

충북지역 한지형 마늘 재배지에서 파총채벌레와 파좀나방의 발생양상 및 몇 가지 살충제에 대한 감수성

박영욱 · 이재선 · 정재현 · 민지현 · 장후봉 · 김길하^{1*}

충청북도농업기술원, ¹충북대학교 농업생명환경대학 식물의학과

Occurrence and Susceptibility to Several Insecticides of *Thrips tabaci* and *Acrolepiopsis sapporensis* on Northern-type Garlic Fields in Chungbuk Province

Young Uk Park, Jae Sun Lee, Jae Hyun Jeong, Ji Hyun Min, Who-Bong Chang, and Gil-Hah Kim^{1*}

Chungbuk Agricultural Research and Extension Services, Cheongju 28130, Korea

¹Department of Plant Medicine, Chungbuk National University, Cheongju 28644, Korea

ABSTRACT: A series of studies were conducted to monitor the seasonal occurrences of onion thrips (*Thrips tabaci*) and allium leafminers (*Acrolepiopsis sapporensis*) in northern-type garlic fields, and to evaluate their susceptibility to insecticides. The results showed that the *T. tabaci* population density increased from mid-March to mid-June, that of *A. sapporensis* began to increase in mid-March and peaked twice by early July. Also, using recommended concentrations, the insecticidal activities of nine insecticides against these two pests were evaluated. Under laboratory conditions, clothianidin SC, chlorfenapyr EC, dimethoate EC, imidacloprid WP, and cyantraniliprole + thiamethoxam WG insecticidal activities against *T. tabaci* were all 100%, as well as those of cyantraniliprole EC, pyridalyl EW, spinetoram SG and abamectin + chlorantraniliprole SC against *A. sapporensis*. Insecticides, with high insecticidal activities, were evaluated on the two pests under laboratory conditions, and the results showed that all the insecticides exhibited strong insecticidal activities, and the mortality of two pests was >90%.

Key words: *Acrolepiopsis sapporensis*, Control efficacy, Occurrence, *Thrips tabaci*

초록: 충북의 한지형 마늘 재배지에서 파총채벌레와 파좀나방의 발생양상과 약제검정을 수행하였다. 파총채벌레 발생양상은 3월 중순에 발생하기 시작하여 5월 중하순경부터 밀도가 급격히 증가하였다. 파좀나방은 3월 중하순에 발생이 시작되어 수확기인 6월 중순까지 2회기 발생하였다. 9종의 살충제를 이용하여 파총채벌레와 파좀나방의 약제감수성을 조사하였다. 실내 검정 결과 파총채벌레에 대하여 clothianidin SC, chlorfenapyr EC, dimethoate EC, imidacloprid WP, cyantraniliprole + thiamethoxam WG가 100%의 살충효과를 보였다. 파좀나방에 대해서는 cyantraniliprole EC, pyridalyl EW, spinetoram SG, abamectin + chlorantraniliprole SC가 100%의 살충효과를 보였다. 2종 해충에 대하여 실내검정에서 살충효과가 높았던 약제 각각 5, 4종을 대상으로 포장검정을 수행한 결과 모든 약제에서 처리 3일차에서 90% 이상의 방제효과를 나타내었다.

검색어: 파좀나방, 포장방제효과, 발생생태, 파총채벌레

마늘(*Allium sativum* L.)은 백합과(Liliaceae) *Allium*속에 속하는 인경채소로서 원산지는 우즈베키스탄 등이 있는 중앙아

시아로 알려져 있으며 예로부터 약용과 조미용으로 이용되어 왔다(Vavilov, 1951). 국내에 재배되는 마늘은 한지형과 난지형으로 구분된다(Hwang, 1993). 한지형 마늘은 파종 후 이듬해 봄에 싹이 출현하며 인편수가 6~8개 정도로 적고 조직이 치밀하여 저장성이 좋다(Hwang and Lee, 1990). 최근 들어 우리나라

*Corresponding author: khkim@cbnu.ac.kr

Received August 12 2019; Revised August 27 2019

Accepted August 29 2019

평균온도가 지속적으로 상승함에 따라, 한지형 마늘에서 파총채벌레와 파좀나방과 같은 잠재해충의 발생이 늘어나고 있다 (CBARES, 2017).

파총채벌레(*Thrip tabaci* Lindeman)는 총채벌레목(Thysanoptera) 총채벌레과(Thripidae)에 속하며 파, 마늘 등 백합과 작물과 그 외 여러 가지 작물의 잎, 줄기, 꽃을 가해하는 해충으로 알려져 있다(Park, 1997; Woo et al., 1988). 고온 건조한 환경에서 다발생하여 1차적으로 기주식물을 흡즙하여 피해를 주면서 2차적으로는 토마토 반점 위조 바이러스를 매개하는 것으로 알려져 있다(Ananthkrishnan, 1984; Park, 1997). 파총채벌레는 엽육 조직 속에 산란을 하며 알에서 부화한 유충은 잎의 내면에서 엽육조직을 가해하여 파와 마늘에 큰 경제적 손실을 주는 것으로 알려져 있다(Wolfenbarger and Hibbs, 1985). 따라서 파총채벌레에 대한 피해를 가장 줄이는 방법은 발생초기에 방제하는 것이 중요하며 주로 화학적 방제법으로 방제가 가능하다. 화학적 방제방법으로는 chlothianidin, imidacloprid 단제와 acetamiprid + spinetoram, methoxyfenozide + spinetoram 합제를 발생초기 7일 간격 2회 살포하였을 때 파에서 90% 이상의 높은 방제효과를 나타내었다는 보고가 있다(Kim et al., 2009; Kim et al., 2010).

파좀나방(*Acrolepiopsis sapporensis* Matsumura)은 주로 우리나라, 일본, 중국 등에서 발생하여, 파, 양파 등 백합과(Liliaceae) 채소를 가해하는 것으로 알려져 있다(Park et al., 2012), 국내 파 재배단지에서 3월 상순부터 월동성충이 발생하기 시작하여 10월까지 지속적으로 발생하며 연중 5~6회 발생하는 것으로 알려져 있다. 파좀나방은 유충단계에서 잎을 섭식하여 잎 표면에 가늘고 긴 백색무늬가 발생하거나 구멍이 뚫어 상품성을 떨어뜨리거나 수량감소를 일으키며, 파에서 피해엽율이 7% 수준에서 경제적 피해수준은 10주당 유충 1마리로 연구되었다(Hong et al., 1994; Park et al., 2012). 이러한 피해를 주는 파좀나방은 2008년부터 페르몬 트랩의 개발되어 포장에서 발생시기를 효과적으로 예찰할 수 있게 되었다(Yang et al., 2008). 개발된 페르몬 트랩을 이용하여 충청북도 단양군 한지형 마늘재배지에서 파좀나방 발생양상을 조사한 결과 5월 하순부터 6월 상순에 가장 높은 밀도의 성충이 조사되었다. 파좀나방의 화학적 방제는 imidacloprid와 carbofuran 처리 시 90% 이상의 방제효과가 조사되었다(Hong et al., 1994).

하지만 한지형 마늘 재배지에서 파총채벌레와 파좀나방의 발생양상에 관한 연구는 매우 미비한 실정이며, 방제를 위하여 등록된 약제는 파총채벌레와 파좀나방 각각 1, 2종이 전부이다. 따라서 기후 온난화에 의한 기온상승으로 발생밀도가 증가할 것으로 생각되지만 소수의 등록약제만으로 방제해야 하기 때

문에 저항성 획득에 따른 피해도 우려되고 있는 실정이다. 따라서 본 연구는 충북지역 한지형 마늘 재배지에 발생하는 파총채벌레와 파좀나방에 대한 발생양상을 조사하고 약제 감수성 검정을 통하여 종합적 방제계획 수립 자료로 활용하고자 수행하였다.

재료 및 방법

시험근종

실내 살충효과 검정에 사용한 파총채벌레와 파좀나방은 충북지역 한지형 마늘재배지에서 2017년부터 2018년까지 지속적으로 채집하여 충북농업기술원 마늘연구소에서 누대 사육하였다. 아크릴 상자(45 × 65 × 55 cm)에 잎이 20 cm 이상되는 마늘 묘묘를 먹이로 공급하면서 사육하였고, 실내온도는 25 ± 2°C, 상대습도 50~60%, 광주기는 16L : 8D이었다.

시험약제

마늘에 등록되어 있는 약제 8종(abamectin EC, bifenthrin WP, chlothianidin SC, dimethoate EC, emamectin benzoate EC, pyridalyl EW, spinetoram SG, abamectin + chlorantraniliprole SC)과 등록되지 않은 약제 6종(imidacloprid WP, etofenprox EC, chlorfenapyr EC, cyantraniliprole EC, fulbendiamide SC, cyantraniliprol + thiamethoxam WG)을 선발하여 사용하였다 (Table 1)(KCPA, 2018).

발생양상

충북지역 한지형 마늘 재배지에서 파총채벌레와 파좀나방의 발생양상을 조사하기 위하여 충북 단양의 한지형 마늘 재배지 3곳을 선정하여 2014년부터 2018년까지 4년간 조사하였다. 파총채벌레는 4월 상순부터 마늘 수확기인 6월 중순까지, 파좀나방은 3월 중순부터 7월 상순까지 2종 모두 10일 간격으로 조사하였다. 파총채벌레는 한 농가당 10주를 한 반복으로 3반복 30주를 채취하여 실험실 내 실험현미경(Olympus BX53, Olympus, Japan)을 이용하여 잎 속 내부와 잎 주맥 부분, 그리고 5월 중순 이후에는 마늘의 총포 및 주아를 관찰하였다. 파좀나방 발생양상은 페로몬 트랩을 이용하여 3월 중순부터 7월 상순까지 성충의 발생정도를 조사하였다. 페로몬은 파좀나방 페로몬(Z11-16Ac 0.73 mg; Z11-16Al 0.18 mg; Z11-16OH 0.09 mg, Greenagrotech, Korea)을 구입하여 사용하였으며, 포장 내 3개씩 20 m 간격을

Table 1. List of the 14 tested insecticides

Insecticide	AI ^a (%)	Formulation ^b	Recommended conc. (ppm)
<i>Avermectins</i>			
Abamectin	1.8	EC	6
Emamectin benzoate	2.15	EC	10.75
<i>Neonicotinoids</i>			
Imidacloprid	10	WP	50
<i>Organophosphates</i>			
Dimethoate	46	EC	460
<i>Pyrethroids</i>			
Bifenthrin	2	WP	20
Etofenprox	20	EC	200
<i>Others</i>			
Chlorfenapyr	5	EC	50
Clothianidin	8	SC	40
Cyantraniliprole	5	EC	50
Flubendiamide	20	SC	100
Pyridalyl	10	EW	100
Spinetoram	5	SG	25
Abamectin + Chlorantraniliprole	1.7 + 4.2	SC	14.9
Cyantraniliprole + Thiamethoxam	20 + 20	WG	200

^aActive ingredient.

^bEC, emulsifiable concentrate; EW, emulsion; SC, suspension concentrate; SG, water soluble granule; WG, water dispersible granule; WP, wettable powder.

두고 설치 후 1개월마다 교체하면서 조사하였다. 파즙나방 유충의 발생양상을 조사하기 위하여 유충에 의한 마늘잎에 발생하는 식흔을 조사하였다. 파즙나방 발생밀도를 조사한 동일 포장에서 3월 중순부터 6월 하순까지 10일 간격으로 식흔을 조사하였다. 조사주수는 50 주를 1 반복으로 하여 5 반복 250 주에 대하여 마늘잎과 줄기 등에 섭식흔적이 있는 식흔을 조사하였다.

살충효과 실내검정

파충채벌레 성충에 대한 살충효과를 조사하였다. 약제처리 는 잎침지법으로 수행하였다. 각 약제를 추천배수로 희석한 후 10 cm 정도로 미리 잘라놓은 마늘잎을 30초간 침지한 후 음건 하여 사용하였다. 처리된 잎은 petri dish (Ø3.5 cm, SPL, Korea)에 올린 후 파충채벌레 성충을 부드러운 붓으로 접종하였다. 접종 후 24, 48시간 후에 생충수를 조사하였으며, 시험은 반복 당 20마리 3반복으로 수행하였다. 파즙나방의 살충효과 조사는 유충을 대상으로 수행하였다. 용기(Ø9 cm × H10 cm, DAIHAN Scientific, Korea)에 유충을 넣고 추천농도로 희석된

약액을 충체에 분무하여 살충효과를 조사하였다. 소형 분무기 (4 × 14 cm, 100 ml)를 이용하여 5회(살포량 10 ml) 살포하였으며 마늘잎을 먹이로 공급하였다. 분무처리 24, 48시간 후 생충 수를 조사하였고, 시험은 반복 당 20 마리씩 3 반복으로 실험실 조건(25 ± 2°C, 50~60%, 16L : 8D)에서 수행하였다.

방제효과 포장검정

파충채벌레에 대한 실내검정에서 살충효과가 우수했던 4종 약제(clothianidin SC, chlorfenapyr EC, dimethoate EC, imidacloprid WP, cyantraniliprole + thiamethoxam WG)에 대하여 충북지역 내 단양과 증평 2곳에서 포장 방제효과를 검정하였다. 2016년 10월 20일경 파충한 한지형 마늘재배지(990 m²)에서 파충채벌레가 발생하기 시작하여 밀도가 구당 50마리 이상이 되는 2017년 5월 25일과 6월 1일, 7일 간격 2회 살포하였다. 실내검정과 같은 농도로 희석하여 처리하였으며, 약제처리 3, 5, 7일 후에 반복 당 10주를 대상으로 총 50주에 발생한 파충채벌레 생충수를 조사하였다. 파즙나방에 대한 포장 방제효과는

파충채벌레와 동일한 조건하에 있는 단양과 증평 2곳에서 수행하였다. 약제처리는 2017년 5월 31일과 6월 7일 2회 살포 한 후 3, 5, 7일 후에 반복 당 20주를 대상으로 총 100주에 발생한 파충나방 유충과 번데기의 생충수를 조사하여 방제가를 산출하였다. 방제가(control value, %)는 무처리 대비 [(무처리구 생충수 - 처리구 생충수) / 무처리구 생충수] × 100으로 산출하였다. 모든 시험구는 난괴법으로 배치하였으며 5 반복으로 수행하였다.

자료분석

약제별 실내 살충효과와 포장 방제효과 비교는 PC용 통계패키지인 MYSTAT (Systat software Inc., Chicago, IL, USA)를 이용하여 Duncan's Multiple Range Test (DMRT)로 평균간 차이를 검정하였다.

결과 및 고찰

파충채벌레 발생현황

충북 내 단양지역 마늘 재배지에서 파충채벌레의 발생양상을 알아보기 위하여 2014년부터 2018년까지 5년간 조사한 결과는 Fig. 1과 같다. 파충채벌레는 4월 중순부터 발생하여 점차 증가하는 추세를 나타내었다. 연도별 발생양상은 발생초기인 4월 중순부터 5월 상순까지 2014년도의 발생이 많았으며 그 후 4월 중순 이후부터 2016년과 2017년에 밀도가 높게 나타났다. 충북 단양지역의 2016년의 평균기온은 4월 13.3°C도로 평년보다 3.7°C 높았으며 그에 따라 파충채벌레의 밀도도 높게 발생된 것으로 생각된다. Woo et al. (1988)은 1988년에 국내 양파, 마늘 재배지역에서 파충채벌레의 발생양상을 조사한 결과 제주와 영·호남지역에서 파와 양파에서 발생이 많았으며 강원지역

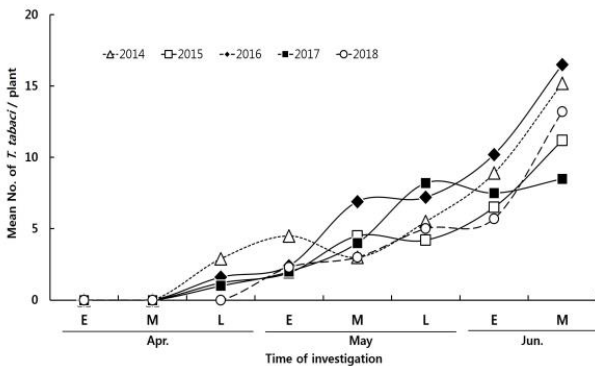


Fig. 1. Seasonal *Thrips tabaci* occurrence in northern-type garlic fields in Chungbuk Province between 2014 and 2018.

에서는 마늘에서 발생밀도가 높았으며, 월동태가 5월 중에 처음으로 발생하였으며 그 뒤로 6월부터 8월까지 2회차 발생이 되어 마늘 생육 중에는 2회 발생이 되는 것으로 보고한 바 있으며 본 연구보다 늦은 초기 발생시기로 나타났다. 그 이유는 강원지역이 충북지역 온도보다 초기 온도가 낮아 충북지역보다 발생시기가 늦어진 것으로 생각된다. 파충채벌레는 지금까지 발생이 미비하였으나 최근 마늘종을 수확하지 않고 재배하는 주아재배 면적이 늘어나고 있는 추세이다. 마늘종에 맺히는 주아는 마늘 잎보다 연한 엽육조직이 많아 파충채벌레와 파충나방이 주로 발생하는 부위이다. 따라서 이러한 주아재배 면적이 늘면서 파충채벌레와 파충나방의 발생도 점차 늘어나고 있는 것으로 생각된다.

파충나방 발생현황

충북 단양지역 한지형 마늘 재배지에서 2014년부터 2018년까지 3월부터 7월까지 페로몬 트랩을 이용하여 파충나방 성충의 발생양상을 조사하였다(Fig. 2). 파충나방의 5개년 성충밀도는 3월 중순경부터 발생하기 시작하여 4월 중순경까지 점차 증가하는 양상으로 4월 중순경 트랩 당 54마리가 포획되었다. 그 후 점차 밀도가 감소하여 5월 중순경에는 트랩 당 3마리가 포획되었다. 하지만 6월 상순까지 성충 밀도는 다시 증가하여 트랩 당 120마리까지 포획되었다. 따라서 한지형 마늘재배지에서 파충나방 성충의 발생최성기는 4월 중순과 5월 하순이었다. 5개년 전체적으로 보아 1회기는 4월 중순, 2회기는 5월 하순-6월 중순이 최성기인 것으로 보인다. 파충나방은 대부분 번데기로 월동하여 성충으로 발생하는데 4월 중순의 밀도는 월동 번데기가 우화하여 발생한 성충으로 생각되며, 월동 중 기온에 의해 4월 중순 성충의 밀도가 좌우될 것으로 생각된다. 4월 중순 가장 높게 발생된 연도인 2014년과 2016년도의 겨울철과 3월

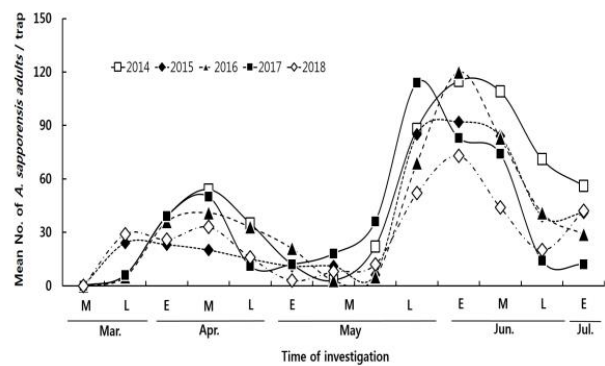


Fig. 2. Seasonal *Acrolepiopsis sapporensis* in northern-type garlic fields in Chungbuk Province between 2014 and 2018.

평균기온은 타 연도보다 비교적 높게 나타났으며 특히 3월 평균기온은 2.1℃까지 차이가 났다. 하지만 월동직후인 3월부터 발생한 성충은 노숙성충으로 생각된다(Ohtomo and Chiba, 2001). 파좀나방 성충의 발생양상은 경기도 수원지역 노지 대 포장에서 조사하였을 때 3월과 4월에도 많은 성충이 유입되었으며 여름 전에 2회 성충이 발생되어 본 연구와 비슷한 양상으로 나타났다(Park et al., 2012).

2014년부터 2018년까지 성충 밀도를 조사한 포장에서 마늘 잎에 나타난 파좀나방의 식흔을 조사하였다(Fig. 3). 식흔은 5월 상순부터 발생되어 수확기인 6월 중순으로 갈수록 점차 늘어나는 양상이었으며, 2016년도에 가장 많은 50주당 19개의 식흔이 조사되었다. 파좀나방 성충이 처음 발견된 시기는 3월 20일이었으며 유충에 의한 피해가 처음 발견된 시기는 5월 3일로 대략

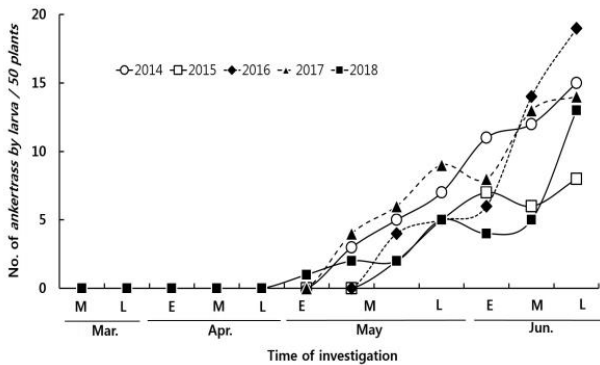


Fig. 3. Damage on northern-type garlic leaves caused by *Acrolepiopsis sapporensis* larva in Chungbuk Province between 2014 and 2018.

40일 정도 차이가 났다. 파좀나방 성충은 성충이 되어 산란 전까지 약 5.1일, 그 후 산란기간은 약 3일이며 성충 1마리당 약 25개 정도의 알을 낳는다(Choe, 1997). 또한 알 기간은 대략 15℃에서 10.5일, 생존율은 45.8%이며 온도가 올라갈수록 알 기간은 짧아지고 생존율은 20℃에서 가장 높은 것으로 보고되어 있다(Choe, 1997). 따라서 본 연구에서 조사된 연도 중 2016년을 기준으로 보면 3월 평균온도는 5.8℃로 파좀나방 알이 생존하기에는 매우 낮은 온도이었다. 따라서 평균온도가 13.3℃도가 되는 4월을 지나야 월동 성충이 깨어나 마늘에 알을 낳고, 그 알이 부화할 수 있을 것으로 생각되며, 본 연구의 조사결과처럼 4월 중순이후부터 부화된 유충에 의해 마늘잎에 피해가 발생할 것으로 생각된다.

파총채벌레에 대한 살충효과 검증

마늘에 등록되어 있는 살충제 4종과 등록되어있지 않은 약제 5종의 파총채벌레에 대한 실내 살충효과를 조사한 결과는 Table 2와 같다. 약제 처리 24시간 후에 유기인계인 dimethoate, 네오니코티노이드계인 clothianidin과 imidacloprid 및 합제인 cyantraniliprole + thiamethoxam가 100.0%의 높은 살충효과를 나타내었으며 피롤계인 chlorfenapyr와 다이아마이드계인 cyantraniliprole이 동일하게 93.6%의 높은 살충효과를 나타내었다. 처리 48시간 후에는 chlorfenapyr가 24시간 조사보다 높은 100.0%의 살충효과를 나타내었다.

실내 시험에서 효과가 좋았던 5약제에 대하여 2017년 단양과 증평 2지역에서 포장 방제효과를 검증하였다(Fig. 4). 단양

Table 2. *Thrips tabaci* mortality after treatment with nine insecticides under laboratory conditions using the dipping method

Common name, AI ^a (%) & Formulation ^b	Conc. (ppm)	Mortality (%) (Mean ± SD)		
		24 h	48 h	
Abamectin	1.8 EC	6	68.1 ^c ± 3.9 ^c ^d	81.2 ± 4.5 ^c
Chlorfenapyr	5 EC	50	93.6 ± 1.9 ^b	100.0 ± 1.2 ^a
Clothianidin	8 SC	40	100.0 ± 0.0 ^a	100.0 ± 0.0 ^a
Cyantraniliprole	5 EC	50	93.6 ± 3.3 ^b	93.6 ± 2.1 ^b
Dimethoate	46 EC	460	100.0 ± 0.0 ^a	100.0 ± 0.0 ^a
Emamectin benzoate	2.15 EC	10.75	23.4 ± 6.9 ^d	35.6 ± 7.5 ^d
Flubendiamide	20 SC	100	87.2 ± 3.2 ^b	93.6 ± 4.1 ^b
Imidacloprid	10 WP	50	100.0 ± 0.0 ^a	100.0 ± 0.0 ^a
Cyantraniliprole + Thiamethoxam	20 + 20 WG	200	100.0 ± 0.0 ^a	100.0 ± 0.0 ^a

^aActive ingredient.

^bEC, emulsifiable concentrate; SC, suspension concentrate; WG, water dispersible granule; WP, wettable powder.

^cEach datum represents the mean of three replicates.

^dIn a column, mean values followed by the same letter are not significantly different at a $p < 0.05$ level (Duncan's multiple range test; Systat software Inc., Chicago, IL, USA).

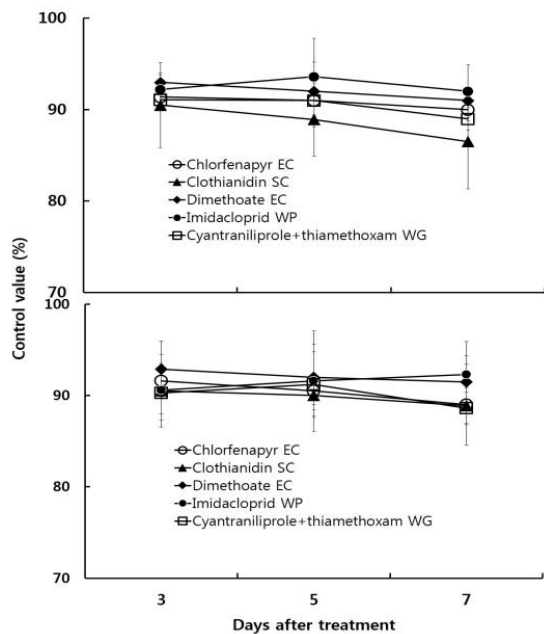


Fig. 4. Control values of four insecticides to *Thrips tabaci* under field conditions. A, Danyang (May 2017); B, Jeungpyeong (May 2017). Average of sample size: A = 61.2 ± 2.6, and B = 72.0 ± 8.5.

지역에서 약제 처리 후 3일차 방제효과는 처리약제 모두에서 90.0% 이상의 높은 방제효과를 나타내었으며 시간이 지남에 따라 방제효과는 낮아져 약제 처리 후 7일차에서 chlorfenapyr, dimethoate, imidacloprid 만이 90.0% 이상의 방제효과를 나타내었다. 중평지역에서도 약제 처리 3일차에서는 모든 처리약제에서 90.0% 이상의 방제효과가 조사되었으나 약제 처리 7일차

에서는 dimethoate와 imidacloprid가 각각 91.5, 92.3%의 높은 방제효과를 나타내었다. 따라서 chlorfenapyr, dimethoate, imidacloprid, cyantraniliprole + thiamethoxam의 사용을 통하여 7일 간격으로 약제를 처리하여 파충채벌레를 방제할 수 있을 것으로 생각된다. 기존에 마늘에 등록이 되어 있던 dimethoate는 파충채벌레에 대하여 24시간 처리 후에서 76.5~84.8% 범위에서 살충효과가 보고되어져 있으며, 약제처리에 따른 저항성도 매우 낮은 것으로 알려져 있다(Babar et al., 2014; Herron et al., 2008). 방제효과가 높았던 imidacloprid는 목화에 발생하는 파충채벌레에 91.3%의 높은 포장 방제효과가 있으며, cyantraniliprole + thiamethoxam 각각의 단제에 대한 방제효과도 목화와 토마토에서 포장검정 하였을 때 각각 88.1, 88.2%의 방제효과가 보고되어 있다(El-Naggar et al., 2013; Misra, 2012).

파종나방에 대한 살충효과 검정

마늘에 등록되어 있는 약제 6종과 등록되어 있지 않은 약제 3종의 살충제를 추천농도로 희석하여 파종나방 유충에 처리하였을 때 살충효과는 Table 3과 같다. 9종의 살충제 중에서 처리 24시간 후에 단제인 cyantraniliprole, pyridalyl, spinetoram와 합제인 abamectin + chlorantraniliprole이 100.0%의 높은 살충효과를 나타내었다. 또한 abamectin 단제도 24시간과 48시간 후에 각각 91.0%와 92.2%의 높은 살충효과를 보였다.

실내 살충효과 검정에서 높은 살충효과를 보인 4종 살충제에 대하여 2018년 단양과 중평 2지역에서 포장 방제효과를 검

Table 3. *Acrolepiopsis sapporensis* larvae mortality after treatment with nine insecticides under laboratory condition using the spray method

Common name, AI ^a (%) & Formulation ^b	Conc. (ppm)	Mortality (%) (Mean ± SD)		
		24 h	48 h	
Abamectin	1.8 EC	6	91.0 ^c ± 4.6 ^b ^d	92.2 ± 5.5 ^{ab}
Bifenthrin	2 WP	20	85.2 ± 6.5 ^{bc}	87.0 ± 5.3 ^{bc}
Cyantraniliprole	5 EC	50	100 ± 0.0 ^a	100.0 ± 0.0 ^a
Dimethoate	46 EC	460	54.2 ± 15.6 ^d	42.6 ± 9.1 ^d
Etofenprox	20 EC	200	84.2 ± 5.9 ^{bc}	80.5 ± 2.6 ^c
Imidacloprid	10 WP	50	79.5 ± 4.2 ^c	85.6 ± 3.5 ^{bc}
Pyridalyl	10 EW	100	100 ± 0.0 ^a	100.0 ± 0.0 ^a
Spinetoram	5 SG	25	100 ± 0.0 ^a	100.0 ± 0.0 ^a
Abamectin + Chlorantraniliprole	1.7 + 4.2 SC	14.9	100 ± 0.0 ^a	100.0 ± 0.0 ^a

^aActive ingredient.

^bEC, emulsifiable concentrate; EW, emulsion; SC, suspension concentrate; SG, water soluble granule; WP, wettable powder.

^cEach datum represents the mean of three replicates.

^dIn a column, mean values followed by the same letter are not significantly different at a $p < 0.05$ level (Duncan's multiple range test; Systat software Inc., Chicago, IL, USA).

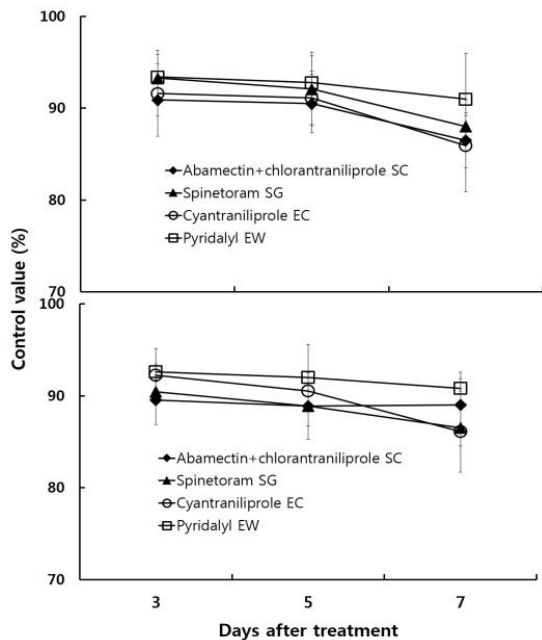


Fig. 5. Control values of four insecticides to *Acrolepiopsis sappaensis* in field condition. A, Danyang(May 2018); B, Jeungpyeong (May 2018). Average of sample size: A = 54.3 ± 4.9, and B = 54.5 ± 2.9.

정하였다(Fig. 5). 단양지역 약제 처리 3일차에서 4약제 모두 90.0% 이상의 높은 방제효과를 나타내었으나 처리 7일차에는 pyridalyl 약제만이 91.0%의 방제효과를 나타내었다. 증평지역에서는 약제 처리 3일차에서 abamectin이 89.5%의 방제효과를 나타내었고 나머지 3약제는 모두 90.0% 이상의 포장방제 효과를 나타내었다. 약제 처리 7일차에도 단양지역 방제효과와 비슷한 양상으로 시간이 지남에 따라 방제효과가 낮아졌으나 pyridalyl만이 90.8%의 높은 방제효과를 나타내었다. 본 연구에서 방제효과가 높았던 pyridalyl은 담배겨세미나방과 꽃노랑총채벌레에 대하여 매우 높은 방제효과가 보고되어있다(Isayama et al., 2005). 또한, abamectin, cyantraniliprole, spinetoram은 같은 나비목에 속하는 파밤나방, 배추좀나방에서 높은 방제효과가 있으나 파좀나방에 대한 살충효과 보고는 없는 실정이다(Cho et al., 2018; Pu et al., 2010). 따라서, 본 연구결과를 통하여 선발된 약제들을 사용하여 파좀나방을 방제할 수 있을 것으로 생각된다.

사사

이 논문은 농촌진흥청 지역농업연구기반 및 전략작목육성 지역특화기술개발과제(PJ012631042019)의 지원에 의하여 이루어진 것입니다.

Literature Cited

- Ananthakrishnan, T.N., 1984. Bioecology of thrips. Indira Publ. House, 233 pp.
- Babar, T.K., Karar, H., Hasnain, M., Saleem, M. Ali, A., Ahmed, A., 2014. Comparative efficacy of conventional vs new chemistry insecticides against onion thrips (*Thrips tabaci* L.). Pak. Entomol. 36, 149-154.
- CBARES (Chungcheongbuk-do Agricultural Research and Extension Service), 2017. Forecasting and control of garlic disease and pests on garlic. Agricultural Research and Extension Services, Chungju, Korea, pp. 387-395.
- Cho, S.R., Kyung, Y.J., Shin, S.E., Kang, W.J., Jung, D.H., Lee, S.J., Park, G.H., Kim, S.I., Cho, S.W., Kim, H.K., Koo, H.N., Kim, G.H., 2018. Susceptibility of field populations of *Plutella xylostella* and *Spodoptera exigua* to four diamide insecticides. Korean J. Appl. Entomol. 57, 43-50.
- Choe, K.R., 1997. Studies on the development of the stone leek minor, *Acrolepiopsis sappaensis* Matsumura (Lepidoptera: Acrolepiidae). J. Agric. Sci. Chungnam Nat. Univ. 24, 16-20.
- El-Naggar, J.B., Zidan, N.E.H.A., 2013. Field evaluation of imidacloprid and thiamethoxam against sucking insects and their side effects on soil fauna. J. Plant Prot. Res. 53, 375-387.
- Herron, G.A., James, T.M., Rophail, J., Mo, J., 2008. Australian populations of onion thrips, *Thrips tabaci* Lindeman (Thysanoptera: Thripidae), are resistant to some insecticides used for their control. Aust. J. Entomol. 47, 361-364.
- Hong, K.J., Kim, M.H., Kim, S.K., Yang, J.S., 1994. Injury, seasonal occurrence and developmental period of allium leafminer, *Acrolepiopsis sappaensis* (Matsumura) in Kyeonggi area. RDA J. Agric. Sci. Crop Prot. 36, 332-336.
- Hwang, J.M., 1993. Genetic divergence and classification of garlic cultivars by multivariate analysis. J. Korean Soc. Hortic. Sci. 34, 257-264.
- Hwang, J.M., Lee, B.Y., 1990. Effect of temperature and humidity conditions on rooting and sprouting of garlic. J. Korean Soc. Hortic. Sci. 31, 15-21.
- Isayama, S.h., Saito, S., Kuroda, K., Umeda, K., Kasamatsu, K., 2005. Pyridalyl, a novel insecticide: potency and insecticidal selectivity. Arch. Insect Biochem. Physiol. 58, 226-233.
- KCPA, 2018. User's manual for pesticides. Korea Crop Protection Association, 490 pp.
- Kim, S.G., Kim, D.I., Kang, B.Y., 2009. Efficacy of insecticides against *Thrips tabaci* on spring onion. Research Report. Rural Development Administration, Jeonju, Korea, pp. 1381-1382.
- Kim, S.G., Kim, D.I., Ko, S.J., Kang, B.Y., 2010. Efficacy of insecticides against *Thrips tabaci* on spring onion. Resaerch Report. Rural Development Administration, Jeonju, Korea, pp. 1189-1190.

-
- Misra, H.P., 2012. Field efficacy of a new molecule of insecticide against tomato thrips and its impact on coccinellid predators. SAARC J. Agric. 10, 63-70.
- 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. Zool. 45, 123-128.
- Park, H.H., Kim, K.H., Park, C.G., Choi, Y.S., Lee, S.G., 2012. Injury characteristics of allium leafminer, *Acrolepiopsis sapporensis* (Lepidoptera: Acrolepiidae) in welsh onion and damage assessment according to larval density levels during summer. Korean J. Appl. Entomol. 51, 383-388.
- Park, W.K., 1997. Ecological characteristics and forecasting method of *thrips tabaci* Lindeman (Thysanoptera: Thripidae). Master Thesis, Chonnam National University, pp. 22-31.
- Pu, X., Yang, Y., Wu, S., Wu, Y., 2010. Characterisation of abamectin resistance in a field-evolved multiresistant population of *Plutella xylostella*. Pest Manag. Sci. 66, 371-378.
- Vavilov, N.I., 1951. The origin, variation, immunity and breeding of cultivated plants. Soil Sci. 72, 482.
- Wolfenbarger, D., Hibbs, E.T., 1985. Onion thrips (*Thrips tabaci* Lind.) infesting cabbage. J. Econ. Entomol. 78, 394-396.
- Woo, K.S., Kwon, O.G., Choo, H.Y., 1988. Study on ecological of *Thrips tabaci*. Agric. Sci. Col. 456-460.
- 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.