

대파에서 파좀나방 가해 특성과 여름기간동안 유충밀도에 따른 피해해석

박흥현 · 김광호 · 박창규 · 최용석¹ · 이상계*

농촌진흥청 국립농업과학원 작물보호과, ¹충청남도농업기술원 농업환경연구과

Injury Characteristics of Allium Leafminer, *Acrolepiopsis sapporensis* (Lepidoptera: Acrolepiidae) in Welsh Onion and Damage Assessment According to Larval Density Levels during Summer

Hong-Hyun Park, Kwang-Ho Kim, Chang-Gyu Park, Yong-Seok Choi¹ and Sang-Guei Lee*

Crop Protection Division, National Academy of Agricultural Science, Rural Development Administration, Suwon 441-707, Rep. of Korea

¹Bioenvironment Research Division, Chungcheongnam-do Agricultural Research & Extension Services, Yesan 340-861, Rep. of Korea

ABSTRACT: This study was conducted to assess damage to the welsh onion by *Acrolepiopsis sapporensis* Mastumura (Lepidoptera: Acrolepiidae) during the summer season, and to estimate the economic injury level (EIL) which results, providing basic data for pest management. The adult peaks of *A. sapporensis* in Suwon were observed in March, April, May, and September of 2009 and 2010 through the use of pheromone traps. The feeding of *A. sapporensis* results in white lines on the surface, and holes within welsh onions. During the entire larval period, one larva was able to damage 1.6 leaves and punch 11.9 holes, resulting in a total damaged leaf area of 1,321.6 mm². Through cage experiments and larval releases, a reduction of the mean number of leaves, increased percentage of leaf damage, and reduction in gross weight and marketable weight were observed. We could obtain a regression equation that showed a clear positive correlation between pest density and percentage of damaged leaf. Using this equation, the EIL of *A. sapporensis* on welsh onion was calculated to one larva per 10 plants based on 7% leaf damage observed for welsh onion.

Key words: *Acrolepiopsis sapporensis*, Welsh onion, Damage assessment, Economic Injury level

조 록: 본 연구는 여름기간동안 대파에서 파좀나방 밀도에 따른 피해수준을 분석하고, 해충관리의 기초자료인 경제적피해수준을 제시하고자 수행되었다. 2009년부터 2010년까지 수원지역 대파 재배포장에서 성페로몬 트랩을 이용한 성충 발생 모니터링 결과, 3~5월, 9월에 특히 많은 개체가 채집되었다. 파좀나방의 가해양상은 유충이 잎을 뚫고 들어가 내부에서 갇아먹으면 잎 표면이 초록빛을 잃고 하얗게 변하였고, 구멍이 생겨났다. 유충 1마리가 전체 유충기간동안 평균 1.6개 잎을 가해하였고, 11.9개의 구멍을 냈으며 피해면적은 1,321.6 mm²에 달했다. 망사케이지에 파좀나방 유충을 밀도수준별로 접종한 결과, 파좀나방 밀도수준에 따라 파의 평균 엽수의 감소와 피해엽률의 증가에 따라 총 수량 및 상품수량이 감소되었다. 피해해석 결과, 해충밀도와 피해엽률간에는 고도로 유의한 정(+)의 상관관계가 있는 회귀식을 구할 수 있었다. 이 식을 이용하여 대파의 상품화율 93%를 감안하여 설정한 피해한도인 피해엽률 7% 수준에서 파좀나방의 경제적 피해수준은 10주당 유충 1마리로 추정되었다.

검색어: 파좀나방, 파, 피해해석, 경제적피해수준

병해충종합관리(IPM)는 작물재배에서 어느 정도의 병, 해충, 잡초의 존재를 허용할 수 있다는 것을 전제로 한다. IPM이 해충방제전략으로 자리매김을 한데는 경제적 손실(Economic

damage)을 일으키는 최저의 해충 개체군 밀도라고 정의되는 “경제적 피해수준”(Economic Injury Level, 이하 EIL) 개념이 크게 기여하였다(Hyun, 2005). 지난 30년간 EIL은 IPM 실행에 있어서 방제의사결정을 하는 과정에서 고려해야 할 가장 중요한 요소로 자리를 잡았으며, 21세기에도 현장 전문가들에서 가장 많이 사용될 기술로 꼽히고 있다(Allen and Rajotte, 1990). 현실적으로 많은 작물에서 합리적인 방제의사결정을

*Corresponding author: sglee@korea.kr

Received September 11 2012; Revised September 24 2012

Accepted October 17 2012

할 수 있는 기준들이 설정되어 약제사용을 줄이는데 상당한 기여를 하고 있다고 평가되고 있다(Peterson, 1996; Nakasuji, 1997). 이러한 기준들은 일련의 피해해석 시험과 경제성 분석을 통하여 해충 개체군 밀도수준인 경제적방제수준(Economic Threshold, 이하 ET)과 요방제수준(Control Threshold, 이하 CT) 형태로 개발되었다(Hyun, 2005; Park et al., 2007).

파는 고추, 마늘과 더불어 조미채소로서 중요한 작물이다. 전국 파 재배면적은 15,231 ha에 달하며, 전남, 경기, 충남 등이 재배면적이 넓고, 생산량은 2006년부터 조금씩 줄어드는 추세에 있다(Anonymous, 2010). 파좀나방은 파굴파리, 파총채벌레, 파밤나방과 더불어 파에서 잎을 가해하는 중요한 해충으로, 파, 양파, 부추 등 달래과 채소를 가해한다(Ahn et al., 1991; Goh et al., 1992; Choi et al., 2003; Kim et al., 2007; Kang et al., 2011). 파좀나방은 성충형태로 월동을 하며(Ohotomo and Chiba, 2001), 난에서 우화까지 기간은 23일 정도가 소요되어 발육이 빠른 편이며, 우리나라에서 6~8세대를 경과하는 것으로 추정되고 있다(Lee et al., 1991; Hong et al., 1994; Choe, 1997). 가해는 유충에 의해 일어나며, 유충이 잎의 과육을 섭식하여 잎 표면에 가늘고 긴 백색무늬를 남기거나 구멍을 뚫어 수량과 상품성을 저하시키는데, 경기도 지역에서 대파 피해율은 8.5~35.5%에 달했다는 보고가 있다(Hong et al., 1994). 최근 성충을 효과적으로 유인할 수 있는 페로몬 성분들이 한국과 일본에서 밝혀져 앞으로 포장에서 발생 예방에 큰 도움을 줄 것으로 기대되고 있다(Yang et al., 2008; Shimizu and Kuwahara, 2009).

국내외에서 대파에서 발생하는 파좀나방의 가해를 정량화한 피해해석에 대한 연구는 아직까지 없는 실정이다. 본 연구에서는 실내에서 파좀나방 유충의 가해양상을 정량적으로 측정하였고, 파좀나방 유충을 케이지내에 접종하여 피해를 해석하고, 이를 분석하여 파좀나방 관리 기초자료로 제시하고자 한다.

재료 및 방법

대파 재배포장에서 성충 발생조사

노지 대파 재배포장에서 성충 발생 동태를 알아보기 위해 2009, 2010년에 수원시 권선구 서둔동 서호천변 옆에 소재한 국립농업과학원 노지 대파 재배포장에 파좀나방 성페로몬 트랩을 설치하였다. 대파 포장크기는 약 250 m² 이고, 매년 금강외대파를 5월 하순에 정식하고 10월 하순에 수확하였다. 대파 재배 관리는 농촌진흥청 표준영농교본에 따랐다(Choi et al., 2006). 대파 수확시에는 10 m² 정도에 심겨진 대파를 수확하지

않고 겨울을 나도록 남겨두었다. 2009년에는 5월부터 10월까지, 2010년에는 3월부터 9월까지 일주일 단위로 조사가 이루어졌다. 성페로몬트랩에 잡힌 성충은 현장에서 계수하였다. 성페로몬은 국립원예특작과학원에서 분양받아 사용했고, 2개월마다 성페로몬 방출기를 교체하였다(Yang et al., 2008).

파좀나방 유충에 의한 피해양상 및 섭식량

본 연구에서 사용한 파좀나방은 2009년 봄에 전남 광양지역 텃밭의 쪽파 및 대파에 붙어 있는 번데기를 수집하여 국립농업과학원 곤충 사육실에서 사육체계를 확립하고 증식하면서 이용하였다. 파좀나방 사육을 위해 시중에서 구입한 초장 50 cm 이상의 대파(품종: 금강외대파)를 포트에 심어서 사육케이지 내에 먹이로 제공하였다. 유충에 의한 피해는 해충에 의한 피해를 받지 않은 대파가 심겨진 케이지에 성충을 방사하고 피해양상을 관찰하였다. 파좀나방 유충의 총 가해량을 정량화하기 위해 갓 부화한 1령 유충을 대파 줄기에 접종하였다. 1령 유충은 대파 잎에 산란된 알을 잎에 달린채 채취하여 페트리디쉬에 별도로 보관하면서 부화여부를 확인하고 부화시 미세한 붓으로 확보하였다. 대파는 직경 9 cm 포트에 초장이 20 cm 크기의 대파 3본을 심어 준비하였다. 1령 유충이 발육하여 번데기가 될 때까지 일일 단위로 잎에 나는 구멍수, 가해한 잎수를 조사하였고, 약 10일후에 번데기가 되었을 때 전체 잎면적, 가해면적 등을 잎면적 측정기(CI-202, CID, inc., USA)를 이용하여 측정하였다. 반복수는 7반복을 수행하였다.

유충 접종을 통한 망사케이지 내에서 파좀나방 피해해석

망사케이지(90 × 120 × 100 cm, 100 mesh)내에서 접종수준별 피해해석 시험이 수행되었다. 망사케이지를 비닐하우스 내에 16개를 설치하고, 대파(금강외대파)를 케이지당 두 줄로 20 주씩, 총 40주를 심었다. 정식은 2010년 5월 10일에 이루어졌고, 시비와 제초는 표준재배방법에 준했다(Choi et al., 2006). 정식 후 1개월이 경과한 6월 10일에 2령 유충을 케이지당 4수준(0, 4, 8, 16마리)으로 접종하였다. 접종시 대파 초장은 약 25 cm 정도였다. 시험구 배치는 완전임의배치법을 따랐고, 접종 수준별로 4반복을 하였다. 무접종구에는 파좀나방, 파굴파리, 파총채벌레 등 파 해충 방제 전용 약제를 살포하여 해충으로부터 오염을 방지하였다. 피해조사는 2주 간격으로 케이지 내에서 직접 이루어졌다. 케이지내의 총 본수, 피해본수, 피해엽수, 고사엽수, 피해구멍수, 유충, 번데기 및 성충수를 조사하였다. 조사는 7월 7일부터 8월 30일까지 총 5회 실시하였다.

시험구별 수확량 및 방제수준 설정

수확량 조사를 위해 처리구별 대파를 전부 수확하였고, 총 수량과 상품 수량을 조사하였는데, 상품수량은 수확된 대파에서 파좀나방 피해를 입은 잎들을 제거하고 측정하였다. 수확은 9월 15일에 이루어졌다. 집중수준별 엽수, 피해엽률, 회귀분석, 수량 비교 등 통계분석은 Sigmaplot ver 11.2를 이용하였다 (Sigmaplot statistics, 2010).

결과 및 고찰

노지 대파 포장에서 성충 발생양상

2009년에는 5월 중순부터 조사가 시작되었는데, 조사기간 내내 성충이 채집되었고, 5월 하순, 7월 하순, 9월 하순경에 크고 작은 피크가 있었다. 2010년에는 3월 초부터 조사가 이루어졌는데, 기온이 낮은 3~4월에도 많은 성충이 유인되었다(Fig. 2). 2010년 9월초에 태풍 곤파스의 영향으로 파 포장이 매몰되고 예찰 장비가 큰 피해를 입어서 조사가 중단되었다. Hong et al.(1994)은 경기도 화성지역에서 성충은 7회 발생 피크를 보이고, 1회 성충은 월동 세대로 3월 중순, 2세대는 4월 중, 하순에 발생하며, 이후 평균적으로 월 1회 씩 성충이 발생하였고, 마지막 세대는 10월 초, 중순에 발생한다고 보고하였다. 전남 무안의 페로몬 트랩에서는 5월 하순과 9월 하순, 10월 상순에 많이 채집되었다(Choi et al., 2006). 본 조사에서 파좀나방이 3월부터 10월까지 연중 발생하여 세대구분이 명확하진 않았지만, 월동 세대 성충이 많이 유인되었고, 봄철에 발육하는 성충 또한 발생이 많았다. 여름철에 성충 밀도가 낮아진 후, 가을에 밀도가 다시 높아지는 것으로 볼 수 있었다. 따라서 페로몬 트랩에

유인된 성충수로 주요 세대의 발생정도를 판단할 수 있어서 페로몬트랩이 파좀나방 예찰에 유용하다는 것을 알 수 있었다 (Yang et al., 2008). 또한 3월 초부터 발생하는 성충을 볼 때 파좀나방이 성충으로 월동한다는 Ohtomo and Chiba(2001)의 결과를 확인할 수 있었다. 파좀나방은 연간 6~8세대 발생하지만 (Lee et al., 1991; Hong et al., 1994; Choe, 1997), 여름철 고온기에는 밀도가 낮아지는 것을 볼 수 있고, 이러한 결과는 무더운 7~8월 보다는 5~6월과 9월에 피해가 많다는 Hwang and Kim(1993)의 결과와 일치하였다. 이러한 원인으로는 고온에서는 낮은 부화율, 불리한 유충생존, 짧은 성충수명(Choe, 1997) 등을 들 수 있다. 따라서 파좀나방 발생과 밀도 증가로 인한 피해를 줄이기 위해서는 봄철과 가을철에 해충관리가 강화되어야 될 것으로 보인다. 대파 재배작형으로 볼 때 봄 씨뿌리기(춘파) 작형은 가을 수확기에, 가을 씨뿌리기(추파) 작형에서는 봄철 수확기에 발생하는 유충에 의한 피해에 특히 주의를 해야 할 것이다(Choi et al., 2006).

유충에 의한 피해양상 및 섭식량

Fig. 1은 파좀나방 유충과 번데기, 가해에 따른 피해증상을 보여준다. 유충이 성장하면 몸은 붉은 줄무늬가 있는 황색으로 변하고, 번데기는 잎 표면에 그물모양의 고치를 형성하고 그 안에 들어있다. 알에서 깨어난 유충은 잎을 뚫고 들어가 잎 내부에서 갇아먹어 잎 표면은 하얗게 변하게 되고, 노숙유충이 되면 번데기가 되기 위해 잎 밖으로 구멍을 뚫고 나온다. 파좀나방에 의한 잎 표면의 피해는 즙액을 빨아 먹은 부분이 군데군데 황백색으로 변하는 파충채벌레나 유충이 파 잎 속에 굴을 파고 돌아다니면서 불규칙한 흰 줄 모양의 굴을 만드는 파굴파리와도 구분될 수 있어 피해 흔적으로도 가해 및 발생여부를 판단할 수

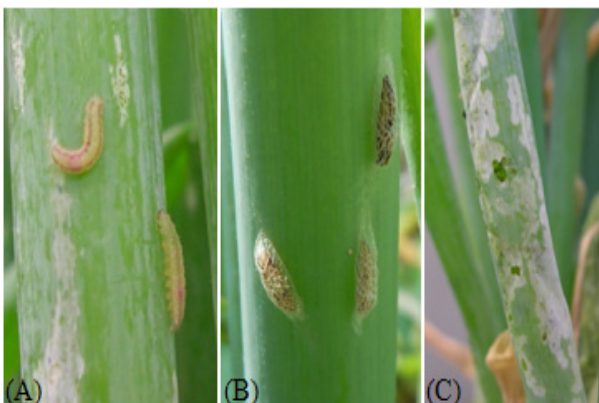


Fig. 1. Larva (A), pupa (B) of *A. sapporensis*, and damaged leaf (C).

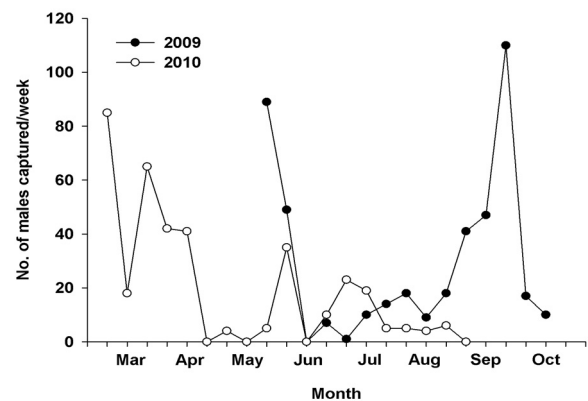


Fig. 2. The changes in male catches of *A. sapporensis* in Suwon by pheromone trap from 2009 to 2010.

Table 1. Feeding damage (Mean \pm SE) on welsh onion by one larval allium leafminer during the whole larval period

No. of damaged leaf	No. of holes	Damaged leaf area(mm ²)
1.6 \pm 0.2	11.9 \pm 2.9	1,321.6 \pm 385.9

있다 (Choi et al., 2003; Kang et al., 2011).

1령 유충 1마리가 번데기로 될 때까지 약 10일정도 가해하는 동안 평균 1.6개의 대파 잎을 가해하였고, 주어진 잎에 평균 11.9개의 구멍을 냈다(Table 1). 접종기간동안 대파에 많은 구멍이 생긴 것은 어린 대파를 제공하면서 유충 섭식으로 쉽게 구멍이 생긴 것으로 볼 수 있다. 또한 피해면적은 1,321.6 mm²에 달했는데, 이 면적은 전체 잎면적의 20.9%에 해당하였고, 파굴 파리 유충 1마리가 가해하는 면적의 20배에 달했다(Choi et al., 2003). 본 결과로 볼 때 파좀나방의 유충은 여러 잎을 가해하기 보다는 한, 두 개의 잎에 머무르면서 섭식과 여러 개의 구멍을 뚫어서 작물에 피해를 주는 것으로 볼 수 있다. 특히 대파가 어린 시기에는 많은 구멍이 뚫릴 수 있어서 관리에 주의가 요구된다.

망사케이지내에서 파좀나방 피해해석

파좀나방 2령 유충을 4수준으로 접종하고, 처리구별로 조사한 유충 밀도 변화 추이는 Fig. 3과 같다. 4마리 접종구에서는 밀도가 감소된 후, 더 이상 증식이 이루어지지 않았고, 8마리, 16마리 접종구에서는 밀도 증식이 이루어졌다. 2개월이 지난 후에 두 처리구 밀도는 초기 접종밀도보다 높아졌다. 이같이 밀도 증식이 낮았던 이유는 여름철 고온의 영향으로 생육조건이 불리한 것으로 유추된다 (Hawang and Kim, 1993; Choe, 1997).

파좀나방 2령 유충을 4수준으로 처리하고, 처리수준별로 평

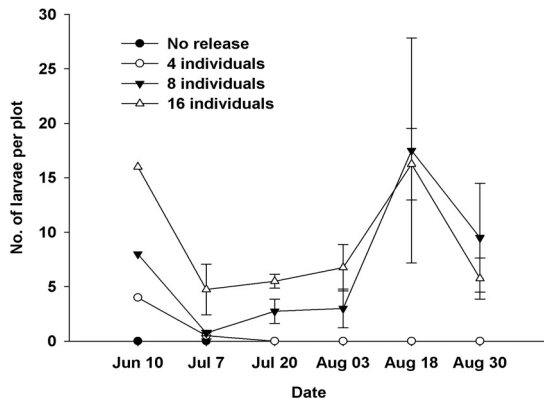


Fig. 3. The changes in numbers of larvae of *A. sapporensis* by direct observation after four level of larval releases into screen cages in 2010.

Table 2. Numbers of leaves (Mean \pm SE) per plant of welsh onion in each experimental plot where allium leafminer larvae were inoculated

Treatment	Jul 7	Jul 20	Aug 3	Aug 18	Aug 30
No release	5.4 \pm 0.14 a	6.0 \pm 0.15 a	6.4 \pm 0.12 a	6.5 \pm 0.20 a	7.2 \pm 0.21 a
4 individuals	4.4 \pm 0.17 b	4.9 \pm 0.21 b	5.5 \pm 0.19 b	5.8 \pm 0.26 ab	5.7 \pm 0.48 b
8 individuals	4.6 \pm 0.09 b	5.1 \pm 0.13 b	5.5 \pm 0.09 b	5.0 \pm 0.20 bc	4.4 \pm 0.38 b
16 individuals	4.2 \pm 0.16 b	4.9 \pm 0.09 b	5.5 \pm 0.08 b	5.2 \pm 0.11 bc	4.6 \pm 0.32 b

Means in each column followed by the same letters are not significantly different in one-way ANOVA, using Tukey test at $P=0.05$.

균 엽수 변화 추이는 Table 2와 같다. 전 시기동안 파좀나방 유충 무접종구에서 주당 평균 엽수가 처리구에 비해 높았다(Jul. 7: $df=3,12$, $F=13.433$, $P<0.001$; Jul. 20: $df=3,12$, $F=12.206$, $P<0.001$; Aug. 3: $df=3,12$, $F=12.479$, $P<0.001$; Aug. 18: $df=3,12$, $F=10.596$, $P=0.001$; Aug. 30: $df=3,12$, $F=12.945$, $P<0.001$). 무접종구에서는 엽수가 꾸준히 증가한 반면, 4마리 접종구에서는 초기에 증가하다가 엽수가 더 이상 증가하지 않았고, 8마리, 16마리 접종구에서는 후기에는 엽수가 감소하였다. 이는 파좀나방 가해로 인해 잎이 고사되어 없어진 것으로 피해를 심하게 입은 잎은 선단부에서부터 잎이 마르면서 고사가 진행되었다. 따라서 Table 2의 유충 접종에 따른 평균엽수변화는 파좀나방의 가해가 파의 생육에 부정적인 영향을 미친다는 것을 보여주었다.

처리수준별 평균 피해엽률 변화 추이는 Fig. 4와 같다. 무접종구에서 피해엽은 거의 발생하지 않았다. 4마리 접종구에서는 접종 약 1개월 후 피해엽률 6%정도까지 달했으나, 이후 피

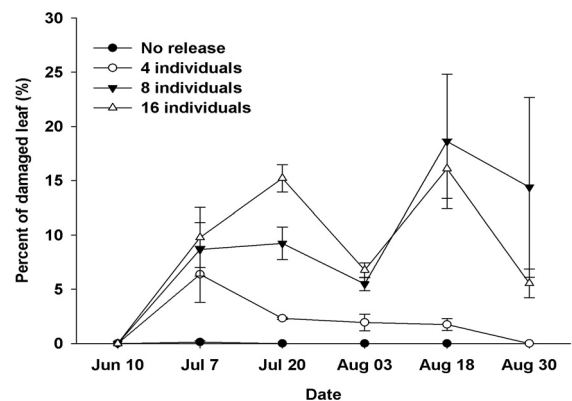


Fig. 4. The changes in percentage of leaf damaged direct observation after four levels of larval releases into screen cages in 2010.

해염률은 지속적으로 감소하였다. 8월 3일에 가서는 8마리, 16 마리 접종구에서 이전 시기에 비해 피해염률이 낮아졌는데, 이는 유충 밀도가 크게 늘어나지 않는 상태에서 Table 2와 같이 새로운 잎이 나면서 전체적인 피해염률이 낮아진 것으로 볼 수 있다. 이같은 파의 보상작용은 파총채벌레 피해해석연구에서도 보고되었다(Kang et al., 2011). 조사기간 동안 8마리, 16마리 접종구에서는 피해염률이 10~20% 사이에서 증감을 반복하였다. 한편 후기에 가서는 같은 밀도수준의 접종이라도 케이지간에 피해염률의 차이가 컸는데, 이는 케이지별로 파좁나방 개체의 증식량의 차이에서 기인하였다(Fig. 3). 노지에서 파좁나방에 의한 피해는 전남, 전북, 경북 등지에서 피해주율 15.8~28.5%(Ahn et al., 1991), 경기도 지역에서 피해주율 8.5~35.5%에 달했고(Hong et al., 1994), 전남 무안지역에서 피해염율은 최고 15%수준에 달했다(Choi et al., 2006). 이와같은 피해주율이나 피해염률의 크기로 볼 때 파좁나방에 의한 피해는 파굴파리나 파총채벌레와는 달리 크게 증가하지 않고 일정 정도의 수준에서 멈춘다는 것을 알 수 있다. 파총채벌레(Kang et al., 2011), 파굴파리(H.H. Park, unpublished data)의 경우에는 고밀도 접종수준에서 피해정도는 80~90%까지 달했다. 이는 포장에서 이 해충이 차지하는 발생빈도, 파좁나방의 가해특성, 여름철 고온기의 불리한 생육환경, 파의 보상작용 등이 복합적으로 관여한 결과라고 해석된다(Lee et al., 1991; Goh et al., 1992; Choe, 1997; Choi et al., 2003).

처리구별 총수량과 상품수량은 Table 3과 같다. 무접종구에서 수량은 접종구와 비교할 때 총수량과 상품수량에서 유의하게 높았다(총수량: $df=3,12$, $F=66.921$, $P<0.001$; 상품수량: $df=3,12$, $F=71.152$, $P<0.001$). 무접종구에서 상품율은 98.5%인데 반해, 4마리 접종구에서는 82.3%, 8마리 접종구에서는 39.8%, 16마리 접종구에서는 27.8% 였다(Table 3). 파좁나방에 의한 가해는 총수량과 상품수량을 크게 낮춘다는 것을 알 수 있었고, 해충밀도가 높을수록 상품성은 떨어진다고 볼 수 있다. 본 연구에서 무접종구와 접종구간에 대파 수확량에서 큰 차이

Table 3. The gross and marketable weight (Mean \pm SE) of welsh onion by experimental plots

Treatment	Gross weight (g)	Marketable weight (g)
No release	4,692.5 \pm 301.8 a	4,622.5 \pm 304.4 a
4 individuals	1,625.0 \pm 170.2 b	1,337.5 \pm 94.4 b
8 individuals	1,557.5 \pm 66.5 b	620.0 \pm 206.9 b
16 individuals	2,035.0 \pm 92.5 b	565.0 \pm 252.1 b

Means in each column followed by the same letters are not significantly different in one-way ANOVA, using Tukey test at $P=0.05$.

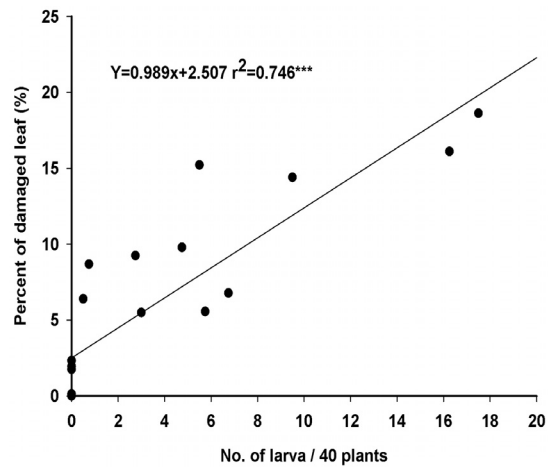


Fig. 5. Relationship between mean number of larva per 40 plants and percentage of damaged leaves in screen cage experiments of 2010.

가 난 것은 무접종구에서는 약제 살포 등으로 생육이 양호하여 상품과 수량이 높았던 반면, 접종구에서는 생육상태가 전반적으로 불량하였던데 기인한 것으로 판단된다. 본 시험의 무접종구에서 상품수량은 파재배의 일반적인 상품수량 93%보다 높았고, 접종구에서는 이보다 크게 낮아졌다(Meang et al., 2009).

Fig. 5는 피해조사시 시험구별로 발견되는 유충수를 피해염률과 회귀분석을 실시한 것이다. 유충 밀도가 높은 곳에서는 피해염률이 높았고 이 둘 간에는 고도로 유의한 정(+)의 상관관계가 있었다($df=1,18$, $F=52.792$, $P<0.001$). 따라서 대파 앞에서 발견되는 유충수는 피해수준을 결정하는데 유용할 것으로 판단된다. 대파의 경우 상품화율이 93%가 해충방제수준을 결정하는데 이용되었는데 (Kang et al., 2011), Fig. 5의 회귀식을 이용하면 파좁나방의 경우 피해염률 7% 수준에 해당하는 밀도는 40주당 4마리, 즉 10주당 유충 1마리 수준으로 추정되었다. 따라서 여름기간동안 대파에서 파좁나방에 적용될 수 있는 경제적 피해수준은 10주당 유충 1마리이며, 실제 방제수준은 10주당 1마리 이하가 된다.

본 논문에서 제시한 자료는 파좁나방의 가해특성을 이해하고, 합리적인 방제전략을 세우는데, 기초자료로 활용될 수 있다고 본다. 실용적으로는 시기 및 작기별로 세분화되어 다듬어질 수 있도록 추가 연구가 진행되어야 하며, 또한 생력적인 예찰 측면에서 페로몬 트랩 같은 유인트랩을 이용하여 방제적기를 결정하는 연구가 요구된다.

사 사

본 연구는 농촌진흥청 공동연구사업(과제번호:PJ907187)의 지원으로 수행한 결과입니다.

Literature Cited

- Ahn, S.B., Lee, S.B., Cho, W.S., 1991. Leaf feeding insect pests and their damages on welsh onion and shallot fields in Chonrabukdo and Chonrananamdo districts. RDA J. Agri. Sci., Crop Prot. 33, 66-73.
- Allen, W.A., Rajotte, E.G., 1990. The changing role of extension entomology in the IPM era. Annu. Rev. Entomol. 35, 379-97.
- Anonymous, 2010. Food, Agriculture, Forestry and Fisheries statistical yearbook. Ministry for food, agriculture, forestry and fisheries, Rep. of Korea. 460pp.
- Choe, K.R., 1997. Studies on the development of the stone leek minor, *Acrolepiopsis sapporensis* Matsumura (Lepidoptera: Acrolepiidae). J. Agri. Sci. Chungnam Nat'l Univ. 24, 16-20.
- Choi, C.G., Song, Y.S., Park, S.H., Lee, J.S., Choi, G.Y., Jung, D.S., Kim, G.J., Do, Y.G., Cho, W.D., Choi, I.H., Choi, Y.H., 2006. Welsh onion cultivation. Standard Crop Cultivation Manual -152, eds. by C.H. Lee. Rural Development Administration, Rep. of Korea. 223pp.
- Choi, I.H., Kim, J.W., Kim, G.H., Kim, C.W., 2003. Injury aspects of the stone leek leafminer, *Liriomyza chinensis* Kato (Diptera: Agromyzidae) on welsh onion. Korean J. Appl. Entomol. 42, 335-343.
- Goh, H.G., Choi, J.S., Uhm, K.B., Choi, K.M., Kim, J.H., 1992. Leaf feeding insects of welsh onion and shallot, and their species abundance patterns. Korean J. Appl. Entomol. 31, 360-365.
- Hong, K.J., Kim, M.H., Kim, S.K., Yang, J.S., 1994. Injury, seasonal occurrence and developmental period of allium leafminer, *Acrolepiopsis sapporensis* (Matsumura) in Kyeonggi area. RDA J. Agri. Sci., Crop Prot. 36, 332-336.
- Hwang, C.Y., Kim, T.H., 1993. Seasonal occurrence and integrated pest control of major insect pests for the maintenance of freshness of the scallion. RDA J. Agri. Sci., Agri. Inst. Coop. 35, 141-150.
- Hyun, J.S., 2005. Integrated pest control - principles and practices. Korean J. Appl. Entomol. 44, 73-90.
- Kang, T.J., Cho, M.R., Kim, H.H., Jeon, H.Y., Kim, D.S., 2011. Economic injury level of *Thrips tabaci* (Thysanoptera: Thripidae) on welsh onions (*Allium fistulosum* L. var) in the early transplanting stage. Korean J. Appl. Entomol. 50, 289-293.
- Kim, S.G., Kim, D.I., Kang, B.R., Choi, K.J., 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, 431-435.
- Lee, S.G., Goh, H.G., Choi, Y.M., 1991. Effect of temperature on the development of the allium leafminer, *Acrolepiopsis sapporensis* Matsumura (Lepidoptera: Acrolepiidae). RDA J. Agri. Sci., Crop Prot. 33, 41-43.
- Meang, Y.H., Kang, J.G., Lee, M.S., 2009. Income Analysis of Agricultural Products and Livestocks in 2008, eds. by S.R. Ra. Rural Development Administration, Rep. of Korea. 242pp.
- Nakasuji, F., 1997. Integrated pest management. Yokendo Ltd. Tokyo. 273pp.
- Ohtomo, R., Chiba, T., 2001. Ecological notes on diapause and overwintering of the allium leafminer, *Acrolepiopsis sapporensis* (Matsumura) (Lepidoptera: Plutellidae) in northern Jap. Jpn. J. Appl. Entomol. and Zool. 45, 123-128.
- Park, H.H., Yeh, W.H., Park, H.M., 2007. Gain threshold estimation for some pests in major crops. Korean J. Appl. Entomol. 46, 63-69.
- Peterson, R.K., 1996. The status of economic decision level development, pp. 151-178. In Economic thresholds for integrated pest management, eds by Higley, L.G., Pedigo, L.P., University of Nebraska Press, Lincoln.
- Shimizu, N., Kuwahara, Y., 2009. Female sex pheromone of a Japanese population of allium leafminer, *Acrolepiopsis sapporensis* (Lepidoptera: Acrolepiidae). J. Pestic. Sci. 34, 181-183.
- Sigmaplot statistics, 2010. Sigmaplot 11.2 user's guide. Systat software, Inc.
- Yang, C.Y., Cho, J.R., Kang, T.J., Jeon, H.Y., 2008. Identification and field testing of sex pheromone components of a Korean population of the allium leafminer, *Acrolepiopsis sapporensis*. Entomol. Exp. Appl. 129, 216-222.