식물병연구
Research Article | Open Access
Res. Plant Dis. 24(1): 52-58 (2018)
https://doi.org/10.5423/RPD.2018.24.1.52

석회유황합제를 이용한 배나무 검은별무늬병과 붉은별무늬병의 친환경 방제

Environment-Friendly Control of Pear Scab and Rust Using Lime Sulfur

차주훈[1] · 김경희[2] · 최으뜸[3] · 송장훈[3] · 고영진[2]*

[1]장흥버섯종균분양센터, [2]순천대학교 식물의학과, [3]배연구소

Ju Hoon Cha[1], Gyoung Hee Kim[2], Eu Ddeum Choi[3], Jang Hoon Song[3], and Young Jin Koh[2]*

[1]*Jangheung Mushroom Spawn Distribution Company, Jangheung 59341, Korea*
[2]*Department of Plant Medicine, Sunchon National University, Suncheon 57922, Korea*
[3]*Pear Research Institute, National Institute of Horticultural & Herbal Science, Naju 58216, Korea*

***Corresponding author**
Tel: +82-61-750-3865
Fax: +82-61-750-3208
E-mail: youngjin@sunchon.ac.kr

Received January 29, 2018
Revised February 13, 2018
Accepted February 13, 2018

Pear scab and rust are the major diseases causing severe epidemics in organic cultivation of pear trees. Incidences of pear scab and rust were compared in organically managed plots and conventionally managed plots to obtain optimum application schedule of environment-friendly control agents in organically managed plots. Organically cultural practice with 10 time-applications of lime sulfur and Bordeaux mixture showed higher than 40% of control efficacies of pear scab and rust compared to conventionally cultural practice. Organically cultural practice with 8 time-applications of lime sulfur considering weather condition showed higher than 30% of control efficacies of pear scab compared to conventionally cultural practice. The results suggest that proper application of environment-friendly control agents such as lime sulfur considering weather condition will enable effective control of the major diseases for organic cultivation of pear.

Keywords: Environment-friendly control, Lime sulfur, Pear, Rust, Scab

서 론

우리나라 주요 과수의 하나인 배 재배면적은 감소하고 있지만 최근 국민건강에 관한 관심과 친환경 산업육성을 유도하는 정책으로 유기농 과실의 가격 프리미엄이 생기면서 유기재배를 하는 독농가들이 점차 증가하는 추세이다(Choi 등, 2010a, 2010b; Yoon 등, 2010).

Research in Plant Disease
pISSN 1598-2262, eISSN 2233-9191
www.online-rpd.org

배 재배에 있어서 병 발생은 가장 큰 경제적 손실을 초래하는 요인인데, 그 중에서도 검은별무늬병과 붉은별무늬병이 배나무에 가장 큰 피해를 주는 것으로 알려졌다(Kim, 2009; The Korean Society of Plant Pathology, 1997; Yoon 등, 2010). *Venturia nashicola*에 의한 배 검은별무늬병은 눈의 비늘조직, 잎, 열매, 햇가지 등에 발생하는데 봄과 가을에 저온 다습한 조건에서 발생이 심하다. 잎이나 엽병에 발생하여 조기낙엽을 일으키거나 어린 열매에 감염을 일으킨 후 열매가 생장함에 따라 병반이 갈라지는 증상을 나타내어 품질을 크게 저하시키는데, 특히 긴 장마기에 피해가 크다(Choi 등, 2017; Ishii와 Yanase, 2000; Kim,

ⓒ The Korean Society of Plant Pathology
ⓒⓒ This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/), which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

2009; Koh 등, 2013; Shin 등, 2004; The Korean Society of Plant Pathology, 1997; Yoon 등, 2010). *Gymnosporangium asiaticum* 에 의한 배 붉은별무늬병은 어린 잎, 어린 열매, 햇가지 등에 발생하는데 4–5월에 비가 자주 내릴 때 발생이 심하다. 잎에 병이 발생할 경우 광합성을 방해하고 기형이 되거나 조기 낙엽을 일으키게 된다. 또한 어린 열매에 발생하여 품질을 저하시키거나 기형과를 만드는데, 대부분의 배 재배품종이 붉은별무늬병에 대하여 감수성이기 때문에 봄에 방제를 적기에 하지 못하면 피해가 크다(Kim, 2009; Seo 등, 1996; The Korean Society of Plant Pathology, 1997; Yoon 등, 2010).

일반적으로 우리나라 과수농가에서 병해충 방제를 목적으로 연간 농약을 약 9–16회 정도 살포하고 있으며, 그 중에서 배나무 과원에는 전국 평균 15.2회 정도 살포하고 있다(Song과 Hong, 2002; Song 등, 2013). 그러나 최근 친환경농산물에 대한 인식과 안전하면서 안심하고 먹을 수 있는 농산물을 생산하기 위해 농약살포횟수와 사용량을 줄이면서 일반농가에 비해 병해충 발생량이 60% 적게 발생한 것으로 알려진 배 친환경 9회 방제력이 발표된 바 있다(Park 등, 2007).

그러나 약제방제는 여러 가지 부작용이 나타나고 있어 친환경적인 유기재배가 대안으로 등장하고 있다(Kwak 등, 2017). 배 유기재배의 병해충 관리를 위해 사용되고 있는 재배적 방제기술은 월동기의 조피 제거작업, 수형관리, 적화 또는 적과 등을 들 수 있다. 또한 친환경 유기농자재를 적절하게 사용하여 배 과원에 발생하는 병해충 밀도를 낮추는 기술 등이 종합적으로 사용되고 있다(Jang 등, 1997; Yoon 등, 2010).

이 연구는 친환경유기농자재인 석회유황합제를 강우 등 기상조건을 고려하여 적절하게 살포함으로써 배나무에 발생하는 검은별무늬병과 붉은별무늬병을 효과적으로 방제할 수 있는 배 유기재배 관리방안을 찾고자 수행되었다.

재료 및 방법

시험장소 및 과원관리. 친환경유기농자재 살포에 의해 배나무의 잎과 과실에 발생하는 주요 병해충에 대한 방제효과 검정시험을 위하여 1차년도인 2010년에는 전남 보성군 벌교읍에 있는 유기재배과원을 시험장소로 선정하여 친환경방제구로 이용하였고, 인근에 있는 관행방식으로 배를 재배하는 관행재배과원을 선정하여 대조구인 관행재배구로 두어 비교시험을 수행하였다. 유기재배과원과 관행재배과원은 각각 7년생과 15년생 신고품종이 평덕식으로 관리되고 있었다.

2차년도인 2011년과 3차년도인 2012년에는 전남 보성군 회천면에서 수령 15–20년생 신고 품종이 재식거리 5×7 m로 Y자형 수형으로 재배되고 있는 유기재배과원을 시험장소로 선정하여 친환경방제구로 이용하였으며, 같은 과원 내에 관행유기방식으로 배를 재배하는 관행유기재배구를 대조구로 사용하였다. 모든 시험구에는 처리당 배나무 30주씩 완전임의배치법 3반복으로 배치하여 시험을 수행하였다.

겨울철에 조피에서 월동하는 해충을 제거하기 위하여 고압살수조피제거기를 활용하여 모든 시험구의 조피를 제거하였다. 유과기부터 발생하는 양분경합을 줄임으로써 배나무를 건강하게 재배하기 위하여 꽃봉오리가 겹치지 않도록 남기고자 하는 꽃봉오리의 반경 30 cm의 다른 꽃봉오리는 제거하고, 충분한 양분이 전달될 수 있도록 열매당 잎의 수가 30–40매가 되도록 하였으며, 적과가 끝난 뒤 3주 후에 봉지를 씌웠다.

친환경유기농자재 살포. 1차년도인 2010년에 친환경방제

Table 1. Application schedule of pesticides in conventionally cultivated plots of a pear orchard at Beolgyo-eup, Boseung-gun, Jeonnam Province in 2010

No.	Spray date	Common name of pesticides
1	March 4	Mineral oil
2	April 3	Lime sulfur
3	April 6	Benfuracarb + Albesilate·Thiram
4	April 20	Fenarimol + Thiacloprid
5	April 27	Cyprodinil·Difenoconazle + Lambda-cyhalothrin·Thiamethoxam
6	May 4	Kresoxim-methyl·Metconazole + Imidacloprid
7	May 8	Buprofezin·Dinotefuran + Difenoconazole + Cypermethrin
8	May 10	Buprofezin·Dinotefuran + Difenoconazole + Cypermethrin
9	May 12	Imidacloprid + Acetamiprid·Buprofezin
10	May 14	Clothianidin·Methoxyfenozide + Thiamethoxam + Fluquinconazole
11	May 19	Fenitrothion + Clothianidin + Tebuconazole
12	May 24	Kresoxim-methyl·Metconazole + Fenitrothion + Buprofezin·Dinotefuran
13	May 29	Abamectin·Chlorantraniliprole + Azoxystrobin
14	June 1	Emamectin benzoate·Lufenuron + Cyprodinil·Difenoconazole
15	June 4	Abamectin
16	June 12	Fluquinconazole + Clothianidin·Methoxyfenozide
17	June 16	Chlorpyrifos + Boscalid·Kresoxim-methyl
18	June 29	Benomyl + Carbosulfan·Imidacloprid
19	July 6	Cyprodinil·Difenoconazole + Abamectin
20	July 17	Kresoxim-methyl·Metconazole + Clothianidin·Methoxyfenozide

Table 2. Application schedule of environment-friendly control agents in organically managed plots of an organic pear orchard at Hoecheon-myeon, Boseung-gun, Jeonnam Province in 2011

No.	Spray date	Growth stage of pear tree	Control agents	Dosage (ml/20 l)
1	April 6	Expanding floral bud	Bordeaux mixture	140
			Paraffin oil	200
2	April 12	Blooming	Bordeaux mixture	200
			Paraffin oil	20
3	April 25	Falling blossoms	Lime sulfur	20
			Paraffin oil	20
4	April 29	Setting fruitlets	Lime sulfur	33.3
			Paraffin oil	20
5	May 6	Elongating shoots	Lime sulfur	33.3
			Neem-oil	40
6	May 15	Developing young fruits	Lime sulfur	33.3
			Neem-oil	80
7	May 30	"	Lime sulfur	33.3
			Neem-oil	60
8	June 15	"	Lime sulfur	33.3
			Paraffin oil	20
9	June 22	Floral bud formation	Lime sulfur	33.3
			Paraffin oil	30
10	June 27	"	Lime sulfur	33.3
			Paraffin oil	30

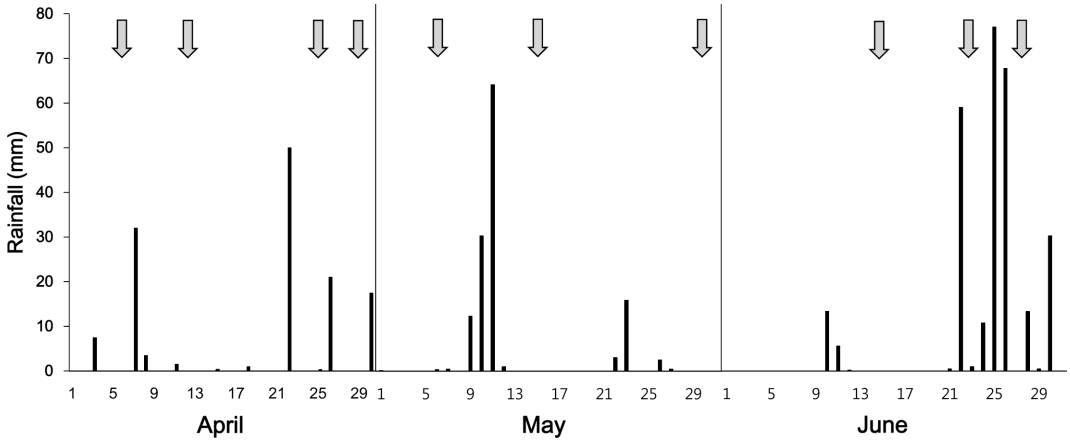

Fig. 1. Rainfalls and application schedule of environment-friendly control agents in organically managed plots of an organic pear orchard at Hoecheon-myeon, Boseung-gun, Jeonnam Province in 2011.

구에는 3월 30일, 4월 9일, 4월 20일, 5월 14일, 6월 24일 친환경유기농자재인 석회유황합제(서울환경산업, 유기재배용제품, 유효성분 22%)를 500배로 희석하여 총 5회 다목적 스피드 스프레이어(SS기)를 이용하여 살포하였다. 관행재배구에는 3월 초순부터 7월 중순까지 총 20회 화학약제 및 친환경유기농자재를 각 약제별 권장사용농도로 살포하였다(Table 1).

2차년도인 2011년에 친환경방제구에는 4월 초순부터 6월 하순까지 친환경유기농자재인 석회유황합제와 석회보르도액(중앙프라자, 유기재배용제품 CM150-606)에 파라핀유(중앙프라자, 유기재배용제품 아비온)을 첨가하여 25 l 고속분무기를 이용하여 총 10회 살포하였다(Table 2, Fig. 1). 관행유기재배구에는 농가가 직접 조제한 석회유황합제와 석회보르도액을 SS기

Table 3. Application schedule of environment-friendly control agents in organically managed plots of a pear orchard at Hoecheon-myeon, Boseung-gun, Jeonnam Province in 2012

No.	Spray date	Growth stage of pear tree	Control agents	Dosage (ml/20 l)
1	April 4	Expanding floral bud	Lime sulfur	66.7
			Paraffin oil	20
2	April 9	Blooming	Lime sulfur	200
			Paraffin oil	20
3	April 12	"	Lime sulfur	200
4	April 18	Falling blossoms	Lime sulfur	200
5	April 22	"	Lime sulfur	200
6	April 26	Setting fruitlets	Lime sulfur	66.7
7	May 4	Elongating shoots	Lime sulfur	33.3
8	May 14	Developing young fruits	Lime sulfur	33.3

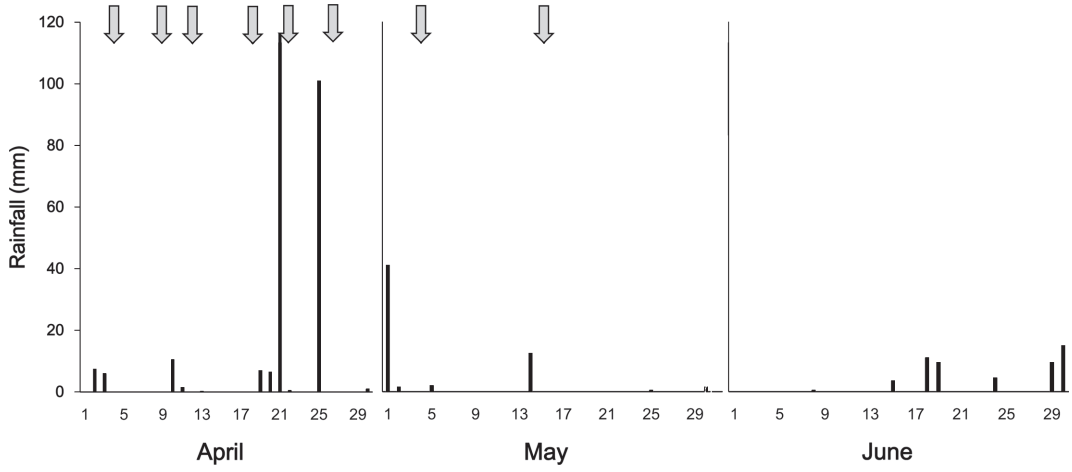

Fig. 2. Rainfalls and application schedule of environment-friendly control agents in organically managed plots of an organic pear orchard at Hoecheon-myeon, Boseung-gun, Jeonnam Province in 2012.

를 이용하여 8회 살포하였다.

3차년도인 2012년에 친환경방제구에는 비오기 전과 후 4월 초순부터 5월 중순까지 석회유황합제+파라핀유를 2회 살포하고 석회유황합제를 25 l 고속분무기를 이용하여 6회 살포하였다(Table 3, Fig. 2). 관행유기재배구는 석회유황합제를 SS기를 이용하여 8회 살포하였다.

친환경유기농자재의 방제효과 조사. 1, 2, 3차년도에 잎에 발생한 검은별무늬병과 붉은별무늬병에 대한 방제효과는 각각 2010년 7월 20일, 2011년 7월 6일과 2012년 7월 20일에 각 시험구당 배나무 5주를 임의로 선정하고 주당 200엽에 대한 발병엽수를 조사하여 백분율로 환산한 발병엽율(% Diseased leaves)을 이용하여 산출하였다.

2차년도와 3차년도에 과실에 발생한 검은별무늬병과 붉은별무늬병에 대한 방제효과는 2011년 10월 13일과 2012년 10월 15일에 각 시험구당 배나무 5주를 선정하고 모든 과실을 수확하여 다음과 같은 방법으로 조사한 발병도(Disease incidence)를 이용하여 산출하였다.

$$\text{발병도} = \frac{\Sigma(\text{발병수} \times \text{계수})}{7N} \times 100$$

0 : 발병무
1 : 발병과표면적율 1–5%
3 : 발병과표면적율 5.1–20%
5 : 발병과표면적율 20.1–50%
7 : 발병과표면적율 50.1–100%
N : 조사과실수

결과 및 고찰

1차년도인 2010년 친환경유기농자재인 석회유황합제를 5회 살포한 친환경방제구의 배나무 잎에서 발생한 검은별무늬병 발병엽율은 78.3%였고 붉은별무늬병 발병엽율은 11.7%였다. 반면에 대조구인 관행재배구에서는 검은별무늬병 발병엽율이 8.4%였으나 붉은별무늬병은 발생하지 않았다(Table 4).

2차년도인 2011년 친환경유기농자재인 석회유황합제와 석회보르도액을 10회 살포한 친환경방제구와 석회유황합제와 석회보르도액을 8회 살포한 관행유기재배구에서 배나무 잎에 발생한 검은별무늬병 발병엽율을 조사한 결과 각각 21.9%와 37.8%였으며, 붉은별무늬병 발병엽율은 각각 16.2%와 30.9%였다. 또한 친환경방제구와 관행유기재배구에서 배나무 과실에 발생한 검은별무늬병 발병도는 각각 5.0과 6.5였으며, 붉은별무늬병 발병도는 각각 1.0과 1.8이었다(Table 5).

Table 4. Comparison of incidences of scab and rust on leaves of pear trees in organically managed plots using environment-friendly control agents and conventionally cultivated plots of a pear orchard at Beolgyo-eup, Boseung-gun, Jeonnam Province in 2010

	% Diseased leaves	
	Pear scab	**Pear rust**
Organically managed plots	78.3±4.0	11.7±1.4
Conventionally cultivated plots	8.4±0.7	0

Each value represents the mean±standard deviation of two runs with three replicates each.

3차년도인 2012년에는 2차년도에 비해 친환경유기농자재의 살포횟수를 2회 줄이되 기상조건을 고려하여 강우 전후에 석회유황합제를 8회 살포한 친환경방제구에서 배나무 잎에 발생한 검은별무늬병 발병엽율은 20.3%인 반면에 관행유기재배구에서 배나무 잎에 발생한 검은별무늬병 발병엽율은 19.1%로 통계적으로 유의차가 없었으며, 친환경방제구와 관행유기재배구에서 모두 붉은별무늬병은 발생하지 않았다. 그러나 친환경방제구와 관행유기재배구에서 배나무 과실에 발생한 검은별무늬병 발병도는 각각 18.7과 28.5였으며, 친환경방제구에서 붉은별무늬병이 발생하지 않은 반면에 관행유기재배구에서 붉은별무늬병 발병도는 1.0이었다(Table 6).

우리나라에서 배를 재배하는 대부분의 과원에서는 관행적으로 검은별무늬병을 비롯한 주요 병해충을 방제하기 위하여 다양한 화학약제와 친환경유기농자재를 매년 10회에서 18회 이상 살포하지 않으면 심각한 피해가 발생한다(Kwak 등, 2017). 이 연구의 1차년도 시험결과에서 볼 수 있듯이 화학약제와 친환경유기농자재를 20회 살포한 관행재배과원에서는 검은별무늬병 발병엽율이 8.4%에 불과하였고 붉은별무늬병은 발생하지 않아 배나무 주요 병방제는 성공적으로 이루졌다. 그러나 이에 비해서 친환경유기농자재인 석회유황합제만을 5회 살포한 친환경방제구에서는 78.3%의 검은별무늬병 발병엽율과 11.7%의 붉은별무늬병의 발병엽율을 나타내었다. 이러한 결과는 배를 유기재배할 경우에 적절한 방제수단이 강구되지 않으면 검은별무늬병과 붉은별무늬병에 의해 큰 피해를 입을 수 있음을 시사한다.

Table 5. Comparison of incidences of scab and rust on leaves and fruits of pear trees in organically managed plots using environment-friendly control agents and conventionally managed plots of an organic pear orchard at Hoecheon-myeon, Boseung-gun, Jeonnam Province in 2011

	% Diseased leaves		Disease incidence on fruits	
	Pear scab	**Pear rust**	**Pear scab**	**Pear rust**
Organically managed plots	21.9±3.0	16.2±2.5	5.0±0.5	1.0±0.2
Conventionally managed plots	37.8±1.9	30.9±2.6	6.5±0.4	1.8±0.3

Each value represents the mean±standard deviation of two runs with three replicates each.

Table 6. Comparison of incidences of scab and rust on leaves and fruits of pear trees in organically managed plots using environment-friendly control agents and conventionally managed plots of an organic pear orchard at Hoecheon-myeon, Boseung-gun, Jeonnam Province in 2012

	% Diseased leaves		Disease incidence on fruits	
	Pear scab	**Pear rust**	**Pear scab**	**Pear rust**
Organically managed plots	20.3±2.9	0	18.7±2.9	0
Conventionally managed plots	19.1±2.2	0	28.5±2.6	1.0±0.3

Each value represents the mean±standard deviation of two runs with three replicates each.

1차년도에 친환경방제구에서 친환경유기농자재인 석회유황합제만을 단독으로 5회 살포한 경우에 검은별무늬병과 붉은별무늬병에 대해 만족할 만한 방제효과를 얻을 수 없었기 때문에 2차년도에는 친환경유기농자재인 석회유황합제와 더불어 석회보르도액을 추가하고 파라핀유를 첨가하여 10회 살포한 결과 배나무 잎에 발생한 검은별무늬병과 붉은별무늬병 발병엽율은 각각 21.9%와 16.2%인 반면에 관행적으로 석회유황합제와 석회보르도액을 농가에서 조제하여 8회 살포한 관행유기재배구에서 배나무 잎에 발생한 검은별무늬병과 붉은별무늬병 발병엽율은 각각 37.8%와 30.9%였다. 이러한 결과는 관행유기재배과원에 비해서 친환경방제구에서 배나무 잎에 발생하는 검은별무늬병은 42.1%, 붉은별무늬병은 47.6%의 방제효과가 증대되었음을 나타낸다. 비록 친환경유기농자재인 석회유황합제와 석회보르도액을 8회 살포한 관행유기재배과원에 비해서 친환경방제구에서 두 차례 더 살포했지만 40% 이상의 방제효과가 증대시킨 친환경유기농자재 살포프로그램은 유기재배과원에서 적용할 가치가 충분한 결과로 판단된다.

또한 2차년도인 2011년 친환경방제구에서 배나무 과실에 발생한 검은별무늬병과 붉은별무늬병 발병도는 각각 5.0과 1.0인 반면에 관행유기재배구에서 배나무 과실에 발생한 검은별무늬병과 붉은별무늬병 발병도는 각각 6.5와 1.8이었다. 이러한 결과는 관행유기재배과원에 비해서 친환경방제구에서 배나무 잎에 발생하는 검은별무늬병은 30.0%, 붉은별무늬병은 44.4%의 방제효과가 증대되었음을 나타낸다. 비록 배나무 과실에서 검은별무늬병과 붉은별무늬병의 발병도가 모두 낮았지만 배나무 잎에서 얻었던 경향치와 크게 다르지 않기 때문에 2차년도에 시도한 친환경유기농자재 살포프로그램은 유기재배시 배나무 잎과 과실에서 모두 검은별무늬병과 붉은별무늬병을 효과적으로 제어할 수 있을 것으로 판단된다.

한편 3차년도에 친환경방제구에서는 2차년도에 비해 석회유황합제만을 사용하고 살포횟수를 2회 줄이되 기상조건을 고려하여 강우 전후에 8회 살포하였을 때에도 배나무 잎에 발생한 검은별무늬병 발병엽율은 20.3%로 2차년도의 검은별무늬병 발병엽율과 비슷하게 나타나서 친환경유기농자재 석회유황합제만을 사용해도 기상조건을 고려하여 살포하면 유기재배시 살포횟수도 줄여나갈 수 있을 것으로 전망된다. Yoon 등(2010)도 기상과 연계하여 정밀하게 예찰하고 친환경유기농자재를 적기에 사용하면 배나무에 발생하는 검은별무늬병과 붉은별무늬병을 방제할 수 있음을 보고하였다. 더구나 3차년도 친환경방제구와 관행유기재배구에서 배나무 과실에 발생한 검은별무늬병 발병도는 각각 18.7과 28.5로 친환경방제구에서 관행유기재배구에 비해 34.4%의 방제효과가 증대되어 배 유기재배를 위한 주요 병 친환경방제 가능성을 뒷받침해 준다. 이와 유사하게 Choi 등(2010b)도 유기재배 사과 과원에서 석회유황합제와 석회보르도액 살포가 사과나무에 발생하는 주요 병인 갈색무늬병, 탄저병과 겹무늬썩음병의 피해를 경감시켰다고 보고하였다.

요 약

배를 유기재배하는 과원에서 문제가 되는 주요 병을 효과적으로 방제할 수 있는 친환경유기농자재 살포프로그램을 도출하기 위하여 친환경유기농자재 살포에 따른 검은별무늬병과 붉은별무늬병에 대한 방제효과를 관행재배와 비교 검정하였다. 석회유황합제와 석회보르도액을 10회 살포한 친환경방제구에서는 관행재배과원에 비해서 잎에 발생하는 검은별무늬병과 붉은별무늬병에 대해 40% 이상의 방제효과를 증대시켰다. 석회유황합제만을 기상조건을 고려하여 강우 전후에 8회 살포한 친환경방제구에서도 관행재배과원에 비해서 과실에 발생하는 검은별무늬병에 대해 30% 이상의 방제효과를 증대시켰다. 배 유기재배시 기상조건을 고려하여 친환경유기농자재 살포시기를 조절하는 친환경방제로 주요 병의 효율적 관리가 가능하리라 전망된다.

Conflicts of Interest

No potential conflict of interest relevant to this article was reported.

Acknowledgement

This study was carried out by a grant (PJ009249) from Rural Development Administration

References

Choi, E, D., Kim, G. H., Lee, Y. S., Jung, J. S., Song, J. H. and Koh, Y. J. 2017. Development of carrot medium suitable for conidia production of *Venturia nashicola*. *Plant Pathol. J.* 33: 75-79.

Choi, H. S., Li, X., Kim, W. S. and Lee, Y. 2010a. Plant environment; comparison of fruit quality and antioxidant compound of "Niitaka" pear trees grown in the organically and conventionally managed systems. *Korean J. Environ. Agric.* 29: 367-373. (In Korean)

Choi, K. H., Lee, D. H., Song, Y. I., Nam, J. C. and Lee, S. W. 2010b. Current status on the occurrence and management of disease, insect and mite pests in the non-chemical or organic cultured apple orchards in Korea. *Korean J. Organic Agric.* 18: 221-232. (In Korean)

Ishii, H. and Yanase, H. 2000. Venturia nashicola, the causal fungus of Japanese and Chinese pears: a species distinct from V. pirina. *Mycol. Res*. 104: 755-759.

Jang, H. I., Han, J. H., Hong, K. H., Choi, J. J., Kang, H. K., Yoon, S. K. et al. 1997. Effects of lime sulfur mixture on fruit set in *Pyrus pyrifolia* N. cv. Niikata. *Hort. Sci. Techol.* 15: 260-261. (In Korean)

Kim, K. C. 2009. Theory of Diagnosis and Control of Pear Diseases. Jun Deign. 562 pp. (In Korean)

Koh, H. S., Sohn, S. H., Lee, Y. S., Koh, Y. J., Song, J. H. and Jung, J. S. 2013. Specific and sensitive detection of *Venturia nashicola*, the scab fungus of Asian pears, by nested PCR. *Plant Pathol. J.* 29: 357-363.

Kwak, Y. S., Min, J. Y., Song, J. H., Kim, M. S., Lee, H. C. and Kim, H. T. 2017. Relationshop of resistance to benzimidazole fungicides with mutation of β-tubulin gene in Venturia nashicola. *Res. Plant Dis.* 23: 150-158.

Park, Y. S., Seo, H. S., Son, D. S., Yu, B. S., Kwon, K. B., Yoon, S. K. et al. 2007. Research on developing the high efficient pesticidal spray program for pear with reduced chemical use. *Hortic. Sci. Technol.* 25 Suppl 1: 109. (Abstract)

Seo, J. K., Park, S. Y., Lee, D. H. and Koh, Y. J. 1996. Ecological studies on the occurrence of pear rust at Sunchon area and its chemical control. *J. Agri. Sci. Res.* 10: 69-76. (In Korean)

Shin, I. S., Hyeon, I. H., Hwang, H. S., Hong, S. S., Cho, K. H. and Cho, H. M. 2004. Screening of scab (*Venturia nashicola*) resistance germplasms in *Pyrus* species. *Hortic. Sci. Technol.* 22: 63-68. (In Korean)

Song, J. H. and Hong, K. H. 2002. Current status of pesticide applications in pear orchards. *Hortic. Sci. Technol.* 20 Suppl 1: 95. (Abstract)

Song, J. H., Lim, K. H., Cho, Y. S. and Lee, H. C. 2013. Current status of pest management and biodiversity in organic pear orchards in Korea. *Korean J. Organic Agric.* 21: 617-627. (In Korean)

The Korean Society of Plant Pathology. 1997. Diagnosis and Control of Apple and Pear Diseases. Gyeongbuk Print Co. 227 pp. (In Korean)

Yoon, D.-H., Park, H.-J. and Nam, K.-W. 2010. Control effect of environmental-friendly organic materials against major pear diseases. *Korean J. Pesticide Sci.* 14: 401-406. (In Korean)