

Research Article

Open Access

포도흰얼룩증상의 친환경방제 효과

오소영,¹ 남기웅,² 윤덕훈^{1*}

¹국립한경대학교 국제농업기술정보연구소, ²국립한경대학교 원예학과

Effect of Environmental-Friendly Control for White Stain Symptom on Grape

Soh-Young Oh,¹ Ki-Woong Nam² and Deok-Hoon Yoon^{1*} (¹Research Institute of international Agriculture, Technology and Information, Hankyong National University, 456-749, Korea, ²Department of Horticulture, Hankyong National University, 456-749, Korea)

Received: 29 May 2014 / Revised: 10 August 2014 / Accepted: 19 August 2014

Copyright © 2014 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: White stain symptom caused by *Acremonium acutatum* and *Trichothecium roseum*, is one of the most important diseases on the grape. This disease occurs national-wide in Korea and causes irreversible damage on grape, at harvest season. This study was conducted to develop environment-friendly control method against white stain symptom.

METHODS AND RESULTS: Environment-friendly materials were tested for control activity against *A. acutatum* and *T. roseum* *in vitro* and *in vivo*. The effect of environment-friendly materials against white stain symptom on grape in farmer's greenhouse was examined. The materials, NaDCC and sulphur, were sprayed three times on the leaves and fruit of grape at the two sites of farmer's field, Anseong and Hwaseong of Gyeonggi. To evaluate control effect of NaDCC and sulphur against white stain symptom, the disease severity was investigated after the two materials were sprayed from the disease onset three times at the 7-day intervals. NaDCC showed efficacy of 59.71% for Kyoho and 72.26% for Campbell-Early, and

sulphur showed 78.31% for Koyho and 66.19% for Campbell-Early.

CONCLUSION: We were selected sulphur and Sodium-Dichloroisocyanurate(NaDCC) based on the results of experiments *in vitro*. In field test, sulphur and NaDCC showed suppressive effect in the white stain symptom of grape. These results suggested that NaDCC and sulphur selected can be used as control agents for controlling white stain symptom on grape.

Key words: Environment-friendly control, Grape, NaDCC, Sulphur, White stain symptom

서론

최근 포도생육기간 내 기상조건이 고온다습한 조건이 되면서 포도의 병해충 밀도가 증가하고 있는데, 이 중 포도재배 시 문제가 되고 있는 포도흰얼룩증상은 포도 과실표면에 흰색의 가루가 묻은 것처럼 보이는 증상으로 1990년대 후반 처음 보고되었으며, 수확기에 급격히 발생하여 포도의 품질을 저하시켜 경제적 손실을 유발하고 있다. 포도흰얼룩증상을 유발하는 원인균으로는 *Acremonium acutatum*과 *Trichothecium roseum*이 보고되었다(Oh *et al.*, 2014a). 포도흰얼룩증상의 원인균들은 이병가지 및 수피에서 균사로 월동하며, 과실의 당도가 증가함에 따라 수피에 기생하던 균사들이 과실쪽으로

*교신저자(Corresponding author): Deok-Hoon Yoon
Phone : +82-31-678-4643; Fax : +82-31-678-4644;
E-mail : tropagri@hknu.ac.kr

생장하여 과경부까지 도달한다. 포도 가지의 표면에 만연된 균사로부터 포자가 과실로 비산되어 만연하게 되고, 과실의 당도가 높아지는 수확기에 급격하게 증가하며 심하면 과경부를 침입하여 탈립을 조장한다(Oh *et al.*, 2014b). 이러한 포도흰얼룩증상은 특히 수출포도 단지에서 수확기에 크게 발생하여 상품성 저하 및 수출에 막대한 지장을 초래하고 있다. 우리나라는 지난 100년간 평균 기온이 겨울 1.9°C, 여름 0.3°C 상승하여 겨울이 짧아지고 여름이 길어지며 봄꽃 개화시기가 빨라진 것으로 보고 있으며, 이에 따라 농산물 재배적지의 변동, 병해충 피해 증가, 잡초 피해 증가, 생육기간 단축 및 조기 결실에 의한 농업생산성 저하 등의 현상이 발생하고 있다(Kim and Lee, 2009).

식물 병해충의 방제를 위한 침투성 약제의 지속적 사용은 저항성 균의 출현의 원인이 되었으며, 이에 따른 약제 사용량의 증가로 환경오염 등의 문제가 야기되었다(Goodwin *et al.*, 1996). 정부에서는 화학농약의 사용에 대한 환경오염을 줄이기 위하여 농약의 사용량을 줄이거나 사용을 하지 않은 친환경 농업을 장려코자 1997년 친환경육성법을 제정하고 친환경 실천을 위하여 다양한 정책을 추진함으로써 친환경 농산물의 생산과 소비가 크게 증가하고 있다(Chang, 2009). 최근 들어 식물 병해충 방제를 화학농약을 사용하는 방제와 천연유래 유기물, 광물 또는 미생물로 만든 자재를 활용한 친환경 방제로 나누기도 한다. 화학농약은 생태파괴와 같은 문제점(Yin, 2007)과 약제에 대한 저항성 출현 등으로 인하여 지속적 방제에 어려움이 있다(Kim *et al.*, 2010). 또한 치료를 위한 방제보다 예방적인 방제가 강조되는 최근의 병해관리체계에서 지속적인 방제효과를 유지하기 위한 친환경 방제법을 사용하는 것이 적당한 대책이라고 할 수 있다.

포도흰얼룩증상은 포도의 수확기에 발생하기 때문에 이 증상이 다발하여도 합성농약을 살포하지 못하여 방제가 어려우나, 아직까지 친환경방제법을 활용한 연구결과는 없다. 따라서 본 연구는 여러 농자재를 활용한 포도흰얼룩증상의 친환경방제법을 확립하고자 수행하였다.

재료 및 방법

약제선발-실내실험

포도흰얼룩증상의 친환경방제를 위한 자재 선발을 위해 공시자재로 친환경농자재로 등록된 Borno (보르노, 중앙프라자), Bordeaux (보르도153, 중앙프라자, CM100, 중앙프라자), Sulphur (유황153, 창일바이오)와 염소계 살균소독제로 농산물의 살균시 사용(Lim *et al.*, 2003)되고 있는 NaDCC (Sodium-Dichloroisocyanurate, 바이오그린, 녹색마을)를 선발하였으며, 대조약제로 포도흰얼룩증상의 방제효과(Park, 2008)가 있는 것으로 알려져 있는 Defenoconazole (프르젠, 경농)을 사용하여 포도흰얼룩증상을 일으키는 원인균의 발아 억제 효과와 균사생장 억제효과를 조사하였다. 발아억제 효과를 조사하기 위하여 PDA에서 배양한 균주로부터 최종농도 10^6 spore/ml의 포자현탁액을 공시자재 희석액(1000배)으로

만들어 멸균한 hole slide glass에 각각 50 μ l씩 분주하였다. 실험은 각각 3반복으로 실시하였고, 처리된 hole slide glass를 습도가 유지되는 상자에 넣어 25°C 항온기(VS-8111H-350, Vision Scientific, Korea)에서 24시간 동안 포자발아를 유도하였다. 포자발아 조사는 광학현미경 하에서 발아관의 길이가 포자 길이의 1/2 이상인 것을 발아한 것으로 간주하여 반복별 100개의 포자에 대한 발아 유무를 조사하였다(Choi *et al.*, 2006). 포자발아 억제율의 계산은 Choi 등(2006)의 방법에 따라 다음과 같이 산출하였다.

포자발아 억제율= $\{(1-처리구 발아율) \times 100\} /$ 무처리 발아율
 평판배지 상에서 균사생장 억제효과를 검증하기 위하여 멸균한 감자천천배지(Potato Dextrose Agar, PDA)를 50~60°C로 식힌 다음, 공시자재의 최종 희석배수가 1000배가 되도록 혼합하여 petri dish에 분주하였다. PDA에서 배양한 균주의 선단부위를 cork borer (No. 2, DAIHAN, Korea)를 이용하여 취한 균총을 공시자재가 혼합된 배지의 중앙에 치상하였다. 시험은 3반복으로 실시하였고, 25°C 배양기에서 배양하면서 2일 간격으로 균사직경을 측정하였다. 균사생장 억제율은 Choi 등(2006)의 방법에 따라 아래와 같이 산출하였다.

$$\text{균사생장 억제율} = \{(1 - \text{처리구 균사생장}) \times 100\} / \text{무처리 균사생장}$$

약제선발-포장실험

실내실험에서 발아 억제 또는 균사생장 억제효과가 확인된 공시자재들을 경기도 안성시 미양면과 경기도 화성시 서신면에 소재한 포도농가에서 포장시험을 실시하여 방제효과를 조사하였다. 포도흰얼룩증상의 발병초기부터 공시자재를 일주일 간격으로 3회 살포 후 무처리구와 발병율을 비교 분석하였다. 재배법상 과일봉지를 패대하지 않는 거봉은 과실에 직접 분부 살포 하였으며, 과일봉지를 패대하여 재배하는 캠벨얼리는 과일봉지를 씌운 채로 이병가지를 중점으로 살포하였다. 각 처리구에서 무작위로 수확하여 전체 조사과실중 이병과실의 비율을 조사하였으며, 방제가는 아래 식에 의거 산출하였다.

$$\text{방제가} = \{(1 - \text{처리구 발병율}) \times 100\} / \text{무처리구 발병율}$$

포도과원에서의 포도흰얼룩증상 방제효과 검증

실내 및 포장실험으로 선발된 약제의 방제효과 및 약효 지속기간을 조사하기 위하여 경기도 안성시 미양면 소재의 거봉 포도농장과 경기도 화성시 서신면 소재의 캠벨얼리 포도농장에서 시험을 수행하였다. 공시한 친환경 자재는 포도흰얼룩증상의 발병 초기부터 1주일 간격으로 2~3회 살포하였다. 각 처리구에서 무작위로 수확하여 전체 조사과실중 이병과실의 비율을 조사하였으며, 방제가는 약제선발을 위한 포장시험과 동일한 방법으로 산출하였다. 포도생육시기 및 약제처리 후 포도흰얼룩병원균의 밀도는 과실 1g 당 콜로니수로 조사하였다.

자료정리 및 통계 처리

수집된 자료의 정리와 통계는 MS-EXCEL 2010과 SAS (version 8.0)를 이용하였으며, 처리평균간 비교는 DUNCAN 다중검정을 하여 유의확률 $p < 0.05$ 인 경우 통계적으로 유의하다고 판정하였다.

결과 및 고찰

약제선발을 위한 실내실험

최근 농약사용의 최소화를 위해 천적을 이용하거나 선택적 독성을 지니는 농약을 선발하여 병해충을 종합적으로 관리하는 방안(Metcalf, 1994)이 꾸준히 시도되고 있다.

포도흰얼룩증상의 원인균인 *A. acutatum*과 *T. roseum*에 대하여 공시자재의 균사생장 억제효과와 포자발아 효과를

조사하였다. *A. acutatum*에 대해서는 공시 친환경 자재 모두 균사생장 억제효과가 없었다(Table 1). 그러나 *T. roseum*에 대해서는 Sulphur 처리시 47%의 균사생장 억제효과를 보였다. NaDCC, Borno, Bordeaux는 각각 25%, 23%, 23%의 균사생장 억제효과가 있었다. NaDCC, Borno, Bordeaux 및 Sulphur는 *A. acutatum*과 *T. roseum*의 포자발아를 모두 억제하는 것으로 나타났다(Fig. 1).

Defenoconazole의 생물학적 반감기는 풋마늘에서는 3.8일(Kang *et al.*, 2011), 단감에서는 13.6일(Chang *et al.*, 2012)이었으므로, 포도흰얼룩증상에 대한 Defenoconazole의 방제효과가 인정되더라도 수확기 포도에 사용하는 것은 불가능할 것으로 생각된다.

Table 1. Inhibition of mycelial growth of *A. acutatum* and *T. roseum* on PDA plates by the Borno, Bordeaux, Sulphur, NaDCC and Difenonazole

Days	Mycelial growth(mm)					
	Control	Borno	Bordeaux	Sulphur	NaDCC	Difenonazole
<i>A. acutatum</i>						
0	0	0	0	0	0	0
3	21.2	22.2	21.3	20.1	20.1	0
6	33.7	34.4	33.5	31	32.2	0
9	44.2 b ^z	47.3 b	43.9 b	42.9 b	44.1 b	0 a
<i>T. roseum</i>						
0	0	0	0	0	0	0
3	41.9	40.8	42.4	29.8	35.7	0
6	65.9	67.5	67.5	47.7	65.9	0
9	83.0 b	83.0 b	83.0 b	66.8 c	83.0 b	0 a

^z Means within columns followed by the same letter do not differ significantly at 5% level by Duncan's multiple range test.

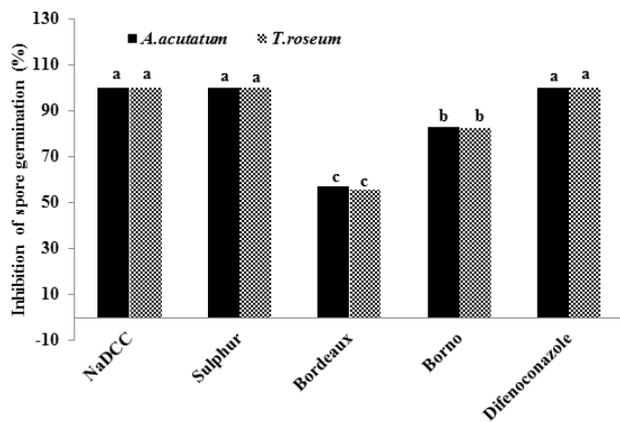


Fig. 1. pore germination control efficacy of NaDCC, sulphur, Bordeaux, Borono, and Difenonazole *in vitro*. Bars with the same letter are not significantly different according to Duncan's multiple range test at the 0.05 level.

약제선발을 위한 포장실험

거봉과 캠벨얼리에 공시자재를 살포하여 포도흰얼룩증상의 발생억제 효과를 조사하였다(Fig. 2). 과일에 공시자재를 직접 살포한 거봉 포도의 경우 Sulphur와 NaDCC 처리시 60% 이상의 방제효과가 있었다. 봉지를 씌운 후 살포한 캠벨얼리 포도에서는 NaDCC 처리의 경우 약 40%의 방제효과를 나타내어 가장 효과가 높았으나, 공시자재간 처리효과에 대한 통계적 유의성은 없었다. Bordeaux의 경우에는 과일에 직접 살포할 경우 약혼이 남아 과실의 상품성을 떨어뜨릴 수 있을 것으로 판단되었다. 따라서 포도흰얼룩병의 방제에는 균사생장 억제효과와 포자발아 억제효과가 있고 포장 방제실험에서 과실에 직접 살포시 60%이상의 방제 효과가 인정된 Sulphur과 NaDCC가 유용할 것으로 판단되었다.

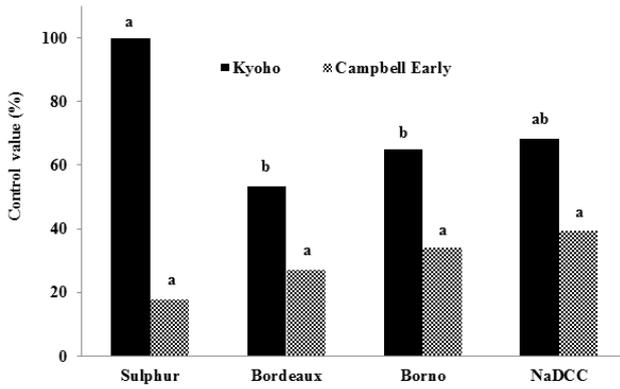


Fig. 2. Suppressive effect of three environmental-friendly materials and NaDCC on the development of white-stain symptoms on two grape varieties, 'Kyoho' and 'Campbell-Early'. Black Bars: Sprayed directly on the fruit(Kyoho), Dotted Bars: Sprayed on the fruit bag(Campbell-Early). Bars with the same letter are not significantly different according to Duncan's multiple range test at the 0.05 level.

포도과원에서의 포도흰얼룩증상 방제효과 검증

자재 선발 시험에서 효과가 인정된 Sulphur과 NaDCC의 포도흰얼룩증상에 대한 방제 효과를 실험하였다. 캠벨얼리와 거봉 과수원에서 발병초기부터 수확말기까지 NaDCC와 Sulphur의 살포횟수를 달리하여 포도흰얼룩증상의 억제효과를 조사하였다(Fig. 3 & 4). 병원균의 밀도가 증가하기 시작한 7월 말에 1차 살포를 실시한 결과 NaDCC와 Sulphur 처리구 모두 병원균의 밀도가 감소하였으나 무처리구는 병원균의 밀도가 급격히 증가하였다. NaDCC 1회 살포 처리구의 경우 약제살포 7일 이후부터 다시 병원균의 밀도가 상승하였으며, Sulphur 1회 살포 처리구는 14일 이후부터 병원균의 밀도가 증가하여 NaDCC와 Sulphur의 약효지속기간은 각각 7일과 14일로 판단되었다. 선발된 공시자재를 1회 살포 후

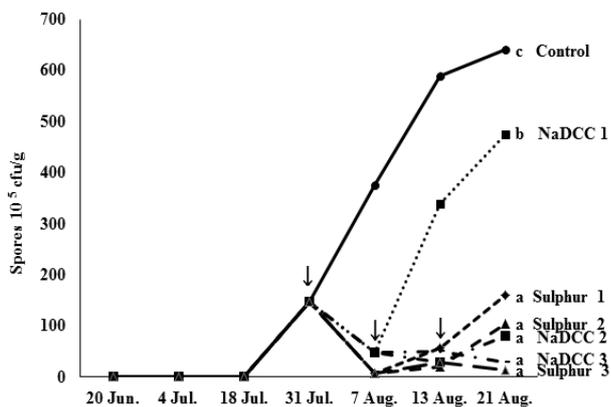


Fig. 3. Suppressive effect of the control agents on sporulation of pathogens causing white stain symptom during harvesting period in Campbell-Early. Arrows indicates the date for spraying control materials. Bars with the same letter are not significantly different according to Duncan's multiple range test at the 0.05 level.

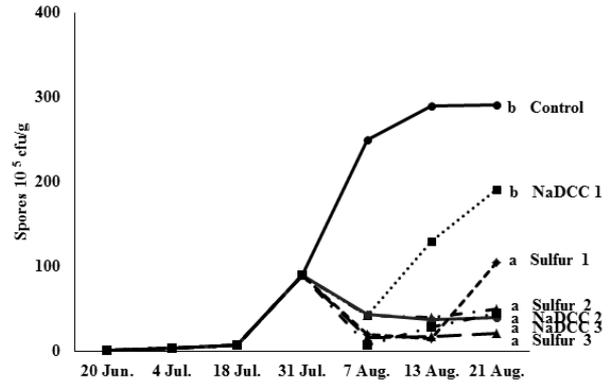


Fig. 4. Suppressive effect of the control agents on sporulation of pathogens causing white stain symptom during harvesting period in Kyoho. Bars with the same letter are not significantly different according to Duncan's multiple range test at the 0.05 level.

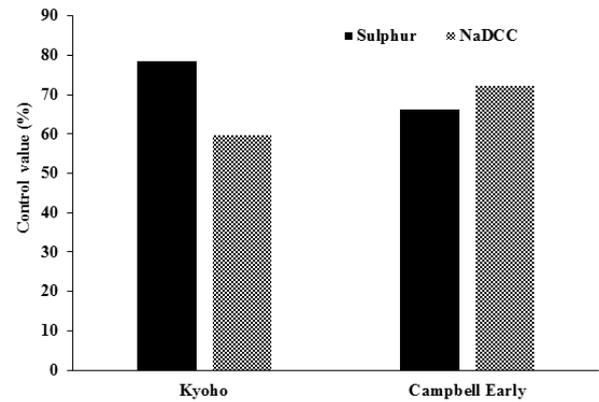


Fig. 5. Comparison of control efficacy of sulphur and NaDCC against white-stain symptoms between in Kyoho and in Campbell-Early. The Survey was conducted seven days after spraying sulphur and NaDCC three times at 7-day intervals from early onset of white-stain symptoms.

7일 간격으로 1회 또는 2회 추가 살포한 경우 병원균의 밀도가 지속적으로 낮게 유지되었다. 발병 초기부터 7일 간격으로 3회 처리 후 7일 째에 Sulphur과 NaDCC의 살포에 따른 방제효과를 조사한 결과, 거봉에서는 각각 78.31%, 59.71%의 방제효과가 있었으며, 캠벨얼리에서는 66.19%, 72.26%의 방제효과가 있었다(Fig. 5). 따라서 포도흰얼룩증상의 예방 및 확산을 억제하기 위한 방제에 Sulphur 및 NaDCC의 적용이 가능할 것으로 생각된다.

Acknowledgment

This study was carried out with the support of Cooperative Research Program for Agricultural Science & Technology Development (Project No. PJ01028901), Rural Development Administration, Republic of Korea.

References

- Chang, H.R., Kang, H.R., Do, J.A., Oh, J.H., Whang, I.K., Kwon, K.S., Lim, M.H., Kim, K., 2012. Residue studies of difenoconazole and thiamethoxam during cultivation of sweet persimmon for export. *Korean J. Environ. Agric.* 31, 248-254.
- Chang, T.H., 2009. Disease control efficacy of chitosan preparations against tomato leaf mold. *Res. Plant Dis.* 15, 248–253.
- 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. *Kor. J. Pestic. Sci.* 10, 36-42.
- Goodwin, S.B., Sujkowski, L.S., Fry, W.E., 1996. Widespread distribution and probable origin of resistance to metalaxyl in clonal genotypes of *Phytophthora infestans* in the United States and Western Canada. *Phytopathology* 86, 793–800.
- Jeon, H.Y., Kim, D.S., Cho, M.R., Chang, Y.D., Yiem, M.S., 2003. Temperature-dependent development of *Pseudococcus comstocki* Kuwana (Homoptera: Pseudococcidae) and its stage transition models. *Korean J. Appl. Entomol.* 42, 43~51.
- Kang, H.R., Lee, Y.J., Lee, Y.R., Han, K.T., Chang, H.R., Kim, K., 2011. Dissipation pattern of azoxystrobin, difenoconazole and iprodione treated on field-grown green garlic. *Korean J. Environ. Agric.* 30, 446-452.
- Kim, C.H., Lee, S.M. 2009. Economic impact assessment of climate change on agriculture in Korea. *The Korean journal of agricultural economics* 50, 1-25.
- Kim, S., Kim, K.T., Kim, D.H., Yang, E.Y., Cho, M.C., Jamal, A., Chae, Y., Pae, D.H., Oh, D.G., Hwang, J.K., 2010. Identification of quantitative trait loci associated with anthracnose resistance in chili pepper(*Capsicum* spp.). *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 28, 1014-1024.
- Kwank, Y.K., Kim, I.S., Cho, M.C., Lee, S.C., Kim, S. 2012. Growth inhibition effect of environment-friendly agricultural materials in *Botrytis cinerea* in vitro. *J. Bio-Environment Control* 21, 134-139.
- Lim, B.S., Yun, H.K., Hwang, Y.S., Choi, S.T., Chung, D.S. 2003. Sterilization of cold storage room using sodium dichloroisocyanurate. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 21, 209-211.
- Metcalf, R.L. 1994. Insecticides in pest management. In: Metcald, R.L., Luckmann, W.H. (Eds), Introduction to insect pest management. 3rd ed. John Wiley and Sons, Inc., New York.
- Oh, S.Y. Nam, K.W., Yoon, D.H., 2014a. Identification of *Acremonium acutatum* and *Trichothecium roseum* isolated from Grape with White Stain Symptom in Korea. *Mycobiology* 41 (*in press*).
- Oh, S.Y. Nam, K.W., Yoon, D.H., 2014b. Ecological Characteristics of White Stain Symptom on the Grape in Korea. *Korean J. Environ. Agric.* 33, 149-154.
- Park, J.H., 2008. Control of major disease on Grape. Grape in season. *Korean Grape Farmer's Association* 103, 39-43.
- Yin, J.F., Zhang, W.H., Li, J.Q., Li, Y.H., Hou, H.L., Zhou, X.Y., 2007. Screening and antagonistic mechanism of biocontrol agents against *Phytophthora* blight of pepper. *Acta Phytopathologica Sinica.* 37, 88-94.