

난황유를 이용한 파프리카 흰가루병 방제

이정한¹ · 한기수¹ · 권영상¹ · 김동길² · 김희규^{1,2*}

¹경상대학교 농업생명과학대학 응용생물환경학과, ²경상대학교 생명과학 연구원

Control of Paprika Powdery Mildew Using Cooking Oil and Yolk Mixture

Jung-Han Lee¹, Ki-Soo Han¹, Young-Sang Kwon¹, Dong-Kil Kim² and Hee-Kyu Kim^{1,2*}

¹Department of Applied Biology & Environmental Sciences, College of Agriculture and Life Sciences, Gyeongsang National University, Jinju 660-701, Korea

²Research Institute of Life Science, Gyeongsang National University, Jinju 660-701, Korea

(Received on May 26, 2008)

Powdery mildew of Paprika caused by *Leveillula taurica* has been a serious problem in greenhouse. It is an unusual endophytic powdery mildew because the mycelia grow inside the leaf, such that the pale yellow lesions on adaxial surfaces appear first and the white powdery lesion/signs develop later on the corresponding to the spots of the abaxial leaf surface, where the conidiophores are typically emerge through the stomatal opening. Although one foliar application of cooking oil and yolk mixture (COY) to the foliage was not practically effective enough, two or three, weekly application of COY to the foliage at either 0.3 or 0.5 % concentration resulted in excellent control against powdery mildew with disease index less/lower than 1, respectively. This treatment could provide protection for three weeks, which, we believe, is not only cost-effective, but also environment-friendly. Powdery mildew fungus was affected by COY treatment quickly which is recognizable in three days. Net photosynthesis and evapotranspiration was remarkably reduced by powdery mildew infection compared to healthy leaves, suggesting that prevention and early protection is the most critical strategy for peak paprika fruit yield. Moreover, COY treatment did not adversely affect the photosynthesis and evapotranspiration of foliages.

Keywords : Cooking oil and yolk mixture, *Leveillula taurica*, Photosynthesis and evapotranspiration, Powdery mildew

*Leveillula taurica*에 의한 고추 흰가루병은 전 세계적으로 문제가 되고 있으며 우리나라에서는 비닐하우스 고추에서 최초 보고되었으며(차 등, 1980) 해마다 비닐하우스 뿐만 아니라 노지재배에서도 많은 피해를 주고 있다. *L. taurica*는 다른 흰가루병균과 달리 내생균사를 형성하는 내부 기생성(Correll 등, 1987)이기 때문에 병든 잎 표면에 표징이 관찰되기 이전 이미 내부에 많은 균사가 발달하여 초기 잎의 앞면에 반점이 생기면서 엽록소가 파괴되어 황색으로 탈색되고 광합성 효율이 떨어지기 때문에 방제 적기를 놓치기 쉽다. 잎자루의 기부에서 이충이 발달하여 낙엽이 되어 초세가 약해져 과실의 착생과 비대가

불량해져 수량이 감소한다(Blazquez, 1976; Reuveni 등, 1974). 또한 넓은 기주범위를 가지고 있는 *L. taurica*는 *Capsicum annum*에 속하는 모든 종에 병원성이 있었고, 특히 파프리카 교배종에는 강한 병원성을 나타낸다는 보고가 있다(Palti, 1988; Dixon, 1978).

우리나라 시설재배 파프리카에 가장 큰 문제가 되고 있는 흰가루병을 방제하기 위하여 유황 훈증이나 살균제 농약을 사용하고 있다. 그러나 유황 및 기타 농약사용은 적기에 적량을 사용하지 않으면 잔류농약으로 인해 수출이 더욱 어려워질 수 있다.

국내에서는 키틴분해 세균인 *Chromobacterium* sp.와 *Lysobacter enzymogenes*의 배양액을 이용하여 흰가루병을 친환경적으로 방제할 수 있는 보고가 있고(Seo 등, 2007), 외국의 경우 무기물인 mono-potassium phosphate, sodium bicarbonate, potassium bicarbonate를 이용한 것과 항균활

*Corresponding author

Phone) +82-55-751-5443, Fax) +82-55-758-5110

E-mail) heekkim@gnu.ac.kr

성을 가지는 *Trichoderma harzianum*과 *T. viride*를 배양하여 여과한 액을 처리하여 병 발생을 감소시킨 결과 보고가 있으나(Fallik 등, 1997; Reuveni 등, 1998) 널리 활용되고 있지는 못하다. 그러므로 친환경적으로 흰가루병을 방제할 수 있는 방법이 시급히 요구되는 실정이다. 최근 친환경제제인 난황유를 상추 흰가루병에 처리하여 90% 이상의 뛰어난 방제효과가 확인되었고 실용화되고 있다(Jee 등, 2008).

본 연구는 농촌진흥청에서 개발된 친환경제제인 난황유(Jee 등, 2005; 2006)를 파프리카에 적용하여 살포농도 및 횟수에 따른 방제효과를 확인하고, 기주식물에 대한 부작용 검정을 위하여 처리 후 증산작용과 광합성 효율에 대해 조사하였다.

재료 및 방법

난황유 조제 및 처리. Jee 등(2008)이 사용한 난황유 제조방법을 변형하여 실험에 사용하였다. 물 20 ml에 계란 노른자를 1개(15 ml)를 넣고 믹서기로 2~3분간 혼화시킨 후 올리브유를 각각 20, 60, 100 ml를 첨가하고 다시 5분 이상 충분히 유화시킨 다음 20 l의 물에 각각을 혼합하여 조제하였다. 이때 식용유 비율은 0.1, 0.3, 0.5% 농도가 되며, 이와 같이 조제한 난황유를 흰가루병이 발생한 파프리카 잎에 분무기를 이용하여 1회, 2회 및 3회 처리구로 각각 나누어 살포하였으며, 2회 처리와 3회 처리는 최초 1회 처리 후 7일 간격으로 살포하였다.

발병도 평가. 파프리카에 나타난 흰가루병의 발병정도 평가는 발생 면적지수로 산출하였다. 병반의 발생 정도에 따라 발병도를 0-9까지 나누었으며 0=발생 없음, 1=병반 면적 5-15%, 3=병반 면적 20-30%, 5=병반 면적 40-50%, 7=병반 면적 60% 이상, 9=흰가루병이 심하여 낙엽이 된 것으로 구분하여 조사하였다. 흰가루병에 감염된 파프리카 잎에 난황유 1회, 2회, 3회 처리구, 무처리구 및 물을 살포하는 대조구에 10반복으로 실시하였다. 방제효과 및 억제 지속효과는 최종 처리 일주일 마다 3주 동안 조사하였다.

전자현미경 관찰. 흰가루병에 대한 난황유 처리효과를 관찰하기 위해 5% 난황유를 흰가루병이 발생한 잎에 처리하여 3일 후 주사전자현미경(Scanning Electron Microscope, Philips XL30 S FEG, Netherland)을 이용하여 50배와 500배에서 비교 관찰하였다.

광합성 수분증산 측정. 이 실험에서 사용한 가장 높은 농도인 5%의 난황유를 처리하여 3일 후 LI-COR 6400(LI-6400)을 이용하여 광합성과 수분증산을 측정하였으며, 난황유를 처리하여 흰가루병이 방제된 부분, 흰가루병이 발

생한 부분, 난황유를 처리한 건전 잎, 난황유를 처리하지 않은 건전 잎으로부터 각각 10개 잎을 반복 조사하였다.

방제가 분석. SAS (SAS Institute, Inc., 1989, Cary, NC) program을 이용하여 ANOVA 분석하였다. 처리 평균간 비교를 위하여 Duncan's multiple range test (DMRT, P=0.05)를 실시하였다.

결과 및 고찰

난황유 처리에 의한 파프리카 흰가루병 방제효과와 억제 지속효과. 난황유 처리에 의한 파프리카 흰가루병의

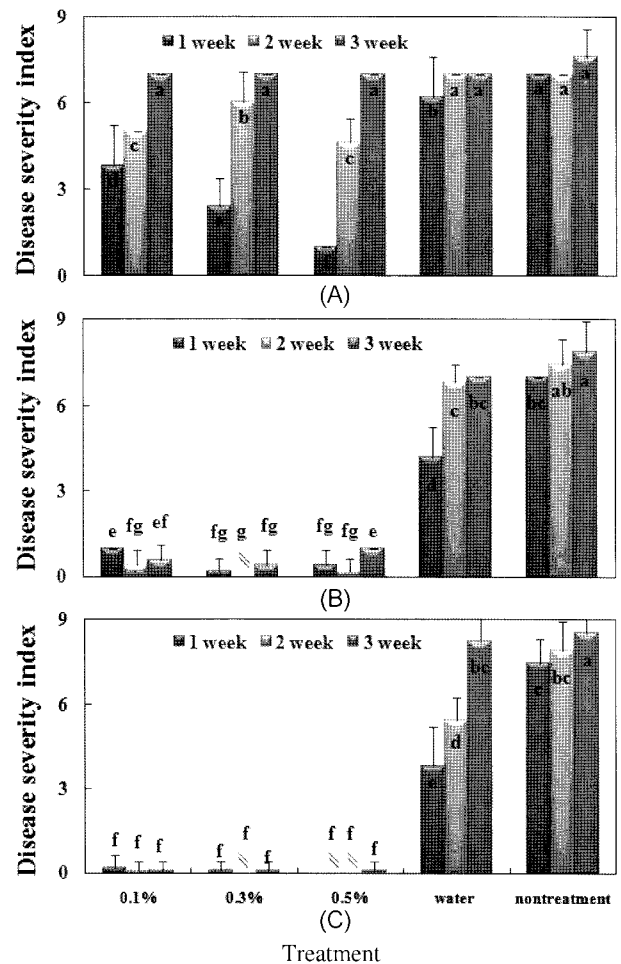


Fig. 1. Effect of cooking oil and yolk mixture on inhibition of hyphal and conidial reproduction of *Leveillula taurica* in Paprika leaves. Spray schedule was single (A), double (B) and triple (C) spraying at weekly interval. Disease severity index was rated in one, two, and three weeks after final treatment respectively. Based on the disease indices of the symptoms and signs 0, no powdery mildew (PM) lesion 1, PM lesion 5-15%; 3, PM lesion 20-30%; 5, PM lesion 40-50%; 7, PM lesion 60%; 9, PM lesion widespread and defoliated. Means followed by the same letter within the column are not significantly different at P=0.05.

방제효과를 알아보기 위해 난황유 처리횟수를 달리했을 때 최종 처리 후 3주 동안 일주일 간격으로 방제효과를 조사하였다. 각 처리구의 발생지수는 COY의 처리효과를 검증하기에 충분하였다. 1회 처리구의 처리농도 0.1, 0.3, 0.5%별 흰가루병 발병지수는 각각 3.8, 2.4, 1로서 0.5% 농도에서만 방제 효과가 약간 있었으며 물을 처리한 대조구에서 6.2로 효과가 없었으며, 무처리구에서는 흰가루병 지수가 7로 낙엽가능성이 있는 것으로 나타났다. 따라서 난황유 1회 처리구는 처리 후 2, 3주 경과되면서 흰가루병 발생 또한 증가하여 무처리구와 비교해 보았을 때 방제효과가 없었다(Fig. 1A). 그러나 난황유 2회 처리(Fig. 1B)와 3회 처리구(Fig. 1C)는 흰가루병 발병지수가 모두 1 이하로 높은 방제율을 보였는데, 난황유 0.1% 2회 처리구와 3회 처리구 각각 발병지수 0.6, 0.1이 조사되었으며, 0.3% 처리구에서는 0.4, 0.1로 조사되었으며, 0.5% 처리구에서는 발병지수 1, 0.1로 각각 나타났다. 2회 처리와 3회 처리구 모두 난황유의 처리농도의 범위 내에서 방제효과가 뛰어난 것을 알 수 있었다. 물을 2회, 3회 처리한 구에서의 병방제 지속효과는 처리 후 1주일간 효과가 있었으나 그 후부터는 방제효과가 떨어지는 것을 관찰할

수 있었다(Fig. 1B, C).

옥수수, 참깨, 땅콩, 해바라기, 콩, 카놀라, 포도씨에서 추출한 식용오일을 Tween 80을 이용하여 물에 0.1%로 유화시켜 흰가루병이 발생한 토마토 잎에 처리하여 2일 후 흰가루병이 발생한 면적을 조사한 결과 발생면적이 70-80% 줄어 들었고, 해바라기유 혼합율을 0.02, 0.05, 0.1, 0.2, 0.5%로 달리하여 토마토 잎에 처리하였을 때 발생면적이 각각 80, 60, 40, 20, 5%로 농도가 높을 수록 방제효과가 높게 나타난다고 알려져 있다(Ko 등, 2003). 또한 카놀라유 및 해바라기유로 만든 난황유 0.3% 용액 단독처리와 난황유에 규산과 칼슘을 혼합처리한 것을 상추 흰가루병 자연발생 후 7일 간격으로 처리하였을 때 흰가루병 방제효과가 무처리구에 비하여 90% 이상 나타난 결과가 보고되어있다(Jee 등, 2008).

본 실험에서도 올리브유와 계란 노른자를 이용하여 조제한 난황유도 마찬가지로 0.1, 0.3, 0.5%로 농도를 달리하여 처리하였을 때 1회 처리했을 때는 농도가 높아질수록 방제효과가 높은 경향이었으나, 7일 간격 2-3회 처리하면 처리농도에 관계없이 방제효과가 높아 실용적인 가치가 인정될 뿐만 아니라, 최소한 3주일간 흰가루병 발생

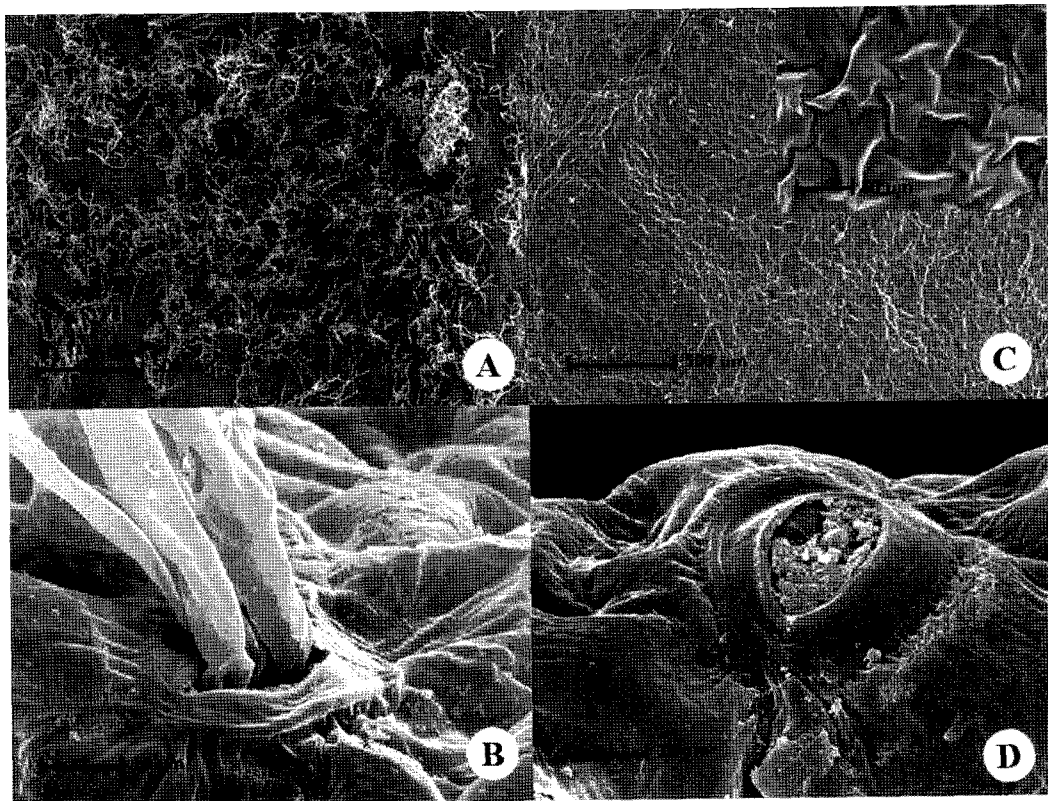


Fig. 2. Scanning electron micrography of paprika leaves infected with *Leveillula taurica*. The surface was covered with mycelium and conidiophores (A), grown out through stomata (B) on leaf untreated with COY. Hyphae of powdery mildew fungus ceased to grow and disappeared (C), which was disintegrated (D) by COY (5%) spray in 3 days.

억제효과가 지속됨을 확인하였다. 흰가루병 균사 및 포자는 공기중에 분포하는 수분을 효율적으로 흡수하여 건조 환경에서도 잘 견디지만 물을 과도하게 흡수하면 팽창하여 터져 버리는 특징을 가지고 있다(Sakurai와 Hirata, 1959). 본 실험에서 난황유의 대조구로 사용한 물 처리구에서도 어느 정도 효과가 있는 듯하였으나 1회 처리구 2주차에는 무처리구와 발병지수가 같아지고 2회, 3회 처리구 역시 시간이 지날수록 발병지수가 높아지는 것을 확인하였다.

난황유 처리에 의한 흰가루병균의 형태. 5% 난황유 처리 3일 후 잎과 흰가루병이 발생한 잎을 주사전자현미경 이용하여 비교 관찰한 결과 난황유 무처리구에는 잎의 표면에 균사 및 포자가 많이 존재하였고(Fig. 2A), 난황유 처리구에서는 균사, 분생포자병 및 포자가 거의 존재하지 않은 것을 확인되었다(Fig. 2C). 이를 확대하였을 때는 흰가루병균의 균사가 기공을 통해 뚫어 나온 것과(Fig. 2B) 대조적으로 흰가루병균의 균사의 생장이 억제되어 균사의 흔적을 찾아볼 수 없는 것을 관찰할 수 있었다(Fig. 2D). 이것은 흰가루병이 발생한 토마토 잎에 기계유를 살포하였을 때 포자 발아나 균사생장을 억제시키고 기형을 만든다는 결과(Ohtsuka와 Nakazawa, 1996)와 일치한다.

난황유 처리에 의한 광합성과 증산작용. 흰가루병에 감염되면 광합성과 증산작용이 크게 감소되었다. 난황유 처리가 파프리카 잎에 미치는 영향을 조사하기 위해 광

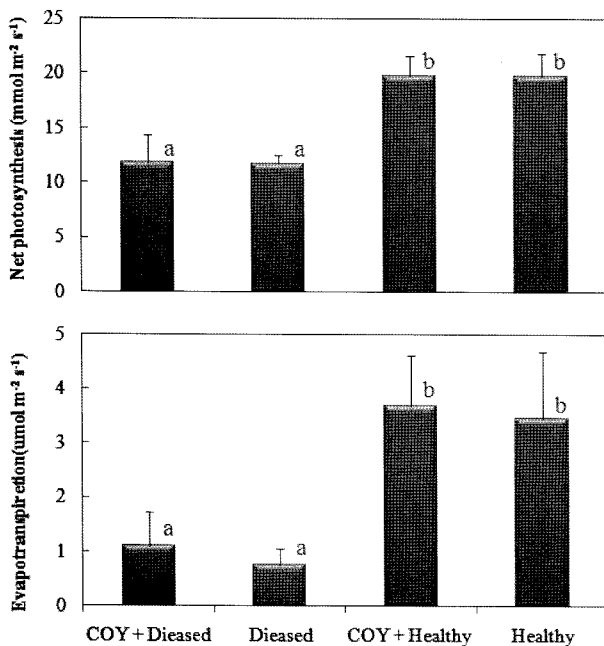


Fig. 3. Effect of COY mixture on the photosynthesis (A) and evapotranspiration of paprika leaves (B). Means followed by the same letter within the column are not significantly different at P=0.05.

합성 효율과 증산작용을 조사한 결과 흰가루병이 발생한 잎의 광합성 효율과 수분증산 능력은 비슷한 경향을 보였으며, 난황유를 처리한 건전 잎과 처리하지 않은 건전 잎의 광합성효율과 수분증산 능력 또한 비슷한 경향을 보였다(Fig. 3). 일반적으로 식물체의 잎 표면에 난황유를 살포하면 기름막이 코팅되어 잎의 광합성 능력이나 수분 증산작용이 억제될 것으로 추측되지만, 실험결과 난황유 처리는 광합성과 증산작용을 전혀 방해하지 않는다는 결과가 나타났다. 파프리카 흰가루병 방제를 위한 난황유의 사용은 친환경적이면서 또한 안전한 것으로 사료된다.

요 약

파프리카 흰가루병(*Leveillula taurica*)은 우리나라 시설 재배에서 아주 심각한 피해를 주는 병해 중의 하나이다. 이 균은 내부 기생성으로 잎의 내부에 균사가 발달한 뒤 잎의 표면에 황화현상이 발생하여 병반이 나타나고, 잎의 뒷면에 있는 기공을 통하여 균사가 외부로 뚫어 나오면서 분생포자를 형성하여 흰가루를 형성한다. 난황유를 0.3, 0.5% 농도로 2, 3회 처리한 시험구에서 발병지수가 1 이하로 아주 우수한 방제효과가 인정되었다. 또한 약 3주간 발병이 억제되는 것을 확인하였다. COY의 처리는 환경 친화적이면서 경비도 저렴하여 활용 가치가 높은 것으로 생각된다. 난황유 처리 3일 후 주사전자현미경을 이용하여 잎의 표면을 관찰한 결과 흰가루병이 대부분 제거되어 아주 빠른 시간에 효과가 나타난다는 것을 일 수 있었으나, 흰가루병에 감염된 잎은 건전 잎에 비하여 광합성과 증산작용이 크게 감소되었다. 따라서 발병을 예방하거나 초기에 발병을 억제하는 것이 최선의 대책으로 판단되었다. 난황유 처리로 인한 잎의 광합성이나 증산작용도 무처리구에 비교하여 아무런 차이가 나지 않아 잎에 해로운 부작용은 없는 것으로 확인되었다.

감사의 글

본 연구 결과는 농촌진흥청의 국책기술개발사업 연구 과제(과제번호: 2007020107000902)로 지원받은 과제로 수행된 것으로 감사를 표합니다.

참고문헌

- Blaquez, C. H. 1976. A powdery mildew of chilli caused by *Oidiopsis* sp. *Phytopathology*. 66: 1155-1157.
- 차재순, 기운계, 조백효, 김기청. 1980. 고추에 발생하는 흰가루병. *한식보호지*. 19: 241-243.

- Correll, J. C., Gordon, T. R. and Elliott, V. J. 1987. Host range, specificity, and biometrical measurements of *Leveillula taurica* in California. *Plant Dis.* 71: 248-251.
- Dixon, G. R. 1978. Powdery mildews of vegetable and allied crops. In: *Spencer DM*, ed. the Powdery mildews. London, UK: Academic Press. 495-524.
- Fallik, E., Ziv, O., Grinberg, S., Alkakai, S. and Klein, J. D. 1997. Bicarbonate solutions control powdery mildew (*Leveillula taurica*) on sweet red pepper and reduce the development of postharvest fruit rotting. *Phytoparasitica.* 25: 41-43.
- Jee, H. J., Shim, C. K., Ryu, K. Y., Jee, B. M., Park, J. H. and Choi, D. H. 2006. Effects of air-circulation fan and egg-yolk and cooking oil mixture on production and control of powdery mildew of lettuce in the greenhouse cultivation. *Plant Pathol. J.* 22: 188.
- Jee, H. J., Shim, C. K., Ryu, K. Y. and Choi, D. H. 2005. Effects of cooking oils on control of powdery mildew of cucumber caused by *Sphaerotheca fuliginea*. *Plant Pathol. J.* 21: 415.
- 지형진, 류경열, 박종호, 최두희, 류갑희, 류재기, 신순선. 2008. 난황유와 공기 순환팬의 상추 흰가루병 방제효과 및 생산에 미치는 영향. *식물병연구* 14: 51-56.
- Ko, W. H., Wang, Y. S., Hsieh, T. F. and Ann, P. J. 2003. Effects of sunflower oil on tomato powdery mildew caused by *Oidium neolycopersici*. *J. Phytopathology.* 151: 144-148.
- Ohtsuka, N. and Nakazawa, Y. 1996. Influence of machine oil on conidia and hyphae of cucumber powdery mildew fungus, *Sphaerotheca fuliginea*. *Ann. Phytopathol. Soc. Jpn.* 57: 598-602.
- Palti, J. 1988. The *Leveillula* mildews. *Botanical Review.* 54: 423-535.
- Reuveni, R., Dor, G. and Reuveni, M. 1998. Local and systemic control of powdery mildew (*Leveillula taurica*) on pepper plants by foliar spray of mono-potassium phosphate. *Crop Prot.* 17: 703-709.
- Reuveni, R., Peri, M. and Rotem, J. 1974. The effect of *Leveillula taurica* on leaf abscission in pepper. *Phytopathol. Z.* 80: 79-84.
- Sakurai, H. and Hirata, K. 1959. Some observations on the relation between the penetration hypha and haustorium of the barley powdery mildew and the host cell. V. In Fluence of water spray on the pathogen and the host tissue. *Ann. Phytopathol. Soc. Jpn.* 4: 239-245.
- Seo, C. C., Jung, H. C. and Park, S. K. 2007. Control of powdery mildew of pepper using culture solutions of chitinolytic bacteria, *Chromobacterium* sp. and *Lysobacter enzymogenes*. *Res. Plant Dis.* 13: 40-44.