

Note Open Access

## *Pseudocercospora fuligena*에 의한 토마토 검은잎곰팡이병

이문행 · 이석수 · 김흥기<sup>1</sup> · 이윤수<sup>2</sup> · 이지혜<sup>1</sup> · 유승현<sup>1\*</sup>

충남농업기술원 부여토마토시험장, <sup>1</sup>충남대학교 응용생물학과, <sup>2</sup>강원대학교 식물자원응용공학과

## Black Leaf Mold of Tomato Caused by *Pseudocercospora fuligena* in Korea

Mun Haeng Lee, Suk Soo Lee, Hong Gi Kim<sup>1</sup>, Youn Su Lee<sup>2</sup>, Ji Hye Lee<sup>1</sup> and Seung Hun Yu<sup>1\*</sup>

Buyeo Tomato Experiment Station, Chungnam Agricultural Research and Extension Services, Buyeo 323-814, Korea

<sup>1</sup>Department of Applied Biology, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea

<sup>2</sup>Department of Applied Plant Sciences, Kangwon National University, Chuncheon 200-701, Korea

(Received on June 4, 2012; Revised on June 18, 2012; Accepted on June 21, 2012)

In September 2011, black leaf mold caused by *Pseudocercospora fuligena* occurred on tomato plants growing in protected cultivation conditions in Boryong and Buyeo, Chungnam Province, Korea. Symptoms of the disease initially appeared as foliar chlorotic spots on upper leaf surfaces, turned light brown and then black on lower leaf surfaces as the fungus sporulates profusely. The causal fungus was isolated from the diseased plants and identified as *P. fuligena* based on morphological characteristics. Pathogenicity of the fungus was proved by artificial inoculation in the green house. This is the first report of the occurrence of black leaf mold of tomato caused by *P. fuligena* in Korea.

**Keywords :** Black leaf mold, Identification, *Pseudocercospora fuligena*, Tomato

토마토(*Lycopersicon esculentum* Mill.)는 가지과(*Solanaceae*)에 속하는 다년생 식물로 세계적으로 널리 식용되고 있는 중요한 채소이다. 우리나라에서도 국민소득향상과 더불어 건강에 대한 관심이 높아지면서 비타민 A, C를 비롯하여 라이코펜과 같은 성분을 함유하고 있는 토마토의 생산과 소비가 증가추세에 있다. 지금까지 국내에서 보고된 토마토의 병해는 30여 종류가 있으며 균류병으로는 *Fulvia fulva*(=*Cladosporium fulvum*)에 의한 잎곰팡이병을 비롯하여 21종이 보고되어 있다(The Korean Society of Plant Pathology, 2009).

2011년 9월 충남 보령시 청소면과 부여군 규암면 일대의 토마토 시설재배 단지에서 기존에 보고된 잎곰팡이병 병징과 유사한 병해가 발견되었다. 병든 잎으로부터 병원균을 분리하여 균학적 특성과 병원성을 조사한 결과 국내 미기록병인 *Pseudocercospora fuligena*에 의한 토마토 검은잎곰팡이병으로 밝혀졌다. 본 연구에서는 우리나라에

서 보고된 바 없는 토마토 검은잎곰팡이병의 병징, 병원균의 균학적 특성 및 병원성 검정의 결과를 보고한다.

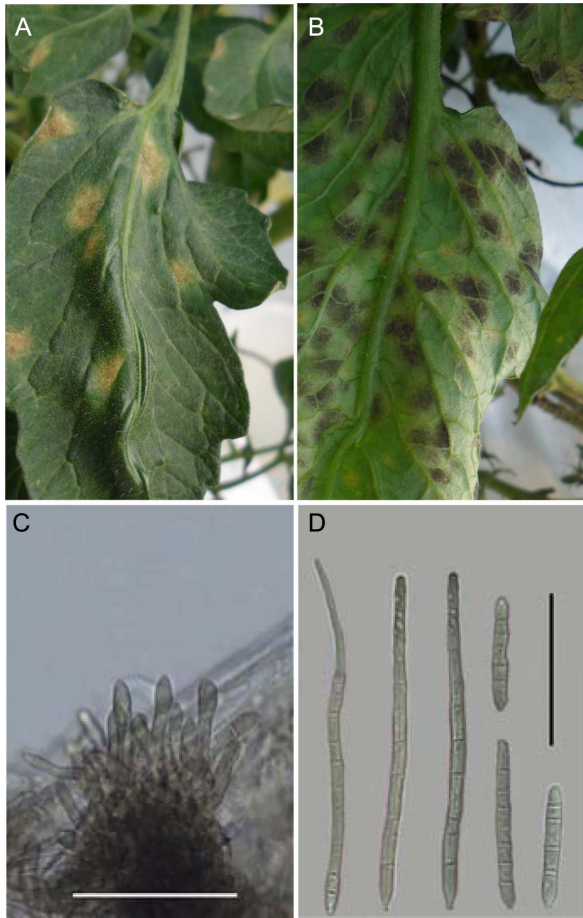
**병징.** 잎에 발생하며 초기에는 윗면에 경계가 뚜렷하지 않은 연한 노란색의 점무늬가 불규칙하게 나타난다(Fig. 1A). 병반이 점차 확대되면서 연한 혼회(halo)가 병반 주위에 형성되기도 하며 잎의 윗, 아랫면 병반이 갈색의 가장자리로 둘러 싸인다. 습기가 많으면 잎 아랫면의 병반에 분생포자가 다량으로 형성되면서 진한 회색 또는 검은색으로 나타난다(Fig. 1B). 병이 더욱 진행되면 병반이 융합하여 커지고 잎은 검은 그을음이 묻은 것과 같이 된다. 이 병징은 *F. fulva*에 의한 잎곰팡이병의 병징과 유사하여 구별하기 어렵지만 잎곰팡이병에 비하여 아랫면의 병징이 진하고 검은색을 띠는 것이 특징이다.

**병원균의 형태적 특징.** 병원균을 분리하기 위하여 병든 잎 조직을 잘라 1% 차아염소산나트륨(NaOCl) 용액으로 표면소독하고 물한천배지(WA) 위에 치상한 후 25-27°C 항온기에서 7일간 배양하였다. 병반 조직에서 나온 균사의 선단부를 떼어 V8 배지(배지 조성: V8 vegetable juice 175 ml, CaCO<sub>3</sub> 3 g, agar 20 g, 멸균수 1 l)에 접종하고 NUV광이 12시간 조사되는 25-27°C 항온기에서 7일

\*Corresponding author

Phone) +82-42-821-5762, Fax) +82-42-823-8679

Email) shunyu@cnu.ac.kr



**Fig. 1.** Symptoms of black leaf mold on tomato (**A, B**) and morphological characters of the causal fungus, *Pseudocercospora fuligena* (**C, D**). **A:** Chlorotic spots on the upper surface of leaflet, **B:** Black sporulation of the fungus on the lower surface of leaflet, **C:** Fascicle of divergent conidiophores, **D:** Obclavate to cylindrical-obclavate conidia. Bars = 50  $\mu$ m.

간 배양한 후 형성된 분생포자와 분생자경의 형태적 특징을 광학현미경(Olympus BX50)을 사용하여 관찰하였다. 분생포자와 분생자경의 길이와 폭의 측정은 최소 20개 이상의 관찰결과를 바탕으로 하였다. 이 연구에서 사용한 균주는 충남대학교 식물병리학연구실(균주번호 CNU 111559)에 보존하였다.

분리균의 분생자경은 연한 올리브색 또는 연한 갈색이며, 0-3개의 격벽이 있고, 분지하지 않으며, 보통 5-15개씩 다발로 형성되었다(Fig. 1C). 선단은 둥글거나 단절형(truncate)이며 분생자경의 크기는 20-70 (av. 40.6)  $\times$  2.5-5.5 (av. 3.7)  $\mu$ m였다(Table 1). 분생포자는 도근봉형(obclavate) 또는 원통상 도근봉형(cylindric-obclavate)이며, 끝거나 약간 굽은 모양이고, 반투명 또는 연한 올리브색이며 3-10개의 격벽이 있다(Fig. 1D). 분생포자의 선단(tip)은 둥글고, 기부(base)는 긴 역원추상(long obconic) 또는 긴 역원추상 단절형이며, 크기는 30-130 (av. 72.2)  $\times$  2.5-5.0 (av. 4.1)  $\mu$ m였다(Table 1). 이상의 특징은 기존에 보고된 *Pseudocercospora fuligena* (Roldan) Deighton의 특징(Blazquez, 1991; Halfeld-Vieira 등, 2006; Hsieh와 Goh, 1990)과 일치하였다.

**병원성 검정.** 접종원을 준비하기 위하여 분리균인 *P. fuligena*를 V8 주스배지에 접종하여 25°C 항온기에서 2주일 배양한 후 균총의 표면을 백금으로 가볍게 긁어주고 NUV광이 1일 12시간씩 조사되는 항온기에서 2-3일 배양하여 분생포자 형성을 유도하였다. 분생포자가 형성된 균총의 페트리 디쉬에 살균수를 가하고 균총의 표면을 긁은 후 3겹의 멸균 거즈로 걸러 분생포자를 모아 포자현탁액(포자 농도  $2 \times 10^5$ /ml)을 조제하였다. 접종을 위한 식

**Table 1.** Comparison of morphological characteristics of the causal fungus (present isolate) for black leaf mold of tomato and *Pseudocercospora fuligena* described by different authors

Characteristics	Present isolate	Hsieh and Goh (1990)	Blazquez (1991)	Halfeld-Viera <i>et al.</i> (2006)
<b>Conidiophores</b>				
color	pale olivaceous to pale brown	pale olivaceous to very pale brown	pale to medium brown	pale olivaceous to olivaceous brown
shape of apex	rounded or truncate	rounded or truncate, sometimes once geniculate	slightly geniculate	inconspicuous
septum	0-3 septate	0-3 septate	septate	1-2 septate
length $\times$ width ( $\mu$ m)	20-70 $\times$ 2.5-5.5	15-60 $\times$ 3-5	25-70 $\times$ 3.5-5	20-39 $\times$ 3.5-5.0
<b>Conidia</b>				
color	subhyaline to pale olivaceous	subhyaline to pale olivaceous	subhyaline	olivaceous to subhyaline
shape	obclavate to cylindric obclavate	cylindric to cylindro-obclavate	obclavate to cylindro-obclavate	obclavate to cylindric-obclavate
septum	3-10 septate	2-9 septate	multi septate	3-10 septate
length $\times$ width ( $\mu$ m)	30-130 $\times$ 2.5-5.0	20-90 $\times$ 2.5-4	15-120 $\times$ 3.5-5	29-110 $\times$ 2.5-5.0

물체는 토마토(품종: 호용) 종자를 포트에 파종하여 25–27°C 온실에서 관행 재배법으로 10주 키운 후 사용하였다. 건전 식물체에 tween 20을 소량 첨가한 분리균의 포자현탁액(주당 약 50 ml씩)을 고르게 분무 접종하고 25°C 습실(상대습도 100%)에 24시간 둔 후 25–30°C의 일반 온실로 옮겨 재배하면서 병징의 발현여부를 관찰하였다. 대조구는 포자현탁액 대신 수돗물을 분무하였다.

접종 7–8일 후 포자현탁액을 접종한 토마토 잎에서 불규칙한 연한 노란색의 초기 병징이 관찰되었으며 이 병징은 점차 확대되었다. 접종 20–25일 후에는 잎 아랫면의 병반부에 진한 회색-검은색을 띠는 병원균의 포자가 형성되었다. 인공접종으로 형성된 병반부에서 곰팡이를 분리하여 동정하였던 바 접종에 사용한 균과 동일한 균이 재분리되었다.

이상 병원균의 형태적 특성 분석과 병원성 검증 결과 최근 충남의 토마토 시설재배단지에서 발생한 병은 국내 미기록인 *P. fuligena*에 의한 병으로 확인되었으며, 이 병의 병명은 병징의 특징에 따라 검은잎곰팡이병(black leaf mold)으로 제안한다. 이 병은 주로 열대 및 아열대지역 널리 분포하는 병으로서(Wang 등, 1997), 아시아(Chandrasrikul, 1962; Govindu와 Thirumalachar, 1954; Blazquez, 1991; Mohanty와 Mohanty, 1955; Mulder와 Holliday, 1975; Roldan, 1938; Turner, 1971; Yamada, 1951; Wang 등, 1997), 아프리카(Blazquez, 1991; Mulder와 Holliday, 1975), 오세아니아(Johnston, 1960), 북아메리카(Blazquez와 Alfieri, 1974; Johnston, 1963; Mulder와 Holliday, 1975) 등의 여러 나라에서 발생이 보고되었으며, 최근에 브라질에서도(Halfeld-Viera 등, 2006) 발생이 보고되었다. 특히 동남아시아 지역에서 이 병으로 인한 토마토의 경제적 피해가 크며(Hartman 등, 1991; Hartman과 Wang, 1992; Magda와 Quebral, 1970; Roldan, 1938; Wang 등, 1994), 대만에서는 이 병으로 32%의 수량감소가 보고된 바 있다(Hartman과 Wang, 1992). 열대 및 아열대 지역의 병으로 알려진 이 병의 국내 발생은 최근 지구 온난화로 인하여 우리나라의 기후가 점차 아열대성으로 변화하는 것과 무관하지 않다고 생각되며 앞으로 이 병의 발생추이를 지켜볼 필요가 있다. 또한 이 병을 방제하기 위한 약제가 등록되어 있지 않음으로 긴급히 적용 약제를 고시하여 적절한 방제 대책을 수립하여야 할 것이다.

## 요 약

2011년 9월, 충남 보령시와 부여군의 시설재배단지에서 재배중인 토마토의 잎에 *Pseudocercospora fuligena*에 의

한 검은잎곰팡이병이 발생하였다. 이 병의 병징은 초기에는 잎에 연한 노란색의 불규칙한 점무늬가 발생하며, 점차 연한 갈색으로 변하고 잎 뒷면의 병반부위에 병원균의 분생포자를 다량으로 형성하면서 검은색의 그을음 병징을 나타내었다. 병든 토마토 식물체로부터 원인균을 분리하였고 현미경 검경을 통하여 형태적 특징을 분석한 결과 *P. fuligena*로 동정되었다. 온실조건에서 인공접종을 통하여 이 균의 병원성을 증명하였다. *P. fuligena*에 의한 토마토 검은잎곰팡이병의 발생은 우리나라에서 최초의 보고이다.

## Acknowledgement

This work was supported by a grant from the Agricultural R&D 15 Agenda, Rural Development Administration, Republic of Korea.

## References

- Blazquez, C. H. 1991. *Cercospora* leaf mold. In: Compendium of tomato diseases, ed. by J. B. Jones, J. P. Jones, R. E. Stall and T. A. Zitter, pp. 11–12. APS Press, St. Paul, Minnesota, USA.
- Blazquez, C. H. and Alfieri, S. A. Jr. 1974. *Cercospora* leaf mold of tomato. *Phytopathology* 64: 443–445.
- Chandrasrikul, A. 1962. A preliminary host list of plant diseases in Thailand. *Thailand Dept. Agric. Tech. Bull.* 6 pp.
- Govindu, H. C. and Thirumalachar, M. J. 1954. Notes on some Indian *Cercospora*. *Sydowia* 8: 221–230.
- Halfeld-Vieira, B. A., Nechet, K. L. and Barbosa, R. N. T. 2006. *Pseudocercospora fuligena* causing leaf mold of tomato in Roraima, Brazil. *Fitopathol. Bras.* 31: 320.
- Hartman, G. L., Chen, S. C. and Wang, T. C. 1991. Cultural studies and pathogenicity of *Pseudocercospora fuligena*, the causal agent of black leaf mold of tomato. *Plant Dis.* 75: 1060–1063.
- Hartman, G. L. and Wang, T. C. 1992. Black leaf mold development and its effect on tomato yield. *Plant Dis.* 76: 462–462.
- Hsieh, W. H. and Goh, T. K. 1990. *Cercospora* and similar fungi from Taiwan. Maw Chang Book Company, Taiwan, 376 pp.
- Johnston, A. 1960. A supplement to a host list of plant diseases in Malaya. *CMI. Mycol. Pap.* 77. 30 pp.
- Johnston, A. 1963. Host list of plant diseases in the new hebrides. FAO plant project. Comm. South East Asia Pac. Reg. Tech. Doc. 27. 9 pp.
- Magda, T. R. and Quebral, F. C. 1970. Effect of exposure period in moist chamber on *Cercospora fuligena* spore germination, penetration, infection and sporulation of tomato. *Philipp. Phytopathol.* 6: 75–82.
- Mohanty, U. N. and Mohanty, N. N. 1955. *Cercospora* leaf mold of tomato. *Sci. Cult.* 21: 269–270.

- Mulder, J. L. and Holliday, P. 1975. *Cercospora fuligena*. CMI Descriptions of Pathogenic Fungi and Bacteria No. 465. Commonwealth Mycological Institute, Kew, Surrey, England.
- Roldan, E. F. 1938. New or noteworthy lower fungi of the Philippines Islands. II. *Philipp. J. Sci.* 66: 7–17.
- The Korean Society of Plant Pathology. 2009. List of plant diseases in Korea. 5th ed., Suwon, Korea. 853 pp. (In Korean)
- Turner, G. J. 1971. Fungi and plant diseases in Sarawak. CMI Phytopathol. Pap. 13. Commonwealth Mycological Institute, Kew, Surrey, England. 55 pp.
- Wang, T. C., Black, L. L. and Hsieh, W. H. 1994. Black leaf mold development on *Lycopersicon* spp. and associated yield losses. *Plant Pathol. Bull.* 3: 181–185.
- Wang, T. C., Black, L. L. and Hsieh, W. H. 1997. Seasonal variation in severity of tomato black leaf mold in Taiwan, Host infection, and conidial survival of *Pseudocercospora fuligena*. *Special Bull. China – Taiwan Plant Pathol. Seminar* 69–77.
- Yamada, S. 1951. New disease of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) caused by *Cercospora* sp. *Ann. Phytopathol. Soc. Jpn.* 15: 13–18.