

콩 담배거세미나방(*Spodoptera litura*)의 경제적 피해수준

이건휘* · 배순도 · 김현주 · 박성태 · 최만영¹

작물과학원 영남농업연구소, ¹작물과학원 호남농업연구소

Economic Injury Levels for the Common Cutworm, *Spodoptera litura* (Fabricius) (Lepidoptera: Noctuidae) on Soybean

Geon-Hwi Lee*, Soon-Do Bae, Hyun-Joo Kim, Sung-Tae Park and Man-Young Choi¹

Yeongnam Agricultural Research Institute, NICS, RDA, Milyang 627-130

¹Honam Agricultural Research Institute, NICS, RDA, Iksan 570-080

ABSTRACT : The damage aspects of soybean by common cutworm, *Spodoptera litura* (Fabricius) (Lepidoptera: Noctuidae) at different larval density and different growth stage of soybean were studied in soybean field. The percent yield reduction(Y) of soybean infested by different densities of *S. litura* (X, no. of larvae/plant) under outdoor conditions for a three week period were estimated by the following equations: (1) $Y = 1.655X - 6.025$ ($R^2 = 0.952$) for the R1 (flowering stage); (2) $Y = 0.725X - 0.475$ ($R^2 = 0.986$) for the R3 (beginning pod stage); and (3) $Y = 0.635X - 1.325$ ($R^2 = 0.986$) for the R5 (beginning seed stage). Based on the relationships between the densities of *S. litura* larvae and the yield index of soybean, the number of larvae (2nd-3rd instar) which caused 5% loss of yield (Tolerable injury level) was estimated to as approximately 6.7 for the R1, 7.5 for the R3, and 10.0 per plant for the R5, respectively. Average soybean leaf areas consumed by 1st, 2nd, 3rd, 4th, 5th and 6th larvae of *Spodoptera litura* during 24 hr at 28°C was 0.3, 0.7, 2.6, 4.0, 20.1, and 55.8 cm², respectively.

KEY WORDS : Soybean, *Spodoptera litura*, Damage level

초 록 : 담배거세미나방에(*Spodoptera litura*)에 의한 콩의 피해해석을 하고자 콩 생육기 및 담배거세미나방 유충 밀도를 달리하여 조사한 결과, 콩 생육시기별 유충 밀도에 따른 수량감소율과의 관계식은 개화기에는 (1) $Y = 1.655X - 6.025$ ($R^2 = 0.952$), 착엽기에는 (2) $Y = 0.725X - 0.475$ ($R^2 = 0.986$), 립비대기에는 (3) $Y = 0.635X - 1.325$ ($R^2 = 0.986$)였다. 이 관계식을 근거로 하여 콩 생육시기별 피해허용수준(수량감소 5% 기준)을 산출한 결과, 주당 2-3령 유충의 밀도는 개화기 6.7 마리, 착엽기 7.5마리, 립비대기는 10.0마리였다. 28°C에서 1령, 2령, 3령, 4령, 5령 및 6령 유충의 1일 섭식량은 0.3, 0.7, 2.6, 4.0, 20.1 및 55.8 cm²이었다.

검색어 : 콩, 담배거세미나방, 피해수준

우리나라 남부지방의 밭작물에 대발생하여 큰 피해를 주고 있는 담배거세미나방(*Spodoptera litura*)은 열대, 아

열대 및 온대에 걸쳐 폭 넓게 분포하고 있으며(Taguchi, 1961; Mochida and Okada, 1974), 대부분의 광엽성 작물

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

을 가해하여 피해를 주는 해충으로 알려져 왔는데(Minamikawa, 1937; Nasr *et al.*, 1960), 국내에서 발작물의 주요해충으로 인식되기 시작한 것은 1990년 이후로 그동안 증가되어온 시설재배면적과 밀접한 관련이 있는 것으로 추정된다. 그 이유로는 우리나라 남부지방 특히 시설재배가 많이 이루어지는 부산, 김해, 밀양, 창원 및 진주 등에서 다발생되며(Kim and Shin, 1987; Bae and Cho, 1998), 이들 지역에서 재배되는 콩, 들깨, 토마토, 카네이션, 거베라 등을 가해하여 큰 피해를 야기 한 것으로 보고되었다(Shin *et al.*, 1987; Bae *et al.*, 1997; Bae, 1999; Bae and Park, 1999). 담배거세미나방은 우리나라에서 아직 정확한 발생생태가 밝혀지지 않았으나, 남부지방에서 연간 5세대를 경과하고 1, 2세대의 발생량은 적지만 그 이후 세대는 많고 발생면적이 점차 확대되어 문제가 되고 있으며(Shin *et al.*, 1987), 1-2령 유충까지는 근집하여 잎 뒷면에서 엽육을 식해 하지만 3령 이후에는 분산하여 왕성한 식성을 보이며 노숙유충이 되면 낮에는 표토의 흠속에 숨어 있다가 밤에 나와서 활동하며 흠속 1-2 cm내에서 번데기가 된다(Nasr *et al.*, 1960, Omino *et al.*, 1973). 담배거세미나방 유충은 두과작물인 팥 포장에 발생하여 잎, 꽃 및 꼬투리를 가해하여 피해를 주며, 유충영기별 섭식량은 전체 유충기간동안 섭식량의 82%가 6령 유충기간에 나타난 것으로 보고하였다(Jun and Koji, 1989). 또한 Takashi *et al.* (1983)은 콩 생육시기별 인위적으로 절엽한 후 콩 생육시기별 콩 잎의 회복정도와 수량구성요소 및 수량에 미치는 영향 등을 조사하였다. 최근 FTA협상 확대로 외국산 농산물의 수입이 증가할 것으로 예상됨으로 우리농산물의 국제경쟁력 제고를 위해서는 고품질 안전농산물 생산을 위한 친환경적 해충 종합관리 기술(IPM) 개발이 요구된다. 어떤 작물에 발생하는 병해충에 대하여 IPM을 실행하기 위하여 가장 기초적으로 수행되어야 할 사항으로 경제적 피해수준(Economic injury level, 이하 EIL)과 요방제 밀도(Economic threshold, 이하 ET)설정이다. Stern *et al.* (1959)은 EIL을 “경제적 손실(Economic damage)을 일으키는 최저의 해충 개체군 밀도”라고 하고 경제적 손실이란 “인위적 방제수단에 필요한 비용(방제비)에 맞먹는 해충의 가해량”이라고 하고 해충 개체군밀도가 EIL에 달하는 것을 막기 위하여 실제로 취할 방제 수단을 결정해야 할 시점의 해충 개체군 밀도를 경제적 피해허용한계(ET)라고 하였다. 지금까지 많은 논문들을 살펴보면 이 두 용어를 구별하여 사용하기도 하고 또는 같은 뜻으로 사용한 경우도 있어 상당한 혼란이 있어 왔다. Hyun (1962)은 Stern 등(1959)의 Economic injury

level을 경제적 피해선이라고 하였으나 그 후(1994) 경제적 가해수준밀도라고 하였고 Economic threshold를 경제적 피해허용한계라고 하였다. 일본에서는 전자에 대하여 Kiritani (1979)는 경제적 피해수준이라고 하고 Economic threshold에 대해서는 경제역치 또는 방제역치(Control threshold)라고 하였다. 그 후 EIL에 대하여는 피해허용수준, ET는 요방제 밀도로 보편적으로 사용되어 오고 있다(Adachi and Nakasuji, 1985). 본 연구에서는 콩 재배지에서 대발생하여 피해를 주고 있는 담배거세미나방의 콩 생육시기 및 유충밀도별 피해 해석을 통하여 경제적 피해수준을 설정 하고자 실시하였다.

재료 및 방법

시험곤충

실험에 사용된 담배거세미나방은 2004년과 2005년 8월 상순부터 영남농업연구소 하우스 주변의 콩 포장에 산란된 난과 부화유충을 채집하여 곤충 사육실(28±2°C, 65±5% RH, 12L : 12D)에서 사육 상자(35×35×40 cm)내에 온실에서 재배한 콩을 먹이로 공급하여 사육하였다.

피해해석

태광콩을 5월 하순에 60×15 cm 간격으로 파종하고 개화기(R1), 착엽기(R3) 및 립비대기(R5)에 주당 담배거세미나방 유충(2-3령)을 각각 0, 5, 10, 20, 40마리씩을 접종한 후 콩 생육시기 및 유충밀도별 피해를 조사하였다. 이때 유충의 이동 및 다른 해충의 피해를 방지하기 위하여 1.2×1.2×1.2 m 크기의 망사케이지(20주 대상)를 씌웠다.

섭식량 조사

콩 포장에서 생육시기 및 유충 접종밀도별 섭식량은 접종 20일 후에 조사하였다. 유충 영기별 섭식량은 포트에서 파종 후 약 40일된 콩에 곤충 사육실(28±2°C, 65±5% RH, 12L : 12D) 내에서 각 영기별 유충을 접종하여 24시간 후 각각 엽면적 측정기(LI-3100C, Li-cor USA)를 사용하여 조사하였다.

자료분석

유충 마리당 가해엽수에 대한 결과는 SAS Institute

(1996)의 분산분석(ANOVA)으로 비교하였으며, 생육시기별 담배거세미나방 유충 밀도에 따른 수량감소율의 관계는 Excel 프로그램에서 회귀분석법을 이용해 분석하였다.

결과 및 고찰

피해해석

콩 생육시기 및 담배거세미나방 유충 접종밀도별 수량구성요소와 수량을 조사한 결과(Table 1), 동일한 유충 접종밀도에서 생육시기가 빠를수록 협수는 적고, 불완전립률은 높았으나, 공협수는 착협기에서 가장 많았다. 전반적으로 동일한 담배거세미나방 유충이 접종 되었을 때 수량감소는 생육시기가 빠를수록 피해가 많아 개화기(R1) > 착협기(R3) > 립비대기(R5) 순으로 수량감소가 많은 것으로 나타났다. Takashi et al. (1983)는 콩 생육시기 및 엽의 인위적인 절엽 정도별 수량구성요인 및 수량에 미치는 영향을 조사한 결과 콩의 생육초기(개화기 이전)에 엽을 절엽 하였을 때는 엽면적 회복정도는 매우 높지만 착협기(R3)이후에는 절엽된 엽이 거의 회복되지 못하였

고, 생육초기에 피해를 받은 엽은 협의 개수에 영향을 주고, 생육후기에 피해를 받은 엽은 협의 개수와 무게에 영향을 주어 수량감소의 원인이 되는 것으로 보고하였다. 본 연구와 비교해보았을 때 거의 같은 경향으로 생각된다. 콩 생육시기 및 담배거세미나방 유충(2-3령) 접종밀도별 수량감소율과의 관계를 회귀 분석한 결과(Fig.1); 개화기는 $Y = 1.655X - 6.025$ ($R^2 = 0.952$), 착협기는 $Y = 0.635X - 1.325$ ($R^2 = 0.986$), 립비대기는 $Y = 0.725X - 0.476$ ($R^2 = 0.986$)이었다. 이와 같은 콩 생육시기 및 담배거세미나방 유충(2-3령) 접종밀도별 수량감소율과의 회귀 분석한 결과를 가지고 감소율을 추정해본 결과는 Table 2와 같다. 해충 방제 여부는 생산물의 시장가격과 방제비용을 고려한 경제성이 판단의 기준이 되는데 경제성을 결정하는데

Table 2. Relation between the yield decreasing rate and different densities *S. litura* larva for different growth stage of soybean

Rate of decreasing (%)	No. of <i>S. litura</i> larvae per plant		
	R1-R2 Stage	R3 Stage	R5 Stage
0	3.6	0.7	2.1
5	6.7	7.5	10.0
10	9.7	14.4	17.8
15	12.7	21.3	25.7

Table 1. Effect of different density *S. litura* larvae on the soybean leaf consumption, yield components, and yield at different growth stage of soybean

Growth stages	Density of inoculation (no./plant)	Leaf area 20days after inoculation (cm ² /plant)	Pods (no./plant)	Empty pods (no./plant)	Normal seeds (no.)	Abnormal seeds (no.)	% of abnormal seeds	Yield (kg/10 a)	Yield index
R1 ~ R2 Stage	0	3,075.3 a	81.2 a	2.6 a	483	27 a	5.3	259.4 a	100
	5	2,600.0 ab	73.6ab	2.9 a	671	53 b	7.3	252.2 a	97
	10	2,169.7 b	69.4 b	3.2 a	620	148 c	19.3	241.4ab	93
	20	503.7 c	65.8 b	3.6ab	465	167 c	26.4	210.1 b	81
	40	171.7 d	59.8 c	4.8 b	264	342 d	56.4	90.8 c	35
R3 Stage	0	3,148.0 a	89.4 a	2.5 a	540	29 a	5.1	269.8 a	100
	5	2,796.3 a	83.8 a	3.1ab	572	50 b	8.0	261.9 a	97
	10	2,092.0 b	75.8 b	4.2 b	484	55 b	10.2	257.7 a	95
	20	825.7 c	70.8 b	4.7 b	497	149 c	23.1	227.3ab	84
	40	654.7 c	66.8 c	5.9 c	401	252 d	38.6	193.3 b	72
R5 Stage	0	4,489.7 a	87.8 a	2.4 a	508	30 a	5.6	264.6 a	100
	5	3,698. ab	87.6 a	2.8 a	586	38 a	6.1	258.9 a	98
	10	2,814.0 b	86.6 a	3.0 a	587	49ab	7.7	254.7 a	96
	20	1,322.0 c	84.8 a	3.3ab	510	59 b	10.4	237.1ab	90
	40	1,007.7 c	82.4 a	4.0 b	504	154 c	23.6	198.5 b	75

Within a column, means followed by the same letters are not significantly different ($P = 0.05$; DMRT).

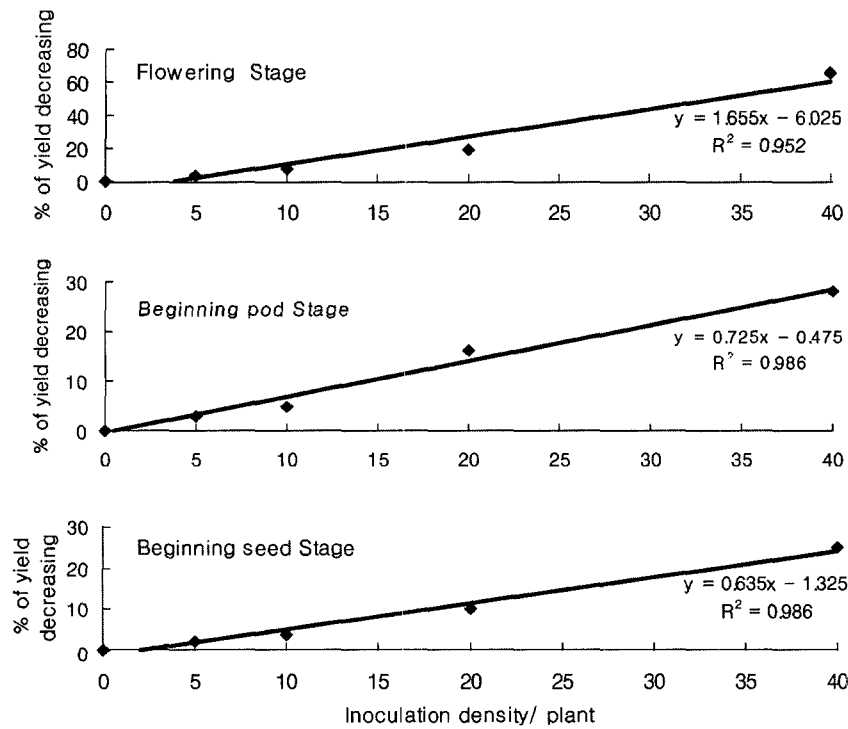


Fig.1. Regression between yield decreasing rate and different density *S. litura* larvae at different growth stage of soybean.

Table 3. Consumption of soybean leaves by *S. litura* larvae at 28°C, 65±5%, RH, 12L : 12D

Estimated leaf area (cm ²) consumed by a larva during 24 hours					
1st	2nd	3rd	4th	5th	6th
0.3±0.02 ^a	0.7±0.05a	2.6±0.35ab	4.0±0.28b	20.1±4.45c	55.8±9.67d

^aMeans followed by the same letters are not significantly different ($P = 0.05$; DMRT).

GT (Grain Threshold, 면적당 방제비용과 같은 수량)가 매우 중요한 기준이 된다. 따라서 GT값에 따라 경제적 피해수준은 크게 달라지게 되는데 외국의 일부 사례를 보면 일반작물의 경우 GT값이 수량대비 1.0-3.7%로 전체 수량에서 차지하는 비율이 매우 낮게 나타난다(Maltais *et al.*, 1998; Stone and Pedigo, 1972). 그러나 이러한 낮은 비율은 동일 처리 포장 간에도 수량 변이가 3-5%까지 발생할 수 있다는 점을 고려하여 일본의 경우도 작물별 피해허용수준을 설정할 때 실용적인 면에서 GT를 전체수량의 3.5-5% 범위에서 설정한 예가 많이 보고되어 있다(Kiritani, 1980). 따라서, 이 기준을 근거로 콩 생육시기별 수량감소를 5% (피해허용수준)를 산정한 결과 담배겨세미나방 유충밀도는 주당 개화기, 착엽기 및 립비대기는 각각 6.7마리, 7.5마리 및 10.0마리였다. Takashi *et al.* (1983)는 콩 생육시기별 담배겨세미나방의 피해허용수준을 6령 유충으로 기준할 때 식물체당 개화기, 착엽기 및

립비대기는 각각 3.2마리, 4.2마리 및 7.4마리로 보고하였다. 대상 유충 총태가 본 연구와 달라 직접적인 비교는 어렵지만 생육시기별 피해허용수준의 경향은 거의 같은 것으로 생각된다.

섭식량 조사

콩 생육시기 및 담배겨세미나방 유충 접종밀도별 섭식량을 조사한 결과(Table 1), 동일 접종밀도에서 생육시기가 빠를수록 유충에 피해 받은 엽의 비율이 높은 경향이었고, 주당 유충밀도가 20마리 이상일 때 건전엽에 비하여 피해 받은 엽의 비율은 70%이상이었다. 또한, 28°C에서 1령, 2령, 3령, 4령, 5령 및 6령 유충의 1일 섭식량은 각각 0.3 cm², 0.7 cm², 2.6 cm², 4.0 cm², 20.1 cm² 및 55.8 cm²로 5령이 후에는 급격히 늘어나는 경향이였다(Table 3). Jun and Koji (1989)는 25°C 조건에서 담배겨세미나방

유충 영기 및 기간별 콩 잎 섭식량을 조사한 결과 유충1마리가 일생동안 203.9 cm²를 섭식하는데 1-4령 섭식량은 많지 않은 반면 5령이 후 섭식량은 전체 섭식량의 94.7%를 차지한 것으로 보고하였는데 본 연구결과와 유사한 경향이였다.

Literature Cited

- Adachi, I. and F. Nakasuji. 1985. Definition of economic injury level-Review and theoretical analysis. *Plant Protec.* 39: 301-309 (in Japanese).
- 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. 877-907.
- 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. *Kor. J. Appl. Entomol.* 36: 48-54.
- 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. *Kor. J. Appl. Entomol.* 38: 23-28.
- Bae, S.D. 1999. Leaf characteristics of leguminous plants and the biology of tobacco cutworm *Spodoptera litura* Fabricius, The larval development and leaf feeding amount. *Kor. J. Appl. Entomol.* 38: 217-224.
- Hyun, J.S. 1962. Basic problems in insect control-Special reference to economic control-. *Sanrock.* 11: 45-50.
- Jun, K. and S. Koji. 1989. Damage analysis of red bean plants caused by the common cutworm, *Spodoptera litura* (Lepidoptera: Noctuidae). *Jpn. J. Appl. Ent. Zool.* 33: 57-62.
- Kim, C.H. and H.Y. Shin. 1987. Studies on bionomics and control of tobacco cutworm *Spodoptera litura* Fabricius in southern part of korea. *J. Insect. Sci.* 5: 33-36.
- Kiritani, K. 1979. Pest management in rice. *Annu. Rev. Entomol.* 24: 279-312.
- Kiritani, K. 1980. Integrated insect pest management for rice in japan. In *Proc international symposium on problems of insect pest management in developing countries.* Tropical Agriculture Research Center, Kyoto, Japan. pp.13-22.
- Maltais, P.M., Nuckle, J.R. and P.V. Leblanc. 1998. Economic threshold for three lepidopterous larval pests of fresh-market cabbage in southeastern New Brunswick. *J. Econ. Entomol.* 91: 699-707.
- Minamikawa, H. 1937. Survey on the tobacco cutworm *Spodoptera litura* Fabricius. *Taiwan Central Res. Int. Agr. Report* 70: 1-66.
- Mochida, O. and Okada. 1974. A bibliography of *Spodoptera litura* spp (Lepidoptera: Noctuidae). *Misc. Bull. Kyushu Nat. Agr. Expt. Sta.* 49: 1-100.
- Nasr, E.S., M.A. Moussa and A.S. Hassan. 1960. Soil moisture in relation to population and moth emergence of the cotton leaf worm, *Prodenia litura* Fabricius. *Bull. Soc. Entom. Egypte.* XLIV: 377-382.
- Omino, T., S. Yokoi and H. Tsuji. 1973. Experimental studies on the daytime behaviour of noctuid larvae, the cabbage armyworm, *Mamestra brassicae*, the tobacco cutworm *Spodoptera litura*, and black cutworm, *Agrotis ipsilon*. *Jap. J. Appl. Ent. Zool.* 17(4): 215-220.
- Shin, H.Y., C.H. Kim, C.G. Park and Y.S. Lee. 1987. Biology of tobacco cutworm *Spodoptera litura* (F.) (Lepidoptera: Noctuidae), 1. 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 and U).* 29: 301-307.
- Stern, V.M., R.F. Smith, R. van den Bosch and K.S. Hagen. 1959. The integrated control concept. *Hilgardian* 29: 81-102.
- Stone and Pedigo. 1972. Development and economic injury level of the green cloverworm on soybean in Iowa. *J. Econ. Entomol.* 65: 197-201.
- Taguchi, R. 1961. On the outbreak of tobacco cutworm, *Spodoptera litura* Fabricius. *Plant Quarantine* 15: 541-542.
- Takashi, S., K. Hitoshi and K. Keizi. 1983. Effect of artificial defoliation on growth and yield of soybean: Development of dynamic economic injury level and control threshold. *Jpn. Appl. Entomol. Zool.* 27: 203-210.

(Received for publication 25 October 2006;
accepted 19 December 2006)