

유기농업자재와 순지르기를 이용한 오이 노균병 방제*

박종원** · 김용기*** · 박소향** · 홍성준*** · 심창기** ·
김민정** · 박종호** · 한은정** · 소현규** · 김석철**

Effect of Organic Materials and the Removal of Apical Shoot on Controlling Cucumber Downy Mildew

Park, Jong-Won · Kim, Yong-Ki · Park, So-Hyang · Hong, Sung-Jun ·
Shim, Chang-Ki · Kim, Min-Jeong · Park, Jong-Ho ·
Han, Eun-Jung · So, Hyun-Gyu · Kim Seok-Cheol

This study investigated the effect of organic materials (Bordeaux, Loess-sulfur) and the removal of apical shoot against downy mildew disease on cucumber cultivated in greenhouse. Five kinds of Bordeaux were made by adjusting mixing ratio of lime and copper sulfate in order to elucidate the optimal combination. The 4-6type Bordeaux was selected as the most effective combination for controlling cucumber downy mildew. Loess-sulfur showed inhibitory activity against cucumber downy mildew, but it was less effective than Bordeaux. It was confirmed that apical shoot cutting could reduce the incidence of cucumber downy mildew disease by 56.3%. When apical shoots of susceptible cucumber variety were cut at different leaf stages, disease incidence by early apical shoot cutting treatment was lower than that of late apical shoot cutting treatment. However in a resistant variety, 'Heuk-ryungsamcheok', disease incidences of all cucumber apical shoot cutting treatments were lower than that of non-cutting treatment, but there was no differences between apical shoot cutting treatments due to low disease incidences. In addition, when organic materials and apical shoot cutting treatment were carried out in parallel, the combined treatments of organic materials and apical shoot cutting showed low disease incidence of cucumber downy mildew compared to untreated control. The lowest disease incidence of cucumber downy mildew was recorded in the combined treatment of 4-6type Bordeaux and apical shoot cutting. This study

* 본 논문은 농촌진흥청 국립농업과학원 기관고유사업(PJ010879)의 지원에 의해 이루어진 것임.

** 농촌진흥청 국립농업과학원 농업환경부 유기농업과

*** Corresponding author, 농촌진흥청 국립농업과학원 농업환경부 유기농업과(yongki@korea.kr)

**** 농촌진흥청 농촌지원국 재해대응과

confirmed that apical shoot cutting can reduce the disease incidence of cucumber downy mildew and the combined treatment of apical shoot cutting and organic materials showed higher suppressive effect against cucumber downy mildew

Key words : *bordeaux*, *cucumber downy mildew*, *Loess-sulfur*, *the removal of apical shoot*

I. 서 론

오이는 박과(Cucurbitaceae)식물에 속하며 재배 중에 주로 노균병, 흰가루병, 역병, 덩굴쪄짐병 등이 발생된다. 오이재배에 있어서 공중습도 관리가 중요한데, 습도가 너무 높게 되면 노균병 발생이 증가된다.

*Pseudoperonospora cubensis*에 의해 발병되는 오이 노균병은 난포자와 분생포자를 형성하는 색조류계(Chromista)의 노균목(Peronosporals)에 속하는 순환물기생균으로 온·습도 등 환경조건이 좋아지면 연중 발생될 수 있으며(Thomas, 1996), 짧은 기간에도 많은 피해를 줄 수 있는 곰팡이병이다. 주로 기온이 20℃ 전후로 비가 많이 오고 습할 때에 발생이 심하며 병든 잎에서는 병원균의 분생포자가 생성되어 전염원으로 작용하여 병이 확대되어 간다(Kim, 1999). 대부분 생육 중·후기에 잎에서 발생하고 초기에는 잎 앞면에 부정형 사각형의 반점이 생기고 엷은 황색을 띄며, 잎 뒷면의 병반은 불투명한 것이 특징이다(NIAST, 1997). 또한 아래 잎에서 먼저 발생한 다음 위 잎으로 진전되며 병반은 엷맥을 경계로 나타난다. 병든 잎은 잘 찢어지고 황갈색을 띄며 잎 뒷면에서는 이슬처럼 보이는 곰팡이가 다량 형성되는데, 흰색 또는 회색으로 보이고 잎은 점차 말라 죽는다(Jo et al., 1997). 오이 노균병은 수량을 80%까지 감소시킬 수 있는 병으로 미국과 유럽, 중국 등에서 수량 손실에 대해서 보고된 바가 있다(Lebeda and Cohen, 2011).

유기합성화학농약의 지속적 사용으로 농업생태계 오염에 대한 소비자들의 관심이 커지면서 화학농약을 사용하지 않고 농작물을 생산할 수 있는 방법이 요구되고 있다. 유럽과 미국에서는 노균병 방제를 위하여 저항성 품종재배, 체계적인 화학농약 처리, 재배적 방법 등이 활용되고 있다(Elizabeth et al., 2011).

유기농 현장에서 병 방제를 위하여 석회보르도액, 황토유황합제 등이 널리 사용되고 있으나 이들 약제는 약효는 우수하나 식물에 약해를 유발하여 사용에 제약이 있다. Shim 등(2014)은 이를 해결하기 위하여 이들 약제에 현미식초를 첨가하여 pH를 낮춤으로써 약해를 경감하면서 약효를 유지할 수 있는 기술을 개발하여 보고하였다.

경종적 방법으로 순지르기가 주경이나 주지의 순을 질러서 그 생장을 억제하고 측지의 발생을 많게 하여 개화·착과·착립을 조장하는 방법으로 과수·과채류·두류 등에서 활용되

고 있고(Chae et al., 2006; Woo et al., 2009), 수박·애호박에서는 품질이 향상되고 증수되는 결과를 보였다고 보고되어 있고(Han et al., 2012; Park et al., 2012), 화단용 숙근초에서는 적심시기에 따라 재개화, 재개화 이후 만개 등에 영향을 미치는 것으로 보고되어 있다(Lim et al., 2011).

따라서 본 연구는 친환경자재인 석회보르도액과 황토유황합제의 오이 노균병 방제효과를 검정하여 우수한 친환경자재를 선발하고, 순지르기에 따른 오이 노균병 발병 억제효과를 검토하고자 수행되었다.

II. 재료 및 방법

1. 재배조건

전라북도 완주군 이서면 소재 농촌진흥청 국립농업과학원 유기농업과 시험포장인 비닐 하우스 1개동(9 m×27 m×5 m)에서 2015년 5~7월에 시험을 실시하였으며 순지르기 위치에 따른 노균병 억제효과 시험은 2016년 5~7월에 실시하였다. 재배 전 토양의 pH는 6.0, EC는 0.52 ds/m, 유기물함량은 1.52%, 유효인산은 74.26 mg/kg이었으며, 칼륨, 칼슘, 마그네슘, 나트륨의 함량은 각각 0.85, 6.48, 1.90, 0.12 cmol(+)/kg이었다. 2015년 시험은 은성백다다기 품종을 공시하였고 정식은 5월 19일에 재식거리 40 cm로 오이 잎이 3~5개 정도일 때 실시하였으며, 2016년 시험은 감수성 품종(미소백다다기)과 저항성 품종(흑룡삼척)을 재배하였고, 정식은 4월 14일에 재식거리 40 cm로 오이 잎이 3~5개 정도일 때 실시하였다. 시험기간 동안 잡초방제를 위하여 비닐멀칭(검정색, 폭 1.8 m)을 하였으며, 추가 제초는 수작업으로 하였다. 관개는 20 cm 간격의 점적공이 있는 1.5 mm 점적호스를 사용하여 하루 1회 또는 2회 관주하였다.

2. 친환경자재 제조 및 농도별 처리효과 조사

석회보르도액은 생석회와 황산구리를 물에 현탁하여 석회유와 황산구리액을 조제한 후, 석회유에 황산구리액을 조금씩 넣어주며 제조하였다(Park, 2010). 최적 석회보르도액을 선정하기 위하여 생석회와 황산구리의 배합비율을 4-4, 4-6, 4-8, 6-6, 8-8식으로 석회보르도액을 제조하였다(Table 1). 황토유황합제는 Park (2011)의 방법에 따라 가성소다, 유황, 황토, 부자재(천일염, 천매암)를 순서대로 넣어 제조하였으며, 강알칼리에 대한 약해발생을 없애고자 현미식초(pH 2.57)를 첨가하여 pH를 9.2 정도로 낮추어 500배로 희석하여 사용하였다(Kim et al., 2008; Kim et al., 2013; Paik et al., 2012).

Table 1. Composition of Bordeaux used in this study

Composition		Mixing rate (lime-copper sulfate)				
		4-4	4-6	4-8	6-6	8-8
Water 20L	Copper sulfate (g)	80	80	80	120	160
	Lime (g)	80	120	160	120	160

친환경자재 처리는 노균병이 발생한 7월 초에 치료 위주로 처리한 다음, 1주당 5엽씩, 5주, 3반복으로 병반면적률을 조사하여 방제효과를 평가하였다. 친환경 자재처리에 따른 약해유무는 처리 후 1, 3, 5일 후에 잎, 줄기, 과일에 나타나는 약해여부를 달관으로 조사하였다.

3. 순지르기 처리효과 조사

순지르기 시험은 두 번에 걸쳐 실시되었다. 제1시험에서는 2015년 6월 하순에 순지르기가 노균병 발병에 어떠한 영향을 미치는지 알아보기 위하여 비닐하우스에서 15엽을 남기고 순을 제거한 후 순지르기 유무에 따른 발병정도를 1주당 5엽씩 10주에서 3반복 조사하였다.

제2시험에서는 2016년 6월 중순에 감수성 품종과 저항성 품종을 공시하여 순지르기 위치에 따른 차이점을 알아보기 위해 비닐하우스에서 순지르기 시기(본엽 20엽, 23엽, 25엽)를 다르게 하여 시험하였고 그에 따른 발병정도를 1주당 5엽씩 10주 3반복으로 조사하였다.

4. 유기농업자재와 순지르기를 병행 처리시 노균병 방제효과 조사

순지르기는 앞에서 언급한 방법과 같이 2015년 6월 하순 비닐하우스에서 15엽을 남기고 실시하였으며, 순지르기 후 8일에 석회보르도액과 황토유황합제를 제조하여 처리하였고, 그에 따른 방제효과를 평가하기 위하여 1주당 5엽씩 5주 3반복으로 병반면적률을 조사하였다.

5. 발병조사

병반면적률은 엽맥을 따라 나타나는 황갈색과 괴저되는 면적을 전체 잎 면적에 대하여 %로 나타내었고, 방제가는 아래 계산식에 의거하여 산출하였다.

$$\text{방제가(\%)} = \frac{\text{무처리구 병반면적률(\%)} - \text{처리구 병반면적률(\%)}}{\text{무처리구 병반면적률(\%)}} \times 100$$

6. 통계처리

유기농업자재 및 순지르기에 따른 병 발생의 차이는 SAS 통계패키지의 Proc GLM을 이용하여 일원분산분석하였으며, 처리 평균간 비교를 위해 Duncan's Multiple Range Test (DMRT)를 실시하였다.

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 유기농업자재 처리에 따른 노균병 방제효과

본 시험에서 오이 노균병에 대한 석회보르도액 종류 및 황토유황합제의 방제효과를 비닐하우스에서 검정한 결과, 석회보르도액 4-6식과 8-8식의 방제가가 각각 60.0%와 60.9%로 비교적 높은 방제효과를 보였으며, 6-6식은 33.0%로 가장 낮은 방제효과를 보였고, 황토유황합제의 방제가는 40%로 나타났다(Table 2). 석회보르도액은 작물의 엽면에 얇은 막을 형성하고 있다가 불용상태의 구리가 공기 중의 이슬 또는 균의 식물침투 분비액 등에 의하여 가용상태의 구리염으로 되어 병원균과 접하게 되고, 그중 일부가 세포 내로 침투되어 세포막 또는 세포 내의 단백질 등과 결합하여 균의 생리작용을 저해시키거나 세포 내에서 구리이온에 의한 과도한 산화촉진으로 세포의 생리작용을 교란시켜 살균작용을 일으킨다고 보

Table 2. Control effect of five kinds of Bordeaux mixtures and loess-sulfur mixture on the development of cucumber downy mildew in the plastic film house

Treatment ¹⁾	Mixing rate (lime-copper sulfate)	Diseased leaf area (%)				Control value (%)
		I	II	III	Average	
Bordeaux	4-4	4.4	6.3	6.2	5.6 b ²⁾	51.3
Bordeaux	4-6	3.0	5.6	5.2	4.6 b	60.0
Bordeaux	4-8	4.3	7.0	7.8	6.4 b	44.4
Bordeaux	6-6	7.2	5.8	10.2	7.7 ab	33.0
Bordeaux	8-8	5.7	2.8	4.9	4.5 b	60.9
Loess-sulfur (500X)	-	3.6	10.2	6.8	6.9 b	40.0
Untreated check	-	14.6	10.4	9.4	11.5 a	-

¹⁾ Treated curatively after cucumber downy mildew was occurred.

²⁾ The values with the same letter are not significantly different according to Duncan's multiple range test at 5% level.

고된 바가 있다(Fry, 1982; Ware, 1991). 본 시험에서도 병원균과 접촉된 가용상태의 구리염이 오이 노균병의 생리작용을 저해시킴으로써 살균작용이 일어난 것으로 판단된다.

석회보르도액 4-6식과 8-8식의 방제효과는 모두 높았으나 두 약제 간 유의한 차이가 없는 것으로 나타났기 때문에 재료가 적게 들며 처리 후 외관상 약흔이 없는 4-6식을 처리하는 것이 효율적이라 판단된다(Fig. 1). 또한 석회보르도액의 석회성분이 1차적으로 식물체에 약해경감제의 역할을 한다고 보고된 바 있어(Thomson, 1993) 비슷한 효과라면 식물체에 약해를 경감시키기 위한 석회 비율이 높은 4-6식을 사용하는 것이 더 효율적이라 사료된다.

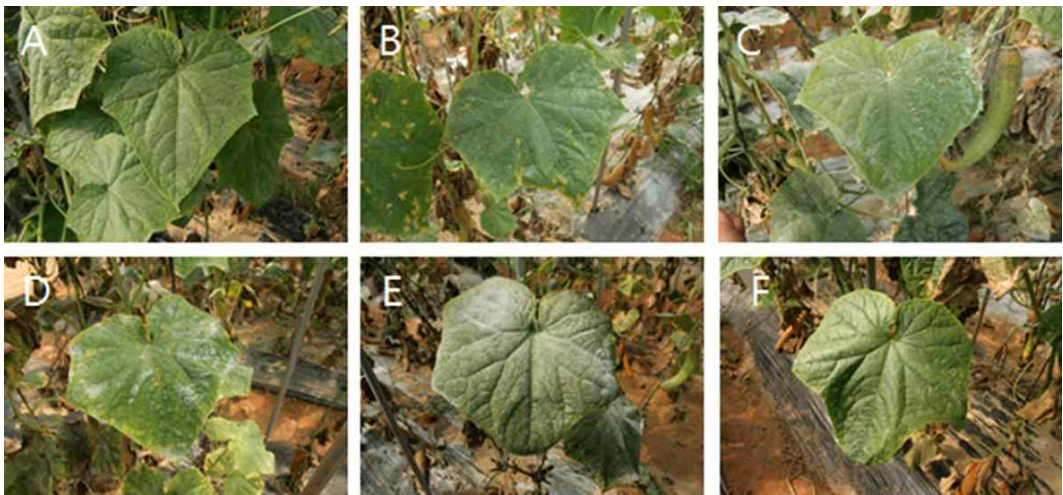


Fig. 1. Symptoms of cucumber downy mildew and the remaining trace of Bordeaux mixtures and loess-sulfur mixture on the sprayed cucumber leaves in the plastic film house.

A: Bordeaux 4-4type, B: Bordeaux 4-6type, C: Bordeaux 4-8type, D: Bordeaux 6-6type, E: Bordeaux 8-8type, F: Loess-sulfur mixture.

황토유황합제 처리에 따른 방제효과는 방제가 40%로 석회보르도액 6-6식 33.0%를 제외한 나머지 석회보르도액보다 4.4~20.9% 낮게 나와 상대적으로 방제효과가 낮음을 알 수 있었다. 5종의 석회보르도액과 황토유황합제 500배액의 약해여부를 조사한 결과, 약해증상을 보이지 않아 이들 유기농업자재는 오이에 대해 비교적 안전한 것으로 나타났다.

유황은 인류가 병해충을 방제하고자 사용한 천연물질 중 하나로 1800년대 프랑스에서 포도 흰가루병을 방제하기 위하여 본격적으로 사용되기 시작하였고(Tabatabai, 1986), 유기농업자재로서 미국, 유럽, 우리나라 등지에서도 사용되고 있다(Ahn, 2010; EPA, 1991; OMRI, 2012). 국내에서는 분말유황을 토양에 직접 시용하였을 때 과채류와 마늘의 품질이 증진되거나 병 방제 효과가 있다는 연구가 보고된 바가 있다(Lee et al., 1993; Kim et al., 2011).

이렇게 병에 대한 억제력이 있는 것으로 보아 다른 병들에 대한 적용 확대시험이 필요할 것

으로 판단되며 작용기작 또한 알려진 바가 없어 앞으로 연구되어야 할 과제라고 생각된다.

2. 순지르기에 따른 노균병 방제효과

순지르기에 따른 오이 노균병 발병 억제효과를 조사한 결과, 무처리구에 비하여 오이 노균병 발생이 56.3% 경감되는 것으로 나타났다(Table 3).

Table 3. Effect of removal of apical shoots on the development of cucumber downy mildew in the plastic film house

Treatment	Diseased leaf area (%) ¹⁾					Control value (%)
	I	II	III	IV	Average	
Removal of apical shoot	0.3	0.7	1.1	0.7	0.7	56.3
No removal	2.8	1.0	1.3	1.1	1.6	-

¹⁾ Investigated on every five leaves of 10 plants per plot.

노균병은 질소가 부족하여 잎이 노랗게 되고 생육이 좋지 않을 때 발생하기 쉽고 질소를 많이 준 것보다는 적게 준 것에서 많이 발생하며 동화양분이 부족하면 발병하기 쉽다는 보고가 있다(Kim, 1999). 따라서 본 시험에서 순을 제거한 오이들은 질소나 동화양분이 주지의 끝(위)으로 가지 않고 측지나 잎 등으로 전류되어 잎이 건전하게 생육됨으로써 노균병 발생이 무처리 보다 적게 발병된 것으로 판단된다.

오이 노균병에 대하여 감수성 품종과 저항성 품종 간에 발병도 차이와 순지르기 위치에 따른 노균병 억제효과를 시험한 결과, 노균병의 병반면적률은 노균병 저항성품종인 ‘흑룡삼척’에서 0.2~3.9%인 반면, 노균병 감수성품종인 ‘미소백다다기’에서 25.0~55.1%로 나타나 품종 간에 큰 차이를 보였다. 저항성 품종은 순지르기 위치에 따라 유의적 차이는 적었으나 무처리 보다는 병반면적률이 적게 나타나는 경향을 보였다(Fig. 2). 감수성 품종에서는 병반면적률이 본엽 20엽기 순지르기 처리에서 25.0%로 가장 적었고 본엽 23엽기 순지르기 처리에서는 43.7%였으며 본엽 25엽기 순지르기에서는 55.1%로 무처리 51.5%와 비슷하게 나타났다. 이것은 오이 잎이 일정시간(잎 전개 후 20~30일)이 지나면 잎의 광합성 능력이 떨어지며 노화되는데(Lee et al., 2013) 이때 먼저 전개된 하위엽들이 쇠약해지면서 발병이 증가하였을 것으로 판단된다. 그러나 오이 잎은 과중시기 및 생육상황 등에 따라 엽수나 잎의 활력이 다를 수 있으므로 순지르기에 따른 노균병 억제효과가 나타나는 엽수의 기준은 상황에 따라 달라질 것이라 생각되며 본 시험에서는 순지르기를 통한 생육조절로 노균병 발병이 억제된다는 것을 알 수 있었다.

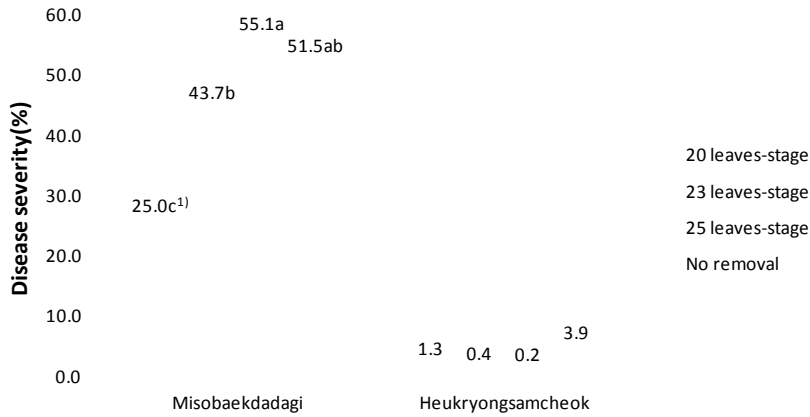


Fig. 2. Cucumber downy mildew inhibiting effect according to the different removal time of apical shoot. Cucumber cultivar ‘Misobaekdadagi’ is susceptible and ‘Heukryongsamcheok’ is resistant against cucumber downy mildew.

¹⁾ The values with the same letter are not significantly different according to Duncan’s multiple range test at 5% level.

3. 유기농업자재와 순지르기 병행 처리에 따른 노균병 방제효과

유기농업자재와 순지르기를 병행 처리하여 노균병의 병반면적률을 조사하였다(Table 4). 석회보르도액, 황토유황합제, 자재 무처리 모두 순지르기를 한 처리구에서 순지르기를 하지 않은 처리구 대비 병반면적률이 적게 나타났다. 자재 무처리구는 순지르기를 한 처리구가 병반면적률 10.1%로 순을 제거하지 않은 처리구 18.8%보다 적었고 황토유황합제 처리구에서는 순을 제거한 처리구가 병반면적률 6.2%로 순을 제거하지 않은 처리구 9.0%보다

Table 4. Effect of the removal of apical shoots and organic materials on the development of downy mildew under plastic film house condition

Organic material	Diseased leaf area (%) ¹⁾	
	Removal of apical shoot	No removal
Bordeaux (4-6type)	5.9 b²⁾	14.9 ab
Loess-sulfur	6.2 b	9.0 b
Control	10.1 ab	18.8 a

¹⁾ Investigated on every five leaves of 10 plants per plot.

²⁾ The values with the same letter are not significantly different according to Duncan’s multiple range test at 5% level.

적었으며 석회보르도액 처리구는 4-6식에서 순을 제거한 처리구가 병반면적률 5.9%로 가장 낮게 나타났다. 따라서 본 시험에서는 유기농업자재와 순지르기를 같이 병행하여 처리하는 것이 오이 노균병 방제에 효율적이라는 것을 알 수 있었다.

IV. 적 요

본 연구는 비닐하우스에서 오이재배 시 유기농업자재(석회보르도액, 황토유황합제)와 순지르기가 노균병 발병에 미치는 영향을 알아보기 위하여 수행되었다. 자재는 석회보르도액과 황토유황합제를 사용하였으며 석회보르도액은 최적농도를 규명하기 위해 석회와 황산구리의 배합비율을 조절하여 5가지를 만들어서 노균병 발생 후 치료위주로 처리하였다. 본 실험을 수행한 결과, 자재 중에서는 4-6식 석회보르도액이 가장 효율적이라는 것을 알 수 있었고 황토유황합제는 석회보르도액보다 효과가 떨어졌으나 병에 대한 억제효과가 있었다. 순지르기가 병 발생억제에 미치는 영향에 있어서는 순지르기를 한 것이 제거하지 않은 것 보다 병 발생이 56.3% 억제되었다. 순지르기시기에 따른 오이 노균병 발생정도는 감수성 품종인 미소백다다기의 경우 순지르기를 할수록 병 발생이 감소되었고 저항성 품종인 흑룡삼적의 경우에는 병 발생이 적어 차이를 보이지 않았다. 또한 유기농업자재와 순지르기를 병행처리 한 결과, 자재와 순지르기 처리를 병행 처리한 처리구가 모두 병반면적률이 낮았으며 그 중에서도 석회보르도액 4-6식이 가장 낮은 병반면적률을 나타내었다. 본 연구를 통해 순지르기가 오이 노균병 억제에 효과가 있고 자재와 함께 병행하여 처리하였을 때 더 효과가 높았음을 알 수 있었다.

[Submitted, October. 31, 2016 ; Revised, November. 13, 2016 ; Accepted, November. 14, 2016]

References

1. Ahn, I. 2010. Setting of evaluation criteria for safety management of organic farming materials in the major OECD nations. Rural Development Administration (RDA) annual report. Korea.
2. Chae, J. C., S. J. Park, B. H. Gang, and S. H. Kim. 2006. Principles of crop cultivation (Hyangmunsa). p. 370.
3. Elizabeth, A. S., L. G. Leah, M. Q. Lina, V. Marina, K. H. Mary, and D. Brad. 2011. The

- cucurbit downy mildew pathogen *Pseudoperonospora cubensis*. Mol. Plant Pathol. 12(3): 217-226.
4. EPA (U.S. Environmental Protection Agency). 1991. Registration Eligibility Document Facts: Sulfur. US EPA, Pesticides and Toxic Substances, (7508W), 738-F-91-110 Washington, DC.
 5. Fry, W. E. 1982. Principles of plant disease management. Academic press, New York.
 6. Han, B. T., J. G. No, H. J. Kang, S. Y. Kim, T. E. Kim, and Y. G. Kim. 2012. A study on field trial of pinching after fruiting on watermelon cultivated under greenhouse. Korean J. Hortic. Sci. Technol. 30(S2): 64-64.
 7. Jo, W. D., W. G. Kim, H. J. Gi, H. S. Choi, S. D. Lee, and Y. C. Choi. 1997. Compendium of vegetable diseases with color plates. Institute of Agricultural Sciences. p. 181.
 8. Kim, D. W., H. S. Lee, and C. E. Jung. 2008. Toxicity of the lime sulfur as a flower thinner of apple the honey bee, *Apis mellifera* L. and other pollinators, Korean J. Apiculture. 23: 43-50.
 9. Kim, G. C. 1999. Theory diagnosis and control of cucurbitaceae crop disease. Jeonnam University Press. p. 201.
 10. Kim, M. J., C. K. Shim, Y. K. Kim, J. H. Park, S. J. Hong, E. J. Han, J. C. Yun, and H. J. Jee. 2013. Comparison of fruit detachment force and fruit characteristics of organically and conventionally cultivated sweet persimmon. J. Agric. Life Sci. 47: 69-79.
 11. Kim, W. S., K. W. Lee, C. G. Lee, J. J. Choi, H. D. Lee, W. M. Yoon, and K. C. Kyung. 2011. Effects of sulfur spray in northern-type garlic (*Allium Sativum* L.), Kor. J. Hortic. Sci. Technol. 29 (suppl. I). p. 65.
 12. Lebeda, A. and Y. Cohen. 2011. Cucurbit downy mildew (*pseudoperonospora cubensis*)-biology, ecology, epidemiology, host-pathogen interaction and control. European J. Plant Pathol. 129: 157-192.
 13. Lee, S. H., C. B. Kim, N. K. Park, S. D. Park, and B. S. Choi. 1993. Effect of sulfur on the yield and some quality of Chinese cabbage. J. Korean Soc. Soil Sci. Fert. 26: 253-258.
 14. Lee, S. G., C. G. Choi, H. J. Lee, G. D. Go, Y. C. Eom, G. C. Seong, G. S. Choi, M. R. Jo, and S. Y. Lee. 2013. Cucumber cultivation (Nongopgisulgiljabi). Rural Development Administration (RDA). p. 37.
 15. Lim, H. J., C. J. Cho, E. H. Kim, and C. H. Lee. 2011. Reflowering pattern of three perennials as bedding plant as influenced by pinching time. The Plant Resources Society of Korea Symposium. 78-78.
 16. National Institute of Agricultural Science and Technology (NIAST). 1977. Compendium of vegetable diseases with color plates. Eds; Sammi press. Seoul. p. 448.

17. OMRI (Organic Materials Review Institute). 2012. OMRI Product List (web edition) (www.omri.org).
18. Paik, M. K., C. K. Shim, J. B. Lee, J. A. Oh, M. H. Jeong, D. H. Kim, M. J. Kim, H. J. Jee, E. J. Choi, and H. J. Cho. 2012. Acute toxicity evaluation of loess-sulfur complex in different pH. *J. of Pesticide Sci.* 16: 369-375.
19. Park, J. H. 2010. Easy-to-follow Organic farming techniques (Dongjinmunhwa Publisher). Rural Development Administration (RDA). pp. 32-33.
20. Park, J. H. 2011. Easy-to-follow Organic farming techniques 2 (Dongjinmunhwa Publisher). Rural Development Administration (RDA). pp. 44-45.
21. Park, J. H., G. J. Lee, J. O. Jeon, S. Y. Nam, S. D. Kim, K. U. Lee, and T. J. Kim. 2012. Effect of continual topping cultivation according to cropping pattern of squash (*Cucurbita moschata*). *Korean J. Hortic. Sci. Technol.* 30: 83-83.
22. Shim, C. K., M. J. Kim, Y. K. Kim, S. J. Hong and S. C. Kim. 2014. Reducing phytotoxic by adjusted pH and control effect of loess-sulfur complex as organic farming material against powdery mildew in tomato. *Korean J. Pestic. Sci.* 18(4): 376-382.
23. Tabatabai, M. A. 1986. Sulfur in agriculture. American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin. p. 688.
24. Thomas, C. E. 1996. Downy mildew. In: Compendium of cucurbit diseases, pp. 25-27. Eds. T. A. Zitter, D. L. Hopkins, & C. E. Thomas. St. Paul; Am. Phytopathol. Soc. Press.
25. Thomson, W. T. 1993. Agricultural chemicals, Book: Fungicides, 1993-1994 Revision. Thomson, Fresno, California.
26. Ware, G. W. 1991. Fundamentals of pesticides: A self-instruction guide. 3rd Ed. Thomson, Fresno, California.
27. Woo, B. Y., W. Sim, W. Y. Jeon, and T. M. Yoon. 2009. Influence of pinch lateral shoots on canopy development and early performance of slender spindle system. *Korean J. Hortic. Sci. Technol.* 27: 110-110.