

Research Article

Open Access

유탄자재의 인삼 탄저병 억제효과 및 적정 살포 농도

임진수¹, 모황성¹, 이응호¹, 박기춘^{1*}, 정찬문²

¹농촌진흥청 원예특작과학원 인삼특작부 인삼과, ²충북대학교 농업생명환경대학 특용식물학과

Suppressive Effects of Sulfur-containing Compounds on Ginseng Anthracnose (*Colletotrichum gloeosporioides*) and Proper Application Concentration

Jin-Soo Lim¹, Hwang-Sung Mo¹, Eung-Ho Lee¹, Kee-Choon Park^{1*} and Chan-Moon Chung² (¹Department of Herbal Crop Research, NIHHS, Rural Development Administration, Eumseong 369-871, Korea, ²Department of Industrial Plant Science and Technology, Chungbuk National University, Cheongju 361-763, Korea)

Received: 13 January 2015 / Revised: 28 January 2015 / Accepted: 3 February 2015

Copyright © 2015 The Korean Society of Environmental Agriculture

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.

Abstract

BACKGROUND: This study aimed at investigating the effects of sulfur-containing compounds widely used as environment-friendly organic fungicides against ginseng anthracnose, and determining the appropriate application concentration for lowering chemical injury to ginseng leaves. Ginseng anthracnose, caused by *Colletotrichum gloeosporioides*, is a destructive disease that significantly reduces the yield of ginseng.

METHODS AND RESULTS: Ginseng anthracnose, caused by *Colletotrichum gloeosporioides*, is a destructive disease that significantly reduces the yield of ginseng. In a 2-year-old ginseng grown in a pot, treatment with loess-sulfur complex containing 0.06% sulfur and fermented loess-sulfur complex containing 0.13% sulfur did not show any chemical injuries. In order to measure the therapeutic effectiveness, various sulfur-containing compounds were applied to the plants after they were infected with ginseng anthracnose. Treatment with lime sulfur complex (400 dilution) showed the highest ginseng anthracnose control

value, followed by fermented loess-sulfur complex (20 dilution), fermented loess-sulfur complex (40 dilution), and loess-sulfur complex (400 dilution) treatments. These compounds were applied before the outbreak of anthracnose disease in order to measure the preventive effectiveness, and in this case, treatment with fermented loess-sulfur complex (40 dilution) showed the highest control value and it was comparable to the value of the pesticide treatment used as the control in this experiment.

CONCLUSION: Fermented loess-sulfur complex could be recommended as an environment-friendly organic material to control the occurrence of ginseng anthracnose.

Key words: Chemical injury, Fermented loess-sulfur complex, Ginseng anthracnose

서론

인삼(*Panax Ginseng* C.A. Meyer)은 식물체 내에 사포닌 같은 고기능성 물질을 다량 함유 하고 있어 항암작용 같은 약리적인 효능이 다른 작물에 비해 뛰어난 것으로 알려져 있다(Chung *et al.*, 1980; Hwang and Oh, 1984). 인삼은 다른 작물에 비해 내병성이 약하여 병해충에 의한 수량 감소가 아주 크다(Mok, 2000). 농가에서는 병해충을 막기 위하여 농

*Corresponding author: Kee-Choon Park
Phone: +82-43-871-5556; Fax: +82-43-871-5539;
E-mail: kcped2@korea.kr

약을 사용하고 있다(Bae *et al.*, 2005). 최근 들어 소비자들의 인삼 선택 기준은 외형적인 품질뿐만 아니라 농약 잔류독성에 대한 안전성 또한 크게 중요시(Sung *et al.*, 2004)하고 있다. 이와 관련하여 최근 유기농 인삼에 대한 수요 증가와 소비층 확대에 의한 생산 농가의 수가 증가하고 있지만 생산성은 관행재배의 절반에도 못 미치고 있다(Rural development administration 2013, 1-5). 인삼 수량 감소의 주요 원인은 탄저병과 점무늬병(Kim *et al.*, 2008; Kim, 2004a)에 의한 조기낙엽이다. 인삼 탄저병은 *Colletotrichum gloeosporioides*에 의하여 열매와 잎에 주로 발병한다(Kim *et al.*, 2008). Kim 등(2008)에 의하면 탄저병은 인삼에 발생하는 38종 이상의 병해 중 피해를 가장 많이 주는 주요 병해 중의 하나라고 한다. 탄저균의 포자는 바람에 의한 전염은 어렵고 빗물에 혼입된 상태로 물과 함께 이동하여 토양 표면에 존재하다가 빗방울 등에 의해 튀어 줄기 또는 잎으로 전염된다(Bae *et al.*, 2005). Jeffries 등(1990), Madden(1992), Wharton과 Dieguez-Uribeondo(2004)의 보고에 의하면 탄저병의 발생은 강우량, 강우일수, 강우 지속시간, 상대습도, 온도 등의 기상환경과 아주 밀접하여 높은 상대습도와 고온이 지속되는 장마철에 크게 발생한다고 한다. 탄저병은 발생 환경이 좋지 않으면 작물의 조직 내에서 오랫동안 잠복하여 있다가 적합한 환경이 되면 발병하는 특성이 있다고 알려져 있다(Than *et al.*, 2008; Wharton and Dieguez-Uribeondo, 2004). 최근에 많은 연구자들은 화학농약을 대체하기 위하여 천연물에서 추출한 항균활성물질을 이용한 생물학적 방제방법(Jung *et al.*, 2006; Lee *et al.*, 2012)과 친환경 유기농자재(Lee *et al.*, 2010; Kim and Park, 2013)의 이용에 관한 연구를 지속적으로 수행해오고 있다. 유황은 토양 산도의 조절(Kim *et al.*, 2012; Park *et al.*, 2013), 식품의 가공 저장 시의 갈변방지(Kang *et al.*, 2003; Ministry of food and drug safety 2004, 1-379) 등에 활용되며 친환경 농업에서도 병 방제에 많이 사용되고 있는데(Yoon *et al.*, 2010), 특히 흰가루병 방제에 효과적이라고 한다(Lee *et al.*, 2010). 유황은 또한 잣빛곰팡이병과 탄저병의 포자발아 및 균사 생장을 억제한다고 보고하였다(Kwak *et al.*, 2012ab). 유황자재 중 석회유황합제는 주로 병 방제용으로 사용한다. 석회유황합제는 1881년 프랑스에서 포도재배에 처음으로 사용하였다. 석회유황합제는 비용이 저렴하고 살균력과 살충력이 있어 과수 및 원예작물에서도 사용되고 있다(Sung, 2013). 석회유황합제는 제조과정에서 황을 용해하는데 긴 시간이 소요되고 농도장해의 우려가 있어 쉽게 취급할 수 없는 단점이 있다. 황을 녹일 수 있는 방법으로 황토유황합제를 개발하여 보급하고 있으나 황토유황합제는 매우 강한 알칼리성이기 때문에 신초나 꽃을 고사시키며(Paik *et al.*, 2012), 일부 뚝은 감에서도 약해가 발생 된다(Gyoungsangbuk-do agricultural research & extension services 2012, 151)고 한다. 황토유황합제는 간편하게 제조가 가능한 반면 약해 때문에 일부 농가에서는 황토유황합제의 농도를 1/10 정도로 희석 및 발효시켜서 사용한다. 지금까지 황토유황합제와 발효유황합제의

적정 사용농도에 관한 연구 보고는 없는 실정이다.

본 연구는 친환경 재배에서 많이 사용하고 있는 유황자재를 인삼 재배에 사용할 경우 살포 농도에 따른 지상부의 주요 병인 탄저병의 방제 효과를 구명하기 위하여 실시하였다.

재료 및 방법

공시 재료. 황토유황합제(천연영농조합법인)는 100 L 내 열성용기에 유황(미원) 25 kg, 가성소다(영진, NaOH) 20 kg, 황토분말(고창황토) 500 g, 천매암 500 g 및 천일염 1,500 g을 순서대로 넣고 물 50 L를 추가한 후 나무막대로 전체를 고루 천천히 혼합하였다. 이 상태로 그대로 놓으면 저온 시 재결정화가 이루어지므로 안정화하기 위해 물 32 L를 추가하여 총 100 L 부피의 황토유황합제를 제조하였다. 발효 황토유황합제(천연영농조합법인)는 300 L 용기에 물 200 L, 당밀 10 L, 황토유황합제 20 L, 콩 삶은 물 5 L을 혼합하여 각각 제조하였다. 그 혼합물은 기포발생기를 이용하여 3일 동안 균일하게 섞은 후 미생물(효모)액 20 L를 넣고 4일간 발효시켰다. 석회유황합제는 (주)서울환경산업에서 구입하여 시험에 사용하였다.

유황자재의 약해 발생 농도 구명. 생육상태가 일정한 1년근 묘삼을 4월 10일 지름 13 cm, 높이 12 cm의 플라스틱 포트에 식재한 후 탄저병과 점무늬병과 같은 인삼 병해로부터 보호하기 위하여 비가림 하우스에서 재배하였다. 지하수를 이용하여 황토유황합제를 50배액, 100배액, 200배액, 400배액 및 800배액으로, 유황함량이 황토유황합제의 1/10인 발효 황토유황합제는 5배액, 10배액, 20배액, 40배액 및 80배액으로 각각 희석하였다. 5월 30일 오전 10시에 분무기를 이용하여 각 포트 당 준비된 유황자재를 10 ml씩 살포하였다. 살포 전 날 각 화분의 토양수분을 일정하게 맞춰주기 위하여 저면 관수처리를 하였다. 시험구 배치는 완전 임의배치 5반복으로 하였고 약해증상은 유황자재 처리 후 11일에 조사하였다. 약해 발생률은 다음과 같은 식을 이용하여 산출 하였다.

$$\text{농도장해 발생률(\%)} = \text{농도장해 발생엽수} / \text{전체 엽수} \times 100$$

유황자재의 인삼 탄저병 방제 효과. 유황자재가 탄저병에 효과가 있는지를 알아보기와 생육상태가 일정한 1년근 묘삼을 4월 10일 약해시험과 동일한 규격의 포트에 식재한 후 7월 28일까지 하우스에서 재배하였으며, 7월 29일 탄저병이 40% 정도 자연 발병된 국립원예특작과학원 인삼특작부 2년근 연작지 포장으로 옮겨 놓은 후 포트를 토양에 1/3정도 묻었다. 시험은 유황자재의 예방효과와 치료효과로 나누어서 실시하였다. 유황자재의 예방효과 시험은 유황자재를 인삼의 지상부에 살포하여 탄저병이 감염된 포장으로 옮긴 후 8월 1일과 8월 5일에 추가적으로 살포 하였다. 치료효과시험은 탄저병이 발생한 포장에서 생육상태가 일정하고 탄저병이 감염된 식물체를 선별한 후 유황자재를 7월 29일부터 4일 간격으로 3회에 걸쳐 경엽에 살포하였다. 발병조사는 7월 29일, 8월 1

Table 1. Chemical properties of loess-sulfur complex and fermented loess-sulfur complex, and chemical injuries of sulfur-containing compounds to ginseng leaves

Materials	Dilution	Sulfur concentration (%)	pH	EC (dS/m)	Chemical injuries (%) ¹⁾
Loess-sulfur complex	50	0.50	10.6	9.8	30.8±20.9 ²⁾
	100	0.25	10.0	5.2	25.9±33.5
	200	0.13	9.6	3.0	3.4±4.3
	400	0.06	9.4	1.7	0.0
	800	0.03	9.0	1.0	0.0
Fermented loess-sulfur complex	5	0.50	6.8	8.0	44.0±40.8
	10	0.25	6.8	4.7	13.2±10.0
	20	0.13	6.7	2.8	0.0
	40	0.06	6.7	1.6	0.0
	80	0.03	6.5	0.9	0.0

¹⁾ Injured ginseng leaves do not unfurl when the sulfur-containing compounds were applied in early growth stage, and turn brown and then become dry when the sulfur-containing compounds were applied after unfurling of the leaves.

²⁾ Mean±SD: Standard deviation.

일, 8월 5일, 8월 8일에 해부현미경과 광학현미경을 이용하여 탄저포자 및 균사를 확인하여 감염여부를 확인하였다. 처리자재는 황토유황합제(400배액), 발효황토유황합제(20배액, 40배액), 석회유황합제(400배액), 탄저병 방제로 등록된 화학합성 농약 오티바(신젠타 코리아) 1,000배 희석액을 사용하였다. 시험구 배치는 완전 임의배치 3반복으로 하였고 평균간 유의차 검정은 Duncan의 다중검정으로 하였다. 이병률과 방제가 계산은 다음과 같은 식을 이용하여 산출 하였다.

이병률(%)=발병 엽수/전체 엽수×100

방제가(%)=((무처리 발생율-처리구 발생율)/무처리 발생율)×100

결과 및 고찰

유황자재의 약해 발생 농도 구명. 황토유황합제는 강한 알칼리성을 띄고 있는 반면 발효황토유황합제는 약산성을 나타내었다(Table 1). 전기전도도(Electrical Conductivity, EC)는 황토유황합제와 발효황토유황합제가 거의 유사하였다. 유황 농도장해의 증상은 바로 나타나지 않고 약 1주일 후부터 나타나기 시작하였다. 황토유황합제는 유황 농도 50배액(0.5%), 100배액(0.25%), 200배액(0.13%) 처리 구에서 농도장해가 발생하였다. 반면에 발효황토유황합제는 5배액(0.5%), 10배액(0.25%) 처리 구에서 농도장해가 발생되었으나 20배(0.13%)에서는 나타나지 않았다. Paik 등(2012)은 농가에서 제조한 황토유황합제는 병해에 대해 살균효과는 좋지만 강한 알칼리성(pH 13)이기 때문에 작물의 신초나 꽃을 고사시키므로 유황의 약해를 줄이기 위해서는 산도교정이 필요하다고 보고 하였다. 발효황토유황합제는 황토유황합제보다 산도가 낮는데, 원인은 미생물(효모)이 세포 내 이온농도를 조절하는

SHC1 유전자가 있어 pH를 낮추거나(Ha *et al.*, 2002), 미생물을 넣으면 토착 황산염 박테리아의 활성 증가로 인하여 생성된 환원상태의 황이 황토 속에 함유된 중금속과 황화물을 만들면서 산도가 낮아지는 것(Song *et al.*, 2007)으로 추정하였다. 농도장해는 pH와 EC에 의한 영향보다는 오히려 유황 함유농도와 더 밀접한 관계를 보였다(Table 1). Ahn 등(2013)은 7월 이후 고온기에 유황자재를 살포하면 약해가 더 크게 발생한다고 보고 하였다. 흥미롭게도 유황 함유량이 0.13%인 황토유황합제에서는 농도장해가 나타나지만 같은 양의 유황을 함유한 발효황토유황합제에서는 농도장해 증상이 나타나지 않았다. 그러나 본 연구에서는 같은 유황 함량에서 pH와 EC가 장해 발생에 관여하는 것으로 생각되지만 유황자재에 의한 약해 발생의 주원인은 산도나 전기전도도에 의한 영향보다 유황 함량이 더 크게 관여하는 것으로 생각된다.

유황자재의 인삼 탄저병 방제 효과. 인삼의 탄저병 발생 정도는 시간이 지날수록 점차 증가하는 경향을 보였다(Table 2, 3). 처리 후반기인 8월 초순은 고온(평균기온 26℃)과 높은 상대습도 때문에 탄저병의 발생이 크게 증가한 것으로 생각된다. Jeffriese 등(1990), Madden(1992), Wharton과 Dieguez-Urbeondo(2004)의 보고에 따르면 탄저병 발생 정도는 일반적으로 강우량, 강우일수, 강우 지속시간, 상대습도, 온도 등의 기상환경에 의해서 결정된다고 한다. 따라서 인삼의 탄저병 발생 또한 강우량, 상대습도, 온도 등의 기상환경과 아주 밀접한 관계를 나타내는 것으로 생각된다. Azoxystrobin 계열의 농약은 곰팡이의 전자전달계를 교란시켜서 호흡을 억제하게 만들어 발병을 억제시킨다(Sauter *et al.*, 1999; Bartlett *et al.*, 2002). 또한 그 계열의 농약은 적용 병의 범위가 넓기 때문에 현재까지 널리 사용되고 있다. 그러나 Table 2에 나타난 것과 같이 황토유황합제와 발효황토유황합제는 대

Table 2. Suppressive effects of sulfur-containing compounds on ginseng leaves after the anthracnose outbreak

Materials(Dilution)	Disease incidence increase rate (%) ¹⁾				Control value(%) ²⁾
	July, 29	August, 1	August, 5	August, 8	
Chemical pesticide(Ohtipa, Sygenta)	55.5 bc	66.7 b	91.0 d	100.0 a	3.1
Fermented loess-sulfur complex(20 fold)	48.4 b	50.0 a	69.5 b	100.0 a	17.1
Fermented loess-sulfur complex(40 fold)	47.4 b	53.3 ab	69.3 b	98.3 a	17.0
loess-sulfur complex(400 fold)	36.7 a	53.9 ab	80.0 c	100.0 a	16.3
Lime Sulfur complex(400 fold)	46.2 b	48.0 a	58.8 a	100.0 a	21.7
Untreated	60.5 c	70.2 c	92.5 d	100.0 a	

¹⁾ Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at $P=0.05$; Values indicated by the same letter within a column are not significantly different($P<0.05$).

²⁾ Control value (%)=((Incidence rate of untreated control plot - Incidence rate of treatment plot)/Incidence rate of untreated control plot) 100; average control value compared to the untreated.

Table 3. Suppressive effects of sulfur-containing compounds on ginseng leaves before the anthracnose outbreak

Materials(Dilution)	Disease incidence rate (%) ¹⁾				Control value(%) ²⁾
	July, 29	August, 1	August, 5	August, 8	
Chemical pesticide(Ohtipa, Sygenta)	0.0	6.3 a	8.0 a	76.9 b	54.0
Fermented loess-sulfur complex(20 fold)	0.0	21.4 b	40.7 c	92.2 c	22.1
Fermented loess-sulfur complex(40 fold)	0.0	9.2 a	9.2 a	68.9 a	55.9
loess-sulfur complex(400 fold)	0.0	15.7 ab	28.6 b	90.6 c	31.9
Lime Sulfur complex(400 fold)	0.0	22.2 b	26.1 b	75.6 b	37.4
Untreated	0.0	29.7 bc	47.0 cd	93.3 c	

¹⁾ Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at $P=0.05$; Values indicated by the same letter within a column are not significantly different($P<0.05$).

²⁾ Control value (%)=((Incidence rate of untreated control plot-Incidence rate of treatment plot)/Incidence rate of untreated control plot) 100; average control value compared to the untreated.

조구로 사용한 화학농약(Azoxystrobin)에 비해 높은 탄저병 방제효과를 보였다. 이는 Azoxystrobin 계열의 농약은 탄저균사 생장에 낮은 살균활성을 나타낸다고 한 Choi 등(2006)의 보고와 같은 결과로 인삼 탄저병 발병 시 치료제로 사용하기에는 부적합하다고 생각된다. 유황자재 중에 석회유황합제가 치료제로써 가장 큰 방제효과를 보였다. 그 다음으로 발효황토유황합제, 황토유황합제 순으로 방제효과가 높았다. 유황의 강한 알칼리성은 균체나 환부조직을 부식시켜 균체조직을 기계적으로 파괴하고(Kang *et al.*, 2007) 황의 침입을 쉽게 만들며 균체 속에 들어간 황은 cytochrome b dehydrogenase에 의한 양자(proton, H⁺)의 탈취로 cytochrome c의 환원이 저해되어 호흡이 정상적으로 이루어지지 못하고 H₂S가 생성되며 이것에 의해 살균작용을 한다(Jung *et al.*, 2000). 그래서 유황자재 중 가장 강한 알칼리성(pH 12.3)을 나타낸 석회유황합제가 가장 큰 방제효과를 나타낸 것으로 추정된다. 유황자재의 탄저병 예방효과 시험에서(Table 3)는 황토유황합제 400배액(유황 0.063%)과 발효황토유황합제 20배액(유황 0.125%) 처리에서는 예상과 달리 효과가 별로 없었다. Park 등(2012)은 0.08~2.00%의 유황자재는 탄저균의 생장을 억제한다고 하였는데 본시험에서는 발효황토유황합제 40배액

(0.06%)만 효과가 있었으며, 농도가 높은 발효황토유황합제 20배액(0.13%)에서는 높은 이병률을 보였다. 유황은 진균포자의 생장을 막으며 진균에 의한 병을 치료할 수는 없어도 진균 병원체의 확산을 저지하는 역할을 한다(Deardorff and Wadsworth, 2009)고 하였는데, 유황자재 처리가 병의 발생을 조장한 원인으로 농도장해의 가능성을 제시하고 있다. 이러한 사실은 7월 이후 고온기에 유황자재를 살포하면 저온 또는 생육 적온기에 비해 약해의 발생이 많아진다고 한 Ahn 등(2013)의 보고가 이를 뒷받침하고 있다. Azoxystrobin 계열의 농약은 포자형성을 효과적으로 억제하였다(Choi *et al.*, 2006)고 하며 본 시험에서도 대조구로 사용한 화학농약(Azoxystrobin)은 탄저병 예방에 효과가 있었다. 유황농도가 0.063%인 발효황토유황합제 40배액 처리구의 경우는 이병률이 화학농약과 비슷하여 탄저병 예방효과를 기대할 수 있을 것으로 보인다. 8월 5일 처리 이후 이병률이 급격하게 높아졌는데 그 원인은 8월 6일에 비가 내려 탄저병이 급격하게 확산되었기 때문으로 판단된다. 결론적으로 탄저병의 예방적 차원에서는 농도장해가 발생하지 않는 농도인 발효황토유황합제 40배액(유황농도 0.063%)으로 처리해야 효과를 기대할 수 있으며 또한 습도가 높은 이른 아침에 살포하는 것이 약해를

줄일 수 있는 방안이 될 것이다.

적 요

본 연구는 친환경 유기농 살균제로 사용되고 있는 유황자재의 인삼탄저병 방제에 대한 효과와 약해가 발생하지 않는 적정 함량을 조사하는데 목적을 두고 있다. *Colletotrichum gloeosporioides*균에 의해서 발생하는 탄저병은 인삼의 수확량을 급격하게 감소시키는 파괴적인 병이다. 0.06% 황토유황합제와 0.13% 발효황토유황합제를 2년근 인삼에 처리를 했을 때 어떤 약해현상을 찾아 볼 수 없었다. 친환경자재의 치료효과를 알아보기 위해 탄저균을 접종 후에 다양한 친환경자재들을 처리했다. 석회유황합제(400배액)이 가장 높은 방제효과를 보였고 그다음은 발효황토유황합제(20배액), 발효황토유황합제(40배액), 석회유황합제(400배액) 순으로 높았다. 반면에 예방효과를 측정하기 위해서 병원균 접종 전 친환경자재들을 먼저 처리를 했다. 이 경우에는 발효황토유황합제(40배액)이 가장 높은 방제효과를 보였고 또한 대조구로 사용했던 기존농약과 비슷한 방제효과를 보였다. 그러므로 발효황토유황합제는 인삼탄저병을 방제하는 친환경 살균제로 사용할 수 있을 것으로 생각 된다.

Acknowledgement

This study was carried out with the support of "Research Program for Agricultural Science & Technology Development (Project No. PJ907151)", National Institute of Horticultural & Herbal Science, Rural Development Administration, Republic of Korea.

References

- Ahn, D. J., Kwon, T. R. Jung, W. K. Choi, J. K., & Jang, M. H. (2013,5). Effect of growth and disease control as affected by lime-sulfur mixture in ginseng cultivation. Park hui jun. The Korean Journal of Plant Resources, Jeonju.
- Bae, Y. S., Park, B. Y., Kang, S. W., Cha, S. W., Hyun, K. S., Yeun, B. Y., Ahn, T. J., Lee, S. W., Hyun, D. Y., Kim, Y. C., Chung, K.C., Kim, S.K., & Han, M.J. (2005). Handbook of ginseng diseases and pests. Suwon: National Institute of Crop Science Press.
- Bartlett, D. W., Clough, J. M., Godwin, J. R., Hall, A. A., Hamer, M., & Parr-Dobrzanski, B. (2002). The strobilurin fungicides. Pest management science, 58(7), 649-662.
- Choi, Y. H., Kim H. T., Kim J. C., Jang K. S., Cho K. Y., & Choi, G. J. (2006). In vitro antifungal activities of 13 fungicides against pepper anthracnose fungi. The Korean Journal of Pesticide Science, 10(1), 36-42.
- Chung, N. J., & Koo, J. H. (1980). Biochemical study of some pharmacological effects of Panax ginseng C.A. Meyer. Korean Biochem. J. 13(2), 63-80.
- Deardorff, D., & Wadsworth, K. (2011). What's wrong with My plant?. An, U.J(Ed). Seoul: Gimmyungsa press.
- Dichter, T. W., & Harper, M. (2007). What's wrong with microfinance?. Rugby: Practical Action Publishing.
- Ha, S. G., Jeon, J. C., & Choi, E. Y. (2002). Regulation of intracellular pH by SHC1 in *Saccharomyces cerevisiae*, The Korean Journal of Microbiology. 38(3), 168- 172.
- Hwang, W. I., & Oh, S. K. (1984). A study on the anticancer activities of lipid soluble ginseng extract and ginseng saponin derivatives against some cancer cells. Journal of Ginseng Research, 8(2), 153-166.
- Jeffries, P., Dodd, J. C., Jeger, M. J., & Plumbley, R. A. (1990). The biology and control of *Colletotrichum* species on tropical fruit crops. Plant Pathology, 39(3), 343-366.
- Chung, K. C., Kim, C. B., Kim, D. K., & Kim, B. J. (2006). Isolation of Antagonistic Bacteria against Major Diseases in Panax ginseng C.A. Meyer. The Korean Journal of Medicinal Crop Science, 14(4), 202-205
- Jung, Y. H., Kim, J. E., Kim, J. H., Lee, Y. D., Lim, C. H., & Heu, J. H. (2000). Pesticide Studies (p.75). Seoul: Sigma press.
- Kang, K. J., Oh G. S., Go, Y. S., Seo, I. W., Kim, Y. J., & Park, D. H. (2003). Inhibition of enzymatic browning in medical herbs(crude drug materials) by organic acid. The Korean Journal of Food Science and Technology, 35(3), 532-535.
- Kang, H. S., Park, D. S., Hwang, Y. K., & Kim, S. M. (2007). Survey on pesticide use by ginseng growers at Gangwon farmland in Korea. The Korean Journal of Pesticide Science, 11(3), 210-215.
- Kim, C. H. (2004a). Review of disease incidence of major crops in 2003. Research in Plant Disease, 10(1), 1-7.
- Kim, H. J., Jung, S. S., Kim, D. W., Park, J. S., Rhy, J., Bae, Y. K., & Yoo, S. J. (2008). Investigation into disease and pest incidence of Panax ginseng in Jeonbuk province. The Korean Journal of Medicinal Crop Science, 16(1), 33-38.
- Kim, J. S., Lee, Y. G., Kwon, M., Kim, J. I., Lee, G. J., Lee, J. T., & Ryu, J. S. (2012). Control of common scab of potato caused by *Streptomyces* spp. by soil pH adjustment and crop rotation. Research in Plant Disease. 18(2), 117-122.
- Kim, W. S., & Park, J. S. (2013). Selection and control

- effect of environmental friendly organic materials for controlling the ginseng alternaria blight. The Korean Journal of Medicinal Crop Science, 21(5), 388-393.
- Kwak, Y. K., Kim, I. S., Cho, M. C., Lee, S. C., & Kim, S. (2012a). Growth inhibition effect of environment-friendly agricultural materials in *Botrytis cinerea* in vitro. Journal of Bio-Environment Control, 21(2), 134-139.
- Kwak, Y. K., Kim, I. S., Cho, M. C., Lee, S. C., & Kim, S. (2012b). Growth inhibition effect of environment-friendly farm materials in *Colletotrichum acutatum* in vitro. Journal of Bio-Environment Control. 21(2), 127-133.
- Lee, H. J., Park, G. C., Lee, S. H., Bang, K. H., Park, H. W., Hyen, D. Y., Kang, S. W., Cha, S. W., & Chung, I. M. (2012). Screening of antifungal *Bacillus* spp. against alternaria blight pathogen (*Alternaria panax*) and anthracnose pathogen (*Colletotrichum gloeosporioides*) of ginseng. The Korean Journal of Medicinal Crop Science, 20(5), 339-344.
- Lee, S. W., Kim, G. S., Hyen, D. Y., Kim, Y. B., Kang, S. W., & Cha, S. W. (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. The Korean Journal of Medicinal Crop Science, 18(4), 244-247.
- Madden, L. V., Wilson, L. L., Yang, X., & Ellis, M. A. (1992). Splash dispersal of *Colletotrichum acutatum* and *Phytophthora cactorum* by short-duration simulated rains. Plant Pathology, 41(4), 427-436.
- Mok, S. K. (2000). Standard cultivation method for ginseng (pp.166-169). Suwon: Rural Development Administration Press.
- Paik, M. K., Shim, C. K., Lee, J. B., Oh, J. A., Jeong, M. H., Kim, D. H., Kim, M. J., Jee, H. J., Choi, E. J., & Cho, H. J. (2012). Acute toxicity evaluation of loess-sulfur complex in different pH. The Korean Journal of Pesticide Science, 16(4), 369-375.
- Park, G. S., Kim, S. J., Lee, H. J., & Kim, E. J. (2013). Development of blueberry cultivation manual and cultivation technique under rain shelter. Rural Development Administration Press. Suwon, Korean.
- Sauter, H., Steglich, W., & Anke, T. (1999). Strobilurins: evolution of a new class of active substances. Angewandte Chemie International Edition, 38(10), 1328-1349.
- Song, D. S., Lee, J. U., Ko, I. W., & Kim, K. W. (2007). Study on geochemical behavior of heavy metals by indigenous bacteria in contaminated soil and sediment. Economic and Environment Geology, 40(5), 575-585.
- Sung, I. J. (2013). Studies on the treatment of lime-sulfur complex, decoction, and gel process of ginseng (*Panax ginseng* C. A. Meyer). Ph. D. Thesis, Kangwon National University, Chuncheon.
- Sung, M. H., Lee, D. P., Yu, S. W., Kim, C. M., Park, M. H., Lee, W. J., Mok, S. K., Yang, S. K., & Choi, Y. W. (2004). Effects of WTO/DDA negotiation settlement on ginseng industry and alternatives for improving competitiveness of ginseng industry. Korea Rural Economic Institute. Seoul, Korean, 93-144.
- Than, P. P., Prihastuti, H., Phoulivong, S., Taylor, P. W., & Hyde, K. D. (2008). Chilli anthracnose disease caused by *Colletotrichum* species. Journal of Zhejiang University Science B, 9(10), 764-778.
- Wharton, P. S., & Diéguez-Urbeondo, J. (2004, June). The biology of *Colletotrichum acutatum*. In *Anales del Jardín Botánico de Madrid* (Vol. 61, No. 1, pp. 3-22).
- Yoon, D.H., Park, H.J., & Nam, K.W. (2010). Control effect of environmental-friendly organic materials against major pear diseases. The Korean Journal of Pesticide Science, 14(4), 401-406.