

토마토 암면양액재배시스템에서 발생한 *Fusarium* 근두썩음병(가칭)

이충식 · 박은우* · 이충일¹

서울대학교 농생물학과, ¹산업과학기술연구소

Fusarium Crown Rot of Tomatoes on a Rockwool Culture System

Choong Sik Lee, Eun Woo Park*, Choong Il Lee¹

Department of Agricultural Biology, Seoul National University, Suwon 441-744, Korea

¹Research Institute of Industrial Science and Technology, Dongkwangyang, 544-090, Korea

ABSTRACT: Crown rot was found from tomatoes growing on a rockwool culture system in a glasshouse at Dongkwangyang in 1992. The disease occurred on the stem of 'Trust' tomato plants with 3~4 clusters of flowers. Infected plants showed stem girdling and necrosis at or slightly above the rockwool line. Internal tissues of crown and stem including cortex, vascular bundle, and pith became decayed resulting in a chocolate-brown discoloration extending no more than 10~15 cm above the crown. Diseased tomato plants with the similar symptoms were found at Ansong and Taejon where tomatoes were grown on either rockwool or soil in plastic greenhouses. The size of macroconidia of *Fusarium* isolated from a diseased plant was 26.0~41.6×2.9~4.7 μm, and microconidia were formed on short monophialide and the size was 3.6~12.5×2.9~3.6 μm. Morphological characteristics and inoculation tests indicated that the causal organism of the disease was *Fusarium oxysporum*.

Key word : *Lycopersicon esculentum*, *Fusarium oxysporum*, Crown and root rot, Rockwool culture.

Fusarium oxysporum Schlechtend. : Fr. f. sp. *radicis-lycopersici* W. R. Jarvis & Shoemaker에 의한 토마토 근두썩음병(가칭)은 온실 토양과 양액재배시스템에서 수량을 심하게 떨어뜨리는 것으로 알려져 있고 전 세계적으로 널리 분포하고 있는 병원균으로서 이미 일본, 캐나다, 멕시코, 미국, 네델란드 등에서 보고된 바 있다(2, 3, 5, 6). 하지만 우리나라에서는 *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici*에 의한 토마토 시들음병 외에는 보고된 바 없다.

병발생. 1992년 5월 경에 전남 동광양시에 위치한 포항제철 주식회사 광양제철소 유리온실의 암면 양액재배에서 3~4단 가량 자란 토마토 품종 'Trust'에서 암면큐브에 인접한 줄기 부분에 괴사와 균열 증상이 나타나고 잘록해지면서 식물체가 쓰러져 시드는 병이 발생하였다. 식물체 뿌리와 줄기를 종단하여 관찰한 결과 지체부의 내부 조직이 심하게 갈변되어 있었으며 뿌리는 비교적 건전하게 보였다. 특히 종래 우리나라에서 알려져 있는 *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*에 의한 토마토 시들음병 증상과는 달리

지체부 및 줄기 아랫부분의 수(pith)가 갈변되어 있었고 도관조직은 암면으로부터 약 10~15 cm 정도만 갈변되어 있었다. 한편 경기도 안성군 양성면에 위치한 비닐하우스의 암면양액재배에서도 7~8단 이상 자란 토마토 가운데 동일한 증상을 보이는 병든 개체를 발견할 수 있었다. 또한 대전과 안성의 비닐하우스 단지에서 토양재배되고 있는 토마토에서도 유사한 병징을 갖고 있는 개체들을 채집할 수 있었는데, 이들도 지체부가 잘록하고 괴사되어 있었으며, 내부의 피층, 수, 도관 조직이 모두 갈변되어 있었고, 뿌리도 약간 갈변되어 있었으나 지체부 보다는 덜 심하였다(Fig. 1A, B).

병원균의 형태적 특징. 동광양, 안성, 대전에서 채집한 병든 개체들로부터 순수분리한 균주를 Nelson 등(4)의 분류체계에 따라 균학적 특성을 조사한 결과 3균주 간의 형태적인 차이는 없이 모두 *F. oxysporum*으로 확인되었다. Potato Sucrose Agar(PSA)와 Carnation Leaf Agar(CLA) 배지 상에서 균사 생장 속도는 7일 후 균층의 지름이 약 7 cm 가량 되었고, 균사의 색깔은 옅은 분홍빛이었으며, 공중균사가 발달하였고, 배지 밑에는 파란 또는 보라빛 색소가

*Corresponding author.

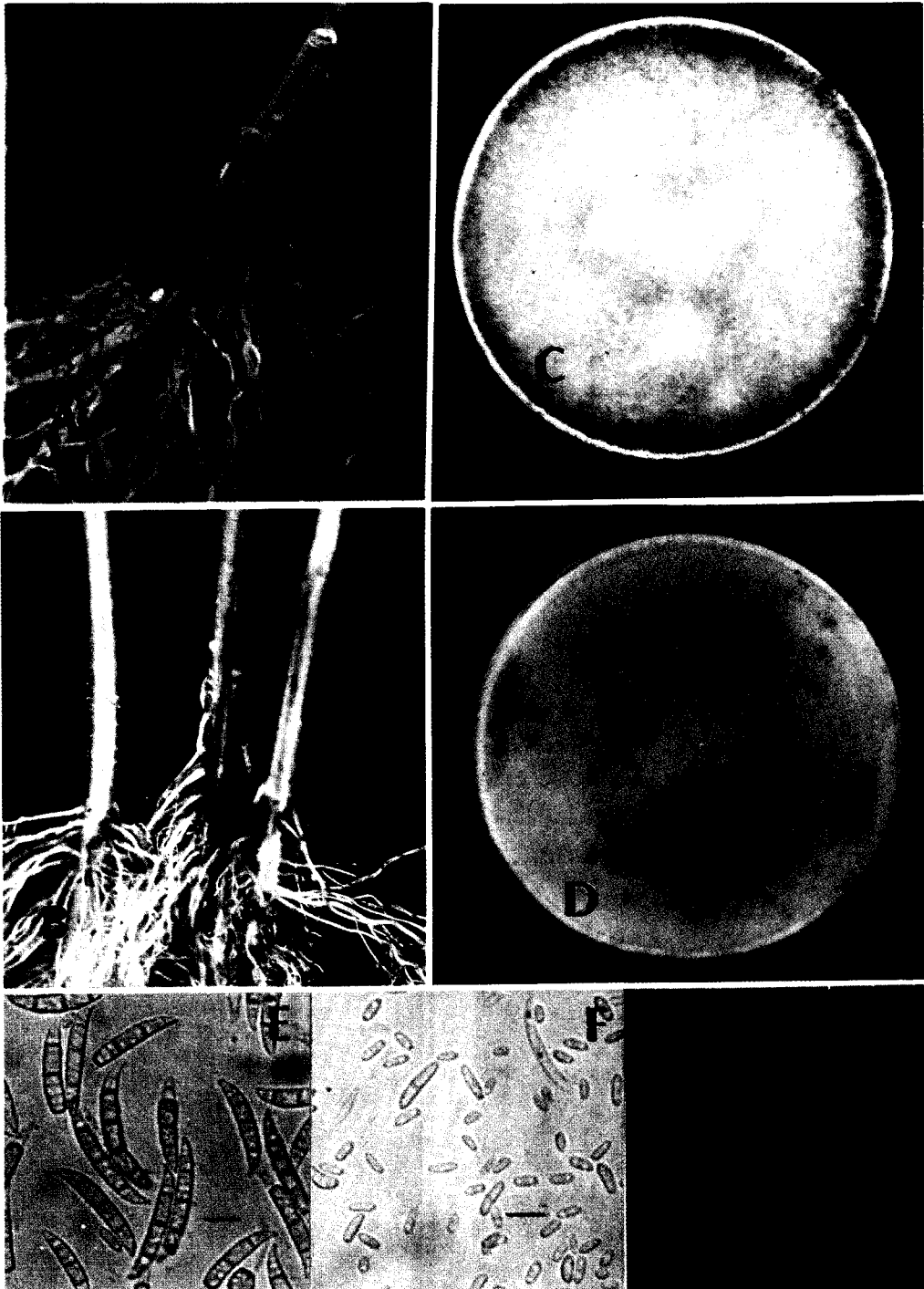


Fig. 1. Symptoms of crown rot of tomato plants and morphological characteristics of *Fusarium oxysporum*. A: Stem girdling and necrosis at the soil line of tomato plant, B: Crown and root rot, and vascular discoloration of internal tissue of tomato stems, C: Colony morphology, D: Dark blue pigmentation appeared on the underside of PSA culture, E, F, G: Microscopical characteristics: macroconidia (E), microconidia (F), and monophialide (G) of *F. oxysporum* (bar=10 μ m).

산발적으로 흩어져서 침전되어 있는것을 관찰할 수 있었다(Fig. 1C, D). 3주 후에는 PSA 배지 상에서 지름이 약 1~2 mm인 다수의 오렌지색 sporodochia가 흩어져서 형성되는 것을 관찰할 수 있었으며, CLA 배지 상에서는 관찰되지 않았다. 현미경 상에서 균사는 투명하였고 격막이 있으며 분지되어 있었고, 갈고리 모양의 대형분생포자는 크기가 26.0~41.6×2.9~4.7 μm로서 격막은 3~5개 었는데 대부분이 3개의 격막을 갖고 있었다(Fig. 1E). 많은 수의 소형분생포자를 형성하였는데 크기는 3.6~12.5×2.9~3.6 μm였고, 모양은 난형 또는 타원형으로 투명하고 대부분 격막이 없는 단세포였다(Fig. 1F). 균사의 끝부분 또는 중간에 후막포자도 자주 관찰되었다. 균사의 옆방향으로 떨어진 짧은 monophialide위에 소형분생포자가 형성되었다(Fig. 1G).

병원성 검정. 각 균주들의 병원성은 15개 토마토 품종 또는 육종계통들을 사용하여 검정하였다. 공시 품종들 가운데 13개는 홍농종묘(주)로부터 종자를 분양 받았고, 'Trust'와 'Recento'는 네델란드산 시판 품종이다. Vermiculite : Perlite : Peatmoss가 3 : 3 : 2의 비율로 혼합된 토양에 종자를 파종하여 온실에서 1본엽이 완전히 전개되었을 때(파종 후 약 15~20일 후) 뿌리에 상처가 나지 않도록 조심하여 뽑아내고 물에 담가 가볍게 흔들여 뿌리에 묻은 토양을 제거시켰다. 각 균주를 접종하기 위하여 8개체의 뿌리를 1분가량 소형분생포자 현탁액(2×10^6 cells/ml)에 침지한 후 동일한 혼합토를 담은 16×7×7 cm 크기의 포트에 2개체씩 옮겨 심었다. 접종된 토마토 유묘들을 25±5°C 온실에서 6주간 키운 다음 뿌리를 뽑아 줄기와 뿌리의 외형을 관찰하고 세로로 잘라 내부 조직이 갈변되었는지 조사하였다. 접종실험의 결과에 따르면 공시된 3균주들이 각각 토마토품종에 대한 병원성 정도가 달랐다(Table 1). 동광양 균주의 경우 'Trust' 품종에서 채집된 것임에도 불구하고 접종실험에서는 'Trust'에서 전형적인 병징이 나타나지 않았다. 현재로서는 이에 대한 뚜렷한 설명이 불가능하지만 공시식물의 생육과 환경 조건의 차이에 따라 병징 발현 시기 및 정도에 차이가 있을 것으로 추측된다. 접종실험에서 병든 개체들로부터 *F. oxysporum*을 재분리할 수 있었으므로 Koch's postulates에 따라 공시된 균들이 병원균임을 확인할 수 있었다.

암면양액재배와 토양재배에서 발견된 병징 및 접종실험에서 얻어진 병징의 특징은 토마토 줄기의 지제부가 외형적으로 잘록해지고 균열 및 괴사되며, 종단하여 관찰하면 지제부를 중심으로 뿌리 일부분과 지상 10~15 cm 가량의 줄기가 침해를 받아 내

Table 1. Reactions of tomato cultivars or breeding lines to three isolates of *Fusarium oxysporum* obtained from tomato plants with crown rot symptoms*

Tomato cultivar	Location from which isolates were collected		
	Ansung	Taejon	Dongkwangyang
Veteran×Kangmi2	+	±	-
Seokwang102×Oomiya	±	-	-
Seokwang	+	-	±
Yeongkwang	-	±	-
Sigueo49	+	±	+
Small fry×Sasotaeri	-	-	-
Small fry×Suito100	-	-	±
Mini carrol	±	-	-
Carrol-7	+	-	±
W. VF Rome×ACE 8-2	-	+	+
Arletta	-	-	+
Leopard	+	-	+
Precious	-	-	-
Trust	+	-	-
Recento	-	±	-

*+, ±, and - indicate susceptible, intermediate, and resistant reactions, respectively.

부의 괴충, 수, 도관 조직이 갈변되어 있었다. 이러한 병징은 *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici*에 의한 시들음병과 뚜렷이 구분될 수 있다. 즉 시들음병의 경우 병든 식물을 종단할 경우 도관조직만 갈변되고, 수는 정상적인 상태가 유지된다. 시들음병에 감염되었을 경우 초기에 오래된 잎이 황화되는데 종종 식물체의 반쪽에서 그리고 엽병을 중심으로 한쪽 면이 먼저 황화되는 현상을 볼 수 있다. 본 연구에서는 이와같은 전형적인 시들음병 증상을 찾아볼 수 없었다. *F. oxysporum*에 의한 병으로서 시들음병과 뚜렷이 다른 이러한 병징에 대해서는 Jarvis와 Shoemaker(1)가 이미 보고한 바 있으며, 이들은 분류학적 고찰을 통하여 병원균을 *F. oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici*로 명명하였다. 또한 Rowe(7)도 *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici*와 f. sp. *radicis-lycopersici*의 병징 및 기주범위의 차이를 명확히 확인하였다. 동광양의 암면재배시스템을 비롯한 몇개 지역에서 채집된 토마토의 지제부 및 뿌리썩음 증상은 시들음병과 뚜렷한 차이가 있으므로 *F. oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici*에 의한 근두썩음병(가칭) (crown rot)으로 판단되지만 채집된 병원균의 분화형(forma specialis)을 결정하기 위해서는 앞으로 다른 작물에 대한 병원성 여부, 판별품종에 대한 병원성 등이 조사되어야 한다.

요 약

1992년 동광양시 유리온실의 암면양액재배시스템에서 3~4단 가량 자란 'Trust' 토마토에서 암면큐브에 인접한 줄기 부분이 잘록해지면서 균열과 괴사 증상이 나타나는 병이 발생하였다. 병든 식물은 근두를 중심으로 지상 10~15 cm 가량의 줄기가 침해를 받아 내부의 피층, 수, 도관 조직이 갈변되어 있었다. 안성과 대전의 비닐하우스 암면재배 또는 토양재배 되고 있었던 토마토에서도 유사한 증상을 가진 병든 토마토 식물을 발견하였다. 병든 식물체에서 분리된 *Fusarium*의 대형분생포자 크기는 26.0~41.6×2.9~4.7 μm였고 짧은 monophialide위에 소형분생포자가 형성되었으며 크기는 3.6~12.5×2.9~3.6 μm였다. 형태적인 특성과 점종실험 결과에 의하면 병원균은 *Fusarium oxysporum*으로 동정되었다.

감사의 말씀

본 연구는 포항제철주식회사의 1992년도 연구비 지원으로 수행되었습니다.

참고문헌

1. Jarvis, W. R. and Shoemaker, R. A. 1978. Taxonomic status of *Fusarium oxysporum* causing foot and root rot of tomato. *Phytopathology* 68: 1679-1680.
2. Jenkins, S. F. and Averre, C. W. 1983. Root diseases of vegetables in hydroponic culture systems in North Carolina greenhouses. *Plant Dis.* 67: 968-970.
3. Jones, J. B., Jones, J. P., Stall, R. E., and Zitter, T. A. 1991. *Compendium of tomato diseases*. The American Phytopathological Society.
4. Nelson, P. E., Toussoun, T. A. and Marasas, W. F. O. 1983. *Fusarium Species: An illustrated manual for identification*. The Pennsylvania State University Press.
5. Nutter, F. W., Warren, C. G., Wells, O. S. and MacHardy, W. E. 1978. *Fusarium* foot and root rot of tomato in New Hampshire. *Plant Dis. Repr.* 62: 976-978.
6. Rattink, H. 1991. Epidemiology of *Fusarium* crown and root rot in artificial substrate systems. *Mededelingen Faculteit Landbouwwetenschappen Rijksuniversiteit Gent* 56(2b): 423-430.
7. Rowe, R. C. 1980. Comparative pathogenicity and host ranges of *Fusarium oxysporum* isolates causing crown and root rot of greenhouse and field-grown tomatoes in North America and Japan. *Phytopathology* 70: 1143-1148.

1. Jarvis, W. R. and Shoemaker, R. A. 1978. Taxono-