



## 접종방법에 따른 딸기모무늬병원균의 발병도 검증 및 친환경 방제 효과

김다란<sup>1,†</sup> · 강근혜<sup>1,†</sup> · 조현지<sup>1</sup> · 윤혜숙<sup>2</sup> · 명인식<sup>3</sup> · 곽연식<sup>1,4,\*</sup>

<sup>1</sup>경상대학교 응용생명과학부, <sup>2</sup>경상남도농업기술원, <sup>3</sup>국립농업과학원, <sup>4</sup>경상대학교 농업생명과학연구원

## Disease Severity of Angular Leaf Spot Disease by Different Inoculation Method and Eco-Friendly Control Efficacy in Strawberry.

Da-Ran Kim<sup>1,†</sup>, Gun-hye Gang<sup>1,†</sup>, Hyun-ji Cho<sup>1</sup>, Hae-Suk Yoon<sup>2</sup>, In Sik Myoung<sup>3</sup> and Youn-Sig kwak<sup>1,4,\*</sup>

<sup>1</sup>Division of Applied Life Science, Gyeongsang National University, Jinju 660-701 Korea

<sup>2</sup>Gyeongsangnam-do Agricultural Research and Extension Service, Jinju 660-360 Korea

<sup>3</sup>National Academy of Agricultural Science, Wanju 565-851 Korea

<sup>4</sup>Institute of Agriculture and Life Sciences, Gyeongsang National University, Jinju 660-701 Korea

(Received on January 8, 2016. Revised on February 24, 2016. Accepted on March 25, 2016)

**Abstract** Recently, bacterial angular leaf spot disease, caused by *Xanthomonas fragariae*, causes severe damage in strawberry production and its' export to other countries, since the pathogen has been classified as an A2 quarantine pathogen. Typical the Angular Leaf Spot (ALS) disease represent that water-soaked angular spots symptoms, bacteria ooze exudate under relatively high humidity condition and later the spot become reddish brown on the leaf surface. The pathogen disseminated by irrigation water, infected mother plant and farmer's hand. In this study, we reported that rubbing inoculation method showed more effective in the pathogen dissemination than infiltration with needles, regardless the strawberry cultivars. Additionally, Dichloroisocyanurate (NaDCC) treatment in commercial strawberry fields provided reliable efficiency to reduce the bacterial angular leaf spot disease incidence and severity.

**Key words** Bacterial angular leaf spot disease, Dichloroisocyanurate (NaDCC), Rubbing inoculation, Strawberry, *Xanthomonas fragariae*

## 서 론

딸기에서 발생하는 세균성모무늬병은 2010년 국내 최초로 보고되었으며(kwon et al., 2010) 현재 유럽, 호주, 북미 그리고 아시아에서는 태국과 일본에서 보고되었다(Pérez-Jiménez et al., 2012). 병발생 초기에 잎의 뒷면에 발생하는 수침상의 각진 병반에 의해 세균성모무늬병이라 불리며 다른 특징으로는 다습 저온 환경조건에서 노란색의 누출액이 감염부위로 부터 형성된다(Gillings et al., 1998). 모무늬병의 원인균으로서 *Xanthomonas fragariae*로 알려져 있는 (Kennedy and King 1962, Roberts et al., 1996, Jansea et al., 2001) 이 병원균은 그람음성세균으로 하나의 극성 편모

를 지니고 있으며(Rowhani et al., 1994) 20~25°C 저온에서 생육이 왕성하고 28°C 이상의 조건에서도 생존이 가능하다 (Roberts et al., 1996). ALS (Angular Leaf Spot disease)는 전세계적으로 분포하고 있으며 EPPO에 의해 A2검역병으로 지정되어 있어 병 방제를 위해 다양한 시도로써 기주 특이성이 높은병원균의 전반을 억제하고 방제하기 위해 감염된 식물체를 제거하거나 토양에 잔재하는 1차 전염원을 제거하는 방법이 가장 효과적인 것으로 알려져 있다(EPPO, 1998). 또한 관수나 빗물에 의해 전반 되는 병원균의 특성으로 인해 관수의 방법에 있어서 두상관수법을 배제하는 등의 방법을 이용하고 있다(EPPO, 1998). 화학적 방제 방법으로는 구리액을 함유하고 있는 약제를 이용하고 있으나, 약해를 야기시키는 등 아직까지 적합한 화학적 방제제의 개발이 이루어져 있지 않은 실정이다(Zimmermann et al., 2004). 이에 국외에서는 딸기모무늬병원균에 대한 저항성 품종에

\*Corresponding author

E-mail: kwak@gnu.ac.kr

†These authors contributed equally to this work.

대한 연구가 진행되어 모무늬 병원균에 대하여 11개의 딸기 품종 중 *Fragaria pentaphylla*와 *Fragaria moschata*가 저항성을 나타낸다고 보고된바 있다(Xue and Bors, 2005). 국내에서는 재배시설관리적 관점에서의 병방제에 관한 선행연구로서 병원균의 전반에 있어서 두상관수보다 물방울의 낙하가 적은 점적관수가 적합하다고 확인되었다(Yoon et al., 2014). 그러나, 시설재배지 작업자에 의한 병원균의 전반에 관한 가능성이 높게 인식되고 있어 본 연구는 진주 수곡면 일대에서 딸기세균성모무늬병원균에 감염된 식물체로부터 병원균을 분리 및 재접종하여 병원성을 확인한 후, 국내 딸기 재배 주요 품종 10종 중 수출주요 품종인 매향과 국내 생산량의 51.8%를 차지하여(Nam et al., 2011) 내수용으로 가장 많이 재배되고있는 설향품종에 대하여 상처접종법과 접촉점종방법을 이용하여 발병정도를 확인하였다. 또한 수질소독제로 알려져 있는 NaDCC의(Kim et al., 2015) 살세균성을 포장실험을 통하여 확인하였다. 이를 통해 접촉 점종법을 이용하여 작업자에 의한 병원균의 전반 가능성을 확인한 결과 상처뿐 아니라 기공과 수공을 통해 감염이 가능하다고 알려진(Allan-Wojtas et al., 2010) 병원균의 특성에 의해 세균성모무늬병원균의 전반을 막기 위해서는 작업자의 작업환경 개선이 필수적이며 친환경제제로서 NaDCC 살세균성 효과를 제시하는 바이다.

## 재료 및 방법

### 세균성모무늬병원균 분리 및 동정

병원균을 식물체로부터 분리하기 위하여 병반이 형성된 조직 중 세균 누출액이 형성된 부분을 채집하여 70% 에탄올 용액에 45초간 침지하고 1% 차아염소산나트륨(NaOCl) 용액으로 동일한 시간 동안 침지 후 멸균수로 표면 소독된 시료를 3회 세척하여 여과지에서 10분간 건조하였다(Kim et al., 2011). 물기가 제거된 조직을 5 ml의 멸균수에 옮겨서 침출액이 배출 될 수 있도록 4-5시간 상온에서 보관하였다. 조직을 침지하였던 액을 9 ml의 멸균수에 희석배양법으로 8회 시행한 다음  $10^3$ ,  $10^4$ ,  $10^5$ ,  $10^6$  희석액을 100  $\mu$ L YDC media (Yeast extract-Dextrose-Calcium Carbonate Medium, 1 Liter of distilled water, 10 g of yeast extract, 20 g of Dextrose glucose, 20 g of Calcium carbonate, 15 g of Agar)에 도달한 후 20°C 항온기에서 5일간 배양하여 순수분리 하였다. 살균된 백금이를 이용하여 순수분리된 1개의 colony를 YDC media에서 희석도말법으로 시행한 다음 20°C 항온기에서 5일간 배양하여 다시 순수 분리 하였다(Zimmermann, et al., 2004). 순수분리된 균주를 YDC media로 옮겨 7일간 배양한 후 병원균의 분자생물학적 동정을 위해 genomic DNA를 추출하였다. 배양균의 genomic DNA추출법은 다음과 같다, 배지에 자라 있는 병원균을

15 ml Falcon tube에 모은 후 멸균수에 희석하여 OD<sub>600</sub> 0.9가 되도록 한 다음 2 ml의 현탁액을 원심 분리기를 이용하여 회수하였다(13000 rpm, 5분). 형성된 pellet을 CTAB기법을 이용하여 genomic DNA 추출하였다(Fatima et al., 2011). PCR 반응액은 genomic DNA를 주형 가닥으로 이용하여 PCR을 수행하기 위하여 PCR buffer (200  $\mu$ M deoxynucleoside triphosphate (dNTP)), 10  $\mu$ L 2X buffer, 10 pmol forward primer and 10 pmol reverse primer (27F, 1492R)) 와 50 ng of template DNA, 0.5U Taq DNA polymerase 를 넣고 총량 20  $\mu$ l로 진행하였다. 16S rRNA영역을 증폭시키기 위해 denaturation을 94°C에서 5분간 반응 시킨 후 94°C 30초, annealing은 55°C에서 30초, extension은 72°C에서 30초 조건을 cycle로서 총 30회 반복하였고, 최종 DNA 합성은 5분으로 진행 하였다. 1% agarose gel에서 PCR산물을 전기 영동 한 후 염색을 위해 ethidium bromide 용액을 사용하였으며 UV lamp하에서 밴드를 확인 하였다. 증폭된 band 정제를 위해 Wizard SV Gel & PCR Clean-Up System (Promega) kit를 사용하였으며, ABI 3730XL DNA analyzer (Applied Biosystems)로 sequencing을 실시 하였다(Solgent, Seoul, Korea). 분리 후 재접종 실험을 위하여 멸균수에 균체를 희석하여 OD<sub>600</sub> 0.9가 된 희석액을 병이 발생되지 않은 딸기의 잎에(설향) 지름 0.3 mm(가로,세로) 크기로 3반복으로 상처를 낸 다음 각 상처부위에 1 ml을 세 번에 나누어 가압주입하였다. 이 후 25°C에서 수분만을 공급하며 10일간 재접종된 병원균에 의하여 세균성모무늬병의 병징이 나타나는지 확인하였다.

### 접종원 농도에 따른 병발생도를 통한 감수성 확인

포장에서 분리된 병원균을 실험에 사용하기 위해 50% glycerol과 혼합하여 -80°C 에 보관하였다. 접종하기 전에 보관 중인 균주를 YDC media에서 7일간 재배양한 다음 삼각 유리 병으로 페트리디쉬 내 병원균은 회수하여 멸균수에 현탁하였다. 세균 현탁액의 최종 농도를  $10^8$  cell/ml 로 조정하여 접종원으로 사용하였다. 상처 점종법에서는 주사기의 바늘을 이용하여 딸기 잎 뒷면에 상처를 낸 다음 희석된 병원균 1 ml을 한장의 딸기에 잎에 3반복으로 나누어 가압 주입 하였고, 접촉 점종법의 경우 1 ml의 현탁액을 잎 뒷면에 분주하여 손으로 문질렀다. 이때 각각의 점종법에서 세균 현탁액의 농도를  $10^1$ ~ $10^8$ 로 조정하여 실험 하였다. 상처 점종법에서 하나의 식물체 당 한 장의 잎에 3곳에 주입하였으며 하나의 농도 처리구에 3개의 식물체를 사용하여 9반복으로 진행하였고, 접촉점종법의 경우 한 식물체 당 3장의 잎에 각각 점종하여 동일한 9반복으로 실험을 진행하였다. 점종한 식물체는 25°C 항온실, 상대습도 95% 조건에서 (Mass 1994, King 1962) 24시간 처리한 후, 14일 동안 상온에서 수분을 공급하며 재배하였다. 접종 20일 후에 점종 식물체

의 병발생정도에 따라 병을 조사하였다. 조사 기준은 0=모무늬병 발생이 없음, 1=접종 부위에 잎 뒷면에 수침상의 각진병반이 1개 발생, 2=1과 같은 병반이 2개 발생, 3=1과 같은 병반이 3개 발생, 4=병반부위의 색이 적갈색으로 변고 노란색의 세균침출액이 발생, 5=접종 부위의 잎 전체적으로 갈변되며 마름 증상이 나타남 등으로 6가지 단계로 하였다 (Lewers et al., 2003). ANOVA 분석을 한 후 처리 평균간 비교를 위하여 Tukey ( $P=0.05$ )를 실시하였다.

**딸기에 발생된 세균성모무늬병원균의 NaDCC 처리에 의한 병 방제효과**

수곡면 일대의 3개 딸기 재배지 포장에서 NaDCC 방제 효과분석을 실시하였다. 모든포장에서 1개의 하우스를 실험 처리 구역으로 지정하였으며 50개의 식물체를 1반복처리구로 지정하여 1개의 포장내부에서 150개의 식물체를 임의분포로 지정하여 약제의 효과를 검증하였다. 선발된 포장의 면적은 661 m<sup>2</sup>로 딸기는 토경재배방법을 통하여 재배되고 있었으며, 3개의 포장모두 축성재배로 분포에 증식 후 1개

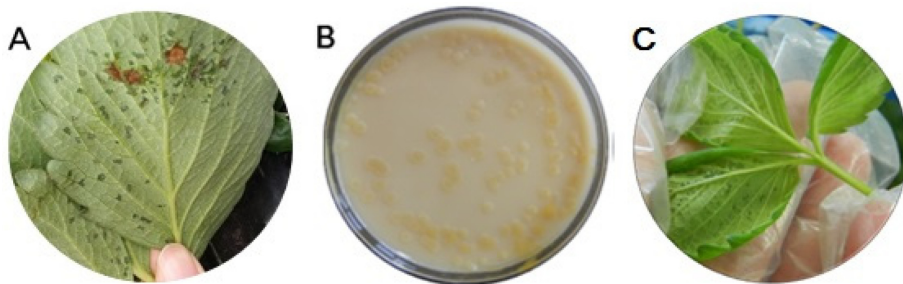
월이 경과하여 세균성모무늬병의 발생이 육안으로 감지되는 10월 말부터 10일 간격으로 3회 경엽처리하였다. 3회 처리 후 발병도를 조사하여 NaDCC의 살세균성을 아래의 공식으로 통하여 방제가를 검정하였다.

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

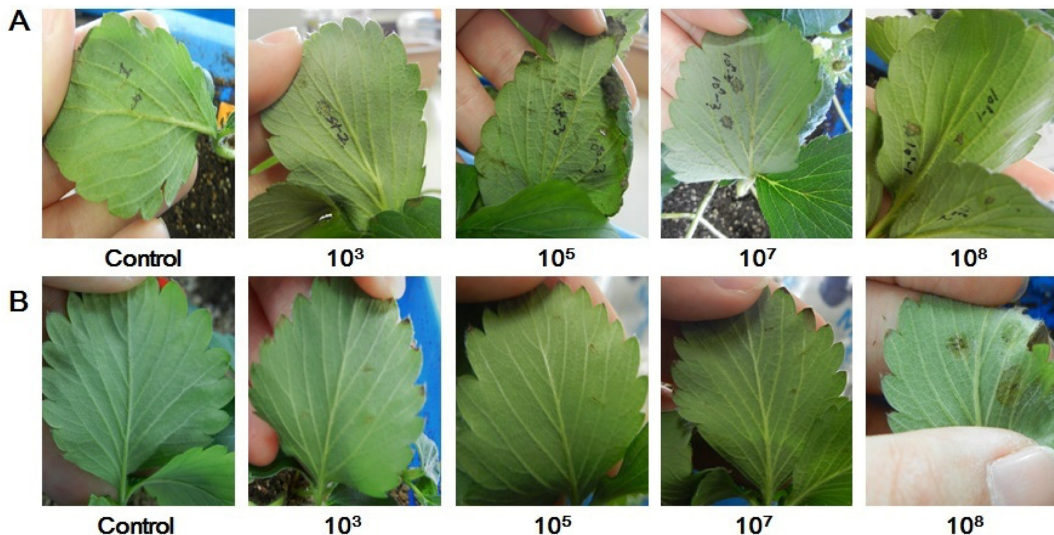
**결 과**

**세균성모무늬병원균 분리 및 동정 결과**

모무늬병징이 관찰되었던 딸기(설향) 식물체로부터(Fig. 1A) 순수 분리 과정을 통하여 병원균을 분리하였다. 모무늬병원균의 경우 성장이 느린 특징을 지니고 있어 일반적으로 분리에 어려움이 발생하므로 표면 소독 후 세균침출액을 이용하여 분리하는 방법을 통하여 병원균을 분리하였다. 1차 순수 분리 후 단일 colony를 이용하여 2차 순수 분리 과정을 진행하는 과정에서 확인된 colony를 YDC media에서 계대배양을 통하여 단일 colony type으로 순수 배양 하였다



**Fig. 1.** Symptom of angular leaf spot and phenotype on YDC media. A: Symptoms of angular leaf spot of strawberry leaf in green house, B : *X. fragariae* colony on YDC media after 5 days incubation, C : Reinoculation symptoms of ALS at strawberry (Seolhyang).



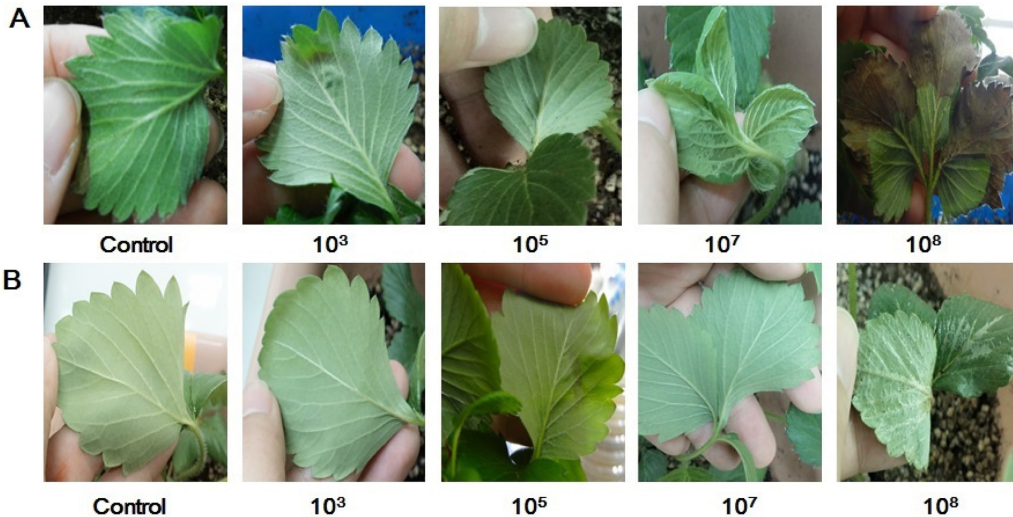
**Fig. 2.** Disease symptom according to the four initial populations ( $10^3$ ,  $10^5$ ,  $10^7$ ,  $10^8$  cells/ml) on Maehyang and Seolhyang and plant was infected by wound inoculation method. A : disease symptom was shown on 14 days after inoculation on Maehyang, B : 14 days after inoculation on Seolhyang.

(Fig. 1B). Genomic DNA를 정제하여 각각을 16S rRNA sequencing으로, 끈적이며 원형의 노란색의 colony는 *Xanthomonas fragariae*로 동정이 되었다(data not shown). 분리된 균을 이용한 재접종 실험결과 세균성모무늬병징과 동일하게 잎 뒷면에 수침상의 각진병반을 확인하였다(Fig. 1C).

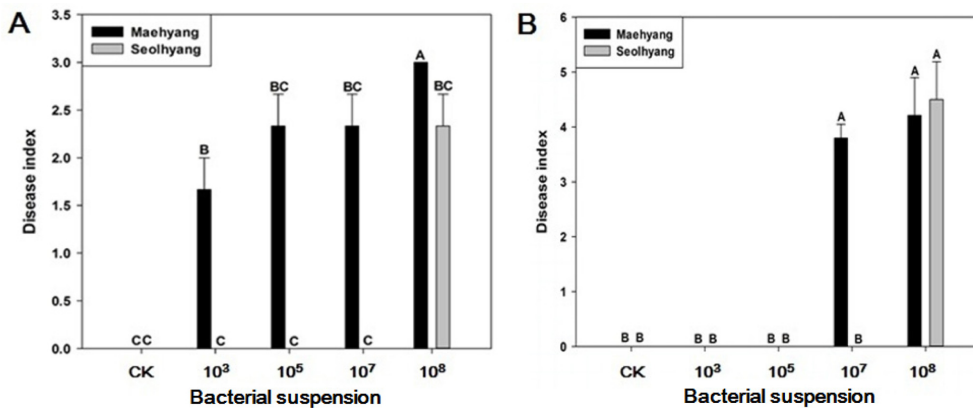
**상처접종병과 접촉접종법에 따른 병발생도**

분리동정된 병원균을 이용해서 두가지 접종방법의 실험을 통해 병원성을 검증하고 접종방법에 따른 식물체에서의 감수성 차이를 확인하는 실험을 진행하기 위해 매향과 설향 두 품종을 선택하여 실험을 진행하였다. 그 결과 *X. fragariae*를 접종한 매향품종의 경우 상처 접종법에서 접종 병원균의 농도  $10^3$ 에서부터 잎 뒷면의 접종 부위에서 수침상의 각진 병반이 관찰되었으나(Fig. 2A) 설향의 경우 매향보다 높은 농도인  $10^8$ 에서만 병징이 관찰되었다(Fig. 2B). 딸기를 수확

하는 작업시 작업자에 의하여 발생하는 접촉에 의한 병원균 감염 정도를 알아보고자 접촉접종방법 형태의 실험을 진행하였다. 접촉접종법을 통하여 *X. fragariae*를 접종한 경우 매향에서는 상처접종법과 에서 병징이 관찰되었던 병원균 농도인  $10^3$  보다 높은 농도인  $10^7$  병징이 관찰되었으며(Fig. 3A) 설향의 경우  $10^8$ 에서 병징이 확인되었다(Fig. 3B). 또한 상처접종법과는 달리 접촉 접종 법으로 접종하지 않았던 주변부 잎과 식물체의 어린잎에서도 잎 뒷면에 수침상의 각진 병징이 관찰되었다. 상처접종을 통하여 병원균은 가압주입한 식물체에서 병발생정도를 측정 한 결과 매향에서는 1.7부터 최대 3까지 확인되었으며(Fig. 4A) *X. fragariae*를 접촉 접종한 식물체의 경우 매향과 설향에서 병발생정도를 측정하는 Disease Index의 평균값이 3이상으로 상처접종법보다 높은 발생정도를 확인하였으며 접종부위외에서도 수침상의 병반 등이 나타났다(Fig. 4B).



**Fig. 3.** Disease symptom according to the four initial populations ( $10^3$ ,  $10^5$ ,  $10^7$ ,  $10^8$  cells/ml) on Maehyang and Seolhyang and plant was infected by rubbing inoculation method. A : *X. fragariae* disease symptom was shown on 14 days after inoculation on Maehyang B : *X. fragariae* disease symptom was shown on 14 days after inoculation on Seolhyang.



**Fig. 4.** Disease index of bacterial angular leaf spot caused by on Strawberry leaf. A: *X. fragariae* wound inoculation, B: *X. fragariae* rubbing inoculation. The different letter on the bar indicates that corresponding mean is statistically different in each time point with Tukey HSD ( $p = 0.05$ ).

**Table 1.** NaDCC application effects on bacterial angular leaf spot disease and control value at NaDCC 300 ppm. NaDCC was applied to plants 3 times with 10 d intervals.

	Control value (%)		
	Field A	Field B	Field C
NaDCC 300 ppm	-	98	98.7

**딸기에 발생된 세균성모무늬병원균의 NaDCC 처리에 의한 병 방제효과**

처리된 NaDCC가 포장에서의 포장에서 모무늬병의 발생 및 진전 억제하는지를 방제가를 통하여 조사한 결과, 설향 품종이 무병상태로 재배되고 있었던 제 1 포장에서는 병발생이 확인되지 않아서 방제가공식에 따라 방제가를 구할수 없었으며, 제2포장의 경우 모무늬병이 발생된 포장으로서 NaDCC를 처리한 경우 방제가가98%로 확인되었다(Table 1). 제3포장 시험에서는 98.7%로 방제가가 확인되었다(Table 1).

**고 찰**

딸기세균성모무늬병을 발생시키는 병원균으로 *Xanthomonas fragariae*가 알려져 있으며, 국내의 세균성모무늬 병 또한 2010년 최초보고에 따르면 *X. fragariae*에 의해 발병된다고 밝혀져 있다. 본 연구결과 경상남도 진주시 수곡면 일대에서 감염된 식물체로부터 세균성모무늬병원균을 분리 동정하여 원인 병원균으로서 기존에 알려져 있는 *X. fragariae* 가 병원균이 확인되었다. 수출용 품종인 매향과 내수용 품종인 설향을 대상으로 병원균을 식물체 두가지 접종법을 이용하여 실험을 진행하였을 때 두 개의 품종 모두에서 동일한 세균성모무늬병징이 발생하는 것을 확인하였다. 이에 국내에 발생되어 있는 딸기 세균성 모무늬 병의 병원균은 16s rRNA동정을 통하여 확인된 *X. fragariae*가 주요 병원균으로 존재하고 있음을 확인하였다. 두 품종인 매향과 설향에 분리된 병원균 접종 실험을 진행하였을 때, 국내에서 장희 품종에서만 발병이 보고되어 있는 딸기모무늬 병에 대하여 수출품종인 매향의 발병이 검증되었으므로 수출과정에서 검역병(A2 list)으로 지정되어 있는 세균성모무늬병원균에 대한 방제 대책이 필요하다고 사료된다. 또한 상처 접종법과 접촉접종법을 이용하여 각각 접종하였을 경우 병반의 진전 상태와 병의 전반에 있어서 접촉접종법에서 높은 병원성을 나타내었다. 이러한 결과는 병원균의 전반에 있어서 작업자에 의해 병원균이 작업 과정을 통해 건전한 식물체로의 더 높은 이병율을 나타낼 수 있음을 나타냄으로, 작업자의 작업 환경 및 인식에 상당한 주의가 필요함을 시사한다. 현재 국내에서는 모무늬병 방제를 위한 친환경적 방제제가 개발이 이루어져있지 않으며, 본 실험을 통하여 NaDCC의 항세균력 검증결과를 바탕으로 친환경제제로 제시하고자 한다. 본 연구를 통하여 국내의 모무늬병원균은 *X. fragariae* 원인

균에 의해 발병이 되는 것을 밝히는 바이며 설향과 매향에 대하여 모무늬병의 방제를 위한 연구와 포장에서의 작업자에 의한 병원균의 전반에 있어서 높은 가능성이 보이므로 작업자의 병원균 전반에 대한 주의가 더 필요하다고 보여지는 바이다.

**감사의 글**

본 연구는 농림축산식품부 농림수산식품기술기획평가원 농업생명산업기술개발사업(과제번호 114095-3)의 지원에 의해 수행되었습니다.

**Literature Cited**

Allan-Wojtas, R., P. D. Hildebrand, P. G. H. Braum, H. L. Smith-King, S. Carbyn and W. W. Renderos (2010) Low temperature and anhydrous electron microscopy techniques to observe the infection process of the bacterial pathogen *Xanthomonas fragariae* on strawberry leaves. *J. Microscopy.* 239:249-258.

CABI/EPPO: *Xanthomonas fragariae*. - Distribution maps of Quarantine Pests for Europe., 1998. Cab International, Wallingford, UK. No. 284.

Fatima, F., I. Chaudhary, J. Ali, S. Rastogi and N. Pathak (2011) Microbial DNA extraction from soil by different methods and ITS PCR amplification. *Biochem. Cellular Arch.* 11: 85-90.

Gillings, M. R., P. C. Fahy and J. Bradley (1998) Identification of *Xanthomonas fragariae*, the cause of an outbreak of angular leaf spot on strawberry in South Australia, and comparison with the cause of previous outbreaks in new south wales and New Zealand. *Australasian Plant Pathol.* 27:97-103.

Jansea, J. D., M. P. Rossib, R. F. J. Gorkinka, J. H. J. Derksa, J. Swingsc, D. Janssensd and M. Scortichinib (2001) Bacterial leaf blight of strawberry (*Fragaria* (x) *ananassa*) caused by a pathovar of *Xanthomonas arboricola*, not similar to *Xanthomonas fragariae* Kennedy & King. Description of the causal organism as *Xanthomonas arboricola* pv. *fragariae* (pv. nov., comb. nov.). *Plant Pathol* 50:653-665.

Kim, D. -R., G. -H. Gang, H. -J. Cho, H. -S. Yoon and Y. -S. Kwak (2015) Evaluation of antimicrobial activity and disease control efficacy of sodium dichloroisocyanurate (NaDCC) against major strawberry diseases. *Korean J. Pesticide Sci.* 19:47-53.

Kim, S. -K., C. Kim, J. Yoon and J. -H. Lee (2011) Inhibition of quorum sensing and biofilm formation by synthetic quorum signal analogues in *Pseudomonas aeruginosa*. *Korean J. Microbiol. Biotech.* 39:29-36.

Kennedy, B. W. and T. H. King (1962) Angular leaf spot of strawberry caused by *Xanthomonas fragariae* sp. nov. *Phyto-*

- pathology* 52:873-875.
- Kwon, J. -H., H. -S. Yoon, J. -S. Kim, C. -K. Shim and M. -H. Nam (2010) Angular leaf spot of strawberry caused by *Xanthomonas fragariae*. *Plant Path. J.* 16:97-100.
- Lewers, K. S., J. L. Maas, S. C. Hokanson, C. Gouin and J. S. Hartung (2003) Inheritance of resistance in strawberry to bacterial angular leafspot disease caused by *Xanthomonas fragariae*. *J. Horticult. Sci.* 128:209-212.
- Mass, J. L. (1998) Compendium of strawberry diseases. 2<sup>nd</sup> ed APS press. 98pp.
- Nam, M. H., H. S. Kim, W. K. Lee, M. K. Gleason and H. G. Kim (2011) Control Efficacy of Gray Mold on Strawberry Fruits by Timing of Chemical and Microbial Fungicide Applications. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 29:151-155.
- Pérez-Jiménez, R. M., A. De Cal, P. Melgarejo, J. Cubero, C. Soria, T. Zea-Bonilla and I. Larena (2012) Resistance of several strawberry cultivars against three different pathogens. *Spanish J. Agri. Res.* 10:502-512.
- Roberts, P. D., J. B. Jones, C. K. Chandler, R. E. Stall and R. D. Berger (1996) Survival of *Xanthomonas fragariae* on strawberry in summer nurseries in Florida detection by specific primers and nested polymerase chain reaction. *Florida Agri. Experi. Station J.* 80:1283-1288.
- Rowhani, A., A. J. Feliciano, T. Lips and W. D. Gubler (1994) Rapid identification of *Xanthomonas fragariae* in infected strawberry leaves by enzyme-linked immunosorbent assay. *Plant Dis.* 78:248-250.
- Yoon, H. S., J. Y. Kim, J. U. An, Y. H. Chang and K. P. Hong (2014) Effects of infected mother plants and irrigation methods on control of bacterial angular spot of strawberry. *Korean J. Horticult. Sci. Technol.* 32:80.
- Xue, S and R. H. Bors (2005) Resistance sources to *Xanthomonas fragariae* in non-octoploid strawberry species. *Hori. Sci.* 40: 1653-1656.
- Zimmermann, C., J. Hinrichs-Berger, E. Moltmann and H. Buchenauer (2004) Nested PCR (polymerase chain reaction) for detection of *Xanthomonas fragariae* in symptomless strawberry plants. *J. Plant Dis. Prot.* 111:39-51.

## 접종방법에 따른 딸기모무늬병원균의 발병도 검증 및 친환경 방제 효과

김다란<sup>1</sup> · 강근혜<sup>1</sup> · 조현지<sup>1</sup> · 윤혜숙<sup>2</sup> · 명인식<sup>3</sup> · 곽연식<sup>1,4,\*</sup>

<sup>1</sup>경상대학교 응용생명과학부, <sup>2</sup>경상남도농업기술원, <sup>3</sup>국립농업과학원, <sup>4</sup>경상대학교 농업생명과학연구원

**요 약** 딸기 세균성모무늬병은 딸기를 기주로 하여 발생하며 큰 피해를 발생시킨다. 병원균의 전반은 관수의 형태, 감염된 모주의 이용 그리고 작업자에 의해 이루어지며 현재까지 명확한 화학적방제법이 개발되어 있지 않다. 2010년, 국내의 모무늬병원균에 대한 최초 보고에 따르면 병징으로서 잎 뒷면에 수침상의 각진 병반이 형성되며 습도가 높고 적합한 환경에서 세균침출액을 형성하게 되고 또한 진전된 경우 잎에서 적갈색의 병반이 형성된다고 보고하였다. 현재까지 이루어진 연구에 따르면 딸기 세균성모무늬병에 대하여 두 가지 품종이 저항성을 지니고 있다는 연구 결과가 있으며 감염된 포장에서는 수확량의 10%를 감소를 나타낸다고 알려져 있다. 그러나 이와 같은 모무늬병원균에 대한 국내에서의 활발한 연구가 이루어져 있지 않은 상황이다. 이에 본 연구는 딸기 모무늬병에 대하여 원인병원균이 *Xanthomonas fragariae* 병원균에 의하여 발생됨을 보고하는 바이며 병원성검증실험 진행한 결과 국내의 딸기재배 품종인 매향과 설향 중 매향이 감수성을 나타냄을 확인하였다. 또한 NaDCC처리시 98%이상의 방제가가 확인되었으므로 친환경방제제로서의 가능성을 제시하며 이러한 연구결과들은 국내에 발생되어있는 딸기 세균성모무늬병에 대하여 기초적 자료로서 보고하는 바이다.

**색인어** 세균성모무늬병, 접촉접종법, Dichloroisocyanurate (NaDCC), *Xanthomonas fragariae*