

매실, 사과 및 참다래의 과실썩음병을 일으키는 *Phomopsis mali*의 균학적 특징과 병원성

이정혜 · 이두형*
서울시립대학교 환경원예학과

Mycological Characteristics and Pathogenicity of *Phomopsis mali* Causing Fruit Decays of Japanese Apricot, Apple and Kiwifruit

Jeong-Hye Yi and Du-Hyung Lee*

Department of Environmental Horticulture, The University of Seoul, Seoul 130-743, Korea

ABSTRACT: To investigate *Phomopsis* species causing fruit decays of Japanese apricot, apple and kiwifruit, we collected diseased fruits from the fruit markets in 1995 and 1996 respectively. *Phomopsis mali* Roberts was identified based on cultural characteristics, morphological aspects and pathogenicity. There were no remarkable differences with respect to α and β conidia, growth rates and colony characters among the isolates from Japanese apricot, apple and kiwifruit. The pathogens grew more than 70 mm on potato dextrose agar in 5 days at 25°C. The agar was slightly discolored by the production of a reddish purple pigment under the light at 25°C and 30°C respectively. Only α spores of the different isolates of *P. mali* were formed at 15°C and β spores were mainly produced at 30°C, but α and β spores were produced in approximately equal numbers at 20°C and 25°C. Pycnidia were a few under the dark condition but were abundant at wide range of 15-30°C under near ultra violet illumination. Conidia were two types: α spores were unicellular, fusoid, hyaline and biguttulate, whereas β spores were unicellular, acicular to filiform, straight or hooked and hyaline. An ascigerous stage was not formed in cultures or in nature. Isolates of *Phomopsis mali* from Japanese apricot, apple and kiwifruit could infect fruits of apple, pear, apricot, Japanese apricot and kiwifruit. There were some differences in pathogenicity depending on stocks of fruit crops tested.

Key words: Japanese apricot, apple and kiwifruit, *Phomopsis mali*, fruit rot.

과실은 기호식품 또는 선물용으로 많이 이용되고 있다. 최근 도시화가 확대되면서 과실은 농산물을 전문적으로 취급하는 도매시장을 거쳐 소매상과 소비자에게 유통됨으로써 과거보다 부패에 의한 피해정도가 커지고 있는 실정이다(7, 9). 주년공급으로 인하여 장거리 수송과 장기 저장의 필요성이 커지고 농산물 수입 자유화에 따라 해외에서 수입 일에 걸쳐서 많은 청과물이 수입됨으로써 시장병의 발생이 많아지게 되었다(2).

과실의 수확기로부터 유통 중에 발생하는 병을 시장병(market disease)이라고 하는데. 지금까지 알려진 유통 중 발생할 수 있는 과실의 병은 30여종에 이르나 같은 종의 병원균이 여러 종의 과실을 침해하는 것들이 있다. 과실의 시장병에 관여하는 병원균으로는 *Alternaria alternata*, *Botrytis cinerea*, *Botryosphaeria dothidea*, *Colletotrichum gloeosporioides*, *Monilinia* spp., *Penicillium* spp., *Rhizopus stolonifer* 등 다수이며 대개 다범성이다(2,

9, 11, 12, 14).

최근 유통 중의 매실, 사과 및 참다래 등의 썩은 과실을 조사한 결과 *Phomopsis*가 자주 분리되어 과실의 부패와 관련이 있을 것으로 생각되었으므로 이들을 수집하고 균학적 특성과 병원성 등을 연구하여 시장병 해결의 기초자료로 활용하고자 하였다.

재료 및 방법

병원균의 수집 및 분리. 병든 매실, 사과, 참다래(Kiwifruit)의 열매를 수집하여 병든 표피를 살균된 칼로 건전부와 병든 부위와의 경계를 중심으로 절편을 만들어 70% methanol 및 1% 차아염소산 나트륨용액에 각각 1분정도 침지 소독 후 PDA(Potato dextrose agar)에 옮겨 25°C 전후에서 균을 분리, 단포자로 배양하고 이식하여 공시하였다.

병원균의 형태적 특징조사. 이식 보관 중인 병원균을 PDA에 옮겨 25°C에서 10~15일간 근자외선(near-ul-

*Corresponding author.

tra violet; NUV)을 하루에 12시간 조명하면서 병자각의 색깔, 모양, 크기, 병포자의 종류별 색깔, 모양, 크기 등을 각각 100개씩 조사하였다.

병원균의 군사 생육과 포자 형성에 대한 온도의 영향 조사. 공시배지는 PDA를 사용하였으며 배양온도는 5°C부터 35°C까지 7단계로 하였고 7일간 매일 균총 직경, 병자각 수, 병포자 형성량을 조사하였다.

병원균의 병포자 형성에 미치는 온도 및 광의 영향 조사. 15°C, 25°C, 30°C의 온도에서 암조건, 12시간 조명, 24시간 조명 등 3 처리구로 구분하여 배양 후 병포자의 종류별 형성량을 조사하였다.

병포자의 병원성 조사. 1997년 4월 초, 사과나무, 배나무, 자두나무, 복숭아나무, 살구나무의 묘목을 포트(직경 30 cm)에 심고 키우면서 6월에 유상(有傷) 및 무상접종을 하고 발병 상황을 조사하였다. 유상접종은 줄기에 송곳으로 구멍(직경 2 mm, 깊이 5 mm)을 내어 군사편을 넣은 후 살균수에 적신 솜으로 감싸고 비닐 tape으로 1개월 정도 두었다. 그 후 발병 상태를 관찰하였다.

또한 1996년과 1997년에 걸쳐서 사과, 배, 살구, 매실, 참다래의 과실에 유상 또는 무상으로 병원균을 접종하였다. 유상접종은 10개의 편을 묶어서 가볍게 상처를 낸 후 포자현탁액(10⁷/ml)을 무균상태의 붓으로 접종부위에 칠하는 방법으로 하였다. 접종이 끝난 후 비닐 주머니를 24시간 씌워 습실을 만들었다 벗긴 다음 발병 상황을 조사하였다.

결과 및 고찰

병원균의 형태적 특징. 썩은 매실, 사과 및 참다래로부터 분리한 *Phomopsis*의 분리균들을 PDA에 배양하여 α포자, β포자 및 병자각의 크기를 조사한 결과는 Table 1과 같다. 3 종류의 썩은 과실에서 분리한 *Phomopsis*는 모두 α포자는 무색, 단세포이며, 방추형 또는 긴 타원형으로서(Figs. 2~4) 매실분리균의 크기는 3-10×1-3 μm

(평균 5.6×2.1 μm), 사과분리균은 4.3-9.6×2-3 μm(평균 7.4×2.3 μm), 참다래분리균은 4.8-10.8×2-3 μm(평균 7.3×2.4 μm)였다. 또 β포자는 무색, 바늘 또는 낚시바늘모양으로서 단세포이며 매실분리균의 크기는 19.2-33.6×1-1.2 μm(평균 25.6×1 μm), 사과분리균은 16.8-33.6×1-1.2 μm(평균 25.9×1.1 μm), 참다래분리균은 19.2-33.6×1-1.2 μm(평균 26.2×1.2 μm)였다. 병자각은 자좌에 1~3개가 매몰되어 형성되었고 대체로 구형 또는 산모양으로 흑색이었고 끝에 구멍이 있다. 매실분리균의 크기는 평균 611.5×489 μm, 사과분리균은 689.9×503 μm, 참다래분리균은 658.6×494 μm였다. 이상의 결과를 종합하여 보면 3종의 과실에서 분리한 *Phomopsis*의 병자각과 α포자 및 β포자는 형태적으로 차이가 없었으며 크기도 비슷하였다. 따라서 이 분리균들의 형태적 특징은 Roberts(19), Combrink 등(3)과 Terui와 Harada(20) 등이 밝힌 *P. mali*의 특징과 비슷하였다. 또 *Diaportheres*의 불완전세대로 기술되어 있는 *P. oblonga*(13)의 특징과도 비슷하였다.

병원균의 군사생장 및 포자형성에 미치는 온도의 영향. 5°C에서 35°C까지 5°C 간격으로 온도를 달리했을 때의 군사생장을 조사한 결과는 Fig. 1과 같다. 군사는 5°C에서 거의 성장하지 않았으나 5일후 매실균주만이 약간 자랐고 35°C에서는 3균주 모두 자라지 않았다. 따라서 이들 3균주의 생장온도 범위는 5~30°C였으며 군사생장의 적온은 25°C로서 *Phomopsis mali*의 군사생장적온과 일치한다(5, 10, 12, 15). 공시된 매실분리균은 20~30°C 사이에서 군사생장이 가장 좋았으며 사과분리균은 25°C보다 20°C와 30°C에서는 약간 차이를 나타냈고 참다래분리균은 비교적 큰 차이를 보여서 3균주의 생육에 대한 온도반응은 완전히 일치되지는 않았다. 그러나 20~30°C에서 군사의 생장이 잘 된다는 점은 Harada 등(5), Kasuyama 등(10), Kitazima(12) 및 박(16) 등의 결과와 같다.

병자각 및 α, β 병포자는 5°C, 10°C 및 35°C에서 공시

Table 1. Dimension of the pycnidia and conidia of *Phomopsis mali* isolated from decayed fruits of Japanese apricot, apple and kiwifruit on potato dextrose agar after six weeks incubation

<i>Phomopsis</i> isolates	Hosts (Decayed fruit)	α-conidia ^a		β-conidia ^a		Pycnidia ^a	
		Range (μm)	Mean (μm)	Range (μm)	Mean (μm)	Range (μm)	Mean (μm)
<i>P. mali</i> (JA ₁)	Japanese apricot	3-10×1-3	5.6×2.1	19.2-33.6×1-1.2	25.6×1	470-823×329-659	611.5×489
<i>P. mali</i> (A ₁)	Apple	4.3-9.6×2-3	7.4×2.3	16.8-33.6×1-1.2	25.9×1.1	564.5-823×470-705.6	689.9×503
<i>P. mali</i> (K ₁)	Kiwifruit	4.8-10.8×2-3	7.3×2.4	19.2-33.6×1-1.2	26.2×1.2	635-682×470-517	658.6×494
<i>P. mali</i> ^b	Apple	6-10×2-3	-	25-37×1	-	-	-
<i>P. mali</i> ^c	Apple	4-9×2-4	-	14-33×1.6-2	-	-	-
<i>P. oblonga</i> ^d	<i>Prunus</i> spp.	4-9×1.5-4	6.7×2.1	18-48×0.5-1.5	26.4×0.9	-	-

^a One hundred conidia were measured for each isolate

^b Reference : Combrink et al. (1976)

^c Reference : Terui & Harada (1968)

^d Reference : Kobayashi (1970)

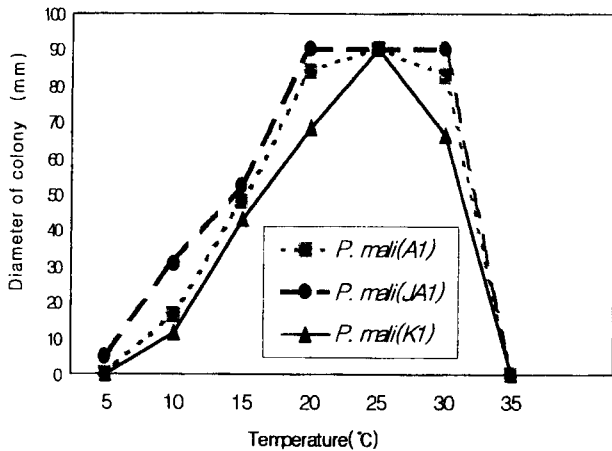


Fig. 1. Effect of temperature on mycelial growth of *Phomopsis mali* isolated from decayed fruits of Japanese apricot (JA₁), apple (A₁), and kiwifruit (K₁) on potato dextrose agar after 5 days incubation. Average based on 5 plates from each isolate.

된 *Phomopsis* 분리균 모두 형성되지 않았다(Table 2). 병자각은 15~30°C에서 형성되었는데 20~25°C에서 3 분리균 모두 가장 많이 형성되었고 15°C와 30°C에서는 적

은 편이었다. α포자도 15~30°C에서 형성되었는데 25°C에서 가장 많았고 그 다음이 20°C였으며 15°C 및 30°C의 순으로 작았다. β 포자는 20~30°C에서 형성되었는데 온도가 25~30°C일 때 가장 많이 형성되었고 15°C에서는 공시균주 모두 형성하지 않았다. 이와 같은 결과는 Harada 등(5)이 사과에서 분리한 *P. mali*를 공시해서 실험한 것과 일치하고 Kasuyama 등(10)의 보고와도 같다.

병원균의 병포자 형성에 미치는 온도와 광의 영향. 매실, 사과 및 참다래에서 분리한 *Phomopsis*를 온도와 광조건을 달리해서 감자배지(PDA)에서 배양한 결과는 Table 3과 같다. colony의 색은 15°C에서는 3 균주 모두 광조건에 관계없이 흰색을 나타냈고 25°C에서는 암조건에서 흰색~회색, 광조건에서는 적자색을 나타냈고 30°C의 암조건과 12시간 광조건에서는 균주에 따라 색깔의 발현에 차이가 있었으나 24시간 조명구에서는 모두 적자색을 나타냈다. 이와 같은 결과는 광이 *Phomopsis*의 색소 유발에 필수조건이라고 생각되나 분리균주간에는 반응의 차이가 어느정도 있는 것으로 추정된다. Combrink 등(3)은 *Phomopsis mali*의 배양실험결과 광조건에서 적자색을 나타낸다고 하였으며 25°C에서 가장 짙은 적자색을

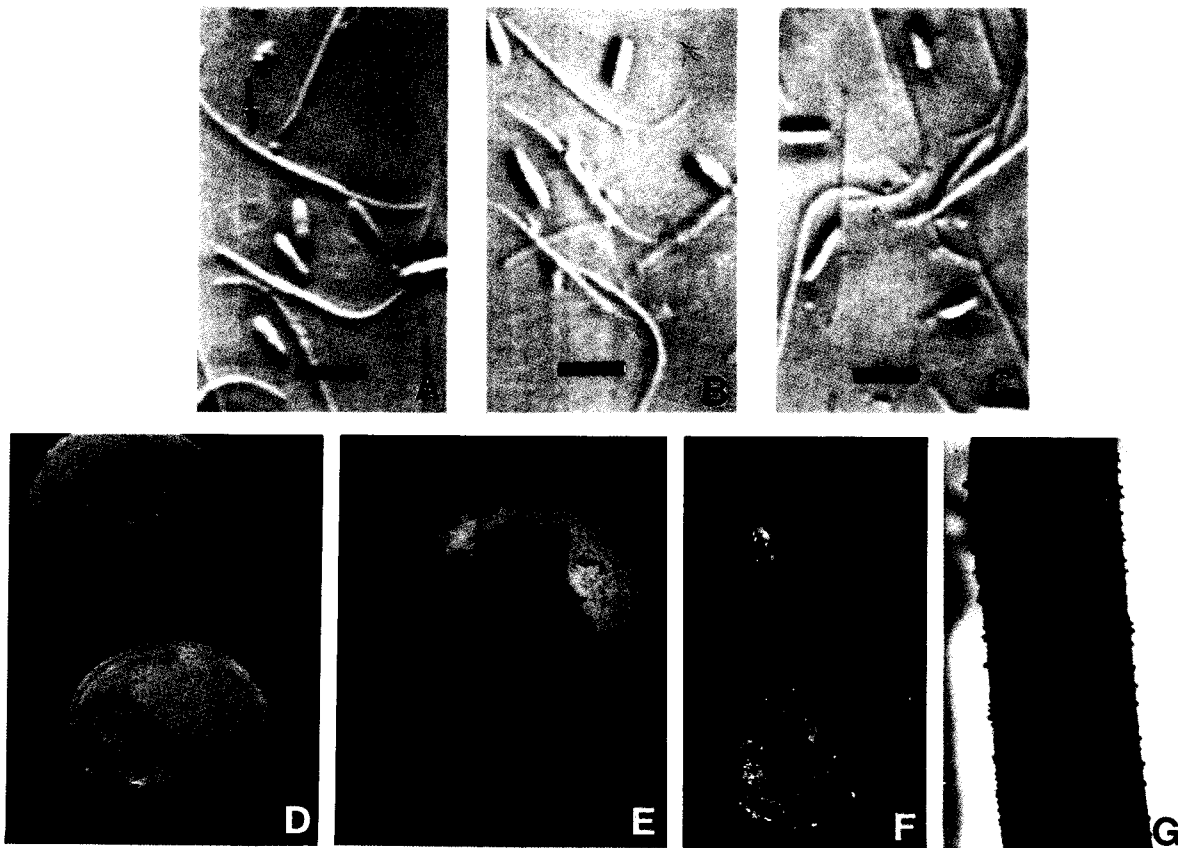


Fig. 2~8. Characteristics (bars=10μm) of α conidia and β conidia (arrow) of *Phomopsis mali* isolated from the decayed fruits of Japanese apricot (A), apple (B) and kiwifruit (C). Decayed fruit symptoms appeared on Japanese apricot (D), apple (E) and kiwifruit (F) and canker symptom on young shoot of plum plantlet (G) caused by *P. mali*.

Table 2. Effect of temperature on sporulation of *Phomopsis mali* isolated from decayed fruits of Japanese apricot, apple and kiwifruit on potato dextrose agar

Phomopsis isolates	No. of pycnidia ^a and sporulation ($\times 10^5/ml$) ^b of conidia																				
	5°C			10°C			15°C			20°C			25°C			30°C			35°C		
	P ^c	α ^d	β ^e	P	α	β	P	α	β	P	α	β	P	α	β	P	α	β	P	α	β
<i>P. mali</i> (JA ₁)	0	0	0	0	0	0	180	18	0	234	121	116	178	312	416	97	1.3	280	0	0	0
<i>P. mali</i> (A ₁)	0	0	0	0	0	0	202	19	0	198	20	22	246	234	55	103	3.8	71	0	0	0
<i>P. mali</i> (K ₁)	0	0	0	0	0	0	58	3	0	85	0.6	1.36	130	893	89	520	0.6	98	0	0	0

^a Average number based on 5 plates of each isolate after 4 weeks incubation^b Average number based on 5 plates of each isolate after 6 weeks incubation^c Pycnidia^d α -conidia^e β -conidia**Table 3.** Effect of light on cultural characteristics of *Phomopsis mali* isolated from decayed fruits of Japanese apricot, apple, kiwifruit on potato dextrose agar after 3 weeks incubation

Phomopsis isolates	15°C				25°C				30°C			
	colony color	No. of pycnidia	Sporulation ($\times 10^5/ml$) of		colony color	No. of pycnidia	Sporulation ($\times 10^5/ml$) of		colony color	No. of pycnidia	Sporulation ($\times 10^5/ml$) of	
			α -conidia	β -conidia			α -conidia	β -conidia			α -conidia	β -conidia
Dark condition (24 hrs/d)												
<i>P. mali</i> (JA ₁)	White	0	0	0	Gray	0	0	0	Gray	0	0	0
<i>P. mali</i> (A ₁)	White	0	0	0	White	31	2.5	3.1	White	54	0	0
<i>P. mali</i> (K ₁)	White	0	0	0	Gray	4	0	1.2	White	0	0	0
Light condition (12 hrs/d)												
<i>P. mali</i> (JA ₁)	White	65	12	0	Reddish purple	119	319	266	Gray	75	0	66
<i>P. mali</i> (A ₁)	White	136	27.5	1.3	Reddish purple	171	448	209	White	24	0	193
<i>P. mali</i> (K ₁)	White	63	0	0	Reddish purple	76	5	172	Reddish purple	25	0	2.5
Light condition (24 hrs/d)												
<i>P. mali</i> (JA ₁)	White	99	25.6	0	Reddish purple	184	179	180	Reddish purple	180	0	920
<i>P. mali</i> (A ₁)	White	128	13	4	Reddish purple	244	691	116	Reddish purple	216	13	150
<i>P. mali</i> (K ₁)	White	5	7.5	3.8	Reddish purple	156	86	213	Reddish purple	67	0	15

떠었다는 Kasuyama 등(10)의 보고와 일치한다. 또 Harada 등(5)은 백색광, 청색광 및 근자외선광에 의해서 적자색을 나타낸다고 하였다.

병자각은 15°C의 암조건에서 전혀 형성되지 않았고 25°C와 30°C의 암조건에서 사과분리균주는 약간 형성되었으나 매실분리균은 형성되지 않았고 참다래분리균은 25°C에서 아주 적게 형성하여 균주간에 약간의 차이가 있었다. 그러나 12시간 및 24시간 조명구에서는 25°C와 30°C에서 균주간의 차이는 있으나 많이 형성되었다. 병포자의 형성 수도 병자각의 형성 수와 같이 25°C의 조명 조건에서 가장 많았다. 온도별로 형성되는 병포자의 종류가 달랐는데 β 포자는 15°C에서는 3균주 모두 형성되지 않았으나 30°C에서는 대부분이 β 포자였으며 20~25°C에서는 α 포자와 혼합 형성되는 비율이 크게 나타났다. 이와 같은 결과는 Harada 등(5)과 Kasuyama 등(10)의

결과와 일치한다. α 및 β 포자의 형성은 계절의 변화와 기상상태(6, 8), 영양상태 등에 따라서 달라진다고 한다. Pezet(17)와 Pine(18) 등은 *P. viticola*의 경우 배지 조성 중 탄수화물의 비율이 높아짐에 따라 β 포자의 형성이 많다고 하였다. 그러나 Welch와 Gilman(21)은 *Diaporthe phaseolorum* var. *sojae*에서 β 포자의 형성은 불규칙하며 특별한 조건에서의 형성에 실패했다고 하였다.

병포자의 병원성. 사과나무(쓰가루), 배나무(화산배), 자두나무(흙무샤), 복숭아 나무, 살구나무(접목살구)의 묘목줄기에 공시균을 인공 접종한 결과는 Table 4와 같다. 3균주 모두 병원성을 나타냈고 매실, 사과 및 참다래 분리균 모두 자두나무에는 병원성이 강하였고 배나무에 대해서는 사과 및 참다래 분리균이, 복숭아나무에는 매실과 사과분리균이 비교적 강한 병원성을 나타냈으며 매실 분리균은 살구나무에 대해서도 강한 병원성을 나타냈다.

Table 4. Pathogenicity^a of *Phomopsis mali* isolated from decayed fruits on young shoots of nursery stock of apple, pear, plum, peach and apricot

<i>Phomopsis</i> isolates	Apple	Pear	Plum	Peach	Apricot
<i>P. mali</i> (JA ₁)	1	1	3	2	3
<i>P. mali</i> (A ₁)	1	2	3	2	1
<i>P. mali</i> (K ₁)	1	2	3	1	1

^a Degree of disease symptom (0: no symptom, 1: progressed within 1 cm, 2: progressed more than 1 cm, 3: progressed with pycnidia) according to average reaction of 5 shoots per each treatment.

이상의 결과를 보면 공시된 분리균주간에는 병원성의 발현이 식물에 따라 일치되는 것도 있고 일치되지 않는 것도 있어서 완전히 같다고 하기는 어려우나 자두나무는 접종 2개월 후인 8월 초에 관찰했을 때 줄기가 마르면서 줄기표면에 병자각이 형성되었다(Fig. 8) Garlic 등(4)은 살구에서 분리한 *Phomopsis*균을 살구나무, 복숭아나무, 포도나무의 가지에 접종했을 때 살구나무와 복숭아나무에만 병원성이 있다고 보고하였고 Abiko(1)는 복숭아에서 분리한 *Phomopsis*균을 복숭아나무, 자두나무, 살구나무, 매실나무 및 양앵두나무 등에 접종했을 때 모두 발병하였고, 특히 살구나무, 자두나무에 대해서는 강한 병원성을 나타냈고 사과나무, 배나무, 포도나무, 밤나무에서는 발병하지 않았다고 보고하였다.

사과, 배, 살구, 매실, 참다래의 열매에 공시균을 접종한 결과는 Table 5와 같이 3균주 모두 유상접종에서는 병원성을 나타냈고 무상접종에서는 발병하지 않았다.

매실에 3균주를 접종했을 때 접종부위는 불규칙한 병반으로 짙은 회갈색을 띠며 움푹 들어가면서 썩었고(Fig. 5), 사과는 둥근 동심원상으로 짙은 갈색을 띠며 썩었다(Fig. 6)

참다래는 접종부위가 움푹 들어가고 껍질을 벗겼을 때 심한 냄새가 날 정도로 물러 썩어 있었다(Fig. 7) 살구는 접종 3일후, 3균주 모두 접종 부위가 썩기 시작했고 병반이 확대되면서 색깔이 검게 변했다. 배는 접종 7일 후가

Table 5. Pathogenicity^a of *Phomopsis mali* isolated from decayed fruits on fresh fruits of apple, pear, apricot, Japanese apricot and kiwifruit

<i>Phomopsis</i> isolates	Apple	Pear	Apricot	Japanese apricot	Kiwifruit
<i>P. mali</i> (JA ₁)	+	+	+	+	+
<i>P. mali</i> (A ₁)	+	+	+	+	+
<i>P. mali</i> (K ₁)	+	+	+	+	+

^a: Inoculation parts of rotted fruits.

^a Average reaction based on 4 fruits per each treatment for 7 days incubation at 25°C.

되서야 병징이 나타났는데 접종부위는 얼은 갈색을 띠며 점차 커지면서 썩었다.

매실, 사과 및 참다래에서 분리한 *Phomopsis*의 3균주에 대한 형태적, 배양적 및 병원성의 특징을 위와 같이 비교한 결과 유사한 점이 많았으며 Roberts(19), Combrink 등(3), Terui와 Harada(20) 등이 밝힌 *P. mali*의 특징과 비슷하여 *P. mali*로 동정하는 것이 타당하다고 생각된다.

요 약

매실, 사과, 참다래의 과실썩음병을 일으키는 *Phomopsis*속균을 조사하기 위해 1995년과 1996년에 시장에서 썩은 과실들을 수집하였다. 배양 및 형태적 특징, 병원성을 조사한 결과 *Phomopsis mali*로 동정되었다. 매실, 사과, 참다래 분리균 간에는 α포자와 β포자의 형태 및 배양적 특성에 큰 차이가 없었다. 병원균은 25°C의 온도로 배양한 PDA 배지에서 5일만에 70 mm 이상 자랐으며 25°C와 30°C의 조명배양에서, PDA의 균사는 적자색을 띠었다. 15°C에서는 α포자만이 형성되었고 β포자는 주로 30°C에서 형성되었으며 20°C와 25°C에서는 α포자와 β포자가 거의 비슷하게 형성되었다.

병자각은 암조건에서는 거의 형성되지 않았으나, 근자외선 조명의 넓은 온도범위(15~30°C)에서 형성이 많았다. 병포자는 두 종류가 있었는데 α포자는 무색, 단세포, 방추형이며 β포자는 무색, 실모양이거나 낚시바늘모양이며 단세포였다. 분생포자는 병자각이 성숙되면서 크림색이나 노란색으로 누출되었다. 자낭포자세대는 배양과 자연상태에서 형성되지 않았다.

병원성 실험결과, 매실, 사과, 참다래에서 분리한 *P. mali*는 사과, 배, 살구, 매실, 참다래에 병원성이 있었으며, 줄기에 접종했을 때는 다소 차이가 있었다.

참고문헌

- Abiko, K. 1972. Ecological studies on the peach *Phomopsis* rot. *Hort. Re. St. Bull(Japan)*, Series A No. 11: 127-136.
- Cayley, D. M. 1923. Fungi associated with die-back in stone fruit trees. *Ann. appl. Biol.* 10: 253-275.
- Combrink, F. C., Sommer N. F., Tyler, R. H. and Fortlage R. F. 1976. Postharvest *Phomopsis* rot of apple fruits. *Plant Dis. Repr.* 60: 1060-1064.
- Galic, R. and Arsenijevic, M. 1990. *Phomopsis*-the causal agent of a new apricot. *Zastita Bilja* 41(3): 269-274.
- Harada, Y., Terui, M., Kuwata, H., Suzuki, S., and Fujita, T. 1972. Effect of light and temperature on pycnidial and pycniospore formation in *Phomopsis mali*. *Bull. of the Faculty of Agri. Hirosaki Univ.* No. 18: 140-151.

6. Harter, L. L. 1917. Pod blight of the lima bean caused by *Diaporthe phaseolorum*. *J. Agric. Res.* 11 : 473-504.
7. Harvey, F. M. 1978. Reduction of losses in fresh market fruits and vegetables. *Annu. Rev. Phytopathol.* 16 : 321-341.
8. Herr, L. J., Lipps, P. E. and Watters, B. L. 1983. Diaporthe stem canker of sunflower. *Plant Dis.* 67 : 911-913.
9. Hiraragi, T. 1976. Series of apple diseases 10: Storage diseases. *Agchem Age* 130 : 17-21.
10. Kasuyama, S., Nasu, H. Haramoto, M., and Fuji. S. 1981. Phomopsis fruit rot of grape vine. *Plant protection(In Japanese)* 35 : 27-33.
11. Kidd, M. N. and Beaumont, A. 1924. Apple rot fungi in storage. *Trans. Br. Mycol. Soc* 10 : 98-118
12. 北島 博. 1989. 果樹病害各論, pp. 190-191, 264-266. 養賢堂(日本).
13. Kobayashi, T. 1970. Taxonomic studies of Japanese Diaportheaceae with special reference to their life-histories. *Bull. The Gov. Forest. Expt. Sta.* No. 236. 242pp.
14. Nagata, H., Yamashita, S., and Doi, Y. 1984. Recent research in market disease of fruits and vegetables. *Plant protection(In Japanese)* 38 : 415-420.
15. Nawawi Bin Hoji Ayub and Swinburne, T. R. 1970. Observations on the infection and rotting of apples var. Bramley's Seedling by *Diaporthe perniciososa*. *Ann. Appl. Biol.* 66 : 245-255.
16. 박숙영, 이동현, 정휘정, 차병진, 고영진. 1994. *Phomopsis* sp.에 의한 참다래과실무름 병. 한국식물병리학회 소식지 5(2):71(초록).
17. Pezet, R. 1974. Methode favorisant la production de spores de type beta chez *Phomopsis viticola* Sacc. *Phytopathology Z.* 79 : 67-76.
18. Pine, T. S. 1958. Etiology of the dead-arm disease of grapevines. *Phytopathology* 48 : 192-196.
19. Roberts, J. W. 1912. A new fungus on the apple. *Phytopathology.* 2 : 263-264
20. Terui, M., and Harada, Y. 1968. On *Phomopsis mali* causing "Jikugusare" disease of apples. *Bull. Fac. Agric. Hiro-saki University* No. 14 : 43-46.
21. Welch, A.W. and Gilman, J. 1948. Hetero and homothallic types of *Diaporthe* on soybeans. *Phytopathology* 38 : 628-637.

(Received April 1, 1998)