

배추에서 담배거세미나방(*Spodoptera litura*)의 요방제 수준 설정

최덕수* · 김도익 · 김선곤 · 고숙주 · 강범용 · 김상수¹

전남농업기술원 친환경연구소, ¹순천대학교 생명산업과학대학

Control Thresholds for Managing Common Cutworm, *Spodoptera litura* (Fabricius) (Lepidoptera: Noctuidae) on Chinese Cabbage

Duck-Soo Choi*, Do-Ik Kim, Seon-Gon Kim, Suk-Ju Ko, Beom-Ryong Kang and Sang-Soo Kim¹

Jeonnam Agricultural Research and Extension Services, Naju 500-715, Korea

¹College of Life Science and Natural Resources, Suncheon National University, Suncheon 540-742, Korea

ABSTRACT: This study aimed to estimate control thresholds for managing common cutworm, *Spodoptera litura* Faricius (Lepidoptera: Noctuidae) at different larval densities and growth stages of Chinese cabbage in field conditions. The percent yield reduction (Y) of Chinese cabbage infested by different densities of *S. litura* (X, no. of larvae/100 plants) for three weeks were estimated by $Y = -21.85X + 1300$ ($R^2 = 0.997$) 5 days after transplanting and $Y = -12.1X + 1382$ ($R^2 = 0.998$) 20 days after transplanting. Based on the relationships between the densities of *S. litura* larvae and the yield index of chinese cabbage, the number of larvae (2nd to 3rd instar) which caused 5% loss of yield was estimated as 2.9/100 plants 5 days after transplanting, and 5.6/100 plants 20 days after transplanting.

Key words: Chinese cabbage, *Spodoptera litura*, Control Thresholds

초 록: 가을재배 배추에서 담배거세미나방 접종시기와 접종밀도에 따라 배추 수량에 미치는 영향을 조사하여 수량감소율에 따른 요방제 수준을 설정하였다. 포장조건에서 담배거세미나방 접종밀도가 다르게 접종하고 3주 동안 배추의 피해엽율을 조사하여 접종밀도와 수량감소율과의 관계식을 산출한 결과, 정식초기(정식 5일 후)는 $Y = -21.85X + 1300$ ($R^2 = 0.997$)였고, 정식중기(정식 20일 후)는 $Y = -12.1X + 1382$ ($R^2 = 0.998$)였다. 담배거세미나방 유충밀도와 수량과의 관계식으로 배추 수량 5%를 경감시키는 담배거세미나방 밀도는 정식초기는 2.9마리/100주, 정식중기는 5.6마리/100주였다.

검색어: 배추, 담배거세미나방, 요방제수준

담배거세미나방(*Spodoptera litura*)은 우리나라 남부지방 밭작물에 대발생하여 큰 피해를 주는 해충으로 두류, 채소류, 서류 및 사료작물 등 대부분의 전작물을 가해하는 잡식성 해충이다. 국내에서 담배거세미나방이 농작물의 주요해충으로 인식되기 시작한 것은 1990년 이후로 이는 시설면적이 크게 증가되었던 것과 밀접한 관련이 있는 것으로 여겨진다. 담배거세미나방은 국내에서 아직 정확한 발생생태가 밝혀지지 않았으나, 남부지방에서 연간 5세대를 경과하고 1, 2세대의 발생량은 적지만 그

이후 세대는 많다고 하였으며(Shin *et al.*, 1987), 1~2령의 어린 유충은 군집하여 잎 뒷면에서 엽육을 가해하지만 3령 이후에는 분산하여 섭식량이 왕성하며, 노숙유충이 되면 낮에는 표토의 흙속에 숨어 있다가 밤에 나와서 활동하고 흙속 1~2cm 내에서 번데기가 된다(Nasr *et al.*, 1960, Omino *et al.*, 1973). 담배거세미나방의 유충은 두과작물인 팥 포장에 발생하여 잎, 꽃 및 꼬투리를 가해하여 피해를 주며, 유충 영기별 섭식량의 82%가 6령 유충기간에 이루어진다(Jun and Koji, 1989).

최근 국제적인 자유무역의 협정에 따른 우리 농산물의 국제 경쟁력 제고를 위해서는 고품질 안전농산물 생산을 위한 친환경적 해충 종합관리기술(Integrated pest management, IPM) 개발이 요구되고 있다. IPM을 실행하기 위하여 가장 기초적으로

*Corresponding author: cds1218@korea.kr

Received July 4 2011; Revised July 20 2011

Accepted August 04 2011

수행되어야 할 사항으로 경제적 피해수준(economic injury level) 과 요방제밀도(economic threshold) 설정이 필요하다. Stem *et al.* (1959)은 경제적 피해수준은 경제적 손실을 일으키는 최저의 해충 개체군 밀도라고 하고 경제적 손실이란 인위적 방제수단에 필요한 비용에 맞먹는 해충의 가해량이라고 하여 해충 개체군 밀도가 경제적 피해수준에 달하는 것을 막기 위하여 실제로 취할 방제수단을 결정해야 할 시점의 해충 개체군 밀도를 경제적 피해허용한계라고 하였다.

국내에서 해충별 경제적 피해수준에 대한 연구는 2006년부터 다양하게 이루어졌는데, 콩의 담배거세미나방(Lee *et al.*, 2006), 배추의 파밤나방(Kim *et al.*, 2009), 배추흰나비(Kwon *et al.*, 2008), 복숭아혹진딧물(Jeon *et al.*, 2008), 파의 파밤나방(Kim *et al.*, 2007), 시설잎들깨의 들깨진딧물(Choi *et al.*, 2006), 콩의 담배거세미나방(Lee *et al.*, 2006), 가지의 아메리카잎굴파리(Lim *et al.*, 2007), 양배추의 도둑나방(Kang *et al.*, 2009) 등이 있다.

본 시험은 가을철 배추 재배 시 심한 피해를 주는 담배거세미나방의 합리적인 방제체계를 확립하기 위한 기초자료로 활용하기 위하여 담배거세미나방의 유충 접종시기 및 접종밀도에 따른 배추 피해량을 분석하여 요방제 수준을 설정하고자 전남농업기술원 시험포장에서 '09년과 '10년에 반복 수행하였다.

재료 및 방법

시험곤충

시험에 사용한 담배거세미나방(*Spodoptera litura*)은 '09년과 '10년에 전남농업기술원 친환경연구소 시험포장에서 자연 발생한 알과 부화유충을 채집하여 곤충사육실(25±2°C, 60±5%RH, 16L:8D)에서 사육상자(35×35×40cm)에 배추를 먹이로 누대사육한 층을 이용하였다. 누대사육한 곤충은 포장 접종 전 갓부화한 어린 유충을 하우스에서 순화시킨 후 2~3령 유충을 접종하였다.

포장조성 및 해충접종

본 시험에 사용한 배추 품종은 노랑진품배추이며 하우스에서 128공 플러그 육묘상자에 원예용상토를 담고 파종하여 25일간 육묘 후 본포에 정식하였다. 8월 상순에 파종하여 8월 하순에 정식하였으며, 60cm 간격으로 이랑을 만들고 30cm 간격으로 2줄로 이식하여 시험구별 100주를 정식하였다. 시험구 내 배추벼룩잎벌레 등 다른 해충 발생을 차단하기 위하여 다이아지논입제를 살포 후 경운하였으며, 각 시험구 길이는 15m 였고 정식 직

후 1.5m 간격으로 활주를 반원모양으로 지면에 세우고 폭 1.5m의 흰색 방충망(2×2mm) 씌우고 가장자리는 흙을 올려 외부로부터 해충유입을 차단하였고 시험구는 난괴법 3반복으로 배치하였다. 하우스에서 순화한 담배거세미나방 2령 유충을 정식 초기(5일후)와 정식중기(20일후)로 구분하여 접종하였다. 정식 초기 접종일이 '09년에는 9월 9일, '10년에는 8월 30일 이었으며, 정식중기 접종일은 '09년 9월 24일, '10년 9월 14일이었다. 접종밀도는 5수준으로 0, 5, 10, 20, 40마리/100주로 부드러운 빛을 이용하여 시험구 내에 고르게 접종하였다.

피해 및 수량조사

담배거세미나방 접종 후 배추 피해엽률을 접종 20일 후까지 3일 간격으로 조사하였다. 피해잎의 기준은 유충에 의한 가해흔적이 있는 것을 피해잎으로 계산하였고, 각 처리구별 10주씩 3반복으로 총 30주를 조사하였다. 시기별로 동일한 배추를 조사주로 선정하기 위하여 나무젓가락을 옆에 꽂아 표시하였다. 조사주수의 총 배추잎 중 피해잎을 백분율로 표시하여 피해엽률로 산출하였다. 처리별 배추 수량조사는 정식 45일 후 100주 전체를 조사하였으며, 담배거세미나방에 의해 피해받은 잎은 배추의 상품성을 낮추므로 실제 거래시 제거하고 유통되기 때문에 본 시험에서도 피해받은 잎을 제거한 포기의 무게를 측정하여 무접종구 대비 수량감소율을 산출하였다. 정식 후 접종시기 및 밀도별 피해엽률은 피해엽율이 가장 높았던 접종 20일 후의 자료를 이용하여 분산분석(ANOVA)으로 비교하였으며(SAS, 2004), 접종밀도와 피해엽률, 접종밀도와 수량과의 관계식은 Excel 프로그램(Excel, 2007)에서 회귀분석법을 이용하여 분석하였다.

결과 및 고찰

접종시기 및 접종밀도에 따른 배추 피해

담배거세미나방의 접종시기별 피해엽률은 정식 5일째 100주당 40마리 접종시 20일 후에 77.7%의 피해엽률로 가장 높았으며, 5마리 접종에서도 44.2%로 매우 높았다(Table 1). 정식 20일째 40마리 접종에는 20일 후 39.9%의 피해엽률로 정식 5일째의 77.7%에 비해 절반 수준이었으며, 5마리 접종에서도 정식 20일 후 접종은 14.5%로 정식 5일 후인 44.2%의 1/3수준이었다. 정식 5일후 접종처리는 접종밀도에 상관없이 피해엽률이 매우 빠른 속도로 증가하는 데에 비하여 정식 20일후 접종처리는 상대적으로 다소 느린 피해엽률 증가를 보인다. 이는 배추 생체량

의 차이인데 정식초기에는 배추 잎이 주당 5~6장으로 적은 반면 정식 20일 후에는 포기당 11~12장으로 많아지고 잎 면적도 초기보다 2배 이상 넓어졌으며, 잎이 두껍고 표면이 거칠어져서 상대적으로 섭식에 불리한 조건이 되었기 때문으로 판단된다. 담배겨세미나방 유충 1마리가 섭취하는 먹이의 절대적인 양이 동일하다고 가정할 때 생체량이 적은 배추가 많은 배추보다 피해엽률이 높아지는 것은 지극히 자연적인 결과이다. 본 시험에서 2령 유충을 접종하여 23일 후까지 피해엽률을 조사하였는데 대부분의 처리에서 접종 20일 후에 가장 높은 피해엽률을 보였으며, 그 후 약간 낮아지는 경향으로 이는 담배겨세미나방의 유충 기간이 24℃에서 약 23.6~30.4일이 소요된다(Bae *et al.*, 1997)는 보고와 비교해 볼 때 시험지역과 가장 가까운 광주지방기상청 측정 9월 상중순의 평균기온이 25.2℃ 였던 것으로 보아 접종 23일 후에는 종령 유충으로 변태기가 되기 위하여 땅속으로 들

어갔기 때문으로 판단된다. 정식 5일후 접종에서 담배겨세미나방의 왕성한 섭식활동을 하는 종령 유충은 다른 시기보다 20일째에 높은 피해엽률로 나타났다.

정식 5일후의 접종밀도와 피해엽률과의 관계는 접종밀도가 높을수록 피해엽률도 증가하는 정의 상관을 보였으며($F=652.5$, $df=14$, $CV=4.06$), 정식 20일째에도 마찬가지로 정의 상관을 보였다($F=166.8$, $df=14$, $CV=9.57$).

담배겨세미나방 접종밀도와 피해엽률과의 상관을 분석한 결과(Fig. 1), 정식초기에는 $Y=1.52X+27.36$ ($R^2=0.6363$), 정식중기에는 $Y=0.9035X+7.7775$ ($R^2=0.8751$)의 관계식을 얻었다. 정식 45일 후 담배겨세미나방 접종시기 및 접종밀도별 수량을 조사한 결과(Table 2), 정식 초기 무접종구의 수량 1,302kg/10a 대비 5, 10, 20, 40마리 접종구의 수량감소율이 각각 7.6, 16.4, 36.2, 66.3%로 접종밀도가 높아짐에 월등하게 수량이 감소하였

Table 1. Leaf damaged rating at different inoculation times and different densities of *Spodoptera litura* on Chinese cabbage

Treatment		Leaf damage (%)						
Inoculation time	Inoculation density (no./100 plant)	3DAT ^a	6DAT	9DAT	13DAT	16DAT	20DAT	23DAT
5 days after transplanting	0	0.4	0.7	0.7	1.0	0.9	0.9 e ^b	0.7
	5	2.6	8.1	15.2	24.2	33.4	44.2 d	41.3
	10	4.1	10.2	19.3	29.3	38.0	60.8 c	58.6
	20	4.5	14.6	24.6	36.3	46.1	67.3 b	66.2
	40	5.5	23.4	39.4	47.8	56.3	77.7 a	74.4
20 days after transplanting	0	0.3	0.3	0.4	0.6	0.7	0.7 d	0.5
	5	1.7	2.9	5.4	11.0	13.4	14.5 c	12.7
	10	3.0	5.7	9.9	14.9	18.5	19.8 c	18.8
	20	3.6	7.8	16.0	23.3	29.0	31.9 b	32.3
	40	4.3	13.1	26.5	35.4	37.9	39.9 a	36.7

^{a)} DAT means days after treatment.

^{b)} Means followed by the same letter are not significantly different at the 5% level by DMRT.

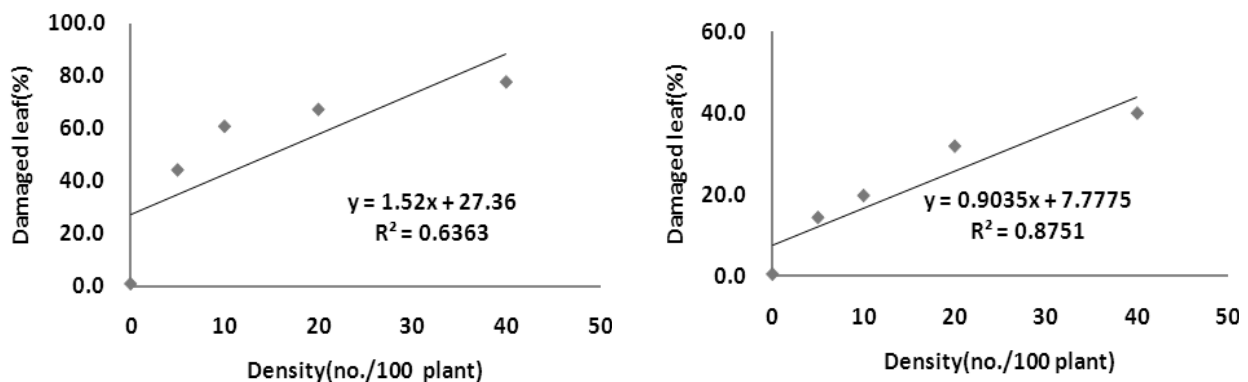


Fig. 1. The relationship between inoculation density of *S. litura* and leaf damage of Chinese cabbage (Left; 5 days after transplanting, Right; 20 days after transplanting).

Table 2. Yield and yield reduction as affected by different inoculation times and different densities of *S. litura* on Chinese cabbage

Treatment		Yield ^a (kg/10a)	Yield reduction ^b (%)
Inoculation time	Inoculation density (no./100 plant)		
5 days after transplanting	0	1,302	-
	5	1,203	7.6
	10	1,088	16.4
	20	831	36.2
	40	439	66.3
20 days after transplanting	0	1,386	-
	5	1,329	4.1
	10	1,258	9.3
	20	1,130	18.5
	40	905	34.7

a) Yield surveyed 45 days after planting except damaged leaves.

b) calculated the rate of yield loss compare with non inoculating plot yield.

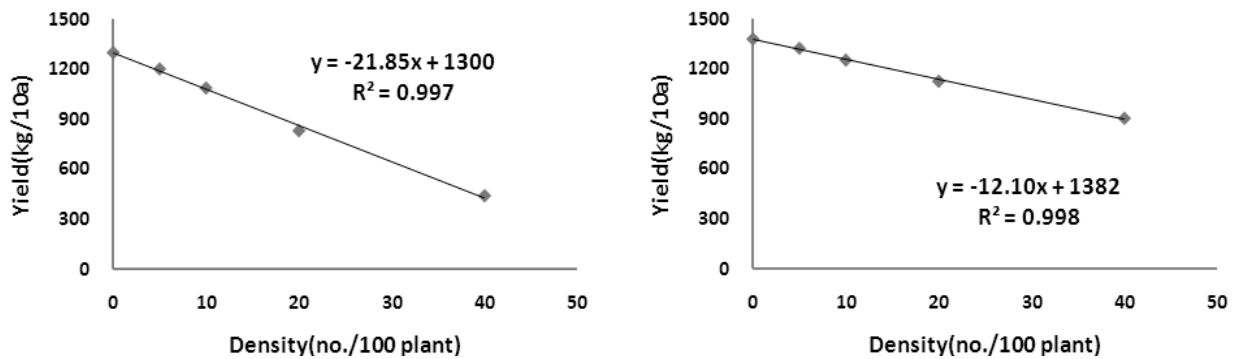


Fig. 2. Regression model of inoculation density of *S. litura* and Chinese cabbage yield (Left; 5 days after transplanting, Right; 20 days after transplanting).

으며, 정식 중기의 경우에도 경향은 비슷하였지만 정식초기 접종에 비해 비교적 수량감소율이 낮았다. 따라서 배추에서 담배 거세미나방 발생시기가 빠르고 발생량이 많을수록 피해 및 수량감소가 많아졌으며, 가장 피해가 심한 경우는 정식초기 40마리/100주로 발생하였을 때 66.3%의 수량감소율을 보였다. 담배 거세미나방 접종밀도와 수량과의 관계는 정식 5일에는 $Y = -21.85x + 1300$ ($R^2 = 0.997$), 정식 20일에는 $Y = -12.10x + 1382$ ($R^2 = 0.998$) (Fig. 2) 였다.

회귀식에 의한 요방제 밀도 산출

위의 수식을 이용하여 접종시기별 수량감소를 낼 수 있는 담배 거세미나방 밀도를 산출한 결과(Table 3), 배추 수량 5%를 감소시킬 수 있는 담배 거세미나방 밀도는 정식 5일째에 2.9마리

/100주, 정식 20일째에 5.6마리/100주였고, 10% 수량감소는 정식 5일째 5.9마리/100주, 정식 20일째는 11.2마리/100주였다. 따라서, 배추 수량감소 5%를 기준으로 한 담배 거세미나방의 요방제 밀도는 정식 5일째 2.9마리/100주, 정식 20일째 5.6마리로 나타낼 수 있다(Table 3).

Lee *et al.* (2006)은 콩에서 담배 거세미나방 경제적 피해수준은 2~3령 유충을 기준으로 개화기 6.7마리/주, 착합기 7.5마리/주, 립비대기 10마리/주 로 보고하였는데, 개화기에 도달한 콩은 배추에 비해 지상부가 매우 많기 때문에 배추보다는 월등하게 높으며, 따라서 배추에서는 이보다 더 일찍 적절한 방제수단이 투입되어야 할 것으로 판단되었다. 따라서, 담배 거세미나방 접종밀도에 따른 피해율과 수량감소율의 관계는 정의 상관을 나타내어 피해가 클수록 수량감소율도 크게 나타나 담배 거세미나방의 발생밀도가 배추의 수량감소에 크게 작용하는 것으로

Table 3. Effect of *S. litura* density on yield loss at different growth stages of Chinese cabbage based on regression equations

Yield reduction (%)	Density of <i>Spodoptera litura</i> (no./100 plant)	
	5 days after transplanting	20 days after transplanting
3	1.7	3.1
5	2.9	5.6
7	4.1	7.7
10	5.9	11.2
15	8.8	16.9
20	11.8	22.6
30	17.8	34.1

판단되었다.

Kang *et al.*(2009)은 양배추에서 생육초기 도둑나방에 대하여, Jeon *et al.*(2008)은 배추의 생육초기 복숭아혹진딧물의 경제적 피해수준을 산출하기 위하여 누적발생일수(cumulative insect days)와 양배추 유묘의 손실률과의 관계를 비선형의 대수 모형에 의하여 수익한계인 5%와 상품화율을 감안하여 경제적 피해수준과 요방제 밀도를 산출한 바 있다. 본 실험에서 얻어진 담배거세미나방 요방제 밀도는 배추 수량감소 5%를 기준으로 정식 5일째 2.9마리/100주, 정식 20일째 5.6마리였는데, 본 결과는 가을배추에서 정식 후 짧은 기간 동안의 담배거세미나방 피해량 자료를 기초로 작성되었으므로 다른 작형 또는 다른 배추 발육단계에 적용하기에는 제한이 있을 수 있다. 하지만 아직 배추에서 담배거세미나방의 발생밀도에 따라 피해를 산출할 수 있는 자료가 없기 때문에 보다 개선된 결과가 도출될 때까지 방제 계획을 수립하는데 유용하게 이용될 수 있을 것으로 기대된다.

사 사

본 연구는 농촌진흥청 농업현장실용화기술개발과제(주관과제번호 PJ006875)의 연구비지원에 의해 수행되었다.

Literature Cited

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.

Choi, Y.S., D.G. Park, I.S. Han and K.R. Choi. 2006. Determination of economic injury levels(EILs) and control thresholds(CTs) of *Aphis egomae* (Hom.: Aphididae) in green perilla. Korean J. Appl. Entomol. 45(3): 317-325.

Jeon, H.Y., T.J. Kang, H.H. Kim, C.Y. Yang and D.S. Kim. 2008. Economic injury level of *Myzus persicae* (Homoptera: Aphididae) at Chinese cabbage. Korean J. Appl. Entomol. 47(4): 407-411

Jun, K. and S. Koji. 1989. Damage analysis of red bean plants caused by the common cutworm, *Spodoptera litura* (Lepidoptera : Noctuidae). Jap. J. Appl. Entomol. Zool. 33: 57-62

Kang, T.J., H.Y. Jeon, H.H. Kim, C.Y. Yang and D.S. Kim. 2009. Economic injury level of *Mamestra brassicae* L. (Lepidoptera: Noctuidae) on early stage of cabbage(*Brassica oleracea* L. var *capitata* L.). Korean J. Appl. Entomol. 48(2): 237-243

Kim, S.G., D.I. Kim, B.R. Kang and K.J. Choi. 2007. Control thresholds for the management of beet Army Worm, *Spodoptera exigua* (Lepidoptera : Noctuidae) on welsh onion(*Allium fistulosum* L.). Korean J. Appl. Entomol. 46(3): 431-435

Kim, S.G., D.I. Kim, S.J. Ko, B.R. Kang, H.J. Kim and K.J. Choi. 2009. Determination of economic injury levels and control thresholds for *Spodoptera exigua* on Chinese cabbage. Korean J. Appl. Entomol. 48(1): 81-86.

Kwon, M., J.I. Kim, Y.N. Yoon and J.Y. Choi. 2008. Control thresholds(CTs) of imported cabbage worm (*Artogeia rapae* L.) for Chinese cabbage in Korea. Korean J. Appl. Entomol. 47(4): 401-405.

Lee, G.H., S.D. Bae, H.J. Kim, S.T. Park and M.Y. Choi. 2006. Economic injury levels for the common cutworm, *Spodoptera litura* (Fabricius) (Lepidoptera: Noctuidae) on soybean. Korean J. Appl. Entomol. 45(3): 333-337

Lim, J.R., H.C. Moon, S.U. Choi, J.H. Kim, K.K. Lee, B.R. Ko, J.S. Choi, Y.K. Jeon and C.Y. Hwang. 2007. Economic injury levels off *Liriomyza trifolii* Burgess (Diptera: Agromyzidae) infesting eggplant in greenhouse. Korean J. Appl. Entomol. 46(3): 409-414

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. Entomol. 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. Entomol. Zool. 17(4): 215-220

SAS Institute. 2004. SAS/Stat guide: Statistics. SAS Institute, Cary, NC.

Shin, H.Y., C.H. Kim, C.G. Park and Y.S. Lee. 1987. Biology of

tobacco cutworm *Spodoptera litura*(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 29: 301-307

Stem, V.M., R.F. Smith, R. van den Bosch and K.S. Hagen. 1959. The integrated control concept. Hilgardian 29: 81-102