다.

담배거세미나방은 기주범위가 매우 넓은 잡식성 해충이지만 식이기주의 종류에 따라 유충발육의 차이가 있으며(Moussa *et al.*, 1961; Horigiri, 1964; Singh and Hoi, 1972; Balasubramanian *et al.*, 1984; Shin and Kim, 1987; Bhalani, 1989; Ahuja and Noor, 1991; Bae *et al.*, 1998) 이러한 유충의 기주선호성 차이는 용발육에도 영향을 미치는 것으로 보고되었다(Balasubramanian *et al.*, 1984; Bhalani, 1989; Ahuja and Noor, 1991; Bae and

Table 1. Date of flowering and seed maturation and some leaf characteristics of the legumes

Varieties or cultivars ¹	Scientific name	Flowering date	Seed maturation	Leaf area (cm ²)/leaf ¹	Leaf thickness (mm) ⁴	Leaf moisture (%) ⁴
Saealkong	<i>Glycine max</i>	Aug. 4	Oct. 10	62.3±13.0bc	0.17±0.04bc	60.60±1.78g
Eunhakong	<i>Glycine max</i>	Aug. 2	Oct. 9	58.0±11.7c	0.17±0.05bc	69.34±1.96e
Bukwangkong	<i>Glycine max</i>	Aug. 2	Oct. 9	36.0±4.5e	0.15±0.04bc	67.64±1.73f
Duyoukong	<i>Glycine max</i>	July 29	Oct. 5	37.4±6.6e	0.27±0.09a	68.53±1.39ef
Keunolkong	<i>Glycine max</i>	July 27	Sep. 23	38.8±8.9e	0.15±0.04bc	68.00±1.43f
Geomjeongkong-1	<i>Glycine max</i>	Aug. 2	Oct. 3	66.1±10.2b	0.13±0.04c	69.43±1.35e
Gangnangkong	<i>Phaseolus vulgaris</i>	Aug. 2	Sep. 28	41.0±9.1e	0.16±0.05bc	80.09±1.57a
Dongbu	<i>Vigna unguiculata</i>	July 30	Sep. 22	58.9±14.8bc	0.20±0.05b	78.83±1.75b
Jungweonpat	<i>Phaseolus chrysanthos</i>	Aug. 16	Oct. 11	49.0±12.2d	0.14±0.03c	71.64±1.79d
Seonhwanogdu	<i>Phaseolus aureus</i>	Aug. 12	Sep. 24	74.1±16.6a	0.17±0.05bc	74.90±1.24c
DKDK ³	<i>Archis hypogaea</i>	July 30	— ²	11.8±1.7f	0.19±0.02bc	75.54±1.74c

¹ All were sowed at June 26, 1996.

² The seed maturation date of peanut was not observed for underground growth of the seed pods.

³ DKDK : Daekwangddangkong, a peanut cultivar.

⁴ Means followed by the same letter are not significantly different ($P=0.01$; Duncan's multiple range test).

Table 2. Pupal duration of *Spodoptera litura* reared on leaves of different leguminous plants

Varieties or cultivars	Pupal duration (days) ¹				
	Prepupa (A)	Postpupa (B)	Total (A+B)	Female pupa ²	Male pupa ²
Saealkong	2.0±0.0a	7.45±0.6abc	9.45±0.6ab	8.90±0.31(10)ab	10.00±0.0(10)ab
Eunhakong	1.7±0.5b	7.50±0.5ab	9.20±0.5ab	8.92±0.3(13)ab	9.71±0.5(7)ab
Bukwangkong	1.8±0.4ab	7.50±0.5ab	9.30±0.8ab	8.60±0.5(10)bcd	10.00±0.0(10)ab
Duyoukong	1.9±0.4ab	7.65±0.7a	9.50±0.8a	8.78±0.4(9)abc	10.09±0.5(11)a
Keunolkong	2.0±0.0a	7.00±0.6cd	9.00±0.6abc	8.64±0.5(11)abcd	9.44±0.5(9)ab
Geomjeongkong-1	1.8±0.4ab	7.40±0.9abc	9.20±1.1ab	8.29±0.5(7)d	9.69±0.9(13)ab
Gangnangkong	2.0±0.0a	6.70±0.6d	8.65±0.7c	8.40±0.6(15)cd	9.40±0.5(5)b
Dongbu	1.9±0.4ab	7.10±0.5bcd	8.65±0.7bc	8.55±0.7(11)bcd	9.44±0.5(9)ab
Jungweonpat	1.9±0.4ab	7.40±0.7abc	9.20±0.7ab	8.73±0.5(11)abcd	9.89±0.3(9)ab
Seonhwanogdu	2.0±0.0a	7.45±0.5abc	9.45±0.5ab	9.10±0.3(10)a	9.80±0.4(10)ab
DKDK	1.7±0.5b	7.55±0.5ab	9.20±0.6ab	8.89±0.3(9)ab	9.45±0.0(11)ab
Probability	P=0.01	P=0.01	P=0.01	P=0.05	P=0.05

¹ Values in each column are mean±STD of 20 pupae and means followed by the same letter are not significantly different ($P = 0.01$ and 0.05 ; DMRT).

² Values in the parentheses are the number of pupae observed.

Park, 1999). 특히 Kim and Shin (1987)은 콩 품종별 유충발육의 차이와 함께 용발육의 차이를 보고하면서 담배거세미나방의 기주선호성은 작물의 종류 뿐만 아니라 동일작물내에서도 품종에 따른 차이가 있다고 지적하여 본 연구의 결과와 비슷한 경향이였다.

각각의 공시기주에서 담배거세미나방 유충을 사육하여 용화된 당일의 번데기 무게를 측정된 결과 (Table 3), 용무게는 동부에서 0.23g으로 가장 가벼웠으며, 새알콩에서 0.38g으로 가장 무거웠다. 성별 용

무게는 암컷이 0.23~0.43g, 수컷은 0.24~0.35g으로 대체로 암컷이 수컷보다 약간 무거웠는데, 이는 우화후 성충의 산란력과 관련이 있을 것으로 생각된다. 특히 하게 강낭콩과 동부를 식이한 것에서 수컷의 용무게가 암컷보다 약간 무거운 경향이였으나 이는 조사된 공시충수가 충분치 않은 것과 어느 정도 관련이 있을 것으로 여겨진다.

Kim et al. (1987)은 10종의 콩품종별로 담배거세미나방 유충을 사육한 용무게는 0.303~0.357g으로 밀양

콩에서 0.303g으로 가장 가벼웠고, 백운콩에서 0.357g으로 무거웠다고 하여 본 연구의 결과와 약간 차이가 있었으나, 이는 공시충의 사육밀도 및 식이기주의 영양상태 등의 차이때문으로 여겨진다. 그 밖에도 Singh and Hoi (1972)는 아주까리 등 6종에서, Balasubramanian *et al.* (1984)은 아주까리 및 토마토 등 8종에서, Shin and Kim (1987)은 피마자, 케일 등 7종에서, Bhalani (1989)가 아주까리 등 7종에서, Ahuja and Noor (1991)은 아주까리 및 땅콩 등 10종에서, Bae *et al.* (1999)은 콩 및 들깨 등 4종에서 담배거세미나방 유충을 사육했을 때 용무게에 차이가 있음을 보고하였다.

이렇듯 식이기주의 종류에 따른 담배거세미나방의 용무게 차이는 유충기간동안 식이한 먹이의 양, 영양상태 등의 질적인 내용 및 소화흡수율 등과 관련이 있을 것으로 여겨진다.

한편, 담배거세미나방 용화당일의 무게와 우화 1일 전의 무게를 측정하여 그 무게의 변화를 조사하여 Table 3에 나타내었다. 용무게 변화율은 약 11~16%로 강낭콩에서 가장 낮았으며, 부광콩에서 가장 높아 두류의 품종별 용무게 변화율의 차이를 나타내었다. 성별 용무게 변화율은 암컷은 약 8.9~14.6%로, 수컷은 약 11.9~17.0%로 암컷보다 수컷에서 높았는데, 이러한 결과는 용무게가 암컷이 수컷보다 무거웠던 것을 고려하면 특이한 결과로 여겨진다. 용무게 변화율은 유충기에 식이한 기주의 수분함량 및 지방성분 등과 관련이 있을 것으로 여겨지며, 특히 지방성분은 용에서 성충으로 우화하는 발육과정에 영향을 미칠 것으로 추측되지만 이러한 기주식물의 영양적인 면과 용 발육과의 관계에 대해서는 보다 정밀한 연구가 요구

되는 바이다.

담배거세미나방 성충의 수명을 살펴보면 (Table 4), 약 7.8~11.2일로 공시기주에 따른 성충수명의 차이가 있었으며, 기주별로는 동부에서 가장 짧았고, 부광콩에서 가장 길었다. 성별수명은 암컷이 7.6~10.9일, 수컷이 8.1~11.5일로 암컷이 수컷보다 약간 짧은 경향이 있었다.

Kim and Shin (1987)은 새알콩 등 10종의 콩품종을 달리 사육한 경우 담배거세미나방 성충의 수명은 차이가 있었으며, 또한 식이기주에 따른 산란수의 차이를 보고하였다. Shin and Kim (1987)은 케일 등 7종의 식이기주에서 성충의 수명은 기주에 따른 차이가 있었으며, 성별수명은 수컷이 암컷보다 2~3일 정도 길었다고 하였다. Bae and Park (1999)는 콩, 들깨, 고구마 및 인공사료로 사육한 경우 우화후 교미한 성충의 수명은 식이기주에 따른 차이와 함께 수컷의 수명이 암컷보다 약간 길다고 하였다. 본 연구에서 특이하게 암컷의 수명이 수컷보다 약간 길게 나타난 것은 우화 후 교미하지 않은 데 어느 정도 그 원인이 있는 것으로 여겨진다.

지금까지 두류의 품종별 엽특성(엽두께 및 엽수분)과 유충의 식엽량 및 담배거세미나방의 용기간, 용무게 및 성충수명과의 상관관계를 살펴보면 Table 5과 같다. 두류의 품종별 엽수분과 용기간, 용무게 및 성충수명, 그리고 유충기간과 용무게 및 성충수명과는 부의 상관관계가 나타났으며, 유충의 식엽량과 용기간, 용무게 및 성충수명, 그리고 용기간과 용무게 및 성충수명, 용무게와 성충수명과는 정의 상관관계가 인정되었다.

따라서 담배거세미나방의 용과 성충은 공시기주의

Table 3. Pupal weight and percent change of pupal weight of *S. litura* reared on leaves of different leguminous plants

Varieties or cultivars	Pupal weight (g)/pupa ¹			Percent change of pupal weight (%) ²		
	Female	Male	Average (F+M/2)	Female	Male	Average (F+M/2)
Saealkong	0.43±0.02(10)a	0.33±0.04(10)ab	0.38±0.06a	13.50±1.59abc	16.98±1.83a	15.24±2.44a
Eunhakong	0.37±0.05(13)b	0.35±0.07(7)a	0.36±0.06a	14.55±2.71abc	14.51±3.45abcde	14.53±2.99ab
Bukwangkong	0.40±0.04(10)ab	0.30±0.03(10)b	0.35±0.06a	14.80±3.34ab	16.61±2.75ab	15.70±3.19a
Duyoukong	0.39±0.05(9)b	0.35±0.05(11)a	0.37±0.05a	12.97±2.41abc	14.67±2.02abcde	13.91±2.36abc
Keunolkong	0.37±0.03(11)b	0.34±0.03(9)a	0.36±0.03a	13.38±2.90abc	16.00±3.67abc	14.56±3.52ab
Geomjeongkong-1	0.40±0.04(7)ab	0.35±0.02(13)a	0.37±0.04c	8.93±1.82d	12.40±2.22de	11.19±2.66d
Gangnangkong	0.32±0.57(15)c	0.35±0.05(5)ab	0.32±0.06b	12.47±2.57abc	11.91±2.45e	12.33±2.55cd
Dongbu	0.23±0.04(11)d	0.24±0.03(9)c	0.23±0.03c	15.01±1.78a	17.04±2.21a	15.92±2.23a
Jungweonpat	0.38±0.05(11)b	0.35±0.03(9)a	0.37±0.04a	11.40±3.76cd	15.10±2.69abcd	13.07±3.79bcd
Seonhwanogdu	0.38±0.06(10)b	0.34±0.03(10)ab	0.36±0.05a	12.38±5.12abc	13.17±3.24cde	12.62±4.32bcd
DKDK	0.37±0.04(9)b	0.33±0.03(11)ab	0.35±0.04ab	11.70±2.79bcd	13.79±1.07bcde	12.85±2.28bcd

¹ Pupa was weighed within 24 hours after pupation.

² Percent change = pupal weight at 1 day before emergence/pupal weight on the day of pupation.

*Means followed by the same letter are not significantly different ($P = 0.05$; DMRT).

Table 4. Adult longevity of *S. litura* fed on leaves of different leguminous plants

Varieties or cultivars	No. of insects	Adult longevity (mean \pm STD) ¹		
		Female	Male	Average (F+M/2)
Saealkong	20	10.50 \pm 2.06(10) ² ab	10.40 \pm 2.25(10) ² ab	10.45 \pm 2.16ab
Eunhakong	20	10.15 \pm 1.56(13)ab	10.29 \pm 1.58(7)ab	10.20 \pm 1.57ab
Bukwangkong	20	10.90 \pm 2.12(10)a	11.50 \pm 1.91(10)a	11.20 \pm 2.04a
Duyoukong	20	9.22 \pm 1.32(9)bc	9.46 \pm 1.67(11)bc	9.35 \pm 1.53bc
Keunolkong	20	9.55 \pm 1.62(11)abc	10.44 \pm 1.50(9)ab	9.95 \pm 1.63b
Geomjeongkong-1	20	9.29 \pm 0.70(7)bc	10.23 \pm 1.25(13)ab	9.90 \pm 1.18b
Gangnangkong	20	8.00 \pm 1.10(15)cd	9.20 \pm 0.40(5)bc	8.3 \pm 1.10cd
Dongbu	20	7.55 \pm 1.50(11)d	8.11 \pm 1.37(9)c	7.80 \pm 1.47d
Jungweonpat	20	8.36 \pm 1.82(11)cd	10.22 \pm 1.62(9)ab	9.20 \pm 1.97bc
Seonhwanogdu	20	9.10 \pm 0.70(10)bcd	10.00 \pm 0.89(10)ab	9.55 \pm 0.92b
DKDK	20	8.44 \pm 1.95(9)cd	10.27 \pm 2.80(11)ab	9.45 \pm 2.62bc

¹ Means followed by the same letter are not significantly different ($P=0.05$; DMRT).

² The values in the parenthesis are number of insects observed for adult longevity that not mated after emergence.

Table 5. Relationships between independent variable and dependent variable of *S. litura*

Independent variable	Dependent variable		
	Pupal duration	Pupal weight	Adult longevity
Leaf moisture (%)	-0.637** ²	-0.671**	-0.803**
Total leaf area fed by larva	0.537* ¹	0.743**	0.442
Total dried leaf weight fed by larva	0.640**	0.603**	0.453*
Leaf area fed by 5th instar	0.645**	0.621**	0.356
Leaf area fed by 6th instar	0.662**	0.596**	0.474*
Larval duration	-0.246	-0.517*	-0.480*
Pupal duration	- ³	0.572**	0.578**
Pupal weight	-	-	0.707**

¹ Significant at 95% ($P=0.05$) level.

² Significant at 99% ($P=0.01$) level.

³ No relationship.

엽특성 중 특히, 엽수분 그리고 유충기간의 식엽량 등에 의해 영향을 받는다는 것을 알 수 있었다. 그러므로 담배거세미나방은 유충기에 식이한 기주의 종류, 질적 및 양적상태에 따라 용 및 성충에까지 영향을 미치므로 특별히 유충기의 환경조건은 성충의 증식력과 밀접한 관련이 있다. 따라서 담배거세미나방의 발생예찰을 위한 충분한 자료를 얻기 위해서는 유충기의 환경조건과 성충의 증식력에 관한 세밀한 연구가 요구되는 바이다.

인용 문헌

Ahuja, D.B. and A. Noor. 1991. Effect of different host plants on the development of *Spodoptera litura* (Fab.). J. Insect Sci. 4(2): 176~177.

Bae, S.D., K.B. Park and Y.J. Oh. 1997. Effects of temperature and food source on the egg and larval development of tobacco cutworm, *Spodoptera litura* Fabricius. Korean J. Appl. Entomol. 36(1): 48~54.

Bae, S.D. and H.J. Cho. 1998. Study on the physio-biology and control of *Spodoptera litura* Fabricius. Pl. Environ. Res. Rept. Nat. Yeongnam Agric. Expt. Sta. RDA. pp. 834~841.

Bae, S.D. and K.B. Park. 1999. Effects of temperature and food source on pupal development adult longevity and oviposition of the tobacco cutworm, *Spodoptera litura* Fabricius. Korean J. Appl. Entomol. 38(1): 23~28.

Balasubramanian, G., S. Chelliah and M. Balasubramanian. 1984. Effect of host plants on the biology of *Spodoptera litura* Fabricius. Indian J. Agric. Sci. 54(12): 1075~1080.

Bhalani, P.A. 1989. Suitability of host plants for growth and

- development of leaf eating caterpillar, *Spodoptera litura* (Fabr.). Indian J. Ent. 51(3): 427~430.
- Horigiri, M. 1964. Bionomics and control of Tobacco cutworm, *Spodoptera litura* Fabricius. Plant Quarantine 18: 269~274.
- Huse, H. 1969. Tobacco cutworm, *Spodoptera litura* Fabricius, in the Souchi costal area. I. The distribution and damage. Res. Rept. of Disease and Insect Pest in Northern Japanese 20: 188~193.
- Kim, H. and H.Y. Shin. 1987. Studies on bionomics and control of tobacco cutworm, *Spodoptera litura* Fabricius in southern part of Korea. J. Inst. Agr. Res. Util. Gyeongsang Natl. Univ. 21(2): 105~122.
- Kim, Y.G., H.K. Park and W.R. Song. 1997. Cold hardness of *Spodoptera litura* (Fabricius) (Lepidoptera: Noctuidae). Korean J. Appl. Entomol. 36: 256~263.
- Kim, Y.G., J.R. Cho, J.N. 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. Aisa-Pacific Entomol. 1(1): 115~122.
- Matsuura, H., A. Naito, A. Kikuchi and S. Uematsu. 1992. Studies on the cold-hardness and overwintering of *Spodoptera litura* F. (Lepidoptera: Noctuidae). V. Possibility of larval and pupal overwintering at the southern extremity of the Boso peninsula. Jpn. J. Appl. Entomol. Zool. 36: 37~43.
- Minanikawa, H. 1937. Survey on the tobacco cutworm, *Spodoptera litura* Fabricius. Taiwan Central Res. Inst. Agr. Report 70: 1~66.
- Mochida, O. and T. Okada. 1974. A bibliography of *Spodoptera* spp. (Lepidoptera: Noctuidae). Misc. Bull. Kyushu Nat. Agr. Expt. Sta. 49: 1~110.
- Nasr, E.S., M.A. Moussa and A.S. Hassan. 1960. Soil moisture in relation to pupation and moth emergence of the cotton leaf worm, *Prodenia litura* Fabricius. Bull. Soc. Entom. Egypte. XLIV: 377~382.
- SAS Institute. 1985. SAS user's guide. SAS Institute, Cary, N. C.
- Shin, H.Y., C.H. Kim, C.G. Park and Y.S. Lee. 1987. Biology of tobacco cutworm, *Spodoptera litura* (F.), (Lepidoptera: Noctuidae) : I. Seasonal occurrence of tobacco cutworm in southern Korea and larval development, pupal period, adult longevity and oviposition on the different food sources. Res. Rept. RDA (D · M & U). 29(1): 301~307.
- Singh, G. and V.C. Hoi. 1972. Effects of host plants on the biology of *Spodoptera litura* Fabricius. Mal. Agric. Res. 1: 14~23.
- Taguchi, R. 1961. On the outbreak of tobacco cutworm, *Spodoptera litura* Fabricius. Plant Quarantine 15(12): 541~542.

(1998년 9월 28일 접수, 1999년 10월 13일 수리)