

파에서 파밤나방 요방제 수준 설정

김선곤* · 김도익 · 강범용 · 최경주
전라남도농업기술원 친환경연구소

Control Thresholds for the Management of Beet Army Worm, *Spodoptera exigua* (Lepidoptera : Noctuidae) on Welsh Onion (*Allium fistulosum* L.)

Seon-gon Kim*, Do-ik Kim, Beom-ryong Kang and Kyeong-ju Choi
Jeonnam Agricultural Research and Extension Services, Naju, S. Korea. 500-715

ABSTRACT : Control thresholds for the management of beet army worm, *Spodoptera exigua* (Lepidoptera : Noctuidae) were evaluated on welsch onion of two different planting time. Two inoculation times were tested for each planting and the number of inoculated larva was 5, 10, 20, 40 per twenty plants. The injured rate of leaves was 33.5% to 10.9% at 7th September at 40 to 5 larva inoculation plot on the five days planting. That of leaves was 20.5% at 40 larva on the twenty days planting. The yields of welsch onion on non-inoculation plot were 4,395 kg per 10a. The rate of reduced yields was 49.2%(1,774.2 kg) and 36.5%(2,220.5 kg) at 40 larva inoculation on the 5 and 20 days planting, respectively. The linear relationships between population density and yield reduction were as following; it was $Y = -43.474X + 3419.6$ ($R^2 = 0.9698$) for 5 days and $Y = -32.977X + 3518.9$ ($R^2 = 0.9928$) for 20 days. Based on these results the control threshold level was estimated to be 1.8 larva for 5 days and 4.6 larva for 20 days per 20 plant. The more damaged leaves by *S. exigua* larva, the more yield reduction on welsch onion.

KEY WORDS : Welsh onion, *Spodoptera exigua*, Damage, Yields, Control thresholds

초 록 : 대파에서 파밤나방의 접종시기와 접종량에 따른 피해엽율을 조사하고 수량과 관계를 조사한 결과는 다음과 같다. 파밤나방의 접종시기별 피해엽율은 정식 5일째(1차 접종)의 경우 20주에 40마리 접종과 5마리 접종에서 9월 7일에 각각 33.5%와 10.9%를 나타내었다. 정식 20일째에 접종(2차 접종)한 경우 9월 7일에 20.5%를 보였으나 1차 접종 보다는 낮았다. 파밤나방 무접종구의 수량은 3,495.2 kg/10a이었으며 1차 40마리 접종구의 수량은 1,774.2 kg/10a로 수량감소율은 49.2%였으며 2차 접종구의 수량 2,220.5 kg/10a로 수량 감소율은 36.5%였다. 파 파밤나방의 유충밀도와 수량감소율과의 상관관계식은 정식 5일은 $Y = -43.474x + 3419.6$ ($R^2 = 0.9698$), 정식 20일에는 $Y = -32.977x + 3518.9$ ($R^2 = 0.9928$)로 대파재배 시 파밤나방 유충의 요방제 수준은 정식 5일째의 경우 20주당 1.8마리이며, 정식 20일째의 경우 20주당 4.6마리였다. 파밤나방 접종밀도에 따른 피해율과 수량감소율의 관계는 정의 상관관계를 나타내어 피해가 클수록 수량 감소율도 크게 나타나 대파의 수량에는 파밤나방의 피해가 크게 작용하였다.

검색어 : 대파, 파밤나방, 피해, 수량, 요방제수준

*Corresponding author. E-mail: soung@jares.go.kr

파밤나방(*Spodoptera exigua*)은 고도의 광식성 해충으로 전세계의 많은 중요 작물에 피해를 입힌다. 기주범위가 넓어 채소, 화훼, 과수, 전작물, 특작물, 잡초 등 거의 모든 식물을 가해하는 잡식성 해충으로서 경제적 피해가 심한 농작물 해충이다. 기주는 채소 13종, 전작물 12종, 화훼 6종, 기타 11종 등 42종이 국내에서 보고되어 있고 파, 배추, 수박 등의 채소류와 식량작물, 화훼류 등에 발생하여 피해가 심한 것으로 알려져 있다(Ahn *et al.*, 1989, Goh *et al.*, 1991). 1926년 황해도 사리원 지역에서 사탕무우를 가해하는 해충으로 국내에서 최초로 기록된 후 발생 및 피해에 관한 보고가 거의 없었으나 1986년에 전남 진도에서 피해가 확인된 이후 1988년부터는 전국적으로 피해가 확산되어 밭작물, 채소 등 50여종의 작물을 가해하여 극심한 피해를 주고 있다(Park *et al.*, 1991). 파밤나방은 약제에 대한 저항성이 강한 해충으로 유명하며 국내에서도 방제가 어려운 해충으로 인식되고 있다. 특히 3령 유충 이후에는 살충제에 대한 저항성이 강하고 한편으로 줄기 속에 들어가 가해하므로 약제에 노출될 기회가 적어져 방제가 어려운 해충으로 구분하고 있다(Park and Goh, 1992).

최근까지 이 해충의 방제는 유기합성 농약을 위주로 이루어지고 있으며 이러한 유기합성 농약의 계속적인 사용은 해충의 약제 저항성은 물론 천적상의 파괴, 잠재해충의 주요해충화, 인축 독성, 환경오염 등 심각한 문제를 야기하고 있다. 이러한 유기합성 농약 중심의 해충 방제의 부작용을 최소화하기 위하여 해충 종합관리라는 새로운 개념의 전략이 선진농업국을 중심으로 점진적으로 증대되어 오고 있는 실정이다(Griswold and Trumble, 1985; Greenberg *et al.*, 2001). 경제적 피해는 방제 비용을 허용하는 피해정도로서(Pedigo *et al.*, 1986), 경제적 피해를 일으키는 가장 낮은 해충 개체군 밀도에 의해 피해 수준이 결정 된다(Stern *et al.*, 1959). 본 연구는 파의 주요해충인 파밤나방을 경제적 피해수준 이하로 유지하기 위해 파밤나방 접종수준별로 피해율과 품질을 조사하여 요방제 수준을 설정하였다.

재료 및 방법

시험구 설정 및 환경관리

2006년 3월 중순부터 9월 말까지 나주시 산포면 소재 농업기술원 밭포장 200평에서 실시하였다. 파는 금장외 대파 품종을 3월 15일에 이랑나비 90~120 cm의 파종상

을 만들고 15 cm간격으로 조파하였다. 육묘상은 50평으로 4흙을 파종하였다. 시비량은 성분량으로 질소 3.3 kg, 인산 5 kg, 칼륨 3.3 kg을 사용하였다. 정식은 6월 9일에 이랑나비 75 cm, 나비 15 cm, 깊이 15 cm로 하였다. 제초, 시비 등은 관행재배에 따랐다.

시험근총 접종 및 피해 조사

시험포장은 나일론 망사케이지(80×150×80 cm)로 20포기씩을 격리시켜 파밤나방 접종은 2차례 실시하였다. 1차 접종은 정식 5일 후(6월 14일)에 2차 접종은 정식 20일 후(6월 29일)에 실시하였다. 파밤나방 유충 1-2령을 가지고 1처리 당 5, 10, 20, 40마리씩 접종하여 난괴법 3반복 실시하였다. 파밤나방은 실내에서 사육된 것으로 용기 내에서 부화한 4-5일 된 유충을 접종하였다. 피해율은 접종 후 10일 후부터 9월 말까지 1구당 20주 전체의 피해율을 조사하였다. 또한 9월 초순에 초장을, 수량은 상품, 중품, 하품으로 구별하여 9월말에 1회 조사하였다.

자료분석

정식과 유충 접종 시기별 피해율은 분산분석하고(ANOVA) Tukey's test (SAS, 2004)를 이용하여 평균간 유의차를 비교하였다. 접종밀도별 피해와 수량 감소율은 Excel 프로그램에서 회귀분석법을 이용하여 분석하였다.

결과 및 고찰

파밤나방의 접종시기별 피해율을 보면 정식 5일째(1차 접종) 20주씩 접종시 9월 7일에 40마리 접종시 33.5%로 피해율이 가장 높았으며 5마리 접종시 10.9% 보다 약 3배, 무처리구의 경우보다 4배 이상의 차이를 보였다(Table 1). 정식 20일째(2차 접종) 접종에서는 9월 7일에 가장 높은 피해율을 보였으며 40마리 접종시 20.5%였으나 1차 접종때 보다 피해율은 낮았다.

정식 5일째(1차 접종)의 접종밀도와 피해율과의 관계는 접종밀도가 높을수록 피해율도 증가하는 정의 상관을 보였으며($F=1603.85$, $df=4$, $p=0.0001$, $R^2=0.9983$) 30% 이상으로 가장 높은 피해율을 보였다(Fig. 1a). 접종 20일째(2차 접종)에도 5일째와 마찬가지로 정의 상관을 나타냈으며($F=20.13$, $df=4$, $p=0.0207$, $R^2=0.8685$) 20%이상으로 40마리 처리구에서 가장 높은 피해율을

Table 1. Damaged leaves (%) and plant length (cm) as the times of planting, inoculation, density on beet army worm, *Spodoptera exigua* on welsh onion.

Treatment		Rate of injured leaves per 20 plants (%)							Plant length (cm)
Planting time	No. of larva	6/27	7/7	7/21	8/3	8/22	9/7	9/28	9/7
5 days (14 June)	0	0.6	1.6	1.6	2.1	2.9	8.0a ^{a)}	2.9	42.4
	5	1.0	1.8	2.0	2.1	3.0	10.9a	3.3	42.7
	10	0.8	2.0	2.4	2.3	5.0	13.4a	4.4	41.4
	20	3.4	3.6	4.6	3.1	9.1	20.0b	5.6	39.4
	40	4.9	7.4	5.4	3.6	14.7	33.5c	10.3	40.4
20 days (29 June)	0	-	0.5	1.1	1.6	2.3	2.9a ^{a)}	3.5	49.6
	5	-	0.4	1.6	1.7	3.5	7.5b	4.2	49.4
	10	-	1.0	1.7	2.0	3.2	12.9c	7.5	47.5
	20	-	3.0	4.4	3.8	4.8	16.2d	8.0	46.3
	40	-	2.8	4.0	4.0	4.6	20.5e	8.5	44.2

^{a)} Means followed by the same letter are not significantly different at 5% level by Tukey's test (SAS Institute, 2004)

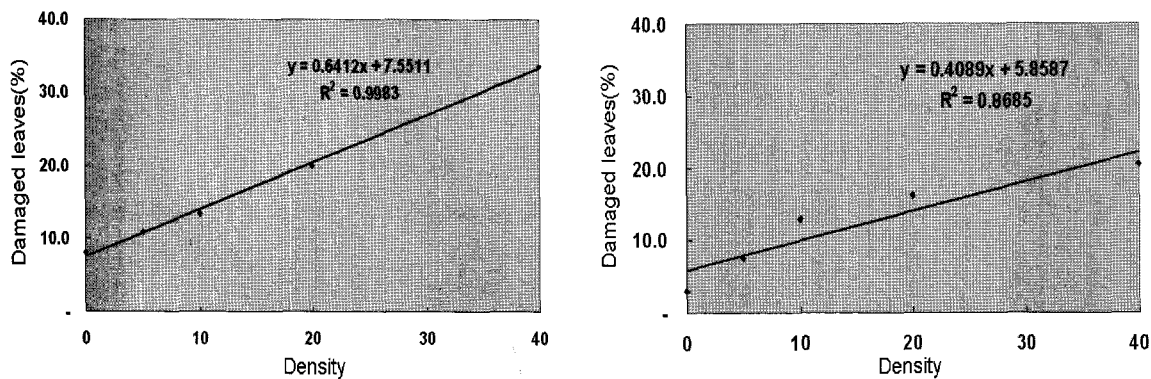


Fig. 1. The regression model; Damaged leaves (%) for inoculated times between planting (a) 5 days and (b) 20 days.

나타냈다. 그러나 2차 접종 때는 1차 접종 때보다 접종밀도에 비해 피해율은 크지 않았다(Fig. 1b).

각 정식시기별 접종밀도에 따른 초장의 크기는 5일째 접종과 20일째 접종에서 모두접종밀도가 높을수록 초장은 더 짧아졌다. 하지만 1차 접종시기보다 2차 접종시기에서 파의 초장이 더 길어 초기에 피해를 받을수록 초장은 짧아짐을 알수 있었다(Fig. 2).

파밤나방 무접종시 수량은 3,495.2 kg/10a이었으며 1차 40마리 접종에서 수량은 1,774.2 kg/10a로 수량감소율은 49.2%였으며, 2차 접종에서는 수량 2,220.5 kg/10a로 수량 감소율은 36.5%였다. 접종밀도가 다른 접종구에서도 정식 5일째에 파밤나방의 밀도에 따른 대파의 수량은 무접종구에 비해 접종밀도가 낮을수록 많았으며, 정식 20일째에 접종한 경우도 비슷한 경향을 나타내었다(Fig. 3).

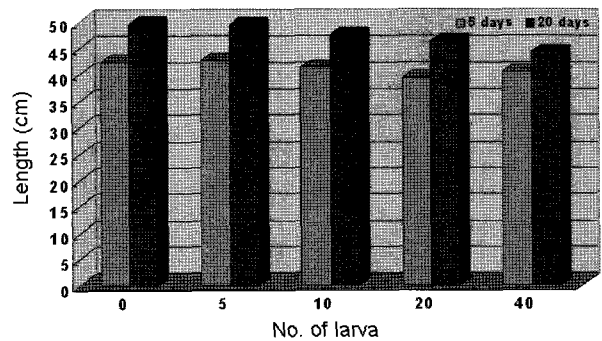


Fig. 2. Plant length as the inoculated density for planting times.

정식 5일째 40마리 접종한 접종구에서는 다른 처리구보다도 약 50%의 수량감소를 나타내었다. 정식 20일째에서도 40마리 접종시에 가장 많은 수량감소율을 보였으며

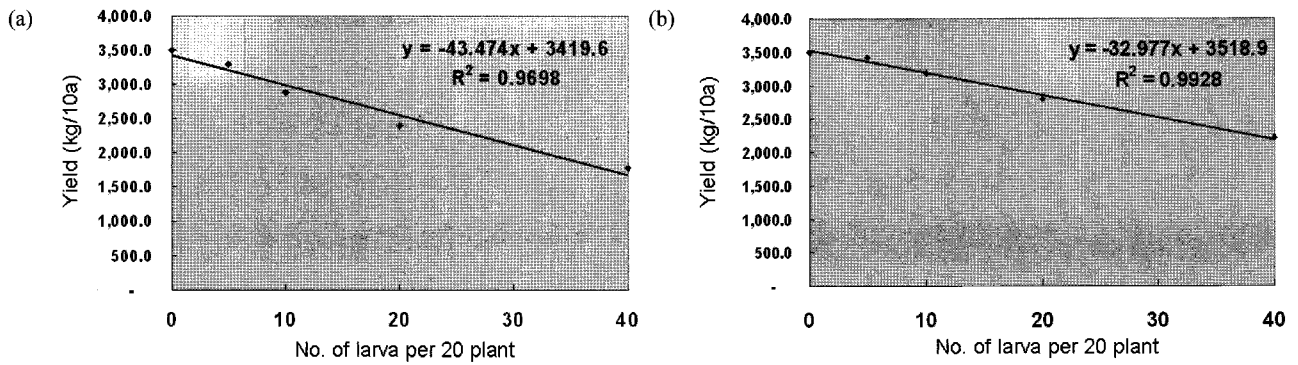


Fig. 3. The regression model; yield (kg/10a) for inoculated times between planting 5 days (a) and 20 days (b).

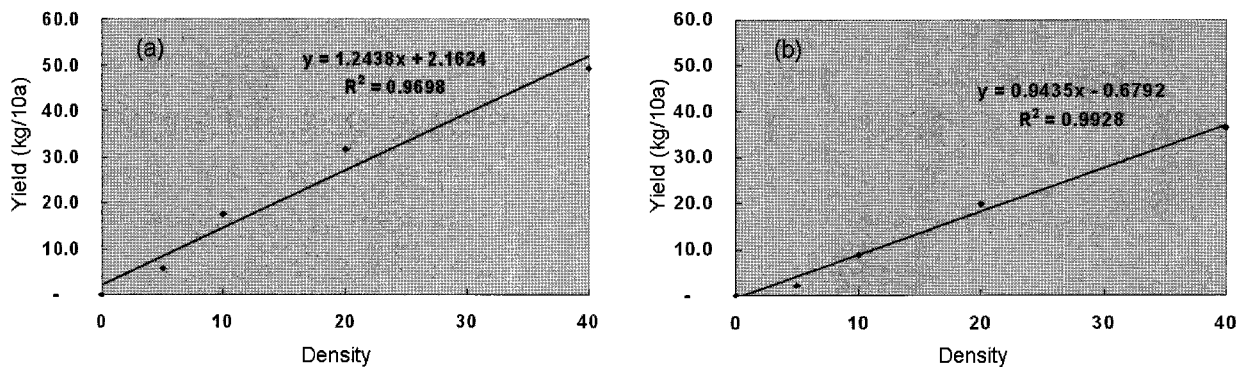


Fig. 4. The regression model; The yield reduction (%) for inoculated times between planting (a) 5 days and (b) 20 days.

Table 2. Damaged leaves and number of inoculant of beet army worm for yield reduction.

Yield reduction (%)	First inoculation (14 June)		Second inoculation (20 June)	
	Damaged leaves (%)	No. of inoculant/20 plant	Damaged leaves (%)	No. of larva/20 plant
5	6.4	1.8	11.4	4.6
10	8.3	5.9	14.9	10.0
20	12.0	14.0	21.6	18.3
30	15.3	22.0	28.4	27.5

정식기에 상관없이 접종밀도에 따른 대파의 피해량은 정 의 상관관계($F=410.87$, $df=4$, $p=0.0003$, $R^2=0.9928$)를 나타내었다(Fig. 4).

1차 접종에서 5%의 수량감소율을 보인 접종구에서의 20주당 접종밀도는 각각 1.8, 4.6마리였으나, 10%의 수량 감소를 가져온 접종구에서는 각각 5.9, 10마리였다(Table 2.). 2차 접종에서는 5%, 10% 수량감소율에 따른 접종밀 도는 20주당 각각 4.6과 10마리를 나타내었다. 즉, 접종밀 도가 클수록 수량감소 또한 높아지는 것을 알 수 있었다. 콩에 발생하는 담배거세미나방의 경우 개화기에 6.7마리, 착엽기에 7.5마리, 립비대기에 10.0마리가 수량감소 5%

기준으로 할때 피해허용수준으로 나타나 *Spodoptera* 종 은 어린 작물에 피해를 줄 경우 수량감소가 커짐을 알 수 있었다. Talyor and Riley (2007)도 파밤나방이 토마토 수량에 피해를 주는 것은 초기 발생에 의하며 후기에 발생 하는 경우에는 수량 손실이 없다고 보고한바 있다.

파밤나방의 접종밀도와 수량과의 관계는 정식 5일은 $Y = -43.474X + 3419.6$ ($R^2 = 0.9698$), 정식 20일에는 $Y = -32.977X + 3518.9$ ($R^2 = 0.9928$)로 대파 재배 시 정식 5일째 요방제 수준은 20주당 1.8마리이며, 정식 20 일에 발생하는 경우 20주당 4.6마리로 나타낼 수 있다 (Table 3). Schuster (2005)는 토마토에서 파밤나방은 과일

Table 3. Yield reduction and control thresholds for the planting time.

Planting time	No. of larva	Yield (kg/10a)	Yield reduction (%)	Density of control thresholds (larva/20 plant)	Regression equation between density and yield reduction
5 days (14 June)	0	3,495	0.0	1.8	$Y = -43.474x + 3419.6$ ($R^2 = 0.9698$)
	5	3,295	5.7		
	10	2,882	17.6		
	20	2,391	31.6		
	40	1,774	49.2		
20 days (29 June)	0	3,495	0.0	4.6	$Y = -32.977x + 3518.9$ ($R^2 = 0.9928$)
	5	3,416	2.3		
	10	3,185	8.9		
	20	2,805	19.8		
	40	2,221	36.5		

이 달린 직후 유충이 나타나면 방제수단이 이루어져야 한다고 보고하였는데 대파에서는 이보다 더 빠른 정식 직후부터 방제 수단이 투입되어야 할 것으로 판단되었다.

따라서, 파밤나방 접종밀도에 따른 피해율과 수량감소율의 관계는 정의 상관을 나타내어 피해가 클수록 수량 감소율도 크게 나타나 파밤나방의 발생밀도가 대파의 수량감소에 크게 작용하는 것으로 판단되었다.

사 사

본 연구는 농업과학기술원의 주요 병해충, 잡초의 요망 제수준 설정 연구과제의 지원을 받았습니다.

Literature Cited

- Ahn, S.B., I.S. Kim, W.S. Cho, M.H. Lee and K.M. Choi. 1989. The Occurrence of the Crop Insect Pests from Korea in 1988. Kor. J. Appl. Entomol. 28(4): 246-253.
- Goh H.G., J.D. Park, Y.M. Choi., and I.S. Park. 1991. The host plants of beet army worm, *Spodoptera exigua* (Hubner), (Lepidoptera: Noctuidae) and its occurrence. Kor. J. Appl. Entomol. 30(2): 111-116.
- Greenberg S.M. Sappington T.W. Legaspi B.C. Jr. Liu T.X. Setamou M. 2001. Feeding and life history of *Spodoptera exigua* (Lepidoptera: Noctuidae) on different host plants. Ann. Entomol. Soc. Am. 94: 566-575.
- Griswold M.J. Trumble J.T. 1985. Consumption and utilization of celery, *Apium graveolens*, by the beet armyworm *Spodoptera exigua*. Entomol. Exp. Appl. 38: 73-79.
- Lee, G.H., S.D. Bae, H.J. Kim, S.T. Park, M.Y. Choi. 2006. Economic injury levels for the common cutworm, *Spodoptera litura* (Fabricus) (Lepidoptera : Noctuidae) on soybean. Kor. J. Appl. Entomol. 45(3): 333-337.
- Park, J.D. and H.G. Goh, 1992. Control of Beet Armyworm, *Spodoptera exigua* (Lepidoptera: Noctuidae), using synthetic sex pheromone. I. Control by mass trapping in *Allium fistulosum* Field. Korean. J. Appl. Entomol. 31: 45-49.
- Park, J.D., H.G. Goh, J.H. Lee, W.J. Kee and K.J. Kim. 1991. Flight activity characteristics of Beet Armyworm, *Spodoptera exigua* (Lepidoptera: Noctuidae) in Southern Region of Korea. Korean. J. Appl. Entomol. 30: 124-129.
- Pedigo, L.P., Hutchins, S.H., Higley, L.G., 1986. Economic injury levels in theory and practice. Ann. Rev. Entomol. 31: 341-368.
- SAS Institute, 2004. SAS user's guide: Statistics. SAS Institute, Cary, NC.
- Schuster, D., 2005. Scouting for insects, use of thresholds and conservation of beneficial insects on tomato. Florida Cooperative Extension Service Publication ENY-685, Gainesville, FL, 5pp
- Stern, V.M., R.F. Smith, R. van den Bosch and K.S. Hagen. 1959. The integrated control concept. Hilgardia. 29: 81-101.
- Talyor J.E. and D.G. Riley. 2007. Artificial infestations of beet armyworm, *Spodoptera exigua* (Lepidoptera: Noctuidae), used to estimate an economic injury level in tomato. Crop Prot. in press.

(Received for publication September 28 2007;
accepted December 12 2007)