

Colletotrichum species에 의한 콩나물 부패김용기* · 류재기¹ · 류재당 · 이상엽 · 이승돈농업과학기술원 식물병리과, ¹농촌진흥청 연구관리국 연구운영과Soybean Sprout Rot Caused by *Colletotrichum* speciesYong-Ki Kim*, Jae-Ki Ryu¹, Jae-Dang Ryu, Sang-Yeop Lee and Seong-Don Lee

Plant Pathology Division, National Institute of Agricultural Science and Technology, Suwon 441-707, Korea

¹Research Coordination Division, Research Management Bureau, RDA, Suwon 441-707, Korea

(Received on July 22, 2002)

Two novel casual agents of soybean sprout rot occurred at soybean sprouts cultivated under structure in Suwon area in 1997 were isolated and their pathogenicity was tested *in vivo*. An isolate formed crowded, black acervuli which were oval to elongated with numerous black, needlelike, intermixed long and short setae, 65~110×3.5~6.6 μm. Conidia were curved, lunate, unicellular, and hyaline and measured 21.5~22.5×3.5~4.0 μm. The other isolate produced conidia with straight and cylindrical, and measured 14.0~17.5×3.5~4.5 μm. Apressorium size was measured 6.3~8.5×4.5~5.0 μm. The agents were identified as *Colletotrichum truncatum* and *C. gloeosporioides* based on their morphological characteristics. There was a large difference in pathogenicity between two isolates. *C. truncatum* caused dark brownish discoloration of whole plants. It showed high pathogenicity with severe disease development. Meanwhile *C. gloeosporioides* caused light brown spots on cotyledon and its pathogenicity was not strong. The soybean sprout rot occurred by the two *Colletotrichum* species was firstly reported in soybean sprout in Korea, and we suggest it as “*Colletotrichum* rot of soybean sprout”.

Keywords : *Colletotrichum truncatum*, *C. gloeosporioides*, Pathogenicity, soybean sprout rot

콩나물은 단백질이 풍부하고 비타민이 풍부하여 소비가 급증하고 있으며, 콩으로 판매하는 것보다 콩나물로 판매할 경우 가격이 높아 점차 기업화하는 경향을 나타내고 있다. 그러나 현재 콩나물을 재배하는 대부분의 콩나물공장은 규모가 영세하고 저장시설이 미흡하여 콩나물 재배시 부패병의 발생이 심각한 문제로 대두되고 있다.

콩나물 부패병의 발생에는 종자의 이병화, 저장환경의 영세성에 따른 고온 및 부적절한 관개수 등 열악한 재배 환경 등이 중요한 요인으로 작용한다(류 등, 1997). 지금까지 국내에서 콩나물부패병에 대한 연구로는 *Fusarium* spp.에 의한 부패(오 등, 1996), *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora*에 의한 콩나물무름병 발생(박 등, 1997) 등이 보고된 바 있다. 일본의 경우에는 *Fusarium solani*, *Rhizoctonia solani*, *Macrophomia phaseoli*, *Colletotrichum* sp. 등의 진

균과 *Erwinia carotovora*, *Pseudomonas fluorescens* Biotype II, *Bacillus coagulans*, *B. licheniformis* 등의 세균이 콩나물 재배중 부패를 일으키는 것으로 보고된 바 있다(Aoki 등, 1986).

콩을 포함한 모든 종자에는 많은 병원균이 존재하는 것으로 알려져 있다(한 등, 1995; 엮 등, 1989). 국내에 유통중인 콩에도 부패를 일으키는 다양한 병원균이 감염되어 있는 것으로 나타났고, 저장 또는 재배하는 과정에서 관리를 소홀히 할 경우에 이들 병원균이 급격히 증가하여 콩나물 부패를 일으키게 된다. 특히 콩나물은 재배특성상 항상 병원균 증식에 유리한 다습 조건에서 재배되므로 병원균에 오염된 콩나물 종자를 사용한 재배사에서 온도관리를 소홀히 할 경우 부패피해가 크게 발생하는 것으로 판단된다.

본 연구에서는 콩나물재배공장에서 부패 원인 균의 종류 및 피해실태를 조사하는 과정에서 병 발생정도가 심하고 병원성이 강한 부패 증상을 일으키는 기존에 국내에서는 보고되지 않은 병원균을 분리하였기에 그 균을 동정하고 병원성을 검정한 결과를 보고하고자 한다.

*Corresponding author

Phone)+82-31-290-0439, Fax)+82-31-290-0453

E-mail)yongki@rda.go.kr

재료 및 방법

병원균의 분리. 콩나물콩 종자 중 부패에 관여하는 병원균의 오염실태를 조사하기 위하여 '제주준저리'를 포함한 5종의 콩나물콩을 수원근교의 콩나물 재배농가로부터 채취하여 물한천배지에 치상하여 병원균을 분리하였으며, 1997년 5월부터 8월까지 3개월에 걸쳐 수원 시내 및 근교의 콩나물 재배공장에서 부패된 콩나물을 수집하여 1% 차아염소산나트륨에 약 1분간 표면 살균한 다음 살균수로 잘 씻어 감자한천배지(potato sugar agar: PSA)에 치상하여 25°C 인큐베이터에서 배양하였으며, 형성된 병원균 콜로니의 말단부분을 취하여 PSA 사면배지에 배양하여 5°C에 보관하면서 사용하였다.

병원균의 배양 및 형태적 특성조사. 수집된 12균주에 대해서는 PSA상에서 배양적 특징에 의거하여 종별로 나누고 병원성이 강한 균주를 1균주씩 선발하여 본 시험에 공시하였다. 공시 균주는 PSA배지, 25°C, 12시간 근자의 선하에서 배양하여 15일 후에 분생포자, 분생자층, 강모 등의 크기와 균학적 특성을 관찰하였다. 부착기의 특성은 감자물배지(potato dextrose broth: PDB)를 이용하여 포자 현탁액(10⁵ 포자/ml)을 만들어 slide culture법으로 발아시켜 2~3일 후에 형태 및 크기를 조사하였다. 공시 균의 동정은 Compendium of soybean diseases(Sinclair & Backman, 1989)과 The Coelomycetes(Sutton, 1980)에 기록된 균학적 특성을 기준으로 비교 검토하여 수행하였다.

병원성 검정. 시험 균주의 병원성을 확인하기 위하여 PSA에서 근자의 선하를 12시간 간격으로 비추면서 15일간 배양한 다음, 형성된 포자를 수집하여 포자현탁액(10⁵ 포자/ml)을 만들었다. 병원성검정을 위한 콩나물콩은 1% 차아염소산나트륨으로 1분간 표면 소독한 다음 살균수로 잘 씻고 1.5% 물한천배지가 20 ml씩 담긴 직경 3 cm 시험관에 3립씩 치상하여 시험에 사용하였다. 콩나물콩을 시험관에 치상하고 24시간 후에 준비된 병원균 포자현탁액을 0.5 ml씩 종자표면에 골고루 묻도록 접종하였다. 접종된 콩나물콩은 growth chamber에 보관하면서 7일에 걸쳐 발병여부를 조사하였다.

결과 및 고찰

병원균의 분리. 시판 콩종자의 병원균 오염여부를 확인하기 위하여 '제주준저리', '명주나물콩', '오리알테', 수입콩(미국산, 캐나다산) 종자를 각각 170립씩 물한천배지에 치상하여 부패 관여 진균을 분리한 결과, 기존에 보고된 *Fusarium oxysporum*, *F. moniliforme*, *F. solani*와 더불어 미 보고된 *Colletotrichum* 2종, *Alternaria alternata*, *Penicillium* sp.등이 분리되었다. 한편 콩나물 재배 중 부패를 일으키는 원인균을 1997년 5월부터 8월까지 3개월간 콩나물 재배공장에서 채집한 콩나물로부터 분리하여 종류, 병원성 및 병징을 조사한 결과는 Table 1과 같다. 콩나물로부터 분리된 3속의 병원균 중 *Fusarium*속 균들은 *F. oxysporum*, *F. moniliforme*, *F. solani*로 기존에 보고된 종이었고, *Alternaria* 속균과 분리된 2종의 *Colletotrichum*은 우리나라에서는 미 기록종인 것으로 나타났다. 분리된 병원균이 *Penicillium*을 제외하고는 콩 종자에서 분리된 병원균이 콩나물에서도 분리되는 것으로 보아 콩 종자에 오염되어 있는 병원균이 콩나물재배 중에도 부패를 일으키는 것으로 판명되었다.

병원균의 동정. 분리된 2종의 *Colletotrichum* 균 중 분리빈도가 높고 강한 병원성을 보인 균주의 배양적 특징을 PDA상에서 조사한 결과는 Table 2와 같다. 이 균은

Table 2. Comparison of characteristics of an *Colletotrichum* species isolated from diseased soybean sprout with *C. truncatum* in compendium of soybean disease (APS Press)

Characteristics	<i>C. truncatum</i>	Present isolate 'C1'
Acervuli		
Shape	Oval to elongated	Oval to elongated
Color	Black	Black
Setae size(μm)	60~300×3~8	65~110×3.5~6.6
Conidia shape	Lunate	Lunate
Conidia size(μm)		
Length	>12	21.5~22.5
Width	3.5~4.0	3.5~4.0
Host	Graminea	Graminea

Table 1. Isolation of pathogenic fungi from diseased soybean sprout sampled from farmhouse in Suwon, 1997

Pathogen	No of isolates	Pathogenicity	Symptom
<i>Fusarium</i> spp	10	+~+++	Dark brownish discoloration of hypocotyls, grayish sunk or decomposed lesion of cotyledon
<i>Colletotrichum</i> 'C1'	15	+++	Dark brownish discoloration of whole plant parts
<i>Colletotrichum</i> 'F63-1'	1	+	Light brown lesion of cotyledon
<i>Alternaria</i> sp.	3	+~++	Light black discoloration of seed coat

PDA에서 암흑색의 균층에 연한 살색의 분생자층을 운문상으로 형성하였다. 분생포자는 무색의 낫 모양의 단포자이였으며, 그 크기는 길이가 21.5~22.5 μm , 직경이 3.5~4.0 μm 이었다. 강모는 PDA상에서 잘 형성되었는데 색깔은 흑갈색~흑색으로 2~4개의 격막을 가지며 끝이 뾰족하고 그 크기는 65~110 \times 3.5~6.6 μm 이었다. 분생자층에는 많은 강모와 포자를 형성되었다(Fig. 1). 이상의 시험 균주는 기주, 형태적·배양적 특성에 의거 *C. truncatum*으로 동정하였다. *C. truncatum*에 비해 약한 병원성을 보였던 다른 한 균주는 PDA배지상에서 회백색의 균층을 형성하였으며, 강모를 형성하지 않았다. 분생포자는 무색의 단포자로 원통형내지 타원형으로 양끝이 둥글었으며 크기

는 14.0~17.5 \times 3.5~4.5 μm 이었다. 부착기는 엷은 갈색으로 곤봉형 내지 원통형이였으며, 그 크기는 6.3~8.5 \times 4.5~5.0 μm 이었다. PDA 배지상에서 분생자층이 형성됨에 따라 균층은 연분홍색을 띄었다. 이상의 특징에 의거하여 병원성이 약한 *Colletotrichum* 균주는 *C. gloeosporioides*로 동정하였다. 콩에 발생하여 종자전염을 하는 *Colletotrichum* spp.는 *C. truncatum*, *C. destructivum*, *C. gloeosporioides*가 알려져 있는데(한 등, 1995), 본 시험에서도 이들 3종의 탄저병균 중 *C. destructivum*을 제외한 *C. truncatum*과 *C. gloeosporioides*가 종자감염을 통해 콩나물 재배시 부패를 일으키는 것으로 판명되었다.

병원성 검정. 분리된 병원균에 대하여 Fig. 1과 같이 시험관을 이용하여 콩나물에 대한 병원성을 검정한 결과 *C. truncatum*은 자엽, 배축 및 뿌리에 있어서 부위에 관계없이 강한 병원성을 보였으며, 병 진전 속도도 매우 빨랐고 접종 후 시간이 경과됨에 따라 콩나물을 고사시켰다. 그러나 Fig. 2와 같이 *C. gloeosporioides*를 접종했을 때에는 자엽에서 표피만 약간 검게 변색될 정도로 *C. gloeosporioides*는 병원성이 약한 것으로 나타났다. 따라서 콩나물 재배 중 큰 피해를 주는 탄저병균은 *C. truncatum*인 것으로 판명되었다. *C. truncatum*은 일년생 콩과식물의 지상부는 물론 줄기 또는 뿌리에까지 강한 병원성을 나타내므로, 미국서부지역에서는 목화, 벼 작물을 재배할

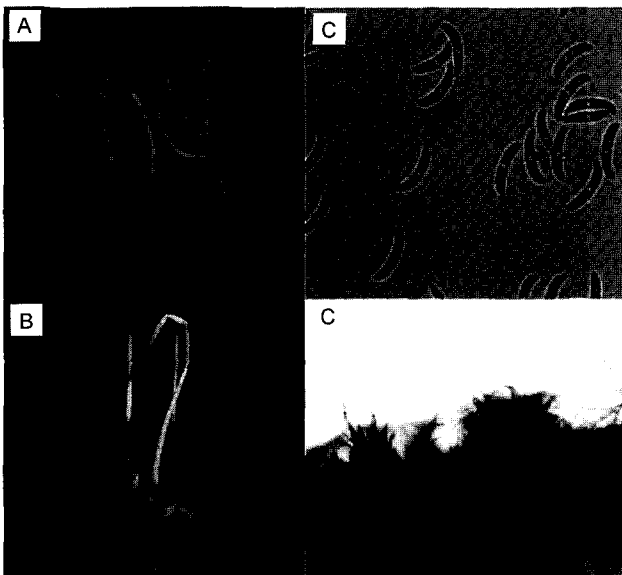


Fig. 1. Symptoms of soybean sprout rot and morphological characteristics of the pathogen, *Colletotrichum truncatum*. The typical symptoms occurred on soybean sprouts cultivated under farm house condition (A) and the soybean sprouts infected under experimental system for pathogenicity test(B); Conidia(C) and acervuli(D) with numerous setae on potato dextrose agar. Scale bar=10 μm .

Table 3. Comparison of characteristics of an *Colletotrichum* species isolated from diseased soybean sprouts with *C. gloeosporioides* described by Brian C. Sutton(1980)

Characteristics	<i>C. gloeosporioides</i>	Present isolate 'F63-2'
Conidia shape	Straight/cylindrical	Straight/cylindrical
Conidia size(μm)		
Length	9~24	14.0~17.5
Width	3.0~4.5	3.5~4.5
Appressorium size(μm)	6~20 \times 4~12	6.3~8.5 \times 4.5~5.0

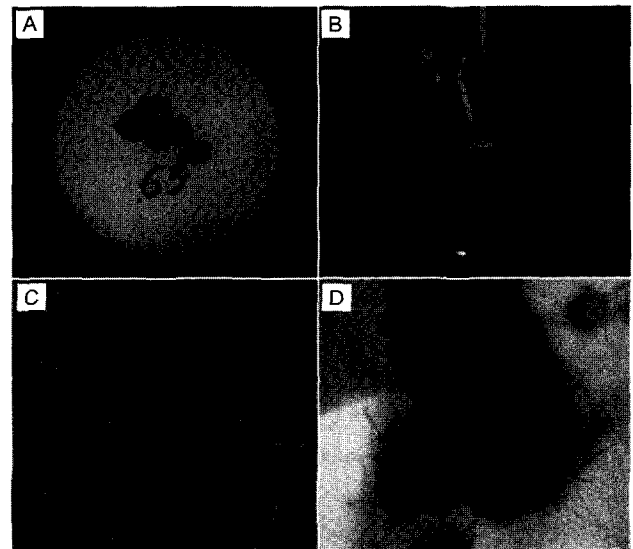


Fig. 2. Symptoms of soybean sprout rot and morphological characteristics of the pathogen, *Colletotrichum gloeosporioides*. The typical symptoms occurred soybean sprouts cultivated under farm house condition (A) and the soybean sprouts infected under experimental system for pathogenicity test(B); conidia(C) and acervuli(D) with numerous conidia on potato dextrose agar. Scale bar = 10 μm .

때 발생하는 콩과 잡초의 일종인 hemp sesbania를 방제할 목적으로 재초제 개발에 이용할 정도로 병원성이 매우 강하다(Connick 등, 1997). 본 시험에서도 *in vivo* 조건에서 콩나물을 재배하면서 병원성을 검토한 결과, 이 균은 *C. gloeosporioides*와는 달리 병원성이 매우 높고 병진전도 빨라 콩나물 재배 중 이 병에 의한 피해를 줄이기 위한 방법 마련이 시급한 것으로 나타났다.

요 약

1997년 수원 근교 콩나물공장에서 재배하는 콩나물에서 2종의 *Colletotrichum*에 의한 부패증상이 발생되었다. 한 종은 검은 계란모양의 분생자충을 형성하였으며, 그 위에 검은 바늘모양의 강모(65~110×3.5~6.6 μm)를 다수 형성하였다. 포자는 초생달모양으로 격막이 없고 투명하였으며 그 크기는 21.5~22.5×3.5~4.0 μm이었다. 다른 한 가지 병원균의 포자는 끝은 타원형으로 크기가 14.0~17.5×3.5~4.5 μm이었고 부착기의 크기는 6.3~8.5×4.5~5.0 μm이었다. 이들 병원균의 배양적, 형태적 특성에 의거, *Colletotrichum truncatum*과 *C. gloeosporioides*로 동정되었다. 두 가지 병원균은 병원성에 있어서 큰 차이를 보였다. *C. truncatum*은 콩나물의 부위에 관계없이 진한 갈색 병반을 형성하였고, 병원성도 높았으며 병진전도 빨랐다. 반면에 *C. gloeosporioides*는 자엽에 의한 갈색의 반점을 일으켰으며, 병원성은 강하지 않은 것으로 나타났다. 국

내에서 최초로 보고되는 *C. truncatum*과 *C. gloeosporioides*에 의한 부패병을 콩나물단지병으로 명명하고자 한다.

참고문헌

- 青木陸夫, 沼田邦雄, 宮尾茂雄. 1986. もやし製造技術に關する研究. 東京農業試験場研究報告. 19: 103-109.
- Connick, W. J., Jr, Jackson, M. A., William, K. S. and Boyette, C. D. 1997. Stability of microsclerotial inoculum of *Colletotrichum truncatum* encapsulated in wheat flour-kaolin granules. *World Journal of Microbiology & Biotechnology*. 13: 549-554.
- 한경숙, 이두형. 1995. 콩, 팥 및 녹두에서 분리한 단지병균류의 동정과 병원학적 특징. *한식병지* 11: 30-38.
- 오병준, 박원목. 1996. 콩나물부패를 일으키는 *Fusarium* spp.의 동정과 병태조직학적 관찰. *한식병지* 12: 471-475.
- 박종철, 송완엽, 김형무. 1997. *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora*에 의한 콩나물무름병발생. *한식병지* 13: 13-17.
- 류재당, 김용기, 이상엽, 류재기, 김완규, 이승돈. 1997. 콩나물 콩 종자소독약제 개발에 관한 시험. 시험연구보고서 (작물보호부편). 농업과학기술원. 616-629 pp.
- Sinclair, J. B. and Backman, P. A. 1989. *Compendium of soybean disease*. 3rd. APS Press. St. Paul, Minnesota, USA.
- Sutton, B. C. 1980. *The Coelomycetes*. Commonwealth Mycological Institute, Kew, Surrey, England. 696 pp.
- 염규진, 박은우. 1989. 우리나라의 콩 종자 곰팡이의 발생빈도 및 분포. *한식병지* 5: 287-293.