

인삼에 발생하는 점무늬병의 친환경적 방제를 위한 유기농업자재 선발 및 기 선발된 자재의 효과시험

김우식[†] · 박지성

(주) 한국식물환경연구소

Selection and Control Effect of Environmental Friendly Organic Materials for Controlling the Ginseng Alternaria Blight

Woo Sik Kim[†] and Jee Sung Park

Department of Biological Screening, KPER, Suwon 441-813, Korea.

ABSTRACT : This study was conducted to select environmental friendly organic materials for controlling the ginseng alternaria blight and to evaluate their effects from 2011 to 2012. Alternaria blight is caused by *Alternaria panax* and is the most common ginseng disease in Korea. Environmental friendly organic materials were used to reduce amount of chemical fungicides and the number of spray for control of Ginseng Alternaria leaf blight. In 4 years of ginseng, control value of Alternaria leaf blight by single application of Defenoconazole WP was 82.3% and those of single application was 62.0 ~ 75.9%. Consequently, mixed or alternated application of eco-material products could be recommended as a control method to reduce the amount of fungicides.

Key Words: *Panax ginseng*, Alternaria Blight, Fungicide, *Alternaria panax*

서 언

인삼 (*Panax ginseng* C. A. Meyer)은 북위 30° 에서 48° 지역인 한국을 포함한 중국, 소련의 극동연해주지역과 미국, 캐나다 지역 (*Panax quinquefolium* L.)에서 재배되는 오갈피나무과 인삼속에 속하는 다년생 초본식물로서 한방에서는 그 뿌리를 인삼이라 하며 (Lee, 1994), 재배적지에 대한 선택성이 강하여 기후 및 토질 등 자연환경에 적합하지 않은 곳에서 생육되지 않은 특징을 가지고 있는 작물로 알려져 있다. 또한 인삼은 질병의 치료와 예방을 위해 많이 사용되고 있는 고득약용작물로서 기능성 건강식품으로 많이 소비되어 그 생산량 역시 꾸준하게 증가하고 있다 (Jeong *et al.*, 2004). 인삼은 재배특성상 동일한 경작지에서 최소 4년에서 6년 동안 재배함으로써 인삼 뿌리썩음병, 균핵병, 역병, 인삼 썩어선충 (KSPP, 2009) 등과 같은 토양전염성 병충해와 차광조건하에서의 재배 특성상 인삼 점무늬병, 탄저병, 잿빛곰팡이병등 대한 병해충에

의한 농가에 경제적으로 큰 피해를 주고 있다 (Kim, 2004; Im *et al.*, 2006; Kim *et al.*, 2007). 특히 그중에서 *Alternaria panax*에 의해 발생하는 인삼 점무늬병은 잎과 줄기 그리고 열매에 발생하는 병해로서 인삼을 재배하는 기간 중에 경제적으로 가장 큰 피해를 주는 병해충의 하나로 알려져 있다 (Mok, 2000). 인삼 점무늬병 발생시기는 4월 하순부터 줄기에만 발생하다가 6월 상순 이후부터는 잎과 열매에 발생하고 (Oh, 1981), 7~8월 장마이후 고온다습한 조건에서 대발생하는 경향이 있다 (Kang *et al.*, 2007; Kim *et al.*, 2007). 인삼 점무늬병의 발생시기 및 정도는 강우시기 및 기간, 강우량, 차광막등과 같이 밀접한 관계가 있으며 (Oh *et al.*, 1987), 특히 인삼수령이 저년생보다는 고년생으로 갈수록 병의 발생과 피해가 증가하고 있다 (Cho *et al.*, 1998). 이와 같이 인삼 점무늬병의 발생시기는 지역 또는 매년마다 다르며 발생기간이 길기 때문에 이에 대한 효과적인 방제는 전적으로 농약에 의존하고 있고 화학농약의 살포 횟수 및 사용량이 많

[†]Corresponding author: (Phone) +82-31-292-3681 (E-mail) kim@kper.or.kr

Received 2013 September 11 / 1st Revised 2013 September 23 / 2nd Revised 2013 October 6 / 3th Revised October 12 / Accepted 2013 Revised October 14

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

아 경영비 상승의 원인이 될 뿐만 아니라 (Lee *et al.*, 2009), 인삼의 생산 및 유통단계에서 농약의 안전성 문제로 부적합사례가 빈번히 발생하고 있다 (Quan *et al.*, 2004).

최근에는 화학농약과 화학비료의 과다사용으로 인하여 환경친화적 농업으로의 전환이 중요한 과제로 대두되면서 소비자들도 안전한 친환경농산물에 대한 요구가 점차 커짐에 따라 잔류의 위험성이 없으며 환경에 대한 피해가 적은 생물학적 방제의 연구가 다양하게 이루어지고 있다 (Ahn *et al.*, 2009; Hyen *et al.*, 2009; Jang and Kim, 2011). 이러한 관점에서 선진국들은 최근 천연물로부터 항균활성물질을 탐색하고 이를 이용한 친환경유기농자재 개발에 대한 연구가 활발하게 진행되고 있으며 (Lee *et al.*, 2010), 국내에서도 항균활성물질을 지닌 약용식물의 추출물을 이용해 *in-vitro*에서의 식물병원균의 포자발아 억제나 균사생장 억제 효과에 대한 연구를 진행하였으며 (Jung *et al.*, 2006), 최근에 생물학적 방제와 살균제 혼용등이 농약의 감량법으로 지속가능한 농업에 대한 연구가 활발하게 진행되고 있다 (Li and Choi 2009; Lee *et al.*, 2011, 2012). 또한 살균제와 목초액의 혼용처리를 통한 화학농약 사용량의 50% 감량하는 효과연구 (Lee *et al.*, 2008), 미생물 제제와 화학농약의 혼합 또는 교호처리에 대한 연구 (Lee and Choi, 2009) 결과는 화학농약의 사용량을 절감시킬 수 있는 가능성을 시사하고 있다. 따라서 본 연구에서는 인삼 재배지에서 발생하는 인삼 점무늬병을 친환경적으로 방제할 수 있는 우수한 유기농업자재를 선발하고, 이를 통하여 친환경유기농업자재의 혼합 및 교호처리를 통한 화학농약의 사용량을 절감시킬 수 있는 방제법을 탐색하고자 연구를 수행하였다.

재료 및 방법

본 연구를 위하여 인삼에 발생하는 점무늬병에 대한 공시자재 선발조건은 국내에 등록되어 있는 유기농업자재 중에서 선발하였으며 본 시험에 사용된 공시자재는 유기농업자재로 공시된 자재로써 시중에서 판매되고 있는 제품을 구입하여 포장시험을 수행하였다. 본 시험에 수행된 공시자재는 1년차 포장시험에서의 선발자재는 자몽종자추출물 1종 (GSE, 0.65%), 석회보르도액 1종 (Cu, 32%), 유황 1종 (S, 20%), 규산나트륨 1종 (SiO₄, 1.34%) 총 4종을 선발하였다. 반면 2년차 포장시험에서는 1년차에 선발되지 않았던 *Streptomyces* 계통의 미생물 제제 (*Streptomyces griseofuscus* 3.8 × 10⁴cfu/ml, *lavendulae* 1.0 × 10⁶cfu/ml) 2종과 광물질인 유황에 천매압 (S, 35%), 생석회(S, 80%)의 혼합제 2종, 식물추출물은 매실나무과실추출물과 은행나무잎추출물 혼합제 (Citric acid, 10%, Ginkgolic acid, 10%)와 식물오일류인 로즈마리 오일, 크로버오일, 타임오일의 혼합제의 2종, 규산나트륨 (SiO₄, 1.7%) 등 7종을 선발하여 포장시험을 수행하였다 (Table 1).

유기농업자재의 효과 검정을 위하여 시험포장은 충북 청원 지역내 인삼 재배농가포장에서 본 연구가 수행되었으며, 1년차, 2년차 모두 동일지역 내에 인근 포장내에서 수행되었으며, 작물은 2, 3, 4년생 인삼을 대상으로 선발된 유기농업자재에 대하여 효과시험을 수행하였다.

1. 공시자재에 대한 약제처리

유기농업자재의 효과검정을 위한 공시자재의 포장시험방법

Table 1. List of agents tested in this study (2011, 2012).

Year	Group	Materials Name	A.I* (%)	Recommended Dilution
2011	Environmental friendly organic materials	Grapefruit Seed Extract	GSE 0.65	1,000
		Copper sulphate + Quicklime	Cu 32	500
		Sodium Silicate	SiO ₄ 1.34	250
	Chemical pesticide	Sulfur	S 20	1,000
		Defenoconazole WP	10	2,000
2012	Environmental friendly organic materials	Sulfur + Phyllite	S 35	250
		<i>Streptomyces griseofuscus</i>	3.8 × 10 ⁴ cfu/ml	500
		Prunus mume + Ginkgo biloba leaves	20** (10 + 10)	500
		Sulfur + Quick lime	S 80	500
		Rosemary oil + Clove oil + Thyme oil	38 (18 + 15 + 5)	1,000
	Chemical pesticide	<i>Streptomyces lavendulae</i>	1.0 × 10 ⁶ cfu/ml	500
		Sodium Silicate	SiO ₄ 1.7	1,000
		Defenoconazole WP	10	2,000

*Active ingredient, **Citric acid + Ginkgolic acid (10 + 10%).

Table 2. General information of the application time.

Year	Grop year	Application interval	Application time
2011	3	4 times to 10 days intervals	Before
2011	4	6 times to 7 days intervals	Initial
2012	2	6 times to 10 days intervals	Initial

은 인삼 점무늬병 발생 전과 점무늬병 발병초기로 나누어 공시자재를 처리하였으며, 점무늬병 발생 전 처리는 5월 초순, 점무늬병 발생초기는 5월 하순에 약제처리를 시작하여 6회 처리 하였다. 약제처리방법 1년차 시험인 경우, 인삼의 작물수령과 인삼 점무늬병 발생시기를 달리하였으며 점무늬병 발병 전 (인삼 3년생) 처리는 5월 2일부터 1차 처리를 시작으로 10일 간격으로 4회 경엽처리 하였으며, 병 발병초기 (4년생 인삼)는 5월 26일부터 1차 처리를 시작으로 7일 간격 6회 경엽처리 하였다. 2년차 시험에서는 인삼 점무늬병 발생초기(인삼 2년생)는 6월 19일부터 10일 간격으로 6회 경엽처리하여 포장시험을 수행하였다 (Table 2).

2. 시험약제 살포기구 및 살포량

인삼 점무늬병의 효과검증을 위하여 공시약제 살포기구는 GLP (Good Laboratory Practice)공인 국제 표준 약제 살포기구인 CO₂ 분무기를 사용하였으며, CO₂분무기는 균일한 살포압력, 분무패턴 등 정밀한 약량 결정시험을 위하여 선진국에서는 널리 사용되고 있는 살포기구로 본 시험에 적용하였다. 그리고 본 시험을 수행하기 위하여 처리구당 사용물량은 10 a 면적당 120 ℓ 의 물량을 기준으로 시험구에 경엽살포 하였으며, 살포압력은 35 psi 이었으며, 노즐의 형태는 8002 VS Teejet 를 사용하였으며, 공시자재의 희석배수는 선발된 각각의 공시자재의 추천농도에 준하여 수행하였다.

3. 약제처리시 기상현황

인삼 점무늬병 발병은 기온, 강우시기 및 강우량과 밀접한 연관관계를 가지고 있으며 본 시험수행간의 시험포장내 기상현황을 살펴보면, 먼저 1년차 포장시험인 점무늬병 발병전 처리인 경우는 1차 약제처리인 5월 초순 (처리일자: 5.2)부터 10일 간격으로 총 4회 처리 (5.2, 5.12, 5.22, 6.2)하였으며 4차 처리시 시험포장내 강우로 인하여 1일 지연처리 하였다. 반면 점무늬병 발병초 처리인 경우는 1차 약제처리인 5월 하순 (처리일자: 5.26)부터 7일 간격으로 총 6회 처리 (5.26, 6.2, 6.9, 6.16, 6.23, 7.1) 하였으며, 6차 처리시 시험포장내 강우로 인하여 1일 지연처리 하였다. 그리고 2년차 포장시험은 1차 약제처리인 6월 중순 (처리일자: 6.19)부터 10일 간격으로 총 6회 (6.19, 7.2, 7.12, 7.26, 8.8, 8.18) 처리하였으며, 처리기간 동안 2, 4차 약제처리시 강우로 인하여 각각 3일과 5일 지연

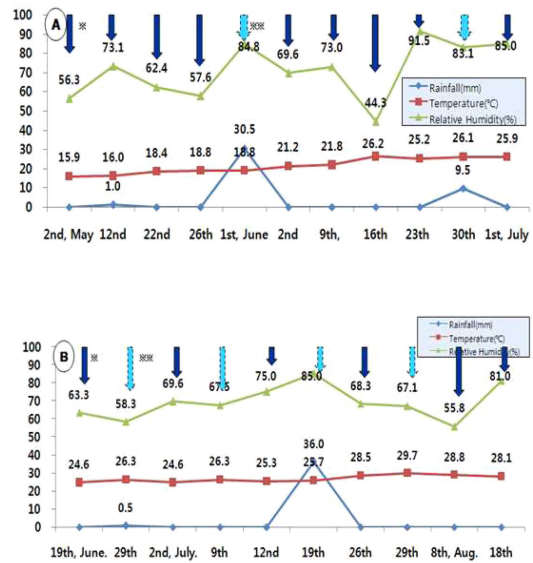


Fig. 1. Weather condition in ginseng field from May to August in 2011 and 2012. The data were obtained from KMA (A; 2011, B; 2012). A; Actual application data, B; Planned application data.

처리 되었고, 6차 공시약제 처리동안 전체적으로 10일 지연처리 되었다 (Fig. 1).

인삼 점무늬병에 대한 유기농업자재의 효과검증을 위하여 시험구 배치는 난괴법 3반복으로 수행하였으며, 효과조사는 시험구내 구당 전체 100엽에 대한 이병엽수를 조사하여 이병엽률로 표기하였으며, 평균간 유의차 검정은 Duncan's multiple range test (DMRT)로 95% 수준에서 유의성을 검정하였다.

결과 및 고찰

본 시험은 인삼 점무늬병의 친환경적 방제를 위한 유기농업자재 선발 및 기 선발된 공시자재에 대한 효과시험을 구명하고자 2011년부터 2012년까지 2년간 인삼을 대상으로 포장시험을 수행하였다.

인삼 점무늬병 방제에 대하여 공시된 유기농업자재에 대한 1년차 포장시험의 인삼 점무늬병 발병 전 (인삼3년생)과 점무늬병 발생초 (인삼4년생) 처리의 포장시험결과에서 인삼 점무늬병 발병전 (인삼 3년생)의 처리에 대한 효과는 무처리에 대한 발병률 (이병엽률)은 23.7%였으며, 대조약제인 화학농약(디페노코나졸 수화제)은 4.0% 발병률을 보였다. 반면에 공시자재인 유기농업자재는 물질에 따라 차이를 보였는데 Copper sulphate + Quicklime (석회보르도액)는 6.3%, Sulfur (유황)는 7.3%로 낮은 발병률을 보였으나, 식물추출물 (Grapefruit Seed Extract)과 광물질 (Sodium Silicate)은 9.0% 이상으로 비교적 높은 발병률을 나타냈다. 공시자재별로 방제효과를 살펴보면

유기농업자재는 화학농약보다는 방제효과가 낮았지만, 본 시험에서는 공시자재중 Copper sulphate + Quicklime (석회보르도액)에서 73.2%로 타 자재에 비해 우수한 효과를 보였으며, Sulfur (유황)는 69.0%로 비교적 높은 방제효과를 보였다. 그러나 식물추출물은 50%대에 낮은 효과를 보였으며 광물질은 62.0%의 방제효과를 보였다. 각각의 공시자재에 대한 통계적 유의성을 검증 결과 각각의 공시자재는 통계적으로 유의성이 있음을 알 수 있었다.

반면 인삼 점무늬병의 발병초기 (인삼 4년생) 처리에 대한 시험결과에서는 무처리에 대한 발병률 (이병엽률)은 26.3%였으며, 대조약제인 화학농약 (디페노코나졸 수화제)은 발병률이 4.7%로 낮은 발병률 보였다. 공시자재인 유기농업자재의 이병엽률은 Copper sulphate+Quicklime (석회보르도액)가 6.3%였으며 Sulfur (유황)와 Grapefruit Seed Extract (식물추출물)는 10%대의 발병률을 나타냈다. 각 공시자재별로 방제효과를 살펴보면 인삼 점무늬병의 발병전 처리시험 결과와 비슷한 결과를 보였으며, 유기농업자재는 화학농약보다는 방제효과가 낮았으나, 본 시험에서의 공시자재 중에서는 Copper sulphate + Quicklime (석회보르도액)에서 75.9%로 타 자재에 비해 우수한 효과를 보였으며 인삼 점무늬병 발생 전 처리 시험결과 보다 우수한 방제효과를 보였으며, Sulfur (유황)이 62.0%로 식물추출물 (Grapefruit Seed Extract)과 비슷한 효과를 보였다. 이는 인삼 점무늬병 발병전 처리와 비교해 보면 약간 낮은 방제효과를 보였으며, 식물추출물은 발병전 처리 보다 약간 높은 방제효과를 보였다. 광물질 원료인 규산나트륨 (Sodium Silicate)은 발병전 처리와 발병초 처리가 비슷한 60%대의 방제효과를 나타냈으며 이는 식물추출물과 비교하여 반대 현상을 보였다. 각각의 공시자재에 대한 통계적 유의성을 분석한 결과 각각의 공시자재에서 통계적으로 유의성을 보였다 (Table 3).

Table 3. Control effect of environmental-friendly organic materials against alternaria blight in 2011.

Environmental friendly organic materials	Before		Initial	
	Disease incidence (%)	Control value** (%)	Disease incidence (%)	Control value* (%)
Grapefruit Seed Extract	9.7 c***	59.2	10.0 b	62.0
Coppersulphate + Quicklime	6.3 ab	73.2	6.3 ab	75.9
Sodium Silicate	9.0 bc	62.0	10.7 b	59.5
Sulfur	7.3 bc	69.0	10.0 b	62.0
Defenoconazole WP	4.0 a	83.1	4.7 a	82.3
Untreated	23.7 d	-	26.3 c	-

*Date of investigation: 17th, Aug, 2011.

**Date of investigation: 22th, Jun, 2011.

***Means followed by the same letters are not differ significantly at 5% level by DMRT

인삼 점무늬병 방제에 대하여 공시된 유기농업자재에 대한 2년차 포장시험은 2년생 인삼을 대상으로 시험을 수행하였다. 본 시험에서의 무처리구에 대한 점무늬병 발병률 (이병엽률)은 39.0%였으며 대조약제인 화학농약 (디페노코나졸 수화제)은 7.3% 발병률을 나타냈다. 반면에 공시자재인 유기농업자재의 인삼 점무늬병 발병률을 살펴보면 Sulfur에 천매암이 포함된 Sulfur + Phyllite이 14.3%, 생식회가 포함된 Sulfur + Quick lime이 15.0%로 Sulfur가 포함된 물질에서 낮은 발병률을 보였으며, 그 다음으로 식물추출물혼합제 (Prunus mume extracts + Ginkgo biloba leaves)과 식물성오일류 혼합제 (Rosemary oil + Clove oil)는 15.0~16.3%의 발병률을 보였다. 반면 미생물제제인 *Streptomyces* 계통의 균주에서는 18.~19.0%의 높은 발병률을 보였다. 그리고 광물질 (Sodium Silicate)에서는 16.0%의 발병률을 보였다. 각각의 공시자재별로 인삼 점무늬병 방제효과를 살펴보면 Sulfur가 포함된 자재인 Sulfur + Phyllite (천매암 포함)는 63.3%, Sulfur + Quicklime에서는 60%대의 방제효과를 보인 반면에 *Streptomyces* 속의 미생물제제는 50%초반대의 낮은 방제효과를 보였다. 또한 식물추출물과 식물성오일류가 포함된 공시자재인 경우에는 50%후반대의 방제효과를 나타냈다. 공시자재에 대한 통계적 유의성을 분석한 결과 공시자재 간에는 통계적으로 유의성이 없었다 (Table 4).

이상의 시험결과를 종합해 보면 고년생 인삼의 점무늬병 발병전 (인삼 3년생)처리와 발병초 처리시 포장시험 결과 모두에서 Copper sulphate + Quicklime (석회보르도액) 방제효과가 73%이상으로 타 공시자재에 비해 우수한 방제효과를 나타냈으며 이는 공시자재가 인삼 점무늬병에 대하여 치료 및 예방적인 효과가 있다고 평가할 수 있다. Jung 등 (2013)은 3년생 인삼 재배시 석회보르도액은 6월 이후 사용해야 약해를 피할 수 있으며, 6월 중순이후 15일 간격으로 처리시 화학적 방제

Table 4. Control effect of environmental-friendly organic materials against alternaria blight in 2012.

Environmental friendly organic materials	Disease incidence (%)	Control value* (%)
Sulfur + Phyllite	14.3 b**	63.3
<i>Streptomyces griseofuscus</i>	19.0 b	51.3
Prunus mume extracts + Ginkgo biloba leaves	16.3 b	58.2
Sulfur + Quick lime	15.0 b	61.5
Rosemary oil + Clove oil	15.7 b	59.7
<i>Streptomyces lavendulae</i>	18.7 b	52.1
Sodium Silicate	16.0 b	59.0
Defenoconazole WP	7.3 a	81.3
Untreated	39.0 c	-

*Date of investigation: 28th, Aug, 2012.

**Means followed by the same letters are not differ significantly at 5% level by DMRT

수준의 점무늬병에 대해 예방효과를 보였다고 하였다. Sulfur (유황)는 단일제형으로 처리시 인삼 점무늬병에 대한 시험결과에서 발생초 처리보다는 발병전 처리에서 효과가 우수하였고, 인삼 점무늬병의 치료 보다는 예방적인 효과를 기대할 수 있었다. 기타 공시자재인 식물추출물과 광물질인 경우는 발병전 처리와 발생초 처리에서 모두 비슷한 결과의 방제효과를 나타냈다. 더불어 두 공시자재에 대하여 주성분함량 및 회석배수 등에 대한 면밀한 검토가 필요할 것이다.

반면에 저년근 (2년생) 인삼의 점무늬병 발병초 시험포장에서는 Sulfur (유황)이 포함된 혼합제 처리시에 인삼 점무늬병이 타 공시자재에 비해 우수한 방제효과를 나타냈으며, 앞에서 기술한 단일제형 처리시 시험결과와 비슷한 방제효과를 보였다. 그러나 미생물제형에 대한 인삼 점무늬병에서는 50% 대의 방제효과로써 타 공시자재 중에서 가장 낮은 방제효과를 보여 세밀한 검토가 필요할 것으로 판단된다. Li 등 (2008)은 미생물제제와 살균제를 혼합 및 교호처리시의 시험결과처럼 인삼 점무늬병 방제효과를 증진시키고 약제의 내성을 억제시키는 결과를 나타내었다. Lee 등 (2012)은 분리된 11종의 길항미생물에서 5 종이 우수한 길항작용을 보였으며, 그 중에 4 종이 인삼 점무늬병에 대하여 우수한 효과를 보였으며 처리시기는 발생초 처리보다는 발병전 처리에서 우수한 결과를 나타내었다. 이는 미생물제제의 방제효과를 높이기 위한 방법으로 이용될 것이며, 또한 미생물제제의 특징인 환경오염 발생 및 안전성 저해 등을 고려한다면 이용이 가능할 것으로 판단된다. 기타 공시자재인 식물추출물, 식물성오일류 및 광물질 등은 회석배수, 처리시기, 주성분함량 등에 대한 종합적인 검토 결과에 따라 인삼 점무늬병의 대한 방제효과를 높일 수 있을 것으로 판단된다. 본 연구에 대하여 향후 유기농인삼재배농가는 인삼 점무늬병의 발생 모니터링을 통한 적기에 방제시기를 판단하고 우수한 유기농업자재를 살포함으로써 인삼 점무늬병을 방제하며, 관행재배 인삼농가에서도 우수한 유기농업자재를 단독, 혼합 및 교호살포함으로써 화학농약의 살포량과 살포횟수를 줄여 농약의 잔류 및 안전성 확보가능하며, 인삼 점무늬병에 대한 방제법으로 이용이 가능할 것이다.

감사의 글

본 연구결과는 농촌진흥청 아젠다과제의 연구비지원(과제번호PJ: 907151022013)에 의해 수행된 결과로 이에 감사드립니다.

LITERATURE CITED

Ahn TJ, Shin YS, Lee SY, Ahn YS, Kim YK, Park CB and Yu SH. (2009). Antifungal activity of impatiens balsamina against ginseng pathogen *Alternaria panax*. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 17:464-469.

Cho JS, Mok SG, and Won JW. (1998). Latest ginseng cultivation. Senjinmuwhasa. Seoul, Korea. p.240.

Hyen GS, Kim SM, Song KC, Yeon BY and Hyen DY. (2009). Establishment of the suitability class in ginseng cultivated lands. Korean Journal of Soil Science and Fertilizer. 42:430-438.

Im MH, Kwon KI, Park KS, Choi DM, Chang MI, Lee KJ, Yun WK, Hong MK and Woo GJ. (2006). Study on reduction factor of residual pesticides in processing of ginseng(1). Korean Journal of Pesticide Science. 10:20-27.

Jang YL and Kim YH. (2011). Biocontrol efficacies of *Bacillus* species against *Cylindrocarpon destructans* causing ginseng root rot. Plant Pathology Journal. 27:333-341.

Jeong YH, Kim JE, Kim JH, Lee YD, Lim CH and Huh JH. (2004). Recent pesticide science. Sigma Press. Seoul, Korea. p.269-278.

Jung GC, Kim CB, Kim DG and Kim BJ. (2006). Isolation of antagonistic bacteria against major diseases in *Panax ginseng* C. A. Meyer. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 14:202-205.

Jung WK, Ahn DJ, Choi JK, Jang MH and Kwon TR. (2013). Effect of spraying lime-bordeaux mixture as concentration and applying time series on growth and disease occurrence of three-year-old ginseng(*Panax ginseng* C. A. Meyer). Korean Journal of Medicinal Crop Science. 21:174-178.

Kang HS, Park DS, Hwang YK, and Kim SM. (2007). Survey on pesticide use by ginseng growers at Gangwon farmland in Korea. Korean Journal of Pesticide Science. 11:131-218.

Kim CH. (2004). Review of disease incidence of major crops in 2003. Research in Plant Disease. 10:1-7.

Kim HJ, Jung SS, Kim DW, Park JS, Rhy J, Bae YK and Yoo SJ. (2007). Investigation into disease and pest incidence of *Panax ginseng* in Jeonbuk province. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 16: 33-38.

Kim JH, Lee SU, Min JY, Bae YS, Shin MU, Kim SB, Yeon CR, Yim JY and Kim HT. (2007). Development of control system with fungicides against diseases of ginseng plant. Research in Plant Disease. 13:164-169.

Korea Society of Plant Pathology. (2009). List of plant disease in Korea. The Korea Society of plant Pathology. Suwon, Korea. p.282-285.

Lee BH, Park YC, Lee SS, Kim YG, Ahn YS and Yu SH. (2011). Studies on outbreak of disease and pests and effect of environmental friendly control materials in *Boxthron* organic cultivation. Korean Journal of Organic Agriculture. 10:385-396.

Lee HJ, Park GC, Lee SH, Bang KH, Park HW, Hyen DY, Kang S. W, Cha SW and Chung IM. (2012). Screening of antifungal *Bacillus* spp. against alternaria blight pathogen(*Alternaria panax*) and anthracnose pathogen(*Colletotrichum gloeosporioides*) of ginseng. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 20:339-344.

Lee JY. (1994). Ginseng and health. Hollym Corporation Publishers. Seoul, Korea. p.104.

Lee SK and Choi JE. (2009). Development of a system for controlling ginseng alternaria leaf blight(*Alternaria panax*) to reduce fungicide application and use. Research in Plant Disease. 15:17-22.

Lee SK, Han JS, Kim HK, Yoon DB and Choi JE. (2008). Control of alternaria leaf blight of ginseng by microbial agent

- and fungicides. *Research in Plant Disease*. 14:102-106.
- Lee SW, Kim GS, Hyen DY, Kim YB, Kang SW and Cha SW.** (2010). Effects of spraying lime-bordeaux mixture on yield, ginsenoside, and 70% ethanol extract contents of 3-year-old ginseng in *Panax ginseng* C. A. Meyer. *Korean Journal of Medicinal Crop Science*. 18:244-247.
- Li XG and Choi JE.** (2009). Development of a system for controlling ginseng alternaria leaf blight(*Alternaria panax*) to reduce fungicide application and use. *Research in Plant Disease*. 15:17-22.
- Li XG, Han SH, Jin XJ, Yin DP and Choi JE.** (2008). Control of alternaria leaf blight of ginseng by microbial agent and fungicide. *Research in Plant Disease* 14:102-106.
- Mok SK.** (2000). Standard cultivation method for ginseng. Rural Development Administration. Suwon. Korea. p.166-169.
- Oh SH.** (1981). Diseases of ginseng: Environmental and host effect on disease outbreak and growth of pathogens. *Korean Journal of Ginseng Research*. 5:73-83.
- Oh SH, Yu YH, Kim YH, Kim GH and Lee JH.** (1987). To sturdy control of main disease to ginseng. *Ginseng Research Report*. Korea Ginseng Tobacco Research Institute. p.144-294.
- Quan L, Li S, Tian S, Xu H, Lin A and Gu L.** (2004). Determination of organochlorine pesticide residue in ginseng root by orthogonal array design soxhlet extraction and gas chromatography. *Chromatographia*. 59:89-93.