

*Xanthomonas fragariae*에 의한 딸기 세균성모무늬병

권진혁* · 윤혜숙 · 김정순¹ · 심창기¹ · 남명현²

경상남도농업기술원, ¹국립농업과학원 농업유전자원센터, ²논산딸기시험장

Angular Leaf Spot of Strawberry Caused by *Xanthomonas fragariae*

Jin-Hyeuk Kwon*, Hae-Suk Yoon, Jeong-Soon Kim¹,
Chang-Ki Shim¹ and Myeong-Hyeon Nam²

Gyeongsangnam-do Agricultural Research and Extension Services, Jinju 660-360, Korea

¹National Agrobiodiversity Center, National Academy of Agricultural Science, RDA, Suwon 441-100, Korea

²Nonsan Strawberry Experiment Station, Chungcheongnam-do Agricultural
Research and Extension Services, Nonsan 320-862, Korea

(Received on February 9, 2010)

Angular leaf spot of strawberry caused by *Xanthomonas fragariae* occurred sporadically in the farmers open field at Sugok-myon, Jinju city, and greenhouse at Okjong-myon, Hadong-gun, Gyeongnam province, Korea. Typical symptoms of angular leaf spot initially appeared as a minute, water-soaked, rotted lesion on the lower leaf surface and the minute spots expanded to form angular leaf spots, usually delimited by small veins. The lesion was translucent under the transmitted light and dark green under reflected light. The slow growing pathogen was a gram-negative, motile bacterium with single polar flagellum, and producing yellowish orange pigment on YDC medium. It showed very strong pathogenicity on the leaves of strawberry. On the basis of biological characteristics and pathogenicity test on host plants, the bacteria was identified as a *Xanthomonas fragariae*. This is the first report on angular leaf spot of strawberry caused by *X. fragariae* in Korea.

Keywords : Angular leaf spot, Strawberry, *Xanthomonas fragariae*

2009년 남부지방 딸기재배 주산지역인 경남 진주시 수곡면과 하동군 옥종면 농가로부터 딸기 잎에 노란색 수침상의 다각형 반점이 생기고 심할 경우 시들어 말라 죽는 이상증상이 발생하여 임상진단을 의뢰 받았다. 병이 발생한 포장에서 병든 식물체를 채집하여 병원균을 순수 분리하고 배양한 후 세균학적인 특징과 병원성을 검정한 결과 *Xanthomonas fragariae*에 의한 딸기의 세균성모무늬병으로 동정되었다.

*X. fragariae*에 의한 딸기의 병 발생은 Maas (1998)에 의해 1960년대 미국 미네소타주에서 보고되었다. 우리나라에서 딸기에 발생하는 병해로는 탄저병 등 27종이 기록되어 있으나 지금까지 세균성모무늬병(Angular leaf spot)에 관해서는 보고된 바 없다(한국식물병리학회, 2004). 가까운 일본에서는 딸기에 병을 일으키는 세균으로

X. fragariae, *X. campestris*, *Ralstonia solanacearum*, *Pseudomonas* sp., *P. marginalis* 등이 기록되어 있다(日本植物病理學會, 2000). Agrios(2005)에 의하면 식물에 발생하는 세균병은 잎, 줄기, 꽃, 과일에 다양한 크기의 점무늬를 나타내 작물 생육기에 발생하여 큰 피해를 준다고 기술되어 있다.

본 연구는 딸기의 병징, 분리된 병원균의 세균학적 특성 및 병원성을 검정하여 *X. fragariae*에 의한 딸기의 세균성모무늬병 발생을 국내 최초로 보고한다.

병징. 딸기 잎에 주로 발생을 하며 간혹 꽃받침에도 발생한다. 잎에 수침상의 작은 반점이 서서히 생기고 다각형의 모무늬 병반을 형성하였다. 병든 잎에 나타난 병징을 밝은 쪽으로 볼 경우 엽맥 주위에 다각형이 나타나고 노란색의 달무리가 형성하는 것이 특징이다(Fig. 1A). 잎 뒷면은 수침상의 다각형의 모무늬 증상이 나타나며(Fig. 1B), 병반의 크기는 1~5 mm 정도이었다. 병이 심하게 발생할 경우 병반이 진전되어 융합되거나 불규칙하게

*Corresponding author
Phone) +82-55-771-6423, Fax) +82-55-771-6419
Email) Kwon825@korea.kr

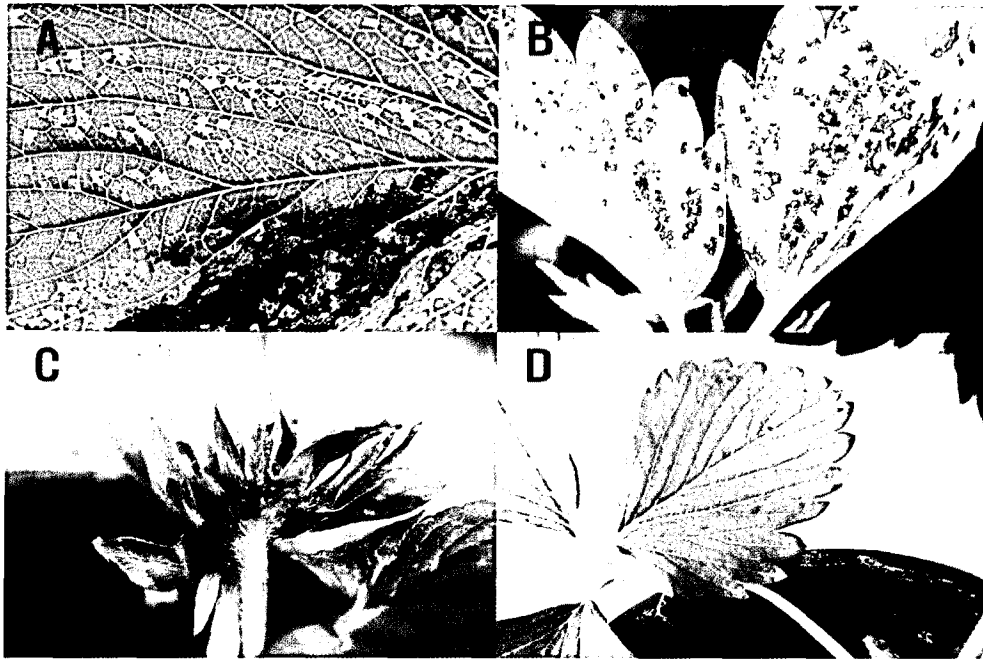


Fig. 1. Characteristic symptom of angular leaf spot of strawberry caused by *Xanthomonas fragariae*. A: Typical symptoms of angular leaf spot on the surface of strawberry leaves in the field, B: Infected lower surfaces of a strawberry leaflet. Angular, water-soaked spots are evident, C: Severely infected calyx of fruit, D: Symptoms induced by artificial inoculation in plastic pot at 20 days after inoculation.

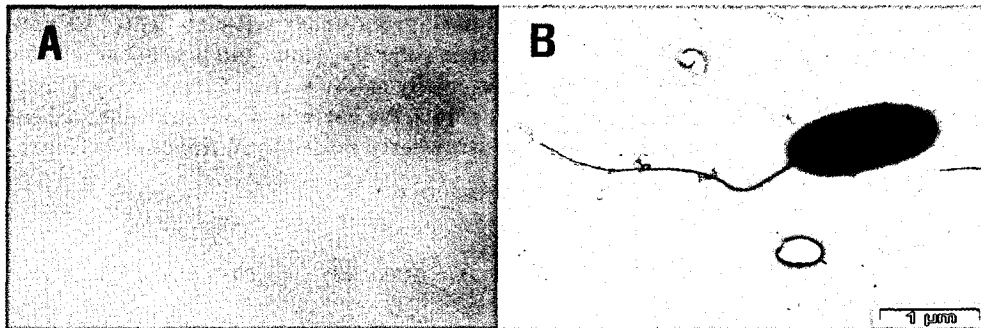


Fig. 2. Colonies and morphology of isolated *Xanthomonas fragariae* causing angular leaf spot of strawberry. A: The colony of *X. fragariae* grown for 7 days on YDC, B: Transmission electron microscopic picture of isolated *X. fragariae* ($\times 10,000$).

되어 잎이 갈색으로 시들어 말라 죽으며, 심할 경우 꽃받침 부위에 세균이 누출된 노란색 콜로니를 관찰할 수 있었다(Fig. 1C). 꽃받침에 감염되면 과실의 상품성을 잃게 된다.

포장 발생조건. 이 병의 발생은 2007년부터 딸기 재배농가에 가끔씩 발생하여 경남농업기술원에 병해 임상진단의뢰가 접수되어 왔으나, 지금까지 큰 문제를 일으키지는 않았다. 최근에는 국지적으로 세균성모무늬병의 발생 지역과 면적이 조금씩 증가하는 추세이다.

2009년 7월 경남 진주시 수곡면 노지육묘중인 딸기포장에서 산발적으로 발생하였다. 병징은 6월부터 발생하기 시작하여 남부지방 장마기인 7월에 부분적으로 발생

하였으며 8, 9월 이후에도 지속적으로 발생하였다. 농가에서 육묘중인 딸기에 병이 발생할 경우 병든 잎을 제거하기 때문에 육묘상에서 병해 발생이 적은 것으로 나타났다. 또한 하동군 육종면 축성재배 비닐하우스 딸기(품종: 아끼히메) 재배농가에서 10월경에 산발적으로 발생하였지만 계속 감염되어 12월에는 포기마다 잎에 병반 하나씩 관찰할 수 있었다.

2010년 1월에는 재배지역에서 20% 정도 발생하였다. 이것은 육묘중에 감염된 것으로 추정되며 9월경 비닐하우스내 정식할 때 전혀 세균성모무늬병의 병징이 없는 건전한 묘로 보였으나, 정식 초기 시설하우스내 스프링클러에 의한 두상관수와 고온다습한 환경조건 때문에 정

식 후에도 지속적으로 병이 발생되었고, 2010년 1월경 딸기 재배 비닐하우스 내에서 병든 잎을 쉽게 관찰할 수 있었다.

육묘에서부터 수확기까지 주로 아랫잎에 병반이 잘 나타나며 꽃받침에도 간혹 발생하고 심할 경우 세균이 누출된 노란색 균총을 관찰할 수 있으며 감염된 과실은 상품성이 전혀없다. 병든 잎이 심하게 발생할 경우 병반이 불규칙하게 되고 잎 전체가 시들면서 암갈색으로 말라 죽는다. 포장에서는 과실수확 후 농작업을 통해 심하게 감염된 병든 잎을 계속 제거하기 때문에 병해 발생이 적은 것으로 나타난다.

지금까지 딸기재배 농가의 의견에 따르면 해마다 지역에 따라 조금씩 발생하였지만 경제적 피해 없이 경영할 수 있었으나, 2009년 이후 집단적으로 발생할 경우 경제적 손실이 클 것으로 추측되어진다.

*X. fragariae*는 건조와 다른 불리한 환경조건에 저항성이며 건조한 이병 잎에서는 장기간 생존할 수 있지만, 토양속에서는 생존할 수 없다. 비닐하우스 내 이병식물체에서 증식한 병원균은 높은 습도조건에서 공기중에 누출되어 2차 전염원으로서 역할을 한다. 2차 전염경로는 공기 중에 물방울에 의해서 튀거나 강우 및 두상관수, 수확 작업시 건전한 식물에 전파되는 것으로 보고되어 있다(Maas, 1998).

병원균 분리. 2009년 10월 시설하우스 축성재배 딸기 농가에서 병든 잎을 채집하여 병원균 분리하였다. *X. fragariae*는 생장속도가 매우 느리어 일반적인 분리방법으로는 다른 세균들과 함께 분리되기 쉽다. 분리하고자 하는 병든 잎으로부터 수침상의 노란색의 병반부위를 최소한으로 잘라 내어 70% Et-OH에 3분간 표면소독한 후 멸균수로 3회 세척한 다음 멸균수가 들어 있는 10 ml test tube에 넣고서 20분간 현탁을 하였다. 현탁액은 약 10^3 정도 희석한 후 항생제가 첨가된 *Xanthomonas* 속 간 이분리배지(CKTM)에 멸균된 루프를 이용하여 도말하였다(Sijam 등, 1991, 1992; Kennedy와 King, 1962; Bradbury, 1977). Schaad 등(2001)과 Wilson 등(1967)이 보고한 방법으로 수행하였는데, CKTM 배지로부터 1차 분리된 균총에서 순수한 *X. fragariae* 균총을 분리하기 위해 CKTM배지에 첨가한 항생제를 YDC(Yeast extract dextrose calcium carbonate) 배지에 넣고서 분주한 다음 2차 도말하여 단 균총을 분리하였다. 3일 후 YDC배지에서 *Xanthomonas*속 균의 형태적인 특징 중의 하나인 노란색의 콜로니가 관찰되면 다시 한번 항생제를 첨가한 YDC 배지에 도말하여 노란색의 순수한 병원균을 분리

할 수 있었다. 병원성 검정을 위해서 NA배지에 3일 정도 계대 및 증식하여 사용하였다. YDC 배지에서 원형으로 노란색을 띤 오렌지 색소를 분비하며 생육이 느리고 그람음성(G⁻)이며 단극모를 가지고 있어 운동성이 있었다(Fig. 2A, B).

병원성 검정. 분리한 병원균의 병원성을 확인하기 위하여 2009년 10월부터 경남농업기술원 유리온실에 재배 중인 건전한 딸기(품종: 아끼히메) 2포트(15×14 cm)를 가지고 2010년 1월 12일 병원성을 검정하였다. 접종원은 NA 배지에서 25°C 항온기에 7일간 배양한 1개의 페트리 디쉬 내 병원균을 삼각유리봉으로 잘 긁어서 접종원 농도를 10^6 cell/ml로 조절한 다음 0.01 M MgSO₄ 용액에 현탁액 100 ml 만들어 접종하였다. 본 실험에서 사용한 접종방법은 Siciliano 등(2005)이 보고한 방법으로, 3 ml 주사기를 이용하여 딸기 잎뒷면에 가압주입하는 접종법을 사용하였다.

Maas(1984), Kennedy와 King(1962)이 기술한 방법으로 접종 후 발병을 유도하기 위해 상대습도 95% 이상의 포화습도에서 25°C 접종상에 24시간 처리후 실험실내에 들어 내고서 발병유무를 관찰한 결과, 접종 7일부터 수침상의 다각형 모무늬 형태의 작은 병반이 느리게 나타났다(Fig. 1D). 포장에서 자연 발병된 병징과 잘 일치하였다.

이상과 같이 딸기에서 분리한 병원균의 세균학적 특징을 조사한 결과 Maas(1998)가 기술한 *X. fragariae*의 병징과 세균학적 특징 및 전염원의 발생 생태가 일치하였다.

따라서, 이 병을 국내에서 재배되고 있는 딸기에 처음 발생, 확인된 병으로 *Xanthomonas fragariae* Kennedy & King에 의한 딸기 세균성모무늬병으로 명명할 것을 제안한다.

요 약

2009년 진주시 수곡면 딸기 노지재배 육묘 포장과 하동군 옥중면 축성재배 시설하우스 딸기포장에서 병이 발생하였다. 병징은 잎에 수침상의 작은 반점이 서서히 생기면서 엽맥의 주위에 다각형의 모무늬 병반이 나타나고 노란색의 달무리가 형성하는 것이 특징이다. 병든 잎은 서서히 시들고 암갈색으로 말라 죽는다. YDC 배지 상에서 병원균의 균총은 노란색을 띤 오렌지 색소를 분비하며 둥근 콜로니를 형성하고 단극모를 가지고 있다. 딸기에 접종한 결과 병원성이 잘 나타났다.

이상과 같이 딸기에 발생한 병징, 병원균의 특징 및 병원성을 검정한 결과 *Xanthomonas fragariae*에 의한 딸기 세균성모무늬병으로 동정하였다.

감사의 글

본 논문은 농촌진흥청 공동연구사업(과제번호: PJ007345)에서 연구비 지원으로 수행된 결과이며 연구비 지원에 감사드립니다.

참고문헌

- Agrios, G. N. 2005. Plant Pathology. 5th ed., Academic Press. 922 pp.
- Bradbury, J. F. 1977. *Xanthomonas fragariae*. CMI Descriptions of pathogenic fungi and bacteria No. 558. CAB International, Wallingford, UK.
- 日本植物病理學會. 2000. 日本植物病名目録. 日本植物防疫協會. 857 pp.
- Kennedy, B. W. and King, T. H. 1962. Angular leaf spot of strawberry caused by *Xanthomonas fragariae* sp. nov. *Phytopathology* 52: 873-875.
- 한국식물병리학회. 2004. 한국식물병명명목록. 779 pp.
- Maas, J. L. 1984. Compendium of strawberry diseases. American Phytopathology Society. St. Paul, Minnesota, USA.
- Maas, J. L. 1998. Compendium of strawberry diseases. 2nd ed. APS press. 98 pp.
- Schaad, N. W., Jones, J. B. and Chun, W. 2001. Laboratory guide for identification of plant pathogenic bacteria, Third edition. St Paul, USA: American Phytopathological Society Press.
- Sijam, K., Chang, C. J. and Gitaitis, R. D. 1991. An agar medium for the isolation and identification of *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*. from seed. *Phytopathology* 81: 831-834.
- Sijam, K., Chang, C. J. and Gitaitis, R. D. 1992. A medium for differentiating tomato and pepper strains of *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*. *Canadian Journal of Plant Pathology* 14: 182-184.
- Siciliano, F., Torres, P., Sendin, L., Bermejo, C., Filippone, P., Vellice, G., Ramallo, J., Castagnaro, A., Vojnov, A. and Marano, M. R. 2005. Estudio de las bases moleculares de la patogénesis de *Xanthomonas axonopodis* pv. *citri* en *Citrus limon*. In: BAIRESBIOTEC 2005 (6, 7th-10th June, 2005, Buenos Aires, Argentina). Abstracts, pp. 349-350.
- Willson, E. E., Zeitoun, F. M. and Fredrickson, D. L. 1967. Bacterial phloem canker, a new disease of Persian walnut trees. *Phytopathology* 57: 618-621.