

5. 농업환경 · 버섯 · 농산물가공 연구

Agricultural Environment · Mushroom · Processing

과제구분	기관	수행시기		전반기	
연구과제 및 세부과제		연구분야	수행기간	소속 (과/연구소)	책임자
환경친화형 농업 생산기술 개발		농업환경	'09~'15	친환경연구과	김상희
토마토 시설재배시 지중관수 설정연구		농업환경	'13~'15	친환경연구과	김현주
색인용어	토마토, 시설재배지, 토양관수, 토양특성				

ABSTRACT

This study was conducted to investigate the effect of subsurface drip irrigation. Tomato were grown in soil system(sandy loam, pH 7.2) under the greenhouse, to determine the effects of subsurface drip irrigation(10cm, 20cm, 30cm) into root zone comparing with conventional surface irrigation in terms of water use efficiency, soil properties, and growth and fruit yield.

Irrigation amount applied in Tomato cultivation was around 22% less in subsurface drip irrigation(10cm : 18.4 t 10a⁻¹, 20cm : 18.3 t 10a⁻¹) than in surface irrigation(23.5 t 10a⁻¹). Electric conductivity in the surface soil grown tomato were significantly lowered in subsurface drip irrigation(10cm, 20cm, 30cm), compared to surface irrigation.

Tomato commercial yields were 2.48, 3.13 and 2.92 t 10a⁻¹ (10 cm depth), 2.42, 3.10 and 2.68 t 10a⁻¹ (20 cm depth), 2.34, 2.75, and 2.39 t 10a⁻¹ (30 cm depth) for 2013, 2014 and 2015, respectively. Slightly higher values were observed with irrigation at 10 cm depth, although no significant differences were found between 10 and 20 cm depth.

Keywords: tomato, green-house, subsurface drip irrigation, soil property

1. 연구목적

OECD는 「2020년 세계-글로벌 시대의 개막」이라는 보고서에서 2000년대 들어 국민의 생활수준 향상과 도시화 및 산업화의 진전으로 현재 25개 국가가 물 부족 사태를 겪고 있으며, 2025년에는 52개국 30억 명이 물 부족을 겪을 것이라고 전망하고 있다. 또한, 유네스코와 세계기상기구는 2025년에 물 부족 사태를 겪는 국가가 34개국으로 늘어날 것으로 전망했다.

특히, 우리나라의 경우도 예외는 아니어서 UN의 국제인구행동연구소의 발표에 따르면 한국의 활용 가능한 수자원 양은 661억 톤으로, 이를 1인당 활용 가능량으로 환산할 경우 1950년은 3,247m³, 1995년은 1,472m³, 2025년에는 1,258m³으로 줄어들 것으로 예측하고, 이에 근거하여 한국 역시 물 부족 국가로 분류하고 있다. 국내의 수자원은 부족한 실정이며, 그 중요한 요인은 농업용수로 전체 수자원의 47%(160억톤, '07)나 차지하고 있어 농업용수의 절감기술 등에 대한 관심이 높아지고 있다. 농업에 이용되는 경지면적은 1,729,982ha이며 이중에서 시설재배 경지면 59,541ha로 전체재배면적에 5.2%로

(농업기계연감, 2015).은 농작물 중에서 채소, 화훼 등 원예작물은 재배시설이 강우가 차단된 데다가 외기에 비해 기온이 월등히 높아 증발산량이 많으므로 다른 작물에 비해 물 소비량이 많다(kim 등, 2005).

지중관수는 지표에 설치했을 때보다 포장관리가 용이하고 잡초발생이 감소되며, 또한 지표층에서의 수분 증발이 적고 지표관수보다 관수한 수분이 넓게 퍼짐으로써 물의 이용률이 높은 이점이 있는 것으로 알려져 있다(Haley, 2004; Kim 등 2005; Ng, 2002).

본 연구는 토마토 시설재배시 관행적인 관수 방법은 점적관수나 분수호수 등을 이용하는데 지표면 관수의 일반적인 문제점은 토양공극을 차단하며 지내력을 증가시켜, 뿌리 호흡을 억제하여 세근의 발달을 억제시키며, 지표면 관수는 증발에 의한 손실과 지표면 과습에 대한 경로현상으로 인한 병해를 유발시키며, 지표면에 염류가 집적되는 문제점들을 안고 있어 이를 해결하고자 시설재배 토마토의 지중관수 재배를 통한 지표면관수의 문제점을 개선하고자 관수방법 연구를 수행하였다.

2. 연구방법

본 시험은 2013년부터 2015년까지 충청북도 농업기술원 원내 시설하우스에서 실시하였다.

시험 전 토양은 사양토로 표 1과 같이 토양화학성은 7.2 유기물 8 g 100g⁻¹, 유효인산 165 mg kg⁻¹, 치환성양이온인 K, Ca, Mg 함량은 각각 0.16, 6.4, 1.9 cmol⁺ kg⁻¹으로 시설재배지토양 적정범위인 pH 6.0~6.5, OM 25~35g 100g⁻¹, 유효인산 400~500 mg kg⁻¹ 치환성 양이온인 K, Ca, Mg 이 각각 0.7~0.8, 5.0~6.0, 1.5~2.0 cmol⁺/kg인데 비해 시험포장 표토의 pH와 치환성 Ca는 높았으나 2 유기물, 유효인산, 치환성加里 함량은 적정범위보다 낮았다.

표 1. 공시토양의 화학성

구 분	pH (1:5)	EC (dS m ⁻¹)	OM (g kg ⁻¹)	Av.P ₂ O ₅ (mg kg ⁻¹)	Ex. cat.(cmol ⁺ kg ⁻¹)				
					K	Ca	Mg	Na	
시험전	표토	7.2	1.71	8	165	0.16	6.4	1.9	0.23
	심토	7.3	1.51	7	134	0.15	7.1	1.9	0.22
적정범위	6.0~ 6.5	2.0이하	25~ 35	400~ 500	0.7~ 0.8	5.0~ 6.0	1.5~ 2.0	-	

토마토 4월 25일경에 정식하였으며 재식거리는 휴폭 90cm x 주간 45cm하였다. 관주는 자동관수시스템을 설치하여 관수시점을 -40kPa로 관수종말점은 -20kPa로 설정하였으며, 지표관수를 대비하여 지중 10cm, 지중 20cm, 지중 30cm처리구로 하였다. 10a당 시비량은 토양검정시비량 N-P-K= 26.1-21.4-39.7 (kg/10a)하였으며 우분퇴비 60kg/10a을 사용하였다.

시험토양의 화학성 분석은 농촌진흥청 토양 및 식물체 분석법(2000)에 따라 분석하였는데 토양의 pH와 EC는 초자전극법으로 측정하였고, 유기물 함량은 Walkey-Black법, 유효인산은 Langcaster법, 유효 규산은 1N-NoAC(pH 4.0)용액에서 침출하여 700nm에서 비색정량 하였으며, 치환성양이온인 K, Ca, Mg, Na은 1N-ammonium acetate(pH 7.0)로 침출하여 ICP로 분석하였다. 생육 및 수량조사는 농업과학기술 연구조사 분석기준(농촌진흥청, 2012)에 의하였다.

3. 연구결과

시설토마토 재배시 효율적 물관리 및 토양환경보전을 위해 지중관수 시험을 실시한 결과 지중관수 깊이에 따른 토마토 재배중 토양 이화성 변화 및 토양 염류농도의 경시적 변화는 표 2와 그림 1에서 보는 바와 같이 연차별 비슷한 경향을 보였으나, 지표관수에서 토양 무기이온 함량과 염류농도는 지표면에 무기염류가 집중되어 있는 반면 지중관수에서는 분산되어 있는 경향을 보였다. 이는 토양 속에 남아있는 무기이온이 모세관현상으로 상승하는 수분과 함께 표토로 이동한 것으로 판단되며, 시설 재배 토양의 전형적인 특성이라 할 수 있다(Ayars, 1999; Phene, 1995). 반면 지중관수 깊이별 토양 무기이온의 분포차이는 미미한 경향을 보였다. 이러한 결과를 고려해 볼 때 지표관수에 비해 지중관수가 염류집적이 다소 감소되는 결과를 보였는데 Hanson 등(2004)도 지중점적관수가 스프링클러에 의한 지표관수에 비해 토양 EC가 낮고, 지중점적관수의 경우 EC 수준은 토심이 깊은 곳이 낮고 표층에 가까울수록 증가하였다고 보고 하였으며 Kwon 등(2009)도 이와 유사 결과를 보였다.

표 2. 토양의 화학성 변화

구분		pH	EC	OM	P ₂ O ₅	K	Ca	Mg	Na		
		(1:5)	(dS m ⁻¹)	(g kg ⁻¹)	(ng kg ⁻¹)	-----	----- (cmol ⁺ kg ⁻¹) -----				
시험전	표토	7.2	1.71	8	165	0.16	6.4	1.9	0.23		
	심토	7.3	1.51	7	134	0.15	7.1	1.9	0.22		
정식 60일	지표	표토	7.2	1.42	7	152	0.13	6.4	1.9	0.20	
		심토	7.2	1.12	7	136	0.14	6.6	2.0	0.24	
	지중 10cm	표토	7.3	1.53	8	154	0.14	6.1	1.9	0.18	
		심토	6.9	1.25	7	141	0.13	5.9	1.9	0.20	
	지중 20cm	표토	7.5	1.42	7	161	0.18	6.6	1.9	0.30	
		심토	7.1	1.02	8	149	0.15	6.1	1.8	0.26	
	지중 30cm	표토	7.1	1.42	8	158	0.17	6.7	1.9	0.25	
		심토	7.0	1.25	8	141	0.19	6.3	1.9	0.27	
	시험 후	지표	표토	7.3	1.21	7	123	0.11	6.1	2.1	0.21
			심토	7.2	1.48	6	121	0.10	5.9	1.8	0.21
지중 10cm		표토	7.0	1.19	6	145	0.12	6.3	2.2	0.27	
		심토	7.1	1.33	6	149	0.13	5.7	2.0	0.28	
지중 20cm		표토	7.2	1.25	7	116	0.12	6.3	2.0	0.27	
		심토	7.1	1.48	6	117	0.11	5.7	1.9	0.26	
지중 30cm		표토	7.2	1.35	7	111	0.11	6.2	1.9	0.27	
		심토	7.2	1.34	7	110	0.11	5.6	1.8	0.26	

<2014년>

구 분		pH (1:5)	EC (dS m ⁻¹)	OM (g kg ⁻¹)	P ₂ O ₅ (mg kg ⁻¹)	K	Ca	Mg	Na		
		----- (cmol ⁺ kg ⁻¹) -----									
시험전	표토	7.4	0.78	22	138	0.18	7.3	1.9	0.22		
	심토	7.5	0.69	21	121	0.16	7.1	1.8	0.21		
정식 60일	지표	표토	7.6	1.56	23	126	0.18	8.6	2.1	0.30	
		심토	7.7	0.98	17	96	0.20	9.1	2.3	0.30	
	지중 10cm	표토	7.1	1.66	22	127	0.19	7.9	2.8	0.31	
		심토	7.3	1.44	17	103	0.21	9.4	2.7	0.33	
	지중 20cm	표토	7.4	1.48	21	144	0.19	9.4	2.5	0.40	
		심토	7.7	1.62	17	111	0.20	9.1	2.2	0.37	
	지중 30cm	표토	7.4	1.36	22	138	0.20	8.5	2.3	0.30	
		심토	7.3	1.64	17	163	0.20	8.6	2.4	0.33	
	시험 후	지표	표토	7.5	0.98	22	132	0.16	8.5	2.2	0.21
			심토	7.2	0.57	16	87	0.16	7.5	2.3	0.23
지중 10cm		표토	7.4	1.02	23	126	0.16	7.3	2.2	0.18	
		심토	7.1	1.10	16	85	0.17	7.5	2.5	0.20	
지중 20cm		표토	7.5	0.88	22	115	0.16	7.5	2.0	0.20	
		심토	7.6	1.18	17	87	0.17	8.7	2.0	0.23	
지중 30cm		표토	7.5	0.79	21	116	0.17	7.9	2.0	0.16	
	심토	7.5	1.25	16	115	0.18	8.5	2.2	0.20		

<2015년>

구 분		pH (1:5)	EC (dS m ⁻¹)	OM (g kg ⁻¹)	P ₂ O ₅ (mg kg ⁻¹)	K	Ca	Mg	Na		
		----- (cmol ⁺ kg ⁻¹) -----									
시험전	표토	7.2	1.32	22	155	0.25	9.2	2.5	0.29		
	심토	7.3	0.98	18	126	0.19	9.2	2.4	0.28		
정식 60일	지표	표토	7.4	1.74	21	146	0.24	9.2	2.6	0.30	
		심토	7.5	1.02	18	126	0.20	9.1	2.4	0.30	
	지중 10cm	표토	7.3	1.71	22	137	0.24	8.7	2.7	0.31	
		심토	7.4	1.34	18	126	0.22	9.1	2.6	0.33	
	지중 20cm	표토	7.3	1.58	21	134	0.22	9.1	2.5	0.40	
		심토	7.5	1.38	18	122	0.20	9.1	2.8	0.37	
	지중 30cm	표토	7.4	1.44	22	132	0.18	8.9	2.5	0.30	
		심토	7.5	1.42	18	129	0.23	8.8	2.9	0.33	
	시험 후	지표	표토	7.2	1.27	21	132	0.19	8.8	2.5	0.24
			심토	7.4	0.62	17	122	0.21	8.5	2.3	0.21
지중 10cm		표토	7.3	1.24	22	126	0.19	8.4	2.5	0.22	
		심토	7.4	1.25	18	118	0.20	8.5	2.5	0.20	
지중 20cm		표토	7.4	1.21	21	115	0.19	8.5	2.4	0.20	
		심토	7.5	1.22	18	129	0.19	8.7	2.6	0.23	
지중 30cm		표토	7.3	1.25	21	121	0.17	8.4	2.2	0.16	
	심토	7.5	1.33	19	126	0.21	8.9	2.8	0.20		

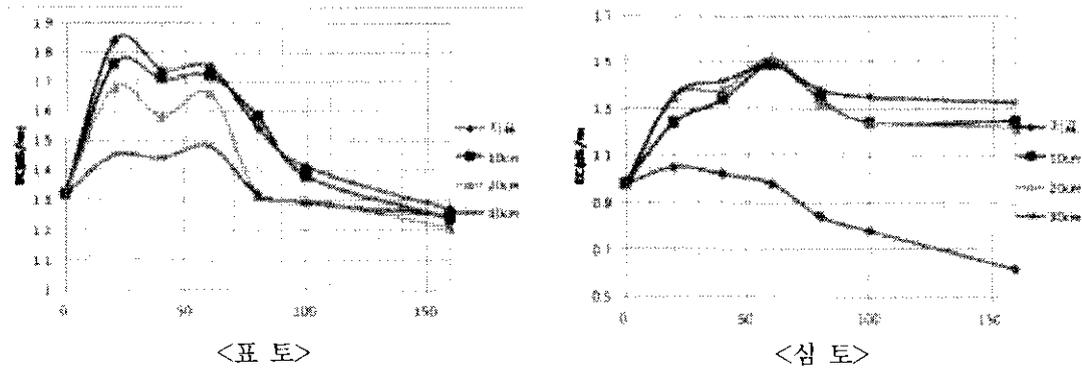


그림 1. 토양중 EC의 경시적 변화(2015)

표 3. 관수 깊이별 관수량

(t 10a⁻¹)

구 분	30일	60일	90일	120일	합계	지수	
2013	지표	3.2	7.2	7.1	5.8	23.3	100.0
	10cm	2.8	5.7	5.2	4.5	18.2	78.1
	20cm	2.7	5.7	5.2	4.5	18.1	77.7
	30cm	2.8	5.9	5.7	4.7	19.1	82.0
2014	지표	3.8	7.1	7.3	5.2	23.4	100.0
	10cm	3.1	5.6	5.3	4.3	18.3	78.2
	20cm	3.2	5.5	5.3	4.2	18.2	77.8
	30cm	3.4	5.8	5.6	4.6	19.4	82.9
2015	지표	2.9	7.3	7.4	6.2	23.8	100.0
	10cm	2.4	5.8	5.7	4.8	18.7	78.6
	20cm	2.3	5.8	5.8	4.7	18.6	78.2
	30cm	2.6	6	6.1	5.4	20.1	84.5
3년평균	지표	3.3	7.2	7.3	5.7	23.5	100.0
	10cm	2.8	5.7	5.4	4.5	18.4	78.3
	20cm	2.7	5.7	5.4	4.5	18.3	77.9
	30cm	2.9	5.9	5.8	4.9	19.5	83.1

지중관수는 토양내부에 관수되므로 토양압력과 중력에 의해 토양주변으로 자유로이 이동되어 확산 영역이 커지게 되는데 반하여, 지표관수는 토양압력과 중력에 의해 이동되는 하나 지표면 위로 이동될 수 있는 삼투에너지가 작용될 수 없어 관수지점이 과습한 상태로 되는데 이것은 결국 공기 중으로 증발되어 수분의 손실을 가져오게 된 다는 것이다(Kim 등, 2005). 따라서 지표관수는 지중으로 이동되기도 하지만 공기 중 증발로 인해 지표면이 건조해지면서 지중의 수분이 지표면으로 이동되기 때문에 토양수분의 감소가 빨라진다고 하였다(Kwon 등, 2009).

표 4. 토마토 중간 생육상황

처 리	초장 (cm)			경태 (mm)			
	2013	2014	2015	2013	2014	2015	
40일	지표관수	114.3 a ^z	105.9 ab	104.2 a	13.0 b	15.1 a	12.8 ab
	지중 10cm	113.2 ab	106.1 ab	105.9 a	13.8 ab	15.6 aa	13.1 a
	지중 20cm	115.4 a	108.0 a	102.2 ab	13.5 ab	15.5 a	12.5 ab
	지중 30cm	111.6 b	102.7 b	97.7 b	13.5 a	15.3 a	12.2 b
60일	지표관수	159.1 a	140.2 ab	145.8 a	14.8 a	16.4 bc	14.4 ab
	지중 10cm	154.2 b	143.9 a	148.3 ab	14.8 a	17.6 a	14.8 a
	지중 20cm	156.5 ab	143.3 a	141.8 b	14.8 a	17.3 ab	14.3 bc
	지중 30cm	149.5 c	137.8 b	140.6 b	15.1 a	16.2 c	13.9 c
100일	지표관수	178.6 a	178.7 a	172.7 a	15.3 a	17.9 a	15.1 ab
	지중 10cm	178.4 a	184.2 a	174.7 a	15.9 ab	18.4 a	15.4 a
	지중 20cm	172.5 ab	180.1 a	171.8 a	15.4 ab	17.8 a	14.8 b
	지중 30cm	170.8 b	178.4 a	169.5 a	15.2 b	17.6 a	14.6 b

^z DMRT 0.05

관수 깊이별 관수량은 표 에서와 같이 년차별 차이는 다소 있지만 3년 평균하여 누적관수량을 살펴 보면 지표관수에 비해 지중관수 10cm, 20cm 처리구에서 22%정도 절수 되었으며 30cm 처리구에선 17% 정도 용수절감 되는 결과를 보여 주었다. 이러한 결과는 기본적으로 지중관수에 비해 지표관수가 지표면에서는 수분증발량이 많기 때문이며, 이와 관련하여 Kim 등(2006)은 지표관수는 토양의 습윤 영역이 제한적이고 공기 증으로 증발되는 점을 감안할 때 관수량의 약 50%가 손실되고, 지중관수가 지표관수에 비해 지중의 습윤 체적이 약 2배 넓어 관수효율이 약 25% 높다고 보고하였으며, Kwon 등(2009)등은 시설꽃고추 재배에서 지중관수가 지표관수에 비해 약 28%정도 용수절감 효과를 보였다고 보고 하였는데 본 연구결과와 유사한 결과를 보였다. 또한 Gencoglan 등(2006)은 녹두재배에서 지중관수는 지표관수에 비해 16%의 용수절감 효과가 있었다고 보고하였다. 이 외에도 Enciso(2007), Lindblom(2009) 등도 지중관수가 지표관수에 비해 농업용수 절감 효과가 있음을 보고하고 있다.

지중관수 깊이에 따른 토마토 생육은 표 에서와 같이 일관성 있는 생육차이는 보이지 않았으나 지중관수 깊이가 깊을수록 다소 생육이 저조한 결과를 보였다. 관수깊이에 따른 토마토 품질은 표 에서와 같이 과장, 과중, 개당무게, 경도등은 처리간 유의성이 인정되지 않았으나 지중관수 10cm, 20cm 처리에서 지표관수에 비해 지중관수 처리들에서 당도 향상을 보였다.

관수방법에 따른 완숙토마토 과실 수량은 그림 2에서와 같이 3년 평균 지표관수에 비해 지중관수 10cm에서는 9~14%, 20cm 에서는 5~9%, 30cm 는 3~5% 수량이 증수 되었는데, Kwan 등(2009)은 관수방법에 따른 꽃고추 과실 수량이 22% 증가 하였다고 하였으며 Bhattarai 등(2006)은 염류가 집적된 토양에 지중관수와 공기주입을 함으로써 토마토 수량이 38% 증가하였다고 하였다. 또한 지중관수에 의한 토마토(Phene 등, 1987), 알과과(Hutmacher 등, 1966), 목화(Ayars 등)등의 수량증가에 관한 다수의 연구가 보고 되었다.

표 5. 토마토 품질조사

연도	처리	과장	과축 (mm)	무게 (g)	당도 (mm)	경도
2013	관행(지표관수)	71.5 a ^c	59.5 a	179.0 a	5.03 c	0.66 a
	지중 10cm	71.4 a	59.7 a	181.9 a	5.32 b	0.64 a
	지중 20cm	71.5 a	59.9 a	181.5 a	5.60 a	0.63 a
	지중 30cm	72.6 a	59.2 a	183.5 a	5.10 bc	0.66 a
2014	관행(지표관수)	84.2 a ^z	68.1 a	266.9 a	5.82 b	0.62 b
	지중 10cm	82.4 a	67.0 a	267.9 a	5.93 ab	0.63 ab
	지중 20cm	81.5 a	66.8 a	267.9 a	5.96 a	0.64 a
	지중 30cm	83.5 a	67.6 a	266.8 a	5.87 ab	0.63 ab
2015	관행(지표관수)	82.1 a ^z	65.5 a	266.5 ab	5.78 b	0.62 a
	지중 10cm	82.1 a	65.9 a	269.1 a	5.96 a	0.62 a
	지중 20cm	81.1 a	65.0 a	266.9 ab	5.87 ab	0.62 a
	지중 30cm	82.0 a	64.9 a	266.5 b	5.77 b	0.61 a

^z DMRT 0.05

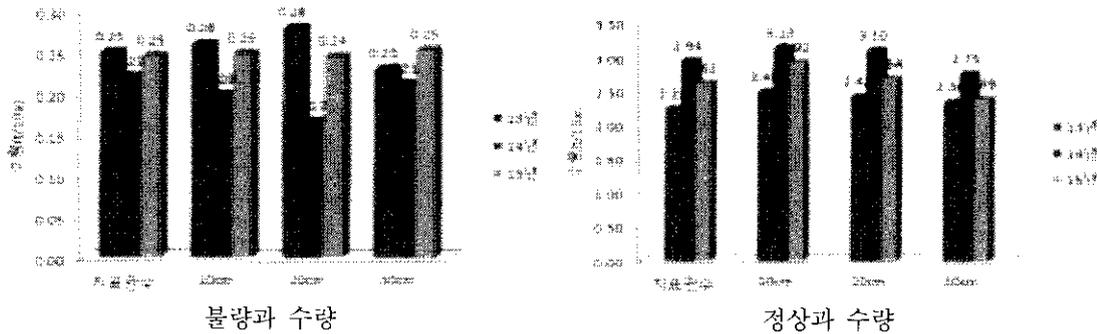


그림 2. 토마토 수량

4. 결과요약

토마토 시설재배시 토양환경보전 및 농경지 토양의 건전성을 유지하고 농산물의 안정 생산을 위해 지중관수 기술을 제시코자 수행한 연구결과.

- 가. 지중관수 깊이에 따른 토양 비료성분 중 지표관수는 토양표면에 집적되는 반면 지중관수는 넓게 분포하는 경향을 보였다.
- 나. 토양전기전도의 경시적 변화는 지표관수에 비해 깊이가 깊을수록 표토의 낮은 경향을 보였으나 심토의 경우 반대의 경향을 보였다.
- 다. 관수깊이에 따른 관수량은 3년평균 10cm, 20cm에서 약 18.3t 10a¹ 정도로 지표관수 23.5 t 10a¹에 비해 22%정도 절수되는 경향을 보였다.
- 라. 토마토당도는 10cm, 20cm 처리에서 지표관수에 비해 높은 결과를 보였다.
- 마. 정상과 수량은 3년평균 10cm 처리에서 2.87t 10a 로 지표관수에 비해 11% 증수 되었다.

5. 인용문헌

- Ayars, J.E., C.J. Phene, R.B. Huttmacher, K.R. Davis, R.A. Cchoneman, S.S. Vail, and R.M. Mead. 1999. Sbsurface drip irrigation of row crops: a review of 15 years of research at the water management research laboratory. *Agricultre water Management* 42:1-27.
- Enciso, J., J. Jifon, and B. Wiedenfeld. 2007. Subsrface drip irrigation of onions: Effects of drip tape emitter spacing on yield and quality. *Agricultre water Management* 92:126-130.
- Gencoglan, C., H. Altunbey, and S. Gencoglan. 2006. Response of green bean(*P.vulgaris* L.) to subsurface drip irrigation and partial rootzone-drying irrigation. *Agriculture water Management* 84:274-280
- Haley, T.B. and D.W. Reed. 2004. Optimum potassium concentrations in recirculating.
- Huttmacher, P.B., R.M. Mead, and P. Shouse. 1996. Subsurface drip: Improving alfalfa irrigation in the west. *Irrig. J.* 45:48-52.
- IPET. 2012. 물 부족 시대를 대비한 해수의 농업적 활용 관련 연구개발 동향. p. 1-10.
- Kim, J.H, C.S. Kim, T.W. Kim and J.H. Hong. 2005. Effect on saving water of underground trickle irrigation. *J. of Biosystems Eng.* 30:102-109.
- Kwon, J. K., N. J. Kang., M.W. Cho., Y. I. Kand., K.S. Park., and J.H. Lee. 2009. Effects of Subsurface Drip Irrigation and Aeration in Green Pepper Cltivation. *Journal of Bio-Enviroment Control*, 18(3):225-231
- Lindblom, J. and B. Nordell. 2007. Underground condenstation of hmid air for drinking water production and subsurface irrigation. *Desalination* 203:417-434
- Ng, H.Y.F., C.S. Tan, C.F. Drury, and J.D. Gaynor. 2002. Controlled drainage and subirrigation influences tile nitrate loss and corn yields in a sandy loam soil in Southwestern Ontario. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 90:81-88.
- Phene, C.J. 1995. The sustainability and potential of subsurface drip irrigation. *Proc Fifth Int Microirrig Congr orlando, Florida ASAE Publ* 4:359-368.
- 농업과학기술원. 2000. 토양화학분석법. 농업과학기술원, RDA, 수원.
- 농업기계연감. 2015. 경지이용상황 : 60-61
- 농촌진흥청. 2012. 농업과학기술 연구조사 분석기준, 문성사

6. 연구결과 활용

연도(연차)	활용구분	제 목
2015(3년차)	영농활용	시설토마토 지중 관수효과

7. 연구원 편성

구 분	소 속 (과/연구소)	직 급	성 명	수행업무	참여 기간
책 임 자	친환경연구과	지방농업연구사	김현주	연구총괄	'13~'15
공동연구자	"	"	김은정	연구협조	'14~'15
"	"	"	최원일	"	'13~'15
"	"	지방농업연구관	김상희	연구자문	'14~'15
"	"	"	이상영	"	'13~'13
"	"	"	김영호	"	'13~'14
"	"	"	김이기	"	'13~'15
"	기술보급과	지방농촌지도사	여우현	연구협조	'13~'15

▶ 주요 전문용어 해설

- 지중관수 : 일반관수는 파이프를 토양표면에 설치하는데 비해 지중관수는 관수파이프를 토양 속에 매설하여 작물에 수분을 공급하는 방식

과제구분	공 동	수행시기		전반기	
연구과제 및 세부과제		연구분야	수행 기간	소속 (과/연구소)	책임자
배, 사과, 고추 병해충의 GIS기반 예찰모형 개발 및 현장적용 연구		작물보호	'13~'15	친환경연구과	장후봉
디지털 예찰정보를 활용한 고추밭 병해충 종합관리체계 실용화		작물보호	'13~'15	친환경연구과	장후봉
색인용어	예찰정보, 고추, 병해충				

ABSTRACT

To develop and to apply to the field on the GIS basis research of digital forecasting modelling, this study was performed to utilize practically the Integrated Pest Management for diseases and pests at pepper field in Chungbuk province. Chemical spray according to the forecasting prediction was followed the digital forecasting models by FarmIPM (provided with Epinet Co.) and NCPMS (Rural Development Administration) and they were compare to the that of no treatment and conventional treatment. Diseases and pests such as Anthracnose, Phytophthora rot, Oriental tobacco budworm, Western flower thrips, and Cotton aphids were investigated the control effect by the forecasting modeling at three pepper plots in Cheongju and Jeungpyeong. In 2014, the frequency of forecasting control did not show the big difference, but anthracnose incidence (%) was ordered into no treatment (56.8) > conventional (30.4) > forecasting (12.7), and phytophthora rot did not show the incidence by the controlling of forecasting. Damaged fruit ratio (%) of Oriental tobacco budworm was ordered into no treatment (30) > forecasting (20) > conventional (12). Damages by other pest was insignificant. Total yield of forecasting control was increased 21.5% compare to the conventional control and earned their incomes 381,125 won per 10 acre. In 2015, the frequency of forecasting control was ordered into NCPMS (31) > conventional control (17) > FarmIPM (8). Anthracnose incidence (%) was ordered into no treatment (45.9) > FarmIPM (25.3) > conventional (19.9) > NCPMS (8.9), but phytophthora rot did not generated. Damaged fruit ratio (%) of Oriental tobacco budworm was ordered into no treatment (35.5) > NCPMS (26.1) > FarmIPM (24.6) > conventional (13.9). It showed similar pattern with 12% lower control effect to that of 2014. Density of western flower thrips was higher but had no problematic by the chemical control when it is hard to analyze the damage by cotton aphid occurrence. Damage by cotton aphids has no prediction of forecasting but done with 6th chemical spray, and their damage ratio (%) was ordered into no treatment (67.7) > FarmIPM (16.2) > NCPMS (11.3) > conventional treatment (4.8). Yields (kg) per 5 X 15 m were examined the order as conventional (27.1) > NCPMS (26.0) > FarmIPM (24.8) > no treatment (6.2). At an analysis of economic value, gross profit was highest in FarmIPM and next to NCPMS > conventional control. Incoming revealed 62,430 won per acre at FarmIPM, compare to the conventional control.

Keywords: digital forecasting modelling, pepper, FarmIPM, NCPMS

1. 연구목적

배, 사과, 고추 병해충의 GIS기반 예찰모형 개발 및 현장적용 연구 개발의 일환으로서 충북지역 내 디지털 예찰정보를 활용한 고추밭 병해충 종합관리 체계 실용화를 목표로 세우고 수행하였다. 첫째는 충북지역 고추밭에서 발생하는 주요 병해충을 모니터링하는 것이고, 둘째는 (주)에피넷에서 제공하는 FarmIPM과 농진청에서 제공하는 NCPMS의 예찰정보가 고추밭 현장에서 실시간으로 발생하고 있는 병해충 발생 정도와 어느 정도 일치하는 지를 분석하고 현장에 적용하는 것이다. 셋째는 예찰정보를 현장에 적용하고 기존 관행과 대비하여 상품성과 수량을 비교하여 예찰정보의 효율성을 확인하고 개선하는 것이다.

고추는 생산금액으로 농업전체에서 5위, 경종작물 2위, 채소류 중에서 1위를 차지하는 주요 작목으로 전체 채소류 재배 면적의 21.6%를 차지하는 중요한 작목이다(통계청, 2014). 그러나 노동집약형 생산 구조로 농촌인구 고령화와 2014년 가격하락 이후 소득의 불안정에 따른 농가수의 급격한 감소가 면적 하락의 주요 원인이 되고 있으며 농가당 재배규모(2014년)는 0.17ha 정도로 영세한 수준으로 0.1ha 미만 재배농가가 65%를 차지하고 있다. 대외적으로는 FTA, DDA 영향으로 수입확대가 예상되며 2010년 대중국 고추 수입량은 2007년 대비 12% 증가한 156천톤이며, 2002년 이후 지속적으로 증가하고 있는 이에 따라 국내 자급률은 2000년 86%에서 2012년 55%로 낮아지고 있는 추세로 대중국 경쟁력 제고와 고령화에 따른 농업기술 개선이 무엇보다 시급한 당면사항이라고 하겠다.

최근 급격한 기상상황 변화가 재배적지이동, 생태계 변화, 생물다양성 변화, 개체군 이동 등 농업시스템 변화와 지하수, 수질, 하천유량 등 농업기반시설의 변화를 가져오고 있다. 특히, 식물 병해충 발생에도 영향을 미치게 되어 갈색날개매미충, 미국선녀벌레, 화상병, 오이모자이크바이러스 등 각종 돌발 병해충이 예고 없이 전국 각지에서 발생하고 있는 실정이다. 병해충상의 변화는 잠재 병해충이 돌발 병해충화가 자주 일어나고 있음을 보여주고 있다. 갈색여치는 불과 몇 년 전만 하더라도 사람들에게 잘 알려지지 않은 산림곤충의 한 종이었지만 몇 년 전에 충북 영동지역 과수원에 대발생하여 과수농가에 큰 피해를 주었다(Ahn *et al.*, 2007). 꽃매미도 몇 년 전만 해도 사람들에게 잘 알려지지 않은 곤충이었지만, 2006년에 서울, 경기 지역에서 발생하면서 사람들의 관심을 받기 시작했는데, 그 후 해마다 밀도가 증가하면서 전국적으로 발생하여 피해를 주었다(Park *et al.*, 2009; Han *et al.*, 2008; KFRI, 2007). 미국선녀벌레, 갈색날개매미충 등도 돌발 발생하여 배, 단감 등 여러 작물로 피해가 확산되고 있는 실정이다(Ahn *et al.*, 2011; Choi *et al.*, 2012). 하지만 이에 대한 예찰 및 방제는 정보의 부족과 농가의 노령화로 인한 자가예찰 및 방제활동이 미비하여 해충 피해에 노출되고 결국 국지적으로 또는 전국적으로 퍼지게 되는 상황을 맞이하게 된다. 이런 변화에 효과적으로 대처하기 위해 무엇보다 사전에 병해충 발생을 정확히 예측하고 적기 방제 할 수 있는 병해충 예찰 방제 시스템이 필요하다.

기상기후 변화는 고추에서 역병, 청고병, 탄저병 등의 병해 발생이 증가되어 안정생산에 큰 위협적인 요인이 되고 있다. 국내 고추의 안정 보급을 위해 논의 활용이 대안으로 제시되고 있고, 농림수산식품부에서는 고추 생산량 증대를 목표로 비가림재배 지원사업을 추진하고 있다. 고추 비가림 시설을 이용한 재배 안정생산을 위해서 병해충 발생 특성에 맞는 효율적 병해충 방제 기술 적용 매뉴얼을 설정하고 신속한 보급이 필요하며, 최근 기후변화에 따라 고온성 세균병인 풋마름병과 흰비단병 등에 의한 고추 시들음의 발생이 많아지고 있으나, 정확한 진단과 방제가 어려워 피해가 커지고 있는 실정이다. 기상

환경에 민감하게 영향을 받는 농작물 주요 병해충 발생에 미리 대응할 수 있도록 다양한 병해충 예측 정보를 현장으로 신속하게 제공하는 것이 필요하며, 현장에서 작물을 중심으로 한 종합적 예찰방제 체계를 요구하고 이를 지원할 수 있는 농업기술정보 생산체계가 필요하다.

농촌진흥청에서는 2010년도부터 국가농작물병해충관리시스템(NCPMS: National Crop Pest Management System) 구축하여 병해충진단(식량작물, 과수, 채소, 화훼, 특용작물, 잡초), 병해충정보(발생상황, 발생예측 등)의 전국적인 규모의 정보를 제공하여 병해충 진단, 예찰, 방제를 총괄하는 컨트롤타워 역할을 수행하고 있다. 국내 기업중 작물 병해충 예찰모형 소프트웨어를 개발하는 (주)에피넷은 서양배 검은별무늬병에 개발된 예찰 모형들(MacHardy and Gadoury, 1989; MacHardy, 1996)을 국내 재배품종에서 적합하도록 수정 및 보완하여 활용하였고, 고추분야에서도 병해충 발생 예찰 웹 서비스 시스템을 개발하여 운영하였다(Park, 2007)

본 연구는 디지털 정보기반의 배, 사과, 고추 병해충의 기술개발을 위하여, 이론적으로는 이미 작물에 피해를 주는 주요 병해충에 대해 개발되어 있는 생물리적 발육모델 및 발생모델을 기상 빅데이터와 함께 소프트웨어를 통해 시스템적으로 갖추어져 있는 예찰 방법을 현장에 적용하고자 한다. 농가에 제공할 웹서비스 시스템이 병해충의 밀도와 방제시기 등을 판단하기 위한 기초자료로 판단하는데 본 실험의 결과가 적합한지를 결정하는 과정으로 접근하고자 한다. 실험적으로는 본 과제에서 정해진 고추작물의 주요 병해충 5종(탄저병, 역병, 담배나방, 꽃노랑총채벌레, 목화진딧물)에 대하여 예찰방제와 관행방제가 포장에서 병해충 발생에 어떤 영향을 주는지, 수량과 상품성에 대해서는 어떤 영향을 미치는 경제성 분석이 어떻게 나타나는지 현장주도의 조사로 판단하고, 연구의 접근방법은 과제에서 개발된 농작물병해충예찰방제시스템(FarmIPM)과 진흥청에서 개발된 국가농작물병해충관리시스템(NCPMS)에서 고추 병해충에 대해 제공해 주는 방제 예찰정보를 현장에 적용하기 위하여 수행하였다. 따라서 앞으로의 병해충 방제 시스템은 병해충 발생모델과 기상기후 빅데이터를 결합한 정확한 발생예측과 이를 토대로 한 농가의 적기 방제시기를 지원해 줄 수 있는 체계가 필요하고 이를 해결하기 위한 병해충 예찰 서비스의 현장적용 연구를 통해 개발하고자 한다.

2. 연구방법

병해충 예찰방제 서비스 정보는 고추작물의 주요병해충 5종(탄저병, 역병, 담배나방, 꽃노랑총채벌레, 목화진딧물)에 하여 예찰방제는 연구개발과제인 (주)에피넷에서 개발한 농작물병해충예찰서비스시스템(FarmIPM)과 국가농작물병해충관리시스템(NCPMS)에서 제공해 주는 웹서비스 데이터와 문자서비스를 제공받아 현장적용을 실시하였으며, 농가관행은 직접 농가가 참여하여 방제를 실시하였고 철저히 농가기준에 따랐다.

고추밭 시험포장은 2013~2015년 5월부터 9월까지 충북 청주 충북농업기술원 시험연구포장과 증평에 소재한 농가 포장을 선정하여 진행하였으며, 무처리, 관행방제, 예찰정보를 활용한 방제를 처리구로 두고 실시하였다. 품종은 농가에서 많이 활용되고 있는 빅스타 품종과 역병에 감수성 품종인 흥진주를 선정하였고 재식거리와 정식시기는 농업기술길라잡이(농촌진흥청, 2013)에 준하여 식재하였다. 제초, 시비 및 관수는 관행재배에 따랐으며, 방제약제는 농가관행은 농가에서 직접 선정하였고, 예찰방제는 연속된 방제 통보 시 계통을 달리하여 보호 및 침투이행성 약제로 방제하였으며, 탄저병 약제는

발병 전 예방용(예; 프로피네브 수화제, 클로로탈로닐 수화제 등)과 발병 후 치료용(예; 테부코니졸 수화제 등)으로 나누어 방제를 실시하였다. 방제 약량과 시기는 작물보호지침서(KCPA, 2010)에 준하여 처리하였다. 각 구당 시험면적은 75m²(고추 주수는 동일함)로 3반복 총 12구획으로 분할하여 진행하였다(그림 1).

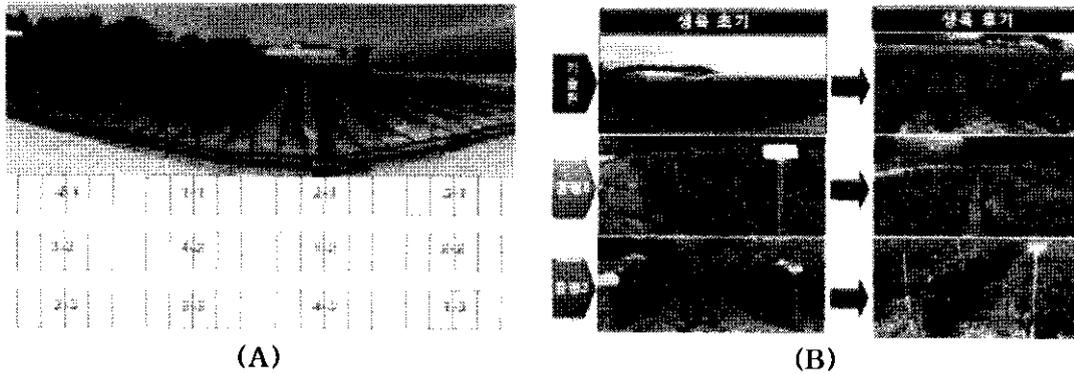


그림 1. 고추밭 예찰방제 시험포장 전경 및 생육상황(A: 정식 초기, B: 정식 중기 및 수확기)

탄저병과 역병은 정식 후부터 9월 수확기까지 10일 간격으로 병든과율(%)과 발병 포기율(%)을 육안 조사하였으며, 탄저병은 처리구당 고추나무 20주를 대상으로 조사하였으며, 조사과는 탄저병 전형적인 병징인 윤분증상으로 처음에는 기름방울 같은 연녹색의 작은 반점이 생기고 점차 둥근 무늬로 확대되어 움푹 들어간 껍질 증상이 나타나는 과를 조사하였다. 역병은 처리면적에 있는 주수를 전수 조사하였으며, 피해주 확인은 지재부 근처 줄기가 암갈색으로 변색되는 주를 전체 고추에대한 이병주율로 나타내었다.

고추밭에 발생하는 모든 해충은 10일 간격으로 트랩조사(담배나방; pheromone, 꽃노랑총채벌레 및 목화진딧물; sticky trap)와 육안조사를 병행하였으며, 육안조사는 면적당 평균 생육을 보인 20주를 선발하여 조사하였다. 담배나방은 고추에 침입 흔적을 확인 후 건전과 대비 피해과율(%)을 조사하였으며, 꽃노랑총채벌레는 각각의 조사포장에 중앙을 임의로 구획을 정하고 구획당 3개의 끈끈이 트랩을 1.5 m 높이에 설치한 후 수거하여 실험실에서 실험체미경으로 계수하였고, 주당 3개의 꽃을 알코올병에 담아 실험실 내에서 채집된 꽃노랑총채벌레를 육안조사하였다. 목화진딧물 트랩조사는 꽃노랑총채벌레와 동일한 방법으로 조사하였으며, 육안조사는 고추 1주씩을 선택하여 주내 10엽총씩을 임의로 선택하여 엽총(cluster)내 발생한 목화진딧물을 유무시총을 모두 포함하여 전수 조사하였다.

고추 수량은 처리별 면적에 대하여 전수 조사하였고, 수확시기는 90%이상 붉은 고추를 8월 부터 2주 간격으로 상품 이상만 수확하였으며, 수확 후 고추는 농산물건조기(신흥기업, COPP-10S, 옆바람식)를 이용하여 건조하였다. 최종 수확 후 건고추의 무게를 기준으로 농산물유통공사에서 제공해 주는 농산물유통정보(www.kamis.co.kr)의 가격을 적용하여 경제성 분석을 실시하였으며, 농촌진흥청에서 발간한 2013 지역별 농산물 소득자료집을 참고하였다(농촌진흥청, 2014).

3. 연구결과

2013년도 전국의 여름철(6~8월) 평균기온은 25.4℃, 평균 최고기온은 30.1℃, 평균 최저기온은 21.7℃로 평년보다 1.8℃, 1.7℃, 2.0℃ 높았으며, 평균기온과 최저기온은 1973년 이래 가장 높았다. 평균 강수량은 567.5mm로 평년의 78% 수준을 보였다(기상청, 2014). 2014년도는 평균기온이 23.6℃로 평년과 비슷하였고, 평균 최고기온은 28.1℃로 평년보다 0.3℃ 낮았으며, 평균 최저기온은 20.1℃로 평년보다 0.4℃ 높았다. 여름철 평균 강수량은 599.8mm로 평년의 83.6% 수준이었으며, 강수일수는 43.9일로 평년보다 6.6일 많았지만 일강수량 80mm이하 일수는 0.8일로 1973년 이래 최저 3위를 기록하였다(기상청, 2015). 2015년 충북지역 고추 재배기간 중 기온은 평균 23℃로 전년과 비슷하였으나, 강수량은 전년에 비해 146.8mm가 줄었다. 그러나 고추 탄저병 병징이 나타나기 시작되는 7월은 전년에 비해 강수량이 16mm 많았으며, 30mm이상 비가 내린 시기는 6월 하순, 7월 하순, 8월 하순으로 주로 6월 하순부터 7월 하순까지 집중되는 경향이였다(표 1과 그림 2).

표 1. 고추 재배기간 중 평균 기온과 강수량 (단위, ℃, mm)

구분	연도	5월	6월	7월	8월
평균기온	2015	20	23.7	25.4	26.3
	2014	19.8	23.5	26.5	24.9
평균강수량	2015	24.4	83.3	141.4	54.3
	2014	35	92.6	125.1	197.5

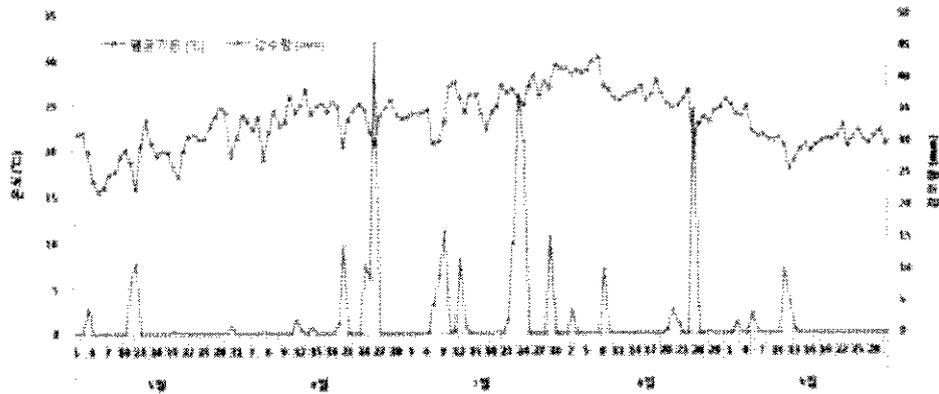


그림 2. 고추 재배기간 중 일평균기온(℃)과 평균강수량(mm)의 변화(2015)

2013년도 병해충 예찰서비스 및 관행방제 현황을 살펴보면 충북도원 시험포장과 청주, 괴산지역에 역병 각각 1회, 6회, 3회 경보가 발령되었고, 발생일로부터 7~10일 간격 1~2회 방제를 실시하였다. 탄저병은 각각 19, 18, 18회 발생되었고, 5일 간격 14~16회 방제를 처리하였다. 최초발생일을 기준으로 발생전에는 보호용 살균제, 발생후에는 치료용과 보호용 위주로 방제계획을 세우고 실시하였다. 담배나방은 발생경보가 9, 9, 10회 발령되어 6~7회 포장 방제를 실시하였다(표 2, 3).

표 2. 2013년도 농작물 병해충 예찰서비스 시스템 발생 경보 현황

구분	5월			6월			7월						
	상	중	하	상	중	하	상	중	하				
탄저병	도원			25/28	15	19/26	24	28/29	1) 5) 8)	15	18/19	21	21/29
	청주			50/50					1) 5) 8)	15	18/19	21	21/29
	괴산			20					1) 5) 8)	15	18/19	21	24) 29)
역병	도원			24									
	청주		13	15	24	28	4)	13/13	14	15			
	괴산			29	1)	4)		13/13					
담배나방	도원	8)	시작	-----26	초기	10	-----20	최성기	후기	25			
	청주	8)		-----24	-----6	-----16	-----21						
	괴산	8)		-----30	-----12	-----20	-----26						

구분	8월			9월					
	상	중	하	상	중	하			
탄저병	도원	1) 3) 5) 7) 10)	12	19/25	22/24	30/31		14	25
	청주	1) 3) 5) 7) 10)	12	19/20	22/24	30/31		14	25
	괴산	1) 3) 5) 7) 10)	12	19/20	22/24	30/31		14	25
역병	도원								
	청주								
	괴산								
담배나방	도원								
	청주								
	괴산								

표 3. 고추밭 병해충 예찰방제 경보에 따른 방제 현황

병 해 충	충북도원		청주		괴산	
	5일 간격	7일 간격	5일 간격	7일 간격	5일 간격	7일 간격
역 병	2/1 ¹⁾	2/1	2/6	2/5	2/3	2/2
탄 저 병	16/19	16/13	14/18	14/14	16/18	16/14
담배나방	6/9	6/7	7/9	7/7	7/10	7/8
계	16/29	16/21	14/33	14/26	16/31	16/24

¹⁾ 방제횟수/예찰정보 횟수

2014년도 병해충 예찰방제 횟수를 살펴보면 역병 26회 경보가 발령되었고 발생일로부터 7~10일 간격 5회 방제를 실시하였다. 탄저병은 30회 경보에 5일간격 17회 방제를 실시하였고, 최초 발생일을 기준으로 발생 전에는 보호용 살균제, 발생후에는 치료용과 보호용 위주로 방제계획을 세우고 실시하였다. 담배나방은 발생경보가 없었으나, 포장조사 시 피해가 발생하였을 때 현장 예찰 적용 방제를 실시하였다. 관행방제는 8일 간격으로 병해충 약제를 혼합하여 15회 방제를 실시하였다. 예찰과 관행을 비교하였을 때

예찰방제횟수가 17회로 관행보다 2회 많았지만 병해충별로 방제횟수를 살펴보면 예찰방제 26회, 관행방제 31회로 예찰방제가 16.1% 줄어 방제약제 값이 줄고 적기 효율적 방제가 될 것으로 판단된다(표 4, 5).

표 4. 2014년도 농작물 병해충 예찰서비스 시스템(FarmIPM) 발생 경보에 의한 고추 병해충 예찰 방제현황 및 약제 목록

구분	일월	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31		
탄저병	6월																																	
	7월																																	
	8월																																	
	9월																																	
역병	7월																																	
	8월																																	
	9월																																	
담배나방	6월																																	
	7월																																	
	8월																																	

병해충명	방제약제명	용도
탄저병	안트라콜(프로피네브), 다코닐(클로로탈로닐), 델란(디티아논)	보호용
	프린트(트리프로시스트로빈), 카브리오(피라클로스트로빈)	보호 및 치료용
	실바코(테부코나졸)	치료용
역병	래버스(만디프로파미드), 미리카트(사이아조파미드)	보호 및 치료용
담배나방	만장일치(아세타미프리트+에토펜프로스), 주렁(람다사이할로트린), 스토네트(람다사이할로트린+티아메톡삼), 에이팜(에마멕틴벤조에이트)	보호 및 침투이행성

표 5. FarmIPM 발생 경보에 의한 고추 주요병해충 예찰 방제 및 관행방제 횟수

병해충	예찰방제		관행방제
	5~10일 간격 (살포횟수/경보횟수)		8일 간격 (살포횟수)
역 병	5/26		5
탄 저 병	17/30		12
담배나방	4/0		11
목화진딧물	-		3
계	17회 (26/56)		15회 (31)

2015년도는 국가농작물병해충관리시스템(NCPMS) 정보와 FarmIPM에서 서비스해 주는 고추 병해충 예측정보 및 농가 관행방제 횟수는 그림 4와 같다. FarmIPM의 고추 병해충 통보 횟수를 살펴보면 역병 1회, 탄저병 1회, 담배나방 2회, 총채벌레 2회, 목화진딧물 2회로 총 8회 통보를 받았고 통보일로부터 5~10일 간격으로 기상상황과 약제 살포기간을 고려하여 5회 포장방제를 실시하였다. NCPMS는 총

31회 통보를 받았고 14회 병해충 포장방제를 진행하였으며 탄저병이 16회 통보, 9회 방제로 가장 많은 비율을 차지하였다. 관행방제는 주 방제 목표 해충보다도 3종 해충의 동시방제효과를 고려하여 농가 방제력에 준하여 총 17회 방제를 실시하였다. Farm IPM 병해충 예찰방제가 5회로 관행방제 17회 대비 29.4% 줄어 경제성에서 방제약제와 방제 노력비 절감으로 적기 예찰에 따른 방제가 이루어진다면 효율적 서비스가 될 것으로 판단된다(그림 3).

병해충	예측방제(FarmIPM)	예측방제(NCPMS)	관행방제
	실포횟수/통보횟수(통보일, 5-10일 간격)		8일 간격(실포횟수)
역병	1/1 (7.9)	2/3	4
탄저병	1/1 (7.13)	9/16	5
담배나방	1/2 (5.16, 6.5)	2/10	8
총재벌레	2/2(5.23, 6.5)	2/2	8
목허전딿물	0/2 (재배기간 외 통보)	-	6

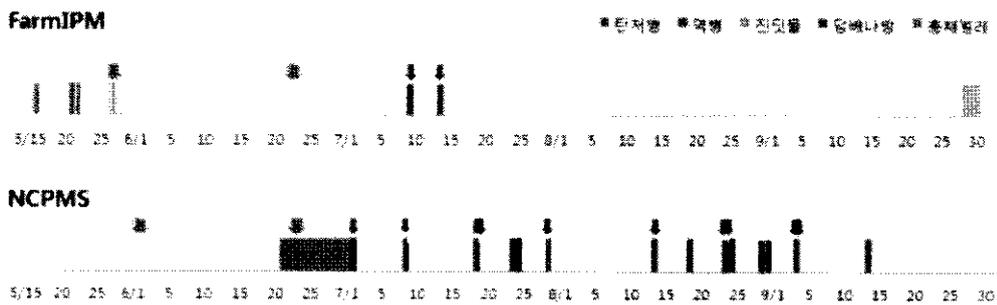


그림 3. 예측방제(NCPMS, FarmIPM) 발생 정보 및 관행방제 상황 비교

탄저병 예찰방제, 관행방제, 무처리 병해충 발생상황 2013~2014년 고추밭 노지포장에서 무처리, 농가관행처리 및 예찰정보 활용에 따른 방제결과 탄저병 발생은 무처리에서 8월 상순부터 발병하기 시작하여 8월 중순이후 급격히 증가추세를 보였다. 관행방제구에서 농가는 8일 간격으로 방제를 실시하였지만 8월 이후 강수일수가 많아 20일 이후 증가추세를 보였으나, 예찰정보를 활용한 탄저병 방제에서는 9월 상순까지 포자확산을 막았고, 9월 중순이후 수확이 끝날 무렵에 발병정도가 10~20% 내외였다. 예찰정보 활용포장 방제는 무처리구 탄저병 발생시점을 기점으로 보호용 살균제에서 치료용 살균제로 중점 방제 하였다. 포장별 탄저병 발생상황은 그림 4와 그림 5에서와 같이 나타났고 예찰방제에서의 발병율이 관행과 무처리구에 비해 낮게 조사되었다.

발생예측모형에 따른 고추탄저병 예측결과, NCPMS와 Farm IPM 그리고 강수량 상황이 비슷한 곡선을 나타내는 경향이였다. NCPMS에서 고추 탄저병 예측값은 총 16회 통보가 이루어 졌으며 9회 방제를 실시한 반면, Farm IPM에서는 비가 내리고 7월 13일 1회 통보가 이루어졌고 비가 내리지 않는 시기에 맞추어 방제를 실시하였다. 고추밭 노지포장에서 무처리, 농가관행처리 및 예찰정보 활용에 따른 방제결과 탄저병 발생은 무처리를 비롯 모든 처리구에서 7월 하순부터 이병과가 발생하기 시작하여 수확 할 때까지 꾸준히 발생하였다(그림 6). 처리구별 발병 비율을 보면 관행이 19.9%, NCPMS가

8.9%, Farm IPM이 25.3%, 무치리가 45.9%를 보였으며, 고추 주 수확시기인 8월에 탄저병 발병과 방제횟수(관행 5회, Farm IPM 1회)의 차이에도 불구하고 관행방제구와 Farm IPM처리구에서 비슷한 경향을 보였는데 강우가 집중된 7월 예측 적기 방제로 포장 확산이 높지 않았기 때문으로 사료된다.

예찰정보 활용포장 방제는 무치리구 탄저병 발생시점을 기점으로 보호용 살균제에서 치료용 살균제로 중점 방제하였다(그림 7). 연도별 탄저병 병징은 주로 7월 하순~8월 상순 사이에 나타나기 때문에 자낭각과 균사의 형태로 월동하는 1차 전염원이 강우로 발병하는 시기에 적기 방제하는 것이 무엇보다 중요한데, 기상기후 정보를 통한 초기 발생 예측이 무엇보다 중요하다고 판단된다.

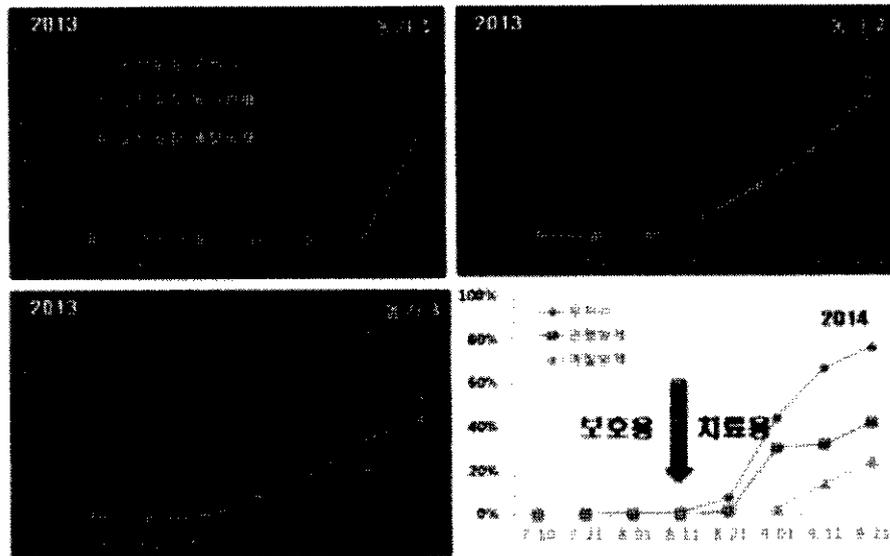


그림 4. 2013~2014년도 고추밭 시험포장 방제방법별 탄저병 발병율(%)

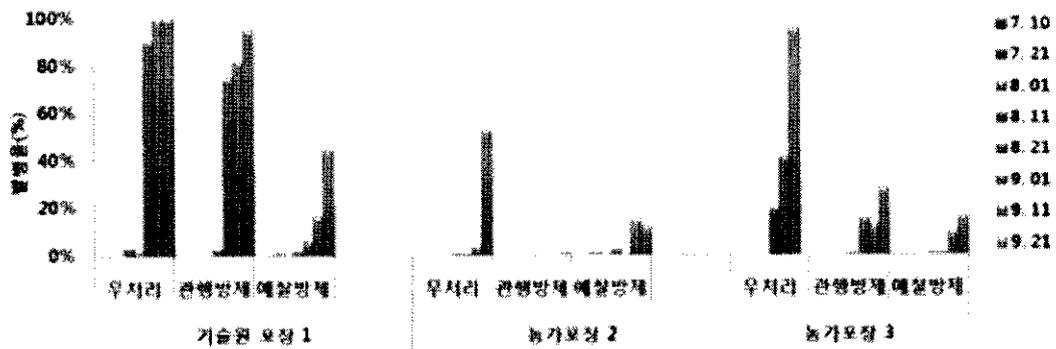


그림 5. 고추밭 시험포장별 탄저병 발병상황(2014)

2015년도 NCPMS의 고추 역병 예측값은 발생주의 단계가 5월 상순, 6월 하순, 7월 상순, 9월 상중순 발생되었고, 발생 경보가 3회 발생되었으며, 현장 방제가 9월을 제외하고 2회 방제가 이루어 졌다. Farm IPM은 발생 주의와 경보가 6월 하순, 7월 상순, 9월 중순에 발생되었고, 포장방제는 7월 3일 1회 이루어 졌다(그림 8). 고추 역병은 유효기부터 전생육기에 발생되며, 주로 뿌리와 지재부 줄기에 발생

되는데 병이 진전되면 전체가 시들고 줄기 내부가 연한 암갈색으로 썩어 있는 것이 관찰되지만 2013~2015년도 시험포장(역병 매년 발생지)에서는 무처리 포함 모든 처리구에서 역병이 발생되지 않았다.

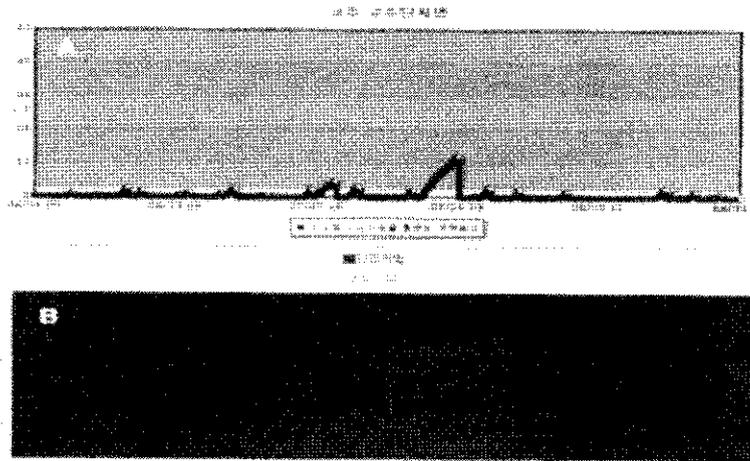


그림 6. NCPMS(A)와 FarmIPM(B)의 고추탄저병 예측결과 값(2015)

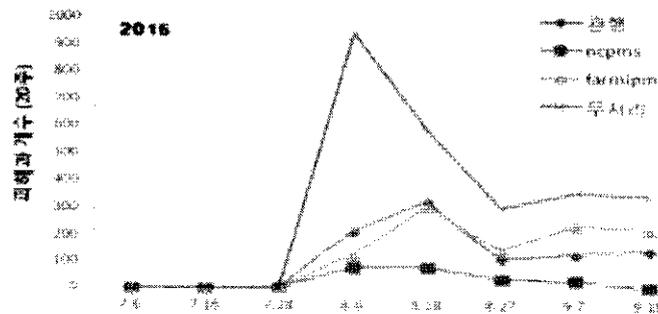


그림 7. 고추발 탄저병 발병율과 피해과수(2015)

2013년도 고추발 담배나방(*Helicoverpa assulta*) 방제방법별 육안조사와 트랩조사 발생상황은 그림 10(A)과 같다. 전체적인 발생소장은 연 3세대 발생 피크를 보였으며, 육안조사 예찰방제에서 7월 상순부터 수확기 까지 다른 처리구보다 피해과가 많았는데 탄저병에 의한 고추 수량 저하가 그 원인으로 판단된다(그림 4). 페로몬 트랩조사에서는 예찰방제 시 포살 밀도가 낮아졌다. 예찰 방제에 의한 성충의 산란양 감소 및 유충 사망이 다음 세대로의 진전을 감소시키기 때문에 직접 고추 열매를 가해하는 담배나방의 감소는 수량과 직결된다고 할 수 있다.

2014년도 청주와 증평에서 방제방법별 담배나방 발생은 성페로몬 트랩조사결과 6월, 7~8월, 9월 3세대

발생하는 것으로 조사되었으며 3포장 모두 6월 중순 초기밀도가 높았으며, 무처리 대비 예찰방제와 관행방제의 유살수가 상대적으로 낮게 조사되었다(그림 10). 고추 피해과율(%) 조사결과에서도 무처리 30%, 관행 12%, 예찰방제 20%로 조사되었으며, 3개 시험포장에서도 무처리 대비 관행과 예찰방제가 담배나방에 대한 피해과율이 낮게 나타났다(그림 11과 그림 14). 관행방제의 피해율이 낮게 조사되었지만 방제횟수에서 관행은 11회 방제를 실시하였으며 예찰 적용은 4회 방제하여 경제성 측면에서 예찰방제의 효율이 더 높다고 판단된다(표 4).

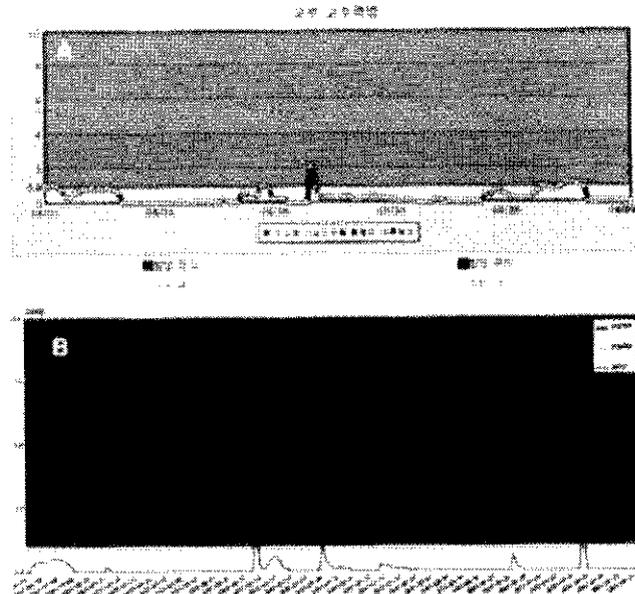


그림 8. NCPMS(A)와 FarmIPM(B)의 고추역병 예측결과 값(2015)

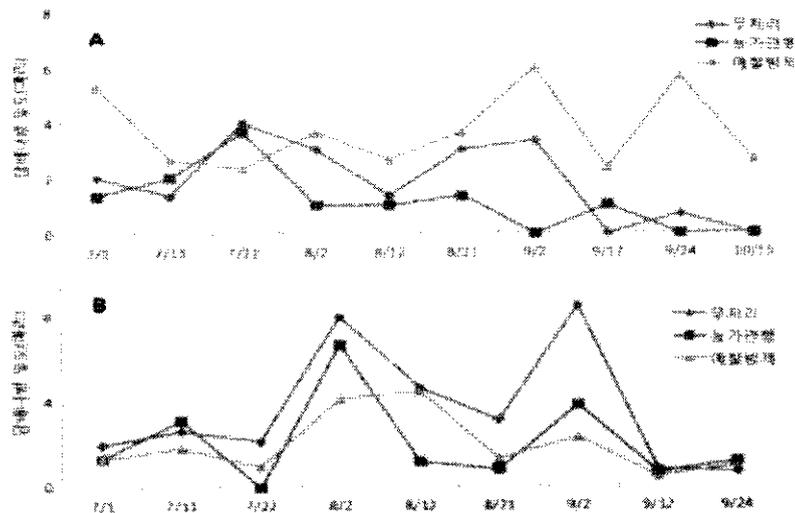


그림 9. 2013년 고추발 담배나방 발생소장, A; 피해과 육안조사, B; 성충 트랩조사

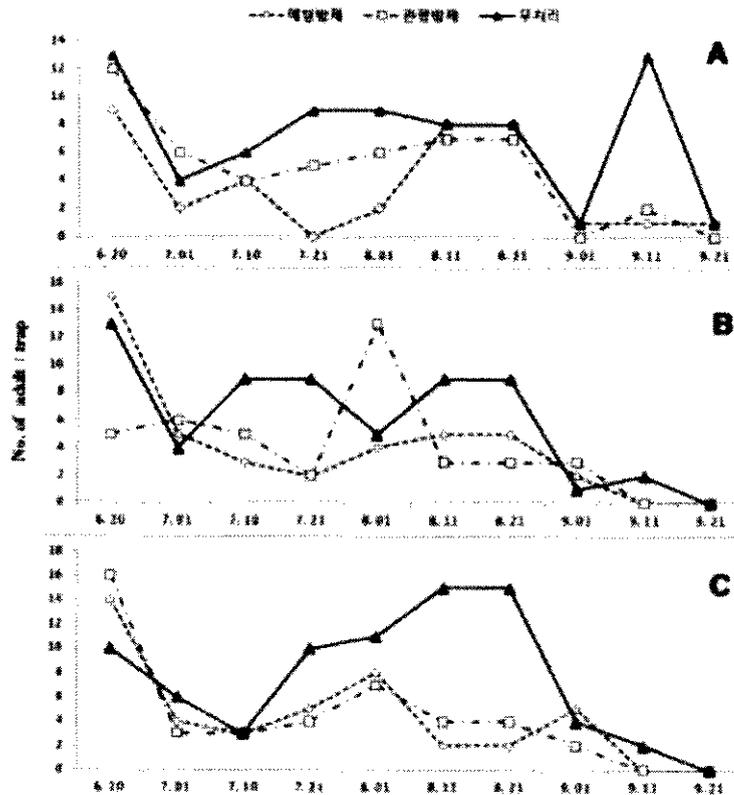


그림 10. 2014년 고추밭 방제방법별 담배나방 발생소장
(A) 청주 원내포장, (B) 증평 고추시험포장 1, (C) 증평 고추시험포장 2

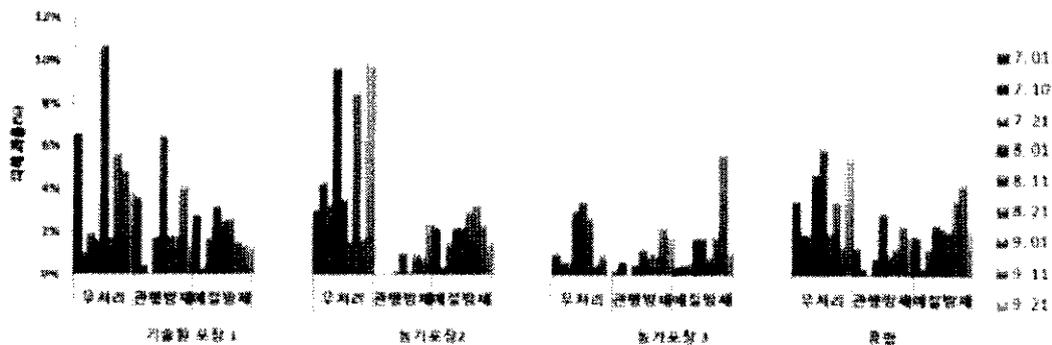


그림 11. 고추밭 원내포장 및 농가포장에서 처리별 담배나방 피해과율(%)

NCPMS에서 1세대 발생은 5월 전부터 예측하였고, 1세대 발생초기는 5월 9일부터 5월 24일까지였으며, 1세대 발생 최성기는 5월 25일부터 6월 2일로 나타났고, 1세대 발생 후기는 6월 3일부터 6월 9일로 예측되었다. FamIPM은 4월 하순부터 발생이 시작되어 5월 10일경 발생 주의를 예측하였으며, 5월 25~28일경 이후 경보단계가 예측되었다(그림 12).

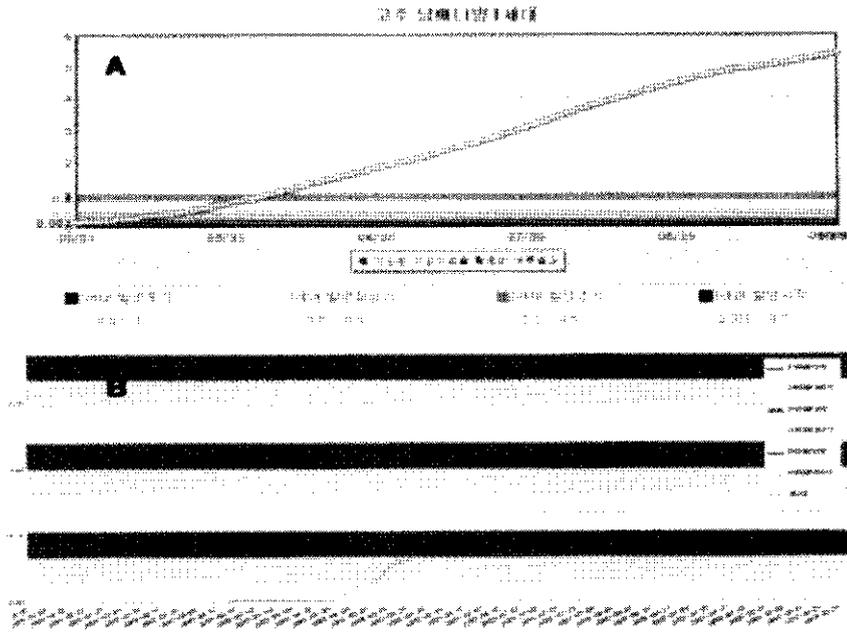


그림 12. 2015년 NCPMS(A)와 FarmIPM(B)의 고추밭 담배나방 예측결과 값

고추 담배나방 5월 중순부터 발생되기 시작하여 포장 내에서는 6월 상순부터 성충이 페로몬 트랩에 유살되었다. 6월 상순경부터 포장의 경계와 중앙에서 발생밀도가 높아지기 시작하여 6월 중순에 성충 발생밀도가 높아졌으며, 피해과 발생은 성충이 산란을 하고 부화 후 꽃과 과실을 가해하는 유충 발생이 6월 하순부터 7월 상순에 발생 피해과 수가 높았다. 페로몬 트랩에서 7월 중하순에 발생 피크가 높았던 부분은 약 30일 후 포장 피해과수와 비슷한 경향의 그래프를 나타내었다. NCPMS에서 담배나방 방제는 10회 통보 후 2회 방제가 이루어졌으며, FarmIPM의 경우 5월 16일과 6월 5일 2회 통보에서 5월 1회 방제와 6월은 꽃노랑총채벌레와 공동 방제가 이루어졌다. 관행은 순차적 8회 방제가 이루어졌는데, 관행방제에서 피해과수가 낮았고, 두 예찰방제는 비슷한 경향을 보였으며, 무처리에서 피해가 높았다(그림 13).

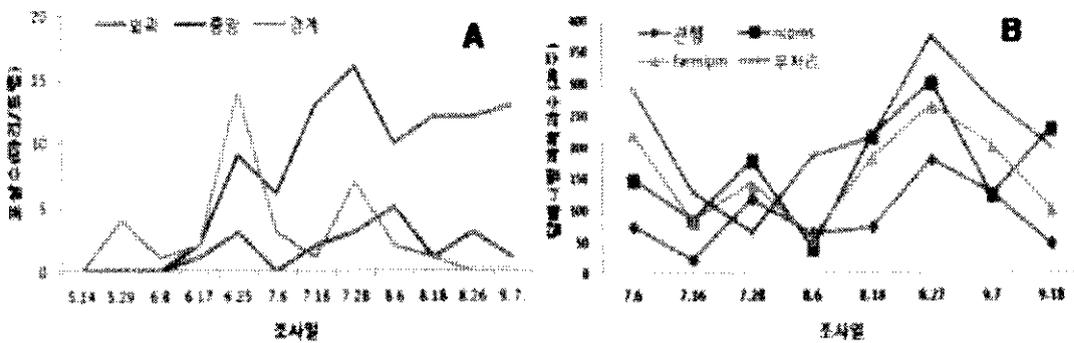


그림 13. 2015 처리별 고추밭 담배나방 발생정도(A; 트랩위치별 밀도, B; 피해과수)

2014~2015년도 처리별 담배나방 피해율을 살펴보면 2014년은 관행방제가 예찰방제보다 8% 피해율이 낮게 조사되었고, 2015년 또한 관행 방제가 예찰방제보다 12.2~10.7% 피해율이 낮게 조사되었다. 이는 수확이 본격적으로 이루어지는 8월 이후 피해과율이 높아지는데 디지털 예찰정보의 2세대 발생 예측이 없어 포장 방제가 제대로 이루어지지 않았기 때문에 차이가 나는 것으로 판단되며, 2세대 예측 값이 적용되면 피해과수가 관행 수준으로 낮아 질 것으로 생각된다(그림 14).

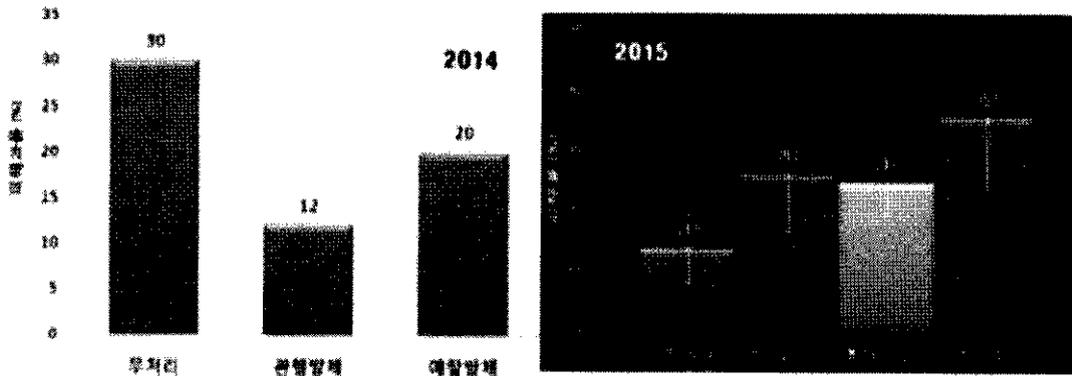


그림 14. 연도별 담배나방 피해율(%)

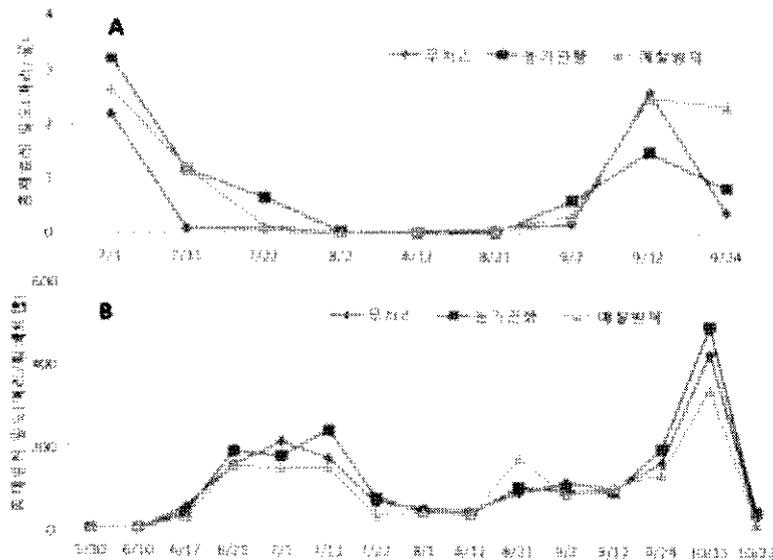


그림 15. 2013년도 고추밭 꽃노랑총채벌레 발생소장, A; 육안조사, B; 트랩조사

보통 고추밭에서 꽃노랑총채벌레(*Frankliniella occidentalis*)는 정식 후 6월 하순부터 9월 하순까지 끈끈이트랩을 이용하여 조사한 결과 6월 상중순에 발생하기 시작하여 주로 꽃발생이 많은 7월 상중순에 발생피크를 보였으며 7월하순에 밀도가 급감하였고 8월 하순 이후에는 밀도가 낮았다. 이는 꽃노랑총채벌레 방제시기가 6월 중하순과 7월 상중순에 이루어 져야 한다는 결과다. 주로 어린 유과기에

흡즙 피해를 주어 과실 코르크화를 유발하고 꽃떨이와 바이러스를 가져 오기 때문에 FarmIPM 예찰 정보를 바탕으로 7월상·중순경에 꽃노랑총채벌레에 대한 혼합방제가 이루어 져야 할 것으로 판단된다(그림 15, 16). 처리구간에는 큰 차이를 보이지 않았는데 그 이유는 예찰정보가 이루어지지 않았기 때문으로 발육모형에 대한 새로운 검증이 필요할 것으로 판단된다.

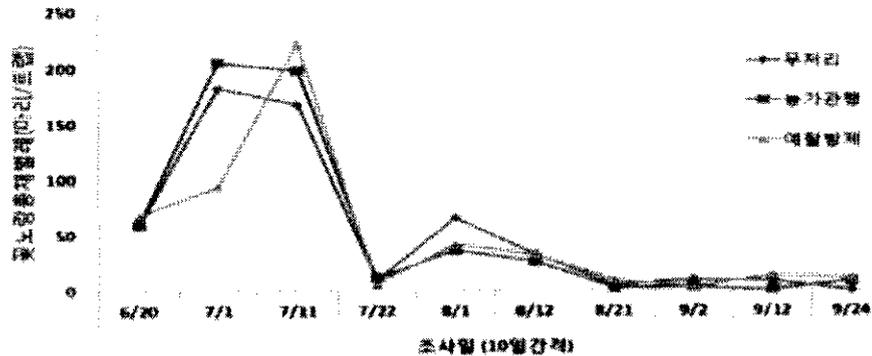


그림 16. 고추밭 꽃노랑총채벌레 트랩조사 결과(2014)

2015년도 꽃노랑총채벌레의 디지털 예찰 정보의 예측결과 값을 확인해 보면 NCPMS는 주의 단계가 5월19일부터 5월 28일까지 발생되었으며, 5월 29일부터 위험단계 예측 결과값이 설정 되어 통보 되었으며, FarmIPM도 4월 하순부터 발생되기 시작하여 5월 20일경 주의 단계 설정이 이루어 졌고 경보 단계도 5월 29일 이후부터 위험단계 예측 통보가 이루어 졌다. 실제 두 디지털 예찰정보가 통보되 포장 방제가 이루어진 시기도 5월 하순 1회와 6월 하순 1회로 총 2회 이루어 졌으며, 그에 반해 농가관행 방제는 고추 재배기간 전 기간 동안 8회 방제가 이루어 졌다(그림 17).

그 결과 포장에서는 5월 하순부터 발생되어 7월 상순, 7월 하순, 8월 중하순 3번의 발생피크를 보였으며, 육안조사 결과는 6월 상중순 발생밀도가 높아졌으며, 6월 하순부터 7월 하순까지 모든 처리에서 발생밀도가 높았다. 처리구보다 무처리구에서 발생 밀도가 낮은 이유는 무처리구에서 목화진딧물 피해가 높아 생육저조로 화기발달에 피해를 받아 밀도가 낮았던 것으로 판단된다(그림 3A).

증평 고추 포장에서 목화진딧물(*Aphis gossypii*) 끈끈이 트랩조사 결과 연 3~4회 발생밀도를 보였으며 5월 하순, 7월상순, 8월중순 9월상중순에 발생밀도가 높았고, 육안조사에서는 고추수확 후기인 8월하순~9월상순 밀도가 높았기 때문에 생육전반에 흡즙에 의한 감로배설의 그을음병 피해 및 바이러스 전염 피해는 낮았다(그림 18). 그러나 목화진딧물은 단위생식을 하는 해충으로 방제 소홀 시 유시충 확산으로 급격하게 포장전파 되는 특성을 가지고 있기 때문에 발생초기 트랩예찰을 통한 적절한 방제가 이루어 져야만 하는 해충이라고 판단된다.

2015년도 목화진딧물 방제는 고추 재배기간 동안 디지털 예측 통보로 이루어지지 않아 방제가 이루어지지 않았으며 관행 방제에서만 6회 방제가 이루어 졌다(그림 3).

FarmIPM에서 제공하는 발생 주의와 경보일은 3월 하순~4월 상순에 발생되어 고추 정식이전에 예측값이 설정되었기 때문에 적기에 방제가 이루어지지 못했다(그림 21). NCPMS에서는 목화진딧물 예측값이 없었다. 처리별 포장상황은 6월 상순부터 발생밀도가 높아졌으며, 무처리 구에서는 발생밀도가

높아 고추 생육 저조와 꽃떨이 현상이 발생하여 총채벌레 밀도와 수확량에 영향을 미쳤다. 두 디지털 예찰도 포장방제가 이루어지지 않았지만 담배나방과 꽃노랑총채벌레 방제의 영향으로 밀도가 낮게 조사되었다. 7월 20일 이후에는 모든 처리구에서 발생되지 않았다(그림 21). 7월 하순부터 8월 상순까지 평균 대기온도가 높아져 그에 대한 영향으로 포장 관찰이 어려워 졌을 것으로 사료된다(표 1, 그림 2).

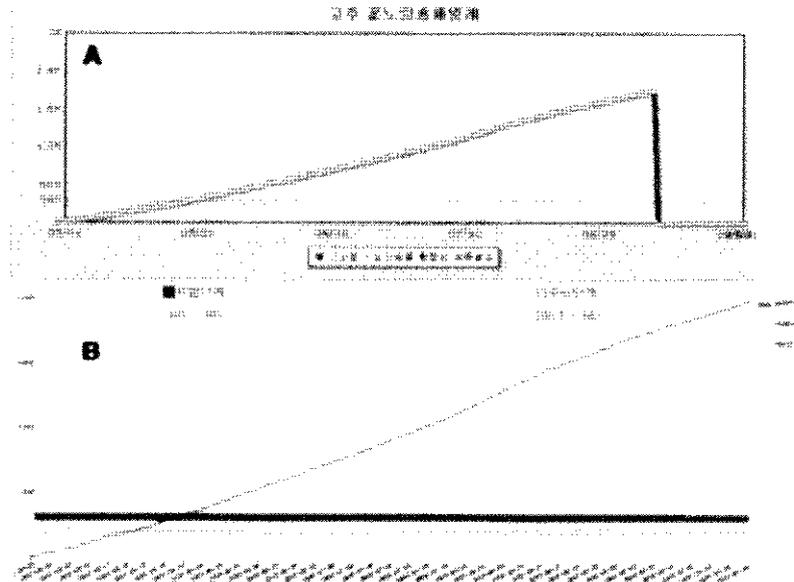


그림 17. 2015년도 NCPMS(A)와 FarmIPM(B)의 고추밭 꽃노랑총채벌레 예측결과 값

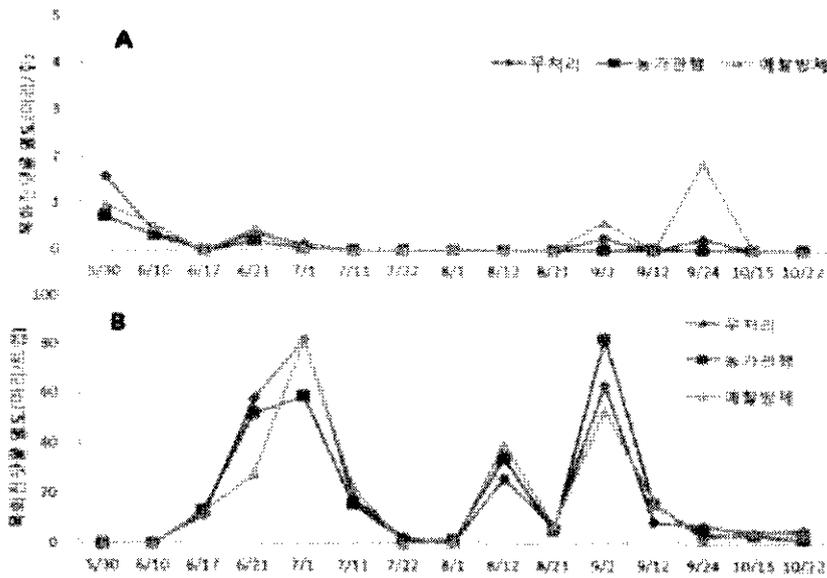


그림 18. 2013년도 고추밭 목화진딧물 발생소장, A; 육안조사, B; 트랩조사

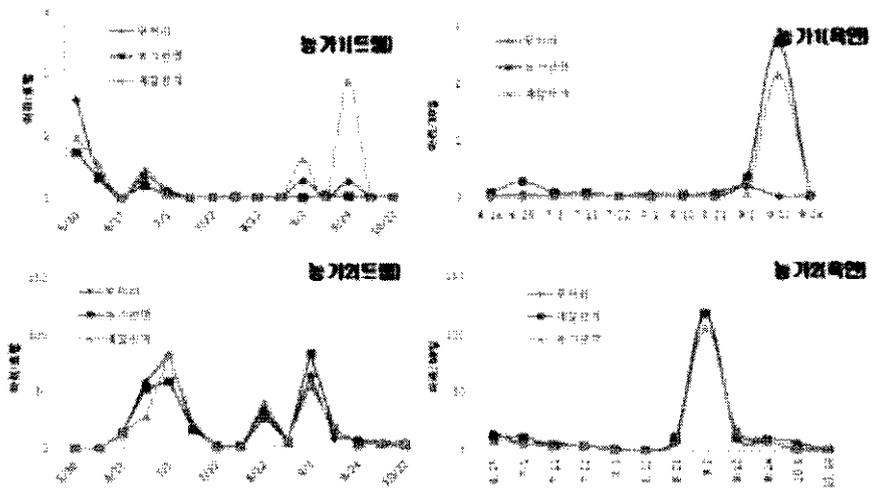


그림 19. 2014년도 목화진딧물 육안 및 트랩조사 결과

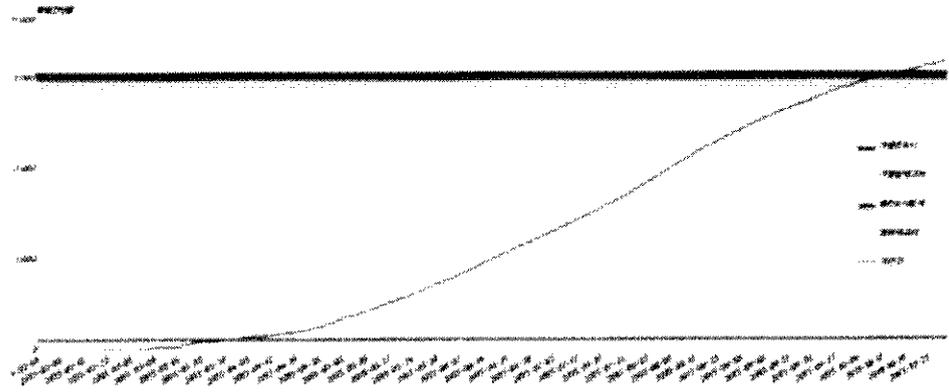


그림 20. FarmIPM의 고추밭 목화진딧물 예측결과 값

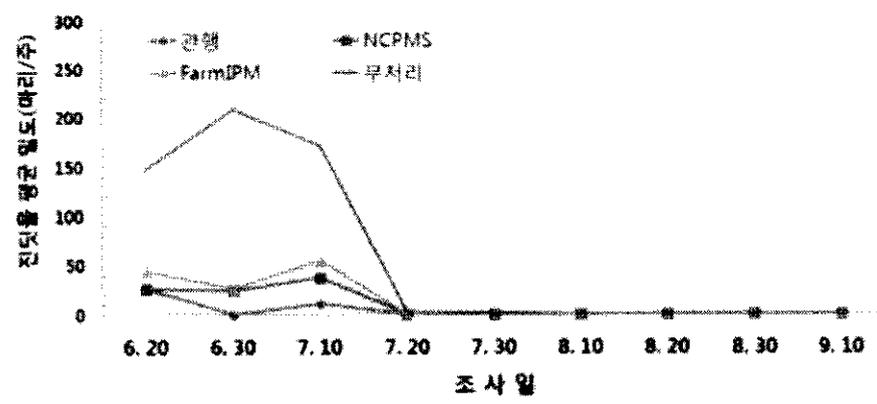


그림 21. 처리별 목화진딧물 발생 밀도(2015)

2014년 탄저병 및 담배나방 발생에 따른 고추 수량(20주)을 살펴보면 8월 예찰방제와 관행방제는 탄저병 발병율이 1~3%로 수량도 3~4kg으로 조사되었으나, 무처리구는 탄저병이 19% 발병하였고 수량은 1.0 kg으로 저조하였고, 9월 상순부터 탄저병 발병율이 증가하였으며 무처리구에서는 수확량이 없었다. 전체적으로 그림 22를 살펴보면 탄저병은 예찰방제(12.7%) > 관행방제(30.4%) > 무처리(56.8%) 순으로 발병율이 낮았고 전체적 수량(예찰방제 6kg, 관행방제 4.93kg, 무처리 1.5kg)은 관행대비 21.5% 증가하였다. 담배나방은 수량구성에 탄저병보다 큰 영향을 주지는 못했고 예찰방제보다 관행방제에서 낮게 조사되었다. 담배나방 방제는 관행방제 11회, 예찰방제 4회로 방제횟수에 의한 차이로 사료된다.

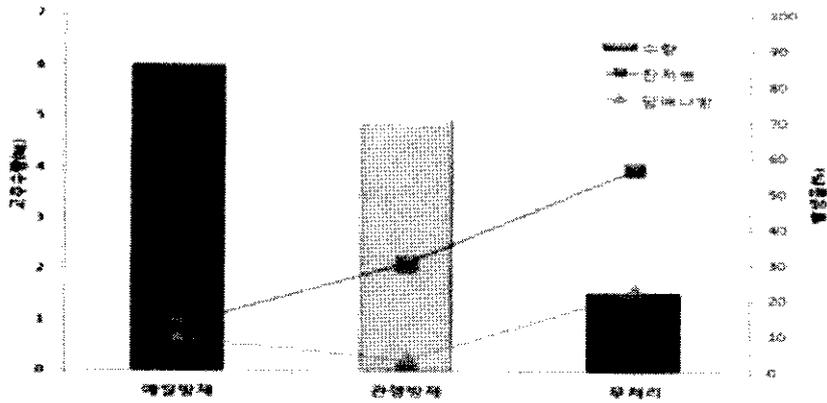


그림 22. 탄저병과 담배나방 발생정도와 고추 수량성 정도 비교(2014)

표 6. 고추포장에서 예찰방제와 관행방제의 경제성 비교

(단위, 원/10a)

구분	예찰방제(A)	관행방제(B)	비고
방제횟수	17회(병해충별26회)	15회(병해충별31회)	
농약비	26회×21,400원×30%= 166,920원	31회×21,400원×30%= 199,020원	- 평균농약값 : 21,400원 - 농약 500ml/1,000평
방제 노력비	17회×1시간×5,210원= 88,570원	15회×1시간×5,210원= 78,150원	- 시간당 최저임금: 5,210원
상품성	6kg×30평×10,895원= 1,961,100원	4.9kg×30평×10,895원= 1,601,565원	- 10평당 수확량 - 소매단가 : 10,895원
순수익	1,705,610원	1,324,395원	
A-B	381,215원		

※ 농산물유통공사 소매가격(8월 30일 풋고추) : 10,895원

2015년 고추 병해충의 방제 방법별 주요 병해충 5종의 포장 발생상황을 비교해 보면 탄저병 피해 과율은 NCPMS 8.9% > 관행 19.9% > FarmIPM 25.3% > 무처리 45.9%, 담배나방 피해과율은 관행 13.9% > FarmIPM 24.6% > NCPMS 26.1% > 무처리 35.5%, 목화진딧물 발생율은 관행 4.8% > NCPMS 11.3% > Farm IPM 16.2% > 무처리 67.7%를 보였고 그에 따른 5*15m당 수량은 관행 27.1kg > NCPMS 26.0 kg > FarmIPM 24.8kg > 무처리 6.2kg으로 조사되었다(그림 23). 표 7의 예찰방제와 관행방제 경제성 분석을 비교하였을 때 Farm IPM의 순 이익이 가장 높았으며, NCPMS > 관행 방제 순으로 조사되었다. 두 예찰 비교에서는 FarmIPM에서 62,430원/a의 소득 증대 효과를 보였다.

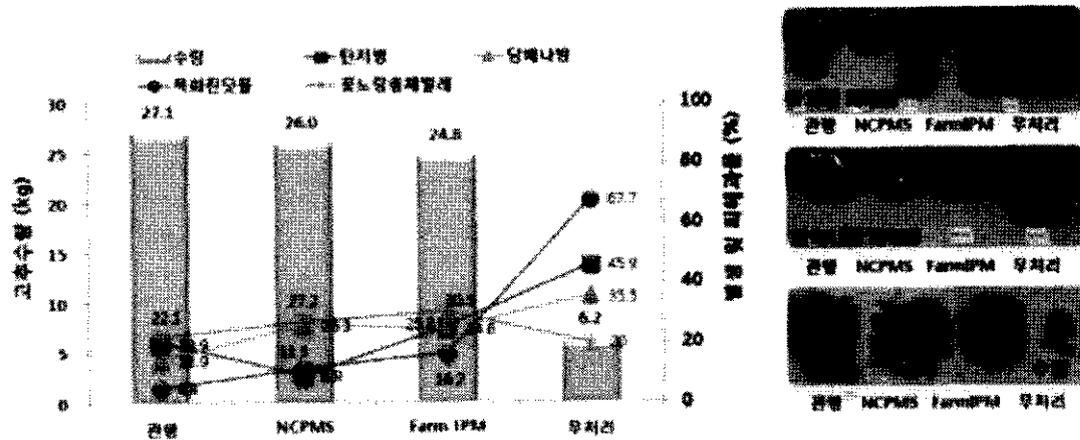


그림 23. 고추 주요 병해충 5종 발생율과 수량성 정도 비교

표 7. 고추포장에서 예찰방제(NCPMS, Farm IPM)와 관행방제의 경제성 비교

(단위, 원/a)

구분	NCPMS(A)	FarmIPM(B)	관행(C)	비고
방제횟수	14회	5회	17회	
농약비	14회×4,000원=56,000원	5회×4,000원=20,000원	17회×4,000원 = 68,000원	- 평균농약값 : 4,000원
방제 노력비	14회×1시간×6,030원=84,420원	5회×1시간×6,030원=30,150원	17회×1시간×6,030원=102,510원	- 시간당 최저임금: 6,030원
수량성	26kg×23,200원=603,200원	24.8kg×23,200원=575,360원	27.1kg×23,200원=628,720원	- a당 수확량 - 소매단가 : 23,200원/kg
순수익	462,780원	525,210원	458,210원	
A-C	4,570원			
B-C	67,000원			
B-A	62,430원			

※ 농산물유통공사 소매 평년가격(10월 1일 화건) : 23,200원/kg

4. 결과요약

- 가. 탄저병은 2014년은 예찰방제(12.7%)>관행방제(30.4%)>무처리(56.8%) 순으로 발병율이 낮았으며, 2015년은 NCPMS 8.9% > 관행 19.9% > FarmIPM 25.3% > 무처리 45.9% 순이었다.
- 나. 담배나방은 2014년 고추 피해과율(%) 조사결과에서도 무처리 30%, 관행 12%, 예찰방제 20%로 조사되었으며, 2015년 피해과율은 관행 13.9% > FarmIPM 24.6% > NCPMS 26.1% > 무처리 35.5%로 조사되었다.
- 다. 2015년 목화진딧물 발생율은 관행 4.8% > NCPMS 11.3% > Farm IPM 16.2% > 무처리 67.7%를 보였고 그에 따른 5*15m당 수량은 관행 27.1kg > NCPMS 26.0 kg > FarmIPM 24.8kg > 무처리 6.2kg으로 조사되었다.
- 라. 2014년 전체적 수량(예찰방제 6kg, 관행방제 4.93kg, 무처리 1.5kg)은 관행대비 예찰방제가 21.5% 증가하였다. 고추포장 관행방제 대비 예찰방제에서 10a당 381,215원의 소득이 증대되었다. 2015년에는 예찰방제와 관행방제 경제성 분석을 비교하였을 때 Farm IPM의 순 이익이 가장 높았으며, NCPMS > 관행 방제 순으로 조사되었다. 두 예찰 비교에서는 FarmIPM에서 62,430원/a의 소득 증대 효과를 보였다.

5. 인용문헌

- Ahn, K.S., J.O. Yang, D.J. Noh, C.M. Yoon, Y.J. Kim and G.H. Kim. 2007. Susceptibility of ussur brown katydid, *Paratlanticus ussuriensis* (Orthoptera: Tettigoniidae) to commercially registered insecticides. Korean J. Pest. Sci. 11: 194~200.
- Ahn, K.S., G.S. Lee, K.H. Lee, M.K. Song, S.C. Lim and G.H. Kim. 2011. Susceptibility of North American planthopper, *Metcalfa pruinosus* to commercially registered insecticides in Korea. Korean J. Pest. Sci. 15: 329~334.
- Choi, D.S., D.I. Kim, S.J. Ko, B.R. Kang, K.S. Lee, J.D. Park and K.J. Choi. 2012. Occurrence Ecology of *Ricania* sp. (Hemiptera: Ricaniidae) and Selection of Environmental Friendly Agricultural Materials for Control. Korean J. Appl. Entomol. 51: 141~148.
- Han, J.M., H.J. Kim, E.J. Lim, S.H. Lee, Y.J. Kwon and S.W. Cho. 2008. *Lycorma delicatula* (Hemiptera: Auchenorrhyncha: Fulgoridae: Aphaeninae) finally, but suddenly arrived in Korea. Korean J. Appl. Entomol. 38: 281~286.
- KFRI. 2007. Annual report of monitoring for forest insect pests and diseases in Korea. pp.151. Korea Forest Research Institute, Sungmunsa, Seoul.
- KCPA. 2015. User's manual of pesticides. pp.1199. Korea Crop Protection Association.
- Park E.W. 2007. Development of the forecasting system for diseases and insect pests in pepper. R.D.A. report. pp.4~82.
- Park J.D., M.Y. Kim, S.G. Lee, S.C. Shin, J.H. Kim and I.K. Park. 2009. Biological characteristics of *Lycorma delicatula* and the control effects of some insecticides. Korean J. Appl. Entomol. 48: 53~57.

MacHardy, W.E. and Gadoury, D.M. 1989. A revision of Mills's criteria for predicting apple scab infection periods. *Phytopathology* 79: 304~310.

MacHardy, W.E. 1996. *Apple scab. Biology, epidemiology and management*. APS Press. MN. U.S.A. pp.545.

NCPMS. <http://npms.rda.go.kr/npms/OpenApiInfo.np>

기상청. 2014. 2013 기상연감. pp.6~11.

기상청. 2015. 2014 기상연감. pp.7~12.

농촌진흥청. 2013. 고추 농업기술길라잡이. pp.10~304.

농촌진흥청. 2014. 2013 지역별 농산물 소득자료 농업경영연구보고서. pp.1~426.

통계청. <http://kosis.kr/>

6. 연구결과 활용

연도(연차)	활용구분	제 목
2014(2년차)	학술발표	NCPMS를 이용한 고추의 병해충 디지털 예찰방제효과
2015(3년차)	영농활용	디지털 예찰방제를 활용한 노지고추 약제 방제체계

7. 연구원 편성

구 분	소 속 (과/연구소)	직 급	성 명	수행업무	참여 기간
책 임 자	친환경연구과	지방농업연구원	장후봉	연구총괄	'14~'15
공동연구자	"	지방농업연구사	김선국	연구분석	'14~'15
"	"	"	이경희	연구협조	'13~'15
"	"	박사후연구원	윤창만	연구협조	'14~'15
"	"	지방농업연구원	김이기	연구자문	'13~'15
"	"	농업연구원	이기열	연구자문	'13~'15
"	서울대학교	교수	박은우	연구자문	'13~'15
"	에피넷	대표이사	한용규	연구협조	'13~'15

▶ 주요 전문용어 해설

- NCPMS : 국가농작물병해충관리시스템으로 농촌진흥청에서 운영함
- FarmIPM : 농작물 병해충 예찰 서비스 시스템으로 (주)에피넷에서 개발함

과제구분	공 동	수행시기		전반기	
연구과제 및 세부과제		연구분야	수행 기간	소속 (과/연구소)	책임자
지역 맞춤형 노지고추의 주요 병해 종합적 방제 체계 구축		작물보호	'13~'15	친환경연구과	이경희
고추 시들음 증상에 대한 진단 및 종합 방제 기술 확립		작물보호	'13~'15	친환경연구과	이경희
책임용어	고추, 시들음 증상, 풋마름병				

ABSTRACT

Occurrence of red pepper with wilt symptom at Eumsung and Geosan region in Chungbuk and Yeongyang and Andong in Gyeongbuk were surveyed in 2013~2014. And pathogens were isolated from wilting pepper collected during the survey and requested for clinical diagnosis and identified. In survey at the 20 pepper field in Chungbuk province from July to August, incidence of wilt was below 1.0% in all the four time survey and *Ralstonia solanacearum* were isolated from most samples collected until the early and pathogen was not detected after late July. In the survey at the 52 fields in Gyeongbuk in June, incidence of wilt was 1.8% on average. But there were fields with incidence of 50% expected to a great loss and from 20 of 32 samples collected during the survey, *Ralstonia solanacearum* were isolated. Among 16 samples requested for diagnosis with wilting from Gyeongbuk province in June, *Ralstonia solanacearum* were isolated from 10 samples and among 12 samples from Jeonbuk province in July, *Ralstonia solanacearum* were isolated from 3 samples and *Phytophthora capsici* from 3 samples. From this study, it was thought that wilting symptom of pepper, especially in the early growth stage, were caused mainly by *Ralstonia solanacearum*, and wilt by *Phytophthora capsici* has declined due to culture of resistant cultivar, and since August caused by physiological disorder like excess-moisture injury, and so on.

In this study, we examined the resistance of commercial pepper cultivars and the control effect of several chemicals to bacterial wilt to consider the possibility as a control tools against bacterial wilt on pepper by *Ralstonia solanacearum*. Resistance of 37 commercial pepper cultivars to bacterial wilt was evaluated by seedling plant test with a inoculation of isolates of *Ralstonia solanacearum*. In seedling plant test, Gushimgugeomgu, Geochanghan, Ildangback-gold, PR.Asia, and PR.Nong-gacheonha cultivars showed relatively high resistance to bacterial wilt, Beulsecheul, Daedeulbo, PR.Geumgochu and PR.Ssaksseuli cultivars were pruned to be resistant and Cheongyang, Geumbitgochu, Supergeumdang, PR.Gangsoi, PR.Saneulim cultivars were moderate resistance. Control effect by chemicals was examined using paper disk assay and *in vivo* test. All the chemicals in this study was diluted based on a concentration of the active ingredient. In paper disk assay, bacteriocidal effect was best in oxytetracycline(a.i. .17%, WP) which of inhibitory zone was 12.7 mm followed by oxolinic acid(a.i. 20%, WG), and inorganic materials showed little effect except bordeaux mixture and $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ of 1,000 and 2,000 $\mu\text{g}/\text{ml}$. In *in vivo* test using seedling plant, control effect was good in treatment of oxytetracycline with a concentration of 1,000 $\mu\text{g}/\text{ml}$ until 10 days after treatment. After 4 weeks, most seedling wilted in oxytetracycline treatment, but control effect was relatively good

in oxolinic acid treatment with a concentration of 1,000 and 10,000 $\mu\text{g/ml}$ showing disease incidence was 0.8. From *in vivo* test, it was thought that the effect of oxolinic acid last longer than that of oxytetracycline. And phytotoxicity was appeared in oxytetracycline treatment with a concentration of 10,000 $\mu\text{g/ml}$.

Control effect of rye culture in winter and oxytetracycline(ai.17%,WP) treatment against bacterial wilt by *Ralstonia solanacearum* was evaluated on plastic house where incidence of bacterial wilt was approximately over 70% every year at Eumseong region and open field at Cheongju in Chungbuk. In both experiment, rye was sown in late autumn and returned to the soil through the tillage before planting pepper in next year. In plastic house experiment, Gushimgugeomgu cultivar relatively high resistant to bacterial wilt in previous experiments, Cheongyang cultivar moderate resistant and Wangdaebak cultivar susceptible were examined and 170ppm of oxytetracycline was drenched four times with intervals of 10 day from the beginning of wilting symptom. In Gushimgugeomgu cultivar, bacterial wilt did not occur in all treatments. In no rye treatment of Cheongyang cultivar, bacterial wilt began to occur at June 17 and increased to 17.3% at July 29 without oxytetracycline treatment and began to occur at July 6 and 1.3 % with oxytetracycline treatment. And in rye treatment, bacterial wilt did not occur until July 29. In no rye treatment of Wangdaebak cultivar, bacterial wilt began to occur at June 10 and increased to 66.6% at July 29 without oxytetracycline treatment and occur at June 26 and 49.1 % with oxytetracycline treatment. And in rye treatment, bacterial wilt began to occur at June 10 and 32.0% at July 29 without oxytetracycline treatment and occur at July 7 and 18.1 % with oxytetracycline treatment. On basis of area under disease progressive curve, control value was 40.4% in only oxytetracycline treatment, 73.5% in only rye treatment and 86.5% in rye treatment with oxytetracycline. In open field experiment, Gushimgugeomgu, PR Nonggacheonha, Hongjinju and Bigstar cultivar were treated with oxytetracycline one day before planting and inoculated with 10^8 cell/ml of *Ralstonia solanacearum* isolates just before planting. After about one month from planting, Incidence in control treatment was 0.0% in Gushimgugeomgu cultivar, 36.7% in PR Nonggacheonha, 80.8% Hongjinju cultivar and 3.3% in Bigstar cultivar and in rye culture plot with oxytetracycline treatment, 0.0%, Gushimgugeomgu cultivar, 16.7% PR Nonggacheonha, 35.0% Hongjinju cultivar and 0.0% in Bigstar cultivar. Until two months from planting, area under disease progressive curve was decreased 25.5 - 60.4 % according to cultivar compared with control treatment. From this study, we concluded that the culture of rye and the choice of resistant cultivar were good control tools against bacterial wilt on pepper and thought that there is a synergetic effect between the culture of rye and chemical treatment.

Keywords: pepper, bacterial wilt, incidence, chemical control, resistant cultivar, rye

1. 연구목적

우리나라에서의 고추는 생산금액으로 농업전체에서 5위, 경종작물 중 2위, 채소류 중에서 1위를 차지하는 주요 작목으로 전체 채소류 재배 면적의 21.6%를 차지하고 있다(통계청, 2010). 그러나 최근 고추산업은 전업농의 비율이 적은 규모의 영세성과 노동집약형 생산구조로 노동인력의 고령화에 따라 생산기반이 축소되고 있어, 국내 생산량이 매년 5% 정도씩 감소하고 있다. 또한 고추는 전체 재배면적의 89.8%가 노지에서 재배되고 있어 기상에 의해 병해충 발생에 큰 영향을 받고 있다. 고추에 있어서

병해충에 의한 피해율은 28.4%(통계청, 2013)로 병해충 관리가 고추의 안정적인 생산을 위해 매우 중요하다.

고추에는 34종의 병해가 보고되어 있으며(한국식물병리학회, 2009), 이 중 고추에 큰 피해를 주는 병해는 과실에 병징이 생기는 탄저병과, 역병과 같이 식물체가 시들어 고사에 이르게 하는 병해들이다. 시들음 증상을 일으키는 병해는 풋마름병, 역병, 뿌리썩음병, 흰비단병, 모잘록병이 있다. 그 동안 고추밭에서 발생하는 대부분의 시들음 증상은 *Phytophthora capsici*에 의한 고추 역병이었으나(김 등, 2002), 저항성 품종의 식재가 늘어감에 따라 발생 정도가 줄어들고 있다(이 등, 2011). 최근에는 고온성 세균병인 풋마름병을 비롯하여 흰비단병 등 다양한 원인에 의한 시들음 증상의 발생이 많아지고 있는데, 시들음 증상의 특성상 재배 현장에서의 육안 진단이 어려워 적절한 방제 방법이 적용되지 못하는 경우가 많이 생기고 있다.

본 연구에서는 전국 고추 주산지에서 발생하는 시들음 증상의 원인을 밝히고 발생 특성을 조사하였으며, 주요 원인에 피해를 줄이기 위해 저항성 품종, 화학적 방제, 경종적 방제방법 등 몇 가지 방제 방법에 대한 효과를 검증하고, 재배 포장에서의 적용 효과를 검증하였다.

2. 연구방법

가. 고추 시들음 발생 모니터링 및 발생 요인 분석

1) 고추 시들음 발생 모니터링

2013년에는 경북과 충북지역의 고추 주산지인 괴산, 음성, 영양, 안동에서 6월부터 8월까지 64개 고추 포장의 시들음 증상 발생율을 조사하였으며, 2014년 충북의 고추 주산지인 음성군과 괴산군 각 지역의 10개의 고추밭을 선정하여 6월부터 8월까지 조사하였으며, 경북지역의 모니터링은 경북의 고추 주산지인 영양군과 안동군의 고추밭을 2014년 6월 19일부터 이틀간 총 52개 포장을 조사하였다. 발생율은 포장당 전체 고추 포기에 대한 시들음 발생 포기율로 계산하였다.

2) 병원균 분리 및 동정

모니터링을 통해 수집된 시료와 충청북도농업기술원에 진단 의뢰된 시료에서 병원균을 분리하였다. 시들음 증상을 보이는 고추 줄기 지체부 상단 1cm 정도를 횡단면 절단하여 표피를 제거하고 차아염소산나트륨과 알코올로 살균 처리하였다. 살균된 시료는 곰팡이성 병원균 분리를 위해 PDA 배지와 역병균 선택성 배지인 Gee배지에 치상하여 25°C에서 배양하였고, 세균성 병원균 분리를 배지 위해 NA 배지와 풋마름병균 선택 배지인 m-SMSA에 치상하여 28°C에서 배양하였다. 배양 중 분리된 곰팡이성 병원균은 PDA에 옮기고 세균성 병원균은 NA배지에 옮겨 재배양하였다. 분리된 병원균은 세균과 곰팡이에 대해 각각 16s rDNA, ITS 영역 DNA sequencing을 분석한 후 BLAST database를 통해 동정하였다. 동정된 균주는 Nutrient Broth(NB; difco)배지와 Glycerol 15%를 혼합한 용액에 현탁하여 -70°C 초저온냉동고에서 보관하였다.

3) 병원성 검증

보관 균주를 NA배지에 28±1°C에서 3일간 배양 한 후, Nutrient Broth 배지에 피펫으로 취하여 접종하였으며, 28±1°C, 150 rpm으로 24시간 배양하였다. 이후 세균밀도를 10⁹ ml/CFU로 맞추어 희석한 후 접종에 사용하였으며, Control으로 Nutrient Broth를 사용하였다. 감수성 품종인 홍진주 50일묘의

뿌리 흙을 털어내고 절단한 후 균주 배양액 35 ml에 30분간 침지하였고, 25공 포트에 심은 뒤 배양액 10 ml를 관주한 다음 30°C Growth chamber에 광주기와 암주기를 각각 16시간 8시간으로 번갈아 주며 2주후 발병 여부를 조사하였다.

나. 고추 풋마름병 화학적 방제를 위한 약제 선발

1) 고추 풋마름병에 대한 작물보호제의 *in vitro* 효과 검정

시험균주는 수집 또는 진단 의뢰 시료에서 분리하여 *Ralstonia solanacearum*으로 동정된 균주 중 고추 유묘에 대해 병원성이 확인된 50개의 균주를 하였다. 시험약제는 표 1과 같이 시험 약제는 고추에서 세균병 방제용으로 등록되어 있는 약제와 다른 작물에서 세균병 방제에 많이 이용되는 약제를 선정하였고, 친환경 유기농자재로 이용할 수 있는 무기물을 선정하였다.

-70°C 초저온냉동고에서 보관된 균주를 Nutrient Agar(NA; difco)배지에 28°C에서 3일간 배양한 후, Nutrient Broth(NB; difco)배지에 피펫으로 취하여 접종하였으며, 28°C, 150rpm으로 24시간 배양하였다. 이후 세균밀도를 10⁹ ml/CFU로 맞추어 희석한 후, Nutrient Agar 배지에 100 µl씩 피펫으로 취하여 도말하고, 시험 약제를 paper disk(6mm)에 약제의 유효농도가 각각 1, 10, 100, 1,000, 2,000 µg/ml가 되도록 희석하였다. CuSO₄·5H₂O+CaO의 경우 황산동의 농도가 30%이상으로 명시가 되어있어 생석회를 포함한 60%를 유효농도로 계산하여 희석하였다. 대조두로 멸균수를 각각 50 µl씩 점적하여 건조한 후 균주를 도말한 배지에 치상하였고, 28±1°C에서 3일간 배양 한 후 생기는 저지원의 직경을 조사하였다.

표 1. Chemicals tested in this study

Groups	Chemicals	Active ingredient	Fomulation
Agricultural chemicals	Copper hydroxide	77%	WP
	Copper sulfate basic	58%, Cu.32%	WP
	Oxolinic acid	20%	WG
	Kasugamycin	10%	WG
	Oxytetracycline	17%	WP
	Streptomycin	20%	WP
	Validamycin-A	20%	WG
Inorganic compound	CaCO ₃	98%	
	CuSO ₄ ·5H ₂ O	99%	
	CuSO ₄ ·5H ₂ O+ CaO	CuSO ₄ ·5H ₂ O. 50%	
	KMnO ₄	99.3%	
	Na ₂ O · xSiO ₂	99%, xSiO ₂ . 57%	
	NaHCO ₃	99%	

2) 고추 풋마름병에 대한 작물보호제의 방제 효과 유묘 검정

In vitro 실험에서 비교적 낮은 농도에서의 처리효과가 가장 좋았던 화학약제 2종 Oxolinic acid(a.i.20%)(WG), Oxytetracycline(a.i.17%)(WP)과 친환경자재로 이용될 수 있는 무기물인 CuSO₄·5H₂O+CaO(Bordeaux mixture), CuSO₄·5H₂O(Copper salt)를 이용하여 유묘검정을 하였다. 약제 처리

전 접종균주는 비교적 병원성이 강한 CBARES 4균주를 사용하였으며, 접종 방법은 병원성 검정과 같이 수행하였다. 이 후 시험 약제를 10 $\mu\text{g/ml}$, 100 $\mu\text{g/ml}$, 1,000 $\mu\text{g/ml}$, 10,000 $\mu\text{g/ml}$ 의 농도로 희석하여 접종직후에 15ml씩 관주처리를 하였고, 3반복으로 처리하였다. 이 후 30°C Growth chamber에 광주기와 암주기를 각각 16시간 8시간으로 번갈아 주며 3주 동안 발병 정도를 조사하였다. 조사기준은 개체별 발병 정도를 그림 1과 같이 0: 전혀 병징이 없는 것, 1: 1개의 잎이 시듦, 2: 잎 수의 반 정도가 시듦, 3: 거의 모든 잎들이 시듦, 4: 완전히 시듦거나 말라 죽은 것으로 기준을 두었다.

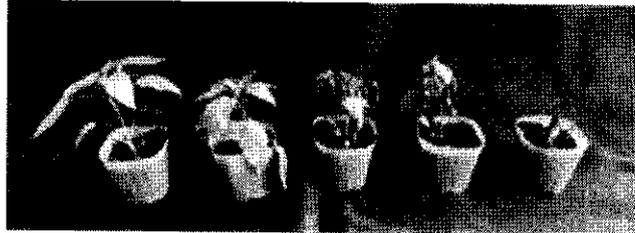


그림 1. 고추꽃마름병 발병도.

0: 병징 없음, 1: 1개 잎 시듦, 2: 잎 50% 시듦, 3: 모든 잎 시듦, 4: 완전히 시듦거나 마름

Ralstonia solanacearum 감염 여부를 조사하기 위해 줄기 지제부 상단 1cm 정도 부분을 절단하여, 껍질을 제거하고 유관속 부위가 포함 되도록 (5 × 5 mm) 잘라 1.5ml tube에 1ml 멸균증류수와 함께 넣은 다음 1분간 Vortexing하였다. 이후 m-SMSA 배지를 이용하여 3분원 도말법으로 분리 한 후, 28±1°C에서 3일간 배양하고, *Ralstonia solanacearum*의 특징적인 콜로니를 Nutrient Agar(NA; difco) 배지에 옮겨 다시 28±1°C에서 3일간 배양하여 분리하였다. 분리된 병원균에 대한 동정은 세균과 곰팡이에 대해 각각 16s rDNA, ITS 영역 DNA sequencing을 분석한 후 BLAST database을 통해 동정하였다.

3) 고추 꽃마름병에 대한 작물보호제의 방제 효과 포장 검정

고추꽃마름병 상습발병지이며 꽃마름병이 고르게 발생하는 충북 음성군 금왕읍 용계리에 위치한 비닐하우스에서 2014년에 실험을 실시하였다. 시험 품종은 유묘 검정과 2013년 꽃마름병 상습발생지 2개소에서 병 발생이 많았던 홍진주품종을 5월 9일에 정식하였다. 약제는 유묘검정에서 효과가 좋았던 Oxolinic acid(ai.20%, WG)와 Oxytetracycline(ai.17%, WP)를 처리하였다. 농도는 약제별로 다른 세균병에 등록되어있는 추천 농도와 유묘 검정을 하였을 때 가장 효과가 좋았던 1,000 $\mu\text{g/ml}$ 으로 처리하였으며, 각각 발병 전처리와 발병 후처리로 나누어 발병 전 처리는 정식 후 10일 뒤인 5월 19일부터, 발병 후 처리는 포장 내에서 꽃마름병이 최초로 발생한 3회 처리 후인 6월 10일부터 약제를 처리하였고, 무처리구를 대조구로 하였다.

다. 고추꽃마름병 저항성 품종 선발

1) 고추 꽃마름병 상습발생지에서 고추 시판 품종의 내병성 평가

고추 꽃마름병이 매년 발생하는 상습발생지에서의 고추 시판 품종의 내병성 정도를 조사하였다. 시험 포장은 충북 음성군 금왕읍 용계리에 위치한 비닐하우스와 충북 청주시 미원면에 위치한 노지포장으로 고추꽃마름병 평균 발생율이 15~80% 정도인 상습발생지이다. 시험품종은 시판회사에서 꽃마름

병에 대한 내병성이 있는 것으로 표시한 품종들과 감수성인 것으로 알려진 품종을 포함한 32품종으로 구십구점구, 거창한, 건초왕, 금강석, 금고추, 금빛고추, 기대만발, 대권선언, 대들보, 두루두루, 무한질주, 배로파, 불맛, 불세출, 빅스타, 산울림, 슈퍼금당, 슈퍼마니파, 역강홍장군, 예쁜독야청청, 왕대박, 일당백골드, 천하대세, 청양, 케이스타, 홍보석, 홍진주, PR.농가천하, PR.마니아, PR.스마트, PR.씩쓸이, PR.진검승부 품종이다. 음성 하우스 시험포장은 5월 6일, 청주시 노자포장은 5월 7일 정식하였다. 비닐하우스 시험은 난괴법으로 17주씩 3반복 실시하였고, 노지포장은 품종당 18주씩 2반복으로 실시하였으며, 시험품종의 병든포기율을 시기별로 조사하였다.

2) 고추 시판 품종의 풋마름병균에 대한 내병성 유묘 검정

고추 품종별 *Ralstonia solanacearum*에 대한 내병성 정도를 알아보기 위해 유묘에 풋마름병균을 접종하여 발병 정도를 조사하였다. 시험품종은 99.9, 거창한, 건초왕, 금강석, 금고추, 금빛고추, 기대만발, 대권선언, 대들보, 두루두루, 무한질주, 미팅고추대목, 배로파, 불맛, 불세출, 빅스타, 산울림, 슈퍼금당, 슈퍼마니파, 역강홍장군, 예쁜독야청청, 왕대박, 일당백골드, 천하대세, 청양, 카타구루마, 케이스타, 탄탄대목, 홍보석, 홍진주, PR 강쇠, PR 농가천하, PR 마니아, PR 스마트, PR 아시아, PR 싹쓸이, PR 진검승부 등 총 37품종으로 56일간 온실에서 육묘한 유묘에 풋마름병균을 접종하였다. 사용 균주는 채집 당시 포장 내에서 가장 발병이 심했던 CARES 4 균주를 이용하였다.

접종 균주는 Nutrient Agar(NA; difco)배지에 28±1°C에서 3일간 배양 한 후, Nutrient Broth(NB; difco)배지에 피펫으로 취하여 접종하였으며, 28±1°C 150rpm으로 24시간 배양하였다. 이후 세균농도를 10⁹ ml/CFU로 맞추어 희석한 후 유묘접종에 사용하였으며, 대조구로 Nutrient Broth(NB; difco)를 사용하였다. 각 품종의 뿌리에 흙을 털어내고 절단한 후 균주 배양액에 침지하였다. 이후 25공 포트를 한줄씩 질라 5주씩으로 만든 뒤 상토에 심은 뒤 배양액 10ml를 관주하였다. 이 후 30±1°C Growth chamber에 광주기와 암주기를 각각 16시간 8시간으로 번갈아 주며 2주간 배양하였으며, 3반복으로 수행하였다. 조사기준은 그림 1과 같다.

3) 고추 시판 품종의 풋마름병균에 대한 내병성 포장 검정

충북농업기술원에 위치한 온실에서 80일간 육묘한 거창한 등 35개 품종의 육묘 포트위에서 칼로 두 번 균일한 깊이로 상처를 준 다음 배양한 CBARES 4 균주를 10⁹ml/CFU로 맞추어 그림 3과 같이 희석한 배양액에 포트 채 10분간 침지한 후 품종당 15주를 3반복으로 정식하였다. 정식 후 시들음 증상을 나타내는 고추의 병든 포기율을 조사하였으며, *Ralstonia solanacearum* 감염 여부를 조사하기 위해 앞의 방법과 동일하게 재분리 및 동정을 실시하였다.

4) 고추풋마름병과 고추역병 복합내병성 품종 선발

시들음 증상을 보이는 병해 중 가장 많이 발생하는 풋마름병과 역병에 대해 동시 저항성을 가진 고추 품종을 선발하기 위해 유묘 검정을 실시하였다. 50일간 온실에서 육묘한 거창한 등 35개 품종의 뿌리를 육묘 포트위에서 커터칼로 균일하게 상처를 낸 후 역병균과 풋마름병균을 동시에 관주 처리하였다. 역병균은 시들음증상 모니터링 시험 중 분리하고 병원성을 확인한 CB198 균주를 1*10⁴spore/ml 농도로 조절하여 5ml를 관주하였고, 풋마름병균은 CBARES 4 균주를 1*10⁹cell/ml 농도로 15ml 관주하였다. 30±1°C Growth chamber에 광주기와 암주기를 각각 16시간 8시간으로 번갈아 주며 2주간 배양 후 발병을 조사하였다. 발병도 조사기준은 그림 1과 같다.

라. 고추꽃마름병 방제 기술 현장 적용

1) 고추꽃마름병 상습발생지 종합 기술 투입 효과 검정

동절기 호밀재배, 화학적 방제, 그리고 저항성 품종을 이용한 방제 기술들을 조합 처리하여 종합적 방제 효과를 검정하였다. 충북 음성외의 꽃마름병 상습발생 하우스에서 실시하였으며, 2014년 11월 중순에 그림 2와 같이 호밀을 10a당 20kg 파종하고 고추 정식 전인 4월 하순에 훈화 경운하였다. 호밀은 하우스를 그림 2와 같이 3반복으로 처리하였다. 고추 품종은 감수성인 흥진주, 중도저항성인 청양, 저항성인 구십구점구 품종의 80일 유묘를 5월 12일 정식하였다. 화학적 방제 방법으로 유묘 및 포장 검정 결과 가장 효과가 높았던 옥시테트라사이클린 170ppm을 꽃마름병 발생 초부터 7일 간격으로 4회, 50ml씩 관주하였다.

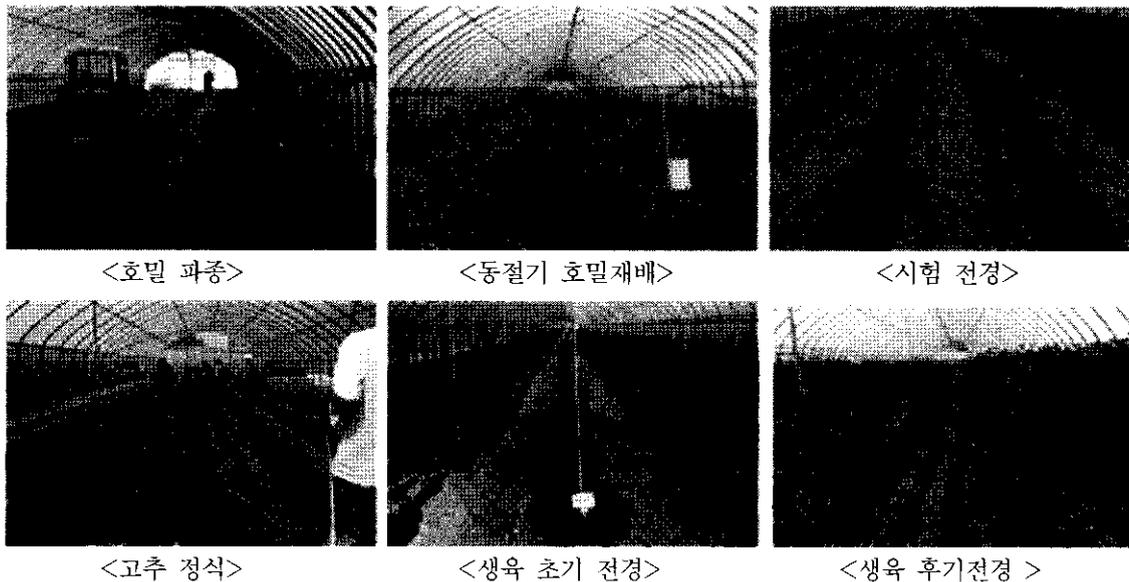


그림 2. 고추꽃마름병 상습발생지 동절기 호밀재배 및 시험 전경

2) 노지고추 꽃마름병 방제 종합 기술 투입 효과 검정

동절기 호밀재배와 저항성 품종을 이용한 방제 기술들을 조합 처리하여 노지고추 재배에서의 꽃마름병 방제 효과를 검정하였다. 충청북도농업기술원 시험 포장에서 실시하였으며, 2014년 10월 하순에 그림 2와 각과 같이 호밀을 10a당 20kg 파종하고 고추 정식 전인 4월 하순에 훈화 경운하였다. 시험 품종은 감수성인 흥진주, 중도저항성인 빅스타와 PR농가천하 품종, 저항성인 구십구점구 품종의 80일 유묘를 5월 12일 정식하였으며, 정식전 시험 품종의 육묘 포트위에서 칼로 두 번 균일한 깊이로 상처를 준 다음 배양한 CBARES 4 균주를 10⁹ml/CFU로 맞추어 그림 3과 같이 희석한 배양액에 포트 채 10분간 침지한 후 품종당 45주를 3반복으로 정식하였다. 정식 후 시들음 증상을 나타내는 고추의 병든포기율을 조사하였으며, *Ralstonia solanacearum* 감염 여부를 조사하기 위해 앞의 방법과 동일하게 재분리 및 동정을 실시하였다.

3) 노지고추 병해 종합 농약 처리체계 실증

노지고추에서 발생이 많은 탄저병, 역병, 세균성점무늬병, 풋마름병에 대한 종합 농약 처리체계를 그림 3과 같이 설정하고 충북농업기술원 고추재배포장에서 방제 효과를 검정하였다. 시험 포장의 평야지에 위치하여 육묘기부터 8월 하순까지 총 8회의 농약을 살포하는 것으로 계획하였으며, 실질적인 병해 발생 상황에 따라 살포횟수를 가감하였다. 역병감수성 품종인 왕대박을 시험품종으로 하였으며, 농가 관행 농약 처리 및 무처리와 비교하였다.

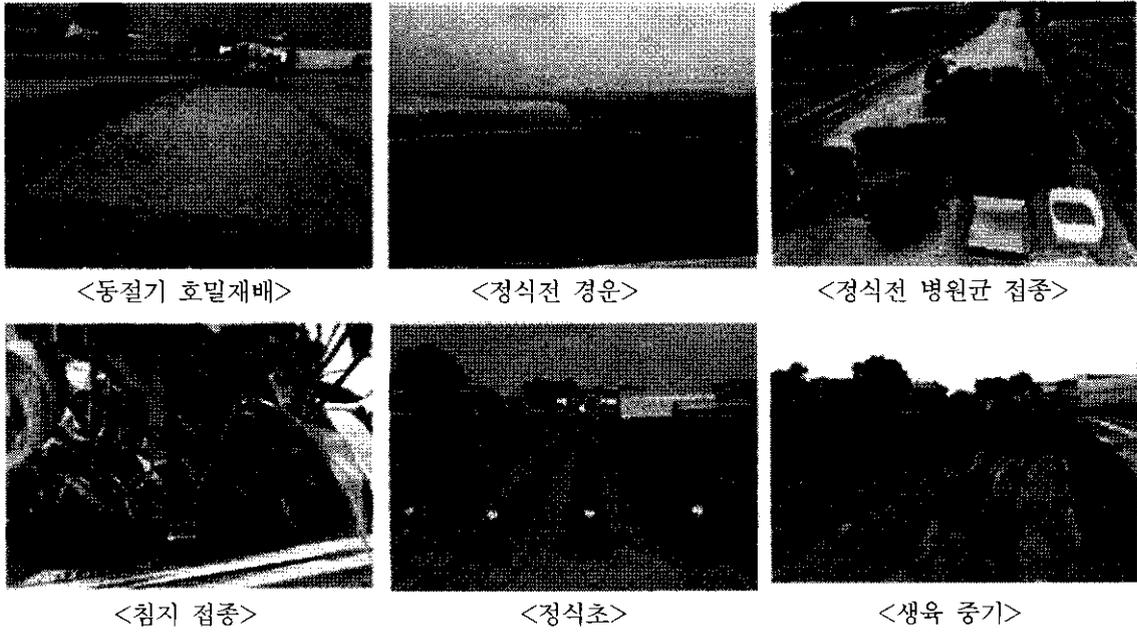


그림 3. 노지고추 동절기 호밀재배, 풋마름병균 집중 및 시험 전경

고추 병해 종합 방제 약제 처리

계절기	1월	2월	3월	4월	5월
동고령지대	방제(1회) [약제명]	방제(1회) [약제명]	방제(1회) [약제명]	방제(1회) [약제명]	방제(1회) [약제명]
평야지대	방제(1회) [약제명]	방제(1회) [약제명]	방제(1회) [약제명]	방제(1회) [약제명]	방제(1회) [약제명]

그림 4. 노지고추 병해 종합 농약 처리체계

3. 연구결과

가. 고추 시들음증 발생 모니터링 결과

표 2는 2013년 충북과 경북의 고추 주산지 64개 고추밭의 시들음 증상 발생을 조사한 결과이다. 조사한 총 64개의 고추밭 중 45개 시들음증이 발생하였으며 평균 발생율은 7.4%이었다. 추 포장에서의 시들음 증상은 그림 5와 같이 꽃마름, 도관부 변색, 지체부 갈변, 전체 포기 고사 후 황화, 뿌리 갈변 및 부패 등 매우 다양하게 나타나고 있다. 이러한 증상을 보이는 88개의 고추 시료를 수집하여 병원균을 분리한 결과, 31개의 시료에서 *Ralstonia solanacearum*가 분리되어 전체 수집 시료 중 35.3%를 차지하였다. 다음으로 많이 분리된 *Phytophthora capsici*로 12개 시료에서 분리되어 전체 시료의 13.6%이었으며, 모잘록병균인 *Pythium* sp.이 1.1%, 뿌리썩음병균인 *Fusarium oxysporum* 4.5%, 미보고 세균인 *Burkholderia* sp.가 1.1%이었다.

표. 2 2013년 고추시들음 증상 발생율

조사포장수(개)	발생 포장수(개)	평균 발생율(%)
64	45	7.4

* 조사지역 : 괴산, 음성, 영양, 안동 * 조사시기 : 6월 - 8월

표 3. 2013년 시들음 증상 고추 시료에서의 병원균 분리비율

병원균	분리균주수(개)	분리비율(%)
<i>Ralstonia solanacearum</i>	31	35.2
<i>Phytophthora capsici</i>	12	13.6
<i>Pythium</i> sp.	1	1.1
<i>Fusarium oxysporum</i>	4	4.5
<i>Burkholderia</i> sp.	1	1.1
Other	3	3.4

* 고추 시료 : 88주, 병원균 미분리 : 36주



그림 5. 고추 시들음 증상 발생 포장

표 4. 2014년 충북 고추시들음 증상 발생율과 분리균

Date	Location	No. of field with wilting pepper	Percentage of wilting pepper	No. of samples collected	No. of sample			
					<i>Ralstonia solanacearum</i>	<i>Phytophthora capsici</i>	others	ND*
6.5~12	Geosan	3	1.2	5	5	0	0	0
	Eunsung	0	0.0	0	0	0	0	0
7. 4~8	Geosan	4	0.9	4	3	0	0	1
	Eunsung	0	0.0	1	1	0	0	0
7. 30	Geosan	4	0.4	6	1	0	0	5
	Eunsung	1	0.0	5	0	0	0	5
8.12~13	Geosan	9	1.1	15	0	0	0	15
	Eunsung	5	0.3	6	0	0	0	6

* Not detected

표 4는 2014년 충북지역 괴산군 음성군의 각 10개 고추 포장을 6월부터 8월에 걸쳐 총 4회 시들음 발생율을 조사하고 병원균을 분리한 결과, 괴산지역 포장에서는 6월 초부터 시들음이 발생하기 시작하였으며 7월 말까지 수집된 시들음 증상을 보이는 거의 모든 고추시료에서 *Ralstonia solanacearum*이 분리되었다. 음성지역에서는 8월에 0.3%의 발생율을 보였으며, 병원균은 분리되지 않았다. 괴산지역에서도 7월 말부터는 거의 대부분의 시료에서 병원균이 분리되지 않아 고추 생육 후기로 갈수록 생리장해 등에 의한 것으로 생각된다.

표 5. 2014년 경북지역 고추 시들음 증상 발생율과 분리균

Date	Location	No. of field surveyed	No. of field with wilting pepper	Percentage of wilting pepper		No. of samples collected	No. of sample			
				average	range		<i>Ralstonia solanacearum</i>	<i>Phytophthora capsici</i>	others	ND
6.19-6.20	Yeongang-eup	6	6	11.9	0.0-50.0	15	13	0	0	2
	Ilwol-myeon	2	1	0.01>	0.0-0.01	2	7	0	0	0
	Cheonggi-myeon	29	3	0.1	0-1.0	7	0	0	0	7
	Waryon-myeon	15	4	0.4	0-5.0	8	0	0	2	6
Total		52	14	1.8		32	20	0	2	14

경북 영양군과 안동에 위치한 52개 포장을 6월 19일- 20일에 조사한 결과(표 5), 14개의 포장에서 시들음 증상이 관찰되었으며, 평균 발생율은 1.8% 이었다. 발생율이 50%에 달하는 포장도 있어 시들음에 의한 큰 수량 손실이 예상되었다. 32개의 시료를 채취하여 분리한 병원균을 분리한 결과, 20개의 시료에서 *Ralstonia solanacearum*이 분리되었으며, 역병균은 분리되지 않았다. 안동지역에 수집된 시료에서는 이 두 균이 모두 분리되지 않아 지역적인 차이를 보였다.

표 6. 2014년 경북지역 진단 의뢰 시료에 분리된 병원균

의뢰일	포장	발생율(%)	분석시료수	분리균의 동정 결과
6월 19일	영양1	0.1>	2	<i>Rhizobium sp.</i>
6월 19일	영양2	0.1>	3	<i>Ralstonia solanacearum</i>
6월 19일	영양3	0.5	2	ND
6월 19일	영양4	0.5	2	<i>Ralstonia solanacearum</i>
6월 19일	영양5	40.0	3	<i>Ralstonia solanacearum</i>
6월 19일	영양6	0.1>	2	<i>Ralstonia solanacearum</i>
6월 19일	영양7	0.1>	2	ND

표 6은 경북 영양에서 시들음 증상에 대한 진단을 위해 의뢰된 시료의 분리균 동정 결과 총 16개의 시료 중 10개에서 *Ralstonia solanacearum*이 분리되었으며, 2개의 시료에서 *Rhizobium sp.*이 분리되었다. 7월 전북지역에서 의뢰한 12개의 시료 중 각각 3개의 시료에서 *Ralstonia solanacearum*와 *Phytophthora capsici*가 분리되었다(표 7).

표 7. 전북지역 진단 의뢰 시료에서 분리된 병원균

의뢰일	포장	분리균의 동정 결과
7. 22	해리1, 감곡1, 태인3	<i>Phytophthora capsici</i>
	해리2, 감곡2, 신덕1, 관촌2, 태인1, 태인2	ND
	신덕2, 신덕3, 관촌1	<i>Ralstonia solanacearum</i>

표 8은 시기별로 시들음 증상이 나타나는 고추 시료에 대한 병원균 분리비율을 나타낸 것이다. 6월에 수집된 시료에서는 67.3%의 비율로 *Ralstonia solanacearum*가 분리되었고, 7월에는 41.2%, 8월에는 분리되지 않았다. 생육초기인 6월에 나타나는 시들음 고추의 주 원인은 *Ralstonia solanacearum*에 의한 것으로 추정되었다. 생육후기로 갈수록 병원균이 분리되지 않는 비율이 높아져 8월에 수집된 모든 시료에서 병원균이 분리되지 않았다. 생육후기 습해에 의한 뿌리고사 등 생리장해나 최근 줄기괴사를 일으키는 바이러스에 의한 시들음 증상도 늘어나고 있는 데 이러한 요인에 의한 것으로 생각된다. 역병균인 *Phytophthora capsici*는 7월 전북지역 진단 의뢰 시료에서만 분리되었다.

2000년과 2001년 전국 고추 주요재배지에서의 고추 역병 발생율은 43.1%와 20.6%으로 고추의 주요 토양병이었다. 그러나 2010년 8월 충북지역 역병 발생율은 0.9%에 불과하였으며, 오히려 풋마름병에 의한 시들음발생이 더 높은 것으로 나타났으며, 고추 생육 초기에는 시들음 증상을 보이는 고추의 75%에서 풋마름병균이 분리되었다(이 등, 2011). 본 연구에서도 2013년과 2014년에 시들음증상 모니터링 중 수집한 시료와 시들음증상 원인 규명을 위해 접수된 고추 시료 중 56.1%에서 병원균이 분리되었고, 분리된 병원균의 73.1%가 풋마름병균이었으며 역병균은 15.0%를 차지한 것으로 나타났다. 따라서, 최근 고추밭에서 발생하는 시들음증상의 가장 주요한 원인은 *Ralstonia solanacearum*에 의한 풋마름병인 것으로 판단되었다. 고추 역병의 경우, 저항성 품종이 상용화되어 발생량이 줄어들고 있으며, 풋마름병은 높은 이산화탄소와 고온에서 발생이 늘어나는 데(김 등, 2012; 신 등 2010), 최근 고추 생육 초기인 6월과 7월 중 고온 현상이 풋마름병 증가의 원인으로 생각되며, 앞으로 이러한 경향은 지속될 것으로 예측된다.

표 8. 2014년 시들음증상 고추에서의 병원균 분리 비율

period	No. of samples collected	Ratio of isoation			
		<i>Ralstonia solanacearum</i>	<i>Phytophthora capsici</i>	기타	ND*
June	52	67.3	0.0	5.8	32.7
July	17	41.2	17.6	0	41.2
Aug	21	0.0	0.0	0	100.0

* Not detected

나. 고추풋마름병 화학적 방제를 위한 약제 선발

1) *in vitro* 검정

R. solanacearum 균주에 대한 항생제와 동제의 생장 저해 효과를 조사하기 위해 약제가 농도별로 점적된 paper disc 주변에 형성된 저지원의 직경을 측정하였다(그림 6). 수집 또는 진단 의뢰 시료에서 분리하여 *Ralstonia solanacearum*으로 동정된 균주 중 고추 유묘에 대해 병원성이 확인된 50개의 균주에 대한 시험 약제의 생육 억제 효과는 표 9와 그림 7과 같다. Oxytetracycline에서 생육 저해 효과가 가장 높았으며, Oxolinic acid, Streptomycin, Kasugamycin 순으로 나타났다. 동제인 Copper hydroxide와 Copper sulfate basic는 저농도에서는 생육 저해 효과가 없었으며, 각각 1,000ppm과 2,000ppm에서 저지원이 생기기 시작하였다. 그리고, 표 10과 같이 무기물에 의한 풋마름병균의 생육 억제 효과는 나타나지 않았다. 그림 7은 시험에 사용한 풋마름병균 50균주의 시험약제 농도별 생장저지대를 나타낸 것이다. 풋마름병균의 약제에 대한 반응은 균주별로 매우 다양하게 나타나 약제에 대한 저항성 발현에 대한 분석이 필요하며 앞으로 포장에서의 모니터링이 필요할 것으로 생각된다.

표 9. 항생제와 동제의 농도별 *Ralstonia solanaceum*에 대한 기내 생육 억제 효과

항생제	Inhibition zone(mm)					
	0ppm	1ppm	10ppm	100ppm	1,000ppm	2,000ppm
Copper hydroxide	0.0	0.0	0.1	0.0	0.8	1.4
Copper sulfate basic	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
Kasugamycin	0.0	0.0	0.0	0.8	8.6	14.1
Oxolinic acid	0.0	0.1	2.4	10.4	17.7	19.4
Oxytetracycline	0.0	0.1	5.7	16.3	25.2	30.5
Streptomycin	0.0	0.0	1.7	7.5	14.3	18.5

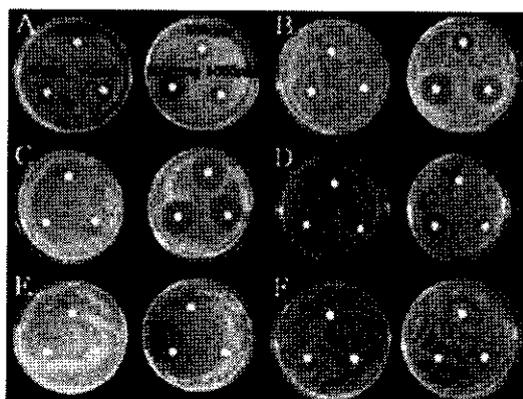


그림 6. Growth inhibition of *Ralstonia solanaceum* by chemical paper disc on NA. A. Kasugamycin, B. Oxolinic acid, C. Oxytetracycline D. Streptomycin, E. $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O} + \text{CaO}$, F. $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$

표 10. 무기물 처리에 의한 *Ralstonia solanaceum* 기내 생육 억제 효과

Materials	농도(ppm)*	평균
CaCO ₃	10	0
	100	0.00
	1000	0.00
	2000	0.00
KMnO ₄	10	0.00
	100	0.00
	1000	0.00
	2000	0.00
Na ₂ O · xSiO ₂	10	0.00
	100	0.00
	1000	0.00
	2000	0.00
NaHCO ₃	10	0.00
	100	0.00
	1000	0.00
	2000	0.00

* 14 strains 시험 * Diluted based on the active ingredient

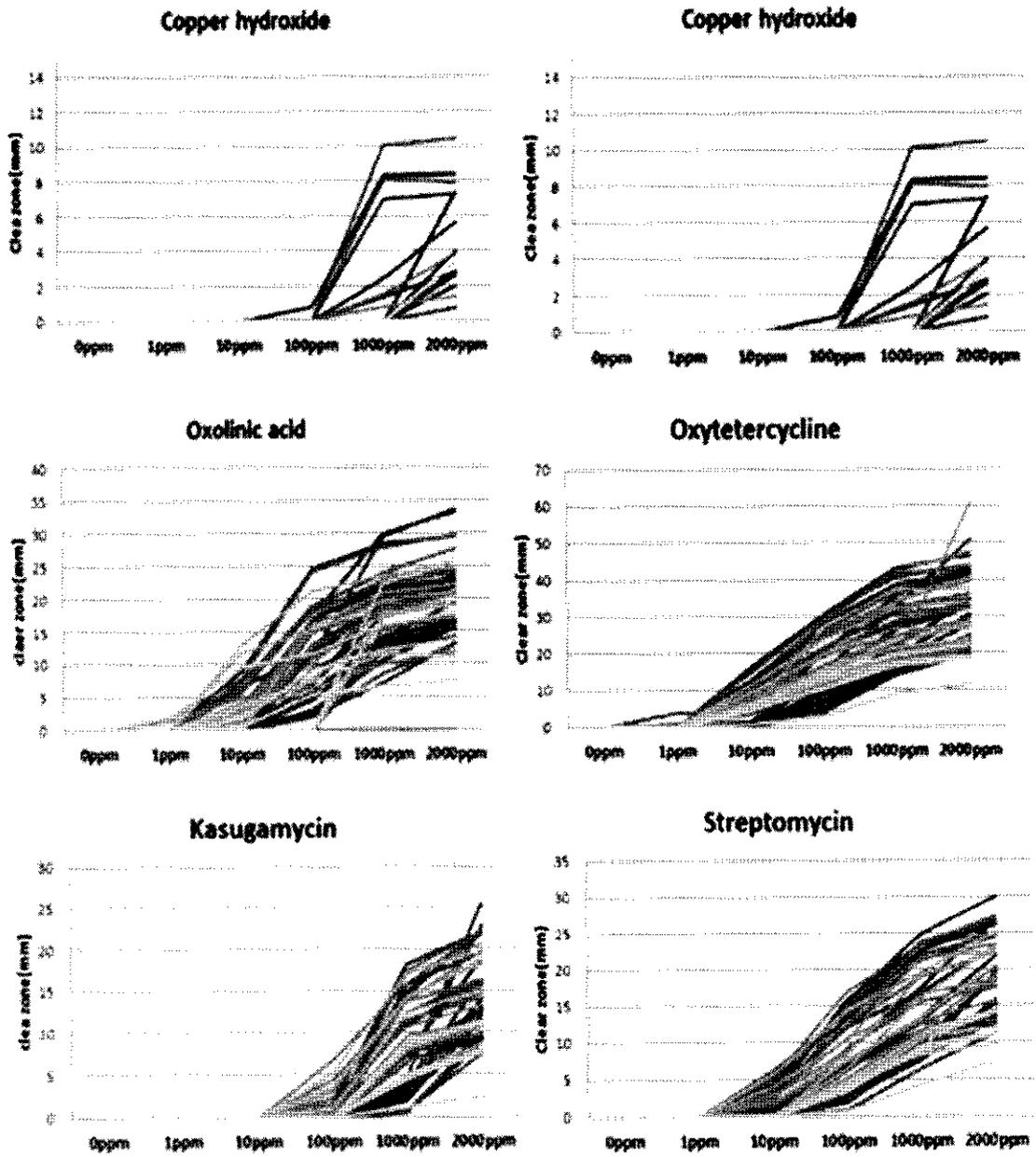


그림 7. 작물보호제의 *Ralstonia solanaceum* 수집 균주에 대한 성장 저지대

2) 고추 풋마름병에 대한 작물보호제의 방제 효과 유묘 검정

표 11은 항생제 2종과 동제 2종의 유묘 검정을 실시한 결과이다. 풋마름병균을 접종한 후 시험 약제를 농도별로 관주 처리 하였으며, 시드는 증상을 관찰하여 발병도를 조사하였다. 약제 무처리구는 처리 7일 후 발병도가 1.3이었으며, 14일 후에는 2.7, 21일 후에는 3.5로 잎의 반 이상이 시드는 증상을 보였다. Oxytetracycline은 7일 후 10ppm과 100ppm, 10,000ppm 처리구에서 발병도가 0.5이었으며, 1,000ppm 처리구에서는 병이 발생하지 않았다. 14일 후에는 10ppm과 100ppm, 1,000ppm, 10,000ppm에서 각각 3.1, 3.1, 0.7, 1.2이었다. 21일 후 조사에서는 모든 농도에서 병이 진전되어 농도별로 3.3, 3.5, 2.9, 2.3의 발병도를 보였다. Oxytetracycline 10,000ppm 처리구에서는 그림 9와 같이 약해가 발생하여 초기 발병 정도 조사에 영향을 미쳤을 것으로 생각된다. Oxolinic acid는 고농도인 1,000ppm과 10,000ppm에서는 Oxytetracycline 보다 방제 효과가 높았으며, 접종 21일 조사에서도 높은 방제 효과를 유지하였다. 그러나, 포장에 적용되고 있는 항생제의 농도가 보통 100~200ppm 정도이므로 이 등(2015)의 결과와 같이 Oxytetracycline이 더 효과적인 약제인 것으로 생각되었다. $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 와 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O} + \text{CaO}$ 는 약제처리 7일 후에는 효과가 있었으나 14일 후에는 거의 효과가 없는 것으로 나타났다. $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 10,000ppm에서는 그림 9와 같이 약해가 발생하였다.

표 11. 작물보호제의 고추풋마름병 억제 효과 유묘 검정

Materials	농도 (ppm)	Disease degree		
		DAT 7	DAT 14	DAT 21
Oxytetracycline	10,000	0.5	1.2	1.3
	1,000	0.0	0.7	2.9
	100	0.5	3.1	3.5
	10	0.5	3.1	3.3
Oxolinic acid	10,000	0.0	0.3	0.5
	1,000	0.0	0.5	0.8
	100	0.7	2.3	3.3
	10	1.2	3.3	3.9
$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	10,000	2.3	3.5	3.5
	1,000	0.4	2.4	2.9
	100	0.4	2.6	3.2
	10	0.1	2.4	2.9
$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O} + \text{CaO}$	10,000	1.0	1.9	2.4
	1,000	1.9	3.7	4.0
	100	0.0	2.6	3.2
	10	0.3	3.7	4.0
Water		1.3	2.7	3.5
Not inoculated		0.0	0.0	0.0

* Days of treatment

** 0=No symptom, 1=One leaf wilting, 2=Wilting about a half of the leaves, 3 = Wilting nearly all the leaves, 4 = Whole plant wilting or dead

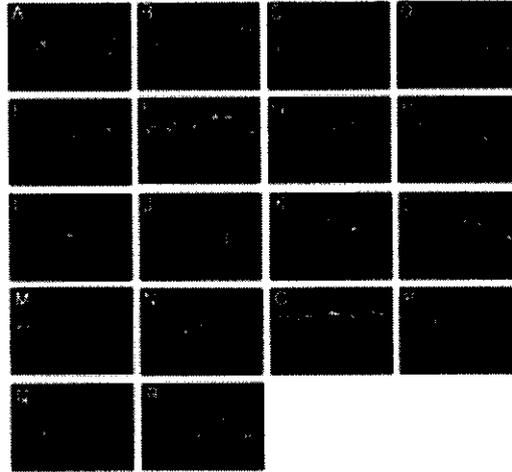


그림 8. 작물보호제 효과 유묘 검정. A~D. Oxytetracycline(A.10,000ppm, B.1,000ppm, C.100ppm, D.10ppm), E~H. Oxolinic acid(E.10,000ppm, F.1,000ppm, G.100ppm, H.10ppm), I. CuSO₄·5H₂O(I.10,000ppm, J.1,000ppm, K.100ppm, L.10ppm), M.P. CuSO₄·5H₂O+CaO(M.10,000ppm, N.1,000ppm, O.100ppm), P.10ppm, Q. Water, R. Not inoculated.

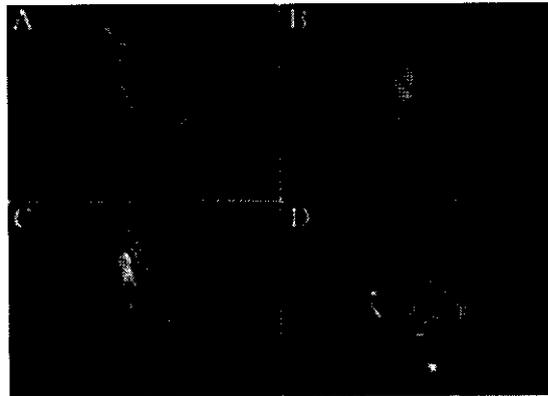


그림 9. 고추 유묘의 Oxytetracycline와 CuSO₄·5H₂O에 의한 약해 반응. A~B. Oxytetracycline 10,000ppm, C~D. CuSO₄·5H₂O 10,000ppm

3) 고추 풋마름병에 대한 작물보호제의 방제 효과 포장 검정

In vivo 검정에서 효과가 좋았던 농도인 1,000ppm과 약제 추천농도를 기준으로 시판 농약 2종의 약제 실험을 실시한 결과, Oxytetracycline (a.i.17%)(WP)의 처리가 약제처리 중 가장 높은 방제가를 보였다. Oxytetracycline(a.i.17%)(WP)의 경우에는 1,000ppm의 농도에서 발병 전 처리가 36.1, 발병 후 처리가 58.7로 발병 후 처리가 더 높은 방제가를 보였으며, 6월 18일 즉 약제 4회 처리 시까지 발병 전부터의 처리가 효과가 더 좋았지만 6월 28일에 병발생이 증가하며 발병직후 처리의 방제효과가 점점 높게 나타났다. 초기 고추 풋마름병의 발생량이 발병 전 처리가 더 낮았으나 6월 28일을 기점으로 Oxytetracycline(a.i.17%)(WP)의 발병 전 처리와 발병 후 처리의 발병량이 달라져 발병전부터 약제를 처리한 처리구에서 병 발생이 많아지기 시작하였다. 또한 Oxolinic acid(a.i.20%)(WG)의 경우 초기에는

각각 발병전처리는 200ppm의 농도에서 46.2의 방제가로 1,000ppm보다 효과가 좋았고, 발병직후처리에서 1,000ppm농도의 방제가는 49.2로 높은 방제가를 보였으나, 7월 8일인 6회 처리부터 양상이 변하기 시작하여 최종적으로 발병전 처리가 발병후 처리보다 방제가가 높게 나타났다.

꽃마름병 상습발생지에서의 실증 시험 결과에서는 Oxytetracycline(ai.17%, WP) 1,000 $\mu\text{g}/\text{ml}$ 농도의 약제처리가 가장 높은 방제 효과를 나타내었다. 유묘 검정에서 지속 효과가 좋았던 Oxolinic acid는 병 발생상습지에서 10일 간격으로 약제를 처리하였을 경우, Oxytetracycline에 비해 효과가 현저히 떨어지는 것을 볼 수 있었다. 이는 약제의 반복적인 처리가 문제가 있었을 것이라 생각되며, 토양에 뿌리가 발달하여 약제가 닿지 않는 곳까지 뻗어있어 약제가 닿기 어려웠을 것이라 예상된다. 또한, 효과가 좋았던 1,000 $\mu\text{g}/\text{ml}$ 의 농도는 등록되어있는 Oxytetracycline (ai.17%, WP)의 경우 추천농도의 6배, Oxolinic acid(ai.20%, WG)의 경우에는 5배 가량 높은 수준의 농도로 많은 양의 약제를 필요로 하지만, 실제 포장에서 처리하였을 때 방제 효과가 크지 않았기 때문에 적용하기 위해서는 약제 처리방법과 더 낮은 농도에서의 적용에 대한 연구가 더욱 필요할 것으로 생각된다. 그리고 각 약제에 명시되어있는 처리기간 및 방법에 따르면 Oxytetracycline (ai.17%, WP)은 1주일 간격으로 4회 처리, Oxolinic acid(ai.20%, WG)는 생육기중 1회 처리인 것으로 표기되어 있으나, 포장실험에서 10회 가량 처리하였으므로 약제에 대한 저항성이 생길 우려가 있는 것으로 보인다. 특히 Oxolinic acid의 경우 DNA gyrase와 DNA Topoisomerase IV에 작용하여 DNA생합성 저해를 하는 퀴놀론계 항생제로서, 작용범위가 적고, 내성발현이 빠르게 나타나는 단점이 있다(이, 2000; Jacoby, 2005). 퀴놀론계 항생제에 대한 Gram- negative 세균의 반응으로 DNA gyrase의 합성효소에 대한 손상된 부위를 우회하여 합성하는 방법으로 저항성을 얻게 되며, 접합에 의한 플라스미드의 전달로 인하여 빠르게 저항성을 획득하게 된다(Moshe, 2000). Gram-negative 세균인 *E. coli*균주에서 퀴놀론계 항생제 저항성을 보유한 세균의 플라스미드를 Transfer시켰을 때 초기 퀴놀론계 항생제인 Nalidixic acid에 대한 MIC (Minimal Inhibitory Concentration)농도가 4배나 증가하였으며, 그 이후에도 계속 MIC농도를 측정하였을 때 배양횟수가 증가할 때 마다 4배, 2배씩 증가한다는 연구결과가 있으며(Martinez, 1998), 본 실험에서 발병전 처리와 발병후 처리의 횟수차이는 3회밖에 차이가 나지 않음에도 1,000 $\mu\text{g}/\text{ml}$ 의 농도로 약제를 처리하였던 곳에서 분리한 균주의 저지원이 각각 6mm에서 0 mm로 큰 차이를 보여(표. 14) 연용 처리에 문제가 있다고 판단된다. Oxytetracycline의 경우에는 단백질 생합성 저해제로서, 1953년 이후로 Tetracycline계 항생제에 대한 약제내성이 발견된 이후부터 현재는 내성을 가진 세균이 많이 늘어나 사용에 문제점이 많이 생겨났으며, 본 실험에서 방제효과는 가장 높게 나타났으나, 실제 적용시 현지 포장에서 약제사용 빈도에 따라 적용 효과의 차이가 있을 가능성 역시 존재할 것이다(장 등, 2005). 그러나 세균의 약제에 대한 MIC농도가 증가하는 속도가 퀴놀론계 항생제보다는 느리다는 연구 결과에 따라서 Oxolinic acid 보다 조금은 더 안정적인 효과를 보여줄 것으로 기대된다(Martinez, 1998). 약제의 처리시기에 따라서는 Oxolinic acid를 발병 전에 처리하고, Oxytetracycline을 발병 직후에 처리하는 방식의 방법으로서, 병원균의 약제저항성이 생기는 것을 조금은 예방할 수 있을 것으로 생각되지만 더 다양한 약제의 실험이 이루어져야 할 것이라고 판단된다.

표 12. 고추 풋마름병 상습발생지 옥시테트라사이클린 처리 효과

Chemical	Application time	Concentration (ppm)	Control value(%)				
			18-Jun	28-Jun	08-Jul	07-Aug	27-Aug
Oxytetra-cycline	SBD*	170***	81.3	16.1	16.1	-	7.1
		1000	62.5	4.5	-	22.8	36.1
	SAD**	170	81.3	8.0	5.1	8.8	21.6
		1000	44.5	39.2	42.4	35.5	58.7

* The spray started before the disease occur,

** The spray started after the disease occur,

*** Recommended concentration of oxytetracycline in other crop.

표 13. 고추 풋마름병 상습발생지 옥소리낙에시드의 방제 효과

Chemical	Application time	Concentration (ppm)	Control value(%)				
			28-Jun	08-Jul	07-Aug	17-Aug	27-Aug
Oxolinic acid	SBD*	200***	46.2	58.0	21.1	19.2	19.6
		1000	0.0	20.4	19.0	32.1	33.8
	SAD**	200	2.5	0.0	0.0	13.4	17.2
		1000	49.2	60.4	26.4	20.8	23.8

* The spray started before the disease occur, ** The spray started after the disease occur,

*** Recommended concentration of oxolinic acid in other crop.

표 14. Growth inhibition by chemicals of *Ralstonia solanacearum* isolates from pepper in each treatment after the greenhouse experiment

Isolate per each treatment*	Inhibition zone(mm)	
	100 $\mu\text{g/ml}$	1,000 $\mu\text{g/ml}$
Oxolinic acid-SBD-200 $\mu\text{g/ml}$ **	12.1d	13.0cd
Oxolinic acid-SBD-1,000 $\mu\text{g/ml}$	0a	0a
Oxolinic acid-SAD-200 $\mu\text{g/ml}$	10.6c	12.5c
Oxolinic acid-SAD-1,000 $\mu\text{g/ml}$	5.3b	6.0b
Control	11.1cd	14.1d
Oxytetracycline-SBD-170 $\mu\text{g/ml}$ ***	13.2b	14.5b
Oxytetracycline-SBD-1,000 $\mu\text{g/ml}$	2.4a	6.5a
Oxytetracycline-SAD-170 $\mu\text{g/ml}$	19.8d	25.8d
Oxytetracycline-SAD-1,000 $\mu\text{g/ml}$	14.0bc	18.0bc
Control	16.9cd	22.0cd

* SBD = The spray started before the disease occur, SAD = The spray started after the disease occur. ** Recommended concentration of oxolinic acid in other crop. *** Recommended concentration of oxytetracycline in other crop. All data are \pm SD. Means followed by same letter in a column are not significantly different at P=0.05 by Tuket's studentized range test(SPSS IBM, 2013)



그림 10. 작물보호제의 고추풋마름병 억제 효과 포장 검정 시험 전경

A. Pepper treated with oxytetracycline B. Pepper treated with oxolinic acid. C. Pepper treated with oxolinic acid after the rye cultivation (Hongjinju cultivar(Left) and PR. Mania(Right)).

다. 고추풋마름병 저항성 품종 선별

1) 고추 풋마름병 상습발생지에서 고추 시판 품종의 내병성 평가

*Ralstonia solanacearum*은 토양 내 수 년간 생존할 수 있어(농촌진흥청, 1997), 보통 한번 발생한 포장에서는 지속적으로 피해를 주게 된다. 고추 풋마름병은 밧사미드와 같은 토양소독제 사용 외에는 마땅한 방제방법이 없으나 농가들이 실제 사용하기에는 어려움이 있다. 국내의 일부 종자 회사에서는 고추풋마름병 내병성 품종을 출시하고 있어 풋마름병 상습발생지에서 이들 시판 품종 재배로 풋마름병 발생 억제 가능성을 검토하였다. 2년 동안 계속 발생한 상습발생지에서 시험 결과, 품종별로 풋마름병 발생량에 큰 차이가 있었다(표 15, 16). 시험 품종 32종은 구십구점구와 일당백과 같이 종묘회사에서 내병성이 있는 것으로 표시한 품종과 감수성 품종, PR 농가천하와 같이 역병저항성 품종들이다. 음성지역 상습발생하우스에서는 2013년 5월 6일 정식하였으며, 건초왕, 슈퍼마니파, 왕대박품종 등에서는 발생율이 6월 2일 조사부터 풋마름병이 발생하여 점차 증가하였다. 구십구점구, PR 마니아, 대권선언, 일당백골드, PR 농가천하 품종은 발생율이 5% 이내로 높은 저항성을 나타내었다. 거창한, 예쁜독야청청, K스타, PR 스마트, 무한질주, 슈퍼금당, 청양, PR진검승부, 역강홍장군, 대들보 품종은 5.1-30% 범위로 발생하여 중도저항성을 보였으며 건초왕, 슈퍼마니파, 왕대박, 홍진주, 금강석, 금고추, 금빛고추, 두루두루, 배로파, 불세출, 천하대세, PR씩슬이 품종은 9월 발생율이 98-100%로 감수성 품종인 것으로 나타났다. 청주지역 노지재배 상습발생지에서는 음성 하우스 시험 결과와 달리 불맛, PR스마트, 슈퍼금당 품종에서 풋마름병 발생율이 2.8%로 구십구점구, 일당백골드 품종과 더불어 강한 저항성을 보였다. 포장마다 병 발생 정도가 크게 차이나는 품종도 있었지만, 99.9, PR.마니아, PR.스마트, PR.케이스타, 거창한, 대들보, 무한질주, 불맛, 슈퍼금당, 역강홍장군, 예쁜독야청청, 일당백골드 품종은 2포장 모두에서 저항성을 보였다. 또한, PR.씩슬이, 두루두루, 슈퍼마니파, 왕대박, 홍진주 품종은 두 포장 모두에서 감수성이 높게 나타났다. 그리고, 하우스 시험에서는 저항성 품종과 비저항성 품종의 병 발생량이 비교적 뚜렷하게 나타났으나, 노지포장 시험에서는 품종별 발생을 차이가 하우스보다 크지 않았으며, 8월부터 발생하는 시들음 증상에서는 풋마름병균과 더불어 역병균 등이 분리되어 풋마름병 저항성을 조사하기 어려웠다.

토마토 시판 품종의 풋마름병 저항성은 재배 조건과 토양 환경 등 병원균의 토착화 정도에 따라 병 저항성이 다르게 나타나며(Han 등, 2009), 고추에서도 토양 온도 조건에 따라 병을 일으키는 토양

서식균 농도가 달라(김 등, 2012) 재배 포장의 토양 환경에 따라 저항성은 다르게 나타날 수 있을 것이다. 그리고, *R. solanacearum*에 대한 저항성은 병원균의 분리 지역이나 환경, 병원성과 같은 균주의 특성에 따라 영향을 크게 받는다(Horita 등, 2001; Lebeau 등, 2011; Lebeau 등, 2013). 따라서, 시험 포장간의 저항성 특성의 차이는 시설과 노지간의 토양온도 등의 재배환경적 차이와 토착병원균의 병원성, 토양내 밀도 등에 의한 것으로 생각된다. 시험 포장간 차이는 존재하지만 이번 결과를 통해 풋마름병 발생으로 고추를 경작하기 힘든 재배지에서도 적절한 저항성 품종을 선택하면 안정적인 재배가 가능할 것으로 판단된다.

2) 고추 시판 품종의 풋마름병균에 대한 내병성 검정

고추 시판 35품종의 유묘에 *R. solanacearum*을 접종하여 저항성의 정도를 검정한 결과 표 17과 같이 품종별 내병성 정도가 구분되었다. 구십구점구, PR 아시아, 청양, PR 청양, 배로따 품종은 발병도가 0.0 - 1.0으로 고도의 저항성을 보였으며, 두루두루, 에코스타, 무병지대, 기대만발, PR케이스타, 불세출, 빅스타, 무한질주, PR스마트, PR씩슬이, 금빛, PR 마니아, PR 명작, 홍보석, 금고추, 거창한 등 16품종은 발병도가 1.1 - 2.0 범위로 저항성이었다, PR 농가천하, PR 무한장수, 예쁜독야청청, 대권선언, 무탄지대, 역강홍장군, PR진검승부, 금강석 품종은 발병도가 2.1 - 3.0으로 약한 저항성 품종이었으며, 슈퍼금당, 홍진주, 대들보, 슈퍼마니파, 건초왕, 왕대박은 감수성 품종으로 나타났다.

그림 15는 50일간 육묘한 고추 시판 품종에 풋마름병균을 접종하여(그림 14) 품종별 병 발생 정도를 조사한 결과이다. 풋마름병 병징은 5월 29일에 처음 발견되었고, 6월 중순부터 급격히 증가하였다. 감수성 품종인 홍진주 대비 품종별 병진전곡선하면적 기준으로 발병억제율을 계산한 결과, 표 18과 같이 구분되었다. 유묘 검정에서도 저항성이 높았던 PR 아시아, PR 청양, 금빛, 에코스타 품종에서 병 발생이 가장 적었다. 그러나, 유묘 검정에서 비교적 높은 저항성을 보였던 두루두루와 PR 싹슬이 품종은 포장 검정에서는 방제 효과가 낮게 나타났다. 또한, 유묘 검정에서 발병도가 높았던 슈퍼금당 품종은 포장 검정에서는 방제 효과가 높았으며, 상습 발생지시험에서 풋마름병이 거의 발생하지 않았던 PR 마니아 품종에서 접종 포장 검정에서는 높은 발병율을 보였다.

풋마름병과 같은 토양성 세균병은 뚜렷한 방제 방법이 없어 저항성 품종을 재배하는 것이 가장 효율적인 것으로 알려져 있다. 그러나 아직 고추 풋마름병 저항성에 관한 유전 양식에 관한 뚜렷한 정보가 상황이다. 국내의 토마토와 고추에서 분리한 풋마름병균은 race 1과 biovar 3, 4에 속한다고 알려져 있다(Jeong 등, 2007; Seo 등, 2007). race 1 균주의 저항성은 다인자에 의한 것으로 알려져 있으며 비교적 연구가 많이 시도된 토마토의 경우에도 아직까지 유전자는 규명하지 못하고 있다(이 등, 2011).

가지의 경우, *R. solanacearum*의 저항성 조절에 *RE-bw*라는 유전자가 큰 역할을 하여 Salicylic acid, ROS-scavenging 효소 활성을 증가시키고 세포벽 비후와 뿌리 부분의 리그닌 함량을 높여 물리적인 방어막을 형성하며, 도관내의 균주를 억제하는 것으로 알려져 있다(Grimault 등, 1993; Xi'ou 등, 2014).

또한 *R. solanacearum*에 대한 저항성은 병원체의 분리 지역이나 환경, 병원성과 같은 균주의 특성에 따라 영향을 크게 받으며(Horita 등, 2001; Lebeau 등, 2011; Lebeau 등, 2013), 고병원성인 *R. solanacearum* 균주는 *Popp2*라는 반응기를 가지고 있어 저항성 유전자인 *RE-bw*에 작용하여 활성을 막아 저항성을 파괴하고 병을 발생시킨다(Xi'ou 등, 2014). 즉 *R. solanacearum*에 대한 감수성은 기주내로 병원체가 침입을 하고 증식 및 이동을 얼마나 성공적으로 하는가에 따라서 달라지며, 기주의 측면으로는 얼마나 침입과 이동 및 증식을 억제하는가에 따라 저항성과 감수성이 정해진다고 생각할 수 있다.

표 15. 음성지역 하우스재배 고추 품종의 시기별 고추꽃마름병 발생율

품 종	발생주율(%)					
	5월 16일	6월 2일	6월 13일	7월 18일	8월 15일	9월 13일
거창한	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	7.8 de ¹
건초왕	0.0	27.5	54.9	92.2	100.0	98.4 ab
구십구점구	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0 e
금강석	0.0	2.0	21.6	74.5	94.1	100.0 a
금고추	0.0	2.0	11.8	70.6	100.0	98.0 ab
금빛고추	0.0	0.0	13.7	66.7	86.3	94.1 ab
기대만발	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0 de
대권선언	0.0	0.0	0.0	3.9	3.9	2.0 de
대들보	0.0	0.0	2.0	17.7	25.5	27.5 d
두루두루	0.0	5.9	17.7	88.2	98.0	98.0 ab
무한질주	0.0	0.0	0.0	2.0	3.9	13.7 de
배로파	0.0	5.9	19.6	66.7	78.4	82.4 abc
불맛	0.0	0.0	2.0	11.8	29.4	60.8 c
불세출	0.0	5.9	13.7	94.1	98.0	100.0 a
빅스타	0.0	2.0	11.8	45.1	67.7	72.6 bc
산울림	0.0	7.8	9.8	51.0	68.6	66.7 c
슈퍼급당	0.0	0.0	0.0	2.0	2.0	13.7 de
슈퍼마니파	0.0	23.5	35.3	100.0	100.0	100.0 a
역감홍장군	0.0	2.0	2.0	3.9	9.8	23.5 de
예쁜 독야청청	0.0	0.0	0.0	2.0	5.9	7.8 de
왕대박	0.0	23.5	51.0	92.2	94.1	98.0 ab
일당백골드	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0 ab
천하대세	0.0	7.8	27.5	82.4	96.1	96.1 de
청양	0.0	0.0	5.9	5.9	17.7	15.7 de
케이스타	0.0	0.0	2.0	7.8	0.0	7.8 de
홍보석	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	5.9 de
홍진주	0.0	11.8	25.5	90.2	100.0	96.1 ab
PR농가천하	0.0	0.0	0.0	5.9	5.9	3.9 de
PR마니파	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0 e
PR스마트	0.0	0.0	0.0	3.9	7.8	11.8 de
PR씩쓸이	0.0	0.0	19.6	98.0	98.0	98.0 ab
PR진검승부	0.0	0.0	0.0	2.0	13.7	21.6 de
평 균	0.0	4.1	10.7	36.0	42.9	46.5

¹DMRT 5%



그림 11. 고추꽃마름병 상습 발생 하우스 고추 품종 내병성 평가 시험 전경

표 16. 청주지역 노지재배 고추 품종의 시기별 고추꽃마름병 발생율

품종	발생주율(%)			
	5월 15일	6월 14일	7월 1일	7월 26일
거창한	0.0	0.0	5.6	8.3
건초왕	0.0	2.8	11.1	25.0
구십구점구	0.0	0.0	0.0	2.8
금강석	0.0	2.8	16.7	36.1
금고추	0.0	2.8	19.4	52.8
금빛고추	0.0	0.0	2.8	25.0
기대만발	0.0	2.8	0.0	36.1
대권선언	0.0	2.8	8.3	30.6
대들보	0.0	0.0	0.0	13.9
두루두루	0.0	5.6	2.8	55.6
무한질주	0.0	0.0	0.0	16.7
배로마	0.0	0.0	0.0	19.4
불맛	0.0	0.0	2.8	2.8
불세출	0.0	0.0	8.3	41.7
빅스타	0.0	0.0	5.6	13.9
산올림	0.0	0.0	11.1	58.5
슈퍼금당	0.0	0.0	0.0	2.8
슈퍼마니따	0.0	8.3	30.6	69.4
역감홍장군	0.0	0.0	0.0	11.1
예쁜 독야청청	0.0	0.0	2.8	16.7
왕대박	0.0	8.3	16.7	52.8
일당백골드	0.0	0.0	0.0	5.6
천하대세	0.0	0.0	5.6	25.0
청양	0.0	0.0	2.8	25.0
케이스타	0.0	0.0	0.0	13.9
홍보석	0.0	0.0	2.8	33.3
홍진주	0.0	2.8	11.1	50.0
PR 농가천하	0.0	0.0	2.8	22.2
PR 마니따	0.0	0.0	2.8	16.7
PR 스마트	0.0	0.0	0.0	2.8
PR 싹쓸이	0.0	0.0	13.9	66.7
PR 진검승부	0.0	0.0	5.6	33.3
평균	0.0	1.2	6.0	27.7



그림 12. 고추꽃마름병 상습 발생 노지 고추 품종 내병성 평가 시험 전경

표 17. 유묘 검정에 의한 고추 품종별 풋마름병에 대한 내병성 정도

발병도	0.0 - 1.0	1.1 - 2.0	2.1 - 3.0	3.0 - 4.0
품종	구십구점구	두루두루	PR 농가천하	슈퍼금당
	PR 아시아	에코스타	PR 무한장수	홍진주
	청양	무병지대	예쁜독야청청	대들보
	PR 청양	기대만발	대권선언	슈퍼마니마
	베로따	PR케이스타 불새출	무탄지대	건초왕
		빅스타	역강홍장군	왕대박
		무한질,	PR진검승부	
		PR스마트	금강석	
		PR쌩슬이		
		금빛		
		PR 마니아		
		PR 명작		
		홍보석		
		금고추		
		거창한		
계	5	16	8	6

* 35 시판품종 검정, 50일 묘, 접종 14일 후 발병도 조사

* 발병도: 0: 병징 없음, 1: 1개 잎 시듦, 2: 잎 50% 시듦, 3: 모든 잎 시듦, 4: 완전히 시들어 마름

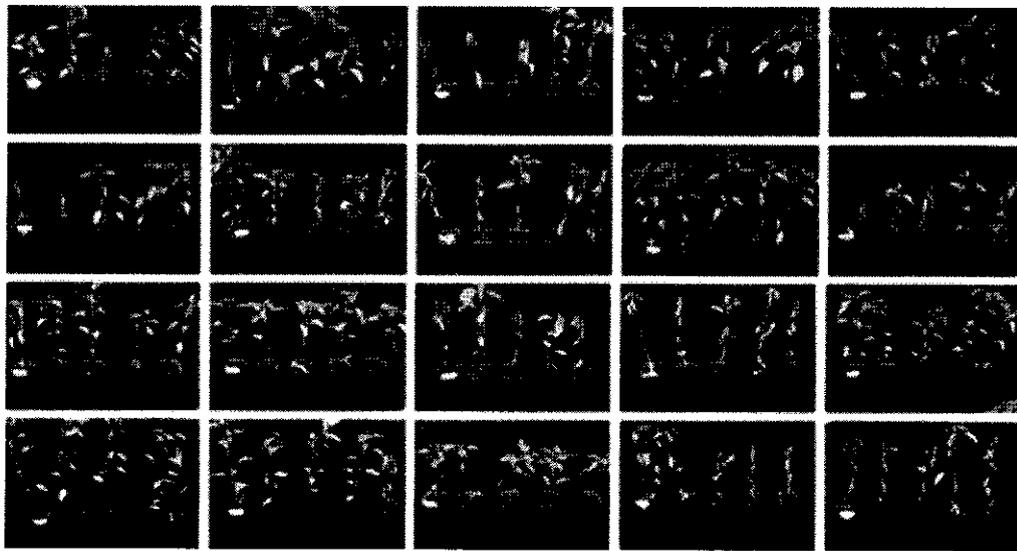


그림 13. 고추 시판 품종의 풋마름병균에 대한 내병성 유묘 검정 시험.

0: 병징 없음, 1: 1개 잎 시듦, 2: 잎 50% 시듦, 3: 모든 잎 시듦, 4: 완전히 시들어 마름

본 연구에서는 풋마름병 상습발생지에서의 저항성 검정과 고추 유묘 뿌리에 상처를 내고 병원균을 인공 접종한 후 유묘 검정 및 포장 검정을 했을 경우 모두 일부 품종에서는 저항성 정도가 다르게

나타났다. 토마토 풋마름병의 경우, 접종방법, 토마토 생육시기, 접종농도, 접종 후 재배 온도 등에 따라 저항성 정도가 다르게 나타난다고 알려져 있으며(이 등, 2009), 병원균의 병원성 특성에 의해서도 다르게 나타날 수 있다. 본 연구에서 분리한 병원균의 병원성도 균주마다 매우 다르게 나타나(자료 미제시), 자연 접종과 인공 접종시 병원균의 병원성과 상처 발생에 따른 물리적 저항력에 차이가 생기게 된다. 또한, 접종 후 재배 환경에 따라 병원균의 증식 정도가 달라져(Tran 등, 2010), 온도가 상대적으로 병원체의 생육 적온에 오래 있었을 때 기주 내로 침입하는 균주나 기주안의 균주나 증식이 활발해질 것이다. 재배환경에 따라 시험품종의 고유의 특성에 따른 포장 적응력도 병 저항성에 영향을 줄 수 있다. 따라서, 풋마름병 저항성 품종의 개발은 포장에서의 검정과 더불어 병저항성 관련 마커의 개발 및 활용이 이루어져야 할 것이다.



<A> <C>

그림 14. 고추 시판 품종의 풋마름병균에 대한 내병성 포장 검정 시험 전경. A 병원균 접종, B 포장 전경

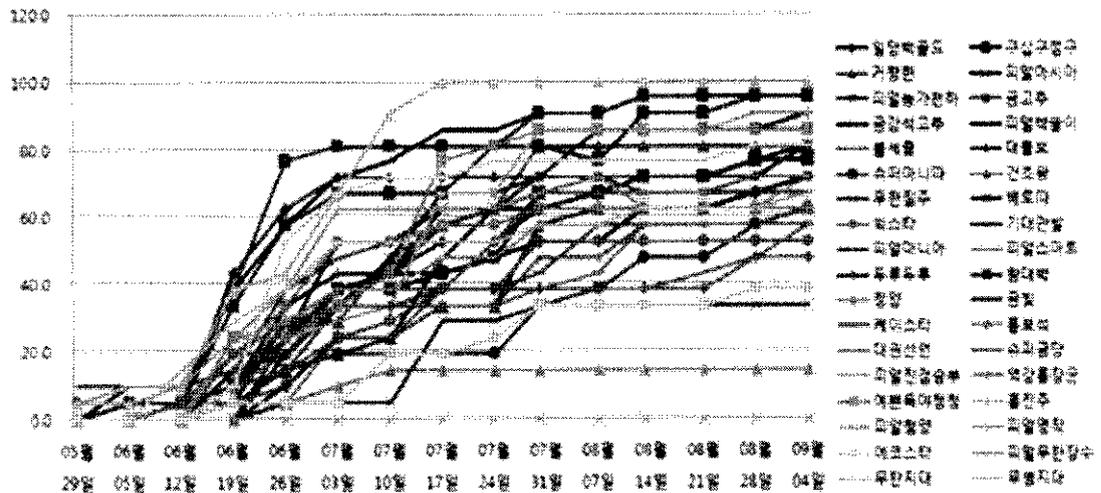


그림 15. 고추 시판 품종별 풋마름병 병진전곡선

표 18. 풋마름병 진전곡하면적 기준 방제율(감수성 품종 홍진주 대비)

발병억제율 (%)	80.1 - 100	60.1 - 80.0	40.1-60.0	20.1 - 40.0	0.0-20.0
품종	PR 아시아, PR 청양, 금빛, 에코스타	금고추, 슈퍼금당, 거창한, 케이스타, 빅스타, 불세출, PR 스마트, 구십구점구, 기대만발,	역강홍장군, 대권선언, 대들보, PR 명작, 건초왕, 무한질주, 금강석, 배로따, PR 농가천하	홍보석, PR 진검승부, 무탄지대, 예쁜독야청청, PR 마니아, PR 무한장수, 무병지대	왕대박, 두루두루, PR 썩쓸이, 슈퍼마니따, 홍진주
계	4	9	9	7	5

3) 고추풋마름병과 고추역병 복합내병성 품종 선발

시들음 증상은 발생 환경이나 병 진전에 따라 육안 진단이 어려워 실제 농가에서는 원인 병해에 따라 적절한 품종을 선택하는데 어려움이 있어 가장 비중이 높은 풋마름병과 역병에 대하여 복합 내병성을 가진 품종의 선발하였다. 고추 유묘에 풋마름병균과 역병균을 동시에 접종한 후 발병도를 조사한 결과(그림 16, 표 19), PR아시아, PR케이스타, PR청양, 배로따, PR금고추, 무한질주, 구십구점구, 불세출품종이 저항성이었다.

표 19. 풋마름병균과 역병 동시 접종 후 품종별 발병도

발병도	0.0 - 1.0	1.1 - 2.0	2.1 - 3.0	3.0 - 4.0
품종	PR아시아	PR케이스타 PR청양 배로따 PR금고추 무한질주 구십구점구 불세출	두루두루 PR썩쓸이 PR진검승부 역강홍장군 거창한 슈퍼금당 PR농가천하 빅스타 홍진주 무병지대 PR스마트	청양 예쁜독야청청 기대만발 홍보석 에코스타 대들보 금빛 건초왕 슈퍼마니따 왕대박
계	7	10	7	10

* 풋마름병균과 역병균 동시 접종 유묘 검정, 접종 14일 후 조사

* 발병도. 0: 병징 없음, 1: 1개 잎 시들, 2: 잎 50% 시들, 3: 모든 잎 시들, 4: 완전히 시들어 마름

* 접종방법 : 뿌리 상처낸 후 역병균 1*10⁴유주자/ml 5ml 관주, 풋마름병균 1*10⁶CFU/ml 10ml 관주



그림 16. 고추꽃마름병과 고추역병 복합내병성 품종 선발 시험 전경

라. 고추꽃마름병 방제 기술 현장 적용

1) 고추꽃마름병 종합 기술 투입 효과 검증

토양전염병의 경우, 저항성 품종을 선택하여 재배하는 것이 가장 바람직한 방법으로 알려져 있으며 (김 등, 2002), 본 연구의 결과로도 저항성 품종의 선택으로도 방제가 가능한 것으로 생각되었다. 그러나 농가 입장에서는 재배하기 쉽고, 무엇보다 소비자의 기호에 맞는 특성을 가진 품종을 선택하게 된다. 따라서 감수성 및 중도저항성 품종에 대해서는 농업 현장에서 적용할 수 꽃마름병 방제 기술이 필요하다.

호밀은 식물체가 푸른 때 토양에 넣어주는 화학비료를 대체할 수 있는 녹비작물로 녹비작물은 토양 물리성인 공극율과 용적밀도를 감소시켜 표토의 물리성 변화를 주며, 특히 토양환원시 표토에 주로 투입이 되어 표토에서의 효과가 뚜렷하다(전 등, 2010; 장 등, 2007). 그리고 대부분의 작물의 뿌리에 공생하며, 양분의 흡수, 성장, 번식에 도움을 주는 AMF (arbuscular mycorrhizal fungi)의 증가로 토양입단화가 촉진되고 토양내 유기물 함량이 증가되는 것으로 알려져 있다(전 등, 2010). 호밀은 토양 환경 개선 효과뿐만 아니라, 토양전염성 병해 방제에도 효과적인 것으로 알려져 있는데, 참깨의 시들음병과 역병, 감자의 가루더덩이병과 무름병, 배추의 뿌리마름병과 마름병의 발생 억제에 효과가 있다 (남 등, 2007; 장 등, 2007).

본 연구에서는 꽃마름병에 대한 저항성이 다른 세 품종에 대해 녹비작물인 호밀을 동절기에 재배하여 고추 정식전에 경운처리하여 그 효과를 검토하였다(그림 2). 그리고, 화학적 방제제로 선발된 옥시테트라사이클린 관주 처리를 조합하여 종합적 방제 효과를 충북 음성의 꽃마름병 상습발생 하우스에서 실시하였으며 그 결과는 그림 17과 그림 18과 같다. 강한 저항성 품종으로 규명된 구십구점구품종에서는 모든 처리시험기간 동안 병이 발생하지 않았다(결과 미제시).

감수성 품종인 홍진주품종 무처리구에서는 6월 10일 처음 꽃마름병이 발생하기 시작하여 7월 29일에는 66.6%의 발생율을 보였다. 포장에서 처음 발병이 시작된 6월 10일부터 옥시테트라사이클린 170ppm을 7월 간격 4회 관주한 처리에서는 7월부터 증가하기 시작하여 7월 하순에는 49.1%의 발생율을 보였다. 동절기에 호밀을 재배한 처리구에서도 7월부터 병 발생이 증가하여 7월 하순 32%가 발생하였으며, 호밀재배와 옥시테트라사이클린 관주 동시 처리구에서는 7월 하순 발생율이 18.0%로 가장 낮았다. 중도저항성인 청양품종 무처리구에서는 6월 17일 처음 병이 발생하기 시작하여 7월 하순 발생율이 17.3%이었으며, 옥시테트라사이클린 처리구에서는 1.3%, 그리고 호밀처리구와 호밀과 옥시테트라사이클린 동시 처리구에서는 꽃마름병이 발생하지 않았다. 충북지역에서는 보통 7월 중하순부터 고추 수확을 시작하므로, 7월 하순까지 발생한 꽃마름병은 수확을 할 수 없게 되어 큰 피해를 주게 된다. 이 시험에서 감수성 품종인 홍진주의 경우 7월 하순의 발생율이 66.6%에 달하였으나 호밀재배와

약제 관주, 이 두가지의 동시 처리를 통해 각각 73.5%, 40.4%, 86.5%의 방제 효과가 있었다(그림 19). 동절기 호밀재배에 의한 높은 방제 효과는 토양 물리성의 개선, 토양화학성 및 토양미생물 상의 변화, AMF의 증방가 등 다양한 요인으로 생각되어지나 앞으로 원인 분석에 대한 연구가 필요하다고 생각된다. 화학적 방제제인 옥시테트라사이클린은 포장 적용시 40.4%의 방제 효과를 보여 방제 약제로는 미흡하지만 호밀과 동시에 하였을 경우 86.5%의 방제 효과를 보였다. 그러나, 동절기 호밀재배와 동시에 처리하였을 때 표층 토양으로 약제 침투가 용이하여 약제 효과의 상승을 기대하였으나, 이 연구에서는 뚜렷한 결과를 보이지 않았다. 중도저항성인 청양 품종에서는 옥시테트라사이클린 관주처리에서도 96.6%의 높은 방제 효과가 있었으며 호밀처리와 호밀·옥시테트라사이클린 동시처리에서는 100%의 방제 효과가 나타났다. 풋마름병 상습발생지에서의 종합적 검토 결과, 품종 선택에 따라 병 발생은 큰 차이가 나고, 품종에 따라 호밀재배, 약제처리 등의 효과가 다르게 나타났다.

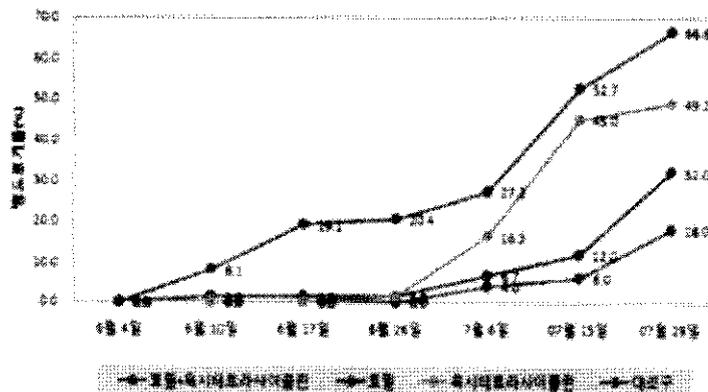


그림 17. 고추풋마름병 감수성 품종(홍진주)의 병진전 곡선. 발생직후 항생제 관주처리 : 옥시테트라사이클린 170ppm, 10일 간격 4회, 동절기 호밀재배 후 정식전 혼화 경우

노지재배 고추에서도 품종별 동절기 호밀재배 효과를 검정하였는데, 그림 3과 같이 10월 중호밀을 파종하였고, 정식전 풋마름병균을 접종한 후 식재하였다. 저항성품종인 구식구점구는 대조구에 6월 12일 병 발생이 시작되어 7월 10일 23.3% 발생하였으며, 호밀재배처리구에서는 10.0% 발생하여 호밀재배에 의해 57.1%의 감소 효과가 있었다. 중도저항성 품종인 빅스타는 대조구에서 38.3%, 호밀재배구에서 25.0%가 발생하여 34.7%의 병 억제 효과를 나타내었다. 감수성 품종인 홍진주와 PR농가천하 품종의 경우, 6월 2일에는 PR농가천하 품종 54.5%, 홍진주 56.3%의 억제 효과가 있었으나 7월 10일에는 호밀재배구에서 각각 81.7%, 93.3% 발생하여 대조구와 비슷한 발병율을 보였다. 이 시험은 병원성이 강한 균주를 뿌리에 상처를 낸 후 접종하여 효과를 검정하였는데, 모든 품종에서 동절기 호밀재배로 풋마름병 발생이 줄어들었으며, 품종의 풋마름병 저항성이 높을수록 병 억제 효과는 높아졌다.

고추재배포장에서 고추풋마름병 종합 기술 투입 효과 검정 결과, 저항성 품종을 선택하여 재배하거나 동절기 호밀재배를 통해 큰 경제적으로 손실없이 고추를 생산할 수 있을 것으로 생각되었다.

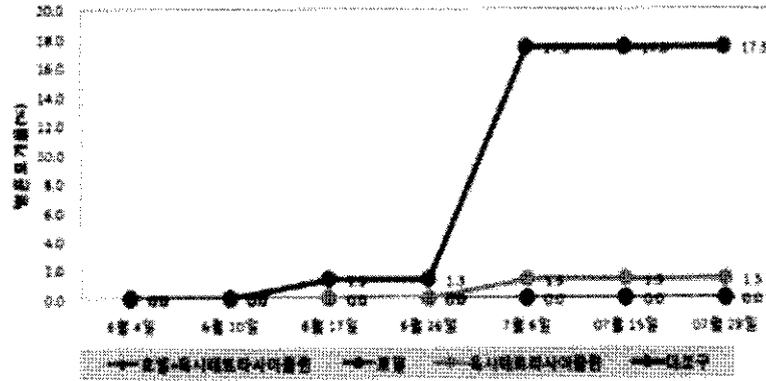


그림 18. 고추풋마름병 중도저항성 품종(청양)의 병진전 곡선

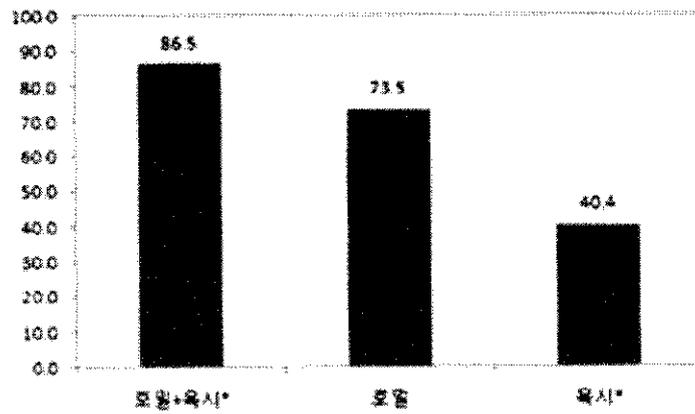


그림 19. 고추풋마름병 감수성 품종(홍진주)의 병진전곡선하면적 기준 방제가(%)

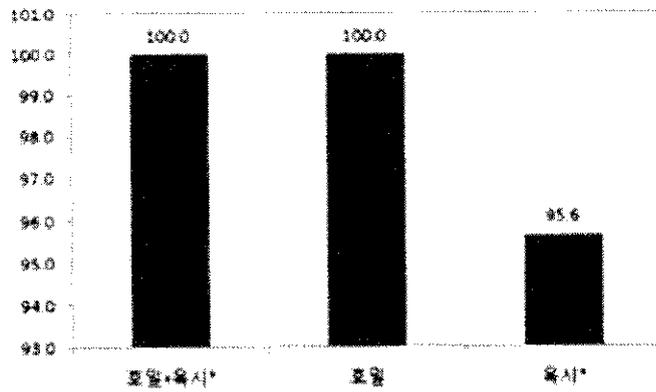


그림 20. 고추풋마름병 중도저항성 품종(청양)의 병진전곡선하면적 기준 방제가(%)

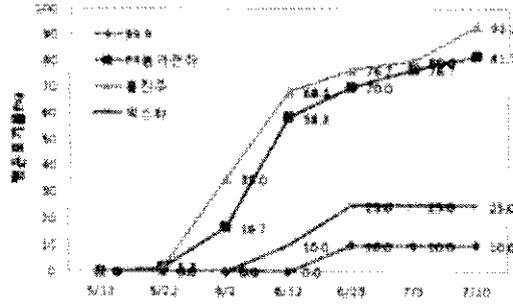


그림 20. 동절기 호밀재배 처리구 풋마름병 발생률(%)

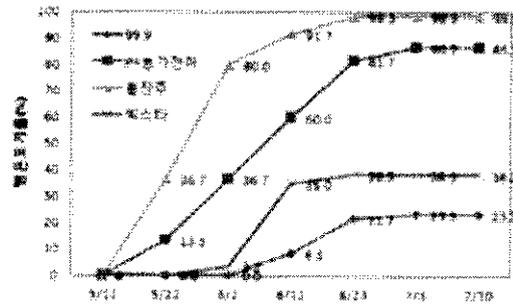


그림 21. 동절기 호밀재배 무처리구 풋마름병 발생률(%)

3) 노지고추 병해 종합 농약 처리체계 실증

노지고추에서 발생하는 주요 병해인 탄저병, 역병, 세균성점무늬병에 대한 종합 농약 처리체계를 그림 4와 같이 설정하고 충북농업기술원 고추재배포장에서 방제 효과를 검정한 결과, 조사 대상 병해인 역병과 세균성점무늬병이 무처리구를 포함한 모든 처리구에서 발생하지 않았다. 고추탄저병은 그림 22와 같이 6회의 농약 살포로 0.2%의 발생률을 보여 관행 대비 84.6%가 감소하였다. 이와 같은 결과를 토대로 중부 평야지역에서의 고추탄저병 처리 체계를 7월 상순과 7월 중순에 각각 보호용살균제를 살포하고, 7월 하순 보호/치료살균제 살포, 8월 상순, 8월 중순, 8월 하순에 각각 혼합살균제 (보호용+치료살균제)를 살포하는 것으로 추천하고자 한다.

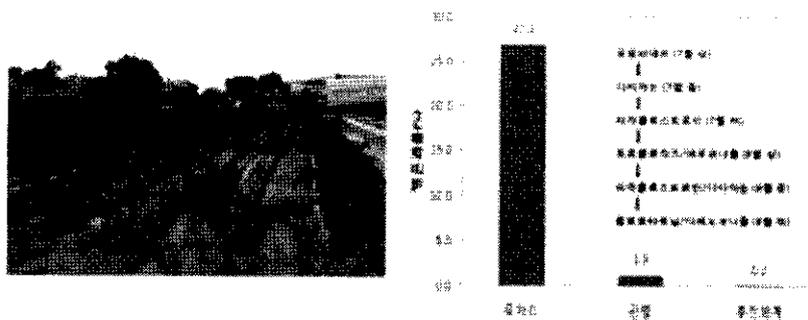


그림 22. 고추탄저병 방제 농약 처리 및 방제 효과

4. 결과요약

- 가. 2013년 충북과 경북의 고추 주산지 64개 고추밭의 시들음 증상 발생을 조사한 결과, 45개 고추 밭에서 발생하였으며 평균 발생율은 7.4%이었음. 시들음 증상을 보이는 88개의 고추 시료를 수집하여 병원균을 분리한 결과, *Ralstonia solanacearum* 31균주, *Phytophthora capsici* 12균주가 분리되었으며, 36개 시료에서는 병원균이 분리되지 않았다.
- 나. 2014년 시들음을 보이는 고추에서 병원균을 분리하여 동정한 결과, 6월에 수집된 시료에서는 67.3%의 비율로 *Ralstonia solanacearum*가 분리되었고, 7월에는 41.2%, 8월에는 분리되지 않았다.
- 다. 풋마름병균 50균주에 대한 작물보호제의 *in vitro* 효과를 검정한 결과, Oxytetracycline 에서 풋마름병균의 생장 저지 효과가 높았으며, 유료 검정 결과에서도, 옥소리닉에시드와 옥시테트라사이클린이 방제 물질로 유망하였다.
- 라. 고추풋마름병 상습발생지 기술별 투입 효과 실증 결과, 옥시테트라사이클린 1,000ppm를 발병 후부터 처리하였을 때 방제 효과가 가장 좋았으며, 동절기 호밀 재배에 의해 항생제의 방제 효과가 상승하였다.
- 마. 고추풋마름병 상습발생지 기술별 투입 효과 실증 시험 후 항생제 처리구에서 발병한 고추에서 풋마름병균을 분리하여 각각 처리 약제에 대한 기내 시험한 결과, 농도가 높고 처리 횟수가 많을 수록 약제에 대한 감수성이 떨어져 항생제 연용에 의한 약제 저항성이 발생하는 것으로 추측되었다.
- 바. 음성지역 고추 풋마름병 상습발생지에서 고추 시판 32품종을 재배하여 내병성 품종을 이용한 발병 억제 효과를 확인하였다.
- 사. 고추 시판 품종 유묘의 풋마름병균에 대한 내병성 검정 결과, 구십구점, PR 아시아, 청양, PR 청양, 배로파 등이 강한 내병성을 보였으며, 두루두루, 에코스타, 무병지대, 기대만발, PR케이스타, 불세출, 빅스타, 무한질주, PR스마트, PR씩슬이, 금빛, PR 마니아, PR 명작, 홍보석, 금고추, 거창한 등이 약한 내병성을 보였다.
- 아. 고추 시판 품종의 포장 검정 결과, PR 아시아, PR 청양, 금빛, 에코스타 품종에서 풋마름병 발생율이 작았으며, 풋마름병균과 역병 동시 접종 유료 시험에서는 PR케이스타, 무탄지대, 대권선언, PR명작, PR무한장수, PR아시아, PR청양의 발병율이 작았다.
- 자. 고추 풋마름병 상습발생지 동절기 호밀재배와 화학적 방제기술 투입 효과 조사 결과, 홍진주 품종에서는 호밀재배에 의해 73.5%, 호밀+옥시테트라사이클린 86.5%, 옥시테트라사이클린 40.4%의 방제 효과가 있었으며 청양품종에서는 호밀 재배에 의해 100.0%, 호밀+옥시테트라사이클린 100.0%, 옥시테트라사이클린 95.6%의 방제 효과가 있었다.
- 차. 노지고추 풋마름병 방제를 위한 동절기 호밀재배 효과 검정 시험 결과, 생육초기 시험한 모든 품종에서 풋마름병 발생 억제 효과가 있었다.
- 카. 노지고추 병해 종합 농약 처리 체계 실증 시험 결과 6회 농약 처리에서 관행구 대비 고추 탄저병 발생율이 84.6% 감소하였다.

5. 인용문헌

- Agrios, G. N. 2005. Plant Pathology 5th. ed. p. 647-649.
- Anith, K. N., Momol, M. T., Kloepper, J. W., Marois, J. J., Olson, S. M., & Jones, J. B. (2004). Efficacy of plant growth-promoting rhizobacteria, acibenzolar-S-methyl, and soil amendment for integrated management of bacterial wilt on tomato. *Plant disease*, 88(6), 669-673.
- Brian, E. G., Todd R. S. 2001. The viable but nonculturable stage of *Ralstonia solanacearum* may be involved in long-term survival and plant infection. *Applied and Environment Microbiology* 67(9): 3866-3872.
- Grimault, V., Prior, P. 1993. Bacterial wilt resistance in tomato associated with tolerance of vascular tissues to *Pseudomonas solanacearum*. *Plant Pathology* 42: 589-594.
- 한국작물보호협회. 2014. 작물보호제지침서
- 한국식물병리학회. 2009. 한국식물병명목록.
- 한유경, 한경숙, 이성찬, 김숙. 2011. 코퍼 하이드록사이드를 이용한 토마토 풋마름병 방제. *농약과학회지*. 15(3) : 298-302
- Han, Y. K., Min, J. S., Park, J. H., Han, K. S., Kim, D. H., Lee, J. S., & Kim, H. H. 2009. Screening of tomato cultivars resistant to bacterial wilts. *Research in Plant Disease*, 15(3), 198-201.
- Hayward, A. C. 1964. Characteristics of *Pseudomonas solanacearum*. *Journal of Applied Bacteriology* 27: 265-277.
- Horita, M. H., Tsuchiya, K. 2001. Genetic diversity of Japanese strains of *Ralstonia solanacearum*. *Phytopathology* 91: 399-407.
- Hooker, W. J. 1981. Compendium of potato diseases 1st. ed. p. 29-31
- Jacoby, G. A. 2005. Mechanism of resistance to quinolones. *Clinical Infectious Diseases* 41: S120-S126.
- 장명웅, 박인달, 김광혁, 송갑영, 김성원. 2005. 호흡기진환 환자로부터 분리된 *Mycoplasma pneumoniae*의 tetracycline과 erythromycin에 대한 저항성 변이. *생명과학회지* 15(6): 863-870.
- Jeong, Y., Kim, J., Kang, Y., Lee, S. and Hwang, I. 2007. Genetic diversity and distribution of Korea isolates of *Ralstonia solanacearum*. *Plant Dis.* 91: 1277 - 1287.
- 전원태, 성기영, 김민태, 오계정, 오인석, 강위금. 2010. 녹비작물 환원 시 Glomalin 함량에 따른 토양물리성 및 비 수량 변화. *한국토양비료학회지* 43(2) : 119-123.
- 조용섭, 박창석, 이순구, 이영근, 임춘근, 차재순, 최용철, 최재을, 허성기, 황인규. 1999. 식물세균 병학. 서울대학교출판부 p. 249, 303-307.
- Kiirika, L. M., Stahl, F., & Wydra, K. 2013. Phenotypic and molecular characterization of resistance induction by single and combined application of chitosan and silicon in tomato against *Ralstonia solanacearum*. *Physiological and molecular plant pathology*, 81, 1-12.

- 김지훈, 김성택, & 윤성철. 2012. 고추 풋마름병 예찰 모형 개발. 식물병 연구, 18(4), 361-369.
- Kim, C. H., & Kim, Y. K. 2002. Present status of soilborne disease incidence and scheme for its integrated management in Korea. *Research in Plant Disease*, 8(3), 146-161.
- 김지태, 김신덕. 2008. *Bacillus subtilis* SKU48-2 에 의한 풋마름병 발병 억제. 한국미생물·생명공학회지, 36(2), 115-120.
- Lebeau, A., Daunay, M. C., Frary, A., Palloix, A., Wang, J. F., Dintinger, J., Chiroleu, F., Wicker, E., Prior, P. 2011. Bacterial wilt resistance in tomato, pepper and eggplant: Genetic resources respond to diverse strains in the *Ralstonia solanacearum* species complex. *Phytopathology* 101:154-165.
- Lebeau, A., Gouy, M., Daunay, M. C., Wicker, E., Chiroleu, F., Prior, P., Frary, A., Dintinger, J. 2013. Genetic Mapping of a Major Dominant Gene for Resistance to *Ralstonia solanacearum* in Eggplant. *Theoretical and Applied Genetics* 126: 143-158.
- Lee, H. J., Jo, E. J., Kim, N. H., Chae, Y. and Lee, S. W. 2011. Disease responses of tomato pure lines against *Ralstonia solanacearum* strains from Korea and susceptibility at high temperature. *Res. Plant Dis.* 17: 326 - 333. (In Korean)
- 이지현, 장경수, 최용호, 김진철, 최경자. 2015. 토마토 풋마름병에 대한 효율적인 저항성 검정 방법 개발. *Research in Plant Disease*, 21(4), 291.
- Lee, K. H., Ahn, K. S., Song, M. K., Yu, S. E., Choi, M. K., Lim, S. C., Kim, H. T. 2011. Disease incidence on red pepper of chungbuk province in 2011. *식물병연구* 17: 442.
- 이승돈. 1999. 한국의 주요 식물세균병 발생 및 특성. 서울대학교 박사학위논문.
- 이수민, 곽연수, 이경희, 김홍태. 2015. 고추 풋마름병에 대한 살균제의 방제 효과. *농약과학회지*, 19(3), 323-328.
- 이연희. 2000. 퀴놀론계 항균제에 대한 내성 기전. *대한화학요법학회지* 18(2): 103-114.
- Lee, Y. H., C. W. Choi, S. H. Kim, J. G. Yun, S. W. Chang, Y. S. Kim, and J. K. Hong. 2012. Chemical pesticides and plant essential oils for disease control of tomato bacterial wilt. *Plant Pathol. J.* 28(1) : 32-39.
- 이영기, 강희완. 2013. 고추에서 분리된 *Ralstonia solanacearum* 계통의 생리, 생화학 및 유전적 특성. *식물병 연구*, 19(4), 265-272.
- 임양숙, 이문중, 정종도, 류영현, 김병수. 2008. 가지의 *Ralstonia solanacearum*에 의한 풋마름병 발생과 생리형의 분화. *식물병연구* 14(1) : 10-14.
- Martinez, M. L., Pascual, A., Jacoby, G. A., 1998. Quinolone resistance from a transferable plasmid. *The Lancet* 351: 797-799.
- Melanie Katawczik and Asimina L. Mila. 2012. Plant age and strain of *Ralstonia solanacearum* affect the expression of resistance of tobacco cultivars to gran vile wilt. *Tobacco Science* (2012) 49:8 - 13
- Moshe, G., Lea, S. B., Zvi, L. 2000. Plasmid-coded MucB protein is a DNA polymerase(pol RI) specializes for lesion bypass in the presence of MucA', RexA, and SSB. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United* 97(21): 11227-11231.

- Nam, S. Y., Kim, I. J., Kim, M. J., Kang, H. J., Yun, T., Rho, C. W., and Lee, C. H. (2007). Effects of green manure crops and rotational cropping system on growth and yield of sesame (*sesamum indicum* L.). *Korean Journal of Plant Resources*, 20(5), 404-408.
- Park, K. S., D. Paul, Y. K. Kim, K. W. Nam, Y. K. Lee, H. W. Choi, and S. Y. Lee. 2007. Induced systemic resistance by *Bacillus vallismortis* EXTN-1 suppressed bacterial wilt in tomato caused by *Ralstonia solanacearum*. *Plant Pathol. J.* 23(1) : 22-25.
- 농촌진흥청. 1997. 채소병해 원색도감
- 서상태, 박종환, 한경숙, 정승룡, 이승돈. 2007. 우리나라에 분포하는 고추와 토마토 풋마름병균 (*Ralstonia solanacearum*) 계통들의 유전적 다양성. *식물병 연구*, 13(1), 24-29.
- 서상태, 박종환, 김경희, 이상현, 오은성, 신상철. 2008. *Pseudomonas putida* P84 균주를 이용한 토마토 풋마름병의 억제. *식물병연구* 14(1) : 32-36.
- Shin, J. W. and Yun, S.C. 2010. Elevated CO₂ and Temperature Effects on the Incidence of Four Major Chilli pepper Diseases. *Plant Pathol. J.* 26(2) : 178~184.
- Tan, H., Zhou, S., Deng, Z., He, M., & Cao, L. 2011. Ribosomal - sequence - directed selection for endophytic streptomycete strains antagonistic to *Ralstonia solanacearum* to control tomato bacterial wilt. *Biological Control*, 59(2), 245-254.
- 통계청. 2010. www.kostast.go.kr
- 통계청. 2013. www.kostast.go.kr
- Tran, N. H., Kim, B. S. 2010. Influence of temperature, pathogen strain, inoculum density, seedling age, inoculation method and varietal resistance on infection of pepper seedlings by *Ralstonia solanacearum*. *Horticulture Environment and Biotechnology* 51: 95-100.
- Yun, G. S., Park, S. Y., Kang, H. J., Lee, K. Y., & Cha, J. S. 2004. Contamination Level of *Ralstonia solanacearum* in Soil of Greenhouses Cultivating tomato Plants in Chungbuk Province and Characteristics of the Isolates. *Research in Plant Disease*, 10(1), 58-62.
- Wei, Z., Yang, X., Yin, S., Shen, Q., Ran, W., & Xu, Y. (2011). Efficacy of Bacillus-fortified organic fertiliser in controlling bacterial wilt of tomato in the field. *Applied soil ecology*, 48(2), 152-159.
- Xi'ou, X., Bilhao, C., Guannan, L., Jianjun. L., Qunghua, C., Jiang, J., Yujing, C. 2014. Functional characterization of a putative bacterial wilt resistance gene (*RE-bw*) in eggplant. *Plant Molecular Biology Reporter* DOI: 10.1007/s11105-014-0814-1(Online Publish).
- Zhang, Y. S., Lee, G. J., Joo, J. H., Lee, J. T., Ahn, J. H., & Park, C. S. 2007. Effect of winter rye cultivation to improve soil fertility and crop production in alpine upland in Korea. *Korean Journal of Environmental Agriculture*, 26(4), 300-305.

6. 연구결과 활용

연도(연차)	활용구분	제 목
2013(1년차)	영농활용	고추꽃마름병 상습발생지 내병성 고추 식재에 의한 피해 경감
2013(1년차)	학술발표	고추꽃마름병에 대한 고추 주요 품종의 내병성 평가
2014(2년차)	학술발표 (국제)	Field evaluation of several antifungal bacteria for control of pepper powdery mildew caused by <i>Leveillula taurica</i>
2014(2년차)	학술발표	Chemical Control System for Major Disease and Pest on Hot Pepper Cultivated under Rain Shelter Greenhouse
2015(3년차)	정책제안	고추비가림 시설재배 지원사업 대상시설 고추 지속 안정 생산을 위한 동절기 호밀 식재 의무 부과
2015(3년차)	정책제안	고추 시들음증 경감을 위한 동절기 호밀 지원
2015(3년차)	영농활용	고추 시들음 증상 원인 분석 및 피해 경감을 위한 내병성 품종 추천
2015(3년차)	영농활용	노지고추 탄저병 효율적 방제를 위한 농약 처리 체계
2015(3년차)	영농활용	고추꽃마름병 상습발생지 품종별 동절기 호밀재배 효과
2015(3년차)	학술발표	Analysis on causal factors of wilt symptom in pepper
2015(3년차)	학술발표	Efficacy of resistant cultivar and chemicals on bacterial wilt of pepper
2015(3년차)	학술발표 (국제)	Control of pepper bacterial wilt by rye culture and chemical treatment on several pepper cultivars

7. 연구원 편성

구 분	소 속 (과/연구소)	직 급	성 명	수행업무	참여 기간
책 임 자	대추연구소	지방농업연구사	이경희	연구총괄	'13~'15
공동연구자	친환경연구과	지방농업연구관	장후봉	연구협조	'15~'15
"	"	지방농업연구사	김선국	연구협조	'14~'15
"	"	지방농업연구관	김이기	연구협조	'14~'15
"	충북대학교	교 수	김홍태	연구자문	'13~'15

과제구분	공 동	수행시기		전반기	
		연구분야	수행기간	소속 (과/연구소)	책임자
연구과제 및 세부과제					
돌발 및 주요 병해충 예찰체계 구축 및 방제법 연구		작물보호	'13~'15	대추연구소	이경희
충북지역 인삼, 오이의 돌발 및 주요 병해 예찰방법 표준화 기술 개발 연구		작물보호	'13~'15	대추연구소	이경희
색인용어	돌발병해, 돌발해충, 예찰방법				

ABSTRACT

Occurrence of cucumber disease was surveyed at Cheongju where cucumber was cultivated eco-friendly and Jincheon cultivated generally under greenhouse in Chungbuk province from 2013 to 2014. Powdery mildew and downy mildew were the most severe disease during the survey in both area. Occurrence of powdery mildew began at April in 2013 and May in 2014 and diseased leaf rate was up to 37.5% at Jincheon and 41.0% Cheongju in 2013 and 38.7% Jincheon and 99.6% Cheongju in 2014. Occurrence of downy mildew began at May in both 2013 and 2014 and diseased leaf rate was 31.5% at Jincheon and 46.0% Cheongju in 2013 and 47.1% Jincheon and 96.4% Cheongju in 2014. In 2013, scab by *Cladosporium cucumerinum* were occurred and its incidence was up to 22.8% in Cheongju and gray mold and gummy stem rot were occurred a little. In 2014, virus diseases transmitted by aphid, CMV, WMV2 and ZYMV were occurred at Jincheon area. As result of the survey, it was thought to be need the control tools against major disease of cucumber for eco-friendly cultivation. And we set up the monitoring method of powdery mildew and downey mildew through the comparison among survey methods. For effective monitoring, it was thought that it requires 2 survey sites away diagonally in same field and that these disease were surveyed by the ratio of diseased plant among 25 cucumber plant per survey site Occurrence characteristics of ginseng gray mold were surveyed in main producing areas of Chungbuk Province for developing an effective monitoring method. The survey was conducted on 3-4 ginseng fields at Eumsung from 2013 to 2015. Incidence was significantly different by year. In survey of August 2013, rate of diseased plant with gray mold occurring in stem or rhizome of ginseng was 41.0% and rate of diseased leaf with gray mold occurring in leaf of ginseng was 41.0%. And in August 2014, rate of diseased plant 7.2% and rate of diseased leaf 15.0% and in July 2015, rate of diseased plant 8.4% and rate of diseased leaf 3.0%. Gray mold in stem or rhizome showing total plant necrosis was usually began to occur at May, and in leaf showing leaf spot symptom occur at July. Incidence of gray mold in leaf showing leaf spot symptom according to monitoring methods, rate of diseased leaf and rate of diseased area was not significantly different. But incidence was significantly different depending on survey sites in the same field. As result of the survey, it was thought that it requires at least 2 survey sites away diagonally in same field and that monitoring begin at late-April for gray mold in stem or rhizome and gray mold in leaf at mid-June for effective monitoring of ginseng gray mold. The forecasting guideline of

gummy stem rot, downy mold, gray mold and powdery mildew of cucumber and gray mold of ginseng were written including characteristics of pathogen and symptom, diagnosis and control method and so on.

Keywords: cucumber, ginseng, disease occurrence, forecasting method, forecasting manual

1. 연구목적

최근 기후변화에 의한 농업 환경의 변화로 잠재하고 있던 병해충이 대발생하고, 세계화와 개방화에 의한 수입국 다변화 및 수입 품목 증가로 외래병해충의 유입 및 정착이 늘어나고 있다. 또한 친환경 농법, 유희지 등 농작물재배 및 농업 생태계 식생변화에 따라 돌발적인 병해의 발생 가능성이 높아지고 있다. 이러한 돌발적인 병해충의 발생은 정밀 감시망을 통해 미리 예측할 수 있으며 밀도가 늘어나고 넓은 지역으로 확산되기 전에 조기에 발견하고 대응할 수 있다.

현재 우리나라 병해충 예찰체계는 중앙-도-군 체계이며, 벼 등 주요 식량작물을 중심으로 농작물 예찰 요강에 따라 예찰이 이루어지고 있다. 예찰정보의 정확도를 높이기 위해서는 진단 및 예찰법이 잘 마련되어 있어야 하는데, 최근 문제가 되는 돌발 병해충과 새롭게 등장할 수 있는 병해충에 대해서는 발생 동향과 농업 환경 변화가 반영된 진단 및 예찰법이 필요하다.

이 연구에서는 충북지역 인삼과 오이 주산지에서 발생하는 병해의 종류와 발생 정도를 시기별로 조사하여 국가농작물병해충관리시스템에 입력하며, 농촌진흥청에서 발간한 “농작물 병해충 예찰 요령” 수록된 병해의 예찰방법의 적정성을 검토하여 개선하거나 새로 문제가 되거나 기존의 예찰 요강에 누락된 주요 병해의 예찰방법을 개발하고, 예찰요원이 농업 현장에서 예찰 활동시 활용할 수 있도록 병해 조사 결과를 반영하여 병해의 조사시기, 진단 및 방제 방법, 예찰방법, 사후 조치 등을 기술한 예찰지침서를 작성하고자 한다.

2. 연구방법

가. 인삼 및 오이의 병해 발생 조사

인삼에 발생하는 병해는 2013년부터 3년간 충북 음성지역에서 4월부터 9월까지 조사하였으며, 2013년에는 총 4개의 인삼 포장에서 실시하였다. 포장을 3등분한 세 구역에서 구역당 50포기를 선정하여 병든 포기율을 조사하였다. 2014년에는 3포장당 3구역 구역당 100포기를 조사하였다. 점무늬병과 탄저병 발생율은 병든잎을, 잿빛곰팡이병은 병든잎율과 병든포기율, 뿌리썩음병은 병든포기율로 산정하였다. 2015년에는 2014년과 같은 방법으로 포장당 2구역에서 조사하였다.

오이에 발생하는 병해는 2013년부터 2015년까지 충북 청주와 진천지역에서 각각 세 포장을 선정하여 포장당 2구역에서 조사하였다. 청주지역 포장은 무농약재배 포장이며, 진천지역은 일반재배 포장이었다. 오이회가루병은 2013년과 2014년에는 구역당 10포기에서 포기당 5잎 총 50잎을 조사하였으며, 2015년에는 구역당 25포기의 병든포기율을 조사하였다. 오이노균병은 2013년과 2014년에는 구역당 25포기에서 포기당 5잎 총 125잎을 조사하였으며, 2015년에는 구역당 25포기의 병든포기율을 조사하였다. 덩굴마름병, 시들음병, 바이러스병은 2013년과 2014년에는 포장당 병든포기율을 조사하였으며, 2015년에는 구역당 25포기의 병든포기율을 조사하였다. 잿빛곰팡이병은 2013년과 2014년에는 구역당

25주의 병든과율, 2015년에는 병든포기율을 조사하였다. 검은별무늬병, 세균모무늬병, 균핵병은 구역당 25포기의 병든포기율을 조사하였다.

모든 조사 병해의 진단은 1차적으로 포장에서 병징 특성을 통해 이루어졌으며, 육안진단만으로 진단이 어려울 경우에는 병원균을 분리한 후 병원균을 분리한 후 DNA-sequencing을 실시하고, 바이러스 병은 RT-PCR을 통해 진단하였다.

나. 인삼, 오이의 주요 병해 예찰방법 설정 및 개선 연구

오이노균병, 오이흰가루병과 같이 농촌진흥청 농작물 병해충 예찰 요령(2013)에 예찰방법이 수록되어 있는 병해는 기존 조사방법 대비 더 효율적인 방법을 설정하기 위해 기존 수록 방법과 몇 가지 다른 조사방법을 같은 조사 포장과 구역에서 동시에 조사하여 그 결과를 비교 분석하였다. 오이노균병은 기존 조사방법인 포장당 2구역 25포기, 포기당 5엽에 대한 병든잎율과 구역당 25포기, 10포기, 5포기에 대한 병반면적율, 병든잎율, 병든포기율을 조사하여 평균값비교 및 상관관계를 분석하였다.

인삼잣빛곰팡이병은 발생 부위에 따라 발생 시기와 피해 정도가 다르게 나타나 잎과 줄기 등 발생 부위별 예찰방법을 설정하였다. 잎에 발생하는 잣빛곰팡이병은 병든잎율과 병든면적율간의 상관관계를 분석하였다. 포장에서의 조사 위치를 정하기 위해 조사 포장을 가로와 세로로 3등분하여 9개의 분획구로 분할하여 시기별 발생율을 조사하였다. 모든 조사는 3포장 조사 결과의 평균값으로 나타내었다.

다. 인삼, 오이의 주요 병해 예찰방법 설정 및 개선 연구

인삼잣빛곰팡이병, 오이검은별무늬병, 오이노균병, 오이잣빛곰팡이병, 오이흰가루병에 대한 예찰지침서를 작성하였다. 병원균의 발생 생태에 대한 문헌조사 결과를 토대로 기술하고, 대상병해의 병징 특징을 기술하고, 조사 현장에서 수집한 시기별, 부위별 사진 자료와 유사한 병징을 가진 병해와 구분할 수 있도록 병징 비교 자료를 수록하였다. 그리고, 병해 조사 결과를 토대로 병해별 적정 조사시기, 포장내 조사구역 선정, 병해 발생을 산정방법 등을 포함하였다.

3. 연구결과

가. 충북지역 인삼의 주요 병해 발생 특성

인삼점무늬병은 *Alternaria panax*에 의한 병으로 병원균은 바람에 의하여 쉽게 전파가 이루어지며, 주로 4월 말부터 5월 말에 연약한 줄기에 바람 등에 의해 기계적인 상처가 생기는 경우에 많이 발생하는 것으로 알려져 있다(농촌진흥청, 2016). 표 1은 충북지역 음성군 금왕읍에 위치한 인삼밭에서 조사한 점무늬병 발생율을 나타낸 것이다. 2013년에는 5월 조사에서 1.3% 발생하였으며, 2014년에는 6월에만 0.1% 발생하였다. 2015년에는 6월 4.5%, 7월 3.0% 발생하여 연구기간 중 가장 발생이 많았다. 이 연구 결과에서는 인삼점무늬병은 5월에 발생하기 시작하여 7월까지 관찰되었으며, 2013년에는 5월 조사에서는 줄기의 흑갈색 병반에서 병원균을 분리하였으며, 그 이후에는 모두 잎에서 관찰되었다. 잎에는 초기에 부정형의 갈색 병반을 형성하며 엽맥을 따라 암갈색의 큰 병반을 형성하였다.

표 1. 인삼 점무늬병 발생율(%)

연도	조사시기(월)					
	4	5	6	7	8	9
2013 ¹	0.0	1.3	1.7	-	0.0	0.0
2014 ²	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	-
2015 ³	0.0	0.0	4.2	3.0	-	-
평균	0.0	0.4	2.0	1.5	0.0	0.0

¹음성지역 4포장, 포장당 3구역, 50주/구역, 병든포가울 조사 ²음성지역 3포장, 포장당 3구역, 100주/구역, 병든잎을 조사, ³음성지역 3포장, 포장당 2구역, 100주/구역, 병든잎을 조사

인삼탄저병은 *Colletotrichum gloeosporioides* 에 의한 것으로 바람에 의한 전염은 어렵고 빗물에 용해되어 물과 함께 이동하며 토양 표면에 존재하다가 빗방울 등에 의해 줄기 또는 잎으로 전염된다. 특히 장마철 이후 고온 다습한 기후에서 발생이 심한 특성이 있다(농촌진흥청, 2016). 병징은 주로 잎에서 관찰되었는 데 그림 2와 같이 연한 갈색 반점이 형성되어 진전하면서 반점 가운데가 옅은 황색으로 변하거나 흑갈색으로 변하였다. 충북지역에서의 탄저병 발생율은 표 2와 같다. 2013년에는 8월에 처음 발생하여 9월에는 발생율이 45%에 달하였다. 반면 2014년에는 7월 0.1%, 8월 1.3% 발생 하였으며, 2015년에는 6월 4.3%, 7월 3.3% 발생하였다. 인삼탄저병 발생은 강수량과 비례하여 발생하는 병으로 이 연구에서는 연차별 발생율이 큰 차이가 있었으며, 6월부터 발생하기 시작하여 후기로 갈수록 발생이 증가하였다.

표 2. 인삼 탄저병 발생율(%)

연도	조사시기(월)					
	4	5	6	7	8	9
2013 ¹	0.0	0.0	0.0	-	3.8	45.0
2014 ²	0.0	0.0	0.0	0.1	1.3	-
2015 ³	0.0	0.0	4.3	3.3	-	-
평균	0.0	0.0	1.4	1.7	1.7	45.0

¹음성지역 4포장, 포장당 3구역, 50주/구역, 병든포가울 조사 ²음성지역 3포장, 포장당 3구역, 100주/구역, 병든잎을 조사, ³음성지역 3포장, 포장당 2구역, 100주/구역, 병든잎을 조사

*Cylindrocarpon destructans*에 의한 인삼뿌리썩음병은 인삼 연작장해의 주요 원인으로 보고되어 있는 병해이다. 수확 경과 연수가 10년 이상되어도 병원균이 재분리되어(Yeon 등, 2007) 인삼재배에 가장 큰 제한 요인이다. 주요 병징은 6월경에 잎가장자리가 붉게 변하거나 잎이 안쪽으로 오므라드는 증상을 보이다가 고사하며 이와 같은 증상을 나타내는 뿌리는 끝 또는 중간 부분에 적갈색 또는 흑갈색 병반을 형성하며 뿌리의 세균이 소실되거나 적갈색으로 변색되어 부패한다. 이 시험에서는 육안

상 뿌리썩음병 유사 증상을 보이는 잎의 뿌리에서 병원균을 분리하였으나, 표 3과 같이 인삼 뿌리에서 병원균이 분리되지 않았다. 예찰을 목적으로 하는 병해 조사 특성상 육안으로 진단이 되거나 현장에서 활용 가능한 진단방법이 필요하다. 본 연구에서는 육안 관찰과 직접적인 병원균 분리를 통해 예찰을 시도하였는데 뿌리썩음병의 경우에는 어려움이 있는 것으로 생각된다. 따라서, 최근 nested PCR 기법을 이용하여 인삼 육묘로부터 병원균을 검출하는 방법(장 등, 2005) 등이 연구되고 있는 데, 인삼 뿌리썩음병의 현장 예찰에 맞는 진단 방법을 개발하는 것이 필요한 것으로 생각된다.

인삼잣빛곰팡이병은 *Botrytis cinerea*에 의해 발생하며 그림 1과 같이 발생 부위에 따라 피해 정도가 다르게 나타난다. 뇌두 나 줄기에 발생하는 경우는 4월 초 중순경에 이상 저온으로 발아한 뇌두가 동해를 받았거나 과다한 염류집적으로 출아기 장애를 받았을 때 2차적으로 잣빛곰팡이병균에 의해 감염이되며 심하면 뿌리까지 부패한다. 잎과 열매는 6월 중순이후 장마철에 발생이 많고 병든 조직표면에 잣빛의 포자가 밀생한다. 표 4는 지체부에 발생하여 포기 전체가 고사하게 되는 잣빛곰팡이병의 병든 포기율이다. 잣빛곰팡이병은 6월부터 발생하기 시작하여 후기로 갈수록 발생이 심하였다. 연차별로 발생 차이도 커서 2013년에는 8월 4.0%, 9월 65.6%에 달하였다. 잎에 발생한 잣빛곰팡이병은 표 5와 같이 줄기에 발생한 잣빛곰팡이병 발생과 비슷한 경향으로 6월부터 발생하여 후기로 갈수록 발병이 증가하고 연차별 발병율 차이가 컸다.

표 3. 인삼 뿌리썩음병 발생률(%)

연도	조사시기(월)					
	4	5	6	7	8	9
2013 ¹	0.0	0.0	0.0	-	0.0	0.0
2014 ²	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	-
2015 ³	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-
평균	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0

¹음성지역 4포장, 포장당 3구역, 50주/구역 조사, ²음성지역 3포장, 포장당 3구역, 100주/구역 조사

³음성지역 3포장, 포장당 2구역, 100주/구역 조사

표 4. 인삼 잣빛곰팡이병 병든포기율(%)

연도	조사시기(월)					
	4	5	6	7	8	9
2013 ¹	0.0	0.0	1.3	-	41.0	65.6
2014 ²	0.0	0.0	2.1	3.4	7.2	-
2015 ³	0.0	0.0	4.2	8.4	-	-
평균	0.0	0.0	2.5	3.9	24.1	65.6

¹음성지역 4포장, 포장당 3구역, 50주/구역 조사, ²음성지역 3포장, 포장당 3구역, 100주/구역 조사

³음성지역 3포장, 포장당 2구역, 100주/구역 조사

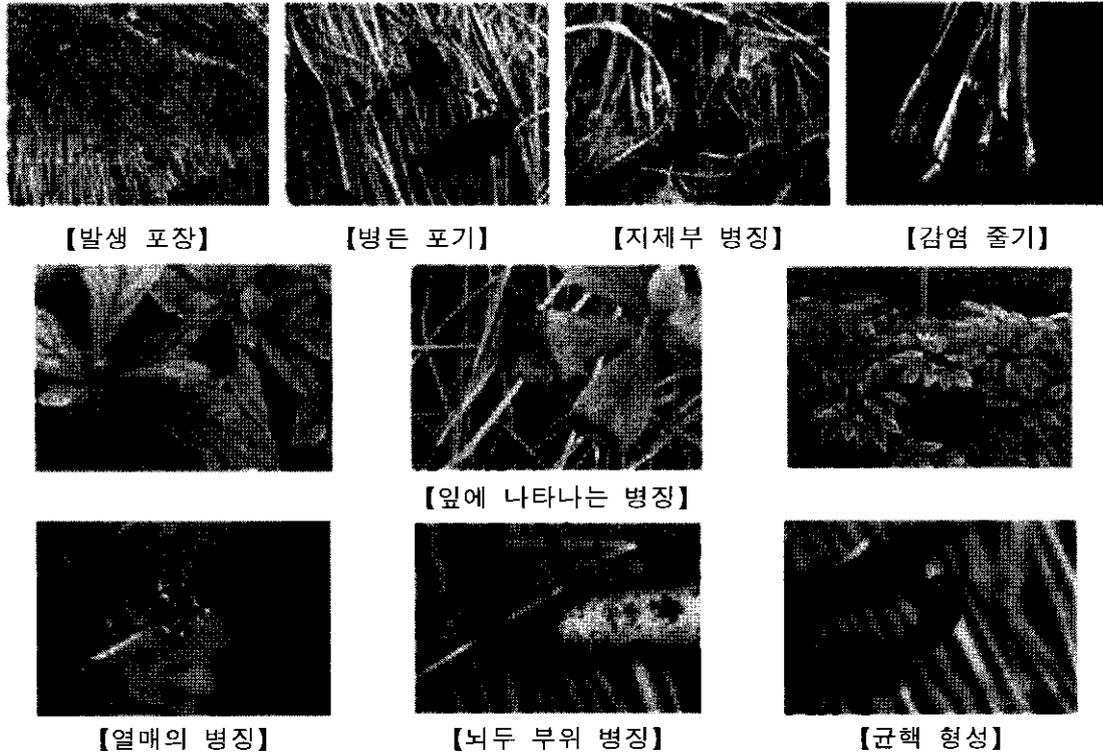


그림 1. 잿빛곰팡이병 병징

표 5. 인삼 잿빛곰팡이병 병든잎율(%)

연도	조사시기(월)					
	4	5	6	7	8	9
2013 ¹	0.0	0.0	0.2	-	24.5	32.4
2014 ²	0.0	0.0	0.1	2.2	15.0	-
2015 ³	0.0	0.0	2.3	3.0	-	-
평균	0.0	0.0	0.9	1.7	19.8	32.4

¹음성지역 4포장, 포장당 3구역, 50주/구역 조사, ²음성지역 3포장, 포장당 3구역, 100주/구역 조사
³음성지역 3포장, 포장당 2구역, 100주/구역 조사

나. 충북지역 오이의 주요 병해 발생 특성

2013년부터 3년간 충북 청주와 진천지역에서 발생한 병해는 검은별무늬병, 균핵병, 노균병, 덩굴마름병, 바이러스병, 잿빛곰팡이병, 흰가루병, 세균모무늬병 등 8종이었다. 이 중 발생율이 높은 병해는 흰가루병과 노균병이었다. 흰가루병은 그림 2와 같이 오이잎에 주로 발생하며 처음에는 잎의 표면에 작은 원형으로 나타나며 진전되면 잎 전체가 흰가루로 덮히게 된다. 진천지역에서 조사한 일반재배 농가에서는 5월부터 발생하기 시작하여 1기작재배가 끝나는 7월까지 발생이 증가하여 3년 평균 38.7%

발생하였다. 보통 7월말에 정식하는 2기작 재배에서는 정식 후 2개월에 못 미쳐 흰가루병이 19.7%나 발생하였다. 무농약재배 오이에서는 연도별로 발생시기와 발생정도가 차이가 매우 컸다. 2013년 조사에서는 4월부터 발생하기 시작하였으며, 2014년과 2015년에는 6월부터 발생하기 시작하였다. 특히 2014년에는 병 발생 시작 후 급격히 증가하여 7월 발생율이 99%에 달하여 큰 피해를 주었다.

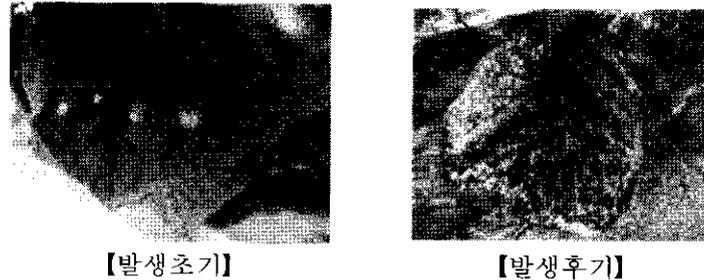


그림 2. 오이흰가루병 병징

표 6. 일반재배 오이의 흰가루병 발생율(%)

연도	조사시기(월)						
	3	4	5	6	7	8	9
2013 ¹	0.0	0.0	15.5	22.3	37.5	0.0	12.9
2014 ²	0.0	0.0	0.1	17.3	38.7	0.0	26.4
2015 ³	0.0	0.0	0.0	24.7	40.0	-	-
평균	0.0	0.0	5.2	21.4	38.7	0.0	19.7

¹진천지역 3포장, 포장당 2구역, 50일/10포기/구역, 병든잎을 조사 ²진천지역 3포장, 포장당 2구역, 50일/10포기/구역, 병든잎을 조사, ³진천지역 3포장, 포장당 2구역, 포장당 2구역, 25포기/구역, 병든포기를 조사

표 7. 친환경재배 오이의 흰가루병 발생율(%)

연도	조사시기(월)				
	3	4	5	6	7
2013 ¹	0.0	11.3	41.0	39.0	-
2014 ²	-	0.0	0.0	52.0	99.9
2015 ³	0.0	0.0	0.0	11.3	-
평균	0.0	3.8	13.7	34.1	99.9

¹청주지역 3포장, 포장당 2구역, 50일/10포기/구역, 병든잎을 조사 ²청주지역 3포장, 포장당 2구역, 50일/10포기/구역, 병든잎을 조사, ³청주지역 3포장, 포장당 2구역, 포장당 2구역, 25포기/구역, 병든포기를 조사

오이노균병은 *Pseudoperonospora cubensis*에 의해 발생하며, 그림 3과 같이 발생초기에는 잎의 앞면에 엷은 황색의 부정형 반점이 생기고 점차 엷색으로 둘러싸인 다각형 반점으로 변한다. 이 후 병 반끼리 합쳐진다. 건조할 때는 잎 전체가 안쪽으로 말리면서 고사한다. 잎 뒷면에는 서릿발 같은 곰팡이가 보이며 흰색이나 회색을 띠고 있다가 나중에 검게 변한다. 일반재배에서는 3월 정식 후 5월이나

6월부터 발생하여 1기작 후기인 7월에는 3년 평균 29.8%가 발생하였다(표 8). 친환경재배 오이에서는 일반재배보다 한 달 정도 빨리 발생하기 시작하여 7월에는 거의 모든 잎에 발생하였다. 한번 발생하면 지속적으로 발생량이 증가하는 흰가루병과 달리 노균병은 발생량의 증감이 반복되는 양상이었다. 흰가루병과 마찬가지로 친환경재배에서는 안정적재배에 큰 영향을 주는 병해로 방제에 대한 기술 개발이 시급한 것으로 생각되었다.



그림 3. 오이노균병 병징

표 8. 일반재배 오이의 노균병 발생율(%)

연도	조사시기(월)						
	3	4	5	6	7	8	9
2013 ¹	0.0	0.0	9.5	24.3	31.5	0.0	0.1
2014 ²	0.0	0.0	29.2	14.5	47.1	0.0	5.0
2015 ³	0.0	0.0	0.0	2.0	10.8	-	-
평균	0.0	0.0	13.5	13.6	29.8	0.0	2.6

¹진천지역 3포장, 포장당 2구역, 125잎/25포기/구역, 병든잎을 조사 ²진천지역 3포장, 포장당 2구역, 125잎/25포기/구역, 병든잎을 조사, ³진천지역 3포장, 포장당 2구역, 포장당 2구역, 25포기/구역, 병든포기율 조사

표 9. 친환경재배 오이의 노균병 발생율(%)

연도	조사시기(월)				
	3	4	5	6	7
2013 ¹	0.0	0.0	46.0	1.5	-
2014 ²	0.0	0.0	38.4	0.0	96.4
2015 ³	0.0	22.0	57.3	32.0	-
평균	0.0	7.3	47.2	11.2	96.4

¹청주지역 3포장, 포장당 2구역, 125잎/25포기/구역, 병든잎을 조사 ²청주지역 3포장, 포장당 2구역, 125잎/25포기/구역, 병든잎을 조사, ³청주지역 3포장, 포장당 2구역, 25포기/구역, 병든포기율 조사

*Didymella bryoniae*에 의해 발생하는 덩굴마름병은 잎, 줄기, 과실에 발생하는 것으로 알려져 있으나, 이 번 조사에서는 그림과 지체부나 줄기에 발생하여 포기 전체를 고사시키는 병징을 보였다. 병반상에는 병자각인 검은점이 형성되었다. 일반재배 오이에서는 6-7월에 발생하였으며, 해에 따라 발생량이 차이가 심하였다. 친환경재배에서는 2013년 정식초기에 시들음 증상을 보이는 오이에서 덩굴마름

병균이 분리되었으나, 이 후에는 발견되지 않았다.

오이시들음병은 전 조사기간 중 발견되지 않았다(표 12, 13). 바이러스병의 발생은 2014년 일반재배 2기작 재배시 발견되었으며, RT-PCR 결과, CMV와 WMV2의 복합 감염으로 진단되었다. 2015년에는 일반재배 정식 초기에 CMV가 1.3% 발생하였으나(그림 7-B) 이 후 추가로 발견되지 않았다.

표 10. 일반재배 오이의 덩굴마름병 발생율(%)

연도	조사시기(월)						
	3	4	5	6	7	8	9
2013 ¹	0.0	0.0	0.0	0.0	14.5	0.0	0.0
2014 ²	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2015 ³	0.0	0.0	0.0	6.7	6.7	-	-
평균	0.0	0.0	0.0	2.2	2.2		

¹진천지역 3포장, 포장당 병든포기율 전수 조사 ²진천지역 3포장, 포장당 병든포기율 전수 조사
³진천지역 3포장, 포장당 2구역, 25포기/구역, 병든포기율 조사

표 11. 친환경재배 오이의 덩굴마름병 발생율(%)

연도	조사시기(월)				
	3	4	5	6	7
2013 ¹	0.3	0.3	0.0	0.0	-
2014 ²	-	0.0	0.0	0.0	0.0
2015 ³	0.0	0.0	0.0	0.0	-
평균	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0

¹청주지역 3포장, 포장당 병든포기율 전수 조사 ²청주지역 3포장, 포장당 병든포기율 전수 조사,
³청주지역 3포장, 포장당 2구역, 포장당 2구역, 25포기/구역, 병든포기율 조사

표 12. 일반재배 오이의 시들음병 발생율(%)

연도	조사시기(월)						
	3	4	5	6	7	8	9
2013 ¹	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2014 ²	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2015 ³	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-
평균	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

¹진천지역 3포장, 포장당 병든포기율 전수 조사 ²진천지역 3포장, 포장당 병든포기율 전수 조사
³진천지역 3포장, 포장당 2구역, 25포기/구역, 병든포기율 조사

표 13. 친환경재배 오이의 시들음병 발생률(%)

연도	조사시기(월)				
	3	4	5	6	7
2013 ¹	0.0	0.0	0.0	0.0	-
2014 ²	-	0.0	0.0	0.0	0.0
2015 ³	0.0	0.0	0.0	0.0	-
평균	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

¹청주지역 3포장, 포장당 병든포기율 전수 조사 ²청주지역 3포장, 포장당 병든포기율 전수 조사,
³청주지역 3포장, 포장당 2구역, 포장당 2구역, 25포기/구역, 병든포기율 조사

표 14. 일반재배 오이의 바이러스병 발생률(%)

연도	조사시기(월)						
	3	4	5	6	7	8	9
2013 ¹	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2014 ²	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.0 ⁴
2015 ³	1.3 ⁵	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-
평균	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.7

¹진천지역 3포장, 포장당 병든포기율 전수 조사 ²진천지역 3포장, 포장당 병든포기율 전수 조사
³진천지역 3포장, 포장당 2구역, 25포기/구역, 병든포기율 조사
⁴PCR진단 결과 : CMV, WMV복합감염, CMV, ZYMV 복합감염, ⁵CMV 감염

표 15. 친환경재배 오이의 바이러스병 발생률(%)

연도	조사시기(월)				
	3	4	5	6	7
2013 ¹	0.0	0.0	0.0	0.0	-
2014 ²	-	0.0	0.0	0.0	0.0
2015 ³	0.0	0.0	0.0	0.0	-
평균	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

¹청주지역 3포장, 포장당 병든포기율 전수 조사 ²청주지역 3포장, 포장당 병든포기율 전수 조사,
³청주지역 3포장, 포장당 2구역, 포장당 2구역, 25포기/구역, 병든포기율 조사

잣빛곰팡이병은 그림 4와 같이 개화 후 시드는 꽃잎에서 발생하여 회갈색으로 썩기 시작해서 어린 오이 과실에 감염되면 과실 전체가 썩으며 말라 떨어지고, 성과에서는 꼭지나 배꼽부분에서 연갈색의 수침상으로 물러썩기 시작하여 점점 확대된다. 성과에서도 꽃잎이 붙어 있는 끝부분에서 수침상 병반으로 시작한다. 병반위에는 잣빛의 곰팡이가 발생한다. 일반재배에서는 연도별로 발생시기 차이가 있으나 4월, 5월 그리고 7월에 발생하였으며, 친환경재배에서도 생육초기인 4월과 후기인 7월에 발생하였다.

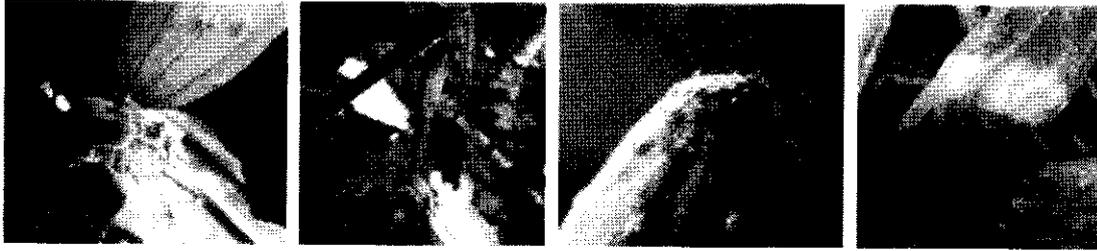


그림 4. 오이잿빛곰팡이병 병징

표 16. 일반재배 오이의 잿빛곰팡이병 발생율(%)

연도	조사시기(월)						
	3	4	5	6	7	8	9
2013 ¹	0.0	5.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2014 ²	0.0	0.0	0.0	0.0	5.2	0.0	0.0
2015 ³	0.0	1.1	2.9	0.0	0.0	-	-
평균	0.0	2.0	1.0	0.0	1.7	0.0	0.0

¹진천지역 3포장, 포장당 2구역, 구역당 25주 병든과율 조사, ²진천지역 3포장, 포장당 2구역, 구역당 25주 병든과율 조사, ³진천지역 3포장, 포장당 2구역, 포장당 2구역, 구역당 25주 병든과율 조사

표 17. 친환경재배 오이의 잿빛곰팡이병 발생율(%)

연도	조사시기(월)				
	3	4	5	6	7
2013 ¹	0.0	1.0	0.0	0.0	-
2014 ²	-	0.0	0.0	0.0	57.0
2015 ³	0.0	2.0	0.0	0.0	-
평균	0.0	1.0	0.0	0.0	19.0

¹진천지역 3포장, 포장당 2구역, 구역당 25주 병든과율 조사, ²진천지역 3포장, 포장당 2구역, 구역당 25주 병든과율 조사, ³진천지역 3포장, 포장당 2구역, 포장당 2구역, 구역당 25주 병든과율 조사

오이검은별무늬병은 *Cladosporium cucumerinum*에 의해 발생하는 병으로 일반재배와 친환경재배 모두 2013년에만 발생하였다. 병징은 그림 5와 같이 잎, 줄기, 과실에 발생하며, 어린 순에 발생하면 순뭉치 현상이 나타나고 어린 잎은 잎이 마르고 고사하게 된다. 잎에 처음 발생할 때는 연녹색 수침상의 작은 반점이 생기고, 회색 또는 흰색 원형 또는 부정형 병반으로 확대된다. 진전되면 병반 가장자리나 중앙 부위가 흑회색으로 변한다. 과실에는 처음 수침상 작은 반점이 생기고, 진전되면서 갈색으로 변하고 병반이 함몰되면서 원형 또는 부정형의 더듬이 증상이 나타난다. 중앙에 진액이 나오기도 하며, 병반부위 안쪽으로 구부러져 곡과가 되기도 한다. 줄기에는 작은 반점이 생겨 진액이 나오기도 하며, 진전되면 흑회색으로 변하기도 한다. 특히 과실에 발생할 경우, 수량 감소에 큰 영향을 주는 병해로 예찰을 통한 조기 방제가 필요한 것으로 생각되었다.

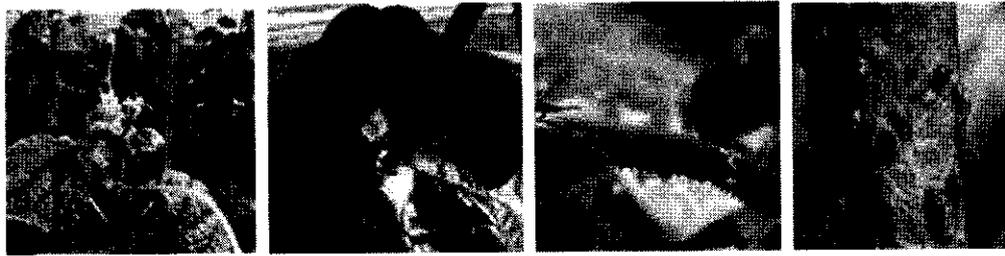


그림 5. 오이검은별무늬병 병징

표 18. 일반재배 오이의 검은별무늬병 발생률(%)

연도	조사시기(월)						
	3	4	5	6	7	8	9
2013 ¹	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2014 ²	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2015 ³	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-
평균	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

¹진천지역 3포장, 포장당 2구역, 구역당 25주 병든포기율 조사, ²진천지역 3포장, 포장당 2구역, 구역당 25주 병든포기율 조사, ³진천지역 3포장, 포장당 2구역, 포장당 2구역, 구역당 25주 병든포기율 조사

표 19. 친환경재배 오이의 검은별무늬병 발생률(%)

연도	조사시기(월)				
	3	4	5	6	7
2013 ¹	0.0	22.8	0.1>	0.0	-
2014 ²	-	0.0	0.0	0.0	0.0
2015 ³	0.0	0.0	0.0	0.0	-
평균	0.0	7.6	0.1>	0.0	

¹진천지역 3포장, 포장당 2구역, 구역당 25주 병든포기율 조사, ²진천지역 3포장, 포장당 2구역, 구역당 25주 병든포기율 조사, ³진천지역 3포장, 포장당 2구역, 포장당 2구역, 구역당 25주 병든포기율 조사

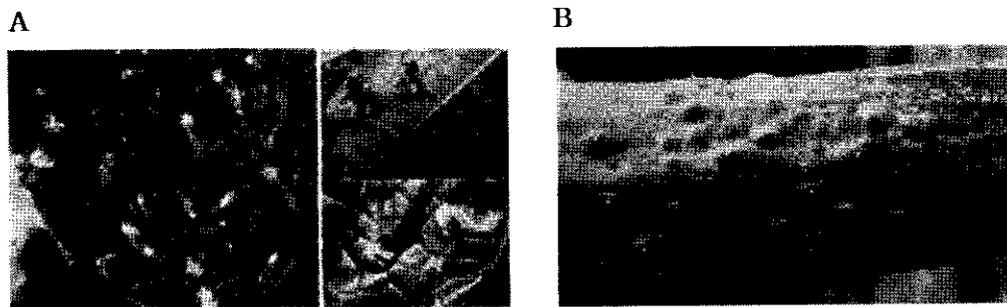


그림 6. 오이세균모무늬병 병징 A. 잎, B. 과실

표 20. 일반재배 오이의 세균모무늬병 발생율(%)

연도	조사시기(월)						
	3	4	5	6	7	8	9
2013 ¹	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2014 ²	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2015 ³	5.3	14.7	0.0	0.0	0.0	-	-
평균	1.8	4.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

¹진천지역 3포장, 포장당 2구역, 구역당 25주 병든포기율 조사, ²진천지역 3포장, 포장당 2구역, 구역당 25주 병든포기율 조사, ³진천지역 3포장, 포장당 2구역, 포장당 2구역, 구역당 25주 병든포기율 조사

표 21. 친환경재배 오이의 세균모무늬병 발생율(%)

연도	조사시기(월)				
	3	4	5	6	7
2013 ¹	0.0	0.0	0.0	0.0	-
2014 ²	-	0.0	0.0	0.0	0.0
2015 ³	0.0	0.0	0.0	0.0	-
평균	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

¹진천지역 3포장, 포장당 2구역, 구역당 25주 병든포기율 조사, ²진천지역 3포장, 포장당 2구역, 구역당 25주 병든포기율 조사, ³진천지역 3포장, 포장당 2구역, 포장당 2구역, 구역당 25주 병든포기율 조사

세균모무늬병은 2015년 일반재배 포장에서 3월과 4월에 발생하였다(표 20). *Pseudomonas syringae* pv. *lachrymans* 에 의한 세균병인 이 병은 그림 6과 같이 잎에 부정형 수침상 반점이 생기고 잎맥으로 둘러싸인 다각형 병반으로 진전되며 병반이 합해져 큰 병반이 된다. 과실에는 작은 원형의 수침상 병반이 생기며, 보통 병반이 표면에만 발생한다. 세균모무늬병은 검은별무늬병과 병징이 유사하여 농가에서 오진을 하기 쉬운데 2015년 경우에도 곰팡이성인 검은별무늬병 약제만 살포하여 세균모무늬병이 확산되었다.

균핵병은 2015년 친환경재배 오이에서 발생하였으며, 그림 7과 같이 잿빛곰팡이병과 매우 유사한 병징을 나타내었다. 수침상 병반위에 흰색의 균사가 자라고 검은색 균핵이 형성되기도 한다(권 등, 2013).



그림 7. 오이균핵병 병징

표 20. 일반재배 오이의 균핵병 발생률(%)

연도	조사시기(월)						
	3	4	5	6	7	8	9
2013 ¹	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2014 ²	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2015 ³	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-
평균	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

¹진천지역 3포장, 포장당 2구역, 구역당 25주 병든포기율 조사, ²진천지역 3포장, 포장당 2구역, 구역당 25주 병든포기율 조사, ³진천지역 3포장, 포장당 2구역, 포장당 2구역, 구역당 25주 병든포기율 조사

표 21. 친환경재배 오이의 균핵병 발생률(%)

연도	조사시기(월)				
	3	4	5	6	7
2013 ¹	0.0	0.0	0.0	0.0	-
2014 ²	-	0.0	0.0	0.0	0.0
2015 ³	0.0	0.1	0.0	0.0	-
평균	0.0	0.1>	0.0	0.0	0.0

¹진천지역 3포장, 포장당 2구역, 구역당 25주 병든과율 조사, ²진천지역 3포장, 포장당 2구역, 구역당 25주 병든과율 조사, ³진천지역 3포장, 포장당 2구역, 포장당 2구역, 구역당 25주 병든과율 조사

다. 인삼, 오이 주요 병해 예찰방법 설정 및 개선

1) 인삼잣빛곰팡이병 예찰방법 설정

인삼잣빛곰팡이병은 잎, 열매, 뇌두, 줄기에 발생하지만 주로 지체부 줄기나 잎에 많이 발생한다. 지체부 줄기에 발생하는 잣빛곰팡이병은 묘삽이나, 4월 출아가때 동해나 상처를 통해 감염되어 포기 전체가 고사하고, 잎에 발생하는 잣빛곰팡이병은 잎의 가장자리부터 감염이 시작되어 전반된다. 잣빛곰팡이병은 발생 부위에 따라 피해 정도가 크게 다르고 감염 시기와 경로가 달라 별도로 예찰하는 것으로 설정하였다.

표 22는 잎에 발생하는 잣빛곰팡이병의 조사방법별 발생율을 비교한 것이다. 병든잎율과 병반면적을 조사값의 상관계수는 0.925일**이었다. 잎에 발생하는 병해의 경우 병반면적을 조사하는 것이 가장 정확한 방법이지만 예찰의 효율성을 위해서는 병든잎율로 조사하는 것이 타당하다고 생각되었다. 이 조사에서는 그림 8과 같이 6월에 발생하기 시작하였으며, 줄기 잣빛곰팡이병은 포장에 따라 증가 여부가 달랐으나 잎 잣빛곰팡이병은 조사 후기로 갈수록 발생율이 증가하였다. 조사 포장을 분획하여 조사한 결과, 조사 시기별로 포장내 위치에 따라 발생율이 차이가 나며, 후기로 갈수록 차이는 뚜렷해졌다(그림 9, 10). 따라서, 포장내 조사 지점을 적절히 분산하여 배치하는 것이 필요하였다. 인삼잣빛곰팡이병의 예찰방법을 다음과 같이 설정하였다.

가) 조사기간 : 4월 하순 ~ 10월 상

- 줄기에 발생하는 잣빛곰팡이병 : 4월 하순 ~ 10월 상
- 잎에 발생하는 잣빛곰팡이병 : 6월 중순 ~ 10월 상순

나) 조사방법

- 줄기에 발생하는 잣빛곰팡이병은 100포기 중 발생 포기수를 세고 비율을 산정하며, 잎에 발생하는 잣빛곰팡이병은 100포기의 중 발생 잎 수를 세고 비율을 산정한다.
- 인삼밭 내 조사지점 선정 요령 : 인삼밭을 대각선으로 나누고 5등분하여 표시지점끼리 선을 그려 맞닿는 지점 중, 대각선으로 연결된 ①과 ④ 또는 ②와 ③지점을 표시한 다음 표시지점의 같은 이랑에서 각 100포기 약 2칸 정도를 조사한다.

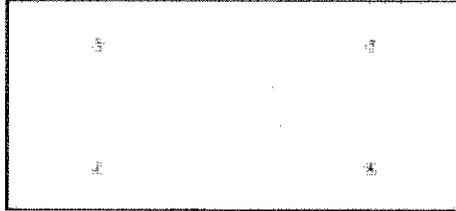


표 22. 잎에 발생하는 인삼잣빛곰팡이병 조사방법별 발생을 비교

포장	잣빛곰팡이병	
	병든잎율(%)	병반면적율(%)
1	0.0	0.0
2	0.2	<0.1
3	0.4	0.1
5	0.8	0.0
6	23.5	1.4
7	49.2	3.2
8	22.8	13.5
9	16.5	3.2
10	57.8	35.0

* 병든잎율 × 병반면적율 상관계수 0.925**

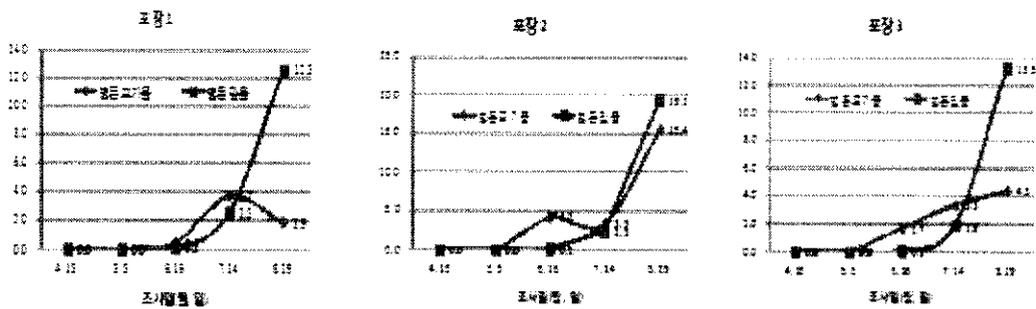


그림 8. 인삼잣빛곰팡이병 발생부위별 발생을 비교

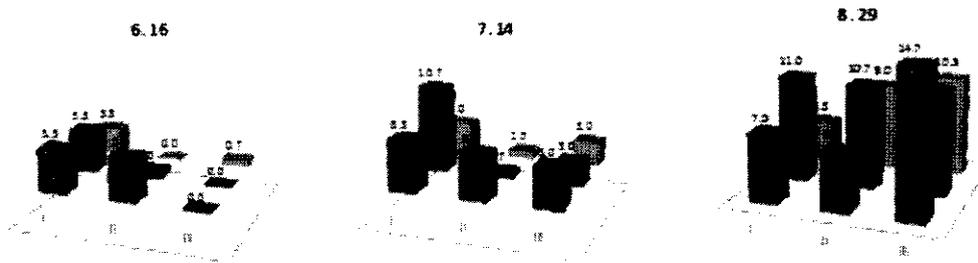


그림 9. 포장위치별 인삼젯빛곰팡이병 병든포기율(%)

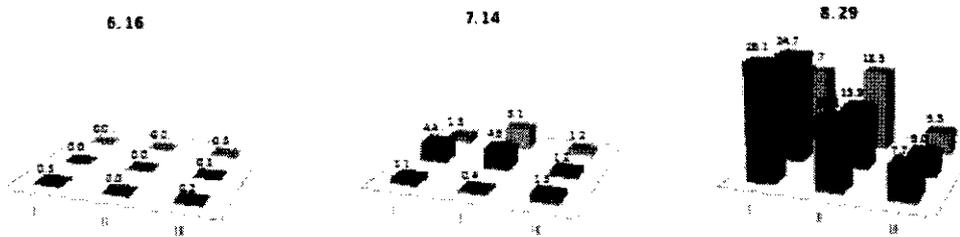


그림 10. 포장위치별 인삼젯빛곰팡이병 병든잎율(%)

표 23. 오이흰가루병 조사방법별 평균 비교 (6회 조사)

포장	병반면적율			병든잎율			병든포기율		
	25잎*2지점	50잎*2지점	125잎*2지점	25잎*2지점	50잎*2지점	125잎*2지점	5주*2지점	10주*2지점	25주*2지점
1	1.4	1.3	2.3	42.0	39.0	40.8	50.0	50.0	62.0
2	1.3	0.9	0.9	48.0	36.0	34.0	60.0	60.0	58.0
3	9.0	8.0	13.1	96.0	81.0	81.2	50.0	100.0	98.0
4	1.3	1.4	1.5	26.0	26.0	22.4	70.0	65.0	64.0
5	1.2	1.0	0.7	16.0	17.0	9.6	50.0	65.0	40.0
6	0.7	0.6	0.7	8.0	9.0	12.0	40.0	40.0	40.0
평균	2.5 ¹	2.2 ¹	3.2 ¹	39.3 ²	34.7 ²	33.3 ²	53.3 ³	63.3 ³	60.3 ³

2) 오이흰가루병 예찰방법 개선

농작물 병해충 예찰요령(2013)의 오이흰가루병 예찰방법은 포장내 2지점에서 지점당 10포기를 정하고 포기당 5잎씩 총 100잎의 병든잎율을 조사하는 것으로 되어있다. 표 23과 표 24는 6개의 조사 포장의 여러 가지 조사방법별 조사값의 평균비교와 상관계수를 분석한 결과이다. 병반면적율, 병든잎율, 병든포기율 등 같은 조사방법 내에서는 조사량별 평균값에 차이가 없으며, 상관계수 분석에서는 기존 조사방법과 지점당 5포기 병든포기율 조사 외에는 모두 유의한 것으로 나타났다. 25개 포장의 조사 결과(표 25, 표 26)에서는 병든잎율 조사에서 조사량에 따라 평균값이 차이가 나는 것을 제외하고 비슷한 경향이였다. 따라서 오이흰가루병의 예찰방법을 예찰시간이 가장 짧게 소요되는 병든포기율을

포장 당 2지점, 지점 당 25포기를 조사하는 것으로 개선하였다.

표 24. 조사방법별 피어슨 상관 계수 (6회 조사)

	병든잎율25×2	병든잎율50×2	병든잎율125×2
병든면적율25×2	0.904*	0.922**	0.910*
병든면적율50×2	0.894*	0.918**	0.906*
병든면적율125×2	0.903*	0.928**	0.925**
병든잎율25×2	1	0.993**	0.984**
병든잎율50×2	0.993**	1	0.990**
병든잎율125×2	0.984**	0.990**	1
병든포기율5×2	0.082	0.074	0.001
병든포기율10×2	0.832*	0.847*	0.777
병든포기율25×2	0.945**	0.963**	0.957**

표 25. 오이흰가루병 조사방법별 평균 비교 (25회 조사)

포장	병반면적율			병든잎율			병든포기율		
	25잎2지점	50잎2지점	125잎2지점	25잎2지점	50잎2지점	125잎2지점	5주2지점	10주2지점	25주2지점
1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7	1.4	1.3	2.3	42.0	39.0	40.8	50.0	50.0	62.0
8	1.3	0.9	0.9	48.0	36.0	34.0	60.0	60.0	58.0
9	9.0	8.0	13.1	96.0	81.0	81.2	50.0	100.0	98.0
10	39.7	39.3	44.6	100.0	99.0	99.6	100.0	100.0	100.0
11	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
12	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
13	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
14	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
15	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
16	0.0	0.2	0.1	0.0	1.0	0.4	0.0	5.0	0.1
17	1.3	1.4	1.5	26.0	26.0	22.4	70.0	65.0	64.0
18	1.2	1.0	0.7	16.0	17.0	9.6	50.0	65.0	40.0
19	0.7	0.6	0.7	8.0	9.0	12.0	40.0	40.0	40.0
20	6.3	6.5	5.6	88.0	84.0	76.8	100.0	100.0	96.0
21	0.3	0.8	0.3	24.0	26.0	10.8	60.0	60.0	26.0
22	0.1	0.1	0.1	6.0	6.0	5.2	30.0	30.0	26.0
23	23.3	24.2	17.9	90.0	90.0	77.2	100.0	100.0	98.0
24	0.0	0.1	0.0	0.0	1.0	2.0	0.0	5.0	8.0
25	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
평균	3.4 ¹	3.4 ¹	3.5 ¹	21.8	20.6 ²	18.9	28.4 ³	31.2 ³	28.6 ³

표 26. 조사방법별 피어슨 상관 계수 (25회 조사)

	병든잎율25×2	병든잎율50×2	병든잎율125×2
병든면적율25×2	0.775**	0.808**	0.820**
병든면적율50×2	0.769**	0.805**	0.814**
병든면적율125×2	0.764**	0.790**	0.815**
병든잎율25×2	1	0.995**	0.992**
병든잎율50×2	0.995**	1	0.992**
병든잎율125×2	0.992**	0.992**	1
병든포기율5×2	0.879**	0.897**	0.861**
병든포기율10×2	0.928**	0.931**	0.903**
병든포기율25×2	0.956**	0.954**	0.949**

라. 오이노균병 예찰방법 개선

농작물 병해충 예찰요령(2013)의 오이노균병 예찰방법은 포장내 2지점에서 지점당 25포기를 정하고 포기당 5잎씩 총 250잎의 병든잎율을 조사하는 것으로 되어있다. 표. 27과 표 28은 6개의 조사 포장의 여러 가지 조사방법별 조사값의 평균비교와 상관계수를 분석한 결과이다. 오이흰가루병과 같이 병반면적율, 병든잎율, 병든포기율 등 같은 조사방법 내에서는 조사량별 평균값에 차이가 없으며, 상관계수 분석에서는 기존 조사방법과 지점당 5포기 병반면적율조사 외에는 모두 유의한 것으로 나타났으며, 25포기의 병든포기율을 조사하는 것이 가장 높은 상관을 보였다. 25개 포장의 조사 결과(표. 29, 표 30)에서는 같은 조사방법 내에서는 조사량별 평균값에 차이가 없으며, 상관 분석에서도 기존 조사방법과 모두 유의한 결과를 보였다. 시험 결과를 바탕으로 오이노균병의 예찰방법을 예찰시간이 가장 짧게 소요되는 병든포기율을 포장당 2지점, 지점당 25포기를 조사하는 것으로 개선하였다.

표 27. 오이노균병 조사방법별 평균 비교 (6회 조사)

포장	병반면적율			병든잎율			병든포기율		
	25잎* 2지점	50잎* 2지점	125잎* 2지점	25잎* 2지점	50잎* 2지점	125잎* 2지점	5주* 2지점	10주* 2지점	25주* 2지점
1	4.0	4.1	3.2	56.0	57.6	58.4	100.0	100.0	100.0
2	1.1	1.6	3.8	30.0	38.0	55.6	70.0	85.0	92.0
3	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	1.2	0.0	10.0	6.0
4	0.5	0.5	0.4	20.0	20.0	19.6	40.0	55.0	52.0
5	2.1	2.4	2.3	36.0	38.0	41.6	80.0	80.0	70.0
6	1.0	1.3	0.9	32.0	28.0	26.4	70.0	70.0	60.0
평균	1.4 ¹	1.6 ¹	1.8 ¹	29.0 ²	30.8 ²	33.8 ²	60.0 ³	66.7 ³	63.3 ³

표 28. 오이노균병 조사방법별 피어는 상관 계수 (6회 조사)

	병든잎을25×2	병든잎을50×2	병든잎을125×2
병든면적을25×2	0.924**	0.921**	0.782
병든면적을50×2	0.948**	0.957**	0.848*
병든면적을125×2	0.729	0.850*	0.964**
병든잎을25×2	1	0.978**	0.873*
병든잎을50×2	0.978**	1	0.949**
병든잎을125×2	0.873*	0.949**	1
병든포기율5×2	0.977**	0.963**	0.902*
병든포기율10×2	0.949**	0.961**	0.946**
병든포기율25×2	0.908*	0.952**	0.976**

표 29. 오이노균병 조사방법별 평균 비교 (25회 조사)

포장	병반면적을			병든잎을			병든포기율		
	25잎* 2지점	50잎* 2지점	125잎* 2지점	25잎* 2지점	50잎* 2지점	125잎* 2지점	5주* 2지점	10주* 2지점	25주* 2지점
1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4	4.0	4.1	3.2	54.0	57.6	58.4	100.0	100.0	100.0
5	1.1	1.6	3.8	30.0	38.0	55.6	70.0	85.0	92.0
6	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	1.2	0.0	10.0	6.0
7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10	17.3	13.6	24.1	98.0	93.0	96.4	100.0	100.0	100.0
11	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
12	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
13	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
14	0.5	0.5	0.4	20.0	20.0	19.6	40.0	55.0	52.0
15	2.1	2.4	2.3	36.0	38.0	41.6	80.0	80.0	70.0
16	1.0	1.3	0.9	32.0	28.0	26.4	70.0	70.0	60.0
17	0.5	0.6	1.8	28.0	27.0	34.8	50.0	50.0	56.0
18	0.1	0.1	0.1	4.0	4.0	5.2	10.0	15.0	18.0
19	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	3.6	0.0	0.0	10.0
20	6.3	8.0	7.0	82.0	74.0	84.4	100.0	100.0	100.0
21	5.3	6.6	5.3	54.0	61.0	56.8	80.0	75.0	70.0
22	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
23	0.8	0.5	0.4	30.0	17.0	14.8	40.0	25.0	24.0
24	0.2	0.1	0.1	2.0	1.0	1.2	10.0	5.0	6.0
25	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
평균	1.6 ¹	1.6 ¹	2.0 ¹	18.8 ²	18.5 ²	20.0 ²	30.0 ³	30.8 ³	30.6 ³

표 30. 오이노균병 조사방법별 피어슨 상관 계수 (25회 조사)

	병든잎율25×2	병든잎율50×2	병든잎율125×2
병든면적율25×2	0.874**	0.865**	0.834**
병든면적율50×2	0.932**	0.930**	0.903**
병든면적율125×2	0.828**	0.822**	0.809**
병든잎율25×2	1	0.989**	0.975**
병든잎율50×2	0.989**	1	0.990**
병든잎율125×2	0.975**	0.990**	1
병든포기율5×2	0.938**	0.951**	0.948**
병든포기율10×2	0.913**	0.938**	0.945**
병든포기율25×2	0.912**	0.938**	0.955**

마. 인삼, 오이 주요 병해 예찰 및 관리 지침서

1) 오이 병해 예찰 지침서

농촌진흥청 농작물 병해충 예찰 요령(2013)에는 오이에 발생하는 병해 중 노균병, 흰가루병, 검은별무늬병에 대한 예찰 방법을 수록하고 있다. 이 연구에서는 예찰 요원들의 효율적 예찰을 위해 노균병(그림 12)과 흰가루병(그림 14)은 예찰방법 개선 연구 결과를 반영하고, 최근 상시적 또는 돌발적으로 발생하여 피해를 주고 있는 검은별무늬병(그림 11)과 잿빛곰팡이병(그림 13)을 추가하여 예찰지침서를 작성하였다. 새로 추가된 병해는 예찰의 용이성을 위해 노균병, 흰가루병과 같은 지점과 조사 포기수에 대한 병든 포기율을 조사하는 것으로 설정하였다. 예찰지침서는 예찰방법뿐 아니라 그림 11-15과 같이 대상 병해의 대한 원인과 발생생태, 부위 및 시기별 병징, 유사병징과의 구분 방법, 조사지점 선정방법, 조치계획과 사후관리 내용까지 포함하고 있다. 이 연구에서 작성된 예찰지침서는 앞으로 개편될 농작물 병해충 예찰 요령 책자에 수록되어 활용될 것이다.

□ 오이 검은별무늬병(Scab)

1. 발생 특징

가. 병원체

- *Cladosporium cucumerinum* Ellis & Arthur

나. 발생 생태

- 시설재배시 피해가 크며, 노지재배에서는 드물게 발생한다.
- 저온다습한 환경에서 발생이 많으며, 발생적온은 17℃내외이다.
- 병원균은 진균계의 불완전균에 속하며, 분생자경과 분생포자를 형성한다. 분생자경은 엷은 갈색으로 가지를 치고, 격막을 가지고 있다. 분생포자는 분생자경위에 연쇄상으로 형성되며, 방추형 또는 난형으로 담갈색의 단세포 또는 2세포로 되어 있다. 포자의 크기는 5~18 μ m×3~8 μ m이고, 군사 생육은 5℃~20℃ 범위에서 양호

하며, 포자형성은 10℃~30℃ 범위에서 양호하였다. 균사 생육과 포자 형성 모두 최적온도는 20℃이다.

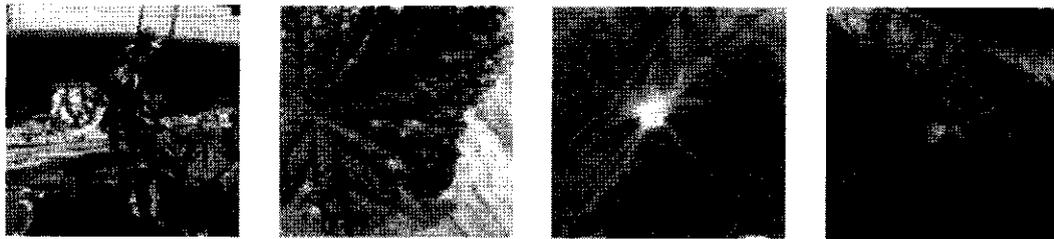
- 병든 잎이나 줄기에서 균사나 분생포자 형태로 월동하여 1차 전염원이 되며, 병반상에 생긴 분생포자가 바람에 비산되어 2차전염원이 된다.

다. 병징

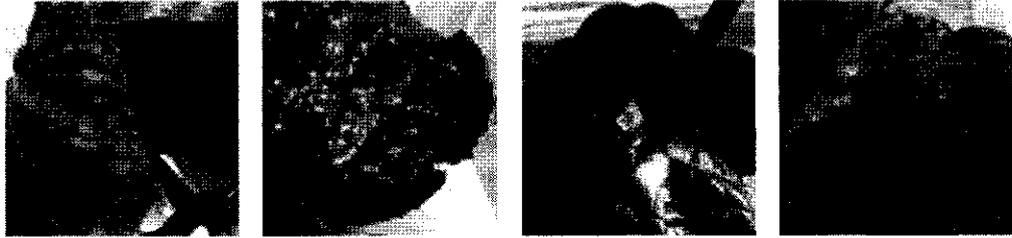
- 잎, 줄기, 과실 등에 발생한다. 어린 과실이나 어린 잎에 주로 발생하여 큰 피해를 준다.
- 어린 순에 발생하면 순뭉치 현상이 나타나며, 어린 잎은 잎이 마르고 고사하게 된다. 잎에 처음 발생할 때는 연녹색 수침상의 작은 반점이 생기고, 회색 또는 흰색 원형 또는 부정형 병반으로 확대된다. 병반 부위가 찢어지는 경우도 있다. 잎 가장자리가 침해되면 잎 가장자리를 따라 병반이 확대되고 병반 부위가 마르면서 잎이 안쪽으로 말리기도 한다. 진전되면 병반 가장자리나 중앙 부위가 흑회색으로 변한다.
- 과실에는 처음 수침상 작은 반점이 생기고, 진전되면서 갈색으로 변하고 병반이 함몰되면서 원형 또는 부정형의 더듬이 증상이 나타난다. 중앙에 진액이 나오기도 하며, 병반부위 안쪽으로 구부러져 곡과가 되기도 한다. 줄기에는 작은 반점이 생겨 진액이 나오고 진전되면 흑회색으로 변하기도 한다.



【순뭉치 현상 및 어린순 피해】



【피해 초기 및 잎의 초기 병반】



【잎 가장자리 및 후기 병반】



【줄기의 병반】

【과실의 병반】

라. 피해

- 시설재배시 저온다습한 환경에서 특히 발생이 많으며, 어릴 때 발생하면 오이수확이 불가능하고, 과실에 병징이 나타나 수량 감소에 직접적으로 영향을 주는 병해이다.

마. 재배력 및 주요 병해 발생시기

구분	10월	11월	12월	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월
	상	중	하	상	중	하	상	중	하	상	중	하
생육 과실 (수요 농작업)					발여, 채묘기	영육기	수확	익제재배				
				채관, 채묘	장식	지주 세우기 유안	유안	수확	장식 및 수확			
							못거름	못거름	못거름			
병해 발생 시기							검은털무늬병, 바아레스병, 재균성무늬병					
							노균병, 썩거부병					
							갯잎곰팡이병					

2. 예찰방법

가. 예찰에 필요한 준비물

- 야장, 필기도구, 병징사진 등

나. 예찰 요령

○ 조사 기간 : 연중

재배작형	정식시기	주요조사시기
반축성재배	3월 전후	4월~7월
억제재배	7월 전후	7월~10월

○ 대상식물 : 오이

○ 조사횟수 및 일자

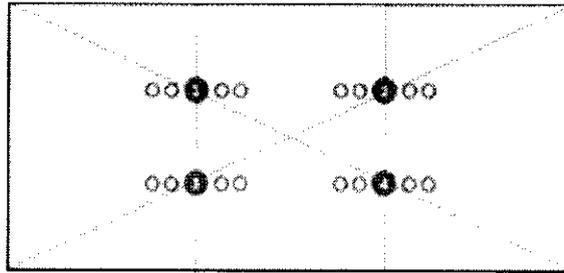
- 반축성재배 : 정식 30일 후 15일 간격
- 억제재배 : 정식 후부터 15일 간격

○ 조사방법

- 하우스내 2지점에서 지점당 25포기를 선정한다. 25포기 중 발생 포기수를 세고 비율을 산정한다

$$\text{병든포기율(\%)} = (\text{병든포기수} / \text{조사포기수}) \times 100$$

- 하우스를 대각선으로 나누고 3등분하여 표시지점끼리 선을 그어 맞닿는 지점 중, 대각선으로 연결된 ①과 ④ 또는 ②와 ③지점을 표시한 다음 표시지점의 같은 이랑에서 각 25포기씩 총 50포기를 조사한다.



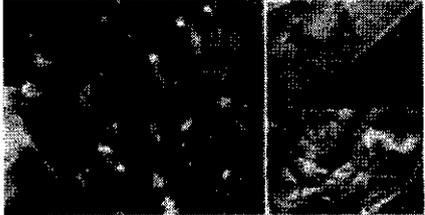
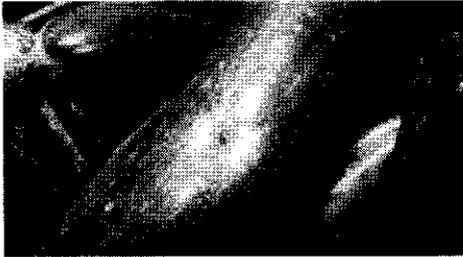
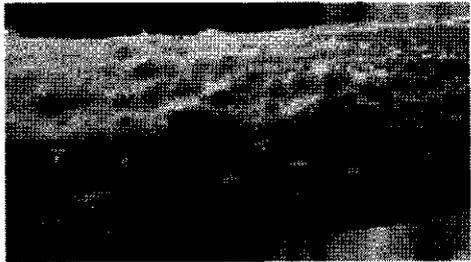
○ 발생 정도별 기준

구분	소	중	심	다
병든포기율(%)	1 ~ 5	6 ~ 25	26 ~ 50	51 이상

다. 검은별무늬병 식물체 예찰요령(병징으로 진단하는 요령)

- 잎, 줄기, 과실 모두 병징이 나타나나 보통 잎에 먼저 발생하므로 신초나 잎을 먼저 관찰한다.
- 잎과 과실의 병징은 오이 세균무늬병과 유사하므로 유의하여 조사한다.

<세균모무늬병과 병징 비교>

구분	검은별무늬병	세균모무늬병
잎	<ul style="list-style-type: none"> - 초기 : 연녹색의 수침상 반점 - 흰색의 부정형 병반으로 확대 - 병반에 흑회색의 곰팡이가 보이기도 함 	<ul style="list-style-type: none"> - 초기 : 부정형 수침상 반점 - 잎맥으로 둘러싸인 다각형 병반으로 진전 - 병반이 합해져 큰 병반이 되기도 함 
과실	<ul style="list-style-type: none"> - 진액이 나오며 병반이 표면에서 움푹 들어가는 더덩이가 생김 	<ul style="list-style-type: none"> - 작은 원형의 수침상 병반이 생기며, 보통 병반이 표면에만 발생함 

라. 주요 예찰지점 정보

- 조사지점 정보 : 농가명, 품종, 정식기 등을 기재할 것
- 조사야장

조사포장 번호	총 주수	발병주수	농가명	품종
1				
2				
평균				

마. 분포조사

- 전국적으로 분포하는 병으로 평상시는 정밀 분포조사 불필요
- 발병이 심한 경우 주산단지를 중심으로 피해조사

3. 방제범위 및 방법

가. 방제범위

- 발생 농가별 개별 방제를 실시한다.

나. 방제방법

- 건전한 종자를 사용하며, 어릴 때 감염되면 피해가 크므로 육묘 관리를 철저히 한다.
- 병든 식물체는 발견 직후 제거하고, 수확 후에도 병든 잔재물을 제거해 준다. 통풍, 밀식방지, 배수 관리를 철저히 한다
- 발병 초기에 등록 약제를 살포 한다.

4. 조치계획 및 사후관리

가. 검은별무늬병 발생 상황 입력

- 조사결과를 조사당일 국가병해충관리시스템(NPMS)에 입력

나. 사후관리

- 발생 포장은 등록약제로 방제하여 확산 방지
- 다. 박멸효과 확인 및 박멸선언 : 불필요

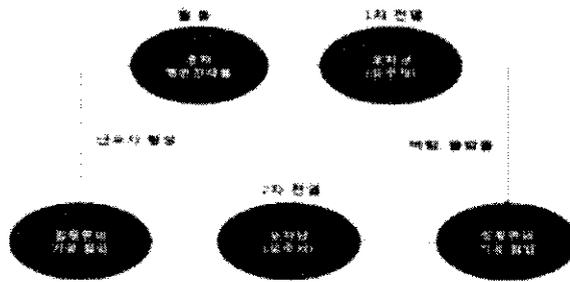
그림 11. 오이검은별무늬병 예찰지침서

□ 노균병(Downey mildew, *Sphaerotheca fusca* (Fr.) S. Blumer)

1. 발생 특징

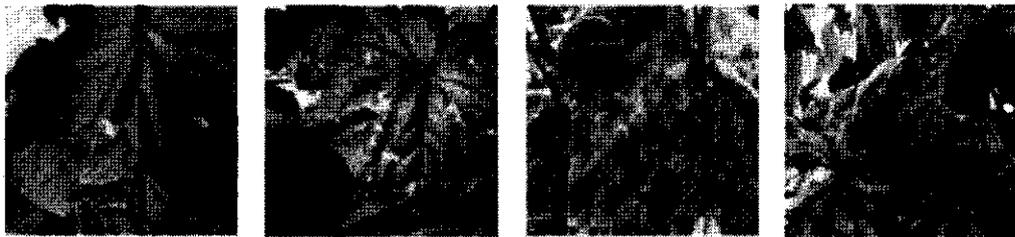
가. 생태

- 시설재배는 전 기간에 걸쳐 발생하고 노지재배는 6~7월에 발생이 많다.
- 보통 고습저온에서 발생이 많으며 발병온도 범위는 5~30℃이며, 적온은 15~20℃ 이다.
- 병원균은 병든 식물체에서 난포자로 월동하고 이듬해 새로운 식물체가 성장하면 발아하여 오이잎을 침입한다. 병에 걸린 잎 뒷면에 생성된 포자낭은 터져서 유주자를 방출하고 유주자는 바람에 날려 잎에 도달하여 잎 뒷면에 물기가 있을 때 발아하여 잎 뒷면의 기공이나 수공을 통해 통해 침입한다.
- 포자낭의 형성은 비교적 병반이 형성된지 오래되지 않은 황녹색 병반상에 가장 많고, 오래된 갈색 병반에서는 거의 없다.
- 분생포자는 레몬형으로 기공당 1~3개의 분생자경 끝에 하나씩 달리며 강우나 하우스 천장에 형성된 이슬방울이 떨어질 때 튀겨서 퍼지거나 바람에 날려 전파된다.

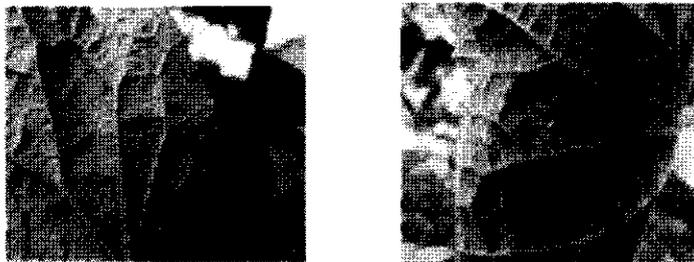


나. 병징

- 자엽에는 수침상 반점으로 나타난다.
- 보통 아랫잎에서 먼저 발생하기 시갓하며, 발생초기에는 잎의 앞면에 엷은 황색의 부정형 반점이 생기고 점차 엷맥으로 둘러싸인 다각형 반점으로 변한다. 이 후 병반끼리 합쳐진다. 건조할 때는 잎 전체가 안쪽으로 말리면서 고사한다.
- 잎 뒷면에는 서릿발 같은 곰팡이가 보이며 흰색이나 회색을 띠고 있다가 나중에 검게 변한다.



【앞 앞면 병징】



【앞 뒷면 병징】

다. 경제적 피해

- 겨울철 시설재배나 무가온재배시 저온고습도일 때 특히 발생이 많으며, 오이의 상품수량 감소에 직접적으로 영향을 주는 병해이다.

라. 재배력 및 주요 병해 발생시기

구분	10월		11월		12월		1월		2월		3월		4월		5월		6월		7월		8월		9월	
	상	하	상	하	상	하	상	하	상	하	상	하	상	하	상	하	상	하	상	하	상	하	상	하
생육 과정 (주요 농작업)	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 20%;"> <p>파종, 육묘</p> </div> <div style="width: 20%;"> <p>정식</p> </div> <div style="width: 20%;"> <p>성숙기</p> </div> <div style="width: 20%;"> <p>수확</p> </div> <div style="width: 20%;"> <p>익제재배</p> </div> </div>																							
병해 발생 시기	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 40%;"> <p>검은발무늬병, 백머리쓰름, 세균성무늬병</p> </div> <div style="width: 20%;"> <p>노균병, 흰가루병</p> </div> <div style="width: 40%;"> <p>꽃잎물집어병</p> </div> </div>																							

2. 예찰 방법

가. 예찰에 필요한 준비물

- 야장, 필기도구, 병징 사진 등

나. 예찰요령

- 1) 조사기간 : 연중

재배작형	정식시기	주요조사시기
반촉성재배	3월 전후	4월~7월
억제재배	7월 전후	7월~10월

- 2) 대상식물 : 오이

- 3) 조사횟수 및 일자

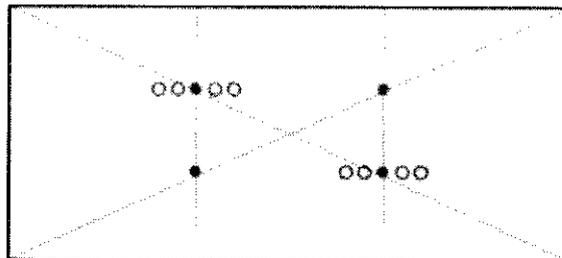
- 반촉성재배 : 정식 30일 후 15일 간격
- 억제재배 : 정식 후부터 15일 간격

- 4) 조사방법

- 하우스내 2지점에서 지점당 25포기를 선정한다. 25포기 중 발생 포기수를 세고 비율을 산정한다

- 하우스 내 조사지점 및 선정 요령

하우스를 대각선으로 나누고 3등분하여 표시지점끼리 선을 그어 맞닿는 지점 중, 대각선으로 연결된 ①과 ④ 또는 ②와 ③지점을 표시한 다음 표시지점의 같은 이랑에서 각 25포기씩 총 50포기를 조사한다.



다. 노균병 식물체 예찰요령

1) 포장에서 병징으로 진단하는 요령

- 잎 앞면과 뒷면에 디각형의 병반이 생기므로 육안으로 쉽게 진단이 가능하다.
- 초기에는 광합성이 활발한 상위엽이나 경화된 하위엽에서는 발생이 적으나 보통 아래부위 앞에서 위쪽으로 진행되므로 발생초기에는 중하위 잎을 세심하게 관찰한다.
- 흰가루병과 동시에 발생하는 경우가 많으나, 흰가루병은 잎 앞면에 원형의 흰가루를 뿌린 듯한 반점이 보이므로 병별로 별도 조사가 가능하다.



【부위별 발생 양상】



【흰가루병과 동시 발생한 잎】

3. 방제범위 및 방법

가. 방제범위

- 발생 농가별 개별 방제를 실시한다.

나. 방제 방법

- 생육후기까지 영양공급을 해주고, 통풍, 밀식방지, 배수 관리를 철저히 한다
- 병원균의 증식이 빠르므로 초기 방제에 중점을 두며, 흐린날이 잦으면 살포 간격을 줄임

4. 조치계획 및 사후관리

가. 노균병 발생 상황 입력

- 조사결과를 조사 당일 국가병해충관리시스템(NPMS)에 입력

나. 사후관리

- 발생 포장은 등록약제로 방제하여 확산 방지

다. 박멸효과 확인 및 박멸선언 : 불필요

그림 12. 오이노균병 예찰지침서

□ 잿빛곰팡이병(Gray mold)

1. 발생 특징

가. 병원체

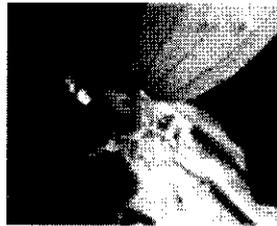
- *Botrytis cinerea* Pers

나. 발생 생태

- 시설재배시 피해가 크며, 시설내 기온이 20℃내외이고, 다습한 환경에서 많이 발생한다.
- 병원균은 진균계의 불완전균에 속하며, 분생자경과 분생포자, 균핵을 형성한다. 분생포자는 무색, 타원형으로 돌출한 배꼽을 가지고 있으며, 크기는 6~18×4~11 μ m이다. 균핵은 흑색의 부정형으로 길이가 3~6mm이다. 균사 생육 온도 범위는 5~30℃이고, 생육 적온은 22~24℃이며, 분생포자와 균핵은 22~24℃에서 가장 잘 형성된다.
- 병원균은 균핵이나 분생포자 형태로 토양이나 병든 식물체 잔재에서 월동하여 1차 전염원이 된다.

다. 병징

- 꽃, 과실, 잎에 발생한다.
- 개화 후 시드는 꽃잎에서 발생하여 회갈색으로 썩는다.
- 과실에서는 꽃잎이 붙어 있는 끝부분에서 수침상 병반으로 시작한다. 어린 오이과실에 감염되면 과실 전체가 썩으며 말라 떨어지고, 성과에서는 꼭지나 배꼽부분에서 연갈색의 수침상으로 물러썩기 시작하여 점점 확대된다. 병반위에는 잿빛의 곰팡이가 발생한다.
- 잎에는 꽃잎이 떨어지거나 병든 과실이 접촉한 부위에서 발생하기 시작하여, 수침상 병반으로 시작하여 회갈색 또는 담갈색의 대형 병반으로 진행된다.



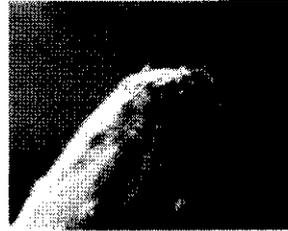
【꽃에서의 병징】



【꽃에서 과실과 잎으로 병징 진전】

【수확후 감염】

【어린 과실】



【과실에서의 병징】

라. 피해

- 시설재배시 저온다습한 환경에서 특히 발생이 많으며, 과실에 감염이 일어나면 수량 감소에 직접적으로 영향을 주는 병해이다.

마. 재배력 및 주요 병해 발생시기

구분	10월		11월		12월		1월		2월		3월		4월		5월		6월		7월		8월		9월	
	상	중	하	상	중	하	상	중	하	상	중	하	상	중	하	상	중	하	상	중	하	상	중	하
병징 과실 [주요 농작형]	<p>감염: 육묘기, 상록기, 수확, 익제재배</p> <p>재온: 육묘, 정식, 서늘, 상록기, 수확, 정식 및 수확</p> <p>무균, 꽃가루, 꽃가루, 꽃가루</p>																							
병해 발생 시기	<p>감온열무늬병, 딱지박스병, 핵무늬모양무늬병</p> <p>노균병, 꽃가루병</p> <p>무균증상무늬병</p>																							

2. 예찰방법

가. 예찰에 필요한 준비물

- 야장, 필기도구, 병징사진 등

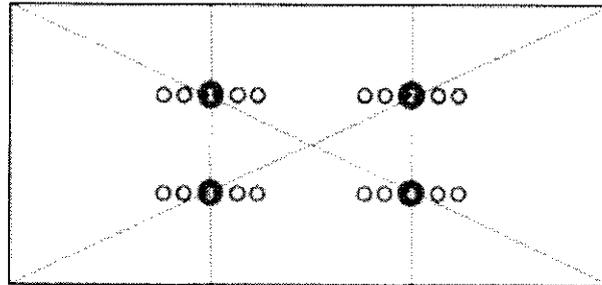
나. 예찰 요령

- 조사 기간 : 연중

재배작형	정식시기	주요조사시기
반촉성재배	3월 전후	4월~7월
억제재배	7월 전후	7월~10월

- 대상식물 : 오이
- 조사횟수 및 일자
 - 반축성재배 : 정식 30일후 15일 간격
 - 억제재배 : 정식 후부터 15일 간격
- 조사방법
 - 하우스내 2지점에서 지점당 25포기를 선정한다. 25포기 중 발생 포기수를 세고 비율을 산정한다

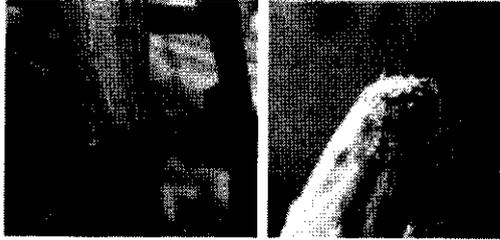
$$\text{병든포기율(\%)} = (\text{병든포기수} / \text{조사포기수}) \times 100$$
 - 하우스를 대각선으로 나누고 3등분하여 표시지점끼리 선을 그어 맞닿는 지점 중, 대각선으로 연결된 ①과 ④ 또는 ②와 ③지점을 표시한 다음 표시지점의 같은 이랑에서 각 25포기씩 총 50포기를 조사한다.



다. 잿빛곰팡이병 식물체 예찰요령(병징으로 진단하는 요령)

- 잎, 꽃, 과실에 병징이 나타나나 보통 꽃에 먼저 발생하고 과실로 진전되므로, 꽃이 붙어 있는 쪽의 과실을 관찰한다.
- 과실의 병징은 오이 균핵병과 유사하므로 유의하여 조사한다. 균핵병도 꽃이 달려 있는 끝부분부터 무르기 시작하며 어린과에 감염되면 말라떨어진다. 병반위에 흰 균사가 자라는 점이 잿빛곰팡이와 다르다.

<균핵병과 병징 비교>

구분	잿빛곰팡이병	균핵병
과실	- 연갈색의 수침상 병반위에 잿빛의 곰팡이가 보임 	- 수침상 병반위에 흰색의 균사가 자람 - 부정형 검은 균핵이 형성되기도 함 

라. 주요 예찰지점 정보

- 조사지점 정보 : 농가명, 품종, 정식기 등을 기재할 것
- 조사야장

조사포장 번호	총 주수	발병주수	농가명	품종
1				
2				
평균				

마. 분포조사

- 전국적으로 분포하는 병으로 평상시는 정밀 분포조사 불필요
- 발병이 심한 경우 주산단지를 중심으로 피해조사

3. 방제범위 및 방법

가. 방제범위

- 발생 농가별 개별 방제를 실시한다.

나. 방제방법

- 시설 내 습도가 높지 않도록 관리하고, 무가온하우스에서는 특히 저온이 되지 않도록 유의한다.
- 병든 식물체는 발견 직후 제거하고, 수확 후에도 병든 잔재물을 제거해 준다. 통풍이 잘되도록 하며, 밀식 방지 및 배수 관리를 철저히 한다
- 예방 위주로 약제 방제를 실시하며, 약제저항성이 쉽게 생기므로 작용기작이 다른 약제로 교호 살포한다.

4. 조치계획 및 사후관리

가. 잣빛곰팡이병 발생 상황 입력

- 조사결과를 조사당일 국가병해충관리시스템(NPMS)에 입력

나. 사후관리

- 발생 포장은 등록약제로 방제하여 확산 방지

다. 박멸효과 확인 및 박멸선언 : 불필요

그림 13. 오이잣빛곰팡이병 예찰지침서

□ 흰가루병(powdery mildew, *Sphaerotheca fusca* (Fr.) S. Blumer)

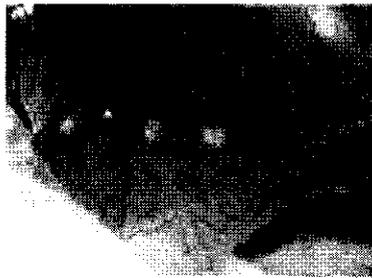
1. 발생 특징

가. 생태

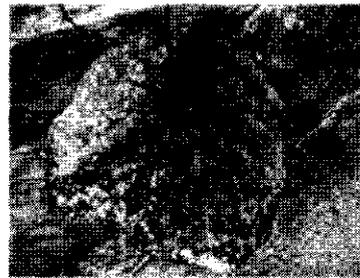
- 시설재배와 노지 억제재배에서 심하게 발생한다.
- 일반적으로 통풍과 일조가 불량하고 밤낮의 온도차가 심하며 웃자람이 심할 때 발생이 많다.
- 병든 식물체에서 자낭각의 형태로 월동하며 봄에 자낭포자가 방출되어 1차 전염원이 된다. 시설재배에서는 분생포자가 공기전염되어 계속 발생하기도 한다.
- 자낭포자가 발아할 때는 높은 습도를 필요로 하고, 침입 6-8일 후 표피에 분생포자를 형성하며 최적 습도는 45 - 85% 정도 이다. 이 분생포자가 비산하여 2차 전염원이 되며, 고온건조 할 때 활발히 일어난다.
- 일반적인 발병적온은 15~28℃이며 32℃ 이상에서는 병 발생이 억제되는 것으로 알려져 있다.

나. 병징

- 잎에 주로 발생하나 줄기나 잎자루에도 발생한다.
- 처음에는 잎의 표면에 가루를 뿌린 듯한 작은 흰색 원형으로 나타나며, 진전되면 잎 전체가 흰가루로 뒤덮인다. 오래된 병반은 회백색으로 변하고, 흑색의 소립점이 형성되기도 한다. 후에 병든 잎은 말라죽는다.
- 보통 아래부위 앞에서 발생하기 시작하여 위쪽 잎으로 진전된다.



【발생초기】



【발생후기】

다. 경제적 피해

- 흰가루병은 봄 작기와 가을 작기 모두 발생이 많으며, 오이의 상품수량 감소에 직접적으로 영향을 주는 병해이다.
- 오이 흰가루병 발병도와 상품성 수량과의 상관 관계식 : $Y(5,027.4) = -57.237X + 6143.1$ ($r^2=0.9628$)

라. 재배력 및 주요 병해 발생시기

구분	10월		11월		12월		1월		2월		3월		4월		5월		6월		7월		8월		9월	
	상	중	하	상	중	하	상	중	하	상	중	하	상	중	하	상	중	하	상	중	하	상	중	하
생육 기간 (주요 병해)																								
	발아, 휴면기 파종, 육묘, 정식 발육기 파종, 육묘기, 휴면기 휴면기 수확 휴식, 알 수확																							
	꽃가루 꽃가루 꽃가루																							
병해 발생 시기																								
	일출후부터, 휴면기, 파종후부터 파종후부터 휴면기, 휴식기																							

2. 예찰 요령

가. 예찰에 필요한 준비물

- 야장, 필기도구, 병징사진 등

나. 예찰 요령

- 1) 조사기간 : 연중

재배작형	정식시기	주요조사시기
반축성재배	3월 전후	4월~7월
억제재배	7월 전후	7월~10월

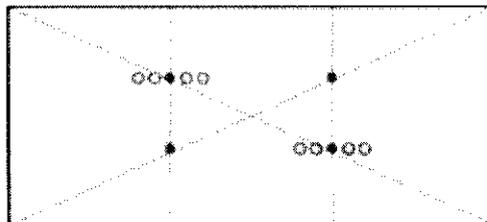
- 2) 대상식물 : 오이

- 3) 조사횟수 및 일자

- 봄작형 : 정식 30일 후 15일 간격
- 가을작형 : 정식 후부터 15일 간격

- 4) 조사방법

- 하우스내 2지점에서 지점당 25포기를 선정한다. 25포기 중 발생 포기수를 세고 비율을 산정한다
- 하우스 내 조사지점 선정 요령
 - 하우스를 대각선으로 나누고 3등분하여 표시지점끼리 선을 그어 맞닿는 지점 중, 대각선으로 연결된 ①과 ④ 또는 ②와 ③지점을 표시한 다음 표시지점의 같은 이랑에서 각 25포기씩 총 50포기를 조사한다.



다. 흰가루병 식물체 예찰요령

1) 포장에서 병징으로 진단하는 요령

- 잎 앞면에 흰가루를 뿌린 듯 나타나므로 육안으로 쉽게 진단이 가능하다.
- 보통 아래부위 잎에서 위쪽으로 진행되므로 발생초기에는 아래부위 잎을 세심하게 관찰한다.
- 노균병과 동시에 발생하기도 하는 데, 노균병은 잎의 앞면에 엽맥에 둘러싸인 담황색 다각형 반점이 생기고, 병반의 뒷면에 서릿발 모양의 곰팡이가 생기므로 병별로 별도 조사가 가능하다.



【부위별 발생 양상】



【노균병과 동시 발생한 잎】

3. 방제범위 및 방법

가. 방제범위

- 발생 농가별 개별 방제를 실시한다.

나. 방제 시기

- 수량 감수 3% 수준에서에서 오이 흰가루병 경제적 피해 허용 수준은 발병도 17.6%로, 포기당 흰가루병이 50% 이상 발생한 잎이 1-2개 일 때 약제 살포를 시작한다.

4. 조치계획 및 사후관리

가. 흰가루병발생 상황 입력

- 조사결과를 조사 당일 국가병해총관리시스템(NPMS)에 입력

나. 사후관리

- 발생 포장은 등록약제로 방제하여 확산 방지

다. 박멸효과 확인 및 박멸선언: 불필요

그림 14. 오이흰가루병 예찰저침서

나. 인삼 병해 예찰 지침서

인삼에 발생하는 병해에 대한 예찰 지침은 현재까지 없으며, 이 연구에서는 잎과 줄기에 발생하여 피해를 주는 잣빛곰팡이병에 대한 예찰지침서를 작성하였다. 조사방법은 조사 방법 설정 연구에서의 결과와 같이 줄기에 발생하는 잣빛곰팡이병은 100포기 중 발생 포기수를 세고 비율을 산정하며, 잎에 발생하는 잣빛곰팡이병은 100포기의 중 발생 잎 수를 세고 비율을 산정한다. 그림 15와 같이 잣빛곰팡이병에 대한 발생 생태, 발생 부위별 조사시기 및 병징, 포장에서의 조사 지점 선정 등을 기술하였다.

잣빛곰팡이병(Gray mold, *Botrytis cinerea* Pers.)

1. 발생 특징

가. 병원체

○ *Botrytis cinerea*

나. 발생 생태

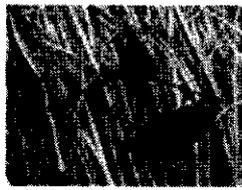
- 보통 다른 원인에 의해 피해를 받은 조직을 잣빛곰팡이병균이 이차적으로 침입하여 병이 발생한다
- 다른 균이 의해 침입을 한 조직을 침입하거나 토양 미소 동물 또는 해충 등에 의한 상처 및 동해(凍害)로 인해 괴사한 부분을 침입하여 발병한다
- 특히 4월 초·중순경에 이상 저온으로 말아한 뇌두가 동해를 받았거나 과도한 염류 집적으로 줄기 장애를 받았을 때 2차적으로 잣빛곰팡이병균에 의해 감염이 되며 심하면 뿌리까지 부패한다.
- 잎과 열매는 6월 중순이후 장마철에 발생이 많고 병든 조직표면에 잣빛의 포자가 밀생한다. 병원균은 병든 조직에 균사 또는 균핵 형태로 월동을 한다.
- 병원균의 생육온도는 15~25℃이며 최적온도는 21℃이다

다. 병징

- 모밭에서는 월동이후 묘삼을 채굴시기인 3월 중·하순에 뇌두부위부터 시작하여 마치 동해를 입은 형태로 부패한다.
- 본밭에서는 주로 줄기지제부의 상처를 통해 병원균이 침입하며 뇌두 부위 또는 줄기 지제부 조직 속으로 급속하게 진전하여 뿌리를 부패시킨다.
- 잎에서는 수침상의 병반을 형성하고, 열매에 발생하면 탈색이 되고 습한 조건에서는 회색의 곰팡이 또는 검고 불규칙한 균핵을 형성한다.



【발생 포장】



【병든 포기】



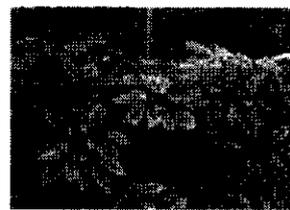
【지제부 병징】



【감염 줄기】



【앞에 나타나는 병징】



【열매의 병징】



【늑두 부위 병징】



【균핵 형성】

다. 경제적 피해

- 모발과 본발에 모두 나타나며, 외부의 환경 요인에 따라 대발생 할 수 있다. 특히 출아기 때 발병하면 피해가 크다.

라. 지배력 및 주요 병해 발생시기

구분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
	상	중	하	상	중	하	상	중	하	상	중	하
생육 과정 (주요 농작업)	발동기		발아기		전엽기		개화기		성숙기		수확기	
	씨논생장기		시간발생 및 뿌리상장기				뿌리비대기		씨논생장기			
병해 발생 시기	뿌릿곰팡이병											

2. 예찰 요령

가. 예찰에 필요한 준비물 : 야장, 필기도구, 병징사진 등

나. 예찰 요령

1) 조사기간 : 4월 하순 ~ 10월 상순

- 줄기에 발생하는 잣빛곰팡이병 : 4월 하순 ~ 10월 상순
- 잎에 발생하는 잣빛곰팡이병 : 6월 중순 ~ 10월 상순

2) 대상식물 : 인삼

3) 조사방법

- 포장내 2지점에서 지점당 100포기를 선정한다. 줄기에 발생하는 잣빛곰팡이병은 100포기 중 발생 포기수를 세고 비율을 산정하며, 잎에 발생하는 잣빛곰팡이병은 100포기의 중 발생 잎수를 세고 비율을 산정한다.
- 인삼밭 내 조사지점 선정 요령 : 인삼밭을 대각선으로 나누고 5등분하여 표시지점끼리 선을 그어 맞닿는 지점 중, 대각선으로 연결된 ①과 ④ 또는 ②와 ③지점을 표시한 다음 표시지점의 같은 이랑에서 각 100포기 약 2칸 정도를 조사한다.



다. 식물체 예찰요령

1) 포장에서 병징으로 진단하는 요령

- 묘밭이나 출아기 때는 주로 지제부 상처를 통해 감염이 시작되어 포기 전체가 고사하므로 고사한 인삼의 지제부위의 갈색 또는 흑색의 병원균을 관찰한다.
- 6월 중순 이후부터는 잎의 가장자리부터 침입하는 수침상의 병반도 함께 관찰한다.

3. 방제범위 및 방법

가. 방제범위

나. 방제 방법

- 상면토양의 염류집적 및 출아기 동해 방지를 위하여 4년생 가을에 두둑에 흙 덮기를 한다.
- 출아 직후와 장마 전 적용약제를 살포한다
- 늦가을 병든 줄기를 제거하고 적용약제를 살포한다.

4. 조치계획 및 사후관리

가. 발생 상황 입력

- 조사결과를 조사 당일 국가병해총관리시스템(NPMS)에 입력

나. 사후관리

- 발생 포장은 등록약제로 방제하여 확산 방지하고 전염원을 제거한다.

다. 박멸효과 확인 및 박멸선언 : 불필요

그림 15. 인삼잣빛곰팡이병 예찰지침서

4. 결과요약

- 가. 충북 음성지역에서 인삼에 발생하는 병해를 조사한 결과, 탄저병, 잣빛곰팡이병, 점무늬병이 발생하였으며 인삼점무늬병은 2013년에는 5월 조사에서 1.3% 발생하였으며, 2014년에는 6월에만 0.1% 발생하였다. 2015년에는 6월 4.5%, 7월 3.0% 발생하여 연구기간 중 가장 발생이 많았다. 인삼탄저병은 2013년에는 8월에 처음 발생하여 9월에는 발생율이 45%에 달하였다. 반면 2014년에는 7월 0.1%, 8월 1.3% 발생하였으며, 2015년에는 6월 4.3%, 7월 3.3% 발생하였다. 인삼탄저병 발생은 강수량과 비례하여 발생하는 병으로 연차별 발생율이 큰 차이가 있었으며, 6월부터 발생하기 시작하여 후기로 갈수록 발생이 증가하였다. 인삼잣빛곰팡이병은 6월부터 발생하기 시작하여 후기로 갈수록 발생이 심하였다. 연차별로 발생 차이도 커서 2013년에는 8월 4.0%, 9월 65.6%에 달하였다. 이에 발생한 잣빛곰팡이병은 줄기에 발생한 잣빛곰팡이병 발생과 비슷한 경향으로 6월부터 발생하여 후기로 갈수록 발병이 증가하고 연차별 발병을 차이가 컸다.
- 나. 충북 청주와 진천지역에서 발생한 병해는 검은별무늬병, 균핵병, 노균병, 덩굴마름병, 바이러스병, 잣빛곰팡이병, 흰가루병, 세균무늬병 등 8종이었다. 이 중 발생율이 높은 병해는 흰가루병과 노균병이었다. 흰가루병은 진천지역에서 조사한 일반재배 농가에서는 5월부터 발생하기 시작하여 1기작재배가 끝나는 7월까지 발생이 증가하여 3년 평균 38.7% 발생하였다. 무농약재배 오이에서는 연도별로 발생시기와 발생정도가 차이가 매우 컸다. 2013년 조사에서는 4월부터 발생하기 시작하였으며, 2014년과 2015년에는 6월부터 발생하기 시작하였다. 특히 2014년에는 병 발생 시작 후 급격히 증가하여 7월 발생율이 99%에 달하여 큰 피해를 주었다. 오이노균병은 일반재배에서는 3월 정식 후 5월이나 6월부터 발생하여 1기작 후기인 7월에는 3년 평균 29.8%가 발생하였다. 친환경재배 오이에서는 일반재배보다 한 달 정도 빨리 발생하기 시작하여 7월에는 거의 모든 잎에 발생하였다. 덩굴마름병은 일반재배 오이에서는 6-7월에 발생하였으며, 해에 따라 발생량 차이가 심하였다. 친환경재배에서는 2013년 정식초기에 시들음 증상을 보이는 오이에서 덩굴마름병균이 분리되었으나, 이 후에는 발견되지 않았다. 오이시들음병은 전 조사기간 중 발견되지 않았다. 바이러스병의 발생은 2014년 일반재배 2기작 재배시 발견되었으며, RT-PCR 결과, CMV와 WMV2의 복합 감염으로 진단되었다. 2015년에는 일반재배 정식 초기에 CMV가 1.3% 발생하였

으나 이 후 추가로 발견되지 않았다. 잣빛곰팡이병은 일반재배에서는 연도별로 발생시기 차이가 있으나 4월, 5월 그리고 7월에 발생하였으며, 친환경재배에서도 생육초기인 4월과 후기인 7월에 발생하였다.

- 다. 오이흰가루병과 오이노균병의 예찰방법을 설정하기 위해 조사방법 별 유의성을 조사하여, 예찰시간이 가장 짧게 소요되는 병든포기율을 포장당 2지점, 지점당 25포기를 조사하는 것으로 개선하였다.
- 라. 오이 주요 병해의 효율적 예찰을 위해 노균병과 흰가루병은 예찰방법 개선 연구 결과를 반영하고, 최근 상시적 또는 돌발적으로 발생하여 피해를 주고 있는 검은별무늬병과 잣빛곰팡이병을 추가하여 예찰지침서를 작성하였다. 새로 추가된 병해는 예찰의 용이성을 위해 노균병, 흰가루병과 같은 지점과 조사 포기수에 대한 병든 포기율을 조사하는 것으로 설정하였다. 예찰지침서는 예찰방법뿐 아니라 그림 11-15과 같이 대상 병해의 대한 원인과 발생생태, 부위 및 시기별 병징, 유사병징과의 구분 방법, 조사지점 선정방법, 조치계획과 사후관리 내용까지 포함하고 있다. 이 연구에서 작성된 예찰지침서는 앞으로 개편될 농작물 병해충 예찰 요령 책자에 수록되어 활용될 것이다.
- 마. 인삼에 발생하는 병해에 대한 예찰 지침은 현재까지 없으며, 이 연구에서는 잎과 줄기에 발생하여 피해를 주는 잣빛곰팡이병에 대한 예찰지침서를 작성하였다. 조사방법은 조사 방법 설정 연구에서의 결과와 같이 줄기에 발생하는 잣빛곰팡이병은 100포기 중 발생 포기수를 세고 비율을 산정하며, 잎에 발생하는 잣빛곰팡이병은 100포기의 중 발생 잎 수를 세고 비율을 산정한다. 그리고, 잣빛곰팡이병에 대한 발생 생태, 발생 부위별 조사시기 및 병징, 포장에서의 조사 지점 선정 등을 기술하였다

5. 인용문헌

- Yeon, B. Y., Hyeon, G. S., Bae, Y. S., Lee, S. W., Seong, N. S., & Kang, S. W. 2007. Changes of soil chemical properties and root injury ratio by progress years of post-harvest in continuous cropping soils of ginseng. Korean Journal of Medicinal Crop Science, 15(3), 157-161.
- 강효중, 차병진, 이기열, 안기수, 윤경호, 민경범. 1997. *Cladosporium cucumerinum* 에 의한 오이 검은별무늬병. The Plant Pathology Journal, 13(5), 288-294.
- 권진혁, 이상대, 최옥연, 신순선, & 심홍식. 2013. *Sclerotium rolfsii* 에 의한 오이 흰비단병 발생. 식물병 연구, 19(3), 229-232.
- 농촌진흥청. 2000. 채소 병해 도감
- 농촌진흥청. 2013. 농작물병해충 예찰 방제 요령
- 농촌진흥청. 2016. www.rda.go.kr
- 장창순, 이정주, 김선익, 송정영, 유성준, & 김홍기. 2005. Nested PCR 기법을 이용한 인삼 뿌리썩음병원균의 특이적 검출. 식물병 연구, 11(1), 48-55.
- 한국식물병리학회. 2009. 한국식물병명명목록 5판.

6. 연구결과 활용

연도(연차)	활용구분	제 목
2013(1년차)	학회발표 (국제)	Control of anthracnose of hot pepper by forecasting Information in Korea.
2013(1년차)	학회발표	Clinical diagnosis of plant disease in Chungbuk province for 2012 - 2013
2014(2년차)	학회발표	Clinical diagnosis of plant disease at Chungbuk province in 2014
2014(2년차)	정책제안	오이흰가루병 예찰방법 개선 및 예찰지침서 작성
2014(2년차)	정책제안	오이노균병 예찰방법 개선 및 예찰지침서 작성
2014(2년차)	정책제안	인삼젓빛곰팡이병 예찰방법 개선 및 예찰지침서 작성
2015(3년차)	학회발표 (국제)	Occurrence of ginseng gray mold in Chungbuk province and efficient monitoring method
2015(3년차)	학회발표	Survey of disease occurrence in cucumber in Chungbuk province
2015(3년차)	정책제안	오이젓빛곰팡이병 예찰 지침서
2015(3년차)	정책제안	오이검은별무늬병 예찰 지침서
2015(3년차)	영농활용	오이 세균모무늬병과 검은별무늬병의 병징에 따른 진단 방법

7. 연구원 편성

구 분	소 속 (과/연구소)	직 급	성 명	수행업무	참여 기간
책 임 자	친환경연구과	지방농업연구사	이경희	연구총괄	'13~'15
공동연구자	"	지방농업연구관	장후봉	연구협조	'15~'15
"	"	지방농업연구사	김선국	연구협조	'14~'15
"	"	지방농업연구관	김이기	연구협조	'14~'15

과제구분	공 동	수행시기		전반기	
연구과제 및 세부과제		연구분야	수행 기간	소속 (과/연구소)	책임자
오이, 국화 등 15작물의 돌발해충 예찰방법 표준화 기술개발		작물보호	'13~'15	친환경연구과	김선국
충북지역 복숭아, 오이의 돌발 및 주요 해충 예찰방법 표준화 기술 개발		작물보호	'13~'15	친환경연구과	김선국
색인용어	돌발해충, 예찰법, 표준화				

ABSTRACT

For the development of standard scouting method of sporadic insect pests in peach and cucumber in areas of Chungbuk province, this study was performed to examine the existed scouting method, to judge suitability for the new standard scouting method, and then to establish the regular monitoring and early alarm system.

Standard scouting method for *Grapholita molesta* (Busck) and *Carposina sasakii* Matsumura was done in 6 field spots compared between the naked-eye and pheromone traps. Seasonal occurrence between two scouting method did not show the difference; therefore it will be possible to proceed by the pheromone trap. In regular monitoring for outbreak pests, *Aphis gossypii* (Matsumura) in greenhouse cucumber occurred in low density, but outbreaked in later season of second planting at eco-friendly farms. The number of nymphs and adults was counted as 3.1 at first observation; however, it is increased as 87.8 after two weeks. It urgently needed to fast monitoring and its responsible management.

In greenhouse watermelon, *Spodoptera exigua* (Hubner) infested the surface of watermelon and damaged by pore formation to decrease the economic value, and needed the management before harvest watermelon both all in spring and autumn season, showed high population density at early- and late-Aug, mid-Sept. *G. molesta* and *C. sasakii* was more captured in Cheongju area than that of Eumseong area with showing higher density during growing season.

By operating early alarm systems through the regular monitoring for outbreak pest, adult *Mythimna separata* (Walker) was monitored high density by the trap investigation, and it urgent controlling was performed at areas about 32.89 ha. *Lycorma delicatula* and *Metcalfa pruinosa* was shown the tendency to steadily decrease the density. *Ricania* sp. (갈색날개매미충, *Ricanula sublimata*) occurred at 32.9 ha from 5 city-gun and currently spreading to adjacent area. As a potential important pest, it has broad spectrum of host, it will be being the problematic.

This result will be utilize the basic information materials for the regular monitoring and establishment of early alarm systems of outbreak pest through the field investigation data about occurrence and population density delineated by forecasting agents in province, city and gun and private research institutes.

Keywords: outbreak pest, seasonal occurrence, ecology, pest management, monitoring,

1. 연구목적

오이, 국화 등 15작물의 돌발해충 예찰방법 표준화 기술개발의 일환으로서 충북지역 내 복숭아, 오이의 돌발 및 주요해충 예찰방법 표준화 기술개발을 목표로 세우고 수행하였다. 첫째는 복숭아순나방과 복숭아심식나방의 표본조사법을 예찰요원의 현장조사에 맞게 적용하고 개선하는 것이다. 둘째는 오이에서 목화진딧물, 수박에서 과밤나방과 복숭아에서 복숭아순나방·복숭아심식나방의 정기모니터링을 수행하여 돌발해충이 발생상황을 지속적으로 예찰하는 것이다. 셋째는 돌발해충 조기경보시스템 구축으로 비래해충인 멸강나방의 돌발에 대응한 조기경보시스템 구축, 최근에 급격히 증가하는 해충인 꽃매미·미국선녀벌레·갈색날개매미충의 돌발에 대응한 조기경보시스템을 구축하는 것이다.

무역의 발달·FTA에 따른 농업시장의 개방과 친환경농업의 보급으로 국내산 작물에 발생하는 병과 해충의 발생현황이 변하고 있다. 작물별로 새롭게 발생하거나 주요해충들에 대해 예찰시기, 예찰규모, 예찰도구 등을 포함하는 과학적인 포장 예찰법 개발이 필요하며 또한 현장에서 검증을 통한 간소화, 실용화된 예찰법 개발이 필요한 상황에서 식물방역법이 개정되어 병해충·잡초 예찰방제 기본지침에는 돌발 및 관건해충에 대한 조기 발견 및 피해 방지를 위한 조기경보시스템이 해충 14종에 대하여 구축되었다(농식품부, 2012년). 식물방역법 시행(12, 01)으로 이에 따른 중앙-시·도-시·군·구 병해충 예찰방제단이 이용할 수 있는 통일된 조사기준을 마련하여 병해충 발생정보의 정확도, 신뢰도를 높이고 예찰 자료가 발생통계자료로 활용되도록 하고 있다. 해충 예찰 전문인력 교육 및 해충 D/B자료 구축을 위한 최근의 돌발 해충의 생태 및 피해에 관한 사진 정보 축적이 필요하고, 작물에서 병해충 발생 정보를 대표할 수 있는 지역별 조사지지를 선정하고, 돌발 해충 확산 저지를 위해 돌발해충 발생 분포 지도를 작성한 다음, 해충 예찰 정보의 생산과 홍보로 농촌진흥청 국가농작물병해충관리시스템(NCPMS) 활용도를 제고시켜야 한다. 친환경농산물에 대한 수요가 높아짐에 따라 친환경재배지에서 해충의 밀도가 증가하고, 발생초기 적절한 방제가 곤란함에 따라 피해가 우려되고, 농촌 산업화에 따른 유희지 및 주말농장 등 관리가 소홀한 경작지가 증가하면서도 병원균, 해충, 잡초의 증가 및 유희동이 가능한 중간 서식지의 증가가 농작물 재배지로 2차 확산의 피해가 커지고 있다. 따라서 해충의 발생상황에 대한 모니터링이 필요하며 해충의 조기경보시스템 구축이 필요하다. 기후변화에 따른 온난화가 진행되면서 농작물과 산림의 북방한계선이 올라가고 해충의 서식환경이 변화하고 있다. 해충의 서식환경이 교란됨에 따라 해충은 이동을 가속화하고, 문제되지 않던 곤충이 새로운 해충으로 쉽게 변화할 기회를 제공하고, 그 해충 밀도가 빠르게 증가하도록 변화하고 있어, 서식분포 확산에 대한 연구가 필요하다(Deutsch *et al.*, 2008; Frazier *et al.*, 2006). 특히 다양한 해충의 돌발해충화의 가능성과 횡수가 증가하여 해충의 생태변화에도 연구·개발이 필요하다. 해충상의 변화는 잠재해충이 돌발해충화가 자주 일어나고 있음을 보여주고 있다. 갈색여치는 불과 몇 년 전만 하더라도 사람들에게 잘 알려지지 않은 산림곤충의 한 종이었지만 몇 년 전에 충북 영동지역 과수원에 대발생하여 과수농가에 큰 피해를 주었다(Ahn *et al.*, 2007; Bang *et al.*, 2009). 꽃매미도 몇 년 전만 해도 사람들에게 잘 알려지지 않은 곤충이었지만, 2006년에 서울, 경기 지역에서 발생하면서 사람들의 관심을 받기 시작했는데, 그 후 해마다 밀도가 증가하면서 전국적으로 발생하여 피해를 주었다(Park *et al.*, 2009; Han *et al.*, 2008; KFRI, 2007). 미국선녀벌레, 갈색날개매미충 등도 돌발 발생하여 배, 단감 등 여러 작물로 피해가 확산되고 있는 실정이다(Ahn *et al.*, 2011; Choi *et al.*, 2012; Kang *et al.*, 2013). 하지만 이에

대한 예찰 및 방제는 정보의 부족과 농가의 노령화로 인한 자가예찰 및 방제활동이 미비하여 해충 피해에 노출되고 결국 국지적으로 또는 전국적으로 퍼지게 되는 상황을 맞이하게 된다. 돌발해충의 예처럼 이에 대한 방제가 시급한 상황이지만, 환경변화로 인한 갑작스런 대발생으로 꽃매미나 갈색날개매미충에 대한 기본적인 연구조차 미흡하여 대처할 방안이 부족한 실정에서 주요 문제해충의 발생상황을 끊임없이 모니터링을 하여 해충의 대발생의 근본적 가능성을 차단할 수 있는 계기가 될 수도 있을 것이다.

따라서 국가적으로 문제가 될 수 있는 해충에 대한 발생상황을 정기 모니터링을 하고, 조기경보 시스템을 구축하여, 대발생을 막을 수 있는 시스템을 효과적으로 운영하기 위해서 전반적인 관리체계의 표준화가 필요하고 이를 개발하고자 한다.

2. 연구방법

가. 돌발해충 표준예찰법 개발

복숭아나무에서 주요해충인 복숭아순나방과 복숭아심식나방의 발생밀도와 피해정도를 조사하여 표준조사법을 개발하고자 수행하였다. 복숭아순나방과 복숭아심식나방의 조사를 위한 포장 선정조건은 다음과 같다. 조사포장에서는 방위 및 수고 높이로 나누고 구획별 복숭아순 및 과실피해를 조사하였다.

표 1. 복숭아순나방 및 심식나방 조사지점

	위 치	포장규모(m ²)	재배이력
	강내면 저산2리 164-1 사봉기	3,305	엘베트, 15년
청주	오창읍 기암리 박종한	3,305	엘베트, 15년
	오창읍 상평리 김태식	6,611	엘베트, 10년
음성	감곡면 오항리 김명희	9,917	미백, 4년
	감곡면 상평리 함효중	6,611	미백, 15년
	음성읍 용산리 이상운	3,305	성화백도-3년/ 엘베트-10년

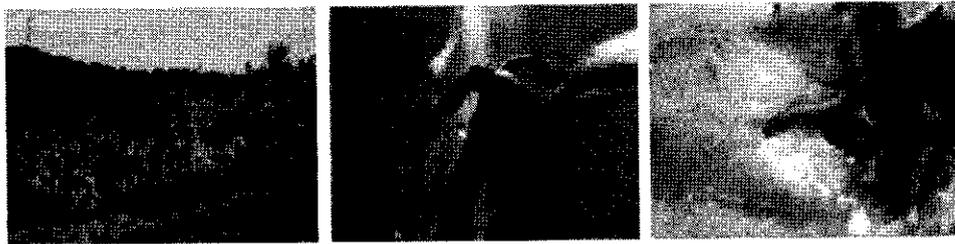


그림 1. 조사포장 전경 및 복숭아순나방과 심식나방 피해

복숭아순나방의 조사방법 및 표본단위는 해충에 따라 다르지만 순피해의 육안조사와 성충의 트랩조사이고, 해충발생이 가장 많은 부위인 복숭아의 신초에서 4~5월에 복숭아순나방의 유충피해를 조사한다. 표본단위는 조사주의 4분위 또는 높이별에 따른 분포양상을 조사하고 밀도수준별 부위별 발생

밀도 조사를 원칙으로 하였다. 조사지역은 음성과 청원을 포함한 충북지역내 과원으로 조사내용은 시기별 발생량, 피해양상 및 표본단위 및 공간분포 설정자료를 수집하였다. 조사방법의 육안조사와 트랩 조사의 결과를 비교하여 기존의 육안조사를 트랩조사로 전환이 가능한지 여부를 결정한다. 복숭아심식나방의 조사방법은 육안조사이고, 7~9월의 복숭아에서 복숭아심식나방의 유충과 과신피해를 조사한다. 조사지역은 음성과 청원을 포함한 충북지역내 과원으로 조사내용은 시기별 발생량, 피해양상 및 표본단위 및 공간분포 설정자료를 수집하였다.

나. 돌발해충 정기 모니터링

정기모니터링을 위한 목화진딧물(오이), 파밤나방(수박), 복숭아순나방·복숭아심식나방(복숭아) 조사 포장 선정지역 위치는 다음과 같다. 각 작물의 작기에 맞추어 대상해충의 밀도를 육안조사와 트랩조사를 실시하였다.

표 2. 오이, 수박, 복숭아에 대한 돌발해충 조사지점

작물(해충)	위 치		
	1	2	3
오이 (목화진딧물)	진천 초평 용정리	진천 초평 금곡리	청주 오송 궁평리
수박 (파밤나방)	진천 덕산 한천리 진천 덕산 신척리	진천 덕산 용몽리 음성 대소 오산리	음성 대소 수박연구소 음성 대소 삼정리
복숭아 (순나방, 심식나방)	청주 강내 저산리	청주 오창 기암리	음성 감곡 오향리 음성 음성읍 용산리

오이에서 목화진딧물 정기모니터링은 충북에서 주요재배작물인 오이에서 문제시 되고 있는 잠재적 주요해충인 목화진딧물을 대상으로 돌발해충화 할 가능성이 있는지 정기 모니터링을 통해 밀도조사를 수행하였다. 연간 시기별 발생량을 조사하여 오이에서 조기경보시스템을 구축하는데 기초자료로 제공하고자 수행하였으며, 조사방법은 육안조사이고, 4월부터 11월까지 오이의 일당 성충 또는 약충수를 세며, 포장 당 20엽을 채취, 마리수를 조사하였고. 조사지역은 진천 등 오이재배단지를 중심으로 하였다. 수박에서 파밤나방 정기모니터링은 충북에서 주요재배작물인 수박에서 문제시 되고 있는 잠재적 주요해충인 파밤나방을 대상으로 돌발해충화 할 가능성이 있는지 정기 모니터링을 통해 밀도조사를 수행하였다. 연간 시기별 발생량을 조사하여 수박에서 조기경보시스템을 구축하는데 기초자료로 제공하고자 수행하였다. 조사방법은 페로몬트랩을 이용하여 트랩에 잡힌 성충의 마리수로 조사하며 조사 시기는 4월부터 11월까지 수박재배단지의 시설하우스 내부와 외부에 트랩을 설치하고 잡힌 마리수를 조사하였다. 복숭아에서 복숭아순나방·복숭아심식나방 정기 모니터링은 복숭아과원에서 문제되고 있는 복숭아순나방과 심식나방의 밀도를 조사하였다. 복숭아순나방은 4월부터 8월까지 페로몬트랩을 이용하여 트랩당 잡힌 성충마리수를 조사하였고 조사지역은 주로 청원, 음성, 옥천이다. 복숭아심식나방은 복숭아심식나방과 마찬가지로 조사하였고 조사시기는 5월부터 9월까지 이루어졌다.

다. 돌발해충 조기경보시스템 구축

멸강나방의 돌발대응 조기경보시스템 구축을 위하여 조사는 유충과 성충발생시기로 나누어 조사하였다. 유충발생조사는 6월~7월에 포충망을 이용하거나 육안조사로 실시하였다. 조사지역은 청주와 보은 등 주로 화본과식물을 많이 재배하는 곳 중심으로 실시하였다. 성충발생조사는 4월과 6월에 페로몬트랩을 이용하여 조사를 하였으며 주 1회 조사를 실시하였다. 조사지역은 유충과 같다.

꽃매미의 돌발에 대비하기 위하여 발생밀도를 조사하였고 일정밀도 이상으로 발생시 조기경보시스템을 검토하였다. 꽃매미 조사방법은 알과 종령약충, 성충으로 나누어 조사가 이루어졌고 조사시기는 3~10월에 육안으로, 기주식물을 중심으로 지상 1m 이상의 높이에서 포장 당 10주 이상 조사를 하여 발견한 마리수를 기록한다. 조사지역은 청주, 진천, 옥천지역의 포도원을 중심으로 하였다.

최근 충북도내 산림에 확산된 미국선녀벌레의 발생시기 및 발생밀도를 조사하고 다양한 작물과 과원에 피해를 줄 가능성에 대해 조기경보시스템의 구축과 적용을 검토하였다. 미국선녀벌레 조사방법은 성충을 대상으로 5~8월에 가지 끝 30cm 당 마리수와 포장 당 10주를 대상으로 조사를 하였다. 조사지역은 음성과 청원지역으로 단감, 배 과원을 중심으로 조사를 하였다.

갈색날개매미충은 생태조사를 포함하여 난괴와 약충, 성충의 발생시기 및 발생밀도를 조사하였다. 조기경보시스템 구축을 위하여 보다 효율적인 조사방법을 찾고자 수행하였다. 조사방법은 성충에 대하여 실시하며 육안으로 한 조사방법과 끈끈이트랩을 이용한 방법을 비교하여 수행하였다. 육안성충발생조사는 3월에서 5월 사이에 이루어졌고 진천과 옥천을 포함한 충북도내에서 가지 끝 30cm 당 마리수와 포장 당 10주를 대상으로 조사를 하였다. 끈끈이트랩 조사는 8월 10일에서 20일 사이에 사과원에 노란색 끈끈이트랩을 1.5m 높이에 설치하고 잡힌 마리수를 조사하였다.

3. 연구결과

가. 복숭아순나방, 복숭아심식나방 표본조사법 개발

복숭아순나방 조사방법 및 표본단위 결정을 위한 기본조사로서 조사지점의 누적발생량을 조사한 결과 그림 2와 같다. 방위별 복숭아순나방 피해는 산과 인접한 외곽지역의 나무에서 높은 경향으로 나타났다.

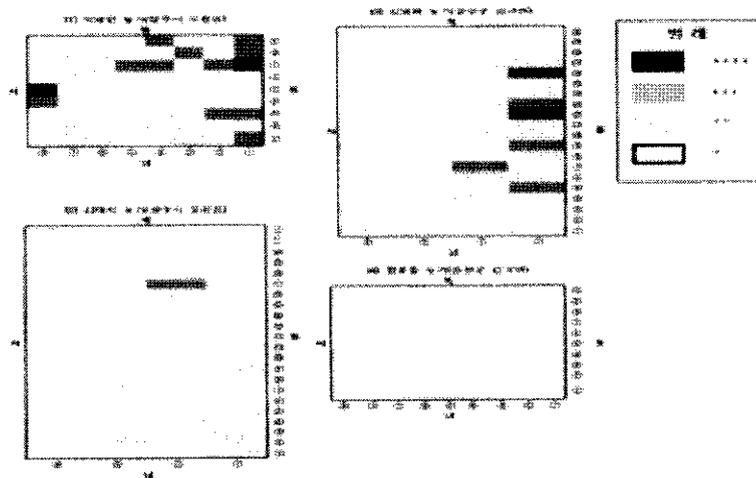


그림 2. 2013년도 복숭아순나방 조사지점에서의 누적발생량 비교 (2013).

그림 3에서는 2013년도의 복숭아순나방의 조사시기별·방위별·수고별 주당발생량을 조사한 결과이다. 시기별로는 6월 초·중순경에 발생량이 많았고, 방위별로는 북서방향에서, 수고별로는 큰 차이를 보이지 않았다.

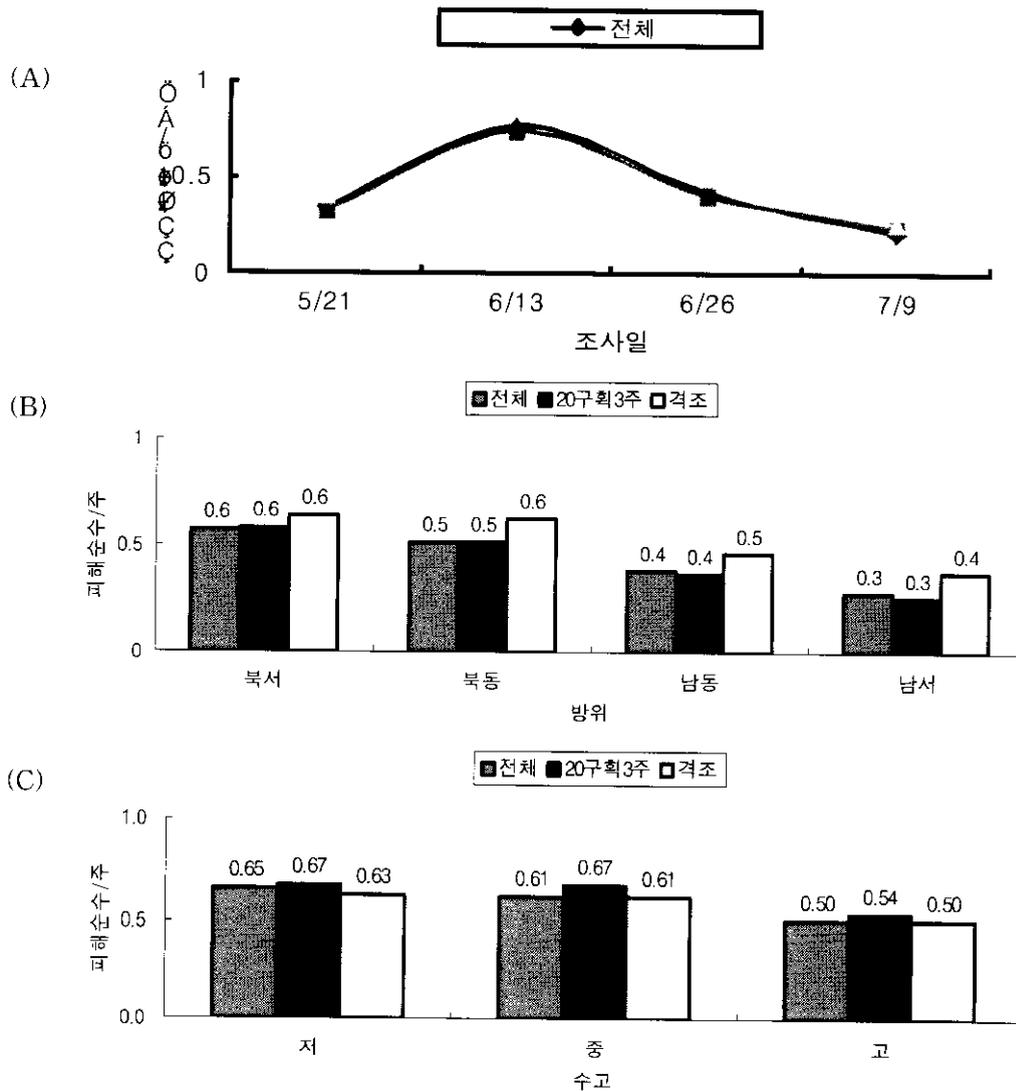


그림 3. 2013년도 복숭아순나방 조사방법별 피해조사. (A) 조사시기별 주당발생량, (B) 방위에 따른 주당 발생량, (C) 수고에 따른 주당 발생량.

2014년도의 복숭아순나방 피해는 5월 상순부터 6월 중·하순에 집중되었고 발생피크는 5월 하순으로 나타났다. 방위별로 발생상황도 2013년도와 마찬가지로 북서방향에서 많이 발생하는 것으로 나타났다 (그림 4).

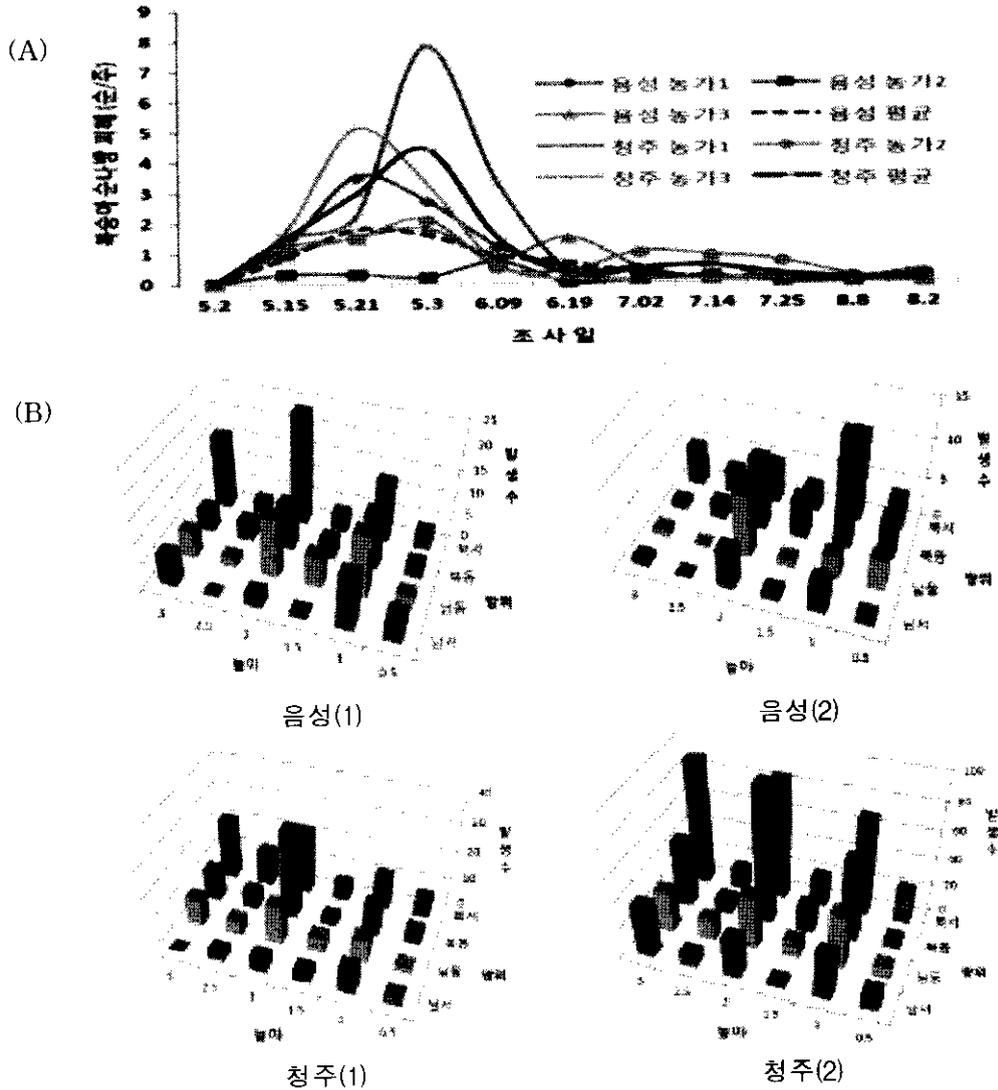


그림 4. 2014년도 복숭아순나방 피해상황과 피해정도. (A) 지역별 복숭아순나방에 의한 주당 순의 피해상황, (B) 포장방위별 피해정도

복숭아순나방의 트랩을 이용한 발생시기를 조사한 결과 그림 6과 같다. 트랩에 따라 발생 양에 차이는 있지만 큰 차이를 보이지 않았고, 발생 시기는 거의 일치하는 것으로 나타났다(그림 5).

조사 표본단위 위치선정을 위하여 복숭아나무의 높이별 50, 150, 250 cm 높이에 성페로몬트랩을 설치하고 포획한 결과, 250 cm 높이에 유인력이 높아 높게 다는 것이 유리한 것으로 나타났다. 복숭아과원의 위치별(중앙, 경계, 외곽) 설치하고 포획한 결과, 과원과 외부와의 경계지역에 설치시에 유인력이 높게 나타났다 (그림 6).

순나방(전체)

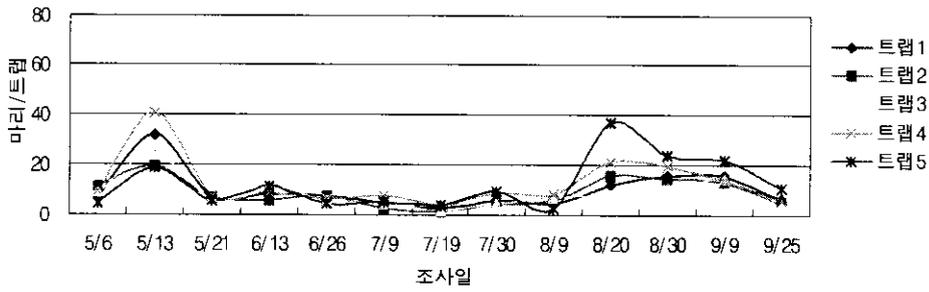
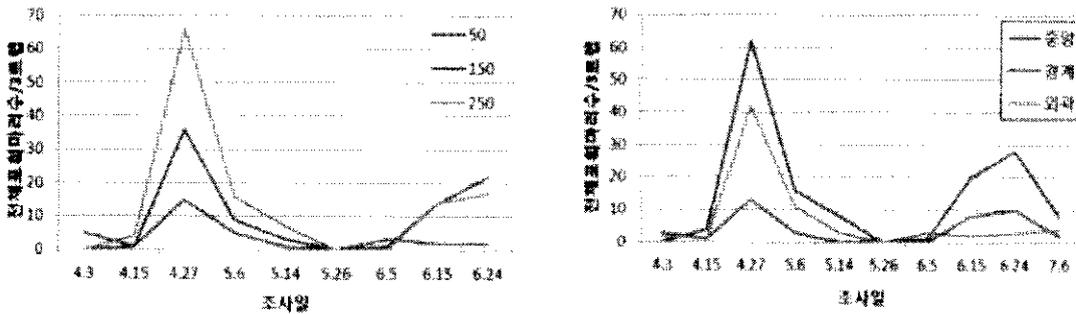


그림 5. 트랩을 이용한 복숭아순나방의 발생시기 조사 (2013)



(A) 높이별 평균포획수(성페로몬트랩)

(B) 위치별 평균포획수(성페로몬트랩)

그림 6. 복숭아순나방의 트랩의 높이별, 위치별 포획수

따라서 복숭아순나방의 표본조사법은 다음과 같이 정리하였다.

□ 복숭아순나방의 표본조사법

<예찰 요령>

- 1) 예찰도구 : 지주대, 페로몬 루어, 델타트랩, 지퍼백
- 2) 예찰시기 : 꽃 피는 시기부터 수확기까지
- 3) 예찰간격
 - 정기조사 : 4 ~ 9월 (10일 간격)
 - 특별조사 : 신초가 자라는 시기
- 4) 예찰방법

<가. 포장 및 포장내 조사지점 선정>

- 조사 포장은 노지 복숭아 포장으로 조생종과 만생종 과일을 선정한다.
- 조사지점은 과수나 인근 나무의 거친 수피나 잔류 봉지 등에서 고치를 짓고 월동하므로 포장 당 페로몬 예찰트랩을 과원 내부 및 경계에 설치하고 유살된 성충 수를 조사함

<나. 정점조사>

- 예찰방법 : 성페로몬 트랩
- 조사기간 : 4 ~ 9월
- 조사일 : 5일 간격(1, 6, 11, 16, 21, 26)
- 조사지역 : 3개 지역/시군, 3개 포장/지역
- 조사방법
 - 성페로몬 트랩을 복숭아 과원 중앙과 야산과 인접한 과원 경계에 지상 1.5m 가량의 높이에 지주대 혹은 복숭아나무에 델타트랩을 설치함
 - 10일 간격으로 끈끈이패드(끈끈이)에 붙어 있는 복숭아순나방 개체수를 조사하고, 새로운 끈끈이 트랩으로 교체함
 - 루어는 월 1회 교체함
 - 트랩에 유살된 정도로 무, 소, 중, 다, 심을 결정함

발생정도	무	소	중	다	심
포장당 유살수	0	1~10	11~20	21~30	31~

5) 예찰 도구 및 예찰 사진



복숭아심식나방의 표본조사법 개발을 위해 지역별 피해과일수 및 피해율(%)을 조사한 결과는 그림 7과 같다.

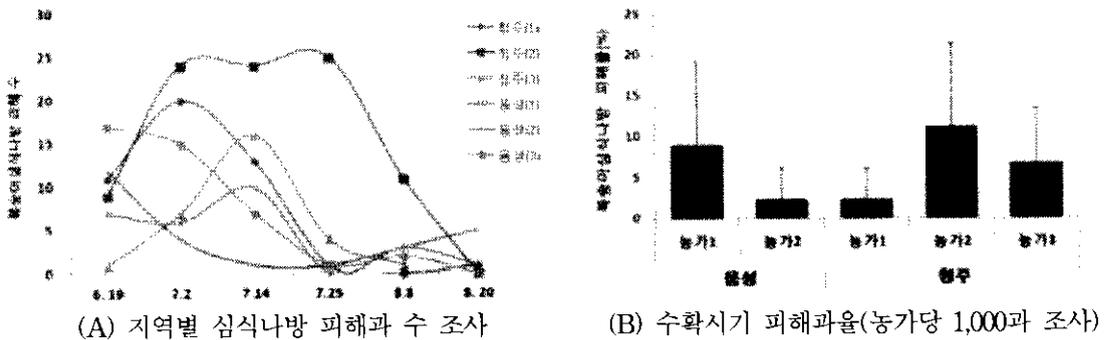


그림 7. 2014년도 지역별 복숭아 심식나방 피해과일 수 및 피해율(%)

2013년도 복숭아심식나방의 조사방법 및 표본단위 결정을 위한 기본조사에서 트랩에 잡힌 복숭아심식나방의 수는 그림 8과 같다.

심식나방(전체)

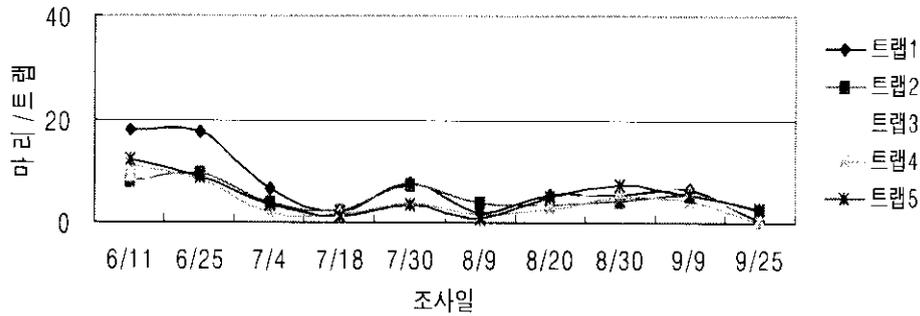
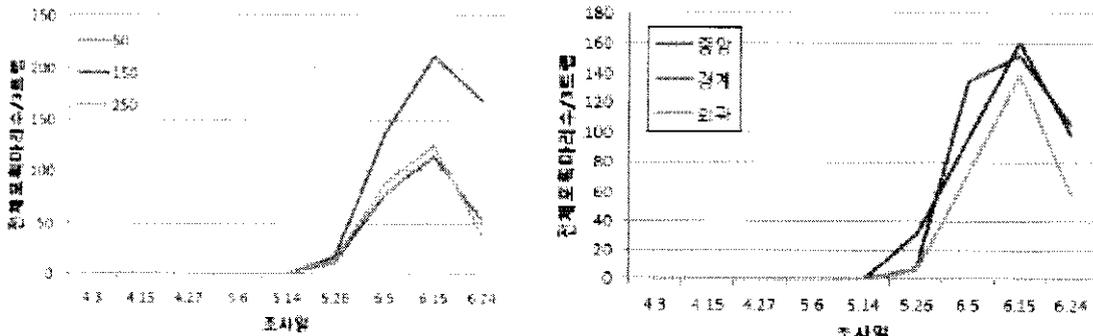


그림 8. 트랩을 이용한 복숭아심식나방의 발생시기 조사 (2013년)

조사 표본단위 위치선정을 위한 실험에서, 복숭아의 높이별 50, 150, 250 cm 높이에 성페로몬트랩을 설치하고 포획한 결과, 150 cm 높이에서 유인력이 높았고 높게 다는 것이 유리하게 나타났다. 복숭아 과원의 위치별(중앙, 경계, 외곽) 설치하고 포획한 결과, 과원과 외부와의 경계지역에 설치 시에 유인력이 높게 나타났다.



(A) 높이별 평균포획수(성페로몬트랩)

(B) 위치별 평균포획수(성페로몬트랩)

그림 9. 복숭아심식나방의 트랩의 높이별, 위치별 포획수

따라서 복숭아순나방의 표본조사법은 다음과 같이 정리하였다.

- 복숭아심식나방의 표본조사법 개정안

<예찰 요령>

1) 예찰도구

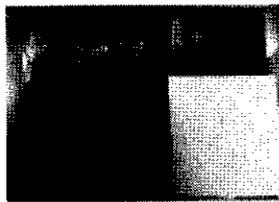
- 지주대, 페로몬 루어, 5 ~ 9월 (10일 간격)델타트랩, 지퍼백
- 2) 예찰시기 : 어린 과실이 달릴 때부터 수확기 까지
- 3) 예찰간격
 - 정기조사 : 5 ~ 9월 (10일 간격)
- 4) 예찰방법
 - <가. 포장 및 포장내 조사지점 선정>
 - 조사 포장은 노지 복숭아 포장으로 조생종과 만생종 과일을 선정한다.
 - 노숙유충이 땅에서 고치를 짓고 월동하므로 조사지점은 과원 내에 2개 이상 페로몬 예찰 트랩을 설치하고 유살된 성충 수를 조사한다.
 - <나. 정점조사>
 - 예찰방법 : 성 페로몬 트랩
 - 조사기간 : 5월 ~ 9월
 - 조 사 일 : 5일 간격(1, 6, 11, 16, 21, 26)
 - 조사지역 : 3개 지역/시군, 3개 포장/지역
 - 조사방법
 - 성페로몬 트랩을 복숭아 과원당 2개씩 재배포장 내에 지상 1.5m 정도 높이의 지주대 혹은 복숭아나무에 델타트랩을 설치함
 - 반순(5일 간격)간격으로 끈끈이패드 에 붙어 있는 복숭아심식나방 개체수를 조사하고, 새로운 끈끈이 트랩으로 교체함
 - 루어는 월 1회 교체함
 - 트랩에 유살된 정도로 무, 소, 중, 다, 심을 결정함

발생정도	무	소	중	다	심
포장당 유살수	0	1~10	11~20	21~30	31~

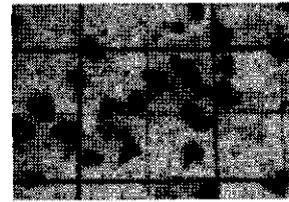
5) 예찰도구 및 예찰사진



【루어】



【델타트랩】



【성충조사】

나) 돌발해충 정기 모니터링

오이 재배포장에서 목화진딧물의 시기별 발생량을 조사한 결과는 그림 11과 같다. 연도별 조사시기와 방법이 시설하우스에 따라 다르지만 비슷한 날짜를 기준으로 삼았다. 2013년부터 2015년도까지 연도별 발생량을 조사일 기준으로 추정하여 조사하였다. 2013도 목화진딧물의 발생은 거의 이루어지지

않았으나, 2014년도에도 비슷한 경향이나 5월에 약간 증가하다 감소하였고, 2015년도에는 지속적으로 증가하는 경향을 보였다 (그림 10). 2015년도의 발생경향은 고온이 지속되는 기온과 연관이 있는 것으로 보인다.

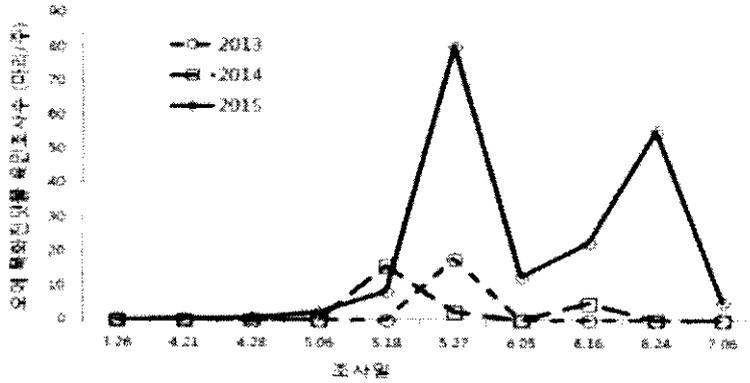
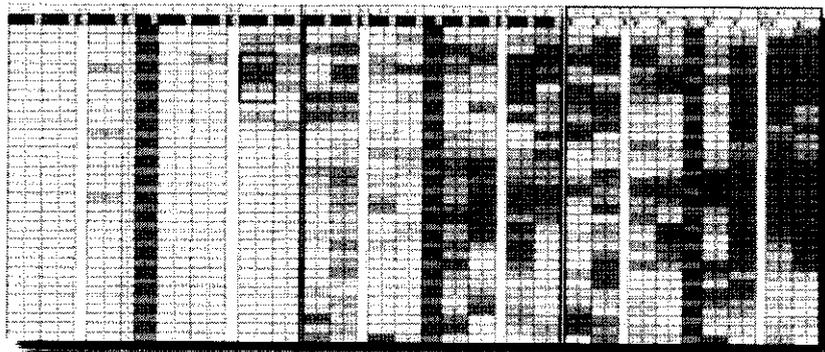


그림 10. 오이 시설하우스에서 목화진딧물의 시기별 발생량 비교 (2013~2015)

오이 시설하우스에서 오이 전수조사를 통해 최초 목화진딧물이 발생한 후 6일 후와 13일 후에 지속적으로 확산분포가 어떻게 이루어지는지 조사한 결과 그림 11와 같다. 조사는 봄재배시 밀도변화가 높지 않아서 가을재배시에 밀도변화를 조사하였다. 그 결과 최초 발생구간에서 전체로 퍼져나가는 데 약 2주면 가능한 것으로 판단되며 밀도도 방제하지 않으면 안 될 정도인 엽당 4~5마리 이상으로 분포하는 것으로 나타났다.



<10월 7일> <10월 13일> <10월 20일>
 □ 최초발생구간 10.7일/3.1마리 → 6일 후 10.13일/28.1마리 → 7일 후 10.20일/87.8마리

그림 11. 오이에서 목화진딧물 발생농가 확산 분포 양상(가을재배)

수박재배지에서 파밤나방의 시기별 발생량을 조사한 결과 그림 12와 같다. 트랩에 잡히는 파밤나방의 숫자는 트랩의 위치에 따라 많은 차이를 보였으나 시기별 발생량은 비슷한 경향을 보였다. 연도별

과밤나방의 발생량을 비교한 결과 과밤나방은 5월 말이나 6월초에 성페로몬트랩에 잡히기 시작하면서 지속적으로 잡히는 마리수가 증가하였고 10월 중하순 까지 채집되어 가을재배에도 영향을 미칠 것으로 판단된다.

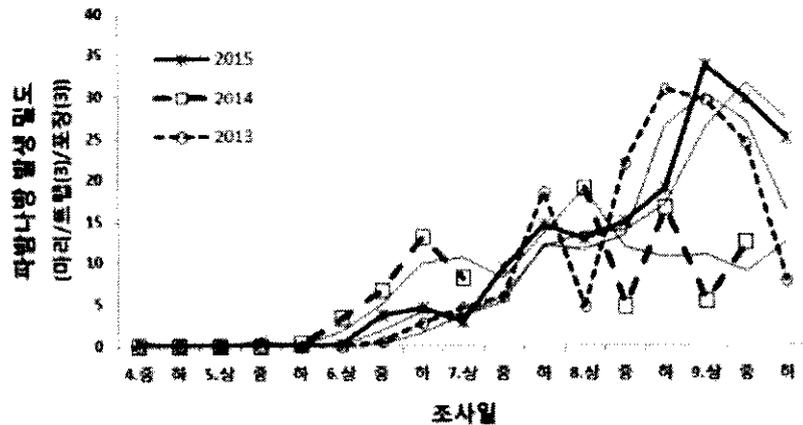


그림 12. 수박재배지에서 과밤나방의 시기별 발생량 비교 (2013~2015)

복숭아재배지에서 복숭아순나방의 시기별 발생량을 조사한 결과는 그림 13과 같다. 복숭아순나방의 발생량은 지역별로는 청원지역이 음성지역보다 높게 발생하였으며 연도별로는 2014년도에 발생량이 많았다. 연도별로 발생량을 비교한 결과 복숭아순나방의 경우 4월부터 발생이 시작되므로 초기 발생에 대한 예찰을 시작을 해야 한다.

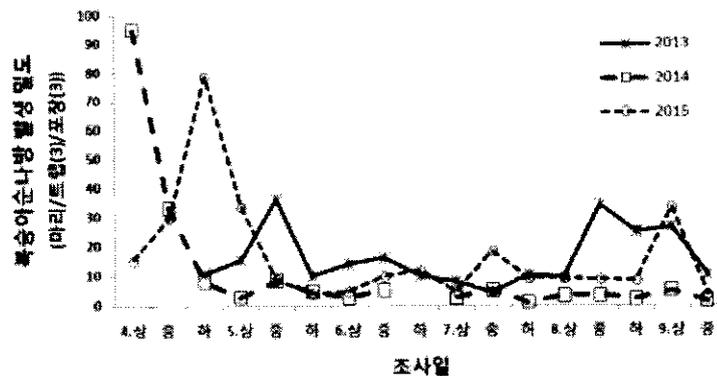


그림 13. 복숭아과원에서 복숭아순나방의 연도별 발생량 비교

복숭아재배지에서 복숭아심식나방의 시기별 발생량을 조사한 결과 그림 14와 같다. 복숭아심식나방의 발생량은 복숭아순나방과 같이 지역별로는 청주지역이 음성지역보다 높게 발생하였으며 연도별로는 2015년도에 발생량이 많았다. 연도별로 발생량을 비교한 결과는 복숭아심식나방의 경우 5월 중순부터 발생이 시작되었고 6월 중순이 최성기를 보였다.

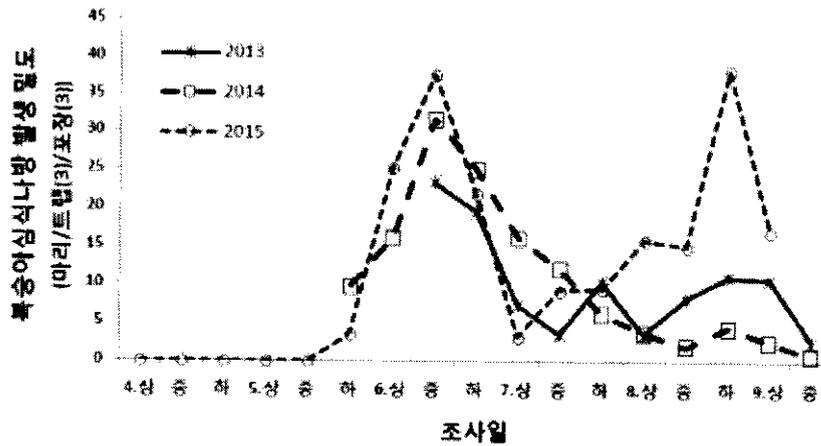


그림 14. 복숭아과원에서 복숭아심식나방의 연도별 발생량 비교

다) 돌발해충 조기경보시스템 구축

멸강나방의 성충과 유충의 발생시기를 조사한 결과 표 1, 2와 같다. 페로몬트랩을 이용하여 멸강나방 성충의 발생시기와 양을 조사한 결과, 2013년도와 2014년도에는 발생량이 거의 없었으나 2015년도에는 6월 초순에 트랩에 많이 잡혀 2015년도에는 발생량이 많음을 확인하였다. 또한 지역별 유충발생량을 조사하였을 때에도 음성 등 일부지역에서 높은 밀도를 보여 유충발생에 따른 긴급방제 조치사항을 실시하였다.

표 1. 멸강나방 성충의 지역별 발생량 (페로몬트랩)

조사시기	2013		2014		2015		
	성충 발생량 (마리/트랩)		성충 발생량 (마리/3트랩)		성충 발생량 (마리/3트랩)		
	청원	보은	청주	보은	진천	음성	청주
4. 21	트랩설치	트랩설치	트랩설치	트랩설치			
4. 28	0	1	0	0			
5. 07	1	0	0	0			
5. 14	0	0	0	0			
5. 21	0	0	0	0	트랩설치	트랩설치	
5. 28	0	0	0	0	6	7	트랩설치
6. 04	0	0	0	0	12	12	65
6. 11	0	0	0	0	4	5	0
6. 18	0	0	0	0	0	0	0
6. 25	0	0	0	0	0	0	0

표 2. 지역별 멸강나방 유충 발생량

조사시기	조사포장	발생밀도(마리/30주)			발생밀도	
		청주	보은	진천	음성	청주
1차 (6. 11) <포충망조사>	1	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0
	평균	0	0	0	0	0
2차 (7. 03) <육안조사>	1	0	0	0	146.6	0
	2	0	0	0	153.3	0
	3	0	0	0	66.6	0
	평균	0	0	0	122.2	0

충북 11개 시군을 대상으로 꽃매미의 발생조사를 한 결과는 표 3~5와 같다. 조사시기는 발육태에 따라 난괴, 약충, 성충으로 나누고 3월 중순이 1차, 5월 하순이 2차, 10월에 3차를 진행하였다. 2013년도에는 조사필지에 따른 발생율이 60%까지 이르렀으나 2014년도에는 발생율이 50%로 조사되었고, 2015년도에는 조사필지수의 확대로 발생율이 평균 6.1%로 급감하였다. 2013년도부터 연차 조사가 진행 될수록 발생량은 전체적으로 줄어든 것으로 보인다.

표 3. 충북지역 꽃매미 발생량 (2013)

조사시기	조사지역 (시군단위)	기주 식물	조사 필지수	발생		밀도 (마리/10주)		발육태
				필지수	비율(%)	평균	최고	
1차 (3.18~20)	청주 용담	포도	4	2	50	1.2	4	난괴
	청원 문의	포도	3	1	33	2.3	5	
	진천 덕산	포도	3	2	66	1.8	4	
	소계		10	5	49.6	1.77	5	
2차 (5.27~29)	청주 용담	포도	6	2	33	4.8	14	약충
	청원 문의	포도	6	2	33	3.4	4	
	진천 덕산	포도	3	2	67	7.0	32	
	소계		15	6	44.3	5.06	32	
3차 (10.28~29)	청주 용담	포도	4	2	50	4.3	15	성충
	청원 문의	포도	3	2	67	3.1	10	
	진천 덕산	포도	3	2	67	2.4	3	
	소계		10	6	60.0	3.27	15	

표 4. 충북지역 꽃매미 발생량 (2014)

조사시기	조사지역 (시군단위)	기주 식물	조 사 필지수	발생		밀도(마리/10주)		발육태
				필지수	비율(%)	평균	최고	
1차 (3.18~19)	청주 오창	포도	2	1	50	0.5	3	난피
	진천 덕산	포도	2	1	50	0.6	3	
	옥천 이원	포도	2	1	50	0.6	4	
	소계		6	3	50	0.5	4	
2차 (5.25~26)	청주 오창	포도	6	2	33.3	5.7	17	약충
	청주 문의	포도	5	2	40.0	3.5	15	
	진천	포도	3	2	66.7	6.8	25	
	소계		14	6	42.8	5.3	25	
3차 (10. 02)	청주 문의	포도	2	0	0	0	0	성충
	옥천 청산	포도	2	1	50	0.9	4	
	소계		4	1	25	0.4	4	

표 5. 꽃매미 각 태별 조사내용과 발생면적

조사시기	기주 식물	조사 필지수	발생		밀도(마리)/10주		발육태
			필지수	비율(%)	평균	최고	
1차(3월)	포도 등	117	5	4.2	2.3	56	난피
2차(6월)	포도 등	88	7	7.9	0.64	13	약충
3차(10월)	포도 등	80	5	6.3	0.75	10	성충
평균		95.0	5.6	6.1	1.2	26.3	

미국선녀벌레의 발생조사는 충북지역 11개시군을 대상으로 5월(1차, 약충), 8월(2차, 성충)을 조사하였으며 그 결과는 표 6, 7과 같다. 미국선녀벌레는 2014년도에 조사지역을 확대해 조사한 결과 조사필지수가 많아도 전체 발생율은 87%에 이를 정도로 광범위하게 퍼져 있는 것으로 판단되며, 발생밀도 또한 5주 당 최고 30마리에 이를 정도로 높게 나타났다.

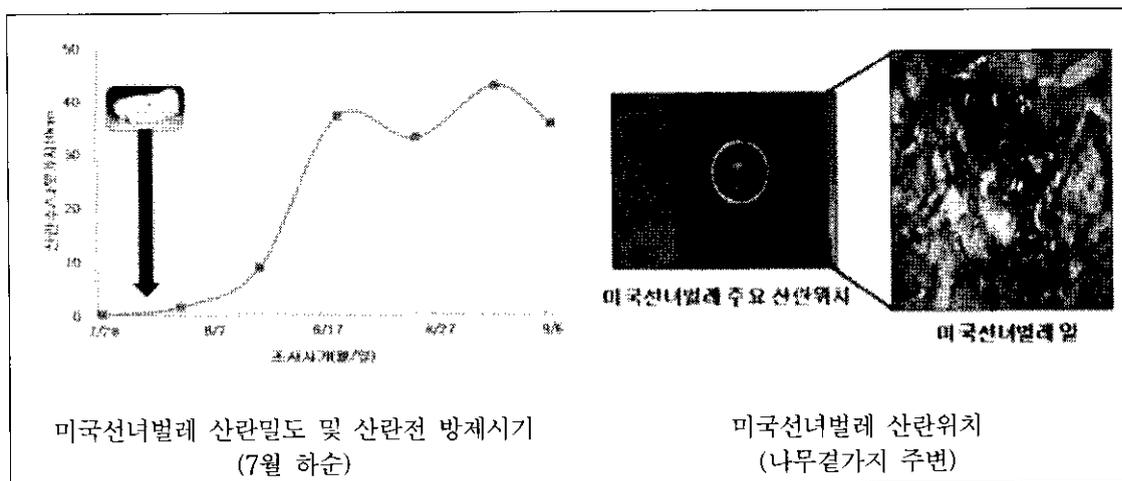
표 6. 미국선녀벌레의 지역별 발생량 (2013)

조사 시기	조사지역 (시군)	기주 식물	조 사 필지수	발생		밀도(마리)/5주		발육태
				필지수	비율(%)	평균	최고	
1차 (5.27~29)	음성 대소	아까시	1	1	100	11.8	24	약충
	소계		1	1	100	11.8	24	
2차 (8.13~14)	음성 대소	아까시	1	1	100	6.5	15	성충
	소계		1	1	100	6.5	15	
총계			2	2	100	9.2	24	

표 7. 미국선녀벌레의 충북내 지역별 발생량 (2014)

조사시기	조사지역 (시군단위)	기주 식물	조 사 필지수	발생		밀도(마리/5주)		발육태
				필지수	비율(%)	평균	최고	
1차 (6.25~27)	청주 오창	아까시	2	2	100	12.8	25	약충
	진천 덕산	대추	2	2	100	17.2	30	
	음성 삼승	배	8	8	100	13.8	23	
	증평	아까시	2	2	100	10	19	
	옥천	아까시	3	2	66	1.6	8	
	소계			17	16	93.2	11.0	
2차 (8.25~27)	청주 오창	아까시	2	2	100	10.2	17	성충
	진천 덕산	아까시	2	2	100	12.6	19	
	음성 삼승	아까시	2	2	100	9	16	
	제천	아까시	4	1	25	0.2	1	
	충주	아까시	2	2	100	13.2	19	
	괴산	아까시	2	2	100	9.8	16	
소계			14	11	87.5	9.1	19	
총계			31	27	87.09	10.12	30	

미국선녀벌레가 선호하는 아까시나무에서 육안조사를 통해 수고별 산란수를 조사한 결과 그림 16에서 처럼 4m에서 가장 높게 나타났지만 2~3m에서도 높게 나타났다. 또한 표면특성에 따라서는 방위에서는 동북간에 높은 산란수를 보였고 평평한 표면보다는 가지나 겨드랑이 주위에 더 많이 산란하는 것으로 나타났다. 따라서 미국선녀벌레 방제 시에는 약제가 사람 키높이 보다 높은 위치의 큰 줄기가 작은 줄기를 만나는 지점을 중점적으로 약제를 살포하여 방제를 해야 할 것이다(그림 15).



미국선녀벌레 산란밀도 및 산란전 방제시기 (7월 하순)

미국선녀벌레 산란위치 (나무결가지 주변)

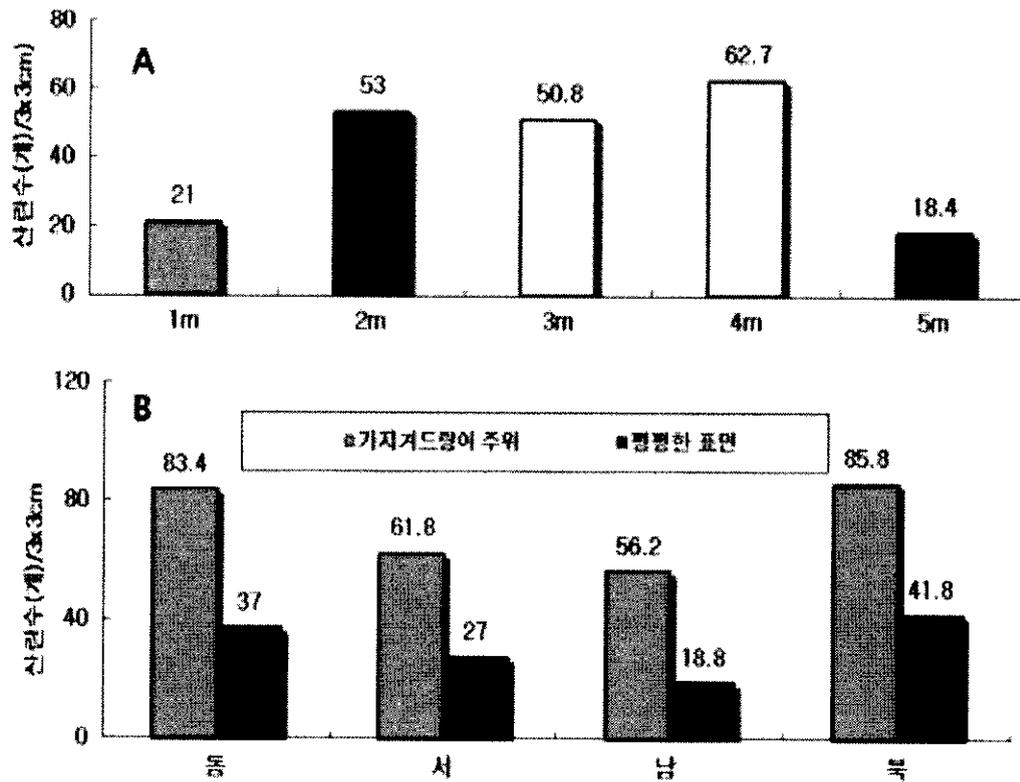


그림 15. 아까시나무의 수고(A)와 표면특성(B)에 따른 미국선녀벌레의 산란특성

갈색날개매미충의 발생조사를 한 결과 표 9, 10과 같다. 1차, 2차, 3차에 나누어 난괴, 약충, 성충에 대하여 조사한 결과 2013년도에는 진천 문백을 중심으로 발견하였으나 2014년도에는 옥천, 음성, 청주 등지로 퍼졌음을 확인하였고 발생필지수가 많아졌음을 확인하였다. 2015년도에는 더욱 넓은 지역으로 퍼져 나간 것으로 확인되었다(표 10).

표 8. 미국선녀벌레의 각 태별 조사내용과 발생면적

(A) 미국선녀벌레 약충(7. 1~3.)

조사시기	기주 식물	조사 필지수	발생		밀도(마리)/10주		발육태
			필지수	비율(%)	평균	최고	
1차(5월)	블루베리 등	88	71	80.6	20.87	138	약충 95% 성충 5%
2차(8월)	블루베리 등	90	44	48.8	3.6	31	성충
평균		89.0	57.5	64.7	12.2	84.5	

(B) 미국신너벌레 부화율

반복수	전체알수	부화수	부화율	부화기간
10반복	34.7	22.7	70.4	6.7
2	55	14	25.5	7
3	24	23	95.8	8
4	43	28	65.1	6
5	37	15	40.5	8
6	38	21	55.3	6
7	29	12	41.4	6
8	40	36	90.0	8
9	25	25	100.0	6
10	32	29	90.6	5
계				

표 9. 갈색날개매미충의 지역별 발생량 (2013)

조사 시기	조사지역 (시군)	기주 식물	조사 필지수	발생		밀도(마리/5주)		발육태
				필지수	비율(%)	평균	최고	
1차 (3. 19~20)	진천 문백	산수유	1	1	100	1.6	2	난과
		대추나무	1	1	100	1.5	2	
	소계	2	2	100	1.55	2		
2차 (5. 27~29)	진천 문백	산수유	1	1	100	5.6	10	약충
		대추나무	1	1	100	1.2	3	
	소계	2	2	100	3.40	10		
3차 (8. 14)	진천 문백	산수유	1	1	100	1.4	3	성충
		대추나무	1	1	100	0.6	2	
	소계	2	2	100	1.0	3		

표 10. 갈색날개매미충의 지역별 발생량 (2014)

조사시기	조사지역 (시군단위)	기주식물	조사 필지수	발생		밀도(마리/5주)		발육태
				필지수	비율(%)	평균	최고	
1차 (5. 27)	진천 문백	대추, 산수유	3	2	66.7	0.7	5	약충
		소계	3	2	66.7	0.7	5	약충
2차 (8. 15~20)	진천 문백	대추 등 5종	7	4	57.1	29.4	42	성충
		옥천 이원	복숭아	3	2	66.6	4.2	9
	음성 덕산	배, 벚꽃	2	0	0	0	0	-
		청주 오창	무궁화, 벚꽃	3	0	0	0	0
	소계	15	6	30.9	8.4	42	성충	
3차 (10. 6~7)	진천 문백	대추, 산수유	2	2	100	11.2	21	난과
		옥천 이원	복숭아	2	2	100	3.47	6
	소계	4	4	100	7.3	21	난과	
총계			22	12	65.8	5.4	42	

갈색날개매미충의 기주범위는 상당히 넓은 것으로 조사되었으며, 대부분 가지폭이 35mm범위 내에 산란하는 것을 선호하는 것으로 조사되었다. 가장 선호하는 기주는 산수유, 감나무 등 가지의 경도가 낮으면서 잔가지가 많은 나무를 선호하는 경향이었다. 산란각도는 49° 정도였으며, 잔가지의 체관과 물관을 막아 고사시켜 피해를 주었다(표 11, 그림 16).

표 11. 갈색날개매미충의 기주별 발생량 (2015)

한명	산란기주		나무 형태	전체 난피수 (A)	난피 가지수 (B)	가지당 난피분포 (A/B)	난피 높이 (cm)	가지폭 (mm)	평균 난피수 (30cm<)
	영명	과							
산수유	Cornelian cherry	Cornaceae	Bush	703	185	3.80	132.0	3.17	13.3
감나무	Persimmon	Ebenaceae	Tree	318	61	5.21	192.3	5.09	7.2
명자나무	Flowering quince	Rosaceae	Tree	84	36	2.34	112.1	2.79	3.1
모과나무	Chinese quince	Rosaceae	Tree	64	17	4.05	166.1	3.35	3.0
배나무	Pear	Rosaceae	Tree	45	34	1.32	138.6	3.61	1.2
홍매화	Prunus mume var.	Rosaceae	Tree	40	24.5	1.72	196.6	3.54	2.0
골담초	Caragana sinica	Fabaceae	Tree	41	23	1.78	171.9	2.66	2.0
목련	Magnolia	Magnoliaceae	Tree	33	26	1.27	182.0	3.93	1.5
벚나무	Cherry blossom	Rosaceae	Tree	27	14	1.92	176.2	3.44	1.3
화살나무	Winged spindle	Celastraceae	Bush	16	11	1.45	79.4	2.87	1.5
복숭아	Peach	Rosaceae	Tree	14	10	1.40	206.9	3.32	1.4
무궁화	Rose of sharon	Malvaceae	Tree	10	5	2.00	194.7	2.96	2.0
꽃사과	Crab apple	Rosaceae	Tree	7	5	1.40	170.0	4.69	1.4
오미자	Five-flavor berry	Schisandraceae	Vine	-	-	-	178.3	3.89	-

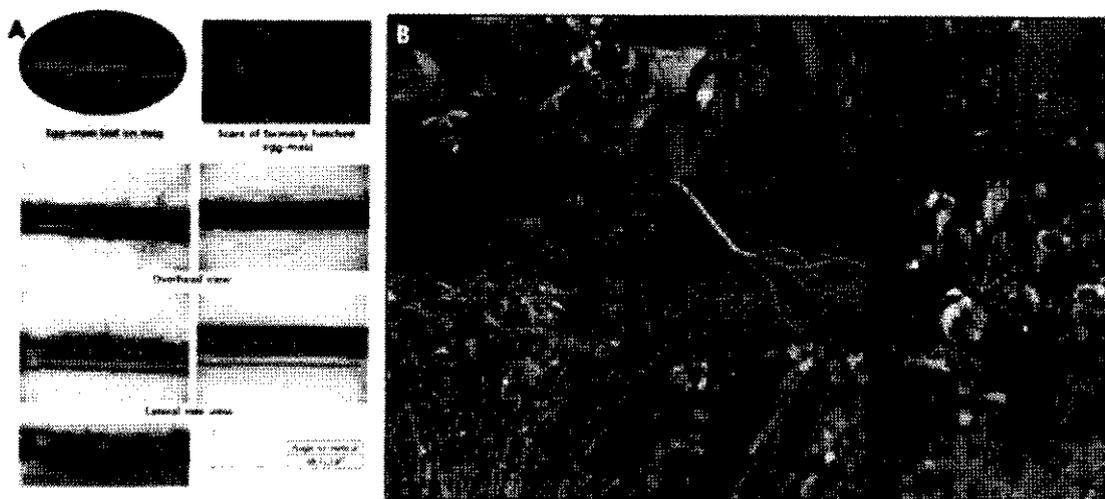


그림 16. 갈색날개매미충의 기주 산란 형태(A) 및 산란기주의 다양성(B)

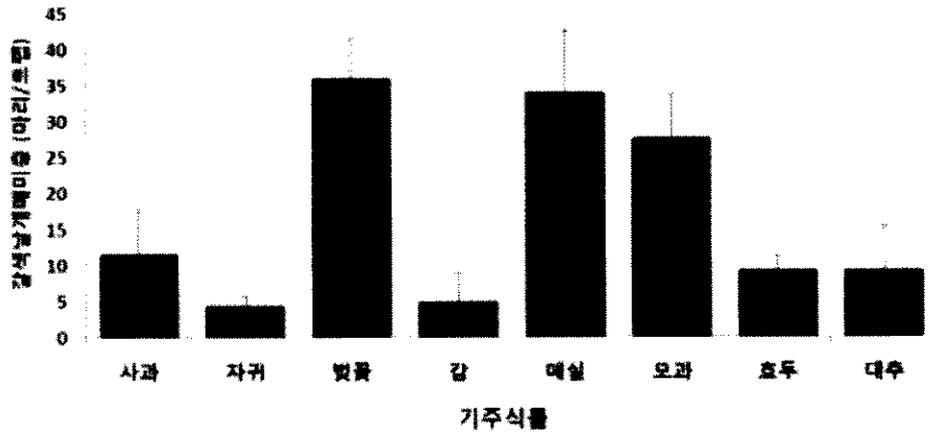


그림 17. 기주식물별 갈색날개매미충의 성충 트랩포획량

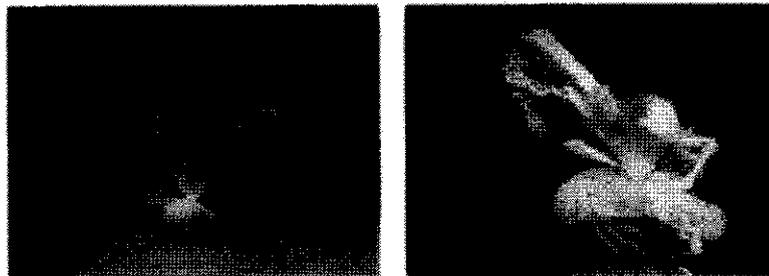
표 12. 2015년도 갈색날개매미충의 각 태별 발생상황

(A) 갈색날개매미충 난괴

조사지역 (도단위)	기주 식물	조사 필지수	발생		밀도(마리)/10주		발육태
			필지수	비율(%)	평균	최고	
충청북도	포도, 복숭아등	117	9	7.7	2.8	92	난괴

(B) 갈색날개매미충 약충(7. 1~3.)

조사지역 (도단위)	기주 식물	조사 필지수	발생		밀도(마리)/10주		발육태
			필지수	비율(%)	평균	최고	
충청북도	대추, 감, 산수유등	88	14	15.9	0.17	5	약충



4. 결과요약

가. 복숭아순나방과 복숭아심식나방 표준 조사법 개발을 위하여 6포장을 조사한 결과, 전체적으로 복숭아순나방의 발생량은 적었으며 분할 20지점 중 발생량이 특이하게 많이 포획되는 곳은 없었고, 방향에 따라서 산림쪽의 발생이 다소 많았다.

- 나. 시설오이에서 목화진딧물의 발생량은 낮았으나, 친환경농가의 2기작 하반기에 다발생 하였고, 그 농가를 대상으로 분포확산을 조사한 결과 최초발생 후 13일 만에 3.1마리에서 87.8마리로 증가하여 확산속도가 빨랐고 초기관찰과 대응이 필요하다.
- 다. 시설수박에서 과밤나방은 천공피해 및 수박 표피를 가해하여 상품성을 떨어뜨렸고, 주로 8월 상순과 8월 하순, 9월 중순에 높은 밀도를 보여 봄작형과 가을작형 모두 수확 전 방제관리가 필요 하다.
- 라. 복숭아순나방과 심식나방은 청주지역이 음성지역보다 다소 많이 유살되었고, 주로 생육초기에 높은 밀도를 보였다. 멸강나방 성충은 트랩조사 시 발생량이 없어 조사포장 및 기주식물 확대 조사가 필요하다.
- 마. 꽃매미는 10주 당 난괴 평균밀도는 0.5개로 예년에 비해 낮게 조사되었고, 약충은 5.3마리, 성충은 0.4마리로 조사되었으며 25~50%의 발생율을 보였으며 평균 최고밀도는 난괴 4, 약충 25, 성충 4마리로 조사되었다.
- 바. 미국선녀벌레는 산림 아까시 나무에서 밀도가 높았고, 음성지역 배과원에 피해가 높았으며, 31 필지 조사에서 약 87% 발생율을 보였고 평균밀도는 10마리였다.
- 사. 갈색날개매미충은 옥천 이원면 복숭아 과원과 진천 문백면 태락마을 인근에서 발생하여 주변으로 확산 중에 있으며 인근 수종의 선호경향은 벚꽃나무, 매실나무, 모과나무 순이었으나 기주범위가 상당히 넓은 것으로 조사되었다.

5. 인용문헌

- Ahn, K.S., J.O. Yang, D.J. Noh, C.M. Yoon, Y.J. Kim and G.H. Kim. 2007. Susceptibility of ussur brown katydid, *Paratlanticus ussuriensis* (Orthoptera: Tettigoniidae) to commercially registered insecticides. Korean J. Pest. Sci. 11: 194~200.
- Ahn, K.S., G.S. Lee, K.H. Lee, M.K. Song, S.C. Lim and G.H. Kim. 2011. Susceptibility of North American planthopper, *Metacalfa pruinosa* to commercially registered insecticides in Korea. Korean J. Pest. Sci. 15: 329~334.
- Bang, H.S., M.P. Jeong, M.H. Kim, M.S. Han, Y.E. Na, K.K. Kang, D.B. Lee and K.Y. Lee. 2009. Habitat alteration and developmental characteristics of the ussur brown katydid *paratlanticus ussuriensis* in Yeongdong county. Korean J. Appl. Entomol. 48: 423~429.
- Choi, D.S., D.I. Kim, S.J. Ko, B.R. Kang, K.S. Lee, J.D. Park and K.J. Choi. 2012. Occurrence Ecology of *Ricania* sp. (Hemiptera: Ricaniidae) and Selection of Environmental Friendly Agricultural Materials for Control. Korean J. Appl. Entomol. 51: 141~148.
- Deutsch, A.A, Tewksbury, J.J, Huey, R.B. Sheldon, K.S., Ghalambor, C.K., Haak, D.C., and Martin, P.R. 2008. Impacts of climate warming on terrestrial ectotherms across latitude. PNAS. 105(18):6668~6672.
- Fraxier, M.R., huery, R.B. and Berrigan, D. 2006. Thermodynamics constrains the evolution of insect population growth rates: "Warmer is better". The American Naturalist. 168(4):512~519.
- Han, J.M., H.J. Kim, E.J. Lim, S.H. Lee, Y.J. Kwon and S.W. Cho. 2008. *Lycorma delicatula*

(Hemiptera: Auchenorrhyncha: Fulgoridae: Aphaeniinae) finally, but suddenly arrived in Korea.
Korean J. Appl. Entomol. 38: 281~286.

Kang, T.J., S.J. Kim, D.H. Kim, C.Y. Yang, S.J. Ahn, S.C. Lee and H.H. Kim. 2013.
Hatchability and Temperature-dependent development of Overwintered Eggs of *Ricania* sp.
(Hemiptera: Ricaniidae). Korean J. Appl. Entomol. 52: 431~436.

KFRI (2007) Annual report of monitoring for forest insect pests and diseases in Korea. pp.151.
Korea Forest Research Institute, Sungmunsa, Seoul.

NCPMS. <http://npms.rda.go.kr/npms/OpenApiInfo.np>

Park, J.D., M.Y. Kim, S.G. Lee, S.C. Shin, J.H. Kim and I.K. Park. 2009. Biological
characteristics of *Lycorma delicatula* and the control effects of some insecticides. Korean J.
Appl. Entomol. 48: 53~57.

6. 연구결과 활용

연도(연차)	활용구분	제 목
2013(1년차)	학술발표	The pest control role of NCPMS, national crop pest management system, in the Republic of Korea
2014(2년차)	학술발표	충북지역 포도에서 돌발가능 해충 발생, 생태 및 방제
	정책제안	복숭아순나방 예찰방법 개선 및 예찰지침서 작성
	정책제안	복숭아심식나방 예찰방법 개선 및 예찰지침서 작성
	영농활용	미국선녀벌레의 산란위치 및 산란전 방제시기
2015(3년차)	학술발표	국내 미기록종, <i>Ricania speculum</i> (Walker) (Hemiptera: Ricaniidae)에 대한 보고
	학술발표	Standardized forecasting method of <i>Grapholita molesta</i> and <i>Carposina sasakii</i> at the peach orchard
	논문게재	Occurrence and developmental characteristics of <i>Oides decempunctatus</i> (Coleoptera: Chrysomelidae) in an open field vineyard in chungbuk province

7. 연구원 편성

구분	소속 (과/연구소)	직급	성명	수행업무	참여기간
책임자	친환경연구과	지방농업연구사	김선국	연구총괄	'14~'15
공동연구자	"	지방농업연구관	장후봉	연구자문	'14~'15
"	"	지방농업연구사	이경희	연구협조	'13~'15
"	"	무기계약직	강선희	연구조사	'13~'15
"	"	박사후연구원	윤창만	연구조사	'14~'15
"	"	지방농업연구관	김이기	연구자문	'13~'15
"	"	지방농업연구사	황세구	연구협조	'13~'14
"	충북대	교수	김길하	연구자문	'13~'15

과제구분	공 동	수행시기		전반기	
연구과제 및 세부과제		연구분야	수행 기간	소속 (과/연구소)	책임자
소면적 재배작물 주요 병해충 발생 및 피해조사		작물보호	'13~'15	대추연구소	이경희
황기, 민들레, 층층갈고리둥굴레, 감초 등의 주요 병해 발생 및 피해조사		작물보호	'13~'15	대추연구소	이경희
색인용어	황기, 민들레, 층층갈고리둥굴레, 감초				

ABSTRACT

Characteristics of disease occurrence and farmer's pesticide usage of milk vetch(*Astragalus membranaceus*), dandelion, *Polygonatum sibiricum*, licorice(*Glycyrrhiza uralensis*) and *Cynanchum wilfordii* which cultivated in Chungbuk province was analyzed to serve as a basis for pesticide registration by a regular field survey and diagnosis from 2013 to 2015. Pesticide Usage examined through a questionnaire targeting 23 farmers for *Astragalus* and 12 farmers for licorice in Chungbuk Jecheon and the survey conducted in Jecheon for *Astragalus membranaceus*, *Polygonatum sibiricum*, *Glycyrrhiza uralensis*, in Chungju and Cheongju dandelion and in Cheongju and Jecheon *Cynanchum wilfordii*. As a results of questionnaire, the average annual pesticide-spraying number of milk vetch farmers was 3.2 times and major control pest was powdery mildew, aphids, root rot, and mites. Additional registration requirements of the pest pesticide was root rot, powdery mildew, aphids, etc. The average annual pesticide-spraying number of licorice farmers was 2.9 times and major control pest was aphids and brown leaf spot. Additional need for registration of pesticides was also aphids and brown leaf spot.

In field survey, major disease of milk vetch was Fusarium wilt, powdery mildew and downy mildew. Fusarium wilt began to occur in May and its incidence increased to 73.5% in October of 2013, 49.3% in September of 2014 and 26.6% in July of 2015. Incidence of powdery mildew and downy mildew were different among fields according to the pesticide use levels of farmer. The maximum incidence of powdery mildew was 10.0% in the July survey and downy mildew 26.7% in the September survey.

Major disease of licorice was leaf spot and leaf blight which began to occur in May and its incidence increased to over 90% in late stage of growth in 2013. *Pseudomonas syringae* and *Phoma* sp. was isolated from the lesions. Currently, pesticides are registered only for control the brown leaf spot by fungi in licorice, it was thought to need additional pesticide registration for bacterial leaf spot. On the basis of pathogenicity test, it was confirmed that bacterial leaf spot of licorice in Korea is caused by *Pseudomonas syringae*. This is the first report of bacterial leaf spot of licorice in Korea

There was not disease surveyed in *Polygonatum sibiricum*. Powdery mildew was most problematic in the dandelion. In open field cultivation, incidence of powdery mildew was 86% in June of 2014. It was thought that the selection environment friendly control agents is urgent. Leaf spot with various symptoms were

heavily occurred in *Cynanchum wilfordii*. *Collectotrichum acutatum*, *Stemphylium lycopersici*, *Alternaria alternata*, *Alternaria tenuissima*, and *Phoma* sp were isolated from leaf spot symptoms.

Keywords: disease occurrence, milk vetch, dandelion, *Polygonatum sibiricum*, licorice, *Cynanchum wilfordii*

1. 연구목적

황기, 감초, 층층갈고리등굴레, 백수오는 다양한 약리작용으로 한방 또는 민간에서 이용되고 있는 약용작물이다. 황기(*Astragalus membranaceus*)는 콩과에 속하는 다년생 초본 식물로 한국, 다.중국, 일본 등에 분포하며 다양한 용도의 민간약으로 사용되고 있다. 한방에서는 맛이 달고 성질이 따뜻한 약재로 지한, 이뇨, 강장, 혈압 강하 등의 목적으로 사용되며 강장작용, 강심작용, 이뇨작용, 면역기능 조절작용 등이 있는 것으로 알려져 있다(Min 등 2008; 박 등, 2008). 감초는 항염, 항괴양, 항종양효과 등 다양한 약리작용으로 한방에서 많이 사용되고 있는 약재이다(박 등, 2012). 층층갈고리등굴레는 황정의 약재로 자양강장 효과와 혈당강화, 항산화 활성등의 생리활성 효과가 보고되어 있다(An 등, 2006; 김 등, 2005).

이 약용작물의 전국재배 면적은 황기 334ha, 감초 35ha 황정 48ha, 백수오 225ha로 주요 농작물에 비해 소면적으로 재배되고 있으며, 국내 주요 재배지역은 충북으로 황기 61ha, 감초 29ha 황정 24ha, 백수오 75ha가 재배되고 있다(농림축산식품부 2015; 제천시청, 2015). 민들레는 최근 항산화 활성과 지질대사 개선, 암 억제 등에 효과가 있는 것으로 보고되고 있으며(양 등, 2011; 윤 등 2014)), 최근 충북 지역에서는 지역별로 단지화하여 민들레를 재배하고 있다.

황기, 감초, 층층갈고리등굴레, 백수오가 주산지를 중심으로 고소득 작물로 자리잡고 있으나 상대적으로 적은 비중으로 이 작물들에 대해서는 발생하는 병의 종류와 피해 정도에 대해서는 알려진 것이 거의 없다. 따라서 작물에 따라서는 피해가 발생하는 병해에 대한 원인이 잘못 알려져 있거나 등록된 농약의 부족으로 적절한 방제가 어려운 실정에 있다. 따라서, 소면적 작물인 황기, 민들레, 감초, 층층갈고리등굴레 재배 농가에 등록된 농약의 부족과 미등록 농약 사용에 따른 안전성 문제를 해결하고자 대상 작물의 시기별 병해 발생 양상을 조사하고, 피해를 주는 병해의 특성을 구명하여 농약 등록을 위한 기초 자료로 제공하고 자 이 연구를 실시하였다.

2. 연구방법

가. 농약 사용 실태 조사

2014년 제천지역에서 황기를 재배하는 농업인 23명과 감초를 재배하는 농업인 12명의 연간 농약 살포 횟수, 주 방제 병해충 및 사용 농약, 그리고 추가 등록이 필요한 농약에 대해 전화 설문을 실시하였다.

나. 조사 지역

2013년부터 2015년까지 충북지역의 작물별 주산지 재배 포장에서 발생하는 병해의 종류와 발생 정도를 조사하였다. 황기, 감초, 층층갈고리등굴레는 제천지역 3포장에서 조사하였으며, 민들레는 충주의

재배 하우스와 청주의 노지 및 하우스에서 조사하였다. 백수오는 제천시 지역 재배 포장과 충북농업기술원의 전시 포장에서 조사하였다.

다. 조사방법

조사대상 작물의 포장당 대각선으로 3지점을 선정하고 지점당 100주씩 조사하였다. 발병 정도는 먼저 병징 및 표징으로 판단하였으며 병해의 발생 특성에 따라 병든포기율과 병든잎율로 산정하였다. 필요에 따라 포장에서 시료를 채취하여 현미경으로 검경하거나 병원균을 분리, 동정하였다.

라. 병원균 분리, 동정

대상작물의 뿌리와 지체부 병징 부위는 지체부 및 뿌리를 차염소산나트륨과 알코올로 소독한 후 PDA와 Gee 배지에 치상하여 25℃ 항온기에서 배양하였다. 배양 후 배지에 자란 균사 선단을 채배양하여 ITS rDNA sequencing (Co. MacroGen)을 하였다. 이 결과를 BLAST(NCBI) 분석을 통해 동정하였다. 대상작물의 잎이나 줄기에 발생한 병징 부위는 소독 후 PDA와 NA배지에 치상 분리 배양하였다. 분리균에 따라 ITS rDNA 또는 16S rDNA sequencing 후 BLAST(NCBI) 분석을 통해 동정하였다.

마. 감초 세균점무늬병균 병원성 검정

감초잎의 점무늬 병반에서 분리한 *Pseudomonas syringae* 균주를 NA배지에 28℃에서 24시간 배양한 후 세균 농도를 10^8 ml/CFU로 맞추어 유묘 접종에 사용하였다. 충북농업기술원 온실에서 육묘한 감초 잎에 주사기 바늘을 이용하여 상처를 낸 후 농도를 맞춘 배양액이 흐르도록 스프레이 하였다. 접종된 감초를 비닐을 씌워 48시간동안 포화 습도가 되도록 유지하면서 28℃ Growth chamber에 배양하면서 관찰하였다. 반점이 생기는 부위에서 병원균을 재분리하여 16S rDNA sequencing 후 BLAST(NCBI) 분석을 통해 동정하였다.

바. 감초 세균점무늬병 방제 약제 기내 선발

분리 균주를 NA 배지에 28℃에서 3일간 배양 한 후, NA배지에 피펫으로 취하여 접종하였으며, 28℃ 150rpm으로 24시간 배양하였다. 이후 세균농도를 10^9 ml/CFU로 맞추어 희석한 후, NA 배지배지에 100 μ l씩 피펫으로 취하여 도말하였으며, Papper disk(6mm)에 약제의 유효농도가 각각 1, 10, 100, 1000, 2000ppm이 되도록 희석하였고, Bordeaux Mixture의 경우 황산동의 농도가 30%이상으로 명시되어 있어 생석회를 포함한 60%를 유효농도로 계산하여 희석하였다. 대조구로 멸균수를 각각 50 μ l씩 점적하여 건조한 후 균주를 도말한 배지에 치상하였고, 28℃에서 3일간 배양 한 후 성장 억제율을 조사하였다. 억제율은 약제 Disk 주변의 직경을 측정하여 계산하였으며, 계산은

$$\frac{(\text{장축} + \text{단축})}{2} - 6(\text{Disk의 직경})$$

의 방법으로 계산하였다.

3. 연구결과

가. 대상작물의 병해 발생 국내 보고 및 농약 등록 현황

국내에 황기에 보고된 병해는 표 1과 같이 시들음병, 노균병, 뿌리썩음병, 줄기썩음병, 갈색무늬병, 흰가루병 그리고 선충 7종이다(Ryu 등, 2001; 조일찬 등, 2000; 한국식물병리학회, 2009; 함 등, 1998). 한편, 황기에 발생하는 병해의 방제용으로 등록된 농약은 디메토모르프수화제 등 노균병 방제용 농약 4종과 아족시스트로빈액상수화제 등 흰가루병 방제용 농약 3종에 불과하다(한국작물보호협회, 2015) 감초(*Glycyrrhiza uralensis* Fisch.)에 보고된 병해는 *Meloidogyne javanica*에 의한 뿌리혹선충병 1종에 불과하며, 등록된 농약은 미보고 병해인 갈색점무늬병 방제를 위해 디페노코나졸유제 등 4종의 농약이 등록되어 있다. 총충갈고리둥굴레와 백수오는 보고된 병해와 등록 농약이 없으며, 민들레에 보고된 병해는 표 2와 같이 4종이며 등록된 농약은 없다.

표 1. 국내에 보고된 황기 병해

병 명	병 원 균
시들음병 Fusarium wilt	<i>Fusariumoxysporum</i> Schlttl.
노균병 Downy mildew	<i>Peronospora astregalina</i> Syd.
뿌리썩음병 Phytophthora root rot	(1) <i>Phytophthora drechsleri</i> Tucker (2) <i>Phytophthora erythroseptica</i> Pethybr.
줄기썩음병 Stem rot	(1) <i>Pythium</i> sp. (2) <i>Rhizoctonia solani</i> Kuhn
갈색무늬병 Brown leaf spot	<i>Septoria astragalicola</i> Peck
뿌리혹선충병 Root-knot	<i>Meloidogyne hapla</i> Chitwood
흰가루병 Powdery mildew	<i>Erysiphe pisi</i> DC.
식물기생선충	<i>Criconemoides informis</i> (Micoletzky) Taylor 등 6종

표 2. 국내에 보고된 민들레 병해

병 명	병 원 균
반문모자이크병 Mottle mosaic	<i>Carlavirus</i> (미동정)
흰가루병Powdery mildew	<i>Sphaerothecafulva</i> (Fr.) S. Blumer
식물기생선충 Plant parasitic nematode	<i>Aphelenchoidesritzemabosi</i> (Schwartz) Steiner &Buhner
녹병 Rust	<i>Pucciniataraxaci</i> Plower

나. 황기와 감초재배 농업인의 농약 사용 실태

체천지역 황기재배 농업인의 연간 농약 살포 횟수는 표 2와 같다. 연 평균 농약 살포 횟수는 3.9회이며, 조사 농가의 21.7%가 3회, 34.8%가 4회 정도 농약을 살포하였다. 주요 방제 병해충은 표 3에서 보는 바와 같이 흰가루병과 갈색점무늬병, 진딧물이었다. 그러나, 갈색점무늬병, 잎마름병, 낙엽무늬병 등은 보고되지 않은 병명으로 정확한 병원균의 동정이 필요하며, 모잘록병은 현재 등록된 농약이 없는 병해이다. 추가로 등록이 필요하다고 생각되는 병해충은 뿌리썩음병과 흰가루병, 진딧물 등 이었다(표 4).

표 2. 황기재배 농업인의 농약 살포 횟수

농약살포횟수(회/연)	농가(%)
0	17.4
1	0.0
2	8.7
3	21.7
4	34.8
5	8.7
6	8.7
7 <	0.0

표 3. 황기재배 농업인의 주요 방제 병해충

병해충	농가(%)
흰가루병	60.9
갈색점무늬병 ¹	26.1
모잘록	4.3
노균병	8.7
진딧물	60.9
응애	17.4
잎마름병 ¹	4.3
낙엽무늬병 ¹	4.3
담배나방 ¹	4.3
¹ 미보고 병해충	4.3

표 4. 황기재배 농업인의 농약 등록 필요 병해충

병해충	농가(%)
뿌리썩음병	17.4
흰가루병	13.0
노균병	4.3
진딧물	8.7
응애	4.3

표 5. 감초재배 농업인의 농약 살포 횟수

농약살포횟수(회/연)	농가(%)
0	8.3
1	16.7
2	8.3
3	25.0
4	25.0
5	16.7
6<	0.0

표 6. 감초재배 농업인의 주요 방제 병해충

병해충	농가(%)
흰가루병 ¹	8.3
갈색점무늬병	50.0
진딧물	83.3
응애	8.3

¹ 미보고 병해충

제천지역 감초재배 농업인 12명의 연간 농약 살포 횟수는 표 5와 같다. 연 평균 농약 살포 횟수는 2.9회이며, 조사 농가의 25.0%가 3회, 25.0%가 4회 정도 농약을 살포하였다. 주요 방제 병해충은 표 6에서 보는 바와 같이 갈색점무늬병, 진딧물이었다. 보고되지 않은 병인 흰가루병 방제를 위해 농약을 살포하는 농가가 8.3%에 달하였다. 추가로 등록이 필요하다고 생각되는 병해충은 갈색점무늬병과 진딧물이었다(표 7).

표 7. 감초재배 농업인의 농약 등록 필요 병해충

병해충	농가(%)
갈색점무늬병	33.3
진딧물	16.7
응애	8.3

다. 황기에 발생하는 주요 병해

표 8은 2013년 충북의 황기 주산지인 제천에 위치한 황기재배 포장에서 조사한 결과이다. *Fusarium oxysporum*에 의한 시들음병(그림 1)이 6월부터 발생하여 지속적으로 증가하여 10월 조사에서는 30.0-95.5%의 발생율을 보였다. 토양 전염성 병해인 시들음병은 황기재배시 가장 문제가 되는 병해로 황기의 연작을 어렵게 하는 것으로 알려져 있다. 조사한 세 포장 중 1번과 2번 포장은 2년 연작재배지로 황기 수확을 거의 할 수 없을 정도로 발생이 많았다. 2013년에는 노균병, 흰가루병 등 기타 병해의 발생은 없었으나, 생육초기에 뿌리혹증상이 발생하였다.

2014년도에도 5월부터 시들음병이 발생하기 시작하여 10월 조사에서는 49.3%의 발생을 보였다. 6월

조사에서는 *Phytophthora drechsleri*에 의한 뿌리썩음병 병징과 유사한 증상이 발견되었으나 병원균은 분리되지 않았다. 7월 조사에서 한 포장에서 흰가루병(그림 2)이 30% 발생하여 이 후 발생율이 줄어들었으며, 같은 조사 포장에서 9월 노균병(그림 3)이 80% 발생하였다. 이번 농가 설문 조사에서 황기재배 중 흰가루병과 노균병 방제를 많이 하고 있는 것으로 밝혀졌는데, 농가별 농약 방제 수준에 따라 흰가루병과 노균병의 발생 정도가 차이가 나는 것으로 생각된다. 2015년에는 시들음병만 발생하였으며, 발생량도 7월 26.6%로 2013년과 2014년 대비 감소하였다.

이번 조사 결과, 농업인 설문 조사시 방제를 위해 가장 많이 농약을 살포하고, 등록이 필요한 병해가 뿌리썩음병이라고 답변한 것은 농업인들이 시들음병을 뿌리썩음병으로 오인한 결과로 생각된다. 시들음병은 황기의 지하부 뿌리끝에서 연화되기 시작하여 지상부에서는 시들고 황화되면서 결국 포기 전체가 고사되는 병이다. 따라서, 농약 방제를 위해서는 뿌리끝까지 뿌리끝까지 침투해야하는데 황기 뿌리가 깊이 뻗어있어 농약으로 방제하기가 어려운 문제가 있다. 황기에 농약 등록이 필요한 병해는 흰가루병으로 2014년 현재 호흡저해제 1종과 EBI계 2종이 등록되어 있어 그룹별 교호살포를 통한 약제 저항성 발생 방지를 위해서는 등록농약 부족한 실정이다.

표 8. 2013년 황기 병해 발생율(%)

조사일 (월, 일)	포장	시들음병 (병든포기율)	뿌리혹증상 (병든포기율)	흰가루병 (병든잎율)	노균병 (병든잎율)
5. 29	1	0.0	0.0	0.0	0.0
	2	0.0	0.1	0.0	0.0
	3	0.0	0.5	0.0	0.0
	평균	0.0	0.2	0.0	0.0
6. 28	1	60.0	0.0	0.0	0.0
	2	30.0	0.0	0.0	0.0
	3	7.5	0.0	0.0	0.0
	평균	32.5	0.0	0.0	0.0
7. 26	1	67.5	0.1	0.0	0.0
	2	60.0	0.0	0.0	0.0
	3	30.0	0.0	0.0	0.0
	평균	52.5	0.0	0.0	0.0
8. 14	1	85.5	0.0	0.0	0.0
	2	60.0	0.0	0.0	0.0
	3	30.0	0.0	0.0	0.0
	평균	58.5	0.0	0.0	0.0
9. 10	1	95.0	0.0	0.0	0.0
	2	85.0	0.0	0.0	0.0
	3	30.0	0.0	0.0	0.0
	평균	70.0	0.0	0.0	0.0
10. 10	1	95.5	0.0	0.0	0.0
	2	95.0	0.0	0.0	0.0
	3	30.0	0.0	0.0	0.0
	평균	73.5	0.0	0.0	0.0

표 9. 2014년 황기 병해 발생율(%)

조사일 (월, 일)	포장	시들음병 (병든잎율)	뿌리썩음병 (병든주율)	흰가루병 (병든잎율)	노균병 (병든잎율)
4. 21	1	0.0	0.0	0.0	0.0
	2	0.0	0.0	0.0	0.0
	3	0.0	0.0	0.0	0.0
	평균	0.0	0.0	0.0	0.0
5. 27	1	1.0	0.0	0.0	0.0
	2	0.0	0.0	0.0	0.0
	3	50.0	0.0	0.0	0.0
	평균	17.0	0.0	0.0	0.0
6. 26	1	10.0	0.1	0.0	0.0
	2	10.0	0.0	0.0	0.0
	3	70.0	0.0	0.0	0.0
	평균	30.0	0.0	0.0	0.0
7. 31	1	28.0	0.0	0.0	0.0
	2	20.0	0.0	30.0	0.0
	3	87.5	0.0	0.0	0.0
	평균	45.2	0.0	10.0	0.0
8. 27	1	33.0	0.0	0.0	0.0
	2	20.0	0.0	5.0	0.0
	3	95.0	0.0	0.0	0.0
	평균	49.3	0.0	1.7	0.0
9. 17	1	33.0	0.0	0.0	0.0
	2	20.0	0.0	5.0	80.0
	3	95.0	0.0	0.0	0.0
	평균	49.3	0.0	1.7	26.7

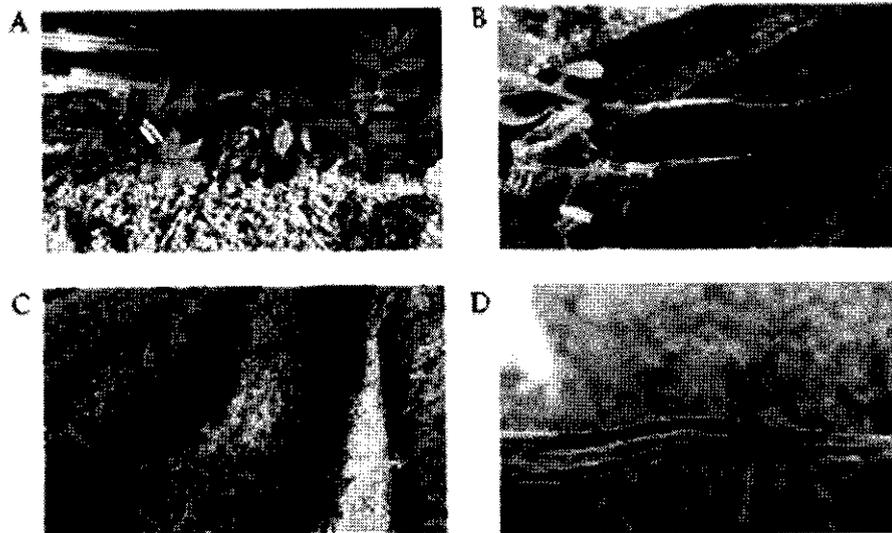


그림 1. 황기 시들음병 병징 A. 생육초기, B. 생육초기 뿌리, C. 생육중기 포장 전경, D. 뿌리 종단면

표 10. 2015년 황기 병해 발생율(%)

조사일	포장	시들음병 (병든포기율)	뿌리썩음병 (병든포기율)	흰가루병 (병든잎율)	노균병 (병든잎율)
5. 20	1	0.1	0.0	0.0	0.0
	2	0.0	0.0	0.0	0.0
	3	0.0	0.0	0.0	0.0
	평균	0.1>	0.0	0.0	0.0
6. 19	1	30.0	0.0	0.0	0.0
	2	6.7	0.0	0.0	0.0
	3	0.0	0.0	0.0	0.0
	평균	12.2	0.0	0.0	0.0
7. 31	1	70.0	0.0	0.0	0.0
	2	6.7	0.0	0.0	0.0
	3	3.0	0.0	0.0	0.0
	평균	26.6	0.0	0.0	0.0

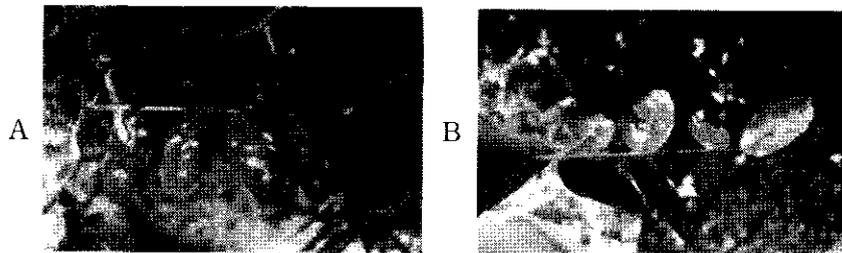


그림 2. 황기 흰가루병 병징 A. 앞면, B. 뒷면

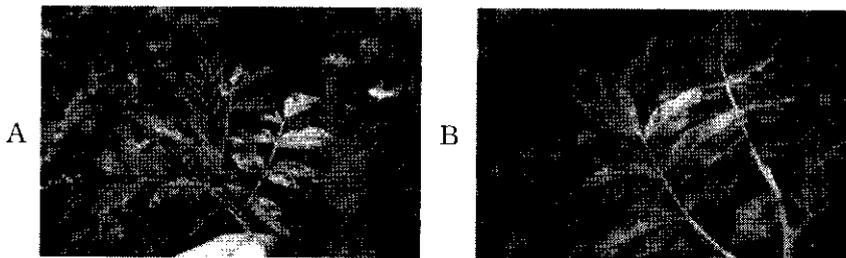


그림 3. 황기 노균병 병징 A. 앞면, B. 뒷면

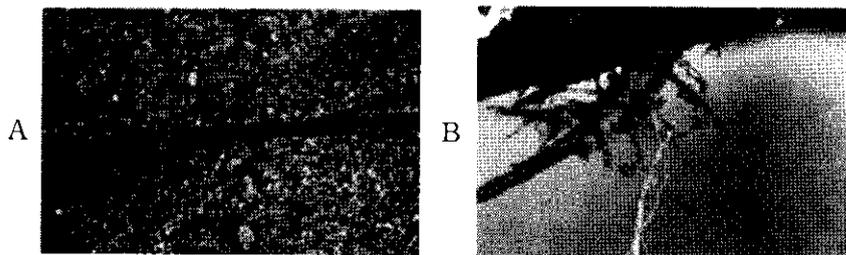


그림 4. 기타 황기에 발생하는 병징 A. 뿌리혹 증상, B. 줄기 마름 증상

라. 감초에 발생하는 주요 병해

2014년부터 2015년까지 충북의 감초 주산지인 제천에 위치한 감초재배 포장에서 발생하는 병해 조사 결과는 표11과 표 12와 같다. 현재 국내에 보고된 감초에 발생하는 병해는 없으나 조사 결과 두 가지 유형의 잎 반점 증상이 발생하고 있었다. 그림 6과 같이 작은 갈색의 반점이 점차 커져 잎 전체로 퍼지는 갈색점무늬 병징과 그림 5와 같은 작은 점무늬가 다각형 병반으로 확대되고 담무리 증상을 보이며 찢어지기도 하는 병징이다. 이러한 반점 증상은 5월에 발생하기 시작하여 2014년 8월 조사에서는 점무늬 증상 34.7%, 갈색점무늬 증상(그림 6)이 93.3% 발생하였다. 감초가 뿌리를 이용하는 약초이나, 생육후기에는 건강한 잎이 거의 없어 뿌리 생육에 큰 영향을 줄 것으로 생각되었다. 2015년 조사에서는 두 가지 병징을 구분없이 조사하였는데 7월 발생율이 51.1%이었다.

감초잎에 발생하는 두 가지 반점 증상을 유형별로 병원균을 분리하고 동정 한 결과, 갈색점무늬 증상에서는 *Phoma* sp.가 분리되었고, 점무늬 증상에서는 *Pseudomonas syringae*가 분리되었다. 현재 감초 갈색점무늬병 방제용 농약으로 디페노코나졸유제 등 5종이 등록되어 있는데, 이 연구에서 분리한 *Phoma* sp.에 의한 반점 증상 방제용 농약으로 추정된다. 점무늬 증상에서 분리한 *Pseudomonas syringae*는 감초 유묘에 접종하여 병원성 검정을 한 결과 점무늬 증상이 발생하였고, 병반에서 *Pseudomonas syringae*가 재분리되어 세균성 점무늬병으로 진단하고, 세균점무늬병으로 명명하였다.

표 11. 2014년 감초 병해 발생율(%)

조사일 (월, 일)	포장	점무늬 증상 ¹ (병든잎율)	갈색점무늬 증상 ² (병든잎율)	뿌리썩음증상 (병든포기율)
4. 21	1	0.0	0.0	0.0
	2	0.0	0.0	0.0
	3	0.0	0.0	0.0
	평균	0.0	0.0	0.0
5. 27	1	0.0	1.0	0.0
	2	1.0	0.0	0.1
	3	0.0	1.0	0.0
	평균	0.3	0.6	0.0
6. 26	1	20.0	20.0	0.0
	2	36.0	4.0	0.0
	3	10.0	8.0	0.0
	평균	22.0	10.6	0.0
7. 31	1	70.0	80.0	0.0
	2	45.0	50.0	0.0
	3	53.0	55.0	0.0
	평균	56.0	61.7	0.0
8. 27	1	24.0	95.0	0.0
	2	38.0	90.0	0.0
	3	42.0	95.0	0.0
	평균	34.7	93.3	0.0

¹ 16S rDNA 분석 결과, *Pseudomonas syringae*로 동정, 병원성 확인

² ITS rDNA 분석 결과, *Phoma* sp. 로 동정

그 동안 감초 농기들이 갈색점무늬 방제를 위해 농약을 많이 살포하고도 방제 효과가 높지 않았던 것은 감초 잎에 세균점무늬병이 동시에 발생하고 있었기 때문인 것으로 세균성 병해 방제를 위한 농약 등록이 필요한 것으로 생각되었다. 감초 세균점무늬병 방제용 농약 선정을 위한 기초 자료를 제공하기 위해 몇 가지 동제와 항생제에 대한 *in-vitro* 시험을 실시한 결과(그림 7, 표 12), Streptomycin과 Oxytetracycline이 병원균 생장 저지 효과가 가장 높았으며 다음으로 Oxolinicacid와 Kasugamycin이 효과가 좋았다. 동제인 Copper hydroxide와 Copper sulfate basic은 1000ppm부터 효과가 있었으며, Validamycin-A은 모든 처리 농도에서 효과가 없었다.

표 12. 2014년 감초 병해 발생율(%)

조사일	포장	점무늬증상 (발생잎율)	뿌리썩음증상 (발생포기율)
5. 20	1	0.0	0.0
	2	0.0	0.0
	3	23.3	0.0
	평균	7.8	0.0
6. 19	1	0.0	0.0
	2	0.1	0.0
	3	0.1	0.0
	평균	0.1	0.0
7. 31	1	0.1	0.0
	2	70.0	0.0
	3	83.3	0.0
	평균	51.1	0.0

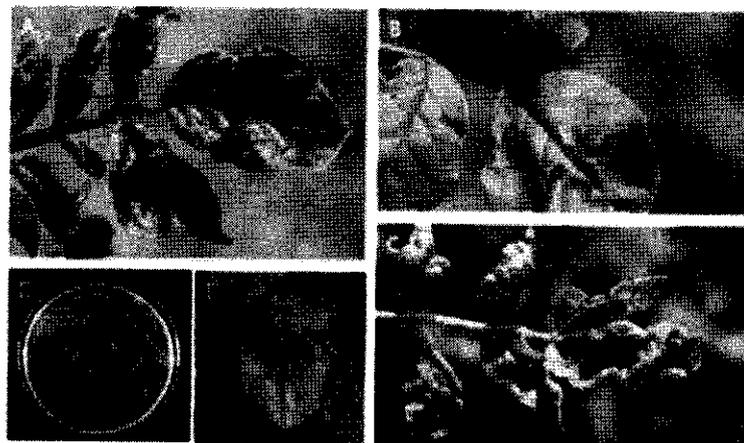


그림 5. 감초에 발생하는 세균점무늬병(가칭) 병징 A. B. C. 점무늬 증상, D. 분리균, E. 병원성 검정

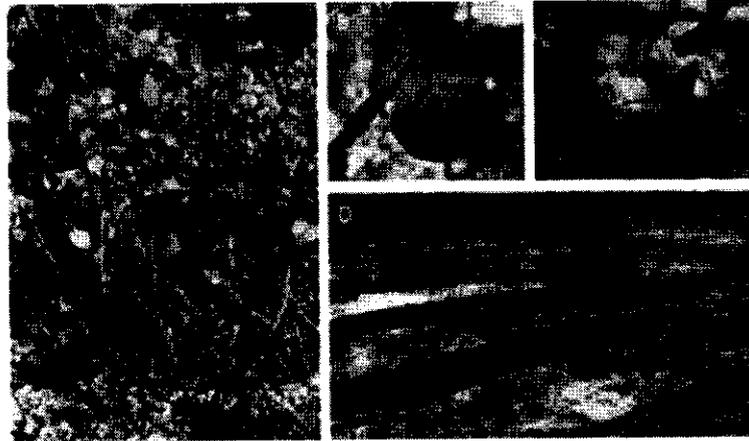


그림 6. 감초에 발생하는 갈색점무늬병(가칭) 병징 A. B. C. 점무늬 증상, D. 발생 포장

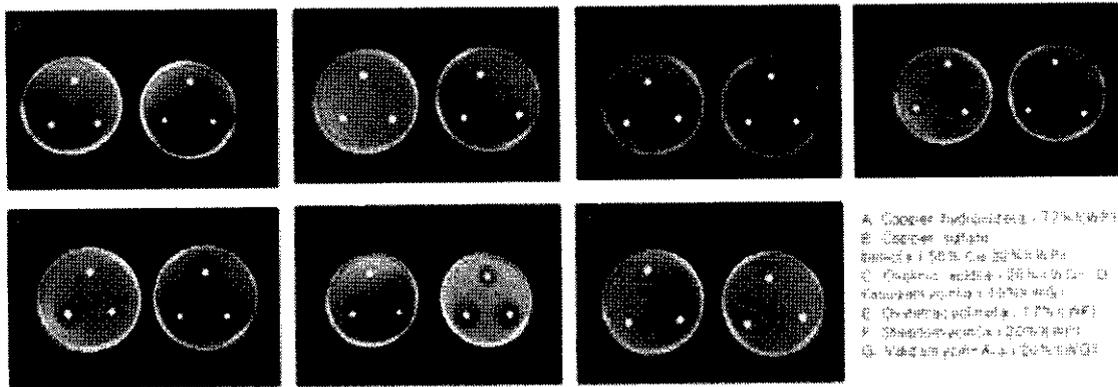


그림 7. 감초 세균점무늬병균(가칭)에 대한 항생제류의 생육 억제 효과

표 12. 감초 세균점무늬병균(가칭)에 대한 항생제류의 생육 저지원(mm)

Chemical	Concentration(ppm)					
	0	1	10	100	1,000	2,000
Copper hydroxide (a.i.77%)(WP)	0.0	0.0	0.0	0.0	14.9	19.2
Copper sulfate basic (a.i.58%)(WP)	0.0	0.0	0.0	0.0	8.8	14.1
Oxolinic acid (a.i.20%)(WG)	0.0	0.0	6.7	12.4	16.6	17.9
Kasugamycin (a.i.10%)(WG)	0.0	0.0	6.7	12.4	16.6	17.9
Oxytetracycline (a.i.17%)(WP)	0.0	0.0	0.0	10.4	23.3	23.8
Streptomycin (a.i.20%)(WP)	0.0	2.5	7.8	12.9	19.4	20.5
Validamycin-A (a.i.20%)(WG)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

마. 충충갈고리등굴레에 발생하는 주요 병해

충충갈고리등굴레에 발생하는 병해 조사를 위해 제천지역 주산지를 조사한 결과, 잎끝이 수침상 반점으로 시작하여 마르는 증상이 5월 30%, 7월 86.7% 발생하였으며, 병반에서 병원균은 분리되지 않았다.

충충갈고리둥굴레의 경우, 피해를 주는 병해의 발생이 없는 것으로 생각되었다.

표 13. 충충갈고리둥굴레 잎끝마름증상 발생율(%)

조사일(월.일)	포장	잎끝마름증상 (발생잎율, %)
5. 22	1	40.0
	2	20.0
	3	30.0
	평균	30.0
7. 1	1	90.0
	2	90.0
	3	80.0
	평균	86.7

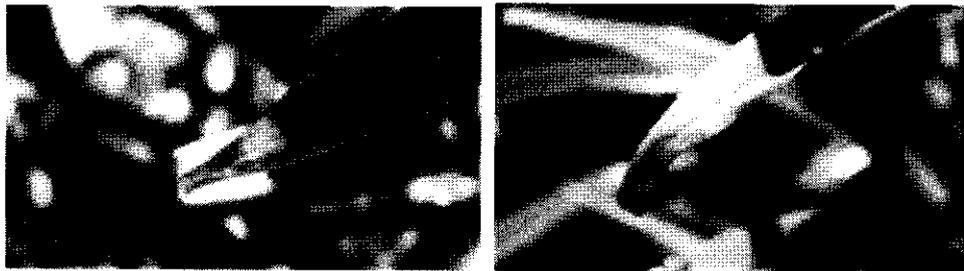


그림 8. 충충갈고리둥굴레에 발생하는 잎끝마름 증상

바. 민들레에 발생하는 주요 병해

2013년 청주지역 노지포장과 충충갈고리둥굴레 하우스에서의 민들레 조사 결과, 흰가루병의 발생이 많았으며, 거의 모든 포기에서 흰가루병이 발생되었다. 특히, 하우스재배 민들레에서는 흑회색원형의 점무늬 증상이 68.5% 발생하였으며, 병원균 분리 결과, *Phoma* sp.로 동정되었다(표 14). 2014년 하우스재배 민들레에는 8월 조사에서만 흰가루병이 발견되었으며, *Phoma* sp.에 의한 점무늬 증상이 5월 7.0%, 9월 30.9% 발생하였다. 청주지역 노지재배에서는 점무늬 증상의 발생은 없었으며, 흰가루병은 5월 조사에서는 0.3% 발생하였으나 6월에는 병든잎율이 86.0% 달하였다. 2015년 노지에서는 8월 흰가루병의 발생율이 66.6% 이었으며, 점무늬 증상 발생율이 27.5% 이었다. 이 점무늬 병반에서는 *Alternaria* sp.와 *Collectotrichum* sp.가 분리되었다.

민들레에 국내에 보고된 병해는 반문모자이크병, 흰가루병, 녹병, 그리고 식물기생선충이 있다. 이번 조사 결과에서는 흰가루병과 미보고 병해인 *Phoma* sp., *Alternaria* sp.와 *Collectotrichum* sp.에 의한 것으로 추정되는 점무늬 증상이 조사되었다. 민들레에 가장 문제가 되는 병해는 흰가루병으로 특히 노지재배에서는 흰가루병 발생으로 6월부터 9월까지는 수확을 못하고 있는 것으로 나타났다. 민들레는 주로 잎을 수확하여 약용으로 이용되고 있어 농약 사용이 어려운 상황이다. 따라서, 민들레 흰가루병 방제를 위한 유기농업자재의 선발이 시급한 것으로 생각되었다.

표 14. 2013년 민들레 병해 발생률(%)

재배형태	조사지역	조사일	발생 포기율(%)	
			흰가루병	점무늬증상 ¹
노 지	청주	7. 10	100.0	-
		10. 21	90.0	-
하우스	충주	10. 29	100.0	68.5%

¹ *Phoma* sp. 분리됨

표 15. 2014년 하우스재배 민들레 병해 발생률(%)

조사일 (월, 일)	포장	점무늬병 ¹ (병든잎율)	흰가루병 (병든잎율)
5. 16	1	4.0	0.0
	2	6.7	0.0
	3	10.8	0.0
	4	6.3	0.0
	평균		7.0
8. 11	1	0.0	0.0
	2	0.0	0.0
	3	0.0	1.0
	4	0.0	0.3
	평균		0.0
9. 25	1	28.2	0.0
	2	40.4	0.0
	3	30.1	0.0
	평균		30.9

¹ *Phoma* sp. 분리됨

표 16. 2014년 노지재배 민들레 병해 발생률(%)

조사일	포장	점무늬병 ¹ (병든잎율)	흰가루병 (병든잎율)
5. 23	1	0.0	0.0
	2	0.0	0.0
	3	0.0	1.0
	평균		0.0
6.30	1	0.0	95.0
	2	0.0	73.0
	3	0.0	90.0
	평균		0.0

표 16. 2015년 민들레 병해 발생율(%)

재배유형	조사일	포장	흰가루병 (발생있음)	점무늬증상 ¹ (발생있음)
노지	5. 19	1	0.0	0.0
		2	0.0	0.0
		3	0.0	0.0
		평균	0.0	0.0
	8. 7	1	100.0	0.0
		2	100.0	0.0
		3	0.0	55.0 ¹
평균	66.7	18.3		
하우스	8. 7	1	0.0	0.0
		2	66.0	0.0
		3	1.0	0.0
		평균	22.3	0.0

¹ ITS rDNA 분석 결과, *Alternaria* sp., *Collectotrichum* sp. 분리



그림 9. 민들레에 발생하는 점무늬병(가칭) 병징



그림 10. 민들레에 발생하는 흰가루병 병징



그림 11. 민들레에 발생하는 기타 병징

사. 백수오에 발생하는 주요 병해

제천지역 5월 20일군 조사에서 잎과 줄기에 작은 흑갈색 원형 반점이 나타났으며, 병원균 분리 결과, *Collectotrichum acutatum*과 *Stemphylium lycopersici*, *Alternaria alternata*이 분리되었다(그림 12-A, B, C). 6월 19일 조사에서는 잎 반점 증상이 5.3% 발생하였으며, 시들음 증상이 13.9% 발생하였다. 잎 반점 증상은 흑갈색 원형의 병반(그림 12-C, D)으로 *Alternaria alternata*가 분리되었다. 시들음 증상은 뿌리가 연화 부패되어 소멸되었으며, 지체부 병반에서 *Fusarium oxysporum*이 분리되었다. 청주지역 조사에서는 7월 3일 제천지역과 유사한 병징의 시들음 증상이 발생하였으며, *Fusarium solani*가 분리되었으며, 가장자리가 흑갈색인 원형 또는 다각형의 반점(그림 14. A)이 0.1% 발생하였고 *Alternaria tenuissima*가 분리되었다. 8월 조사에서 잎 반점 증상이 75.0% 발생하였고, *Alternaria tenuissima*와 *Stemphylium lycopersici*가 분리되었다(그림 14-B, C, D, E). 9월 조사에서는 45.0%의 잎에서 반점 증상이 발생하였으며, *Alternaria tenuissima*이 분리되었다. 병반에서 *Alternaria tenuissima*와 *Stemphylium lycopersici*가 분리되었다. 국내에서는 아직 백수오에 보고된 병해가 없으나, 이번 연구 결과 잎 반점증상이 포장에 따라 심하게 발생하고 있어 앞으로 병원성 검정을 통해 원인을 밝히고 농가에서 사용할 수 있도록 방제 약제 등록이 시급한 것으로 생각되었다.

표 17. 2015년 백수오 병해 발생율(%)

조사 지역	조사일 (월.일)	포 장	잎반점증상 ¹ (발생잎율)	시들음증상 ² (발생포기율)
제천	5. 20	1	0.1 ⁸	0.0
		2	0.1 ^{1,2,3}	0.0
		3	0.0	0.0
		평균	0.1	0.0
	6. 19	1	0.0	38.0 ⁶
		2	1.0 ³	0.0
		3	0.1 ^{>3}	3.7 ⁷
		평균	0.2	13.9
	7. 31	1	0.1 ⁴	38.0
		2	1.0 ^{4, 5}	0.0
		3	14.7 ⁵	3.8
		평균	5.3	7.0
7. 3	1	0.0	0.0	
	2	0.1 ³	23.0 ⁷	
	평균	0.1	11.5	
	청주	8. 7	1	60.0 ^{5, 2}
2			90.0 ⁵	0.0
평균			75.0	16.5
9. 15		1	0.0	33.0
	2	90.0 ⁵	0.0	
	평균	45.0	16.5	

¹*Collectotrichum acutatum*, ²*Stemphylium lycopersici*, ³*Alternaria alternata*, ⁴*Phoma* sp.
⁵*Alternaria tenuissima*, ⁶*Fusarium oxysporum*, ⁷*Fusarium solani*, ⁸미분리

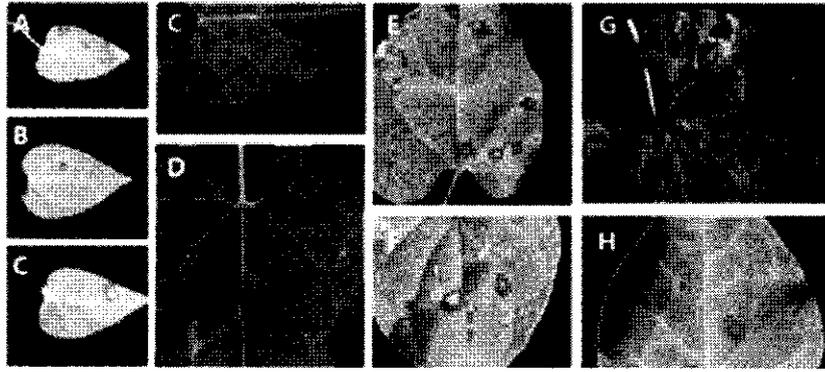


그림 12. 제천지역 백수오에 발생한 잎 반점 증상들. A, C, D. *Alternaria alternata*, B. *Collectotrichum acutatum* C. *Stemphylium lycopersici* E, F. *Phoma* sp, G, H *Alternaria tenuissima*

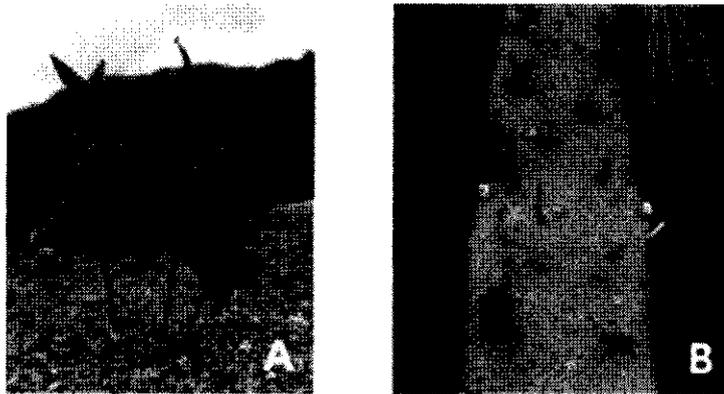


그림 13. 제천지역 백수오에 발생한 시들음 증상. A. 시들음 증상, B. 포장 전경

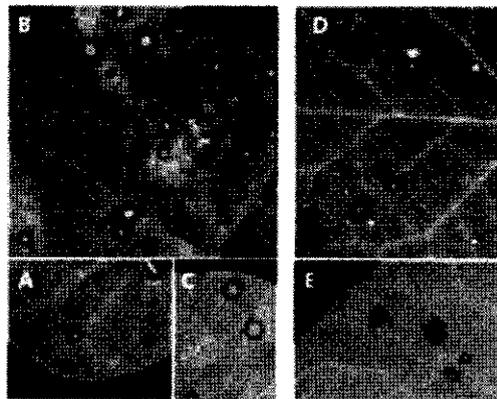


그림 14. 청주지역 백수오에 발생한 점무늬증상들. A, B, C. *Alternaria tenuissima*
D, E. *Stemphylium lycopersici*

4. 결과요약

소면적 재배 약용작물인 황기와 감초, 민들레에 발생하는 주요 병해 방제용 농약 등록을 위한 기초 자료로 활용하고자 발생하는 병의 종류와 피해정도, 재배 농가의 농약 사용 실태를 조사하였다. 농약 사용 실태는 충북 제천시지역 황기 재배 농가 23명, 감초 재배 농가 12명을 대상으로 설문을 통해 조사하였으며, 병 발생 조사는 황기와 감초는 제천, 민들레는 충주와 청주에서 실시하였다. 설문 조사 결과, 황기재배 농가에서는 연 평균 3.2회 농약을 살포하고, 주 방제 병해충은 흰가루병, 진딧물, 뿌리썩음병, 응애이며, 농약의 추가 등록 요구 병해충은 뿌리썩음병, 흰가루병, 진딧물 등이었다. 감초 재배 농가의 연 평균 농약 살포 횟수는 2.9회이며, 주 방제 병해충은 진딧물, 갈색점무늬병이었으며, 방제용 농약의 추가 등록이 필요하다고 생각하는 병해충 역시 갈색점무늬병과 진딧물로 나타났다. 황기에 발생하는 주요 병해는 시들음병, 흰가루병, 노균병 등이며, 시들음병의 경우 5월부터 발생하기 시작하여 생육후기 평균 병든포기율이 49.5%에 달하였다. 특히 연작재배지에서는 병든포기율이 95.0%로 큰 피해를 주고 있었다. 흰가루병과 노균병은 관리 상태에 따라 농가별로 발생 정도에 차이가 많았으며, 흰가루병은 7월 조사에서 병든잎율이 10.0%, 노균병은 9월 조사에서 26.7%로 가장 발생이 많았다. 감초에 있어서 주요 병해는 잎에 발생하는 점무늬 및 마름증상으로 5월 중하순에 발생하기 시작하여 생육 후기에는 병든잎율이 90% 이상 발생하였다. *Pseudomonas syringae*와 *Phoma* sp.가 분리되었으며, 생육초기에는 *Pseudomonas syringae*, 후기에는 *Phoma* sp.의 분리비율이 높았다. 현재 감초에서는 갈색점무늬병으로 균류 방제 농약만 등록되어 있어, 추가적인 농약 등록이 필요한 것으로 생각되었다. 민들레에 있어서 가장 문제가 되는 병해는 흰가루병으로 노지재배 6월 평균 병든잎율이 86%이었으며, 방제제 선발이 시급한 것으로 판단되었다. 청주와 제천시지역에서 백수오에 발생하는 병해를 조사한 결과, 잎 반점 증상의 발생이 많았고, *Collectotrichum acutatum*, *Stemphylium lycopersici*, *Alternaria alternata*, *Alternaria tenuissima*, *Phoma* sp 등이 분리되었다. 국내에서는 아직 백수오에 보고된 병해가 없으나, 이번 연구 결과 잎 반점증상이 포장에 따라 심하게 발생하고 있어 앞으로 병원성 검정을 통해 원인을 밝히고 농가에서 사용할 수 있도록 방제 약제 등록이 시급한 것으로 생각되었다.

5. 인용문헌

- An, S. M., Ryuk, J. A., Kim, Y. H., Chae, B. C., Kim, H. J., Kim, K. H. & Lee, M. Y. 2006. Genetic analysis of Polygonati Rhizoma and Polygonati Odorati Rhizoma using random amplified microsatellite polymorphism. Korean Journal of Medicinal Crop Science, 14(3), 125-129.
- Kim, K. T., Kim, J. O., Lee, G. D., & Kwon, J. H. 2005. Antioxidative and nitrite scavenging activities of Polygonatum odoratum root extracts with different steaming and roasting conditions. Korean Journal of Food Preservation, 12(2), 166-172.
- Min, S. H., & Lee, B. R. 2008. Effect of Astragalus membranaceus powder on yeast bread baking quality. Journal of the Korean Society of Food Culture, 23(2), 228-234.
- 농림축산식품부. 2015. 2014 특용작물 생산 실적.

문운섭, 김학성, 강주희, 박승혜, 정옥진, 정재혁. 2014. 충북 제천 황기 감초 재배 지원을 위한 기후 정보서비스 고도화. 한국대기환경학회 2014년 제57회 정기학술대회 발표논문집 : 초록집, 243-243

박찬익. 2012. 황기추출물의 항산화 효능과 에멀션 점탄성도에 따라 미치는 영향 연구. 대한본초학회지 27(20) : 93-97

박찬성, 김동한, 김미림. 2008. 산수유, 황기, 감초 추출물의 생리활성. 대한본초학회지 43(1). 93-101. 항산화활성

양하영, 이선구. 2011. 초음파추출과 열수추출에 의한 민들레의 항산화 및 지질강하 효과. 동의생리병리학회지, 25(1), 48-54.

윤중식, 송선영, 정민주, 김다솜, 이현화. 2014. 흰민들레 열수추출물이 N-nitrosodiethylamine 로 유발된 흰쥐의 간암 발생에 미치는 효과. 생약학회지. 45(1) : 62-68

제천시청. 2015. 2011-2014 감초재배 면적 및 생산량

제천시청. 2015. 2011-2014 황기재배 면적 및 생산량

조일찬, 류경일, 함영일, 김점순, 지형진. 2000. *Phytophthora drechsleri*에 의한 황기뿌리썩음병. 식물병연구 6(2) : 88-91

한국작물보호협회. 2015 작물보호제 지침서.

한국식물병리학회. 2009. 한국식물병명목록 5판.

함영일, 권민, 김점순, 서효원, & 안재훈. 강원도 고랭지 주요 원예작물의 병해 발생 상황. PLANT PATHOL, 14(6), 1998671.

6. 연구결과 활용

연도(연차)	활용구분	제 목
2014(2년차)	학회발표	Bacterial leaf spot on licorice caused by <i>Psuedomonas syringae</i>
2014(2년차)	영농활용	감초 세균점무늬병 발생과 진단
2015(3년차)	학회발표	충북지역 황기, 감초 및 민들레에 발생하는 병해와 농약 사용 실태
2015(3년차)	농자재등록	농약직권시험 신청 5병해

7. 연구원 편성

구 분	소 속 (과/연구소)	직 급	성 명	수행업무	참여 기간
책 입 자	친환경연구과	지방농업연구사	이경희	연구총괄	'13~'15
공동연구자	"	지방농업연구관	장후봉	연구협조	'13~'15
"	"	지방농업연구사	김신국	연구협조	'14~'15
"	"	지방농업연구관	김이기	연구협조	'14~'15

과제구분	공 동	수행시기		전반기	
연구과제 및 세부과제		연구분야	수행기간	소속 (과/연구소)	책임자
소면적 재배작물 주요 병해충 발생 및 피해 조사		작물보호	'13~'15	친환경연구과	김선국
황기, 민들레, 황정, 감초 등의 주요 해충 발생 및 피해조사		작물보호	'13~'15	친환경연구과	김선국
색인용어	황기, 민들레, 층층갈고리등굴레, 감초, 병해충				

ABSTRACT

Cultivating several minor crops for medicinal usage such as *Glycyrrhiza uralensis* Fischer, *Astragalus membranaceus*, *Taraxacum platycarpum*, *Gynanchum wilfordii*, and *Purple granadilla* were investigated the occurrence of major pests and it's damage in Chungbuk province. On open field, yellow sticky trap for forecasting from June to Sept. with 15 days interval was shown the damages by stink bugs, thrips and moths. Major small in size pests such as whiteflies, aphids and thrips primarily occurred on minor crops, but the other pests showed lower occurrence. Whiteflies showed higher density in *Glycyrrhiza uralensis* Fischer but its damage was insignificant level. Aphids were showed higher density at June in all minor crops and then sharply decreased the density with lower damage rate. The high damage on initial growth stage will be judge to affect on the yield. Thrips on *Taraxacum platycarpum* showed higher density with 44.1%, compare to other crops, sharply increased the density in late-June and optimal peak in mid-July and decreased in late-Aug. Conclusively, major pests on crops, green peach aphid, mites species on *Astragalus membranaceus* and *Glycyrrhiza uralensis* Fischer, olender aphid, mites species and thrips on *Gynanchum wilfordii* were damaged. From now on, detailed investigation and analysis for economic value of the damaged pest for the continual production will be promoted and then followed the procedure the registration of agrochemicals.

Keywords: Cultivating several minor crops, pests

1. 연구목적

전 세계적으로 대면적 재배작물에 비해 소면적 재배작물은 작물보호제 활용 양이 적기 때문에 약제 등록을 기피하기 때문에 병해충 방제에 필요한 약제가 부족한 실정이다. 농산물품질관리원에서 2010년~2013년 동안 엽경채소류를 대상으로 농약잔류실태를 조사한 결과 12,847건 중 농약잔류허용기준을 초과한 시료는 427건으로 조사되어, 소면적 재배작물에 대한 등록약제의 다양성이 확보되어야 하며, 병해충에 대한 기초자료도 필요한 실정이다. 국내 소면적 재배 작물은 경지면적 1,000ha미만으로 재배되고 있는 작물을 말하며, 근대, 들깨, 미나리, 상추 등 채소류와, 쌈채류, 약용작물이 대부분을 차지하고 있고, 대부분 고소득 작물로서 농가의 주 수입원을 차지하는 경우가 많다. 또한, 병해충의 발생종류 및 피해정도에 대한 정보가 거의 없기 때문에 재배농가는 병해충 피해에 대한 대처를 어려워

하고 있는 실정으로 본 과제에서 충북지역 소면적 재배작물인 황기, 감초, 백수오 등에 대한 병해충 피해정보를 조사하고 분석하여 농약직권등록의 기초자료를 제공하고자 한다.

감초(*Glycyrrhiza uralensis* Fischer)는 주로 터키, 시리아, 시베리아 남부, 중국서부, 중앙아시아 등지에 분포하며 콩과에 속하는 다년생 초본 약용식물로 뿌리와 포복경을 그대로 또는 주피를 제거한 것을 한약재로 활용한다. 키는 30~80cm로 직립하며, 3년 이상 자라야 개화, 결실되고 11월이면 말라 죽으며, 뿌리와 줄기의 주요 성분으로 글리시리진(glycyrrhizin), 사포닌(saponin), 리키리친(liquiritin) 등의 성분을 함유하고 있는 약방의 감초이다(Leung, 1984; Leung *et al.*, 1995). 황기(*Astragalus membranaceus*)는 약 2,500종의 초본과 관목으로 구성되어 있으며(Lock and Simpson, 1991; Mabberly, 2008), 동아시아, 미국 북서부, 남아메리카의 안데스 지역 등 세계적으로 넓게 분포하고 있다(Kim, 2004). 다년생 초본으로 높이는 40~70cm이며 흰색의 부드러운 잔털이 전체적으로 보이며, 줄기는 총생형이로 7~8월에 황백색의 꽃이 핀다(Lee, 1980). 뿌리를 약재로 이용하며 약효성분은 폴리산(folic acid)·콜린(choline)등이 함유되어 있어, 이뇨작용, 신염의 발생을 억제, 단백질과 콜레스테롤 혈중 발생 지연, 혈압강하를 촉진하는 중요한 작목이다(Baek *et al.*, 1996; Jung *et al.*, 2008). 민들레(*Taraxacum platycarpum*)는 우리나라 곳곳에서 흔히 자라는 다년생 초본으로 꽃은 차로 이용하며(Chang, 1997), 잎과 뿌리는 식물의 즙 및 생식용으로 이용한다. 주 성분은 이눌린(inulin), 팔미틴산(palmitic acid), 리놀산(linolic acid), 지방산 등이며 뿌리에는 타락세롤(taraxerol), 사이토스테롤(sitosterol) 등이 포함되어 소화기능 개선 및 거담작용, 담석, 담도폐색, 간염 등에 효과, 항생제인 ciprofloxacin 등을 해독하는 능력 등이 탁월한 것으로 알려져 있다(Kang *et al.*, 2000; Lee *et al.*, 2004). 백수오(*Gynanchum wilfordii*)는 식물명이 은조롱이며, 박주가리과의 덩이뿌리 식물이다. 다년생 초본으로 덩굴성이며 길이는 2~3m 정도 자라고 줄기는 담녹색을 띄며 시계 반대방향으로 주변의 물체를 감고 올라가는 속성이 있고, 뿌리는 마와 같이 원뿌리가 비대생장을 하는 작물이다. 주요 성분은 polyoxypregnan glycoside, cynandione A, cynanchone A가 알려져 있고, 자양, 강장, 보혈, 소종이 있으며, 한방에서 병후 쇠약, 빈혈, 조기백발, 신경쇠약을 치료용으로 쓰이는 기능성 작물이다(Hwang, 1994; Kim *et al.*, 2003).

황기, 감초, 민들레, 백수오 등은 충북에서 주로 재배되고 있는 소면적 작물로 그 기능성이 입증되어 한약재료로 널리 쓰이고 있는 중요한 고소득 작물로 신선채소, 쌈채류와 같이 농가의 고소득원인 경우가 많지만 병해충에 의한 피해가 심각하여 농가 소득에 커다란 걸림돌이 되고 있으며, 소면적 작물 재배과정에서 해당 작물에 대한 약제등록이 부족하거나 전무하기 때문에 미등록 약제를 사용하여 작물보호제의 오용에 대한 피해 사례가 확인되고 있다(Kim *et al.*, 2006). 또한 최근에는 웰빙용 업체소류, 기능성 작물에 대한 소비자의 관심으로 다양한 소면적 재배 작물이 재배되고 있으나, 등록된 농약이 적어 농산물 품질인증인 우수농산물관리제도(GAP)에 따라 농산물을 생산하는 농가에서는 농약 선택의 폭이 좁아 병해충 방제에 어려움이 많은 실정으로 그에 맞는 대책이 강구되어야 한다.

따라서, 소면적 재배작물에 대한 안전한 농산물이 생산될 수 있도록 병해충 발생 및 피해에 대한 정확한 정보를 파악하여 농약등록시험의 기초자료를 제공하기 위해서 본 시험을 수행하였다.

2. 연구방법

충북 제천지역은 약용작물 재배단지로 황정 등 15품목 이상의 다품목 소면적 재배작물을 생산하고 있다(표 1). 충북지역 소면적 주요해충에 대한 피해 조사지 선정은 충북의 유망 소면적 약용작물 이면서, 병해충에 대한 약제등록 수량이 낮거나 아니면 백수오같이 농가 재배면적이 점차 증가되고 있는 작물 중 약제등록이 전무한 작물을 선정하여 주요 해충에 대한 피해조사를 실시하였다.

표 1. 충청북도 제천 약용 및 소면적 작물 재배현황

Scientific name	Korean name	No. of farmhouse	Cultivated area (m ²)
<i>Panax ginseng</i>	인삼	53	803,968
<i>Polygonatum falcatum</i>	황정(충충둥글레)	143	726,258
<i>Coxiylachryma-jobi var. mayuen</i>	울무(의이인)	131	547,460
<i>Schisandra chinensis</i>	오미자	80	447,050
<i>Codonopsis lanceolata</i>	더덕(양유)	126	413,813
<i>Glycyrrhiza uralensis</i>	감초	29	226,216
<i>Platycodon grandiflorum</i>	도라지(길경)	86	152,739
<i>Angelica polymorpha</i>	토천궁(궁궁이)	38	150,250
<i>Acanthopanax sessiliflorus</i>	오가피	42	147,859
<i>Rehmannia glutinosa</i>	지황	51	142,791
<i>Astragalus membranaceus</i>	황기	149	139,800
<i>Chrysanthemum indicum</i>	감국	7	130,265
<i>Eucommia ulmoides</i>	두충	28	127,474
<i>Aralia cordata</i>	두릅	44	126,476
<i>Taraxacum platycarpum</i>	민들레	-	-

황기, 황정, 감초, 백수오에 대한 주요해충 피해조사는 제천에서 실시하였으며, 민들레는 청주 지역 농가 포장에서 3개소를 지정하고 수행하였다. 소면적 작물별 발생소장 조사는 4월에서 10월까지 15일 간격으로 진행하였다. 조사방법은 포장당 20포기에서 발생해충을 육안조사 하였고 육안조사 시 피해 정도를 무, 소, 중, 다, 심으로 측정하였다. 또한, 지주대를 이용하여 1.5m높이에 예찰용 끈끈이 트랩을 설치하였으며, 조사일에 트랩을 지퍼백에 담은 다음 실내에서 실체현미경(라이카)을 이용하여 계수기로 측정하였다.

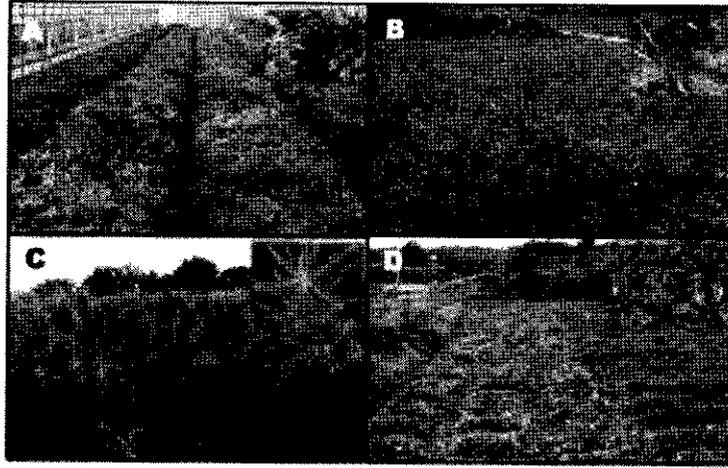


그림 1. 충북지역 소면적작물 조사포장 전경(A: 황기, B: 감초, C: 황정, D: 민들레)

3. 연구결과

황기에 대한 주요해충 피해조사를 충북 제천에서 실시하였다. 황기 유효기 때인 5월 상순부터 목화진딧물 발생이 많았고, 5월~10월까지 포장에서 관찰되었으며, 육안조사에서는 5월~6월 발생 밀도가 높았다(표 2, 그림 3). 2013년도 끈끈이 트랩조사에서는 7월~9월 발생이 많았으나, 2014년도 조사에서는 육안조사와 마찬가지로 5월~6월 발생 밀도가 높아 주로 생육초기 어린 새순의 생장을 저해하기 때문에 초기 방제를 놓치게 되면 상품성에 큰 영향을 미칠 것으로 판단된다. 황기에서 목화진딧물의 주 피해증상은 흡즙에 의한 유효기 위축과 기형을 유발 시켰고, 새가지의 생장이 저해되고 수세가 약화되기 때문에 수량성에 영향을 끼치며, 감로 배설에 의한 그을음병을 유발하여 상품성 하락에 큰 영향을 끼칠 것으로 사료된다.

표 2. 황기밭 월별 주요 해충 발생밀도(2013)

주요 해충	조 사 일					
	5.15	6.15	7.27	8.25	9.22	10.13
목화진딧물 (마리/주)	20.3	11.7	0	0	0	2.3
점박이용애 (마리/잎)	0	0	0	0	10.5	30.2

총채벌레류는 육안조사에서 발생되지 않았으며, 그 피해증상도 발견되지 않았다. 그러나 황색 끈끈이 트랩조사에서 2013년 8월 중하순, 9월 상중순에 발생피크를 보였고, 2014년에는 7월 상순과 8월 상순에 발생 피크를 보였다. 트랩 당 발생 밀도는 상당히 높았지만 그 피해증상이 없는 것으로 보아 포장 주변의 환경에서 트랩에 유인 된 것으로 판단되며, 가루이류도 트랩에 채집되었지만 작물에 대한 피해와 포장 발생이 없는 것으로 보아 총채벌레류와 마찬가지로 주변환경에서 트랩에 유인된 것으로 생각된다(그림 2, 3).

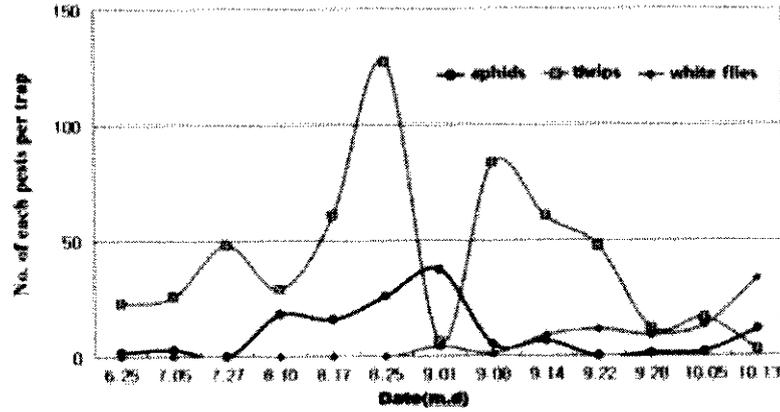


그림 2. 황기밭 트랩에 포획된 주요해충 발생 밀도(2013)

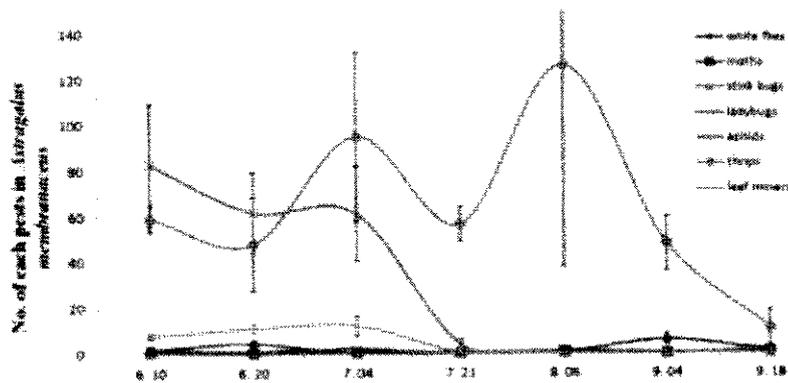


그림 3. 황기밭 트랩에 포획된 주요해충 발생 밀도(2014)

황기밭 점박이응애는 시설에서 발생피해가 심하였는데 잎 뒷면에 주로 서식하면서 식물 즙액 흡즙으로 인한 흰색 반점을 유발하고 광합성 등 잎 기능을 저하시키면서 조기낙엽을 유발하였다(그림 4, D). 주로 포장에서는 9월~10월 생육 후반에 발생밀도가 높아졌지만(표 3) 시설내에서 연 10세대 이상 경과하는 해충이기 때문에 초기 예찰에 집중해야 할 것으로 판단된다. 특히, 황기에 등록된 응애류 약제가 없기 때문에 약제의 올바른 사용을 위해 농약직권등록이 이루어져야 할 것으로 생각된다. 애무늬고리장님노린재는 성충과 약충이 황기 생육 초기인 6월 하순부터 7월 중순까지 발생이 많아 주로 어린잎을 흡즙하고 잎의 발육 불량과 위축 또는 기형을 초래하는데, 잎 가해 초기 피해 증상은 흡즙 부위의 세포가 죽어 바늘로 찌른 듯 하얀 반점이 생기며 흡즙된 엽맥은 시간이 흐르면서 갈변을 초래하였다(그림 4, B). 그 외에 발생하는 주요 해충은 변색장님노린재 등 노린재류와 왕담배나방 유충에 의한 잎 피해 증상이 발견되었지만 방제 대상이거나 수량성에 영향을 미치지 않아 주요 해충에서 제외하였다. 그러나 왕담배나방 같은 경우 암컷 1마리당 500개 내외의 알을 산발적으로 낳고 연 2~3세대 경과하는 것으로 판단할 때 기후변화와 황기 재배면적의 증대가 새로운 해충의 밀도상승 요인으로 작용할 것으로 판단된다.

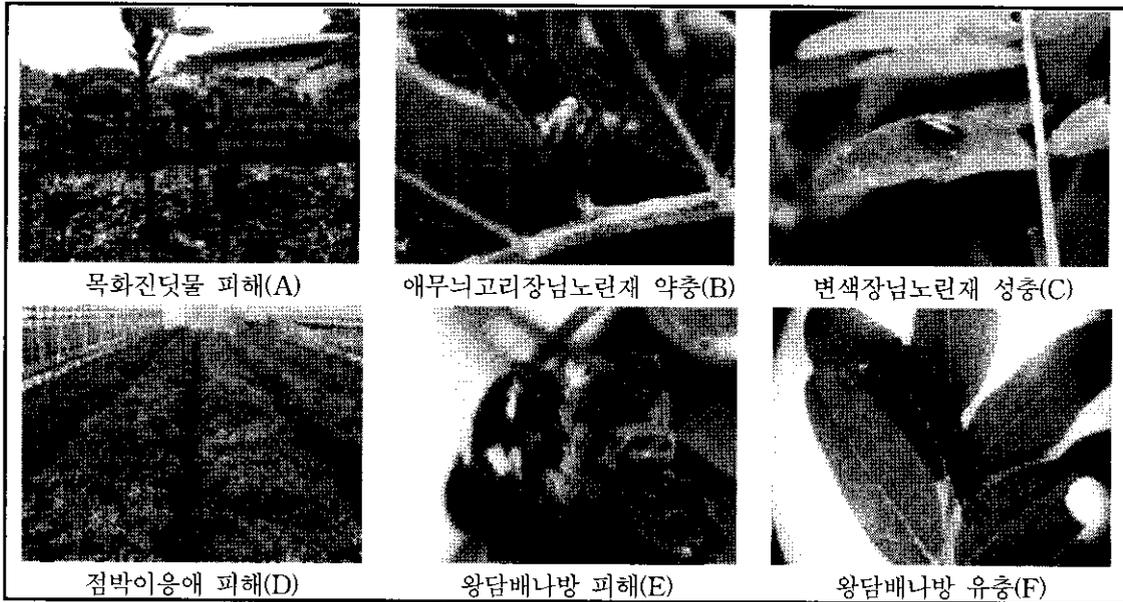


그림 4. 황기밭에 발생하는 주요 피해해충 사진

결론적으로 황기에 대한 주요해충 조사에서 노린재목 3종, 나비목 1종, 총채벌레목 2종, 거미강 진드기목 1종이 발생되었다. 발생정도와 피해정도가 심한 해충은 목화진딧물, 애무늬고리장님노린재, 점박이용애로 조사되었으며, 용애를 제외한 두 해충은 주로 생육 초반에 발생되었으며, 애무늬고리장님노린재와 점박이용애는 황기에 대해 등록약제가 없기 때문에 농약직권등록 대상으로 판단된다(표 3).

표 3. 황기를 가해하는 주요해충 발생 및 피해정도

분류학적 위치	해충명	학명	발생시기	피해양상	발생정도 ¹	피해정도 ¹
노린재목	목화진딧물	<i>Aphis gossypii</i>	6~7월	엽 위축, 줄기 흡즙	++++	++++
	애무늬고리장님노린재	<i>Lygocris spinolae</i>	6~7월	잎 흰 반점, 줄기 갈변	++	++
	변색장님노린재	<i>Adelphocoris suturalis</i>	7월	-	+	-
나비목	왕담배나방	<i>Helicoverpa armigera</i>	7~8월	잎 식해	+	+
총채벌레목	총채벌레류 (꽃노랑, 대만)	-	6~9월	흡즙	++	-
진드기목	점박이용애	<i>Tetranychus kanzawai</i>	7~9월	잎 탈색 및 마름 (시설 발생)	++	+++

¹ 무, + 소, ++ 중, +++ 다, ++++ 심

민들레에 대한 주요해충 피해조사를 충북 충주와 제천의 친환경 재배단지에서 조사하였으나 일부 섬서구메뚜기와 나방류 유충이 피해를 주었지만 방제 대상이 아니었다. 주로 피해를 주는 병해충은 환가루병으로 피해가 심하였으며, 농가의 관리대상 병으로 판단된다.



그림 5. 민들레 재배지 주요 피해 해충(A: 섬서구메뚜기, B: 독나방과 유충)

표 4. 민들레를 가해하는 해충 발생 및 피해정도

분류학적 위치	해충명	학명	발생시기	피해양상	발생정도 ¹	피해정도 ¹
메뚜기목	섬서구메뚜기	<i>Atractomorpha lata</i>	8-9월	잎식해	+	+

¹ 무, + 소, ++ 중, +++ 다, ++++ 심

백수오에 대한 주요해충 피해조사는 황정의 병해충 피해가 없어 대체작목으로 선정하였으며 충북 제천 농가포장과 농업기술원 재배포장에서 2015년에 실시하였다. 그 결과 노린재목 박주가리진딧물, 십자무늬긴노린재 2종, 거미강 진드기목인 점박이용애 1종, 딱정벌레목 중국청람색잎벌레 1종, 총채벌레목 대만총채벌레 1종이 발생되어 피해를 주었다(표 5과 그림 7). 박주가리진딧물은 6월~9월까지 발생하여 생육 전반에 걸쳐 발생하였고, 주로 8월 중하순부터 발생되어 줄기와 잎에 군집형태로 무리지어 집단흡즙하여 피해를 주었으며 신초의 성장억제와 생육지연을 초래하였다(그림 6). 생육초반 밀도가 높았기 때문에 방제 대상으로 판단된다.

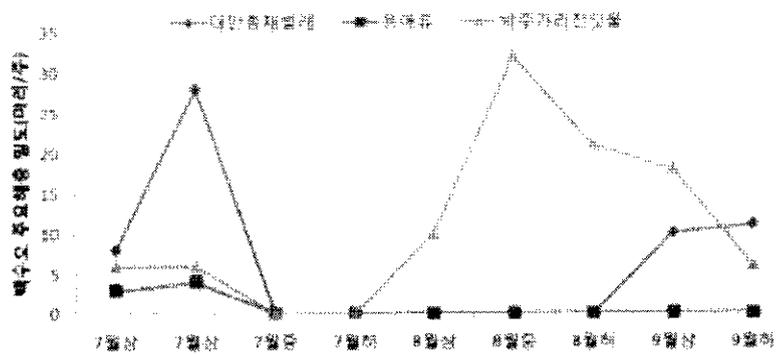


그림 6. 백수오 재배포장에서 발생하는 주요 해충발생 밀도

대만총채벌레는 줄기와 엽육을 가해하였으며, 피해증상은 잎과 줄기 흡즙으로 인한 탈색증상이 보이며 그로인한 위축증상이 발생하고 생육저하를 초래하였다. 발생 시기는 주로 7월부터 전 포장에 발생이 심하였으며, 줄기 당 밀도도 상당히 높았다(그림 7). 점박이용애는 주로 시설에서 발생되었고, 한번 발생한 포장은 백수오의 덩굴성 작물 특성상 방치하면 피해확산이 심하였으며 무방제 시 생육 중 후기 잎 갈변과 조기낙엽을 초래하여 방제대상으로 판단하였다. 중국청람색잎벌레는 5월~7월 발생되었으나 잎을 가해한 흔적이 발생되지 않았으며, 생육초기 애벌레로 인한 뿌리피해는 추가적인 조사가 이루어져야 할 것으로 판단된다. 백수오에 대해서는 아직까지 작물보호지침서에 약제등록이 이루어지지 않았기 때문에 이번 조사에서 주로 문제가 되었던 박주가리진딧물, 점박이용애, 대만총채벌레는 농약직권등록을 통한 약제등록으로 백수오 농가의 안전한 생산을 위해 필요하다고 판단된다.

충북 제천에 위치한 감초 재배지에서 노란색 끈끈이 트랩을 이용하여 3반복 조사한 결과 주요 해충은 가루이류, 진딧물류, 총채벌레류로 조사되었으며, 총채벌레류의 밀도가 상대적으로 높았다(그림 8, 9). 6월 상순부터 발생하여 9월 상순까지 발생하였으며 발생 밀도가 가장 높았던 시기는 7월 중순이었다. 감초의 피해정도를 조사하기 위해 이루어진 육안조사 결과 목화진딧물 피해가 생육초기 5월 상순부터 6월 중순까지 발생하였으며, 생육 후기인 9월하순에 피해가 높았다. 주 피해증상은 기주식물의 즙액을 빨아먹는 흡즙인데, 주로 바이러스를 매개하는 것으로 알려져 있다. 또한, 발생초기 새가지의 성장을 저해하기 때문에 수세 악화를 초래하고, 감로 배설에 의한 광합성을 떨어뜨려 수량성에 영향을 미치는 것으로 판단된다. 응애류는 생육 전반기에 걸쳐 발생되었으며 그 피해증상은 잎 탈색을 동반하였다. 한편, 감초의 신규해충으로 어리발톱잎벌레(*Monolepta shirozui*)의 피해가 보고되었으나 조사지 포장에서의 발생은 없었다.

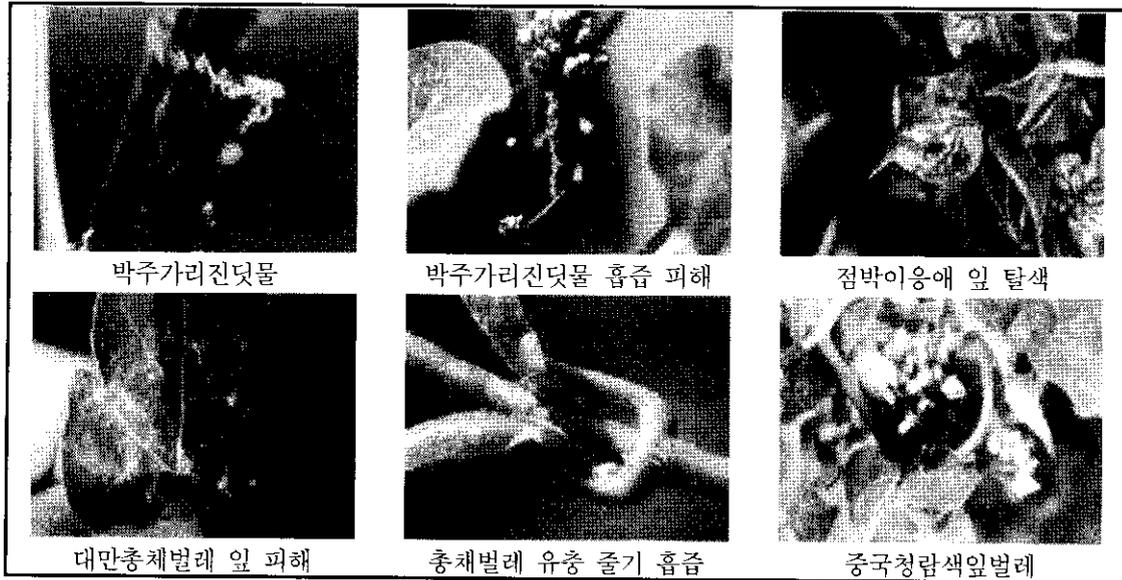


그림 7. 백수오 재배포장에서 발생하는 주요 문제 해충 사진

표 5. 백수오를 가해하는 해충 발생 및 피해정도

분류학적 위치	해충명	학명	발생시기	피해양상	발생정도	피해정도
노린재목	박주가리진딧물	<i>Aphis nerii</i>	6-9월	줄기 흡즙	+++	++++
	십자무늬긴노린재	<i>Tropidothorax cruciger</i>	7-8월	줄기 흡즙	+	-
진드기목	점박이용애	<i>Tetranychus kanzawai</i>	6-9월	잎탈색 및 황화 (시설 발생)	++++	++
딱정벌레목	중국청람색잎벌레	<i>Chrysochus chinensis</i>	5-7월	초기 신초가해	++	+
총채벌레목	대만총채벌레	<i>Frankliniella occidentalis</i>	6-9월	잎, 줄기 흡즙	++++	++

¹ 무, + 소, ++ 중, +++ 다, ++++ 심

표 6. 감초밭 목화진딧물 및 점박이용애 밀도(2013)

주요 해충	조사일					
	5.15	6.15	7.27	8.25	9.22	10.13
목화진딧물 (마리/주)	15.3	10.5	0	0	2.6	6.4
점박이용애 (마리/잎)	10.2	23.1	0	0	15.2	18.2

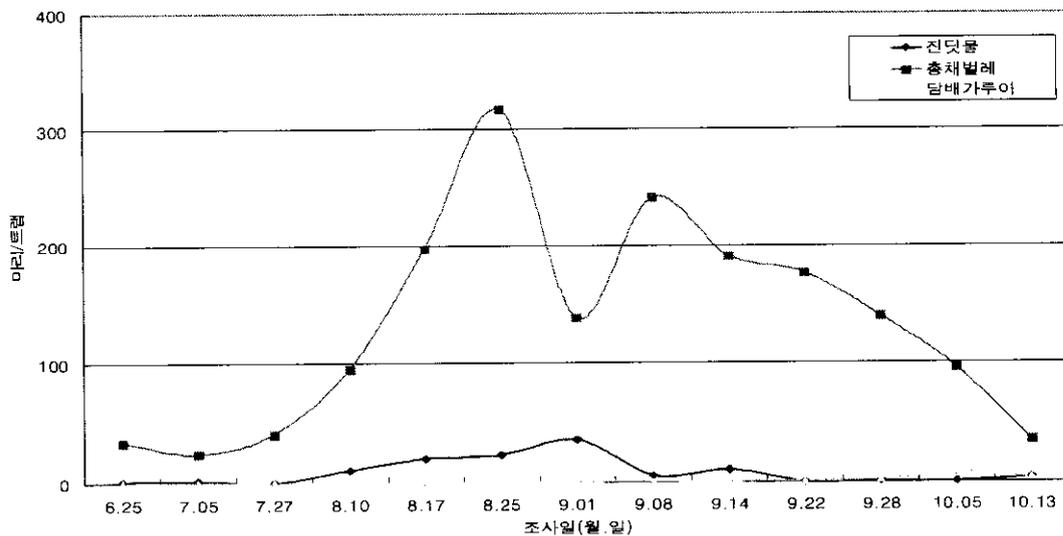


그림 8. 감초 재배지 주요해충 트랩조사 밀도(2013)

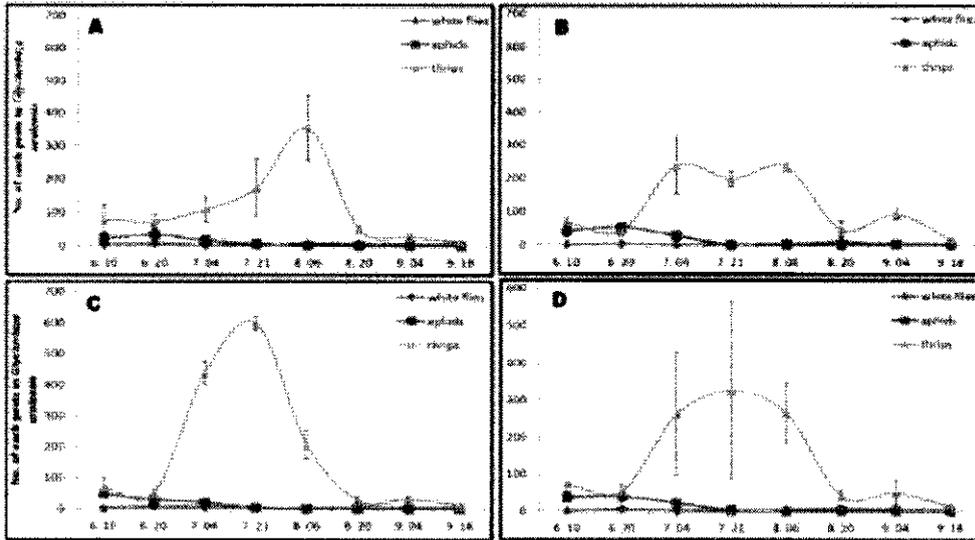


그림 9. 감초밭 주요해충 트랩 조사 밀도(A: deok-san 1, B: deok-san 2, C: song-hak, D: mixed A~C)_2014

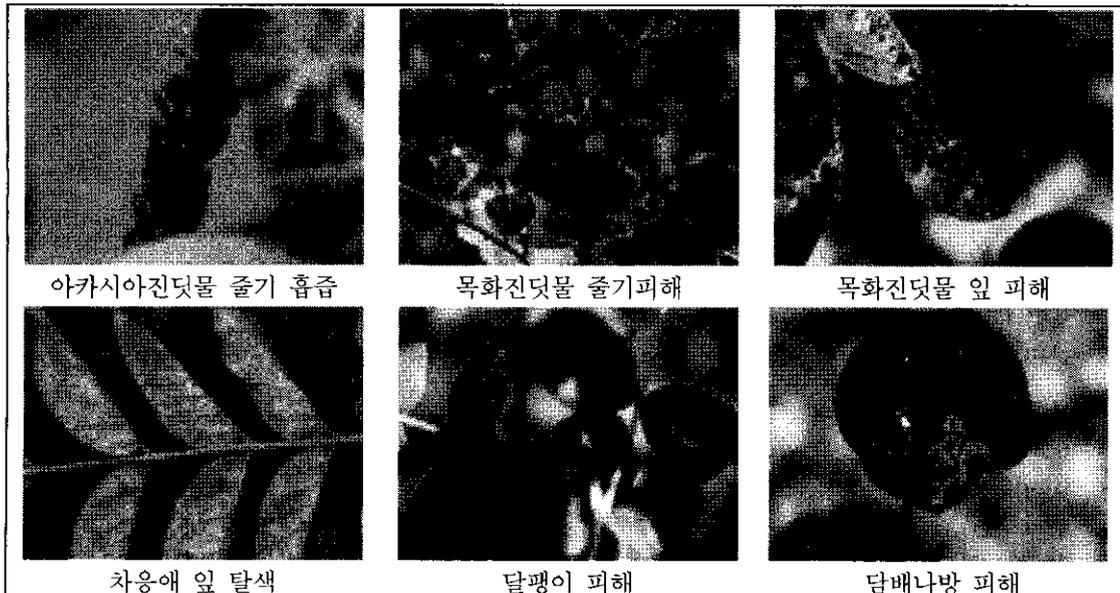


그림 10. 감초밭 주요 피해해충 사진

결론적으로 감초에 대한 주요해충 조사에서 노린재목 2종, 진드기목 1종, 총채벌레목 2종, 나비목 1종, 달팽이 1종이 발생되었다. 발생정도와 피해정도가 심한 해충은 목화진딧물과 응애류로 조사되었으며, 목화진딧물은 주로 생육초반에 걸쳐 발생되었기 때문에 초기방제가 중요하다고 판단된다. 방제약제로는 아세타미프리트 수화제, 이미다클로프리트 수화제, 아바멕틴 유제 등 다수가 등록되어 활용되고 있다.

표 7. 감초를 가해하는 해충 발생 및 피해정도

분류학적 위치	해충명	학 명	발생시기	피해양상	발생정도 ¹	피해정도 ¹
노린재목	아카시아진딧물	<i>Aphis craccivora</i>	6-7월	줄기 흡즙	+	+
	목화진딧물	<i>Aphis gossypii</i>	6-9월	엽위축, 줄기 흡즙 생육 저해	+++	++++
진드기목	차응애	<i>Tetranychus kanzawai</i>	7월	잎 탈색 및 마름 (노지발생)	++	++
총채벌레목	총채벌레류 (꽃노랑, 대만)	-	6-7월	황색 끈끈이 트랩예찰	++	
나비목	담배나방	<i>Helicoverpa assulta</i>	6월	잎 식해	+	+
(연체동물)	명주달팽이	<i>Acusta despecta</i>	7월	잎 식해	+	+

¹ 무, + 소, ++ 중, +++ 다, ++++ 심

패션푸르츠는 열대과수로 충북 진천에서 조사하였으며 차면지응애와 작은뿌리파리의 피해가 확인되었으나 그 밀도와 피해수준은 높지 않았으며, 삼주에서는 뿌리응애가 일부 발생되었다(표 8). 황정 재배지에서 주로 발생되어 채집된 해충은 총채벌레류(꽃노랑총채벌레), 진딧물류(목화진딧물), 가루이류, 노린재류(가시허리노린재, 풀색노린재, 썩덩나무노린재, 툭다리개미허리노린재), 잎굴파리로 조사되었다. 주로 진딧물과 총채벌레의 발생밀도가 높았으나 작물특성상 해충 피해는 관찰되지 않았다(그림 12).

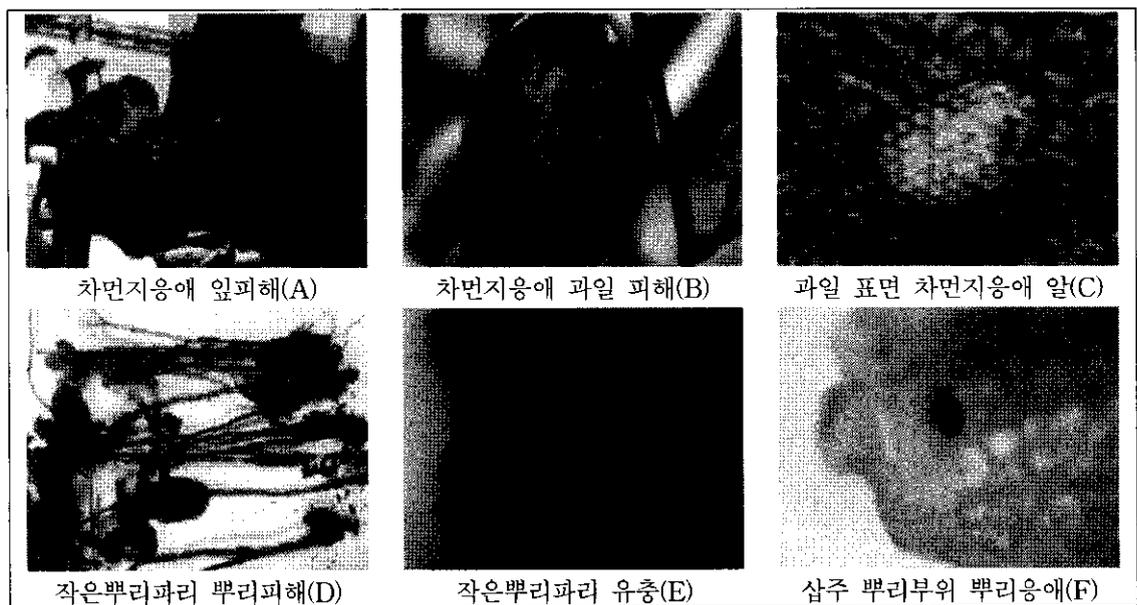


그림 11. 기타 소면적 작물 주요해충 피해 사진(A~E: 패션푸르츠, F: 삼주)

표 8. 기타 소면적작물 가해하는 해충 종류 및 발생정도 및 피해정도

작물명	해충명	학명	발생시기	피해양상	발생정도 ¹	피해정도 ¹
패션푸르츠	차면지응애	<i>Polypagotarsonemus latus</i>	5-6월	잎 위축(바이러스증상) 과실 기형	+	+
	작은뿌리파리	<i>Bardisia agretis</i>	4-5월	뿌리 침입 생육 저해	+	+
삼주	뿌리응애	<i>Rhizoglyphus robini</i>	6-7월	뿌리 가해	++	+

¹ 무, + 소, ++ 중, +++ 다, ++++ 심

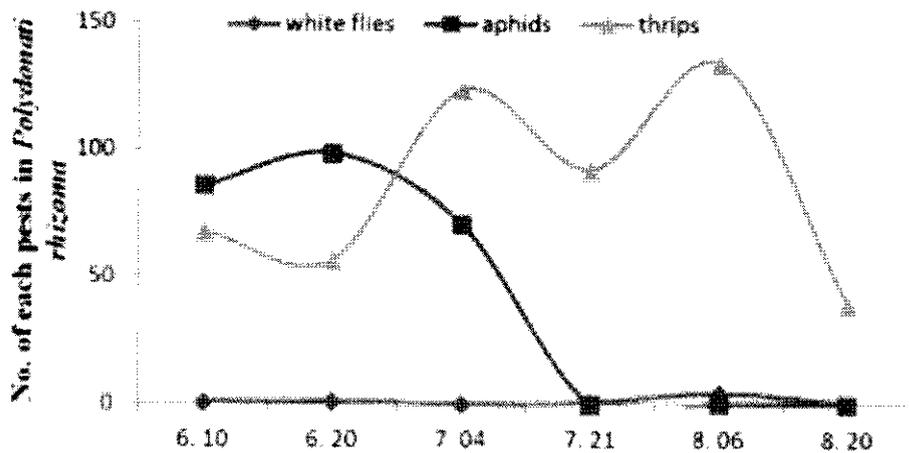


그림 12. 황정에서 노란색 끈끈이 트랩에 포획된 주요해충 발생 밀도(2014)

충북 제천의 황기 및 감초 재배농업인을 대상으로 약제방제 실태를 조사하였다. 황기에서 주요 방제 대상 병해충은 진딧물 60.9%, 응애 17.4%, 담배나방 4.3%와 흰가루병, 갈색점무늬병, 잎마름병을 방제하고 있었으며, 무방제로 재배하는 농가도 17%나 되었다. 주로 3~4회 방제하는 농업인이 57%로 조사되었다. 최고 6회 방제는 9%로 조사되었다. 감초는 농가의 주요 방제 병해충 대상으로 진딧물 83.3%로 다른 병해충에 비해 월등히 높았으며, 그 뒤를 이어 응애류 83.3%, 흰가루병, 갈색점무늬병을 방제대상으로 평가하였다. 방제횟수는 무방제 8%, 3~5회방제가 각각 25%, 25%, 17%로 조사되었다. 응애류는 방제약제가 등록되지 않아 황기와 마찬가지로 미등록 약제를 활용하고 있어 약제등록이 필요하다고 판단된다.

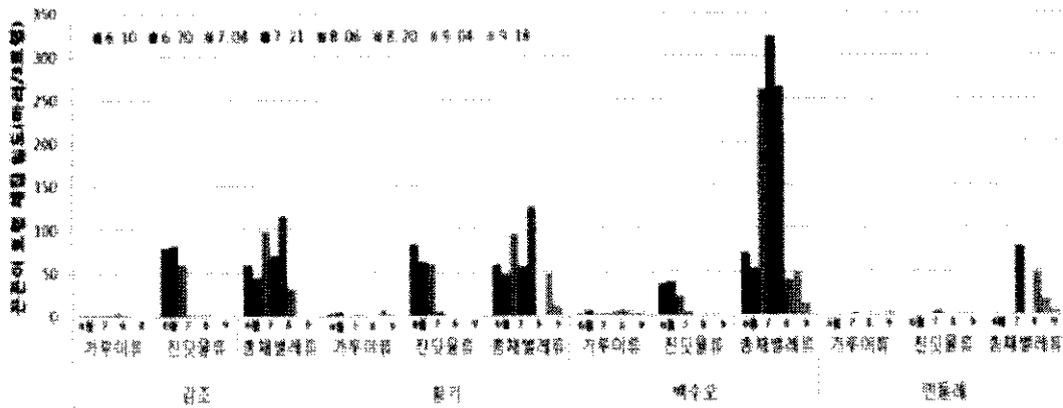


그림 13. 소면적작물 조사포장에서 끈끈이 트랩에 유인된 미소해충 밀도

4. 결과요약

결론적으로 종합해 보면 농가의 신소득 창출을 위한 약용작물, 기능성 소면적 작물 등 작목의 다양성이 증가하고 있는 가운데 작물보호분야가 해결해야 할 병해충의 연구분야도 증가하고 있어 충북지역 소면적 작물인 황기, 감초, 황정, 백수오 등에 대한 주요해충을 조사한 결과,

- 가. 4작목에 대한 소면적 작물의 주요 미소해충은 가루이류, 진딧물류, 총채벌레류가 주로 발생 밀도가 높은 해충으로 조사되었으며, 그 외의 해충 피해는 낮았다.
- 나. 가루이류는 감초에서 주로 밀도가 높았으나 피해를 주는 해충은 아니었으며, 진딧물류는 소면적 작물 모두 6월에 밀도가 높았고, 7월 중순 이후 밀도가 크게 줄어 피해율이 낮게 조사되었으며 그 피해도 생육초반에 높게 발생되어 수량에 영향을 미칠 것으로 판단되었다.
- 다. 총채벌레류는 백수오에서 타작물 대비 44.1%의 발생밀도를 보였고, 6월 하순에 급격히 밀도가 높아져 7월 중순에 발생피크를 보였으며 8월 하순이후 밀도가 낮아졌으며, 흡즙 피해도 발생되어 방제대상 해충으로 약제등록이 필요하다고 판단하였다.
- 라. 감초(20.7%), 황기(22.7%), 민들레(12.3%)에서는 7월 상순과 8월 상순에 발생피크를 보였다. 향후, 소면적 작물의 안정적 생산을 위해 주요 피해 해충에 대한 면밀한 조사와 경제성 분석이 수반되어야 하고 그에 따른 약제등록이 이루어져야 할 것으로 판단된다.

5. 인용문헌

- Baek, N.I., Y.S. Kim, J.S. Kyung and K.H. Park. 1996. Isolation of anti-Hepatotoxic from the root of *Astragalus membranaceus*. Korean J Pharmacogn 27(2):111~116.
- Chang JK. 1997. Seasonally Wild Flowers of Korea. Doseochulpan Necseas, Seoul, Korea. p 139.
- Jung, H.S., E.J. Lee, J.S. Kim and S.S. Kang. 2008. Phytochemical studies on *Astragalus membranaceus* root (3) : Triterpenoids and sterols. Korean J Pharmacogn 39(3):186~193.
- Kang, M.J., Y.H. Seo, J.B. Lim, S.R. Shin and K.S. Kim. 2000. The chemical composition of *Taraxacum officinale* consumed in Korea. Korean J Soc Food Sci 16: 182~187.

- Kim, D.H., J.W. Sung, Y.R. Kim, Y.M. Lee, K.S. Kim, K.H. Kim, H.Y. Ha and G.H. Ryu. 2006. Survey for pesticide use and registration for crops cultivated in small area. Proceedings of 2006 Annual Meeting on the Korean J. Pest. Sci. p. 70.
- Kim, S.Y. 2004. Taxonomic study on the genus Astragalus (Leguminosae) in Korea. Submitted to the faculty of Inha Univ. in partial fulfillment of the requirements for the degree of master of biology. (in Korean)
- Lee, C.B. 1980. Illustrated Flora of Korea. Hyangmunsa Press, Korean Seoul. pp. 491~492. (in Korean)
- Lee, S.H., H.J. Park, G.J. Han, S.M. Cho and S.G. Rhie. 2004. A study of the nutritional composition of the dandelion extracts by part (*Taraxacum officinale*). Korean J Comm Living Sci 15: 57~61.
- Leung, A.Y. 1984. Chinese gerbak remedies. Universe books. New York.
- Leung, A.Y. and S. Foster. 1995. Encyclopedia of common natural ingredients used in food, drugs and cosmetics, 2nd ed. Wiley-Interscience, New York.
- Lock, J. M. and K. Simpson. 1991. Legumes of West Asia, a check list. Royal Botanical Gardens, Kew, England.
- Mabberley, D. J. 2008. Mabberley's plant book. 3rd edition. Cambridge. Pp. 77, 474.

6. 연구결과 활용

연도(연차)	활용구분	제 목
2014년(2년차)	학술발표	충북지역 소면적 작물 황기, 감초, 황정 및 민들레에 발생하는 주요해충 발생양상
2015년(3년차)	자료발간	충북도내 소면적 작물 병해충 관리요령
2015년(3년차)	영농활용	충북지역 소면적 작물 주요해충 발생 및 피해정보
2015년(3년차)	학술발표	Ovipositional characteristics of <i>Ricania</i> sp. and development of its standardized forecasting method

7. 연구원 편성

구 분	소 속 (과/연구소)	직 급	성 명	수행업무	참여 기간
책 임 자	친환경연구과	지방농업연구사	김선국	연구총괄	'14~'15
공동연구자	"	지방농업연구관	장후봉	연구자문	'14~'15
"	"	지방농업연구사	이경희	연구협조	'13~'15
"	"	무기계약직	강선희	연구협조	'14~'15
"	"	지방농업연구관	김이기	연구자문	'13~'15
"	충북대	교 수	김길하	연구자문	'13~'15

과제구분	기 관	수행시기		전반기	
		연구분야	수행기간	소속(과/연구소)	책임자
연구과제 및 세부과제		연구분야	수행기간	소속(과/연구소)	책임자
충북 산업곤충 활성화를 위한 사육기술 연구		작물보호	'15~	친환경연구과	장후봉
애반딧불이 종령유충 용화시기 조절연구		작물보호	'15	친환경연구과	장후봉
색인용어	산업곤충, 애반딧불이, 발광				

ABSTRACT

This study was carried out to adjust the pupation period of last larvae of *Luciola lateralis*. Survival rate of 5th instar larvae were killed in both sub-zero temperatures and was 6.7% survival at 0°C to 10 days. Also it was showed 63.3~76.7% survival rate at 5°C. Pupation period of survival larvae at 5°C was investigated each 32.5, 21, 19.5 days by cold treatment 10, 20, 40 days. The pupation rate was showed each to 39.1%, 36.8%, 65.0% by cold treatment 10, 20, 40 days. Pupation period of the cold treatment at 5°C was observed the shortest 40 day on each 20.7, 22.7, 18.4 days during cold treatment periods(10, 20, 40 days). Emergence rate of the cold treatment(5°C) was the highest 85.7% by 20 day.

Keywords: *Luciola lateralis*, last larvae, pupation, industrial insect

1. 연구목적

곤충자원을 발굴·활용하는 곤충산업이 새로운 농산업으로 대두되고 있으며, 국내 곤충시장 규모는 2009년 1,500억원에서 2015년 3,000억원 이상 될 것으로 전망하고 있다. 곤충은 지상최대의 미 활용 생물자원으로 중요한 연구개발 대상이며(130만종, 생물군의 70%), 최근 학습 애완용 곤충 분야는 가장 빨리 성장해온 분야 중 하나로 시장규모가 확대되고 있으나 새로운 용도개발이 필요한 실정이다. 곤충의 새로운 시장의 하나로 충북농업기술원에서는 애반딧불이 사육장치를 개발하여 특허를 보유하고 있으며, 생태적 특성에 관한 연구를 활발히 진행하였다. 대표적으로 애반딧불이의 발육과 생식에 적합한 온도는 20~25°C로 각태별 발육영점온도는 알 10.6, 유충 14.0, 번데기 13.1°C로 조사되었고, 난, 유충,蛹의 발육기간은 15~30°C의 범위에서 온도가 높을수록 짧았으며, 10°C와 35°C에서는 발육되지 않았다(이 등, 2003). 부화율은 23°C에서 93.3%, 25°C에서 91.8%로 부화율이 가장 높았고, 유충기간은 15°C에서 341.5±23.2일, 20°C에서 265.5±17.5일, 25°C에서 250.9±11.7일로 조사되었다(이 등, 2003). 오 등(2009)은 애반딧불이 유충이 상륙에 미치는 수온은 20.8±0.6°C 정온 조건에서 가장 활발하게 유충 상륙이 이루어지며, 발광성충의 출현은 오후 9시 전후 최대로 10시 이후 감소하는 경향을 보였다고 하였다. 국외 반딧불이 연구사례를 살펴보면 일본 반딧불이는 국내 애반딧불이와 유사한 생활 환경을 가지고 있으나, 유충의 서식환경, 먹이, 산란수 등 생태학적 차이를 보이며 서식처가 대부분 유숙이 빠른 하천이었고(Miishi, 1990), 일본 반딧불이 유충의 상륙시기 수온은 18°C, 하절기에는 최고 22°C, 동절기에는 6~8°C로 유지시켜야 반딧불이 개체군 유지에 가장 좋은 것으로 보고 되었다(Hori and

Yuma, 1990; Abe, 1997). 또한, 기온이 10℃ 미만으로 내려가면 상륙하는 개체수는 감소되는 것으로 보고되었으며, 자연 서식지 내 반딧불이의 출현 양상과 온도의 관계 구명하였다(Yajima, 1997).

이와 같이 반딧불이에 대한 생태적 연구는 활발히 진행되어 왔으나, 학습 교육 및 지역축제의 전시·체험을 위한 생물의 발광조절 사육기술 연구는 진행 된 바 없다. 따라서 본 연구에서 애반딧불이의 발광시기 조절을 위한 기초자료를 제공하고자 수행하였다.

2. 연구방법

본 시험은 충청북도농업기술원에서 7년간 누대 사육되어 오던 애반딧불이(*Luciola lateralis*)를 시험 곤충으로 사용하였다. 사육조건은 수온 25±2℃, 광주기 14D:10L를 두고 산소가 공급되는 반딧불이 사육장치에서 사육하였다. 대상충태는 종령유충 5령 탈피 후 20일 개체를 30마리씩 집단 사육하였으며, 각 처리온도는 포도연구소 환경제어시스템실에서 -10, -5, 0, 5℃, 무처리를 처리구로 두었으며, 처리일수는 각 온도처리별 10, 20, 40일 동안 저온처리 하였다. 저온 처리 후 순화방법은 5일간격 처리온도에서 5℃씩 상승 순화 시켰으며, 주요 조사내용은 종령유충의 상륙시기, 용화시기, 유충 생존율, 용화율, 우화율 및 성충수명을 실험실 내에서 관찰하였다. 모든 실험은 3반복으로 수행하였다.

3. 연구결과

온도별 저온처리 후 애반딧불이 유충의 생존율(%)과 용화시기를 조사한 결과는 그림 1과 같다. 유충의 생존율은 -10, -5℃에서는 모두 사망하였으며, 0℃에서는 10일 처리가 5.7% 생존하였다. 5℃ 처리에서는 10일처리가 76.7%, 20일 처리가 66.7%로 처리일이 길어질수록 생존율은 낮았다. 5℃에서 용화시기는 10일 처리가 32.5일, 20일 처리가 21일, 40일 처리가 19.5일 소요되어 처리기간이 짧을수록 유충에서 번데기 되는 기간도 길어지는 것으로 나타났다.

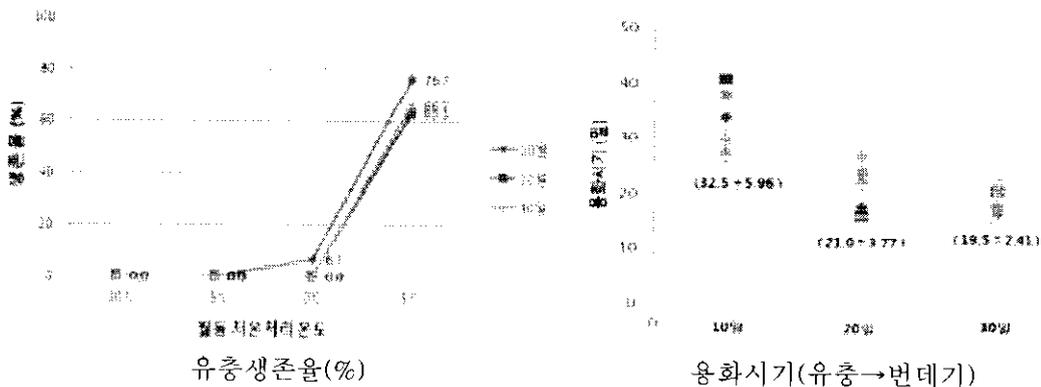


그림 1. 온도별 저온처리 후 애반딧불이 유충의 생존율(%) 및 용화시기

저온 처리별 종령유충의 용화율은 5℃에서 10일 처리가 39.1%, 20일 처리가 36.8%, 40일 처리가 65.0%를 보여 안정적으로 저온처리 기간이 있었을 때가 용화되는 비율이 높게 조사되었으며, 번데기

기간은 10일 저온처리가 20일, 20일 저온처리는 22일, 40일 저온처리는 18일 소요되어 저온처리가 길어질수록 용화기간이 짧아지는 것으로 조사되었다(그림 2).

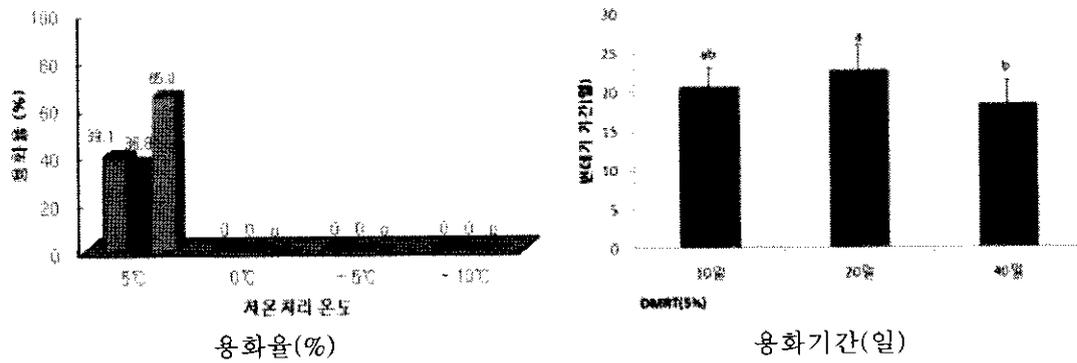


그림 2. 5°C 저온처리 생존유충의 용화율(%) 및 용화기간

애반딧불이 종령유충의 5°C 저온처리에서 우화율과 성충기간을 조사한 결과는 그림 3과 같다. 우화율은 10일 처리가 44.4%, 20일 처리에서 85.7%, 40일 처리에서 76.9%로 조사되었으며, 성충기간은 40일간 저온처리 된 개체가 7일 동안 생존하였다. 애반딧불이는 자연조건에서 월동을 하기 위해 11월 이후부터 익년 3월까지 월동기간을 거쳐 안정적으로 6월 초에 성충으로 자연발생 된다. 그렇기 때문에 위 실험의 결과를 토대로 분석해 보면 실험실 내에서 인위적 저온처리는 5°C 범위 내에서 산소가 공급되면서 월동 되어야 할 것이며, 최소 40일 정도의 저온처리가 되어야 용화율과 우화율이 높은 것을 알 수 있었으며, 성충기간도 타 처리에 비해 길게 조사되었다.

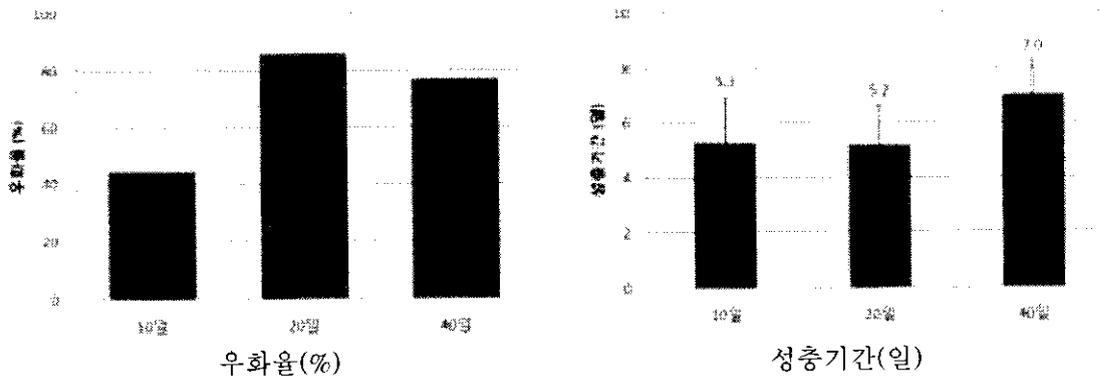


그림 3. 5°C 저온처리 후 애반딧불이 우화율(%) 및 성충기간

4. 결과 요약

가. 온도별 5령유충의 수명은 영하 온도에서는 모두 사망하였고, 10일차에 0°C에서 6.7% 생존하였으며, 5°C에서는 63.3~76.7% 생존하였다.

나. 5°C 생존유충의 용화 시기는 10일 저온처리에 32.5일, 20일처리에 21일, 40일 처리에 19.5일로 조사되었다.

다. 용화율은 10일차에 39.1%, 20일차에 36.8%, 40일차에 65.0%을 보였다.

라. 저온처리(5°C) 기간별 용화기간은 각각 20.7일, 22.7일, 18.4일로 40일차에서 가장 짧게 관찰 되었다.

마. 저온처리(5°C) 기간별 우화율은 20일차에서 85.7%로 가장 높았다.

바. 성충기간도 안정적으로 저온처리 기간이 지난 40일차에서 7일로 수명이 가장 길게 조사되었다.

5. 인용문헌

- Abe, N. 1997. Breeding fireflies at the itabashi firefly house, Tokyo. The Insectarium. 34: 20~23
- Hori, M. and M., Yuma, 1990. Seasonal and age-related changes in the behaviour of the genji firefly, *Luciola cruciata* (Coleoptera, Lampyridae). Jpn. J. Ent., 58(4): 863~870.
- Oh, H.S., Y.K. Kang, and S.H. Nam. 2009. Effect of water temperature on the climbing up of larvae of firefly, *Luciola lateralis* (Coleoptera: Lampyridae). Korean J. Appl. Entomol. 48(2): 203~209.
- Lee, K.Y., K.S. Ahn, H.J. Kang, S.K. Park and J. G. Kim. 2003. Effects of temperature on reproduction and development of firefly, *Luciola lateralis* (Coleoptera: Lampyridae) Korean J. Appl. Entomol. 42(3): 217~223.
- Miishi, H. 1990. Message from the waterside of Genji-firefly. Singoimainichi-sinbunsa. Tokyo. 86~118.
- Yajima, M. 1997. Fireflies return to the imperial palace efforts for introduction. The Insectarium 34: 26~32.

6. 연구결과 활용

연도(연차)	활용구분	제 목
2015(1년차)	기초자료	애반딧불이 종령유충 저온처리별 용화시기

7. 연구원 편성

구 분	소 속 (과/연구소)	직 급	성 명	수행업무	참여 기간
책 입 자	친환경연구과	지방농업연구관	장후봉	연구총괄	'15
공동연구자	"	지방농업연구사	김선국	연구협조	'15
"	"	무기계약직	강선희	연구협조	'15
"	"	지방농업연구관	김이기	연구자문	'15
"	"	농업연구관	이기열	연구자문	'15

▶ 주요 전문용어 해설

- 종령유충 : 곤충이 번데기가 되기 바로 직전 유충 단계
- 용화율 : 곤충의 유충이 탈피하여 번데기가 되는 비율
- 우화율 : 곤충이 유충 또는 약충이나 번데기에서 탈피하여 성충이 되는 비율

과제구분	공동	수행시기		전반기	
연구과제 및 세부과제		연구분야	수행기간	소속(과/연구소)	책임자
지역 특산물을 이용한 가공·체험·관광 상품화 모델 개발		농식품자원	'14~'15	친환경연구과	엄현주
팽화수수 가공품 현장실용화 및 체험 상품개발		농식품자원	'14~'15	친환경연구과	엄현주
색인용어	수수, 팽화, 체험상품, 지역 특산물				

ABSTRACT

This study is to develop the regional economic revitalization through sixth industrialization of agriculture. Recently, Korea's rural areas are trying to reduce aging and to increase farm income. In these conditions, it should provide a way to add value to the fusion of the secondary and tertiary industry to agriculture.

The sorghum has cereal crop to decrease health problems related to type 2 diabetes and to reduce weight because of their ability to reduce starch hydrolysis. However, our previous studies have demonstrated that it decreased α -glucosidase inhibition activities during the processing of sorghum except puffing technique. Puffing is a type of starch cookery, where grains are exposed to high temperature for short time.

In order to practically examine the α -glucosidase inhibition activities of puffing sorghum, we performed several experiments. Firstly, we compare carried out to compare quality characteristics and physiological activities of Korean traditional wine fermented by addition of puffed sorghum powder. We found that the mass-produced fermentation wine with 25% puffed sorghum powder could be suitable as ingredients for improving sensory and physiological activities. Secondly, we investigate the changes in quality characteristics of Korean traditional wine under different storage temperatures (10, 20 and 30°C) and length of shelf life. We found that expected expiration dates of puffing sorghum wine was 70 days at 10°C.

Finally, we made experience program using wine making with puffing sorghum powder for the sixth industrialization of agriculture. This program as well as many other experience programs will also increase employment effects as well as an increase in regional income.

Keywords: sorghum, puffing process, experience products, local special product

1. 연구목적

농업·농촌의 6차 산업화는 농업 및 농촌자원의 1차, 2차, 3차 산업적 기능을 결합하는 전략으로, 지역농업 활성화를 위한 핵심 전략이다. 6차 산업은 농촌융복합산업으로 농업인들이 농촌지역의 농산물·자연·문화 등 유·무형의 자원을 이용하여 식품·가공 및 제조업, 유통·관광 등 서비스업 및 이와 관련된 재화 또는 용역을 복합적으로 결합하여 제공함으로써 부가가치를 창출하거나 높이는 산업으로 대통령령으로 정하고 있다. 특히, 지역 향토식품이나 지역특산물은 관광객 흡수 요인 및 지역 경제 기여효과가 크므로 지자체 마다 고유의 향토식품을 육성하고자 노력하고 있으나 이에 대한 연구는 미흡한 실정이다.

농가나 소규모 농식품가공업체에 대한 공동 연구·개발의 필요성이 높아지고 있으며, 마을기업, 농공 상용복합, 1인 창조기업, 농가가공 등 농식품의 6차 산업화를 위한 다양한 시도가 이루어지고 있으나, 소규모 가공업체가 따라할 수 있는 다양한 성공모델이 부족한 실정으로 실행방법에서 많은 어려움을 겪고 있다. 그러나 농업 농촌 활성화를 목적으로 한 6차 산업화와 유사한 많은 시도들 중, 예로 우후 죽순처럼 생겨나는 지역의 농업관련 축제를 통한 농산품 판매와 지역의 대표적인 특산품이라고 하지만 중복되고 별차이성이 없는 상품개발 등 여기저기 농촌체험관광이라는 명목 하에 불분명한 목표와 목적으로 운영되고 있다. 이 위기를 해결하기 위해서는 창조적 아이디어를 접목시켜 새로운 서비스를 창출해 나가는 창조형 산업으로 전환하기 위해 소비자 욕구를 파악하고 충족시키기 위한 새로운 상품 개발과 더불어 세분화한 농산물 가공품을 만드는 데 주력할 필요가 있다.

백미에 비해 현미나 유색미, 잡곡류는 인체에 유용한 각종 영양 및 생리활성 성분이 많이 포함되어 있어 당뇨 등과 같이 성인병을 가지는 환자들에게는 권유되고 있으며, 최근 일반 소비자들의 건강 지향적인 요구에 부응하여 유색미나 잡곡류의 시장규모가 크게 증가하고 있다. 수수, 울무, 기장, 식용피 등 다양한 잡곡에 관한 기능성 성분분석, 항산화활성, 혈당강하 등의 생리활성에 관한 연구가 보고되고 있으며, 새로운 웰빙식품의 원료로서 이용가치가 높을 것으로 기대되고 있지만, 이런 곡류 및 잡곡류는 대부분 취반, 혼반용으로 소비되고 있을 뿐 잡곡을 활용한 저혈당 가공식품 개발을 위한 시도는 아직까지 부족한 실정이다.

청정 총복의 대표적인 잡곡인 수수의 활용성 재고를 위하여 다양한 가공품을 개발하고자 하였으나, 가공과정 중 수수의 기능성이 많이 감소하여, 가공하여도 기능성이 유지되는 팽화기술을 이용하여 발효주를 개발하였고, 이를 양조체험농가에 기술이전하여 전 세대가 아우를 수 있는 체험상품 및 프로그램화 하고자 하였다.

2. 연구방법

본 연구에 사용한 수수는 황금 찰수수(오창농협)에서 구입하였고, 백미는 청원 생명쌀(추청미), 당화를 위한 발효제는 한국효소주식회사 Bio 누룩 등을 사용하였고, 분석에 필요한 시약은 특급시약을 구입하여 사용하였다.

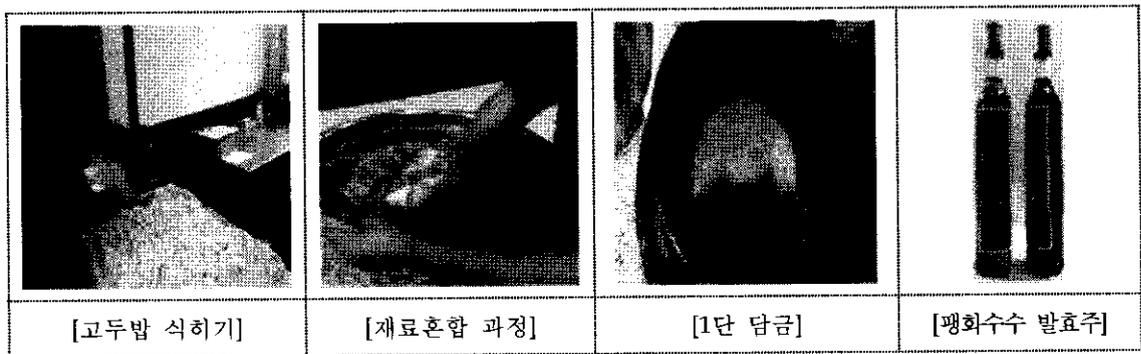
가. 수수 팽화방법

수수의 수분함량은 곡물/종자 수분측정기(GMK-303F, 지원하이텍)로 측정하였으며, 시료에 증류수를 분무하여 수분함량을 18%로 조절한 다음 밀봉하여 10℃에서 15시간동안 수분을 평형화시킨 후, 팽화기에 그대로 넣어 팽화하였다. 팽화성형기는 (주)델리스에서 제작한 즉석팽화기(DDP-1)를 사용하였으며, 팽화판을 직경이 4.5 cm인 원형을 사용하였고, 운전조건은 예비실험을 통하여 가열온도 220℃에서 제조하였다. 기존 혈당강하능 등 기능성이 우수한 것으로 알려진 현미 100%를 팽화한 과자를 대조구로 설정하였으며, 실험구는 도정전의 수수와 도정후의 수수에 대하여 비교 평가하였다.

나. 발효주 제조

팽화수수 발효주의 제조는 2단 담금 방법을 이용하였다. 먼저 1단 담금은 생쌀을 세척하여 2시간 수침 후 체에 담아 1시간 동안 물을 뺀 다음 고두밥(1시간 증자)을 제조한 뒤 30분 정도 식혔다. 생쌀 무게를 기준으로 누룩은 2%, 효모는 0.8%를 각각 정량한 후 따뜻한 물을 100mL 첨가하여 30분 정도

방치해서 활성화시켰다. 알코올로 깨끗이 소독한 10 L 술병에 충분히 식힌 고두밥을 넣은 후 전처리 한 효모와 누룩을 넣고, 물은 쌀양의 150%를 혼합하고 잘 저어준 뒤, 48시간 발효시킨다. 끓여오름을 방지하기 위하여 비닐로 밀봉한 발효용기의 윗부분을 소량 열어 둔다. 1단 담금 발효가 끝나면 2단 담금을 실시한다. 2단 담금은 1단 담금과 같은 방법으로 생쌀을 전 처리 한 후 물과 누룩 2%를 첨가 하여 1단 담금 한 밀술에 첨가한다. 이 때, 2단 담금 시 효모를 첨가하지 않으며 쌀과 누룩, 물의 양은 1단 담금 양의 두 배로 한다. 1단 담금 후 분쇄한 팽화수수가루를 2단 담금 쌀 양에 대비해 25%, 50%를 혼합하여 6일 더 발효하였고, 생쌀 100%를 대조구로 하여 증자한 생수수 100%를 첨가한 발효주를 함께 제조하였다. 팽화수수가루는 팽화기를 이용하여 차수수를 팽화시켜 분쇄한 가루를 이용하였다. 팽화수수 발효주의 발효과정 중 이화학적, 생리활성 실험은 8,000 rpm에서 10분간 원심분리 한 후 여과하여 시료로 사용하였다.



다. 팽화수수 발효주 유통기한 산정

발효주의 제조방법은 “다” 항의 방법대로 제조하였다. 팽화수수 분말은 여러 가지 여건을 고려하여 25% 첨가하였고, 10℃, 20℃, 30℃에 저장하며 품질지표를 분석하였다.

라. 팽화수수 발효주 체험프로그램 개발(현장점목)

체험객을 대상으로 총 3회에 걸쳐 체험행사를 실시하였고, 팽화수수 만드는 방법, 제조 후 기존의 발효주와 수수주의 관능평가, 체험프로그램의 만족도 등을 조사하였다.

마. 분석방법

1) pH 및 총산측정

pH는 추출시료 30ml를 취하여 pH meter(Thermo Scientific Orion pH meter, MA, USA)를 사용하여 측정하였다. 총산은 추출 시료 30 ml에 1% phenolphthalein 2~3방울을 넣고 0.1 N NaOH로 미홍색 (pH 8.2~8.3)이 될 때까지 적정하였으며, 적정에 소비된 NaOH 소비량을 초산로 환산하여 총산으로 나타내었다.

2) 알코올

알코올 농도는 국제청주류분석법의 증류법에 의해 측정하였다. 500ml 삼각플라스크에 100ml 시료와 100ml 증류수를 넣고 증류시킨 후 약 80ml 정도를 증류한 다음 증류수를 가하여 최종 용량이 100ml이

되도록 조절한 후 온도를 15℃로 보정하여 알코올 비중계로 알코올 도수(%)를 측정하고 주정 환산표를 이용하여 측정하였다.

3) 환원당

Dinitrosalicylic acid(DNS)법을 사용하였다. 2ml Eppen tube에 50배 희석한 시료 200 μ l와 DNS용액 400 μ l을 첨가 후 vortex에 mixing하였다. 이 시료를 원심분리(10000rpm, 1min)한 뒤, 5분간 끓는 물에 중탕한 후 증류수 1ml를 첨가하였다. 다시 mixing후 원심분리하여 Spectrometer를 이용하여 550nm에서 흡광도를 측정하였다. 미리 측정한 Glucose standard curve를 이용하여 환원당 함량(%)을 계산하였다.

4) 색도 측정

색도는 색도색차계(CM-3500d, Minolta, Tokyo, Japan)로 머핀의 속질을 이용하여 3회 측정한 값의 평균값으로 나타내었다. 명도는 L값(lightness), 적색도는 a값(redness), 황색도는 b값(yellowness)으로 비교하였고, 표준배판의 값은 L=96.89, a=-0.07, b=-0.18 이었다.

5) 탄닌 함량

Duval과 Shetty의 방법에 따라 측정하였다. 여과하여 10배 희석한 시료 1ml에 95% ethnol 1ml과 증류수 1ml를 가하여 잘 흔들어주고 5% Na₂CO₃ 용액 1ml과 1N-Folin-Ciocalteu's resgent시약(Sigma-Aldrich) 0.5ml를 가한 후 실온에서 60분간 발색시킨 다음 725nm에서 흡광도를 측정하였으며, 총 탄닌 함량은 tannic acid(Sigma-Aldrich)를 이용한 표준곡선으로 양을 환산하였다.

6) 항산화활성

시료의 항산화활성은 전자공여능으로 측정하였으며, 여과한 시료 0.2 ml에 0.4 mM DPPH 용액 0.8 ml를 가한 후 vortex mixer로 10초간 진탕하고 실온에서 10분간 방치 후 분광광도계(Cary UV-Vis spectrophotometer, Agilent Technologies, Santa Clara CA, USA)를 사용하여 525 nm에서 흡광도를 측정하였다. 전자공여 효과는 시료 첨가구와 시료를 첨가하지 않은 경우의 흡광도를 백분율로 나타내었다(Blois MS 1958).

7) 총폴리페놀 분석

총폴리페놀 함량은 Folin-Ciocalteu's 방법에 따라 측정하였다(Schmidit 등 1977). 추출물 0.1 ml에 증류수 8.4 ml와 2 N Folin-Ciocalteu's 시약(Sigma Co., St. Louis, MO, USA) 0.5 ml를 첨가하고, 20% Na₂CO₃1ml를 가하여 1시간 방치한 후 분광광도계를 사용하여 725 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준곡선은 gallic acid (Sigma Co.)를 이용하여 검량선을 작성하고 그 양을 환산하였다.

8) α -Glucosidase 저해능 분석

시료의 α -glucosidase 저해활성은 Tibbot & Skadsen(1996) 방법을 참고하여 측정하였다. 1.5 mM p-nitrophenol- α -D-glucopyranoside (pNPG, Sigma Co.) 50 μ l와 3.5 unit/ml α -glucosidase 효소액 100 μ l를 혼합하고, 대조구에는 증류수 50 μ l와 처리구에는 여과한 시료 50 μ l를 넣어 발색시켰다. 이때 생성된 p-nitrophenol (pNP)는 405 nm에서 분광광도계로 흡광도를 측정하여 대조구에 대한 흡광도 감소 정도를 백분율로 표현하였다.

9) 메탄올

메탄올 함량은 발효주 100ml에 증류수 15ml를 가하고 증류하여 증류액 100 ml 를 받은 다음 증류액 10ml를 취하고, 여기에 증류수 40ml를 가하여 메탄올 분석을 위한 시료로 사용하였다. 제조된 시료 5ml에 과망간산칼륨용액 2 ml를 가한 후 15분간 방치하고, 수산화용액 2 ml를 가하여 탈색시켰다. 완전히 탈색이 되면 폭신아황산 용액 5 ml를 가하고 잘 교반한 후, 30분간 실온에 방치한 후 분광광도계(Cary UV-Vis spectrophotometer, Agilent Technologies, Santa Clara CA, USA)로 585nm에서 흡광도를 측정하였으며, 메탄올의 함량은 농도별 메탄올 표준용액으로 표준곡서를 작성하여 계산하였다.

10) 알데히드

발효주 5ml에 증류수 45ml를 가하고, 0.01N 요오드 용액 10ml에 대응하는 0.01N 아황산수소나트륨 용액을 가하고, 교반한 후 밀봉하여 30 분간 방치한 다음 0.01N 요오드 용액 10 ml를 넣고 전분시액을 지시약으로 하여 청자색이 없어질 때를 종말점으로 하여 0.01N 티오황산나트륨 용액으로 적정하여 검체 100ml 중 mg 함량으로 나타내었다.

11) 기호도 검사

기호도 검사는 충청북도농업기술원에 재직 중인 직원 및 연구원을 대상으로 9점 평점법으로 실시하였고, 평가항목으로는 외관 (appearance), 향(flavor), 조직감(texture), 맛(taste), 전반적인 기호도 (overall acceptability)를 점수로 표시하도록 하였다.

3. 연구결과

가. 소량 및 대량 생산 팽화수수 발효주의 품질특성

팽화수수를 이용하여 발효주를 제조할 경우 향산화활성, 혈당강하능 및 전자공여능이 우수할 뿐만 아니라 관능평가 결과 기호도가 매우 높아 이를 특허출원(출원번호: 10-2013-0105421)하였고, 이를 소량 생산하여 발효주의 품질특성을 알아보았다. 또한 상품으로 개발하기 위해 대량생산을 한 발효주의 품질특성 또한 알아보았다.

1) 소량 및 대량 생산 팽화수수 발효주의 pH와 산도

우선 소량생산 팽화수수 발효주의 pH와 산도는 표 1에서 보는 바와 같이 쌀 첨가구에 비해 수수를 첨가한 실험구에서 약간 높은 pH값을 나타냈고, 산도는0.39~0.45% 사이의 값으로 일정한 경향을 보이지 않았다. 대량생산의 경우(표 2)도 pH와 산도는 소량생산과 유사하였고, 100% 증자수수 첨가 발효주에서 발효 마지막 날 약간 높은 산도를 나타내었다.

표 1. 소량 생산 팽화수수 발효주의 pH와 산도

시험재료	pH		산도(%)	
	2단담금 (0 day)	2단담금 (6 day)	2단담금 (0 day)	2단담금 (6 day)
쌀	4.35±0.02d	4.39±0.01d	0.23±0.02a	0.45±0.06a
100% 증자수수	4.93±0.01c	4.94±0.02a	0.20±0.02a	0.39±0.04a
25% 팽화수수	5.22±0.01a	4.63±0.00c	0.15±0.01b	0.39±0.08a
50% 팽화수수	5.11±0.02b	4.79±0.00b	0.22±0.01a	0.45±0.01a

표 2. 대량 생산 팽화수수 발효주의 pH와 산도

시험재료	pH		산도(%)	
	2단담금 (0 day)	2단담금 (6 day)	2단담금 (0 day)	2단담금 (6 day)
쌀	4.32±0.08c	4.42±0.01c	0.15±0.01b	0.37±0.01b
100% 증자수수	4.73±0.06b	4.24±0.01d	0.18±0.01b	0.63±0.03a
25% 팽화수수	5.42±0.02a	4.65±0.03b	0.15±0.01b	0.33±0.01b
50% 팽화수수	5.43±0.02a	4.87±0.02a	0.28±0.06a	0.37±0.03b

2) 소량 및 대량 생산 팽화수수 발효주의 알코올 함량 변화

팽화수수 분말을 첨가한 발효주의 2단 담금 첫째 날과 마지막 날의 알코올 함량을 측정된 결과 (Table 5), 소량생산의 2단 담금 첫날, 쌀 첨가구의 경우 4.3%에서 마지막날 14.3%까지 증가하였고, 증자수수 및 팽화수수 첨가구도 평균 13.7% 알코올 농도를 보여 유사한 알코올 함량을 보였고, 대량 생산의 경우도 100% 증자수수가 가장 낮은 알코올 함량을 나타냈고, 팽화수수 25% 첨가구가 14.2%로 가장 높은 함량을 나타내었다.

표 3. 소량 및 대량 생산 팽화수수 발효주의 알코올 함량 변화

시험재료	소량 생산 발효주 알코올 함량		대량 생산 발효주 알코올 함량	
	2단담금 (0 day)	2단담금 (6 day)	2단담금 (0 day)	2단담금 (6 day)
쌀	4.3a	14.3a	3.3a	13.8b
100% 증자수수	3.8b	13.5d	2.9c	13.2d
25% 팽화수수	3.0c	13.9b	2.8d	14.2a
50% 팽화수수	3.8d	13.7c	3.2b	13.7c

3) 소량 생산 팽화수수 발효주의 생리활성 변화

팽화수수 분말을 첨가한 발효주의 총폴리페놀, 전자공여능 및 혈당강하능을 조사에서(표 4), 먼저 총폴리페놀은 쌀, 증자수수, 25% 팽화수수 분말을 첨가한 시료는 24~28mg%값을 보인 반면, 50% 팽화수수 발효주는 44mg% 높은 값을 나타냈다. 발효가 진행되면서 총폴리페놀 함량은 증가하여 대조구는 69mg% 함량을 나타냈고, 다른 실험구들도 유사한 값을 나타내었지만, 증자한 수수를 넣은 실험구의 값은 47mg% 값을 나타내었다. 대량화 한 실험(표 5)에서 쌀 첨가구의 값이 가장 낮았고, 발효가 진행되면서 꾸준히 늘어나, 모든 실험구에서 58~70mg% 사이의 값을 보였으며, 소량발효와 마찬가지로 증자수수를 넣은 실험구에서 가장 낮은 값을 보였다. 전자공여능의 경우 소량생산 발효주에서 대조구인 쌀 첨가구의 경우 가장 낮은 값을 나타내었고, 수수나 팽화수수를 분말을 첨가할 경우 높은

항산화활성을 보였다. 발효가 진행되면서 전자공여능 값은 증가하였고, 50% 팽화수수 분말 첨가구가 가장 높은 값을 보였다. 100% 증자수수와 25% 분말은 동일한 값을 나타내었다. 대량생산 발효주도 동일한 결과로 50% 팽화수수 분말을 처리할 경우 가장 높은 전자공여능을 나타내었다. 특히, 쌀 첨가구에 비해 팽화수수 분말을 첨가할 경우 최대 13배 이상 높은 전자공여능을 나타내었다. 마지막으로 혈당강하능은 소량생산 발효주의 경우 대조구나 증자수수에 비해 팽화수수 분말을 첨가할 경우 2배 이상의 혈당강하능을 보였다. 하지만, 대량생산의 경우 팽화수수 분말을 첨가할 경우가 첨가하지 않은 다른 실험구에 비해 높은 혈당강하능을 보였지만, 그 함량의 차이가 크게 나타나지 않았다. 따라서 대량화 실험은 반복을 통해 전자공여능과 혈당강하능이 우수한 발효시점을 찾을 필요가 있을 것으로 생각된다.

표 4. 소량 생산 팽화수수 발효주의 생리활성

시험재료	총폴리페놀(mg%)		전자공여능(%)		혈당강하능(%)	
	2단담금 (0 day)	2단담금 (6 day)	2단담금 (0 day)	2단담금 (6 day)	2단담금 (0 day)	2단담금 (6 day)
쌀	24.54±4.00c	69.52±42.26a	9.26±2.47d	17.23±0.90c	33.28±0.66c	32.79±2.06b
100% 증자수수	27.00±9.05bc	47.68±20.77b	18.17±1.63c	47.48±2.63b	37.08±2.38c	25.79±4.16c
25% 팽화수수	28.36±5.96b	65.74±32.50a	32.42±2.02b	47.85±1.51b	47.45±9.43b	61.18±3.46a
50% 팽화수수	44.42±22.06a	67.30±20.28a	54.10±1.66a	69.10±3.82a	81.43±5.22a	65.15±1.17a

표 5. 대량 생산 팽화수수 발효주의 생리활성

시험재료	총폴리페놀(mg%)		전자공여능(%)		혈당강하능(%)	
	2단담금 (0 day)	2단담금 (6 day)	2단담금 (0 day)	2단담금 (6 day)	2단담금 (0 day)	2단담금 (6 day)
쌀	17.86±5.12d	60.68±1.60b	7.52±1.43c	6.75±1.55c	52.97±4.20b	79.73±2.76b
100% 증자수수	32.10±0.84c	58.59±2.35b	10.57±0.30c	48.88±1.52b	52.12±4.20b	73.12±2.19c
25% 팽화수수	38.98±4.40b	68.69±3.07a	36.29±2.82b	51.10±9.88b	89.81±1.56a	83.19±3.38ab
50% 팽화수수	54.02±2.85a	70.09±3.10a	87.79±0.54a	89.89±0.16a	92.05±3.03a	84.83±1.79a

나. 팽화수수 발효주의 유통기한 설정

살균하지 않은 팽화수수 발효주의 유통기간을 산정하기 위하여 온도별 저장조건에 따른 이화학적, 생물학적 및 관능적 품질 변화를 조사하였다.

1) 팽화수수 발효주 유통기한 설정 중 총산 변화

총산 변화는 저장기간 동안 10℃에서는 거의 변화가 없었으며, 20℃는 급격히 증가하여 최종 15%의 높은 산을 나타내었다. 그리고 30℃에서는 거의 변화가 없었다가 8주차 이후 급격히 증가하여

0.85%의 총산 함량을 나타내었다. 식품공전에서 총산 규격은 0.7% 이하로 20℃는 2주, 30℃는 8주까지 저장가능하다고 산정된다.



그림 1. 팽화수수발효주 온도별 저장

표7. 팽화수수 발효주 유통기한 설정 총산 변화 (%)

	0주차	2주차	4주차	6주차	8주차	10주차
10℃	0.50±0.02a	0.41±0.02a	0.46±0.02b	0.44±0.02b	0.44±0.01b	0.43±0.03c
20℃	0.50±0.02a	0.43±0.01a	0.96±0.01a	1.23±0.09a	1.43±0.06a	1.55±0.04a
30℃	0.50±0.02a	0.43±0.02a	0.50±0.04b	0.58±0.13b	0.44±0.02b	0.85±0.04b

2) 팽화수수 발효주 유통기한 설정 중 알코올함량 변화

저장기간 동안 알코올 함량은 초기 17.4%에서 약간 감소하여 각 온도에서 최종 16.2~17.3%로 나타났다. 알코올 함량의 급격한 변화는 나타나지 않았으나 저장온도가 높을수록 알코올 함량이 감소하는 경향을 보였다.

표 8. 팽화수수 발효주 유통기한 설정 중 알코올 함량 변화 (%)

	0주차	2주차	4주차	6주차	8주차	10주차
10℃	17.4±0.10a	17.5±0.00a	17.2±0.10a	16.5±0.70a	16.9±0.00a	17.3±0.10a
20℃	17.4±0.10a	16.8±0.10b	16.9±0.10a	16.5±0.40a	16.6±0.50a	16.4±0.10b
30℃	17.4±0.10a	16.5±0.30b	17.2±0.10a	15.9±0.30a	16.7±0.10a	16.2±0.10b

3) 팽화수수 발효주 유통기한 설정 중 총균수 변화

팽화수수 발효주의 총균수 변화는 저장기간에 따라 모든 온도에서 감소하는 형태를 보였고, 온도가 증가할수록 더 빠르게 감소하는 경향이 있었으나 큰 차이는 없었다.

표 9. 팽화수수 발효주 유통기한 설정 총균수 변화 (logCFU/ml)

	0주차	2주차	4주차	6주차	8주차	10주차
10℃	7.62±0.36a	7.74±0.13ab	4.77±0.21a	3.87±0.56a	3.36±0.31a	1.92±0.22a
20℃	7.62±0.36a	7.41±0.34b	4.94±0.21a	2.81±0.29b	3.02±0.63a	1.49±0.20a
30℃	7.62±0.36a	7.99±0.01a	4.95±0.09a	2.65±0.49b	3.27±0.11a	1.35±0.49a

4) 팽화수수 발효주 유통기한 설정 중 메탄올의 함량

저장기간 동안 팽화수수 발효주의 메탄올 함량의 변화는 10℃에서는 거의 일어나지 않았으며, 20, 30℃에서는 약간 증가하다가 다시 감소하는 경향을 보였다. 식품공전상 메탄올 함량기준은 0.5mg/ml 로 저장기간 내내 팽화수수 발효주는 규격 내 요건을 충족하였다.

표 10. 팽화수수 발효주 유통기한 설정 메탄올 함량 변화 (mg/ml)

	0주차	2주차	4주차	6주차	8주차	10주차
10℃	0.03±0.00a	0.04±0.01b	0.03±0.00c	0.04±0.01b	0.05±0.02b	0.04±0.01b
20℃	0.03±0.00a	0.12±0.03a	0.09±0.00b	0.03±0.00b	0.08±0.00a	0.05±0.01b
30℃	0.03±0.00a	0.03±0.00b	0.11±0.00a	0.11±0.00a	0.05±0.00b	0.06±0.01a

5) 팽화수수 발효주 유통기한 설정 중 알데히드 함량의 변화

식품공전에서 약주와 탁주의 알데히드에 대한 함량규정은 없으며, 소주와 증류주(위스키, 브랜디 등)의 대해 70mg/100mL 이하로 규정하고 있다. 하지만, 알데히드는 술의 품질을 저하시키는 중요한 요인이므로 본 실험을 수행하였다. 팽화수수 발효주의 유통기한 설정 중 알데히드 함량의 변화는 10℃, 20℃, 30℃ 온도 모두 저장기간 동안 약간 증가하다 감소하는 경향을 보였다. 10℃에서 다른 온도에 비해 거의 일정하게 유지되어 저장 후에 초기함량과 비슷하였고, 20℃에서는 감소하여 6주차 이후에는 알데히드 함량이 측정되지 않았다. 30℃에서는 증가와 감소를 반복하며 유의적인 차이가 나타나지 않아 모든 온도에서 소량의 알데히드만 검출되었다.

표 11. 팽화수수 발효주 유통기한 설정 중 알데히드 함량 변화 (mg/100ml)

	0주차	2주차	4주차	6주차	8주차	10주차
10℃	0.97±0.23a	0.47±0.27b	1.04±0.22b	0.62±0.13b	0.53±0.15b	0.92±0.12a
20℃	0.97±0.23a	1.19±0.27a	0.66±0.09c	0.00±0.00c	0.00±0.00b	0.00±0.00b
30℃	0.97±0.23a	1.35±0.28a	2.04±0.09a	1.41±0.32a	2.26±0.49a	0.85±0.31a

6) 팽화수수 발효주 유통기한 설정 중 항산화활성

팽화수수 발효주의 항산화활성은 저장기간 초기 47.44%에서 저장종료 시 44.00~52.90%로 저장초기와 비슷하며 모든 저장온도에서 10주간 유통시커도 변하지 않는 것을 관찰하였다.

표 12. 팽화수수 발효주 유통기한 설정 항산화 활성 (%)

	0주차	2주차	4주차	6주차	8주차	10주차
10℃	47.44±0.83a	47.56±1.41ab	43.18±3.74a	45.21±2.88a	50.82±11.64a	44.22±6.31a
20℃	47.44±0.83a	48.94±2.69a	47.76±0.60a	46.66±2.60a	48.27±2.48a	52.90±3.75a
30℃	47.44±0.83a	42.43±2.74b	44.93±1.46a	42.24±2.73a	40.82±2.29a	44.00±4.29a

7) 팽화수수 발효주 유통기한 설정 중 탄닌 함량

팽화수수 발효주의 탄닌 함량 변화는 초기 82.42mg%에서 저장 종료 시 86.29~95.76 mg%로 저장초기보다 약간씩 증가하는 경향을 보였다. 그러나 저장기간에 따른 뚜렷한 차이가 없었으며, 저장기간 중 온도에 따른 유의적인 차이는 나타나지 않았다.

표 13. 팽화수수 발효주 유통기한 설정 중 탄닌의 함량 (mg%)

	0주차	2주차	4주차	6주차	8주차	10주차
10℃	82.42±2.24a	83.05±23.93a	80.63±30.60a	98.60±46.63a	87.08±31.40a	86.29±4.63b
20℃	82.42±2.24a	81.56±10.94a	87.92±35.69ab	83.41±24.80a	86.23±15.10a	87.86±16.44b
30℃	82.42±2.24a	86.26±68.24a	90.68±38.30b	86.02±39.16a	87.33±11.37a	95.76±27.58a

8) 팽화수수 발효주 유통기한 설정 중 총폴리페놀의 함량

팽화수수 발효주의 총폴리페놀 함량은 저장초기 77.38mg%로 저장종료시 71.52~80.08mg%로 보여 저장기간 동안 거의 함량 변화가 일어나지 않았다. 온도에 따른 유의적인 차이도 존재하지 않는다. 따라서 저장기간 동안의 생리활성이 감소하지 않고 잘 유지된다.

표 14. 팽화수수 발효주 유통기한 설정 총폴리페놀 함량 (mg%)

	0주차	2주차	4주차	6주차	8주차	10주차
10℃	77.38±57.84a	77.83±46.44a	76.93±47.41a	78.49±63.41a	72.28±42.18b	71.52±38.23a
20℃	77.38±57.85a	74.54±61.26a	79.66±78.83a	76.87±40.13a	81.44±22.51a	74.92±18.04a
30℃	77.38±57.86a	76.73±29.35a	73.81±15.61a	82.80±36.81a	77.91±52.36ab	80.08±68.64a

9) 팽화수수 발효주 유통기한 설정 중 관능평가

색, 향, 성상 등에 관한 관능평가를 실시한 결과, 10℃에서 저장한 발효주의 전반적인 기호도가 가장 우수하였다. 10℃의 발효주는 저장기간 동안 색, 향 등의 변화가 없이 거의 일정하였지만, 20℃, 30℃의 발효주에서는 색, 성상 등에서 급격한 변화를 보여 저장기간이 길어질수록 기호도가 감소하였다.

표 15. 팽화수수 발효주 유통기한 설정 중 관능평가

저장기간		0주차	2주차	4주차	6주차	8주차	10주차
색	10℃	5.29a	5.29a	5.00b	5.75a	5.67a	6.83a
	20℃	5.29a	5.52a	3.43c	3.63b	4.33a	3.50b
	30℃	5.29a	5.71a	6.71a	4.25b	4.83a	4.17b
탁도	10℃	6.00a	5.42a	4.71a	65.25a	6.00a	6.33a
	20℃	6.00a	5.71a	4.00b	3.00c	4.00a	2.67c
	30℃	6.00a	4.86a	5.00a	3.88b	5.17a	4.33b
향	10℃	5.29c	6.29a	5.71a	6.13a	5.50a	6.00a
	20℃	5.29c	5.57b	1.71c	2.75c	4.67a	4.00b
	30℃	5.29c	4.71c	3.00b	5.13b	3.67a	3.17b
성상	10℃	4.43b	4.86b	3.29a	3.75a	2.83a	3.17a
	20℃	4.43b	5.86a	2.71b	4.50a	4.33a	2.83b
	30℃	4.43b	6.00a	3.14a	3.50b	2.67a	2.67b
전반적인 기호도	10℃	5.29a	5.71a	5.57a	5.63a	5.33a	6.33a
	20℃	5.29a	5.43a	2.00c	2.63c	4.00a	3.83b
	30℃	5.29a	4.86a	3.86b	4.13b	4.00a	3.50b

다. 팽화수수 발효주 체험프로그램 개발(현장접목)

- 1) 체험장소 : 충북 증평군(장희도가)
- 2) 접목기술 : 팽화수수 발효주 담그기
- 3) 추진실적
 - 기술이전: 생리활성이 높은 수수가공방법 및 팽화수수 발효주 제조기술
 - 개발된 체험 프로그램 현장 적용 및 소비자 선호도 조사 : 3회 실시
 - 체험프로그램에 대한 색, 단맛, 쓴맛, 전반적인 기호도, 체험시 어려웠던 점, 개선해야할 사항 및 체험가격의 적절성 등
- 4) 팽화수수 분말 첨가 발효주 이론 및 실습
 - 체험프로그램 적용
 - 강사 소개 및 팀 나누기, 안전수칙 및 주의사항 공지
 - 수수의 생리활성 및 전통발효주의 소개
 - 발효주 만들기(직접체험)
 - ▶ 찹쌀 고두밥 찌기(40분)→물 끓여서 식히기(1시간)→고두밥 식히기(20분)→팽화수수분말 함량재기
 - 팽화수수 분말에 가수→식힌 고두밥 첨가→가수→밀술첨가→혼합→통에 담아 가지고 가기
 - 팽화수수 발효주 관리 요령 습득(20일 뒤 시음가능)

· 체험 후 설문지 작성, 정리정돈 후 마무리



그림 2. 팽화수수주 만들기

○ 체험 후 기호도 평가

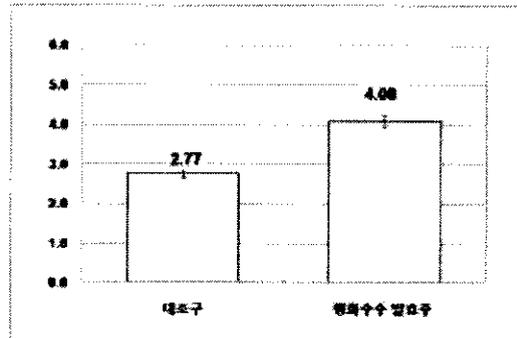


그림 3. 팽화수수주 만들기

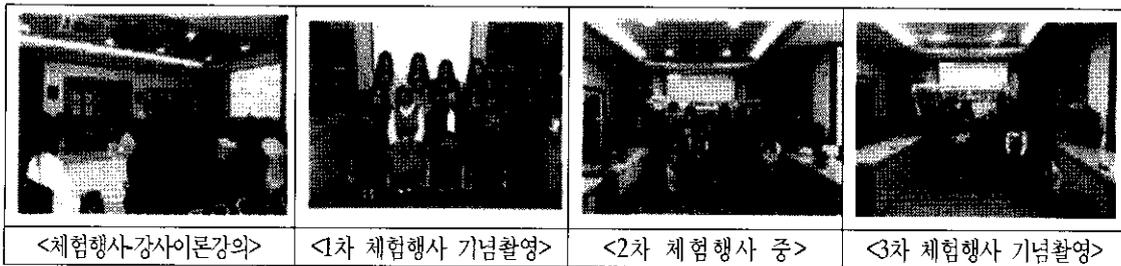


그림 4. 팽화수수주 체험 프로그램 적용

4. 결과요약

- 가. 팽화수수를 이용하여 발효주를 제조할 경우 항산화활성, 혈당강하능 및 전자공여능이 우수할 뿐만 아니라 관능평가 결과 기호도도 높았다. 기존 소량 생산하여 발효주의 품질특성을 알아보았지만 상품으로 개발하기 위해 대량생산을 한 발효주의 품질특성과 비교한 결과, 대부분의 품질특성은 유사하였지만, 대량생산의 경우 동일한 기간에 알코올 생산이 약간 낮은 경향성을 나타냄
- 나. 팽화수수 발효주를 저장온도(10, 20, 30℃)를 달리하여 기간별(10주)에 따른 품질특성을 조사하여 유통기한을 산출한 결과, 총산함량을 비교하였을 때 팽화수수 발효주의 유통기한은 10℃에서는 70day, 20℃는 14day, 30℃는 56day로 산정할 수 있음

다. 팽화수수 발효주를 체험상품으로 개발하고자 실증농가에서 체험객을 대상으로 기호도 평가를 하였을 때, 색, 향, 짙은맛 그리고 전반적인 기호도에 대한 관능평가 시 대조구에 비해 모든 항목에서 팽화수수 발효주가 높은 평가를 받아, 앞으로 소규모 양조농가에 적용가능 할 것임

5. 인용문헌

- Yoon H.S., Yu R., Noh J.G., Kim Y.G., Kim S.H., Choi S.Y., Han N.S., and Eom H.J., 2014. A comparative study on the physiological activities of puffed snack using miscellaneous cereals and grain crops. *Korean J. Food Nutr.* 27:962 - 970.
- Jang G.Y., Lee S.H., Li M., Kim S.T., Lee J.H., Kang T.S., Lee J.Y., Lee J. and Jeong H.S. Quality Characteristics at Different Storage Temperatures and Periods for Shelf Life Evaluation of *Takju*2015. *Korean J Food Nutr* 28:104-110.
- Duval B. and Shetty K. 2001. The stimulation of phenolics and antioxidant activity in pea (*Pisum sativum*) elicited by genetically transformed anise root extract. *J Food Biochem* 25: 361-377.
- Amerine M.A. and Ough C.S. 1980. *Methods for Analysis of Musts and Wine*. Wiley & Sons, New York, USA. pp 176-180
- Tibbot B.K. and Skadsen R.W. 1996. Molecular cloning and characterization of a gibberellin-inducible, putative alpha-glucosidase gene from barley. *Plant Mol Biol* 30: 229-241.
- Blois M.S. 1958. Antioxidant determination by the use of a stable free radical. *Nature* 181:1199-1200
- Schmidt D.D., Frommer W., Junge B., Muller L., Wingender W., Truscheit E. and Schafer D. 1977. Alpha-glucosidase inhibitors. New complex oligosaccharides of microbial origin. *Aturwissenschaften* 64:535-536.
- Kim K.O., Kim H.S. and Ryu H.S. 2006. Effect of Sorghum bicolor L. Moench(sorghum, su-su) water extracts on mouse immune cell activation. *J Korean Diet Assoc* 12: 82-88.
- Woo K.S., Ko J.Y., Seo M.C., Song S.B., Oh B.G., Lee J.S., Kang J.R. and Nam M.H. 2009. Physicochemical characteristics of the tofu (soybean curd) added sorghum(*Sorghum bicolor* L. Moench)powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 38: 1746-1752.

6. 연구결과 활용

연도(연차)	활용구분	제 목
2014(1년차)	산업재산권 출원	신규 류코노스타 균주 및 상기 균주를 이용한 난분해성 올리고당이 생성되는 고추장 제조방법
	유상기술이전	생리활성이 우수한 수수 가공방법 및 이를 이용한 가공제품, 팽화수수 발효주 제조방법
	논문게재	곡류 및 잡곡류를 이용한 팽화과자의 생리 활성 비교연구
	학술발표(국내)	Quality Characteristics of mass-produced fermentation wines with puffed sorghum
	학술발표(국제)	Development of functional Kochujang added with Leuconostoc citreum KACC91931P from Kimchi
	홍보성과	충북농기원, 건강에 좋은 수수 발효주 개발, (충북)농식품 특허기술 통상실시로 농업6차 산업화 앞당겨 등
2015(2년차)	홍보성과	5월 가정의 달, 효도주 담그세요
	영농활용	체험형 팽화수수 발효주 제조방법
	사업화실적	팽화수수 발효주 및 체험상품관련
	논문게재	팽화수수 분말을 첨가한 발효주의 품질 특성
	학술발표(국내)	팽화수수 발효주의 유통기한 설정을 위한 저장온도 및 기간별 품질특성

7. 연구원 편성

구 분	소 속 (과/연구소)	직 급	성 명	수행업무	참여 기간
책 임 자	친환경연구과	지방농업연구사	엄현주	연구총괄	'14~'15
공동연구자	"	"	노재관	연구협조	'14~'15
"	"	무기계약직	송달남	연구협조	'14~'15
"	"	지방농업연구관	김이기	연구협조	'14~'15
"	충북대학교	교수	한남수	연구협조	'14~'15
"	"	교수	김태집	연구협조	'14~'15

▶ 주요 전문용어 해설

- 팽화 : 고온 및 고압 조건에서 급격하게 부피를 증가시킴으로서 다공질의 구조를 형성, 시리얼이 대표적인 식품임

계 속 과 제 일 램 표

과 제 명	세 부 과 제 명	팀 명	연 구 책 임 자	과 제 구 분	연 구 년 차	공 동 연 구 기 관
1. 환경친화형 농업 생산기술 개발	가. 논토양에서 비료의 장기연용 효과 시험	토양환경	김상희	기관	18	
	나. 유기 시설재배지 토양환경조사 및 현장 적용 연구	토양환경	김현주	기관	1	
2. 농업미생물의 지역 현장 활용 기술 개발	가. 고추재배시 토성별 유용미생물 효과 구명	토양환경	김상희	기관	2	
	나. 생육 촉진을 위한 농업미생물 현장 실용화 연구	토양환경	김은정	공동	1	농과원
	다. 식물병 방제를 위한 유용미생물 현장 실용화 연구	병리곤충	이경희	공동	1	농과원
3. 농업 환경 보전관리 기반 연구	가. 일반농경지 토양 화학성 변동조사	토양환경	김현주	공동	17	농과원
	나. 일반농경지 토양 물리성 변동조사	토양환경	김현주	공동	4	농과원
	다. 지역별 주요작물 재배지 토양 검정	토양환경	김현주	공동	11	농과원
	라. 농업용수 수질조사	토양환경	김은정	공동	16	농과원
	마. 일반농경지 미생물 변동조사	토양환경	김은정	공동	7	농과원
4. 기후변화 대응 국 가관리 바이러스 정밀분포지도 작성 및 매뉴얼 개발	가. 기후변화에 따른 충북지역 국가 관리 바이러스 정밀 분포지도 작성	병리곤충	장후봉	공동	2	농과원
5. 시설 및 노지작물 해충의 천적중심 최 적관리 모델 개발	가. 시설일떼개 해충의 천적중심 최적 관리 모델 개발	병리곤충	김선국	공동	1	농과원
6. 유용미생물 탐색 및 발효식품 개발	가. 유용미생물을 이용한 기능성 발효 식품 개발	식품개발	엄현주	기관	2	
7. 아로니아 신수요 창출을 위한 재배 법 및 고부가가치 제품 개발	가. 국내산 아로니아 식품 소재화 및 가공 기술 개발	식품개발	노재관	지특	1	
	나. 신소재 아로니아 첨가 고부가가치 식품개발 및 현장 실용화	식품개발	엄현주	지특	1	

과 제 명	세 부 과 제 명	팀 명	연 구 책 임 자	과 제 구 분	연 구 년 차	공 동 연 구 기 관
8. 오디 특산화를 위한 뽕나무 재배기술 및 가공식품 개발	가. 충북 신품종 오디를 이용한 고부가가공식품 개발	식품개발	노재관	지특	1	
9. 지역 특산물을 이용한 가공·체험·관광 상품화 모델 개발	가. 팽화수수 가공품 현장실용화 및 체험상품 개발	식품개발	엄현주	공동	2	농과원
10. 지역농산물 영양 성분 구명 및 DB 구축	가. 지역농산물의 비타민A(레티놀, 베타카로틴), 비타민E, 비타민K DB 구축	식품개발	엄현주	공동	1	농과원
11. 유용 버섯류 자원화 및 품종육성	가. 느타리버섯 품종 육성	버섯	이관우	기관	9	
	나. 유색 팽이버섯 품종 육성	버섯	김민자	기관	8	
	다. 표고 톱밥재배용 품종 육성	버섯	이관우	기관	1	
	라. 야생 식용버섯 인공재배법 개발	버섯	김민자	기관	4	
12. 버섯의 로컬푸드화를 위한 버섯 품목에 수입대체 배지의 활용모델 개발	가. 봉지재배용 배지자원 조사와 노루궁뎅이 버섯 및 느타리 재배활용 기술개발	버섯	김민자	공동	2	농과원
13. 버섯 로열티 대응 유망 재배버섯류의 국산품종 지역 보급체계 구축	가. 갈색 팽이 품종육성에 의한 지역 보급체계 구축	버섯	김민자	공동	2	농과원



6. 포도 연구

Grape Research

과제구분	기 관	수행시기		전반기	
연구과제 및 세부과제		연구분야	수행기간	소속 (과/연구소)	책임자
포도 재배 생력화 및 품질 향상 기술 개발		과 수	'14~'16	포도연구소	이석호
동해발생 포도나무의 원줄기 재유인 효과 구명		과 수	'14~'15	포도연구소	김승택
색인용어	포도, 동해, 원줄기 유인, 수형				

ABSTRACT

This research was carried out to minimize the damage by a way to newly induce shoots of grapevines whose aerial parts were withered by frost. By respectively inducing two leptocauls with the thickness of 6~8mm, 8~10mm, and more than 10mm in early November after acquiring a number of leptocauls coming out in spring, this research investigated tree growth and fruit quality and used how to consist of a tree type as the comparison group by inducing shoots coming out in spring, a kind of practice.

The experiment showed that while there was no difference in the germination period according to each treatment, tree vigor was most stable in inducing shoots with the thickness of 6~8mm, the thinnest one, increasing the number and weight of pulp, which in turn produced the highest-quality of fruits. In addition, when the output was calculated for two years, it was about 1.9 times in one year and 3.4 times in two years compared with the comparison group, which showed that the output came back to normal two years after frost damage.

Keywords: grapevine, frost damage, main culm training, type of trees

1. 연구목적

머스켓 오브 알렉산드리아(Muscat of Alexandria)는 이집트 원산으로 세계적으로 잘 알려져 있으며 주로 시설 재배용 품종이다. 만생종으로 10월 상순이 숙기이고 신맛은 약하며 머스켓 향기를 지니고 있어 인기가 높은 청포도 중 하나이다. 그러나 수세가 왕성하고 웃자라는 경향이 있어 저온이나 다습 조건에서 수세 관리가 필요하며 우리나라 노지 재배에서는 월동이 어렵고 동해피해가 많이 발생되어 주의가 필요하다.

과수에서는 영양생장이 강하면 화아 형성발달이 불량해지고(Faust, 1989; Grasmanins & Edwards, 1974; Moing *et al.*, 1994) 포도 'kyoho'에서 가지의 크기 별로 주아괴사 발생양상을 조사한 결과 세력이 강한 가지에서 발생률이 높은 것으로 조사되었다. 따라서 신초 성장률과 주아 괴사 발생율은 고도의 정의 상관관계를 나타낸다고 하였다(Wolf & Warren, 1995). 또한, '머루' 포도에서 전정방법에 따라 신초와 잎의 성장과 특성이 다르게 나타났으며(Kim *et al.*, 2005), '개량머루'의 경우 단초전정이 신초장의 길이와 착립률 및 과방중이 가장 우수한 것으로 조사되었다. 장초전정은 포도나무 생육을 감소시켰으며, 특히 웨이 크만식 수형의 'Campbell Early'에서 장초전정은 단초전정보다 생육감소가 심해 수형유지가 곤란하여 포도는

품종간의 생육특성 및 세력의 강약에 따라 전정방법을 다르게 해야 한다고 하였다(Lee et al., 1999).

일반적으로 포도의 동해 피해는 $-21\sim-25^{\circ}\text{C}$ 이하의 조건에서 급격히 증가되고 뿌리보다는 주간부에 발생되는데, 동해 피해를 입더라도 원줄기는 고사하나 뿌리 피해는 경미하여 이듬 해 뿌리 부분에서 다수의 신초 확보가 가능하다. 포도나무에서 동해 피해가 발생되면 새로운 묘목으로 재식재가 일반적이지만 2년 후 정상수확이 가능하여 이를 위한 대책이 필요하다. 농가에서는 동해를 입어 지상부가 고사된 포도나무를 발아 직후 원줄기 2개를 유인하여 수형을 재구성하고 있지만, 지상부와 지하부의 생육 불균형에 의해 과실품질과 수확량이 저하되어 이에 대한 연구가 필요한 실정이다.

본 연구는 동해피해로 지상부만 고사된 포도나무의 신초를 새롭게 유인하는 방법을 통해 새로 나무를 심는 비용을 절감하고, 포도나무를 새로 식재하여 과실을 생산하기 까지 3년 정도의 기간이 필요한데, 이 기간을 효과적으로 이용하는 방법에 대해 알아보고자 하였다. 또한, 지하부의 뿌리 부분은 그대로 유지되어 있지만 지상부는 농가에서 관행적으로 이용하는 방법(발아 직후 원줄기 2개를 유인)으로 수형을 구성했을 때 수체의 불균형에 의해 꽃떨이현상, 착과불량 등 생리장해 발생이 많아 정상적인 수확이 어려워, 동해를 입은 포도나무의 수체 회복을 통해 피해를 최소화하고자 하였다.

2. 연구방법

시험 품종은 동해가 발생된 머스캣 오브 알렉산드리아(Muscat of Alexandria) 품종을 이용하여 봄에 발생된 원줄기를 여러개 확보 후, 11월 초순 원줄기 굵기 6~8mm, 8~10mm, 10mm 이상을 각각 2개 유인하여 수체생육과 과실품질을 조사하였다. 관행적으로 이루어지는 봄에 나온 신초 2개를 유인하여 수형을 구성하는 방법을 대조구로 하였다.

수형은 원줄기를 지상 1.5m 높이로 유인하는 개량 일자형으로 하였고 재식거리는 휴폭 3.6m, 주간 거리를 3m로 하였다. 시험구 배치는 완전임의배치 3반복으로 하였으며, 숙기 판정은 당도 및 산도를 주기적으로 조사하여 품종 고유의 특성을 나타내는 시기를 숙기로 잡았다. 과실 품질은 숙기판정과 동시에 수확하여 조사하였는데, 당도는 굴절당도계(PR-101, Atago, Japan)로 측정하였다. 산도는 착즙액 5mL를 증류수 20mL에 희석하여 0.1N NaOH로 측정하였고 착색도 측정은 각 과방을 3등분하여 각 부위에서 3개의 과립을 무작위로 선발하여 총 9개 과립의 적도 부위 Hunter value(L, a, b)를 측정하였다. 기타 조사는 농촌진흥청 농업과학기술 연구조사 분석기준(RDA, 2003)과 국립종자원 특성조사 요령에 의하여 조사하였다. 측정치 및 분석치는 Duncan 다중검정의 5% 수준에서 처리간의 유의성을 검정하였다.

3. 연구결과

가. 발아기 및 수체생육

새로 발생된 원줄기 굵기에 따른 발아기와 신초생육은 표 1과 같다. 신초의 발아기는 4월 27일로 차이가 없었지만 원줄기 굵기 10mm를 유인했을 때 개화기 때의 신초생육은 신초장이 146cm, 신초경은 13.6mm로 수세가 가장 강하였다. 8~10mm와 6~8mm는 각각 131cm, 10.3mm와 139cm, 12.5mm로 가장 가는 굵기인 원줄기 6~8mm를 유인했을 때의 수세가 가장 안정적이었다.

표 1. MOA 품종 원줄기 재유인에 따른 발아기 및 수체생육('14)

원줄기 굵기 (mm)	발아기 (월.일)	신초장 (cm)	신초경 (mm)	수세
관행	4. 27.	120	9.9	중
6~8	4. 27.	131	10.3	중
8~10	4. 27.	139	12.5	강
10이상	4. 27.	146	13.6	강

※ 신초장, 신초경 : 개화기에 조사

나. 과실특성

원줄기를 재유인한 첫 해인 '14년에 과실특성을 조사한 결과는 표 2와 같다. 6~8mm를 유인했을 때 과립(종경 28.1mm, 횡경 22.2mm)과 과방중(480g)의 크기가 가장 크고 과실수량과 무게가 대조구에 비해 유의적으로 차이가 있어 좋은 과실을 생산 할 수 있었다. 2년차인 '15년에도 같은 결과를 확인할 수 있었다(표 3). 두 결과, 농가에서 관행으로 2월에 신초를 유인했을 때보다 다수의 신초를 11월까지 방치해 두었다가 가장 얇은 6~8mm 원줄기를 유인하면 과립수와 과립이 무게가 증가되어 과실생산량이 증가됨을 알 수 있었다. 이는 생육기 수세를 분산하여 적정 결과모지를 확보한 결과로 생각되었다.

표 2. MOA 품종의 원줄기 재유인에 따른 과실특성('14)

원줄기 굵기 (mm)	과립(mm)		과립수 (개)	과립중 (g)	과방중 (g)	과방장 (cm)
	종경	횡경				
관행	24.5b [†]	21.6a	43.5b	7.2b	346b	19.1a
6~8	28.1a	22.2a	61.2a	8.5a	480a	21.6a
8~10	25.5b	21.7a	57.1ab	8.1a	474a	19.7a
10이상	24.9b	21.5a	46.7b	7.5ab	358b	19.2a

[†]DMRT 5%

표 3. MOA 품종의 원줄기 재유인에 따른 과실특성('15)

원줄기 굵기 (mm)	과립(mm)		과립수 (개)	과립중 (g)	과방중 (g)	과방장 (cm)
	종경	횡경				
관행	24.4b [†]	20.9a	31.0b	7.6b	366b	13.6b
6~8	25.7a	22.8a	89.0a	9.4a	719a	23.8a
8~10	25.0b	22.3a	59.ab	9.0a	509a	22.9a
10이상	24.3b	22.1a	52.7b	8.5ab	447b	23.0a

[†]DMRT 5%

다. 과신품질과 과방수

과신품질과 착과된 과방수를 조사한 결과는 표 4, 5와 같다. '14년 원줄기 6~8mm를 유인했을 때, 당도(19.7°Bx)는 가장 높았고, 산도(2.12%)는 가장 낮아 품질이 우수하였다(표 4). '15년에도 마찬가지로 당도는 17.7°Bx, 산도는 2.33%로 관행과 원줄기 10mm 이상을 유인했을 때보다 과실 품질이 우수하였다.

착과된 평균 과방수는 관행은 1, 2년차에 각각 19.2개와 24.7개였지만 6~8mm를 유인 했을 때 각각 25.9개와 43.2개로 가장 많은 수를 확보할 수 있었다. 이는 거봉과 같이 수세가 강한 품종은 신초 길이가 길수록 결실이 불량하였고, 일반적으로 수세가 강한 나무의 생육은 생장이 과실 성숙기까지 계속되기도 하며 잎이 커서 효율적인 광합성을 기대하기 어렵고, 생산력도 저하된다(이, 2008)는 보고와 같이 1년 차에 유인한 수형에 의한 수세 안정화가 연차적으로 영향을 미친 결과로 판단되었다.

표 4. MOA 품종의 원줄기 재유인에 따른 과신품질 및 과방수('14)

원줄기 굵기 (mm)	당도 (°Bx)	산도 (%)	당산비 (%)	과방수 (개)
관행	17.0b [†]	2.22a	77.3d	19.2b
6~8	19.7a	2.12b	164.2a	25.9a
8~10	18.7ab	2.19ab	98.4b	24.4a
10이상	17.2b	2.21a	81.9c	19.9b

[†]DMRT 5%

표 5. MOA 품종의 원줄기 재유인에 따른 과신품질 및 과방수('15)

원줄기 굵기 (mm)	당도 (°Bx)	산도 (%)	당산비 (%)	과방수 (개)
관행	16.1b [†]	2.46a	48.6c	24.7b
6~8	17.7a	2.33b	56.4a	43.2a
8~10	16.9ab	2.40b	52.2b	37.7ab
10이상	16.3b	2.67a	45.4c	29.7b

[†]DMRT 5%

라. 안토시아닌 함량 및 착색도

과실의 안토시아닌 함량은 표 6 및 7과 같다. 6~8mm와 8~10mm를 유인했을 때 1년차에 각각 25.3 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ 와 22.7 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$, 2년차에는 32.4 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ 와 31.5 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ 로 차이는 없었지만 관행과 10mm와 비교하면 높았는데 안토시아닌은 과립의 성숙과 더불어 증가되었고, 당산비의 증가와 유의한 상관을 보는데 (Kazuhiro et, 2007)는 당함량이 높아져 안토시아닌 함량도 높아진 결과로 생각되었다.

착색도(표 6과 7)를 보면 1년차에 관행은 명도(L) 25.6, 적색도(a) 7.62, 황색도(b) 15.34의 순이었고, 2년차는 명도(L) 30.6, 적색도(a) -5.74, 황색도(b) 19.28로 연차별로 차이는 있었지만, 처리 간에 큰 차이가 없는 경향이었다.

표 6. MOA 품종의 원줄기 재유인에 의한 과실의 안토시아닌과 착색도('14)

원줄기 굵기 (mm)	Anthocyanin ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$)	Hunter values ^z		
		L	a	b
관행	20.4b ^b	25.6b	-7.62a	15.34a
6~8	25.3a	32.4a	-6.86a	16.71a
8~10	22.7a	30.4a	-6.89a	16.12a
10이상	20.5b	28.5a	-7.09a	15.90a

^bDMRT 5%, ^zL : black(0)~white(100), a : red(100~0)~green(0~-80), b : yellow(70~0)~blue(0~-70)

표 7. MOA 품종의 원줄기 재유인에 의한 과실의 안토시아닌과 착색도('15)

원줄기 굵기 (mm)	Anthocyanin ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$)	Hunter values ^z		
		L	a	b
관행	28.9b	30.6a	-5.74b	19.28a
6~8	32.4a	31.7a	-7.37a	20.44a
8~10	31.5a	31.1a	-6.63a	20.37a
10이상	29.2b	31.1a	-6.31a	20.11a

^bDMRT 5%, ^zL : black(0)~white(100), a : red(100~0)~green(0~-80), b : yellow(70~0)~blue(0~-70)

마. 연차별 생산량

과실의 품질과 착과가 가장 우수했던 6~8mm 처리와 관행을 과방수와 과방의 무게로 연차별 생산량을 산출해 보면(그림 1), 관행(발아 직후 원줄기 2개 유인)에 비해 1년차는 약 1.9배, 2년차 약 3.4배 증가되어 동해 피해 후 2년차에 정상적인 수량 확보가 가능하였다.

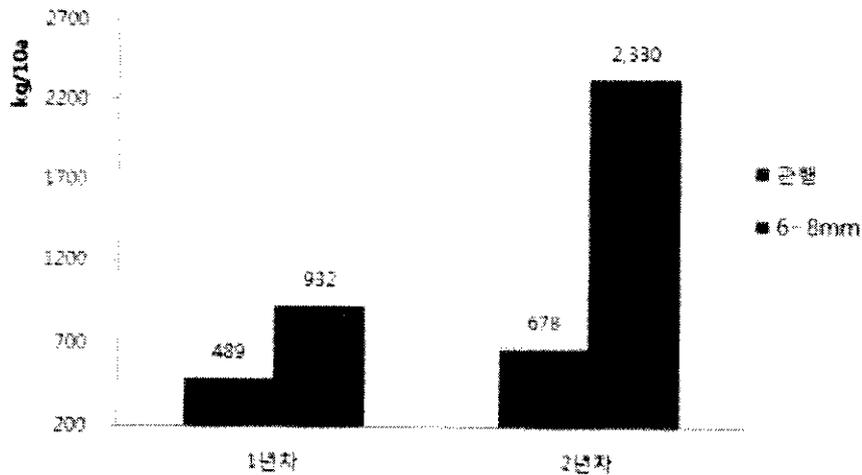


그림 1. MOA 품종의 원줄기 재유인시 연차별 생산량(kg/10a)

4. 결과 요약

- 가. 원줄기 굵기에 따른 발아기는 4월 27일로 차이가 없었다.
- 나. 원줄기 굵기 10mm를 유인했을 때, 개화기 때의 신초생육은 신초장이 146cm, 신초경은 13.6mm로 수세가 가장 강하였다. 8~10mm와 6~8mm는 각각 131cm, 10.3mm와 139cm, 12.5mm로 가장 가는 굵기인 원줄기 6~8mm를 유인했을 때 수세가 가장 안정적이었다.
- 다. 과실 품질은 6~8mm를 유인했을 때 1, 2년차 모두 과립과 과방중이 가장 크며, 당도가 높고 산도는 낮아 가장 좋은 과실을 생산할 수 있었다.
- 라. 과실의 안토시아닌함량은 6~8mm와 8~10mm를 유인했을 때, 1년차에 각각 25.3 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ 와 22.7 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$, 2년차에는 32.4 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ 와 31.5 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ 로 차이는 없었지만, 관행 및 10mm와 비교 하면 높은 경향이였다.
- 마. 가장 얇은 굵기의 원줄기를 11월 초순에 유인하여 수형을 구성한 결과, 동해 피해 후 2년차에 정상적인 수량 확보가 가능하였다.

5. 인용문헌

Faust, M. 1989. Physiology of temperate zone fruit trees. John Wiley & Sons. Inc., New York.

Grasmanis, V.O. and G.R. Edwards. 1974. Promotion of flower initiation in apple trees by short exposure to ammonium ion. Aust. J. Plant Physiol. 1 : 99~105.

Kim, J.G., D.G. Choi, D.H. Yoo and J.S. Jeong. 2006. Pruning method of main branch for seed setting increase in *Vitis* sp. Kor. J. Hort. Sci. Technol. 23(Suppl. I) : 98

Lee, J.B. and K.C. Ko. 1999. Effect of compost application and pruning method on vine growth, fruit quality and vineyard soil. Kor. J. Hort. Sci. Technol. 17(6) : 753~754.

Moing, A., B. Lafargue, J.M. Lespinasse, and J.P. Gaudillere. 1994. Carbon and nitrogen reverses influence tree shoot. Scientia Hort. 57 : 99~110.

Kazuhiro M., Kim, B.K., Kim Oahn, V.T., Seo, J.H., Yoon, H.K., Park, Y.M., Hwang, Y.S., Chun, J.P. 2007. Comparison of Sugar Compositions and Quality Parameters during Berry Ripening between Grape Cultivars. Kor. j. Hort. Sci. 25(3) : 230~234.

Wolf, T.K. and Warren, M.K. 1995. Shoot growth rate and density affect bud necrosis of 'Riesling' grapevines. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 120(6) : 989~996.

이재창. 2008. 포도재배의 신기술. 선진문화사. 210p.

6. 연구결과 활용

연도(연차)	활용구분	재 목
2015(2년차)	영농기술정보	동해입은 포도나무'알렉산드리아'수형 재구성 기술
2015(2년차)	학술발표	동해피해 포도나무의 원줄기 재유인 효과

7. 연구원 편성

구 분	소 속 (과/연구소)	직 급	성 명	수행업무	참여 기간
책 임 자	포도연구소	지방농업연구사	김승덕	연구총괄	'14~'15
공동연구자	"	"	이윤상	자료분석	'14~'15
"	"	"	최원호	자료수집	'14~'15
"	"	지방농업연구관	홍성택	연구자문	'14~'15
"	"	주 무 관	김경열	연구보조	'14~'15
"	"	"	임인숙	"	'14~'15

▶ 주요 전문용어 해설

- 주 아 : 자라서 줄기가 되어 꽃을 피우거나 열매를 맺는 싹
- 결과모지 : 결과지가 붙는 가지를 말하는데 일반적으로 결과지보다 1년이 더 묵은 가지

과제구분	기 관	수행시기		전반기	
연구과제 및 세부과제		연구분야	수행 기간	소속 (과/연구소)	책임자
포도 신품종 육성		과 수	'93~	포도연구소	김승덕
포도 4배체 품종 육성		과 수	'09~'15	포도연구소	김승덕
색인용어	포도, 품종육성, 4배체				

ABSTRACT

In order to extend the width of variation, this research reviewed the proper concentration and treatment time of colchicine by artificially multiplying the chromosomes of diploidy species so that the diploidy kind of grape could grow in a polyploidal way in-vitro propagation. This research soaked and treated about 5mm of shoots cultivated in-vitro propagation in the colchicine solution of 0.01~0.2%(w/v) for 12, 24, or 48 hours. This research treated colchicine to 24 shoots according to each treatment and used colchicine after dissolving it in water or 1% DMSO(Dimethyl sulfoxide) solution. In order to identify the polyploidy of chromosome among plants, this research measured the DNA content of each cell and investigated the location of each peak by using the flowcytometer(PartecPA-II, Germany) after harvesting leaves with the length of 0.5cm 2 from plants growing in the vinylgreenhouse, and made a judgment on polyploidy.

The study showed that the longer this research treated colchicine and the higher treatment concentration was, the appearance ratio was likely to go down, and that the probability of polyploidy induction was higher when colchicine was 0.05% and was soaked for 12 hours in terms of proper concentration and time.

Keywords: grapevine, breeding, tetraploid

1. 연구목적

포도과(Vitaceae)에는 14속(Pearson and Goheen, 1988) 1,000여 종이 있는데 이들 중 경제적이고 식용이 가능한 것은 *Vitis*속 식물로 알려져 있다. 현재 전 세계에서 재배되고 있는 포도는 아시아 서부 원생종으로 코카사스와 카스피해 연안의 유럽군(*V. vinifera* L.(2n=38))과 북아메리카 원생종인 아메리카종(*V. labrusca* L.; *V. champini*; *V. rotundifolia* Michx(2n=40))이거나, 유럽군과 북아메리카군 간 교잡 육성된 종들이다.

유럽종 포도와 미국종 포도의 교잡육성이 이루어지면서 내한성 및 내병성 등이 개선된 다양한 품종이 육성되어 이루어지면서 2,100개 이상의 품종개발이 이루어졌다(Winkler, 1962). 1990년대 북아메리카의 포도육종 목표는 내병성, 내한성, 생산성 등에 있었으나, 2000년대 접어들어 수확기별, 색깔별, 용도별, 기능성 향상 등 다양한 육종목표를 지향하고 있다.

포도 품종육성은 전통적인 교잡육종과 배수체 육종, 돌연변이 육종 등이 이용되고 있다. 이중 배수체 육종에 의해 종자나 어린 식물체의 생장점 부위에 콜히친을 처리하여 유기된 4배체 식물체는 염색체

수가 배가되어 세포의 양이 증대된다. 2배체 식물체에 비하여 일반적으로 꽃이 커지고, 품질이 좋아지며 줄기가 튼튼하고, 기공이 커지며(Griesbach, 1981; Griesbach and Bhat, 1990; Kim *et al.*, 1997; Vaughn and V. Vaughn, 1973), 병해에 대한 저항성이 증대(Yan *et al.*, 1997)되는 등의 장점을 가지고 있다. 이러한 특징은 1차적으로 세포의 부피가 커지는 것과 관련이 있다(Griesbach, 1981).

그러나 식물의 자연적인 배수화는 발생하기 힘들며(Harlan and De Wet, 1975), 보통 인위적인 처리에 의해 얻어진다. 식물의 배수화를 위한 antimitotic agents로는 콜히친($C_{22}H_{25}O_6N$)이 가장 보편적으로 사용되고 있다(Chen and Goeden-Kallemeyn, 1979; Griesbach, 1981; Wan, 1989).

자연조건 하에서는 아조변이에 의해 2배체 품종이 4배체가 되는 확률이 적을 뿐 아니라 교배로부터 얻어지는 변이의 폭이 좁다. 따라서 본 연구는 변이의 폭을 확대시키기 위해서 2배체 품종의 염색체를 인위적으로 배가시킨 배수체를 육성하기 위해 콜히친의 적정 농도 및 처리시간에 대하여 알아보고자 시험을 수행하였다.

2. 연구방법

기내에서 배양된 5mm 정도인 신초의 액아를 0.01~0.2%(w/v) 콜히친 용액에 12, 24 또는 48시간 침지 처리하였다. 처리별 24개의 신초에 콜히친을 처리하였으며, 콜히친은 물 또는 1% DMSO(Dimethyl sulfoxide) 용액에 용해한 후 사용하였다. 침지처리 후 신초를 멸균수로 3회 세척한 후 MS배지에 치상하여 온도 $24\pm 1^{\circ}C$ 로 유지되는 배양실에서 16시간 일장으로 6개월간 배양하였다. 이후 Growth chamber에서 2개월간 기내순화를 거쳐 비닐하우스 포장에 정식하여 재배하였다.

식물체간 염색체의 배수성을 확인하고자 비닐하우스에서 재배중인 식물체로부터 $0.5cm^2$ 크기로 잎을 채취하여 0.25mL의 HR-A 용액(Partec사)을 첨가하고 조직을 chopping하였다. 이 조직액을 $30\mu m$ 의 막(Partec CellTrics)에 통과시킨 후 실온에서 5분간 방치하였다. 여기에 1.0mL의 HR-B용액(Partec사)을 첨가하여 염색한 다음 flow cytometer(PartecPA-II, 독일)를 사용하여 각 세포 당 DNA함량을 측정하고 peak의 위치를 조사하여 배수성을 판별하였다.

3. 연구결과

가. 콜히친 처리 및 배수체 계통 육성

포도 기내 배양묘 액아에 콜히친 처리했을 때 침지시간과 농도별로 배수체 유기수가 다르게 나타났다(표 1). 12시간 동안 침지한 처리구에서 가장 높은 배수체가 유기되었고, 48시간 침지했을 경우 콜히친 농도와 관계없이 배수체가 유기되지 않았다. 24시간 침지에서는 처리농도 0.01, 0.05%의 낮은 농도에서 적은수의 배수체가 유기되었다.

12시간 침지처리에서 콜히친 농도에 따라 유기된 배수체는 0.01%에서 4배체, 0.05%에서 8배체, 0.1%에서 2배체였으며, 처리 농도가 낮을수록 출현율은 높은 경향이였다. 이러한 결과, 포도 기내배양묘의 배수체를 위한 적정 콜히친 침지시간과 농도는 12시간 0.05%가 가장 적정하다고 판단되었다.

표 1. 기내배양묘 액아의 콜히친 처리 시간 및 농도별 출현율과 배수체 유기수

처리시간(A) (Hrs.)	처리농도(B) (%)	출현율 (%)	배수체 (개)
무처리		42.7	0
12	0.01	34.7	4
	0.05	31.3	8
	0.1	28.8	2
	0.2	26.3	0
24	0.01	32.0	1
	0.05	29.3	1
	0.1	26.0	0
	0.2	23.7	0
48	0.01	27.3	0
	0.05	25.7	0
	0.1	23.7	0
	0.2	19.0	0
LSD(0.05%) (A)		1.78	
LSD(0.05%) (B)		1.61	
LSD(0.05%)(A x B)		3.23	

나. 배수체 증식 및 2차 검정

기내에서 유기된 배수체는 성장한 신초를 잘라 6개월 동안 증식하고 발근배지에 옮겨 발근을 유도한 후 2차 검정을 한 결과(표 2), 이수체, 혼수체, 배수체로 다양하게 나타났다. 이중 배수체인 6계통(A-65, B-40, B-49, C-13, E-22, F-13)만 다시 선발하여 개체별로 포트에 식재하였고 생육상에서 온도 25℃, 습도 80%로 2개월간 순화 처리하여 계통을 육성하였다(그림 1).



기내배양묘 증식



생육상 내 순화



순화 후

그림 1. 계통별 계대배양 및 순화

표 2. 선발 계통별 DNA 함량 조사(혼수체, 이수체, 배수체)

계 통	Center	C.V(%)	Median
Control (Diploid)	101.56	3.0	24.78
A-49 (Mixploid)	160.21	1.7	25.29 48.28
A-65 (Tetraploid)	147.08	2.2	43.70 42.13
B-40 (Tetraploid)	150.21	1.8	43.80 41.67
B-49 (Tetraploid)	155.82	1.0	44.42 43.46
B-98 (Heteroploid)	161.63	1.4	28.73 61.24
C-13 (Tetraploid)	172.59	2.1	39.71 36.22
E-11 (Mixploid)	163.84	1.7	20.61 28.08
E-22 (Tetraploid)	183.43	1.3	39.67 43.51
F-13 (Tetraploid)	170.64	1.8	43.44 44.59

다. 최종 배수체 검정 및 생육 특성

2차 검정된 배수체 6계통을 포장에 식재하여 최종적으로 검정한 결과, 배수체, 혼수체, 이수체로 다양하게 나타났다(표 3과 그림 2). 이 중 C-13 한 계통만 최종 배수체로 판명되어 2배체인 캠벨얼리와 비교하여 생육특성을 조사하였는데, 초장, 엽장 등 전반적인 생육상황이 떨어진 반면, 잎이 약간 두터워졌고 과실착과가 불량하였다(표 4).

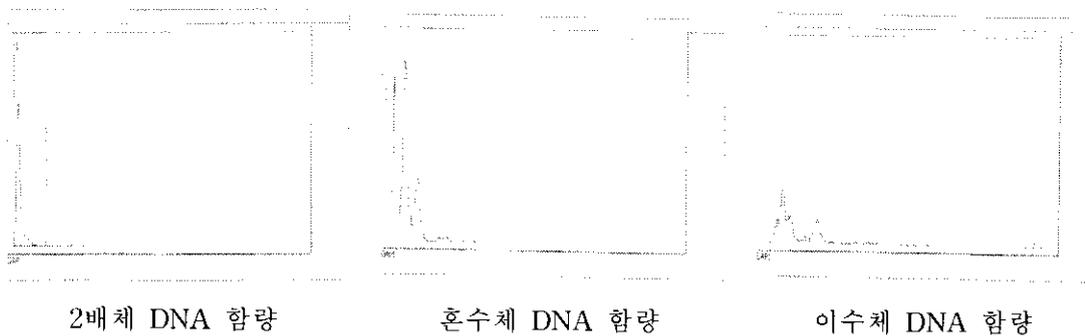


그림 2. 선발계통 배수체 분석기에 의한 배수성간 DNA 함량 조사

표 3. 포장 이식 후 선발 계통별 2차 DNA 함량 조사(혼수체, 이수체, 배수체)

계 통	Center	C.V(%)	Median
Control (Diploid))	110.21	3.0	23.68
A-65 (Mixploid)	150.94	2.4	19.69 25.40
B-40 (Mixploid)	183.43	1.3	19.67 33.51
B-49 (Mixploid)	160.03	1.4	20.30 38.51
C-13 (Mixploid)	148.07	2.8	24.67 36.51
E-22 (Mixploid)	172.72	1.5	23.87 39.36
C-13 (Tetraploid)	170.64	1.8	43.44 44.59
F-13 (Mixploid)	167.84	1.5	26.42 35.45

표 4. 최종 선발계통 생육특성 검정

구분	초장 (cm)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	엽수 (개/주)	마디수 (개/주)	경태 (mm)	엽두께 (mm)
2배체	40.9	10.8	13.0	9.0	10.6	3.4	0.14
C-13 (Tetraploid)	29.4	9.2	12.0	6.3	7.7	3.3	0.20

4. 결과요약

- 가. 포도 기내배양묘의 콜히친 처리는 처리시간이 길수록, 처리농도가 높을수록 출현율이 감소되는 경향을 보였으며, 적정 농도 및 시간은 콜히친 0.05%, 12시간 침지에서 배수체 유기 확률이 높았다.
- 나. 기내에서 유기된 4배체 6개체는 포장 이식 후 2차 배수성 검정결과, 5개체 모두 혼수체로 조사되었다.
- 다. 정상적인 생육이 이루어진 배수체 1개체의 생육조사 결과, 2배체보다 초장, 엽장 등 전반적인 생육상황이 부진하였고, 잎이 약간 두터워지고 과실착과가 불량하였다.

5. 인용문헌

- Chen, C.H. and Y.C. Goeden-Kallemeyn. 1979. *In vitro* induction of tetraploid plant from colchicine treated diploid daylily callus. *Euphytica* 28 : 705~709
- Pearson, R.C. and A.C. Goheen(Eds.). 1988. *Compendium of grape diseases*. APS Press, St. Paul, MN USA

- Griesbach, R.J. 1981. Colchicine-induced polyploidy in phalaenopsis orchids. *Plant Cell Tissue Organ Culture* 1 : 103~107.
- Griesbach, R.J. and R.N. Bhat. 1990. Colchicine-induced polyploidy in *Eustoma grandiflorum*. *HortScience* 25 : 1284~1286.
- Kim, M.S., J.Y. Won, C.H. Song, J.S. Eun and D.W. Lee. 1997. Polyploidy induction of *Cymbidium kanran* by treatment of colchicine *in vitro*. *RDA J. Hort. Sci.* 39 : 73~76.
- Yan, M., D.H. Byren and J. Chen. 1997. Amphidiploid induction from diploid rose interspecific hybrids. *HortScience* 32 : 292~295.
- Vaughn, L. and V. Vaughn. 1973. The ascendancy of white phalaenopsis. *American Orchid Soc. Bull.* 42 : 231~237.
- Wan, Y., J.F. Petolino and J.M. Widholm. 1989. Efficient production of doubled haploid plants through colchicine treatment of anther derived maize callus. *Theor. Appl. Genet.* 77 : 889~892.
- Winkler, A.J. 1962. *General viticulture*. University of California Press, Berkeley and Los Angeles. p.16~26.

6. 연구결과 활용

연도(연차)	활용구분	제 목
2015(2년차)	기초자료	콜히친을 이용한 포도 배수체 유기 방법

7. 연구원 편성

구 분	소 속 (과/연구소)	직 급	성 명	수행업무	참여 기간
책 임 자	포도연구소	지방농업연구사	김승덕	연구총괄	'14~'15
공동연구자	"	"	이운상	자료분석	'11~'15
"	"	"	최원호	자료수집	'14~'15
"	"	"	이석호	연구자문	'11~'15
"	"	"	송명규	자료수집	'15~'15
"	"	지방농업연구관	홍성택	"	'14~'15

▶ 주요 전문용어 해설

- 콜히친 : 유사분열 때에 조직 속에 방추사가 생성되는 것을 저해하고, 그 결과 세포는 배수체가 됨. 농업이나 원예의 분야에서 새로운 배수체의 변종이나 신종을 만들어 내는데 이용
- 배수체 : 한 종(種)이 가지고 있는 염색체의 기본수를 게놈(genome)이라고 하는데, 이 게놈에 해당하는 염색체의 정배수(正倍數)를 가지는 개체
- antimitotic agents : 유사분열을 저해하는 효력을 가진 물질로 전형적인 요인에는 방추체 저해제와 유사분열의 개시를 저해하는 전기 저해제 등이 있음

과제구분	기관	수행시기		전반기	
연구과제 및 세부과제		연구분야	수행기간	소속 (과/연구소)	책임자
시설포도원 미소해충 방제기술 개발		작물보호	'13~'15	포도연구소	송명규
시설포도원 애매미충류 방제를 위한 접착트랩 및 LED 이용기술 개발		작물보호	'13~'15	포도연구소	송명규
색인용어	포도, 미소해충, LED, 방제				

ABSTRACT

This study was conducted to find out the *Arboridia* sp. damage on grape leaf photosynthesis, the attractiveness of several color sticky traps and LED traps, and the effect of organic pesticides to *Arboridia* sp. The grape leaf photosynthesis of 25 *A. maculifrons* treatment groups was $5.0 \pm 1.60 \mu\text{molCO}_2\text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$ at 14 days after treatment and dropped by 50% degree compared to the non-treated group. The attractive effect of several color sticky traps was the order of yellow>blue, purple, white>red. And the color of sticky trap was more influential rather than the trap location. The attractive effect of several wavelength LED(Light Emitting Diode) was the order of white>green>blue>yellow>red in dark two choice box. In particular, the attraction for the white and green was higher than the other colors. In the greenhouse, when it maintains more than 25°C for 1 to 2 hours after sunset, *A. maculifrons* was captured effectively by the white LED trap. When the vinegars were spreaded on grape's leaves, the population of *A. maculifrons* was not changed. So the vinegar may not have the effect of attraction or insect repellent. Finally, the controlling test of the 17 organic materials containing plant extracts was different, but the controlling results to *A. maculifrons* were higher in the eco-friendly farm materials mixed with *Shrubby sophora*, neem and citronella oil.

Keywords: *Arboridia maculifrons*, grape, LED, Organic

1. 연구목적

시설재배 면적이 증가하고, 품종의 다변화가 이루어지며, 친환경농업의 보급으로 살충제 사용을 줄이는 농가가 증가하고 있다. 이와 같은 변화에 따른 해충상의 변동으로 유기재배농가를 중심으로 애매미충 피해가 나타나기 시작했다. 1990년대 중반 이후부터 이슬애매미충(*Arboridia kakogawana*)과 이마점애매미충(*A. maculifrons*)에 의한 피해가 지속적으로 발생하고 있으며, 2003년에는 경상북도 상주군에서 검은볼애매미충(*A. nigrigena*)에 의한 피해가 확인되었다(안 등, 2005). 이와 같은 사실은 포도를 가해하는 애매미충이 대부분 포도쌍점애매미충(*A. apicalis* Nawa)이라는 기존의 보고와 다르며, 일본에서 포도쌍점애매미충과 춘천애매미충(*A. suzukii*)을 포도의 주요해충으로 다루고 있는 사실과도 차이를 보였다(Kenji and Okada, 2003). 이마점애매미충(*Arboridia maculifrons*)은 포도 신초가 성장하는 초기부터 엽육을 흡즙하여 광합성 효율을 크게 저하시키고, 포도의 당·산도 축적 불량, 착색지연, 조기낙엽, 배설물에 의한 그을음병 유발 및 동해저항성을 약화시키는 등 시설 포도원에서 문제가 되고 있는 대표적 미소해충 중의 하나이다.

충북지역 무가온 시설포도원에서 이마점애매미충은 5월상·중순부터 10월 중·하순까지 4~5회 발생하였고, 6월 중·하순과 7월 하순~8월 상순 및 9월 하순 발생 피크를 보였으며, 주로 시설에서는 잡초와 낙엽, 부직포 속에서 성충으로 월동한다(안 등, 2005).

현재 친환경 포도 재배지는 증가 추세에 있으나 시설내 미소해충에 대한 문제가 빈번히 발생하고 있어 어려움을 겪고 있다. 그 중 주된 문제가 애매미충류로 친환경적 방제방법 접근이 시급한 실정이다.

LED(Light Emitting Diode)는 해충의 유인과 기피를 이용한 물리적 방제를 목적으로 연구되고 있으며, 파장에 따른 행동반응을 이용하여 시설내 나방류, 담배가루이, 응애와 같은 해충방제 연구가 다양하게 이루어지고 있다(박준환 등, 2014; 김민기 등, 2012; 전주현 등, 2014).

이에 본 연구에서는 국내 포도 주품종인 캠벨얼리에 대한 이마점애매미충의 피해정도가 광합성에 미치는 영향과, 이마점애매미충의 피해를 줄이기 위해 LED를 이용한 유인행동반응을 조사하고, 친환경농자재를 이용한 방제효과를 검증하여 친환경 포도원에서 이마점애매미충 방제를 위해 시험을 수행하였다.

2. 연구방법

가. 이마점애매미충 피해정도별 광합성 측정



그림 1. 광합성 측정기(LI-6400, LI-COR)와 포도잎 측정부위

이마점애매미충의 피해정도별 광합성 함량을 측정하기 위해 2009년부터 같은 시험포장 내에서 누대 사육된 성충과 3령 약충을 채집하여 이용하였다. 처리 위치는 각 포도나무 결과모지 3번째 잎을 망사(0.01mesh)로 고정한 다음 애매미충을 방사하였다. 시험곤충은 각 처리별 100, 50, 25마리를 3반복 처리하였다. 광합성 측정은 그림 1과 같이 광합성 측정기(LI-6400, LI-COR, USA)를 이용하여 오전 10시~12시 사이에 빛의 세기가 일정할 때 광합성함량을 측정하였으며, 측정 시 광도는 $1,000 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$, CO_2 농도는 400ppm 이었다.

나. 이마점애매미충의 접착트랩 유인반응 조사

애매미충류의 접착트랩 색에 따른 유인반응을 보기 위해 2015년 8월 27일부터 31일까지 5일 동안 상주군의 캠벨얼리 유기 재배 농가의 비가림 하우스에서 실시하였다. 포도나무 줄기에서 20cm 옆에 150cm stick을 박고 10, 60, 120cm 높이로 황, 청, 자, 적, 백색의 끈끈이트랩(그림 2)을 설치하였다. 시험구배치(stick)는 난괴법 3반복으로 하였다.

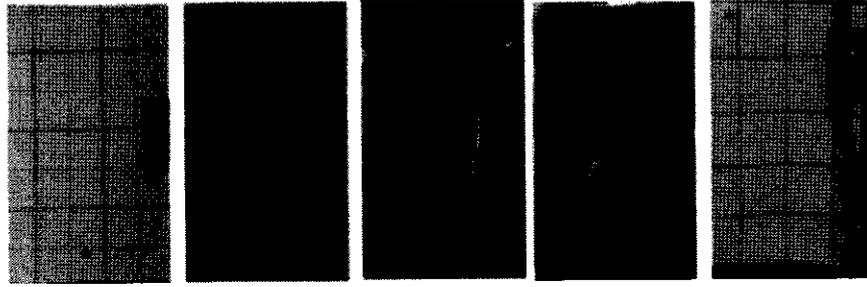


그림 2. 끈끈이트랩(황, 청, 자, 적, 백색)

다. 이마점에매미충 LED 유인반응 조사

2013년 8월 충북농업기술원 포도연구소 시설하우스(폭 6.5m, 길이 20m, 측고 4.5m, 동고 6.8m; 그림 3, 우) 시험포장의 5년생 캠벨얼리 포도나무를 이용하였다. 시험포장은 각 6구획으로 나누어 1구획 당 6주의 포도나무가 식재되었고, 이마점에매미충은 같은 시험포장에서 누대 사육되었다. LED는 300nm~700nm 사이의 Red, Yellow, Blue, Green, White 색상을 이용하여 시험포장의 성충을 실내에 24시간 적응시킨 다음 monitoring 상자(L90cm×W45cm×H20cm; 그림 3, 좌)를 통해 유인반응을 검정하였다. 외부 시험포장에서는 LED유인 채집기를 별도로 제작하여 19시부터 다음날 7시까지 각각 3시간 간격으로 4단계로 나누어 이마점에매미충의 유인효과를 조사하였다.

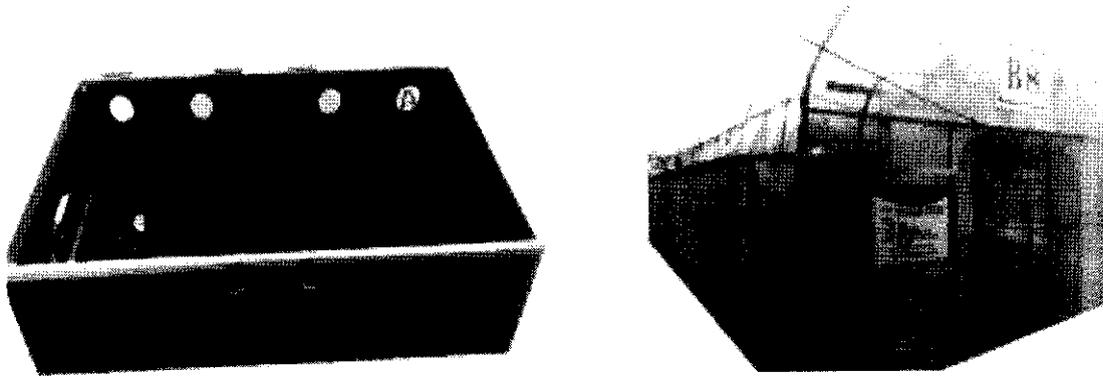


그림 3. LED Monitoring box와 LED 유인시험 포장

라. 이마점에매미충의 백색 LED 유인반응 조사

2015년 7월 20일과 9월 18일에 충북농업기술원 포도연구소 시설하우스 시험포장의 7년생 캠벨얼리 포도나무에서 실시하였다. 페로몬 유인트랩으로 쓰이는 델타트랩의 윗부분을 뚫은 뒤 백색 LED를 구멍을 통해 설치하고 12V 어댑터를 이용해 전원을 공급하였다. 전원을 켜고 바닥에 ANA-F9 LUX Meter를 놓은 뒤, 광세기를 측정하여 약 2,500lux가 되게 5개의 백색 LED 델타트랩을 만든 뒤 바닥에 흰색 끈끈이트랩을 설치하였다(그림 4). 시험포장에 X자로 나누어 5대의 트랩을 설치한 뒤 19~21시, 일몰 후 1시간, 일몰 후 2시간 처리 후 끈끈이트랩을 수거하여 실내에서 포획된 수를 조사하였다.

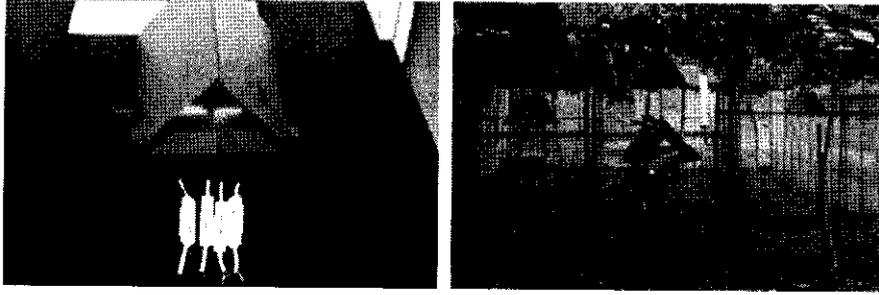


그림 4. 백색LED 델타트랩 및 포장 설치 모습

마. 식초를 이용한 이마집애매미충의 기피효과

2013년 8월 충북농업기술원 포도연구소 시설하우스(폭 6.5m, 길이 20m, 측고 4.5m, 동고 6.8m) 시험포장의 5년생 캠벨얼리 포도나무를 이용하였으며, 시험포장은 각 6구획으로 나누어 1구획 당 6주의 포도나무가 식재되었고, 이마집애매미충은 같은 시험포장에서 누대 사육되었다. 시중에 판매하고 있는 양조식초와 포도를 발효해 만든 제조식초를 50, 100, 300, 500, 1000배로 희석하여 포도 앞에 살포한 후 일주일간 생충수를 조사하였다.

바. 친환경농자재를 이용한 이마집애매미충의 방제효과

2013년 8월 야외에서 채집한 이마집애매미충을 가지고 실내검정을 실시하였다. Insect breeding square(7.2×7.2×9.8cm)에 포도잎을 넣고 이마집애매미충 30마리씩 접종한 뒤 식물추출물이 들어있는 친환경농자재 16종(A(공시-2-2-15/고삼씨앗), B(11-유기-5-363/넙+고삼), C(공시-2-2-54/고삼+멸구슬+양명아주), D(미등록/넙), E(공시-2-2-93/너삼씨앗+쿠아시아), F(10-유기-5-233/고삼), G(09-유기-5-169/고삼+백부근+넙+개박하), H(공시-4-2-005/시트로넬라 오일+테리스), I(11-유기-5-373/초오+고련피), J(공시-1-5-1/고삼+목초액), K(09-유기-5-160/고삼), L(미등록/멸구슬+고삼), M(미등록/너삼씨앗), N(10-유기-5-239/시트로넬라 오일+고삼), O(미등록/차나무), P(공시-2-2-24/고삼))을 추천 농도로 희석하여 살포한 뒤 각각 1, 5, 24시간 뒤에 살충율을 검정하였다.

또한 시설포도하우스에서 방제효과를 검정하기 위해 친환경농자재 15종(A(공시-2-2-54/고삼+멸구슬+양명아주), B(10-유기-5-233/고삼), C(공시-4-2-005/시트로넬라 오일+테리스), D(공시-2-2-24/고삼), E(11-유기-5-373/초오+고련피), F(11-유기-5-363/넙+고삼), G(10-유기-5-239/시트로넬라 오일+고삼), H(09-유기-5-169/고삼+백부근+넙+개박하), I(공시-1-5-1/고삼+목초액), J(공시-2-2-93/너삼씨앗+쿠아시아), K(미등록/너삼씨앗), L(공시-2-2-15/고삼씨앗), M(미등록/멸구슬+고삼), N(09-유기-5-160/고삼), O(미등록/차나무))를 추천 농도로 희석하여 나무 전체에 살포한 뒤 각각 3, 7, 14일 후에 생충수를 조사하였다.

3. 연구결과

가. 이마집애매미충의 생활환 및 피해

이마집애매미충은 그림 5와 같이 알, 약충, 성충의 단계를 걸쳐 생활환으로 성장을 하며 포도잎에 피해를 입힌다. 그림 6과 표 1에서와 같이 무처리에서 $10.5 \pm 0.46 \mu\text{molCO}_2\text{m}^{-3}\text{s}^{-1}$ 를 보였던 광합성량은

100마리 처리구에서 각각 6.1 ± 1.98 , 4.0 ± 1.10 , 2.6 ± 1.18 , $0.4 \pm 0.36 \mu\text{molCO}_2\text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$ 로, 7일차 이후 광합성량이 급속히 떨어졌다. 50마리 처리구에서는 7일차에 $4.4 \pm 1.18 \mu\text{molCO}_2\text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$ 함량을 보였고, 25마리 처리구는 14일차에 $5.0 \pm 1.60 \mu\text{molCO}_2\text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$ 로, 무처리 대비 50% 이하로 광합성량이 떨어져 애매미충류의 발생밀도에 따른 방제시기 설정이 필요하다고 판단되었다.

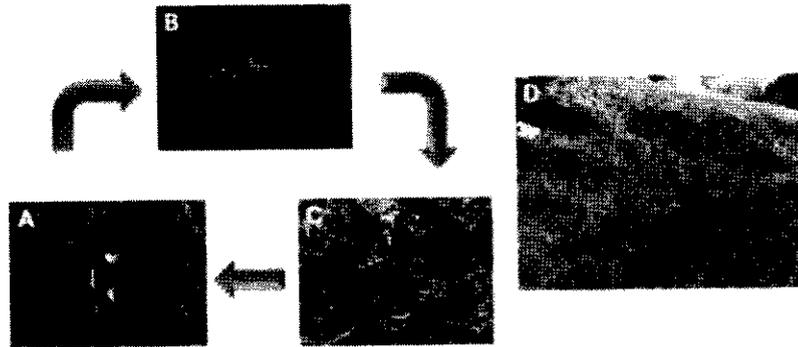


그림 5. 이마점애매미충 생활환(A~C) 및 포도잎 피해(D)

표 1. 이마점애매미충 피해정도별 광합성률(%)

처리내용	처리 후 조사일			
	3일	5일	7일	14일
무처리	100 a	100 a	100 a	100 a
25마리/엽	85.6 ab	71.7 b	61.4 b	48.0 b
50마리/엽	74.0 ab	52.4 c	42.1 c	9.2 c
100마리/엽	57.3 b	37.3 c	24.5 c	3.9 c

※ DMRT 5%

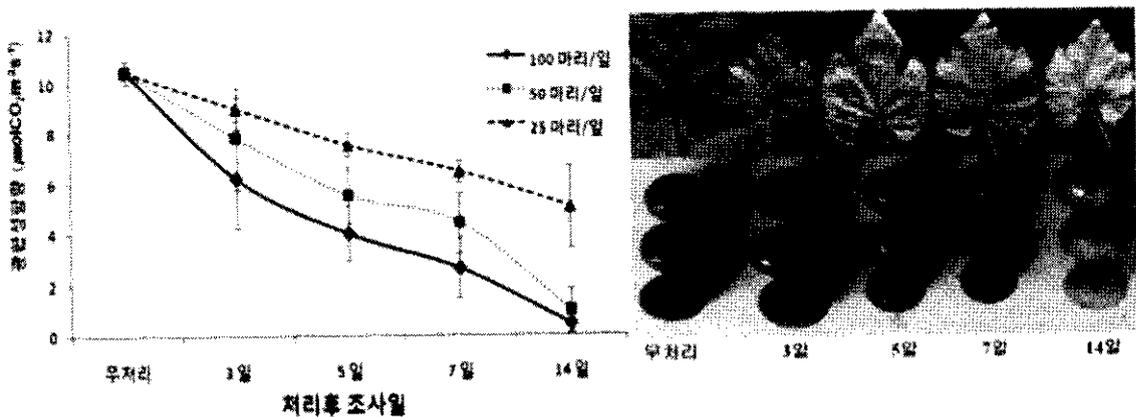


그림 6. 이마점애매미충류 발생정도에 따른 포도 잎의 광합성함량 변화

나. 끈끈이 트랩색에 따른 이마점애매미충 채집량

이마점애매미충의 친환경적인 방제를 위해 완전 비가림하우스에서 집착트랩 색에 대한 유인효과를 검증한 결과, 표 2와 같이 yellow>blue, purple, white>red의 순으로 유인반응을 보였으며, 트랩 위치 보다는 색상에 더 영향을 받았다. 이는 2007년 포도해충 발생예찰용 유색점착판의 이용방법에서 황색이 청색보다 애매미충 유인량이 많았다는 보고와 비슷한 경향이었다.

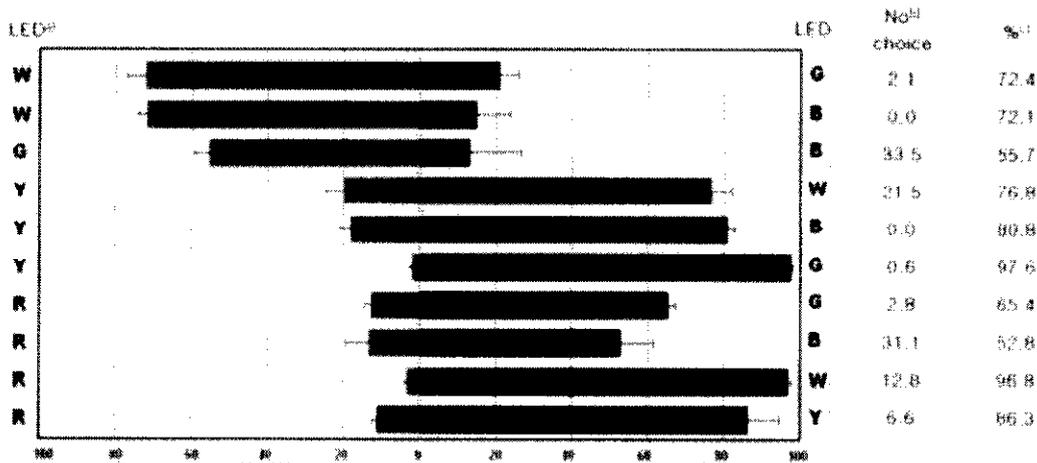
표 2. 집착트랩 높이에 따른 이마점애매미충 채집량

처리내용	황색	청색	자색	적색	백색
10cm 높이	1.7	0.6	0.7	0.2	0.2
60cm 높이	1.8	0.4	0.3	0.0	0.7
120cm 높이	2.2	0.1	0.2	0.2	0.2
평균	1.9a	0.4b	0.4b	0.1b	0.4b

다. 이마점애매미충의 LED 유인효과

실내에서 LED 광파장에 따른 유인 및 기피효과를 검증한 결과는 그림 7과 같다. 이마점애매미충은 LED 광파장에 민감한 반응을 보였고 유인정도는 백색>녹색>청색>황색>적색 순으로 효과가 높았다. 특히 백색과 녹색에 대한 유인력이 다른 색에 비해 높았다.

포장시험은 그림 8과 같이 야간 4단계로 나누어 시험한 결과, 1단계에서 백색, 녹색은 다른 색상에 비해 채집율이 높았으나, 2~4단계에서는 채집 밀도가 떨어지는 경향을 보였다.



a) LED : 발광다이오드(W: 흰색, G:녹색, Y: 황색, R: 적색, B: 청색)

b) 빛 유인용 챔버 내에 애매미충류가 선택하지 않은 개체 수 c) 유인율(%)

그림 7. 실내 LED 모니터링 상자를 이용한 애매미충류 유인 및 기피효과

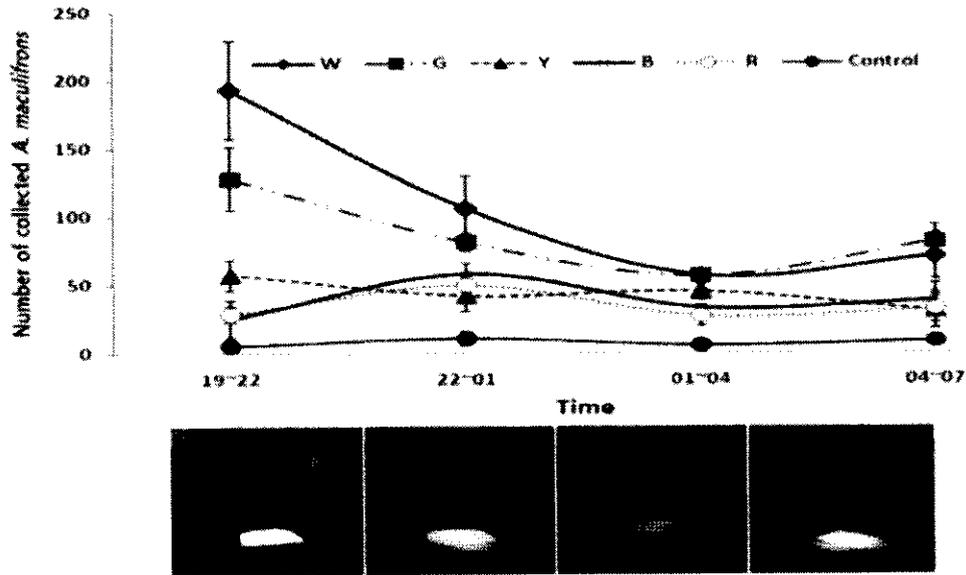


그림 8. 시설포도원에서 LED 유인장치를 이용한 애매미충류 유인효과(야간 4단계)

라. 이마점애매미충의 백색 LED 유인효과

농가에서 백색 LED 트랩을 효율적으로 사용하도록 그림 11과 같이, 일몰 후 1시간, 일몰 후 2시간, 19~21시로 나누어 백색 LED트랩을 가동하여 유인효과를 분석하였다. 야간 시간대별 백색 LED 유인효과를 분석해 본 결과, 야간온도가 25℃ 이상인 7월 20일에는 19~21시와 일몰(19:45) 후 1시간 및 2시간 동안 채집한 결과 유인효과가 인정되었지만, 9월 18일 18시33분 일몰 후 20℃ 이하로 유지된 경우에는 유인효과가 없는 것으로 나타났다(그림 9, 10). 따라서 이마점애매미충의 백색 LED 트랩을 이용한 유인효과는 일몰 후 1~2시간 동안 25℃ 이상 유지될 때 효과적이었음을 알 수 있었다. 이는 움직이기 위해 필요한 에너지는 체내에 저장되어 활용되는데, 몸이 작은 곤충인 경우 그 에너지량이 적어 온도의 영향을 받아 움직임이 제한적이기 때문인 것으로 판단되었다.

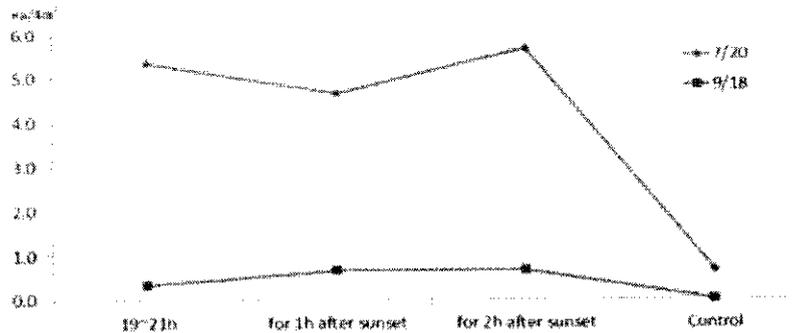


그림 9. 일몰 후 시간대별 이마점애매미충 백색 LED 유인효과

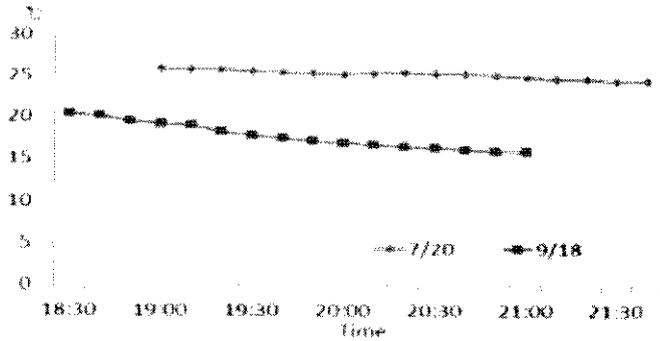


그림 10. 시험시간대 온도변화

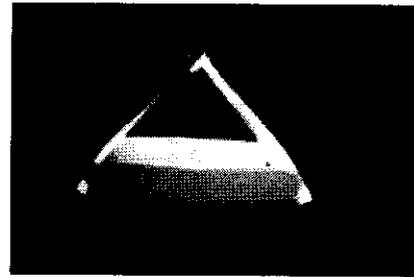


그림 11. 백색 LED 유인트랩 작동 모습

마. 식초를 이용한 이마점애매미충의 기피효과

식초를 이용해 이마점애매미충의 피해를 줄이고자 식초(양조 및 자가 제조)를 농도별로 포도 잎에 살포해 사전밀도를 기준으로 이마점애매미충 수의 변화를 살펴본 결과(표 3), 이마점애매미충의 변화율이 10% 이내를 나타내 유인 또는 기피효과가 없는 것으로 판단되었다. 따라서 식초를 이용한 이마점애매미충의 방제는 다른 방법을 모색해야 할 것으로 판단되었다.

표 3. 양조 및 자가 제조 식초를 이용한 이마점애매미충 기피효과

식초종류 (배율)	사전 밀도	생 충 율(%)				평균	기피율 (%)
		I 반복	II 반복	III 반복	평균		
양조 (50)	92.7	93.6	87.8	93.1	91.5	9.3 a	
양조 (100)	90.7	97.1	100.0	98.3	98.5	2.3 a	
양조 (300)	83.7	100.0	102.7	100.0	100.9	-0.1 a	
양조 (500)	94.3	98.1	97.9	94.9	97.0	3.8 a	
양조(1000)	95.3	100.0	103.3	81.4	94.9	5.9 a	
자가 (50)	99.3	86.2	97.9	94.9	93.0	7.8 a	
자가 (100)	89.0	100.0	103.3	100.0	101.1	-0.3 a	
자가 (300)	133.7	100.0	103.3	100.0	101.1	-0.3 a	
자가 (500)	97.7	85.9	87.2	98.3	90.5	10.2 a	
자가(1000)	85.0	95.4	102.9	91.9	96.7	4.0 a	
무처리	126.7	100.7	105.9	95.8	100.8	-	

※ DMRT 5%

바. 식물추출물을 이용한 이마점애매미충의 방제효과

식물추출물이 포함된 친환경농자재(16종)에 대한 실내 살충력 검정 결과는 그림 12와 같다. 24시간 후 100%의 살충율을 보인 친환경농자재는 C(공사-2-2-54/고삼+멀구슬+양명아주), D(미등록/님), F(10-유기-5-233/고삼), H(공사-4-2-005/시트로넬라오일+테리스), N(10-유기-5-239/시트로넬라오일+고삼), P(공사-2-2-24/고삼)이었고, 고삼, 님, 시트로넬라 오일이 혼합된 친환경농자재에서 효과가 높았다. 또한 이 친환경농자재들은 1시간이내 효과를 보이고 있다.

시설포도원에서 성충 및 3령 약충에 대한 방제효과는 표 4와 같다. A(공시-2-2-54/고삼+멸구슬+양명아주), B(10-유기-5-233/고삼), C(공시-4-2-005/시트로넬라 오일+테리스), D(공시-2-2-24/고삼)는 7일차에 100%의 방제효과를 보였으며, E(11-유기-5-373/초오+고련피), F(11-유기-5-363/님+고삼), G(10-유기-5-239/시트로넬라오일+고삼)는 90%이상의 방제효과를 보였다. 실내검정결과와 같이 고삼, 님, 시트로넬라 오일이 혼합된 친환경농자재에서 방제효과가 높은 것을 알 수 있었다.

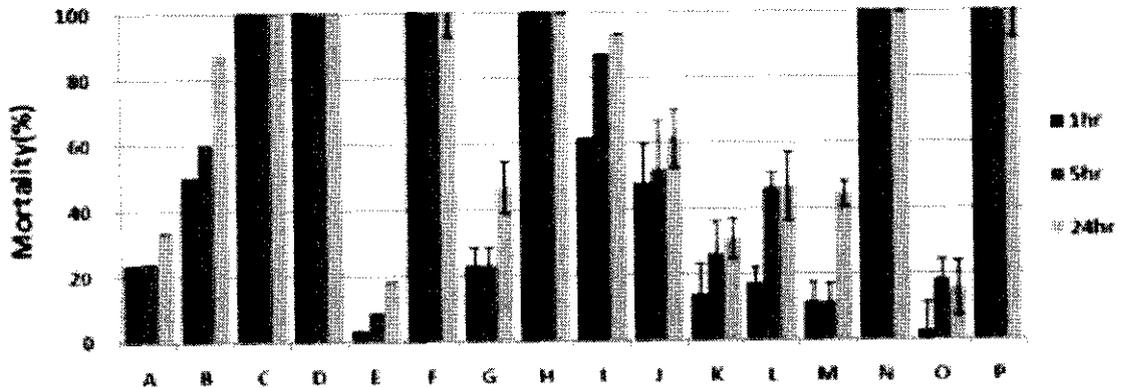


그림 12. 이마점에매미충에 대한 실내 살충효과(중령 약충)

A(공시-2-2-15/고삼씨앗), B(11-유기-5-363/님+고삼), C(공시-2-2-54/고삼+멸구슬+양명아주), D(미등록/님), E(공시-2-2-93/너삼씨앗+쿠아시아), F(10-유기-5-233/고삼), G(09-유기-5-169/고삼+백부근+님+개박하), H(공시-4-2-005/시트로넬라오일+테리스), I(11-유기-5-373/초오+고련피), J(공시-1-5-1/고삼+목초액), K(09-유기-5-160/고삼), L(미등록/멸구슬+고삼), M(미등록/너삼씨앗), N(10-유기-5-239/시트로넬라오일+고삼), O(미등록/차나무), P(공시-2-2-24/고삼)

표 4. 시설포도원에서 이마점에매미충에 대한 포장방제효과(성충 및 3령 약충)

유기농자재 등록번호	식물추출물 및 오일	방제기(%)±SD		
		3 DAT	7 DAT	14 DAT
공시-2-2-54	고삼+멸구슬+양명아주	100.0 ± 0.00	100.0 ± 0.00	88.9 ± 2.93
10-유기-5-233	고삼	99.4 ± 1.09	100.0 ± 0.00	86.7 ± 2.92
공시-4-2-005	시트로넬라오일+테리스	74.1 ± 5.57	100.0 ± 0.00	91.1 ± 11.62
공시-2-2-24	고삼	98.1 ± 3.42	100.0 ± 0.00	81.0 ± 29.44
11-유기-5-373	초오+고련피	63.3 ± 4.68	98.2 ± 1.72	93.3 ± 7.23
11-유기-5-363	님+고삼	94.7 ± 1.07	95.9 ± 3.74	86.1 ± 2.75
10-유기-5-239	시트로넬라오일+고삼	94.8 ± 1.75	94.5 ± 3.63	83.1 ± 1.30
09-유기-5-169	고삼+백부근+님+개박하	74.8 ± 5.31	87.3 ± 3.93	80.4 ± 4.56
공시-1-5-1	고삼+목초액	86.4 ± 3.07	85.2 ± 4.61	89.7 ± 4.98
공시-2-2-93	너삼씨앗+쿠아시아	62.1 ± 12.09	85.2 ± 3.60	68.4 ± 9.53
미등록	너삼씨앗	49.7 ± 9.02	80.7 ± 14.17	50.7 ± 5.97
공시-2-2-15	고삼씨앗	49.3 ± 4.54	65.5 ± 12.71	54.7 ± 24.97
미등록	멸구슬+고삼	49.5 ± 6.99	63.9 ± 7.86	53.8 ± 4.24
09-유기-5-160	고삼	38.6 ± 17.60	55.2 ± 17.64	45.0 ± 18.64
미등록	차나무	8.6 ± 0.92	24.5 ± 2.22	3.6 ± 31.15

4. 결과요약

- 가. 이마점애매미충이 포도 잎 광합성에 미치는 영향을 조사한 결과, 25마리 처리구는 14일차에 $5.0 \pm 1.60 \mu\text{molCO}_2\text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$ 로 무처리 대비 50% 이하로 광합성량이 떨어져 애매미충류의 발생 밀도에 따른 방제시기 설정이 필요하였다
- 나. 이마점애매미충의 친환경적인 방제를 위해 완전 비가림하우스에서 접착트랩 색에 대한 유인효과를 검정한 결과, yellow>blue, purple, white>red의 순으로 유인반응을 보였으며, 트랩 위치보다는 색상에 더 영향을 받았다.
- 다. LED 광과장에 따른 유인 및 기피효과를 검정한 결과, 이마점애매미충은 LED 광과장에 민감한 반응을 보였고, 유인정도는 백색>녹색>청색>황색>적색의 순으로 효과가 높았다. 특히 백색과 녹색에 대한 유인력이 다른 색에 비해 높았다.
- 라. 이마점애매미충의 백색 LED 트랩을 이용한 유인효과는 일몰 후 1~2시간 동안 25°C 이상 유지될 때 효과적이었다.
- 마. 식초(양조 및 자가제조)를 농도별로 포도잎에 살포해 사전밀도를 기준으로 이마점애매미충 수의 변화를 살펴본 결과, 이마점애매미충의 변화율이 10% 이내를 나타내 유인 또는 기피효과가 없는 것으로 판단되었다.
- 바. 식물추출물이 포함된 친환경농자재(17종)에 대한 살충력 검정 결과 고삼, 님, 시트로넬라 오일이 혼합된 친환경농자재의 방제효과가 높았다.

5. 인용문헌

- Kim, J.H., G.H. Koo, and T.W. Kim. 1999. A study of the cucumber growth by soil warming and warmed water irrigation using solar energy system(3). J. Bio-Env. Con. 8(1) : 1-8.
- Kenji, U. and O. Toshitsugu. 2003. Agricultural Insect Pests in Japan. 1203.
- 강연구, 이용범, 이재한, 유영선. 2005. 지열 히트펌프를 이용한 온실 냉난방 효과. 한국생물환경조절학회 14(Ⅱ) : 178-184
- 김민기, 이희선. 2012. 시설재배지에서 LED 트랩을 이용한 파밤나방(*Spodoptera exigua*) 성충의 유인 효과. 한국응용생명화학회지 55(4) : 273-275.
- 박준환, 이상민, 이상계, 이희선. 2014. LED 트랩을 이용한 온실 내 배추좀나방에 대한 유인효과. 한국응용생명화학회지 57(3) : 255-257.
- 안기수, 김황용, 이기열, 황종택, 김길하. 2005. 포도원에 발생하는 이슬애매미충과 이마점애매미충의 생태적 특징. 한국응용곤충학회지 44(3) : 251-255.
- 전주현 이상계, 이희선. 2014. 온실에 발생하는 담배가루이 성충에 대한 LED 트랩 방제효과, 한국응용생명화학회지 57(3) : 243-245.

6. 연구결과 활용

연도(연차)	활용구분	재 목
2013(1년차)	영농활용	시설포도의 이마점애매미충 방제시기 및 친환경농자재 선발
	학술발표	포도원에서 이마점애매미충의 피해정도가 광합성에 미치는 영향 및 LED 유인반응
2015(3년차)	학술발표	포도원에서 애매미충류(<i>Arboridia</i> sp.)의 효율적인 예찰을 위한 접착 및 LED 유인 트랩
	영농기술정보	시설포도원에서 애매미충류 발생예찰용 LED 트랩 이용방법

7. 연구원 편성

구 분	소 속 (과/연구소)	직 급	성 명	수행업무	참여 기간
책 임 자	포도연구소	지방농업연구사	송명규	연구총괄	'15
공동연구자	포도연구소	지방농업연구사	이석호	연구수행	'13~'15
"	포도연구소	지방농업연구관	홍성택	연구수행	'13~'15
"	포도연구소	무기계약직	고미정	연구수행	'13~'15
"	충북대학교	교 수	김길하	연구자문	'13~'15
"	옥천농기센터	지방농촌지도사	한관만	연구협조	'13~'15

▶ 주요 전문용어 해설

- LED(Light Emitting Diode) : 갈륨비소 등의 화합물에 전류를 흘려 빛을 발산하는 반도체 소자로 적색, 황색, 녹색, 청색, 백색 LED가 쓰이고 있어 이를 해충 유인에 활용하는 기술이 개발 중에 있음

계 속 과 제 일 략 표

과 제 명	세 부 과 제 명	팀 명	연 구 책 임 자	과 제 구 분	연 구 년 차	공동 연구 기관
1. 포도 충북지역 적용 신품종 육성	가. 포도 유전자원 수집 및 평가	육종재배	김승덕	기관	23	
	나. 교배육종에 의한 포도 품종 육성	육종재배	김승덕	기관	20	
2. 포도 식물생장 조정제 처리에 관한 연구	가. 총량 포도 품질향상을 위한 지베렐린 처리시기 및 농도 구명	육종재배	김승덕	기관	1	
	나. 육량 포도 무핵화 및 과립 비대를 위한 생장조정제 혼용 효과	육종재배	김승덕	기관	1	
3. 포도 저항성 신품종 육성 및 수형 연구	가. 포도 저항성 신품종 육성	육종재배	최원호	기관	1	
	나. 포도 육성품종 수형 선발	육종재배	최원호	기관		
4. 포도 신품종 보급 확대를 위한 품종별 핵심 현장애로기술 개발	가. 포도 무핵재배 흑구슬 고온 착색불량 저감방법 개발	환경이용	이석호	공동	1	원예원
5. 포도 재배 생력화 및 품질 향상 기술 개발	가. 염화칼슘 처리횟수가 과육연화 증상 경감에 미치는 영향	환경이용	이석호	기관	1	
	나. 칼슘제 처리가 열과방지에 미치는 영향	환경이용	이석호	기관	1	
	다. 포도 재배시 발아균일 및 꽃떨어 예방기술 개발	육종재배	이운상	기관	1	
6. 유기과수 품질 향상 및 문제 병해충 관리 기술 개발	가. 유기포도원 가루깎지벌레 방제용 에찰트랩 개발	환경이용	송명규	공동	1	농과원
7. 시설포도원 미소 해충방제 기술개발	가. 시설포도원 응애류 혼연처리 방제법 연구	환경이용	송명규	기관	2	

