



ORIGINAL ARTICLES

## 약제 경감 방제력 적용 고추포장에서 해충과 바이러스병 발생양상 비교

김태영<sup>1\*</sup> · 장 철<sup>2\*</sup> · 강현우<sup>3</sup> · 최재혁<sup>4</sup> · 이호욱<sup>2</sup> · 이종원<sup>4</sup> · 이대홍<sup>5</sup> · 양승규<sup>6</sup> · 이선영<sup>6</sup> · 민철기<sup>6</sup> · 이등운<sup>1,2,3,4\*\*</sup>

<sup>1</sup>경북대학교 생물응용학과, <sup>2</sup>경북대학교 생태환경관광학부, <sup>3</sup>경북대학교 질병매개곤충학과, <sup>4</sup>경북대학교 생태과학과, <sup>5</sup>경상북도농업기술원 구미화훼연구소, <sup>6</sup>청송군 농업기술센터

### Comparison of Pest Occurrence and Viral Disease Incidence Rate with Reduced the Application of Pesticides in Red Pepper Field

Tae-young Kim<sup>1\*</sup>, Cheol Jang<sup>2\*</sup>, Hyun-woo Kang<sup>3</sup>, Jae-hyuk Choi<sup>4</sup>, Ho-wook Lee<sup>2</sup>, Jong-won Lee<sup>4</sup>, Dae-hong Lee<sup>5</sup>, Seung-kyu Yang<sup>6</sup>, Seon-yeong Lee<sup>6</sup>, Cheol-gi Min<sup>6</sup>, DongWoon Lee<sup>1,2,3,4\*\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Applied Biology, Kyungpook National University, Sangju, Gyeongsangbuk-do 37224, Korea

<sup>2</sup>School of Ecological Environment and Tourism, Kyungpook National University, Sangju, Gyeongsangbuk-do 37224, Korea

<sup>3</sup>Department of Vector Entomology, Kyungpook National University, Sangju, Gyeongsangbuk-do 37224, Korea

<sup>4</sup>Department of Ecological Science, Kyungpook National University, Sangju 37224, Korea

<sup>5</sup>Gumi Floriculture Research Institute, Gyeongsangbuk-do Agricultural Research & Extension Services, Gumi, Gyeongsangbuk-do 37427, Korea

<sup>6</sup>Cheongsong-gun Agricultural Technology Center, Cheongsong, Gyeongsangbuk-do 37427, Korea

(Received on January 11, 2021. Revised on January 28, 2021. Accepted on January 29, 2021)

**Abstract** The results of the control schedule test focusing on viral disease management in the red pepper cultivation area in Cheongsong, Gyeongbuk were as follows: There was no difference according to the type of control schedule or the type of pepper as a result of examining the type of control schedule in relation to the density of insect pests (thrips, aphids, and oriental tobacco budworm) in virus-resistant and general cultivars in pepper fields. The viral infection rate was lower in treated than non-treated tests in the control schedule treatment only at the end of August investigation; and among cultivars, the infection rate of resistant cultivars was lower than that of general cultivars. The yield of red pepper increased by 80.8-103.5% in the treatment with control schedule, and the yield between cultivars increased by 9.6% in resistant cultivars compared to general cultivars. In synthesizing these results, it is recommended to apply a control schedule that can manage aphids and thrips by July for high-yield general cultivars, in addition to considering the use of resistant cultivars and quantitative aspects to reduce damage of pepper by viruses.

**Key words** Aphid, Control calendar, Pepper, Thrips, Viral disease

## 서 론

고추(*Capsicum annuum* L.)는 우리나라 전체 채소 중 가장 많은 재배면적과 생산액을 차지하는 국민 식생활에서 없어서는 안 될 중요한 조미채소로 2020년 재배면적은 31,146 ha로 전체 조미채소 재배면적의 35.6%를 차지하고

있으며 시도별 재배면적은 경북 7,906 ha, 전남 4,682 ha, 전북 4,320 ha 순이다(KOSIS, 2020).

경북에서는 안동지역의 재배면적이 1,456 ha로 가장 넓고, 영양, 봉화, 의성, 청송 순이다(KOSIS, 2015). 이들 중 청송 지역 고추재배 면적은 2013년 1,038.7 ha, 생산량 3,117 ton에서 감소 추세에 있는데 2015년에는 682 ha, 1,987.4톤, 2018년에는 500.3 ha에서 1,565.5 ton이 생산되었다(Cheongsong-gun, 2020).

우리나라에서는 고추에 발생하는 병들로 곰팡이병 19종과 세균병 6종 및 바이러스병 14종이 보고되고 있으며

\*Authors have the same contribution

\*\*Corresponding author  
E-mail: whitegrub@knu.ac.kr

(KSPP, 2020), 이들 중 경북 북부지역에서는 9종의 병이 보고되었는데 바이러스에 의한 모자이크병의 발병율이 가장 높다(Seo et al., 2011). 또한 고추에 발생하고 있는 해충은 담배나방, 점박이응애 및 꽃노랑총채벌레 등 모두 35종이 알려져 있으며(RDA, 2020) 진딧물, 총채벌레, 가루이, 잎응애 및 담배나방 등은 주로 시설재배지에서 피해를 주고(Kim et al., 2012), 노지 재배의 경우 총채벌레와 진딧물류에 의한 피해가 심한 편이다.

고추에서 진딧물은 CMV (*Cucumber mosaic virus*), BBWV2 (*Broad bean wilt virus 2*), PepMoV (*Pepper mottle virus*), PVY (*Potato virus Y*)와 같은 바이러스를 매개하는데 시설 재배의 경우 진딧물에 의해 발병하는 바이러스 감염율이 45.8%, 노지 고추재배의 경우 82.4%로 진딧물에 의한 직접적인 피해보다 바이러스 전파에 의한 2차적 피해가 주를 이룬다(Lee et al., 2004). 또한 고추재배에 있어 피해를 주는 총채벌레는 꽃노랑총채벌레(*Frankliniella occidentalis*), 대만총채벌레(*F. intonsa*) 및 파총채벌레(*Thrips tabaci*)로 피해를 받은 풋고추에서는 열매 끝부분이 검게 변하면서 표면이 거칠어지고, 이후 고추가 붉어지면 피해 부위가 하얗게 된 뒤 수확 후 건조 이후에도 퇴색된 상태로 남아있어 상품성이 저하된다(Moon et al., 2006; Seo et al., 2018). 총채벌레류는 TSWV (*Tomato spotted wilt virus*)를 매개하여 잎에 모자이크 병반을 형성하고, 심한 경우 기형과가 형성되거나 꽃이 낙화되어 고추의 수량 손실과 상품성 저해를 유발시킨다(Cho et al., 1989; Whitefield et al., 2005).

우리나라에서 고추에 발생하는 다양한 병들 중 주로 피해가 심한 병해는 지역과 시기별에 따라 차이가 있지만 역병과 탄저병, 모자이크병이 보편적으로 피해를 주고 있다(Kim, 2000; Seo et al., 2011). 이들 중 모자이크 모양의 특징적 병반을 형성하는 바이러스에 의한 바이러스병은 지역, 시기 및 년도에 따라 발생하는 주요 바이러스의 종류나 이병율에 차이가 있으나 경북지역에서는 2000년 이후로 다른 병들에 비하여 발생율이 현저히 높아 1999년에 1.0%에서 2000년에 30.5%로 증가한 뒤 2007년과 2008년 조사에서도 각각 32.5%와 36.7%의 포장 발병율을 보여 지속적으로 증가하고 있다(Kim, 2000; Seo et al., 2011).

고추에 발생하는 바이러스의 종류는 조사 시기나 지역에 따라 차이를 보이는데 시설재배지에서는 토마모바이러스가 우점하지만 노지재배에서는 진딧물류에 의해 전파되는 바이러스들이 우점하는데 특히 CMV는 2000년대 이후 꾸준히 발생이 증가 되고 있다(Lee et al., 2004; Cho et al., 2007; Kwon et al., 2017). 진딧물은 다양한 기주 식물들을 흡즙함으로써 인해 이들이 가해하는 다양한 식물들이 바이러스에 감염되고 있는데 고추에서 감염 증상은 잎에 모자이크, 퇴색, 황화 및 괴저 병징을 주로 나타낸다(Kwon et al., 2017).

고추 재배기간 동안 발생하는 다양한 병해충을 관리하기 위하여 관행 재배농가에서는 재배기간 중 10~15회의 약제를 살포하여 방제하고 있는데(Kim et al., 2012) 과도한 약제 살포나 약제 살포 기준의 미이행 등으로 인해 잔류허용기준을 초과하는 농약 성분이 풋고추나 홍고추 및 건고추에서 검출되어 건강을 위협하는 요인이 되고 있다(Kim et al., 2006).

따라서 본 연구는 청송지역 고추재배 농가에 곤충 유래 바이러스 병 경감을 위한 방제력 제공을 위해 수행하였는데 바이러스 저항성 품종과 일반 품종 간의 바이러스 병 이병율과 해충 발생 및 고추 수량에 대한 조사를 병행하였다.

## 재료 및 방법

### 시험포장 및 고추 재배관리

시험포장은 경북 청송군 청송읍 주왕산로(36°23' 28"N, 129°04' 32"E)의 청송군 농업기술센터 시험포장에 1 m × 14 m 크기의 시험구를 난괴법 4반복 배치하여 수행하였다.

시험구의 경운 작업은 4월 23일 하였으며, 이랑 폭 110 cm, 고랑 폭 35 cm로 골 작업하여 5월 4일 흑색 무공비닐을 피복하였다. 비료는 경운작업 전에 21-17-17 비료와 아미노산 비료를 10a당 총 120 kg을 골고루 살포하였고, 고추 생육 중 추비로 6월 하순, 7월 중순, 8월 초순에 수용성 미량요소 비료를 10a당 1~2 kg 물에 희석하여 동력분무기로 고추에 옆면 살포하였다. 적용 방제력별 시험구와 고추 품종별 시험구를 구별하여 배치하였는데 정식은 5월 7일, 정식간격 40 cm로 각 이랑 당 70주씩 심었다. 정식 후 토양 수분 상태를 고려하여 관수하였다. 정식 3주 후 바람에 의한 고추의 넘어짐 피해를 예방하기 위하여 지주대를 설치하고, 바인더 끈으로 묶어 주었다.

### 시험 약제

시험에 사용한 약제는 총채벌레와 진딧물에 등록되어 약제들 중 계통이나 작용 특성 등을 고려하여 시판되고 있는 25종의 약제(단제 15종, 합제8종)를 선발하였으며, 이들의 제형과 특성 등은 Table 1과 같고, 시중의 농자재 판매상에서 구입하여 사용하였다.

### 방제력 적용 시험

시험에 적용한 방제력은 세 가지를 고안하여 시험을 수행하였는데 해충이 전파하는 바이러스병의 경감을 목적으로 진딧물과 총채벌레류 방제에 주안점을 둔 방제력을 적용하였다. 방제력은 6월 초순부터 8월 하순까지 8회 방제를 근간으로 구성하였으며 방제력 A와 C는 본 연구를 위해 고안한 방제력이고, 방제력 B는 청송군 지역에서 보편적으로 사용하는 약제들을 중심으로 작성한 방제력이었다. 세 종류 방제력에 적용된 약제는 Table 2와 같으며 이들 각각의 살

**Table 1.** List of 25 chemical compounds formulations tested in pepper field

Chemical	Active ingredient (%)	Formulation <sup>a)</sup>	Chemical class
Acetamiprid+Indoxacarb	4+5	SC	Neonicotinoid+Oxadiazine
Acetamiprid+Spinetoram	6+4	SC	Neonicotinoid+Spinosyn
Abamectin+Sulfoxaflor	1.5+6.2	SC	Avermectins+Sulfoximine
Bifenthrin	8	WG	Pyrethroid
Chlorfenapyr	10	SC	Pyrrole
Chlorfenapyr+Clothianidin	6+6	SC	Pyrrole+Neonicotinoid
Chlorothalonil	75	WP	Organic chlorine
Chlorothalonil+Difenoconazole	4+2	SC	Organic chlorine+Dioxolane
Clothianidin+Spinetoram	6+4	SC	Neonicotinoid+Spinosyn
Emamectin benzoate	2	EC	Avermectin
Flonicamid	10	WG	Meta diamide
Flonicamid+Thiacloprid	10+5	WG	Meta diamide+Neonicotinoid
Fluazinam	50	WP	Dinitroniline
Fluxametamide	9	EC	Meta diamide
Fluxametamide	5	EW	Meta diamide
Indoxacarb	10	WP	Oxadiazine
Metaflumizone	20	EC	Semi cabazon
Metconazole+Pyraclostrobin	8+9	SC	Cyclopentanol+Carbamate
Methoxyfenozide	4	WP	Benzoylhydrazide
Propineb	70	WP	Organic sulfur
Pyridalyl	10	EW	Untitled
Spinetoram	5	WG	Spinosyn
Tebuconazole	25	SC	Triazole
Tebuconazole	25	EC	Triazole
Trifloxystrobin	22	SC	Strobilurin

<sup>a)</sup>SC, Suspension concentrate; EC, Emulsifiable concentration; WG, Water dispersible granule; WP, Wettable powder; EW, Emulsion in water.

**Table 2.** Pesticide spraying timing and treatment pesticides by control calendar

Date of treatment	Targeted pest	Control calendar type			Fungicides
		A	B	C	
6/4	Aphids+Thrips	Clothianidin+ Spinetoram SC <sup>a)</sup>	Emamectin benzoate EC	Acetamiprid+ Spinetoram SC	Propineb WP
6/15	Aphids+Thrips	Fluxametamide EC	Abamectin+ Sulfoxaflor SC	Fluxametamide EW	Chlorothalonil+ Difenoconazole SC
6/26	Aphids+Thrips	Acetamiprid+ Spinetoram SC	Flonicamid WG	Clothianidin+ Spinetoram SC	Fluazinam WP
7/06	Aphids+Thrips	Chlorfenapyr+ Clothianidin SC	Spinetoram WG	Spinetoram WG	Metconazole+ Pyraclostrobin SC
7/16	<i>Helicoverpa assulta</i>	Indoxacarb WP	Chlorfenapyr SC	Indoxacarb WP	Tebuconazole SC
7/31	<i>Helicoverpa assulta</i>	Metaflumizone EC	Bifenthrin WG	Methoxyfenozide WP	Chlorothalonil WP
8/12	<i>Helicoverpa assulta</i>	Acetamiprid+ Indoxacarb SC	Acetamiprid+ Indoxacarb SC	Chlorfenapyr SC	Tebuconazole EC
8/26	<i>Helicoverpa assulta</i>	Pyridalyl EW	Methoxyfenozide WP	Metaflumizone EC	Trifloxystrobin SC

<sup>a)</sup>SC; Suspension concentrate, EC; Emulsifiable concentration, WG; Water dispersible granule, WP; Wettable powder, EW; Emulsion in water.

충제 방제력에 이전의 청송군 지역에서 병 방제와 관련 된 연구결과(Table 2)로 도출된 살균제 방제력을 적용하여 시

험을 수행하였다. 대조구인 무처리구는 아무런 약제를 처리 하지 않았다.

### 고추 품종별 바이러스 발병 및 생육 비교 시험

고추 품종별 해충 발생량과 바이러스 이병율 및 수량 차이를 알아보기 위한 시험은 바이러스 저항성 품종 2개(빅칼라, 칼라짱)와 감수성 일반 품종 2개(금수강산, 거창한)를 이용하여 시험하였다(Table 3). 각각의 품종들은 청송군의 육묘장에서 2월 4일 파종하여 육묘하였으며, 5월 7일 포장에 정식하였다. 일반 품종은 청송군 지역에서 보편적으로 이용하고 있는 두 품종을 선택하였으며, 저항성 품종은 시중의 농자재 판매점에서 구입하여 이용하였다. 품종별 비교실험의 병해충 관리는 방제력 적용시험의 B방제력을 이용하였다.

### 약제 처리

적용 방제력별에 따른 약제 처리는 동력분무기(슈퍼프린스 분무기 20, 경북분무기, 대한민국)를 사용하여 각각의 시험구에 살포하였는데 약제 처리일과 다음 날의 기상상황은 Table 4와 같으며 약제 살포는 약액이 흘러내리지 않을 정도로 충분히 살포하였으며 기상 상황을 고려하여 살포시기를 적절히 조절하여 처리하였다.

**Table 3.** Red pepper cultivar used experiment

Class	Commercial name	Enterprise
TSWV tolerant	Bigcalla	Asia seed
TSWV tolerant	Callajjang	Nongwoobio
Susceptible	Geumsugangsan	Daggiee Korea
Susceptible	Geochanghan	Sakata Korea

**Table 4.** Weather situation of pesticide spraying day in Cheongsong

Date	Temperature (°C)			Precipitation (mm)
	Mean	Maximum	Minimum	
6/4*	23.8	33.0	15.2	0
6/5	22.7	32.1	4.5	0
6/15*	22.3	28.6	14.7	0
6/16	21.1	29.1	14.3	0
6/26*	22.3	27.2	19.2	0
6/27	22.3	29.6	17.5	0
7/6*	22.0	28.6	17.1	4.5
7/7	23.3	29.6	19.0	0
7/16*	20.3	28.6	14.1	0
7/17	20.3	28.5	13.3	0
7/31*	24.6	30.5	19.5	0
8/1	25.7	31.7	22.0	0.2
8/13*	27.5	33.9	23.9	0
8/14	27.5	33.1	22.4	0
8/28*	26.0	31.5	22.8	6.0
8/29	26.6	33.2	23.6	7

\*Spray day of pesticides treatment.

### 해충 밀도, 고추 생육, 바이러스 피해 조사

해충조사는 방제력 적용 약제처리 당일 약제처리 전에 수행하였으며 조사항목은 고추의 생육상태를 확인하기 위하여 초장을 조사하였고, 해충 조사는 진딧물, 총채벌레, 담배나방 등의 발생밀도를 조사하였으며, 바이러스 이병주 수 등을 조사하였다. 초장은 자를 이용하여 지체부로부터 줄기까지의 길이를 각 구마다 10주씩 임의로 선정하여 조사하였으며, 모든 조사는 3반복으로 수행하였다. 진딧물은 각 시험구에서 한 주 간격으로 10주의 잎에 발생한 개체수를 전수 조사하였으며, 총채벌레는 주당 10송이 꽃을 대상으로 반복당 10주를 조사하였다. 진딧물과 총채벌레는 약충과 성충이 혼재하여 발생하고, 현장에서 루페를 이용하여 조사하여 종 수준의 동정은 하지 않았다. 담배나방은 전체 과에 대한 피해과수를 조사하였는데 과에 구멍을 뚫고 들어가서 피해를 주는 담배나방의 피해 특성을 보이는 과를 피해과로 산정하였다. 고추에는 다양한 바이러스병이 발생하고, 특히 동일주에 복수의 바이러스가 혼재하여 발생하는 경우가 많아 (Lee et al., 2015; Kwon, 2017) PCR분석을 통한 바이러스 구분 없이 바이러스병 감염 증상(Fig. 1)을 보이는 고추의 피해 주수를 반복 내에 있는 전체 주를 대상으로 조사하였으며, 모든 조사는 3반복으로 수행하였다.

### 수량조사

수량조사는 8월 12일에 수확하기 시작하여 9월까지 각 시험구 내에 있는 건전한 붉은 고추를 수확하여 각 반복별로 무게를 측정하였으며, 각 처리별로 3반복 조사하였다.



**Fig. 1.** Photography of damage symptom by virus in red pepper field in Cheongsong.

**통계분석**

방제력별, 품종별 해충 발생밀도와 바이러스병 감염주율 및 수확량 등의 자료는 처리 평균간 차이를 SAS 프로그램을 이용하여 분산 분석하였다(SAS/STAT® 9.3 user's guide, 2011).

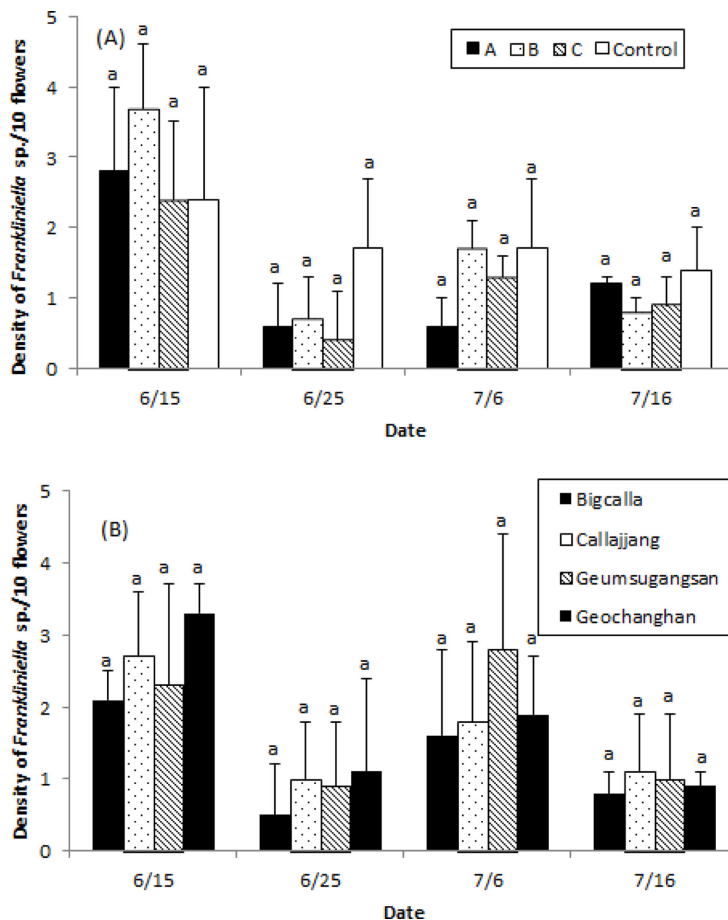
**결 과**

**적용 방제력 및 품종별 총채벌레 발생 밀도**

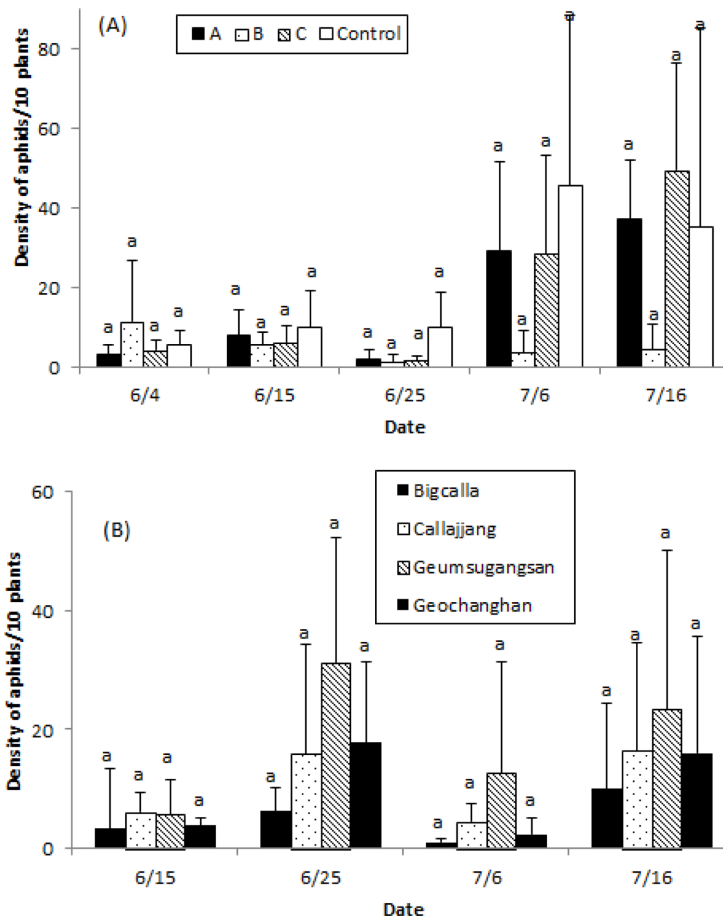
적용 방제력별에 따른 총채벌레의 발생 밀도는 모든 조사 일자에서 방제력별로 차이가 없었으며(6월 15일:  $df=3, 12, F=1.13, P=0.3747$ , 6월 25일:  $df=3, 12, F=5.51, P=0.1084$ , 7월 6일:  $df=3, 12, F=3.46, P=0.0512$ , 7월 16일:  $df=3, 12, F=2.17, P=0.144$ )(Fig. 2A) 고추 품종별에 따른 총채벌레의 발생 밀도도 모든 조사일자에서 방제력별로 차이가 없었다(6월 15일:  $df=3, 12, F=1.35, P=0.3046$ , 6월 25일:  $df=3, 12, F=0.33, P=0.8017$ , 7월 6일:  $df=3, 12, F=0.72, P=0.5616$ , 7월 16일:  $df=3, 12, F=0.17, P=0.9167$ )(Fig. 2B).

**적용 방제력 및 품종별 진딧물 발생밀도**

적용 방제력별에 따른 진딧물 발생밀도는 모든 조사일자에서 방제력별로 차이가 없었으며(Fig. 3A) 품종별에 따른 진딧물 발생밀도도 모든 조사일자에서 차이가 없었다(Fig. 3B).



**Fig. 2.** Density of *Frankliniella* sp. per 10 red pepper flowers depending on control calendar (A) and pepper cultivar (B) in red pepper field in Cheongsong. Legend in (A) refer to Table 2 (A+Fungicides, B+Fungicides, C+Fungicides). Same lowercase letters on the bar among date are not significantly different (Tukey,s Test,  $p<0.05$ ).



**Fig. 3.** Density of aphids per 10 pepper plants depending on control calendar (A) and pepper cultivar (B) in red pepper field in Cheongsong.  
 Legend in (A) refer to Table 2 (A+Fungicides, B+Fungicides, C+Fungicides).  
 Same lowercase letters on the bar among date are not significantly different (Tukey,s Test,  $p < 0.05$ ).

**Table 5.** Damage of pepper fruits by oriental tobacco budworm depending on control calendar in red pepper field in Cheongsong

Treatment <sup>a)</sup>	Damaged fruit rate (%) ± SD		
	7/27	8/13	8/27
A	0.0±0.0a <sup>b)</sup>	0.1±0.3a	0.4±0.4a
B	0.4±0.5a	0.6±1.2a	2.3±3.2a
C	0.3±0.3a	0.2±0.4a	1.0±0.9a
Control	0.2±0.2a	0.3±0.3a	2.8±3.0a

<sup>a)</sup>Refer to Table 2. (A+Fungicides, B+Fungicides, C+Fungicides)

<sup>b)</sup>Means followed by same lowercase letters within the column and same uppercase letters within the row in each treatment times are not significantly different (Tukey's Test,  $p < 0.05$ ).

**적용 방제력 및 품종별 담배나방 피해과율**

적용 방제력별에 따른 담배나방 피해 과율도 조사시기별에 따라 차이가 없었으며(Table 5) 고추 품종별로도 차이가 없었다(Table 6).

**적용 방제력 및 품종별 바이러스병 이병주율**

적용 방제력별 바이러스병 이병주율은 생육 후기에만 차

이가 있었다(8월 27일:  $df=3, 12, F=4.75, P=0.0209$ )(Table 7).

고추 품종별 바이러스병 이병주율은 생육초기인 6월 25일까지는 차이가 없었으나(6월 15일:  $df=3, 12, F=1.0, P=0.4262$ , 6월 25일:  $df=3, 12, F=1.26, P=0.331$ ) 생육 중기 이후에는 저항성 품종인 빅칼라와 칼라짱에서의 이병주율이 유의하게 낮았다(7월 6일:  $df=3, 12, F=21.4, P=0.0001$ , 7월 16일:  $df=3, 12, F=68.02, P < 0.0001$ , 7월 27일:  $df=3, 12, F=$

**Table 6.** Damage of pepper fruits by oriental tobacco budworm depending on cultivar of pepper in red pepper field in Cheongsong

Cultivar <sup>a)</sup>	Damage rate (%) ± SD		
	7/27	8/13	8/27
Bigcalla	0.3±0.5a <sup>b)</sup>	0.5±0.7a	1.5±1.0a
Callajjang	0.2±0.2a	0.5±0.5a	0.9±0.5a
Geumsugangsan	0.1±0.1a	0.5±0.7a	1.1±0.6a
Geochanghan	0.5±0.5a	1.7±2.8a	2.6±3.5a

<sup>a)</sup>Refer to Table 3.

<sup>b)</sup>Means followed by same lowercase letters within the column and same uppercase letters within the row in each treatment times are not significantly different (Tukey's Test, p<0.05).

**Table 7.** Virus disease incidence rate depending on control calendar in red pepper field in Cheongsong

Treatment <sup>a)</sup>	Percentage of diseased plants ± SD						
	6/15	6/25	7/6	7/16	7/27	8/13	8/27
A	1.5±1.7a <sup>b)</sup>	3.3±4.9a	23.2±6.2a	40.6±5.4a	49.8±3.1a	68.7±12.5a	74.3±7.6ab
B	0.7±1.4a	0.7±1.4a	24.9±7.2a	41.4±7.2a	50.2±8.4a	72.6±16.4a	82.1±15.3ab
C	0.0±0.0a	1.5±1.7a	19.7±5.6a	38.1±5.1a	43.8±7.4a	61.8±19.1a	68.5±17.8b
Control	0.0±0.0a	0.0±0.0a	22.9±11.7a	46.3±10.7a	52.7±16.0a	83.1±14.9a	96.0±17.5a

<sup>a)</sup>Refer to Table 2 (A+Fungicides, B+Fungicides, C+Fungicides).

<sup>b)</sup>Means followed by same lowercase letters within the column and same uppercase letters within the row in each treatment times are not significantly different (Tukey's Test, p<0.05).

**Table 8.** Virus disease incidence rate depending on pepper cultivar in red pepper field in Cheongsong

Cultivar <sup>a)</sup>	Percentage of diseased plants ± SD						
	6/15	6/25	7/6	7/16	7/27	8/12	8/27
Bigcalla	0.0±0.0a <sup>b)</sup>	1.1±2.2a	1.1±2.2b	5.1±3.6b	10.9±4.8b	14.8±6.0b	15.1±5.4b
Callajjang	0.0±0.0a	0.0±0.0a	0.0±0.0b	4.0±1.3b	5.1±2.7b	7.9±4.1b	8.7±3.2b
Geumsugangsan	0.0±0.0a	3.0±3.4a	11.5±4.3a	26.0±3.5a	30.8±7.0a	47.8±9.6a	60.1±7.9a
Geochanghan	0.7±1.4a	3.7±4.4a	9.2±1.3a	27.5±3.6a	30.9±5.7a	55.8±6.3a	67.9±7.6a

<sup>a)</sup>Refer to Table 3.

<sup>b)</sup>Means followed by same lowercase letters within the column and same uppercase letters within the row in each treatment times are not significantly different (Tukey's Test, p<0.05).

**Table 9.** Yield of red pepper depending on control calendar

Treatment <sup>a)</sup>	Yield (kg/plot)	Increasing rate <sup>b)</sup> (%)
A	47.0±8.7a <sup>c)</sup>	80.8
B	50.0±5.8a	92.3
C	52.9±4.9a	103.5
Control	26.0±12.8b	-

<sup>a)</sup>Refer to Table 2. (A+Fungicides, B+Fungicides, C+Fungicides)

<sup>b)</sup>[(Treatment yield – control yield)/control yield]×100

<sup>c)</sup>Means followed by same lowercase letters within the column and same uppercase letters within the row in each treatment times are not significantly different (Tukey's Test, p<0.05).

**Table 10.** Yield of red pepper by cultivar

Cultivar <sup>a)</sup>	Yield (kg/plot)	Increasing rate (%) <sup>b)</sup>
Bigcalla	50.5±9.0a <sup>c)</sup>	94.2
Callajjang	51.9±9.5a	99.6
Geumsugangsan	46.9±6.5a	80.4
Geochanghan	44.4±7.1a	70.8

<sup>a)</sup>Refer to Table 3.

<sup>b)</sup>Compared control data of Geochanghan in Table 9.

<sup>c)</sup>Means followed by same lowercase letters within the column and same uppercase letters within the row in each treatment times are not significantly different (Tukey's Test, p<0.05).

25.86,  $P=0.0002$ , 8월 13일:  $df=3, 12, F=48.84, P<0.0001$ , 8월 27일:  $df=3, 12, F=92.23, P<0.0001$ (Table 8).

**적용 방제력 및 품종별 홍고추 수확량**

적용 방제력별 홍고추 수확량은 무처리구와 방제력 처리

구와는 차이가 있었으나 방제력별로는 차이가 없었고( $df=3, 12, F=8.0, P=0.0034$ )(Table 9), 품종별 수확량은 차이가 없었다( $df=3, F=1, P=0.4262$ )(Table 10).

## 고 찰

고추는 우리나라 전역에서 재배되고 있는 재배면적이 가장 넓은 채소로 경제적으로 매우 중요한 작물인데 농촌인구의 감소와 고령화 등으로 인하여 고추와 같이 일손이 많이 필요한 작물들의 재배면적이 감소하고 있지만 경북 북부지역은 전국 최대의 고추 생산지의 하나이다(Lee et al., 2004; Cho et al., 2007; KOSIS, 2020). 경제적으로 중요한 작물인 고추재배 시 다양한 병해충에 의한 수량 손실과 소득 감소가 발생하고 있는데 근래에는 탄저병이나 역병, 무름병과 같은 곰팡이나 세균에 의한 병이나 진딧물, 총채벌레, 가루이, 나방류와 같은 개별 해충류에 의한 피해보다 바이러스에 의한 피해가 증가하고 있다(Lee et al., 2004; Seo et al., 2011; 2018). 특히 바이러스에 의한 고추 피해는 1970년대부터 지속적으로 보고되고 있는데 시대나 지역에 따라 발생 우점종의 차이와 변화가 나타나고 있다(La et al., 1972; Lee et al., 2004; Cho et al., 2007; Kwon et al., 2017). 최근에는 진딧물이나 총채벌레와 같은 곤충류의 매개에 의해 감염되는 CMV, BBWV2, TSWV와 같은 바이러스병의 발생이 두드러지게 증가하고 있다(Cho et al., 2007; Kwon et al., 2018). 이러한 바이러스병들은 바이러스 자체를 효과적으로 억제할 수 있는 등록 약제가 없어(KCPA, 2020) 바이러스를 매개하는 매개충 관리가 중요하다.

총채벌레 발생밀도는 전반적으로 꽃 당 0.3마리 미만으로 낮았는데 6월 15일 조사에서 가장 밀도가 높았고, 이후에는 꽃 당 0.17마리 이하로 유지되었다. 고추재배지에는 꽃노랑 총채벌레와 대만총채벌레가 주로 발생하는데 고창과 정읍, 괴산, 청양 지역에서는 대만총채벌레가 우점하였고, 발생 최성기는 지역별로 6월이나 7월로 상이하였다(Kim et al., 2012; Seo et al., 2018). 총채벌레 발생밀도는 적용 방제력 별로 차이가 없었으며 무처리구에서도 6월 25일 이후부터 무처리구의 밀도가 방제력 적용 처리구에 비하여 밀도가 다소 높았지만 방제력 적용 처리구와 차이를 보이지 않았다. 실내실험에서 총채벌레 등록 약제들의 효과가 우수하였던 점을 감안하면(unpublished data) 포장에서 방제력 적용 시 총채벌레의 밀도가 충분히 줄어들지 않는 요인은 지역 내 약제 저항성 개체군의 형성이나 2020년도에 예년과 달리 장마 기간이 길어 약효의 지속성이 충분치 못하였거나 시험지 주변의 잡초 군락으로부터 총채벌레의 유입이 지속적으로 이루어졌기 때문으로 추정되는데 구체적인 요인에 대해서는 추가적인 연구가 필요할 것으로 생각된다.

진딧물 발생밀도는 방제력 B 적용 시 상대적으로 낮았으나 통계적 차이는 없었고, 품종 간에도 발생량의 차이를 보이지 않았다. 7월 중순부터 진딧물의 밀도가 증가하였고, 바이러스병의 이병주율은 7월 초순까지는 무처리구와 방제력 적용 처리 간 차이가 없었으나 이후 무처리구에서 지속적으

로 증가하는 양상을 보였는데 이는 진딧물 발생밀도가 증가되는 시기인 7월 중순과 일치하였다. 저항성 품종과 일반 품종간 바이러스병 이병주율은 6월 하순까지는 차이를 보이지 않다가 이후 일반 품종에서 이병율이 높아져 8월 하순에는 최대 차이를 보였다. 이러한 결과는 이전까지 발생밀도가 잘 관리되고 있다가 7월 초순부터 진딧물의 밀도가 급증함으로 인해 이들이 매개하는 바이러스의 감염이 이 시기부터 급격히 증가된 결과로 판단된다. 본 연구에서는 7월 6일 이후에는 담배나방 방제에 주안점을 둔 방제력을 설계하였는데 진딧물류 밀도 관리를 위하여 7월 이후에도 진딧물 방제제 처리가 필요할 것으로 생각되며 방제력 B 적용의 경우 통계적 차이는 없었지만 다른 방제력에 비하여 7월 초순과 중순에 진딧물 발생량이 다른 처리에 비해 낮아 이 방제력을 기반으로 방제력을 고안하는 것도 고려해볼 사안으로 생각된다.

바이러스 이병주율은 적용 방제력과 상관없이 7월 27일 조사에서 50%대에 근접하는 발병주율을 보였는데 Seo et al.(2011)이 경북지역 2008년 농가 포장에서 바이러스병 감염율 조사 시 영주와 봉화, 안동 지역에서는 각각 44.6, 49.0, 48.1%의 발병을 나타내어 본 연구의 결과와 유사한 포장 감염율을 보였다.

방제력 적용 시험구의 진딧물 발생이나 총채벌레 발생이 무처리구와 큰 차이를 보이지 않았음에도 불구하고, 홍고추 생산량은 방제력 적용 처리의 경우 80.8~103.5%의 증수효과가 있었고, 저항성 품종과 일반 품종 간 수량 차이는 20~30% 정도 저항성 품종에서 높게 나타났다. 해충 발생량이나 바이러스 감염주율이 차이가 크지 않음에도 불구하고, 수량이 있어 큰 차이를 보이는 것은 방제력 적용 처리 고추의 경우 바이러스에 감염되더라도 상대적으로 무처리에 비하여 피해가 적게 나타나 실제 수확량에서는 바이러스 감염 주라도 수량 손실이 상대적으로 적었기 때문으로 생각된다. 또한, 바이러스 저항성 품종의 경우 일반 품종에 비하여 바이러스 감염주율은 통계적으로 유의하게 낮았지만, 수량의 경우 일반품종에서는 plot당 46.9, 44.4 kg가 수확되었으나 저항성 품종에서는 50.5, 51.9 kg이 수확되어 일반품종 대비 저항성 품종의 평균 증수율은 9.6%로 통계적 차이가 없는 수준의 증수효과를 보였다. 따라서 바이러스병 이외의 병해충 관리를 위해 비슷한 수준의 약제 살포를 해야 할 조건이라면 종자의 비용적 측면과 생산량 측면을 종합적으로 고려하여 합리적인 품종 선택이 필요할 것으로 생각된다.

본 연구는 청송지역 고추재배지에 적용할 수 있는 방제력 고안을 위하여 8회 살포 기준의 몇 가지 방제력을 적용하여 시험을 수행하였는데 바이러스병을 매개하는 진딧물이나 총채벌레의 밀도는 차이가 없었고, 바이러스 이병주율에도 큰 차이를 보이지 않았으나 수량 증수 효과를 확인 할 수 있었다. 또한, 바이러스 저항성 품종의 경우 일반품종에 비하여



진딧물과 총채벌레 발생밀도는 차이가 없었으나 바이러스 이병주율은 유의한 차이를 보였고, 수량은 일반 품종에 비해 9.6% 증수되었다. 따라서 향후 청송지역에서는 고추재배 시 재배규모나 형태 등에 따라 바이러스 저항성 품종의 선택이나 일반 품종에서 진딧물류나 총채벌레류의 밀도를 생육 후반기까지 낮게 관리할 수 있는 방제력 적용을 통해 수량 손실과 소득 증대를 최적화 할 수 있을 것으로 생각된다. 아울러 방제횟수의 조절이나 처리시기의 조절을 통한 바이러스 매개충 관리 효율성을 제고 할 수 있는 방제력 적용 연구도 필요할 것으로 생각된다.

## 감사의 글

본 연구는 2020년 청송군농업기술센터의 연구비 지원에 의하여 수행되었다. 야외 조사와 약제 처리에 도움을 준 나승찬, 이가영에 감사를 표합니다.

## Author Information and Contributions

Tae-young Kim, Kyungpook National University, Master  
Cheol Jang, Kyungpook National University, PhD.

Hyun-woo Kang, Kyungpook National University, Master student

Jae-hyuk Choi, Kyungpook National University, Undergraduate student

Ho-wook Lee, Kyungpook National University, Undergraduate student

Jong-won Lee, Kyungpook National University, Master student

Dae-hong Lee, Master

Seung-kyu Yang, Ms.

Seon-yeong Lee, Bs.

Cheol-gi Min, Ms.

DongWoon Lee, Kyungpook National University, Professor, ORCID <http://orcid.org/0000-0001-9751-5390>.

Research design; Jang C, Lee DH, Yang S, Lee S, Min C, Lee DW, Investigation; Kim T, Jang C, Kang H, Choi J, Lee H, Lee J, Lee D, Data analysis; Kim T, Jang C, Kang H, Choi J, Lee H, Lee J, Yang S, Lee S, Min C, Lee DW, Writing – original draft preparation; Kim T, Writing – review & editing; Jang C, Lee DW.

## 이해상충관계

저자는 이해상충관계가 없음을 선언합니다.

## Literature Cited

- Cheongsong-gun, 2020. 59<sup>th</sup> statistical year book of Cheongsong. Cheongsong, Korea. (In Korean)
- Cho JD, Kim JS, Lee SH, Choi GS, Chung BN, 2007. Viruses and symptoms on peppers, and their infection types in Korea. Res. Plant Dis. 13(2):75-81. (In Korean)
- Cho JJ, Mau RFL, German TL, Hartmann RW, Yudin IS, et al., 1989. A multidisciplinary approach to management of tomato spotted wilt virus on Hawaii. Plant Dis. 73(5):375-383.
- Kim C, 2000. Review of disease incidence of major crops in 2000. Korean J. Pesticide Sci. 5(1):1-11. (In Korean)
- Kim J, Byeon Y, Choi M, Ji C, Heo S, et al., 2012. Control efficacy of natural enemies on four arthropod pests found in greenhouse hot pepper. Korean J. Appl. Entomol. 51(2):83-90. (In Korean)
- Kim KI, Kim HT, Kyung KS, Jin CW, Jeong CH, et al., 2006. Monitoring of pesticide residues in peppers from farmgate and pepper powder from wholesale market in Chungbuk area and their risk assessment. Korean J. Pesticide Sci. 10(1):13-21. (In Korean)
- Korea Crop Protection Association (KCPA), 2020. Agrochemicals user's guide book, Korea Crop Protection Association, <https://www.koreacpa.org/ko/use-book>. (Accessed Dec. 1. 2020). (In Korean)
- Korean Statistical Information Service (KOSIS). 2015. Current state of cultivation area of major pepper production areas. [https://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=101&tblId=DT\\_1ET0069&vw\\_cd=MT\\_ZTITLE&list\\_id=K1\\_15&seqNo=&lang\\_mode=ko&lang\\_uage=kor&obj\\_var\\_id=&itm\\_id=&conn\\_path=MT\\_ZTITLE](https://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=101&tblId=DT_1ET0069&vw_cd=MT_ZTITLE&list_id=K1_15&seqNo=&lang_mode=ko&lang_uage=kor&obj_var_id=&itm_id=&conn_path=MT_ZTITLE). (Accessed Jan. 4. 2021). (In Korean)
- Korean Statistical Information Service (KOSIS), 2020. Area of cultivation of outdoor vegetables. [https://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=101&tblId=DT\\_1ET0013&vw\\_cd=MT\\_ZTITLE&list\\_id=K1\\_15&seqNo=&lang\\_mode=ko&lang\\_uage=kor&obj\\_var\\_id=&itm\\_id=&conn\\_path=MT\\_ZTITLE](https://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=101&tblId=DT_1ET0013&vw_cd=MT_ZTITLE&list_id=K1_15&seqNo=&lang_mode=ko&lang_uage=kor&obj_var_id=&itm_id=&conn_path=MT_ZTITLE). (Accessed Jan. 4. 2021). (In Korean)
- Kwon OH, Lee JH, Jang KS, Kim DJ, Kim CY, et al., 2017. Incidence of viral diseases on red pepper in Yeongyang-gun, Gyeongbuk province. Res. Plant Dis. 23(3):234-240. (In Korean)
- La YJ, Choi JI, Kang KY, 1972. Serological investigation of virus diseases of pepper plant (*Capsicum annuum* L) in Korea. J. Plant Biol. 15(1):23-27. (In Korean)
- Lee JH, Hong JS, Ju HJ, Park DH, 2015. Occurrence of viral diseases in field-cultivated pepper in Korea from 2006 to 2010. Korean J. Organic Agri. 23(1):123-131. (In Korean)
- Lee S, Lee J, Kim S, Choi H, Park J, et al., 2004. The incidence and distribution of viral diseases in pepper by cultivation types. Res. Plant Dis. 10(4):231-240. (In Korean)
- Moon HC, Cho IK, Im JR, Goh BR, Kim DH, et al., 2006.

- Seasonal occurrence and damage by thrips on open red pepper in Jeonbuk province. Korean J. Appl. Entomol. 45(1):9-13. (In Korean)
- Rural Development Administration (RDA), 2020. Agricultural technology guide, Pepper. Jinhan M&B Inc. Seoul. Korea. (In Korean).
- SAS/STAT® 9.3 user's guide, 2011. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA
- Seo J, Yi Y, Kim B, Hwang JM, Choi SW, 2011. Disease occurrence on red-pepper plants surveyed in Northern Kyungbuk province, 2007-2008. Res. Plant Dis. 17(2):205-210. (In Korean)
- Seo MH, Lee SC, Yang CY, Yoon JB, Park J, 2018. Monitoring occurrence status of thrips populations on field-cultivated pepper at major cultivated region in west coast, Korea. Korean J. Environ. Biol. 36(4):544-549. (In Korean)
- The Korean Society of Plant Pathology (KSPP), 2020. List of plant disease in Korea. <http://genebank.rda.go.kr/plntDissInfoMain.do>. (Accessed Dec. 1, 2020)(In Korean)
- Whitefield AE, Ullman DE, German TL, 2005. Tosspovirus-thrips interactions. Annu. Rev. Phytopathol. 43(1):459-489.

## ● ..... ● 약제 경감 방제력 적용 고추포장에서 해충과 바이러스병 발생양상 비교

김태영<sup>1\*</sup> · 장 철<sup>2\*</sup> · 강현우<sup>3</sup> · 최재혁<sup>4</sup> · 이호욱<sup>2</sup> · 이종원<sup>4</sup> · 이대홍<sup>5</sup> · 양승규<sup>6</sup> · 이선영<sup>6</sup> · 민철기<sup>6</sup> · 이동운<sup>1,2,3,4\*\*</sup>

<sup>1</sup>경북대학교 생물응용학과, <sup>2</sup>경북대학교 생태환경관광학부, <sup>3</sup>경북대학교 질병매개곤충학과, <sup>4</sup>경북대학교 생태학과, <sup>5</sup>경상북도농업기술원 구미화훼연구소, <sup>6</sup>청송군 농업기술센터

**요 약** 경북 청송지역의 고추 재배지에 바이러스병 관리를 주안점으로 한 방제력 적용 시험의 결과는 다음과 같았다. 청송지역 고추 포장에서 방제력의 종류와 바이러스 저항성 품종과 일반 품종에서 총채벌레와 진딧물, 담배나방의 발생밀도를 조사한 결과 방제력 종류나 고추 품종에 따른 차이는 없었다. 바이러스 이병율은 방제력별에 따라 차이를 보이지 않았으나, 품종별로는 저항성 품종이 일반품종들에 비해 이병율이 낮았다. 고추 수확량은 방제력 적용 처리에서 80.8~103.5% 증가되었으며 품종간 수확량은 저항성 품종이 일반품종에 비하여 9.6% 증가하였다. 이러한 결과를 종합할 때, 고추의 바이러스 피해 경감을 위해 저항성 품종 이용과 수량적 측면을 고려하여 다수확 일반 품종을 대상으로 진딧물과 총채벌레를 7월까지 관리할 수 있는 방제력 적용을 추천한다.

**색인어** 고추, 바이러스병, 방제력, 진딧물, 총채벌레

● ..... ●