

# 파인 오일과 수산화동 혼합물에 의한 고추 세균점무늬병과 탄저병의 방제 효과

## Protective Activity of the Mixtures of Pine Oil and Copper Hydroxide against Bacterial Spot and Anthracnose on Red Pepper

소재우<sup>1\*</sup> · 한경숙<sup>1</sup> · 이성찬<sup>1</sup> · 이중섭<sup>2</sup> · 박종한<sup>1</sup>

<sup>1</sup>국립원예특작과학원 원예특작환경과, <sup>2</sup>국립원예특작과학원 사과시험장

### \*Corresponding author

Tel : +82-31-290-6243  
Fax : +82-31-290-6259  
E-mail: tipburn@gmail.com

Jae-Woo Soh<sup>1\*</sup>, Kyung-Sook Han<sup>1</sup>, Seong-Chan Lee<sup>1</sup>, Jung-Sup Lee<sup>2</sup> and Jong-Han Park<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Horticultural Environment, National Institute of Horticultural and Herbal Science, Suwon 440-706, Korea

<sup>2</sup>Apple Research Station, National Institute of Horticultural and Herbal Science, Gunwei 716-812, Korea

This research was performed to examine the protective activities of the mixtures of pine oil and copper hydroxide against bacterial spot and anthracnose on pepper plants. As for bacterial spot, the treatment of pine oil alone displayed high disease incidence (59.6%) and low protective effect (28.9%). In comparison, the treatments of mixtures and copper hydroxide alone showed protective activities of 66.8–76.1%. The mixture of pine oil and copper hydroxide (4:1) suppressed the most effectively bacterial spot on pepper. On the other hand, the mixture of pine oil and copper hydroxide (4:1) also showed the strongest protective effect against pepper anthracnose among the 4 treatments tested; its disease incidence and disease control value were 49.8% and 41.7%, respectively. The other treatments showed low protective activities with control values of 7.4–17.1%. These results suggested that the mixture of pine oil and copper hydroxide (4:1) can be used for the environmental-friendly disease control of bacterial spot and anthracnose on pepper.

**Keywords :** Disease incidence on leaves, Mixture of pine oil and copper hydroxide, Protective activity

Received July 2, 2014  
Revised September 17, 2014  
Accepted September 19, 2014

## 서 론

국내에서 보고된 고추의 병은 29종으로 보고되어 있는데 (RDA-Genebank, 2014), 이 중에서 역병, 탄저병, 풋마름병, 세균성 점무늬병, 흰가루병 등이 가장 많은 피해를 주는 것으로 알려져 있다(Myung 등, 2006; Yoon 등, 2014). *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*는 그람 음성의 단간성 세균으로 호기성으로 단극모를 통해 운동성을 지니고 있는데, 고추에서 세균성 점무늬병을 유발한다. 세균성 점무늬병이 발생하면 처음에는 잎에 회갈색의 작은 점무늬가 발생하다가 중심부가 흰색으로 변하게 된다. 병반의 가장자리는 점차 암갈색으로 나타내는

데 그 주변 끝은 황색으로 변한다. 심한 경우 잎 전체가 갈색으로 변하면서 낙엽이 되고, 잎자루와 과경에는 갈색의 원형 반점이 형성되면서 암갈색의 부정형으로 진전된다(Cook, 1975; Lim and Kim, 1994). 고추 탄저병은 *Colletotrichum acutatum*, *Glomerella cingulata*, *C. coccodes*, *C. dematium*, *C. gloeosporioides*, *C. nigrum*, *Gloeosporium piperatum* 등에 의해 발생하는데(Than 등, 2008), 국내에서는 *C. gloeosporioides*와 *C. acutatum*에 의한 고추 과실의 부패에 의한 피해가 주로 발생하고 있다(Park과 Kim, 1992). *Colletotrichum* 속은 자낭 포자와 분생 포자를 형성하는 진균계 자낭균문에 속하는데, 자낭각과 균사의 형태로 월동하다가 주로 여름철 장마기에 분생 포자가 비바람에 의해 전파된다. 따라서 시설 재배보다는 노지 재배에서 탄저병이 심하게 발생하는데, 7월 초순부터 발병하여 수확기까지 계속된다(Kim 등, 2004). 국내 고추에서 *Colletotrichum* 속에 의한 과실에

서 가장 큰 피해가 발생하는데(Park과 Kim, 1992), 처음에는 주로 감염 부위가 수침상으로 약간 함몰되다가 작은 원형 반점이 생겨난다. 탄저병이 진행됨에 따라 병반 주변으로 동심원의 겹무늬 증상이 나타난다. 탄저병이 진전되면서 병반에 황갈색의 포자가 형성되고 더욱 심해지면 위축이 동반하면서 고사하게 된다(Agrios, 2008). 따라서 고추 재배에서 문제되는 세균성 점무늬병과 탄저병 방제를 수많은 화학 농약이 개발되어 사용되고 있다. 최근 친환경 농산물에 대한 소비자 요구가 증대되면서 친환경 자재에 대한 관심이 확대되고 있다. 국내 친환경 육성법에 따라 현재까지 1,202종의 친환경 자재가 등록되어 있는데, 이 가운데 병해충 관리 및 병해충 관리 자재가 256종이 있으며 이 중에서 미생물 제제가 92종, 추출물 및 부산물이 147종, 유황제가 11종 등이 포함되어 있다(RDA, 2014). 그러나 친환경 자재는 화학 농약과 비교해 환경 조건에 따라 안정성과 방제 효과가 대체로 낮아 농가에서 활용하기가 어려운 실정이다(Kim 등, 2011). 이 중에서 수산화 동, 유기황 합제, 중탄산 나트륨, 중탄산나트륨, 탄산칼륨, 과망간산칼륨 등 다양한 무기 친환경 자재가 *C. acutatum*에 의한 고추 탄저병 방제 효과를 구명하고자 연구되어 왔었다(Park 등, 2012). 그 외 pine oil이라는 식물 추출물은 *Botrytis cinerea*와 *Pythium aphenidermatum*, *Fusarium oxysporum*, *Didymella bryoniae*에도 약간의 방제 효과가 있는 것으로 알려져 있다(Steven, 2006). 그렇지만 이들 친환경 자재들은 기내 실험과 달리 포장 실험에서 방제 효과가 극히 낮아져 실제 방제에 많은 어려움이 있다. 따라서 본 연구는 파인 오일과 수산화동 간의 혼용에 의한 고추의 세균성 점무늬병과 탄저병 방제 효과를 실증 검증함으로써 친환경 자재의 활용을 증진시킬 수 있는 방안을 모색하고자 수행하였다.

## 재료 및 방법

**시험 포장 및 시험구 배치.** 고추의 세균성 점무늬병과 탄저병을 실험하기 위해 '슈퍼마니따(Supermanitta, Nongwoo bio, Korea)'를 2월 10일 50공의 육묘용 연결 포트에 파종하여 5월 2일 비닐하우스에 각각의 시험당 750주씩 정식하였다. 모든 처리구는 보통 재배하면서 난괴법으로 설계하여 50주씩 3반복으로 처리하였다.

**공시 균주 및 접종 방법.** 고추의 세균성 점무늬병균은 농촌진흥청 국립원예특작과학원에서 보유하고 있는 *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*를 사용하였다. *X. campestris* pv. *vesicatoria*를 영양 한천 배지(nutrient broth agar, NA)에 접종하여 25°C에서 2일간 배양한 후 현탁액을 만들어 10<sup>6</sup>개·ml<sup>-1</sup>의 농도에 맞춘 후 분무 접종하였다. 접종 후 측창과 가슴기를 이용하여 하우스 내부의 온도 24–28°C와 습도 80–100% 이상을 유지하였다. 고추의 탄저병균은 농촌진흥청 국립원예특작과학원에서 보유하고 있는 *Colletotrichum acutatum*을 사용하였다.

*C. acutatum*을 감자 한천 배지(potato dextrose agar, PDA)에 25°C에서 2일간 배양한 후 현탁액을 만든 후 10<sup>6</sup>개·ml<sup>-1</sup>의 농도에 맞춘 후 분무 접종하였다. 접종 후 측창과 가슴기를 이용하여 하우스 내부의 온도 26–32°C와 습도 80% 수준을 유지하였다.

**공시 약제 및 처리 방법.** 본 실험에서 사용한 친환경 자재는 '파인 오일(pine oil, CAS No. 8002-09-3, EPA)'과 수산화동합제 '코사이드(Kocide, Dongbu-hitek, Korea)를 공시하였다. 대조구는 멸균수를 처리하였고, 파인 오일과 수산화동의 단독 처리는 100%로 처리하였고, 혼용 처리는 파인 오일과 수산화동을 각각 4:1과 8:1의 비율로 하였다. 공시 약제의 처리는 분무 접종후 초기 발병이 시작된 지 2주 후부터 3일 간격으로 2회 살포하였다.

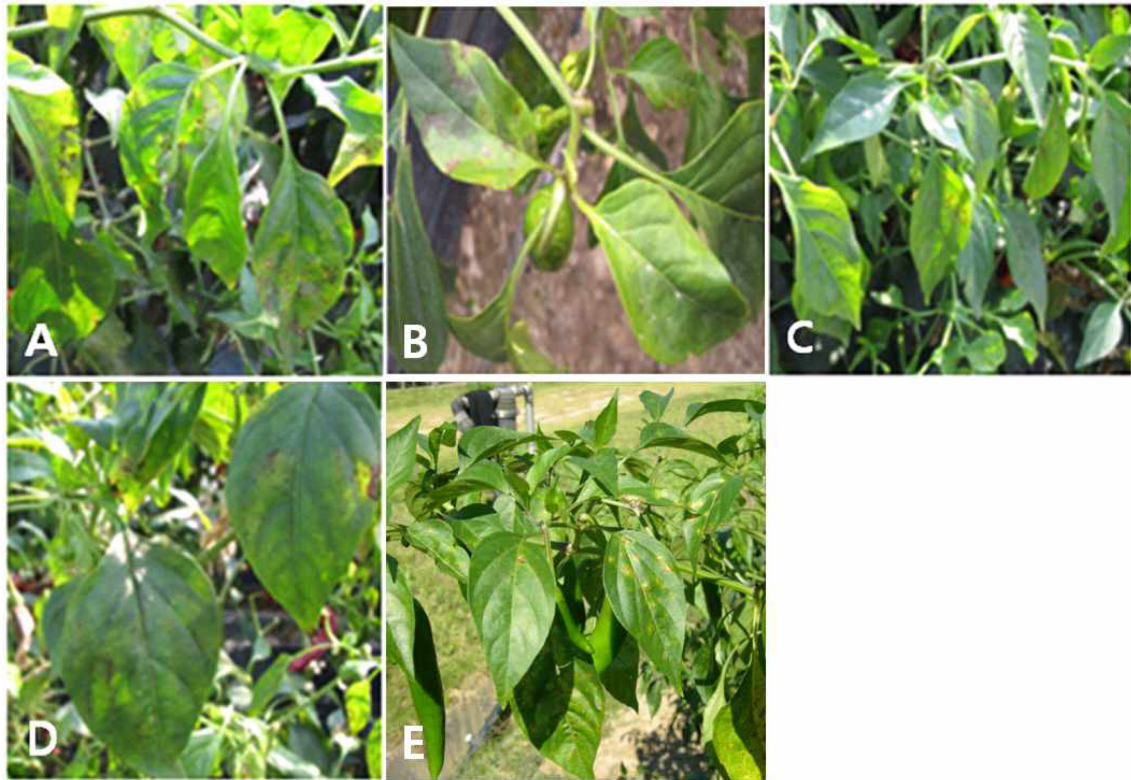
**발병 조사.** 파인 오일과 수산화동의 혼합제 처리에 따른 방제 효과를 검정하기 위한 고추 세균성 점무늬병의 발병엽률은 이병엽수와 전체 엽수를 조사하여 백분율을 산출하였다. 방제 효과는 대조구와 비교한 백분율을 통해 산출하였고, 약해 조사는 살포 후 2주일 동안 경엽과 과실의 발생 여부를 육안 조사하였다. 고추 탄저병의 발병율은 탄저병 발생한 과실수와 전체 과실 수를 조사하여 백분율을 산출하였다. 방제 효과와 약해는 세균성 점무늬병과 동일하게 수행하였다.

**통계 분석.** 각 처리 평균값 비교를 위해 SAS 9.02(statistical analysis system, SAS Institute, USA)를 이용하여 Duncan 검정을 수행하였다.

## 결과 및 고찰

파인 오일과 수산화동 혼합 처리에 의한 세균성 점무늬병에 대한 약제 효과를 검정하기 위해 포장 실험을 수행하였다(Fig. 1). 세균성 점무늬병의 포장 검사에서 육안으로 살펴보면 PK 4:1 혼합 처리가 다른 처리구와 비교하여 줄기, 잎, 과실에서 피해가 현저하게 적었다. 특히 대조구에서 세균성 점무늬병이 발생한 이병주의 개체수가 많고, 그 발병 면적률도 높았다.

상기의 포장 실험에서 세균성 점무늬병의 발병엽률과 방제 효과를 조사하였다(Table 1). 친환경 자재의 세균성 점무늬병 발병엽률을 보면, 대조구 83.8%, 파인 오일 처리 59.6%, PK 4:1 혼합 처리 20.0%, PK 8:1 혼합 처리 27.9%, 수산화 동 처리 23.1%를 나타내어 멸균수만을 처리한 대조구에서 가장 높았고, PK 4:1 혼합과 수산화 동 처리에서 병 발생이 낮았다. 세균성 점무늬병에 대한 방제 효과를 보면, 대조구 0.0%, 파인 오일 처리 28.9%, PK 4:1 혼합 처리 76.1%, PK 8:1 혼합 처리 66.8%, 수산화 동 처리 72.4%를 나타내어 멸균수만 처리한 대조구는 효과가 없었고, PK 4:1 혼합과 수산화 동 처리에서 가장 높았다. 모



**Fig. 1.** Control effect of bacterial spot in field by mixing pine oil and copper hydroxide. **A:** Control, **B:** Treatment of pine oil only, **C:** Mixed pine oil and copper hydroxide in the ratio of four to one, **D:** Mixed pine oil and copper hydroxide in the ratio of eight to one, **E:** Treatment of copper hydroxide only.

**Table 1.** Controlling effect on bacterial spot by mixing pine oil and copper hydroxide

Treatment	Ratio of diseased leaves (%)	Control efficacy (%)	Phytotoxicity (%)
Control <sup>2</sup>	83.8a <sup>1</sup>	0.0d	0.0a
Pine oil only	59.6b	28.9c	0.0a
PK 4 : 1	20.0c	76.1a	0.0a
PK 8 : 1	27.9d	66.8b	0.0a
Copper hydroxide only	23.1c	72.4a	0.0a

<sup>2</sup>The PK is a mixture according to the mixing ratio of each composition of pine oil and copper hydroxide.

<sup>1</sup>The different letters are significantly ( $P < 0.05$ ) different according to Duncan's multiple test.

든 처리구에서 약해는 발생하지 않았다.

그 동안 고추에서 발생하는 병에 대한 친환경 자재 방제 연구는 주로 역병과 탄저병에 국한되어 있었다(Banos 등, 2003). 이들 연구에서 동수화제를 이용한 본엽 4매기의 역병 접종 실험에서 60%의 예방 효과만 있고 치료 효과는 없으며(Park 등, 2012), *Bacillus sp.*나 *Pseudomonas sp.*의 길항 작용을 통한 연구는 기내 실험에 국한되어 방제 효과를 나타내는 것으로 보고

되어 있다(Park 등, 2006). 이번 고추의 세균성 점무늬병에 대한 친환경 자재의 방제 연구는 국내외적으로 처음 보고되는 것으로 파인 오일과 수산화 동의 4:1 혼합과 수산화 동을 처리하였을 때 보다 효과적인 방제가 가능한 것으로 나타났다. 이는 기내 실험이 아닌 포장 실험을 통해 이들 처리에 의해 각각 76.1%와 72.4%의 높은 방제 효과가 검증되었으므로 고추 재배 산지에서 현장 적용이 가능한 실용적 방제 수준이다. 하지만 수산화 동 단독 처리와 비교하여 파인 오일과 수산화 동의 4:1 혼합 처리보다 낮았지만 8:1 혼합 처리는 높게 나타나 파인 오일이 수산화 동의 약효를 증대시켜주는 효과가 불분명하였지만 파인 오일 단독 처리보다는 혼용 처리들이 모두 높게 나타났다. 뿐만 아니라 4:1 혼용 처리에서 방제 효과가 가장 높게 나타나 아직 까지 보고되지 않은 세균성 점무늬병에 대한 친환경 방제 방법으로 현장에서 적용할 수 있을 것으로 생각된다.

파인 오일과 수산화동 혼합 처리에 의한 탄저병에 대한 약제 효과를 검증하기 위해 포장 실험을 수행하였다(Fig. 2). 탄저병의 포장 검사에서 육안으로 살펴보면, PK 4:1 혼합처리가 다른 처리구와 비교하여 고추 탄저병이 발생한 과실수와 개체수가 적어 피해가 적었다. 반면 멸균수만을 처리한 대조구에서 고추 탄저병의 피해는 과실뿐만 아니라 줄기와 잎에도 심하게 발생하였다.





**Fig. 2.** Control effect of anthracnose in field by mixing Pine oil and copper hydroxide. A: Control, B: Treatment of pine oil only, C: Mixed pine oil and copper hydroxide in the ratio of four to one, D: Mixed pine oil and copper hydroxide in the ratio of eight to one, E: Treatment of copper hydroxide only.

**Table 2.** Controlling effect on Anthracnose by mixing pine oil and copper hydroxide

Treatment	Ratio of isease (%)	Control efficacy (%)	Phytotoxicity (%)
Control <sup>z</sup>	85.4a <sup>y</sup>	0.0d	0.0a
Pine oil only	79.1ab	7.4c	0.0a
PK 4:1	49.8c	41.7a	0.0a
PK 8:1	70.7b	17.1b	0.0a
Copper hydroxide only	71.3b	16.5b	0.0a

<sup>z</sup>The PK is a mixture according to the mixing ratio of each composition of pine oil and copper hydroxide.

<sup>y</sup>The different letters are significantly ( $P < 0.05$ ) different according to Duncan's multiple test.

상기의 포장 실험에서 탄저병의 발병률과 방제 효과를 조사하였다(Table 2). 친환경 자재의 탄저병 발생률을 보면, 대조구 85.4%, 파인 오일 처리 79.1%, PK 4:1 혼합 처리 49.8%, PK 8:1 혼합 처리 70.7%, 수산화 동 처리 71.3%를 보여, 멸균수만을 처리한 대조구가 가장 높았고, 파인 오일 4:1 혼합 처리가 가장 낮았다. 탄저병에 대한 방제 효과를 보면, 대조구 0.0%, 파인 오일 처리 7.4%, PK 4:1 혼합 처리 41.7%, PK 8:1 혼합 처리 17.1%, 수산화 동 처리 16.5%로 나타나 PK 4:1 혼합 처리에서 가장 높았고,

대조구에서 가장 낮았다. 모든 처리구에서 약해는 발생하지 않았다. 이상의 결과를 종합하면 고추 탄저병에 대한 파인 오일의 방제 효과는 단독 처리보다는 수산화동을 4:1 혼합 처리하였을 때 세균성 점무늬병과 마찬가지로 가장 효과적인 방제법으로 나타났다.

그동안 고추 탄저병에 대한 친환경 자재의 방제 효과는 가용성 황과 길항 미생물을 이용한 보고가 대부분이었다(Banos 등, 2003). *Colletotrichum acutatum*에 의한 탄저병에 대한 가용성 황의 처리 효과는 상처를 낸 고추 과실의 기내 실험에서 79.9%의 예방 효과와 25.6%의 치료 효과를 보인다고 하였다(Park 등, 2012). *C. gloeosporioides*에 대한 길항 미생물의 길항작용을 구명한 기내 실험에서 토양에서 분리한 *Bacillus* sp. 균주가 가장 효과적이라고 하였다(Park 등, 2012). 하지만 실험은 이들의 기내 실험에서 벗어나 고추 포장에서 파인 오일과 수산화동의 혼합제를 이용한 친환경 방제 효과를 검증한 실험으로 그 의의가 있지만 41.7%로 중간 수준의 방제 효과에 그쳐 방제 효과를 높일 수 있는 친환경 자재의 혼용 방법에 대한 연구가 뒤따라야 할 것이다.

## 요 약

본 연구는 파인 오일과 수산화동의 혼용에 의한 고추의 세균

성 점무늬병과 탄저병에 대한 방제 효과를 구명하고자 수행하였다. 세균성 점무늬병에 대한 방제 효과는 파인 오일만 단독 처리한 경우 발병율 59.6%와 방제 효과 28.9%로 나타났지만 파인 오일과 수산화동을 4:1로 혼용 처리하였을 때 발병율 20.0%와 방제효과 76.1%로 가장 효과적이었다. 탄저병에 대한 방제 효과는 파인 오일만 단독 처리한 경우 발병률 79.1%와 방제 효과 7.4%로 나타났지만 파인 오일과 수산화동을 4:1로 혼용 처리하였을 때 발병률 49.9%와 방제 효과 41.7%로 가장 효과적이었다. 이상의 결과는 고추의 세균성 점무늬병과 탄저병의 발병을 파인 오일과 수산화동을 4:1로 혼용 처리함으로써 친환경적으로 방제할 수 있음을 나타낸다.

## References

- Agrios, G.N. 2008. Plant pathology. Elsevier Academic Press. pp. 487–500.
- Banos, S. B., Lopez, M. H., Molina, E. B. and Wilson, C. L. 2003. Effects of chitosan and plant extracts on growth of *Colletotrichum gloeosporioides*, anthracnose levels and quality of papaya fruit. *Crop Prot.* 22: 1087–1092.
- Cook, A. A. 1975. Effect of low concentrations of *Xanthomonas vesicatoria* infiltrated into pepper leaves. *Phytopathology* 65: 487–489.
- Kim, B. D., Park, H. G. and Kim, Y. H. 2004. Molecular genetics and breeding of chili pepper in Korea: Breeding of varieties to resistant of pepper. *Center for Plant Mol. Genet. Breed. Res.* pp. 1–314.
- Kim, G. H., Park, J. Y., Cha, J. H., Jeon, C. S., Hong, S. J., Kim, Y. H., Hur, J. S. and Koh, Y. J. 2011. Control effect of major fungal diseases of cucumber by mixing of biofungicides registered for control of powdery mildew with other control agents. *Korean J. Pestic. Sci.* 15: 323–328.
- Kwak, Y. K., Kim, I. S., Cho, M. C., Lee, S. C. and Kim, S. 2012. Growth inhibition effect of environment-friendly farm materials in *Colletotrichum acutatum* in vitro. *J. Bio-Environ. Cont.* 21: 127–133.
- Lim, Y. S. and Kim, B. S. 1994. Resistance to bacterial wilt in pepper (*Capsicum annuum* L.). *Korean J. Plant Pathol.* 10: 73–77.
- Myung, I. S., Hong, S. K., Lee, Y. K., Choi, H. W., Shim, H. S., Park, J. W., Park, K. S., Lee, S. Y., Lee, S. D., Lee, S. H., Choi, H. S., Kim, Y. G., Shin, D. B., Ra, D. S., Yeh, W. H., Han, S. S. and Cho, W. D. 2006. Review of disease incidences of major crops of the South Korea in 2005. *Res. Plant Dis.* 12: 153–157. (In Korean)
- Park, K. S. and Kim, C. H. 1992. Identification, distribution and etiological characteristics of anthracnose fungi of red pepper in Korea. *Korean J. Plant Pathol.* 8: 61–69.
- Park, S. M., Jung, H. J. and Yu, D. S. 2006. Screening of an antagonistic bacterium for control of red-pepper anthracnose, *Colletotrichum gloeosporioides*. *J. Life Sci.* 16: 420–426.
- Park, S. J., Kim, G. H., Kim, A. H., Lee, H. L., Gwon, H. W., Kim, J. H., Lee, K. H. and Kim, H. T. 2012. Controlling effect of agricultural organic materials on Phytophthora blight and anthracnose in red pepper. *Res. Plant Dis.* 18:1-9 (In Korean).
- RDA. 2014. Information of agricultural materials. <http://www.rda.go.kr/matEnvofoodDetail.do>.
- RDA-Genebank. 2014. Directory finder of Korean plant pathology name. <http://www.genebank.go.kr>
- Steven, J.S. Variability associated with suppression of gray mold (*Botrytis cinerea*) on geranium by foliar applications of nonaerated and aerated compost teas. *Plant Dis.* 90: 1201–1208.
- Than, P. P., Prihastuti, H., Phoulivong, S., Taylor, P.W. J. and Hyde, K. D. 2008. Chilli anthracnose disease caused by *Colletotrichum* species. *J. Zhejiang Univ. Sci.* 9: 764–778.
- Yoon, D. H., Oh, S. Y., Nam, K. W., Eom, K. C. and Jung, P. K. 2014. Changes of cultivation areas and major disease for spicy vegetables by the change of meteorological factors. *Climate Change Res.* 4: 47–59.