

수확후 배 푸른곰팡이병을 일으키는 *Penicillium* 속의 종류 및 특성김주희\* · 이왕휴<sup>1</sup> · 정성수 · 최정식 · 류 정 · 최영근전라북도농업기술원, <sup>1</sup>전북대학교 농과대학 생물자원과학부 농업과학기술연구소Identification and Characteristics of *Penicillium* spp. Isolated from Postharvest Decay of PearJu-Hee Kim\*, Wang-Hyu Lee<sup>1</sup>, Seong-Soo Cheong, Joung-Sik Choi,  
Jeong Ryu and Yeong-Geun Choi

Jeollabuk-do Agricultural Research and Extension Services, Iksan 570-704, Korea

<sup>1</sup>Faculty Biological Resources Science, Chononbuk National University, Jeonju 561-756, Korea

(Received on March 22, 2002)

This study was carried out to identify the causal pathogens and investigated the characteristics of *Penicillium* spp. isolated from postharvest decay of pear. One hundred and ninety eight *Penicillium* spp. were isolated from infected pear fruits. The lesions were formed when the isolated pathogen were inoculated into the wounds and un wounds of pear fruit. Total isolates were classified into 15 groups by the size, color, pigment of colony and shape of conidia. These isolates were identified to be *P. expansum*, *P. solitum*, and *P. crustosum* according to the types of morphological, cultural and physiological characteristics. The pathogenicity was higher in wound inoculation at low temperature than unwound one. This result confirmed that wound promoted the disease appearance. *P. expansum* was appeared to have the most strong virulence, whereas *P. solitum* and *P. crustosum* were classified as weak virulent species by pathogenicity test on pear fruits.

**Keywords :** Pear, *Penicillium crustosum*, *Penicillium expansum*, *Penicillium solitum*, Postharvest disease

생산된 배의 일시 출하를 피하고 소비자의 요구를 충족시키기 위하여 장기 안전저장에 대한 관심이 고조되고 있는 추세이다. 저장 중에는 *Penicillium* spp., *Alternaria* spp., *Cladosporium* sp. 및 *Botrytis cinerea* 등의 병원균이 관여하여 병을 일으키고 있으며, 그 중 *Penicillium* spp.에 의한 푸른곰팡이병의 피해가 가장 심하게 문제되고 있다. *Penicillium*속은 주로 수확 후 저장 중에 부패현상을 유발하는 병원균으로 알려져 있다(Agrios, 1997). 현재까지 국내에 보고된 *Penicillium*속에 의한 병해로는 고구마, 마늘, 담배, 오미자, 양파, 감, 사과, 귤, 포도 등에 병해가 보고되어 있으나, 배에 대해서는 아직까지 보고된 바 없다(한국식물병리학회, 1998). *Penicillium*속에 의한 푸른곰팡이병은 작물 생육기간 중 발생하기보다는 수확 후 저장 중에 주로 발생하기 때문에 다른 병에 비해 중요도가 낮게

평가되어 이에 대한 연구가 등한시되어 왔다. 그러나 최근에 농산물의 가격경쟁력을 향상시키기 위해 출하시기를 조절하는 방법의 하나로 수확물을 저장하는 경우가 많아졌다. 그러나 저장병해에 대한 국내연구는 극히 한정적으로 연구되고 있으므로 저장 중 발생하는 병해에 대한 연구가 절실한 시점이다. 특히 농산물의 해외 수출을 위하여 저장 유통 중 병해발생을 최소화 할 수 있는 장기 안전저장 관리에 관한 연구가 시급한 실정이다. 따라서 이 연구는 저장 중 푸른곰팡이병을 일으키는 *Penicillium* 속 균의 균학적 특성에 따라 분류 동정하였다.

## 재료 및 방법

**병원균 분리 및 병원성 검정.** 1998년부터 3년 간 전북 고창, 김제, 정읍지역의 농가 저온 저장고를 대상으로 이병과를 수집하거나, 수확한 배를 직접 저온저장(2°C)하면서 조사하였다. 병원균은 포자가 형성되지 않은 병든 과실의 초기 병반부위를 70% 에탄올로 표면 살균한 다

\*Corresponding author

Phone)+82-63-839-0389, Fax)+82-63-839-0399

E-mail)kjhbres@hanmail.net

음, 화염 살균한 메스로 절단하여 표피를 제거하고, 병이 걸린 부위의 가장자리로부터 조직을 떼어 내어 potato dextrose agar(PDA, Difco, 39 g/l)에 치상하여 분리하였다. 병반이 진행되어 포자가 형성된 경우 멸균된 접종기로 포자를 채취하여 0.05% Tween 80 solution 100 ml에 넣고 잘 흔든 다음 hemocytometer로 포자수를  $10^3$  spore/ml로 조절한 후, 평판배지 한 샤레당 100  $\mu$ l씩 도말접종 하였다. 배지는 czapek yeast extract agar(CYA)와 malt extract agar (MEA) 배지를 사용하였고, 각각의 배지에 접종하여 25°C에서 3일간 배양한 후 육안으로 보아 형태와 색이 다른 균총을 모두 분리하였다.

병원성 검정은 저온(2°C)과 상온(22~25°C)에서 배(품종:신고, 황금)에 상처와 무상처로 구분하여  $10^5$ ~ $10^6$  spore/ml 농도의 포자현탁액을 만들어 분무접종하였다. 상처 접종구는 5 mm 코르크보러를 이용하여 상처를 내고 포자현탁액을 접종하여 발병여부를 육안으로 판정하였다. 상처접종은 2°C 저장조건 30일 후에, 22~25°C 상온 저장조건 7일 후에 발병정도를 조사하였고, 무상처 접종은 90일 이후에 조사하였다.

**균학적 특성.** 순수 분리한 균을 동일한 농도로 처리하기 위하여 Okuda(1994) 방법을 변형하여 사용하였다. modified malt extract agar(MA) 사면배지에 7일간 배양한 후 200  $\mu$ l의 weak agar(0.05%)를 첨가하여 포자현탁액( $10^2$  spore/ml) 20  $\mu$ l씩을 czapek's agar(Cz), CYA와 MEA, 25% glycerol nitrate agar(G25N) 평판배지에 3지점씩 접종하였다. 접종 후 25°C에서 7일간 암배양하여 배양적 특성을 관찰하였다. 또한 분리된 균주들의 질소원 이용성 여부를 조사하기 위하여 nitrate sucrose agar(NSA, NaNO<sub>2</sub> 3 g, K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> · 3H<sub>2</sub>O 1.3 g, KCl 0.5 g, MgSO<sub>4</sub> · 7H<sub>2</sub>O 0.5 g, FeSO<sub>4</sub> · 7H<sub>2</sub>O 0.01 g, sucrose 30 g, agar 20 g)와 creatine-sucrose agar(CREA, KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> · 3H<sub>2</sub>O 1.3 g, KCl 0.5 g, MgSO<sub>4</sub> · 7H<sub>2</sub>O 0.5 g, creatine 1H<sub>2</sub>O 3 g, sucrose 30 g, agar 5 g, pH 8)에서 성장여부를 조사하였다. 접종 균주는 25°C에서 7일간 암배양한 후 균의 성장여부를 관찰하였고, CREA 배지에서 배양 5~7일내 색의 변화에 따라 산 생성 여부를 조사하였으며, 이 후 균총의 색 변화에 따라 기초대사물의 생성여부를 조사하였다.

형태적 특성을 조사하기 위하여 분리한 균을 각각 Cz, CYA 및 MEA 평판배지에 접종하여 25°C에서 3~4일간 배양한 후 관찰하였다. 균총을 2% glutaraldehyde 용액에 2시간 전고정 한 후 phosphate buffer로 20분씩 3회 수세한 다음 2% osmium tetroxide로 2시간 후고정하여 phosphate buffer로 20분씩 3회 세척한 시료를 에탄올(50, 70, 80, 90, 95, 100%)로 탈수하였다. 탈수된 시료는 100%

**Table 1.** Isolation frequency of *Penicillium* spp. isolated from decay of postharvest pear

Pathogen	Cultivar of pear		Total
	Nitaka	Hwanggum.	
<i>P. expansum</i>	43 (58.8) <sup>a</sup>	102 (81.6)	145 (73.4)
<i>P. solitum</i>	18 (24.7)	15 (12.0)	33 (16.6)
<i>P. crustosum</i>	12 (16.5)	8 (6.4)	20 (10.0)
Total	73	125	198

<sup>a</sup>Rate of isolation of *Penicillium* spp. isolated from postharvest pear blue mold.

isoamylacetate에 치환시켜 critical point dryer로 임계 건조시키고, gold coating한 후 주사전자현미경(JSM-5410LV)으로 관찰하였다.

## 결과 및 고찰

**병원균 분리동정.** 분리된 총 198 균주를 배양하면서 형태적 및 생리적 특성을 조사한 결과, 25°C에서 7일 배양 후 균총크기, colony 형태 및 색, 분비색소, 포자형태 등의 특성에 따라 15개 group으로 구분하였다(Table 2, 3, Fig. 1). 15개 그룹을 Ramirez와 Martinez(1982), Pitt와 Cruickshank(1990), Stolk 등(1990), Berny와 Hennebert(1990) 방법을 기초로 배양적 형태적 특성을 비교 조사한 결과 group 1~9는 *P. expansum*, group 10~12는 *P. solitum*, group 13~15는 *P. crustosum*으로 동정되어 저장 중 배에 발생하는 푸른곰팡이병은 *Penicillium expansum*, *P. solitum*, *Penicillium crustosum* 3종이 관여하는 것으로 조사되었다(Table 2, 3). 또한 분리된 3종 중에서 *P. expansum*이 가장 분리빈도가 높았다(Table 1). 분리된 15개 그룹은 MEA, G25N, CREA 및 NSA배지에서는 배양적 특성이 유사하였으나, CYA와 Cz배지에서는 group에 따라 차이가 있었다(Fig. 2).

*P. expansum*은 MEA배지상에서 7일 배양하면 균총은 30.9~35.9 mm크기로 편평한 모양의 녹색의 균총을 형성하였고, 배지뒷면은 연한녹색을 띠었으나 배지에 색소를 분비하지는 않았다. CYA와 Cz배지에서 균총은 30.4~52.4 mm 크기의 총생형(flocculus)과 양털모양(fasciculate) 형태로 연노랑색을 띠며 배지뒷면에 붉은 색소를 형성하는 등 다양한 형태의 균총을 형성하였다(Table 2, Fig. 2). G25N 배지에서의 균총은 15.0~20.0 mm이며 흰색~연노랑색을 띠는 편평한 형태를 나타냈다. 또한 CREA배지에서 잘 자라고, NSA배지에서는 자라지 않는 공통적인 특성을 나타냈다. 포자는 2.5~3.4  $\mu$ m 크기의 구형~타원형으로 group

**Table 2.** Comparisons of cultural and morphological characteristics of *Penicillium* groups isolated from pear and *Penicillium* species reported by previous workers

<i>Penicillium</i> spp.	Colony on CYA <sup>f</sup>			Colony on MEA			Stipe	Conidia	
	Growth (mm)	Color <sup>d</sup>	Pigment	Growth (mm)	Color	Pigment		Shape <sup>e</sup>	Size (μm)
Group 1	36.8	SY	N	33.6	Gr	N	Smooth	Glo~SGI, SW	2.5~3.0
Group 2	39.2	PY	N	35.9	Gr	N	Smooth	Glo~SGI, SW	2.8~3.6
Group 3	39.7	SY	N	35.4	Gr	N	Smooth	Glo~SGI, SW	3.2~3.6
Group 4	41.2	GGr	PBr	30.8	Gr	N	Smooth	Glo~SGI, SW	2.8~3.6
Group 5	42.6	SB	PBr	31.0	Gr	N	Smooth	Glo~SGI, SW	3.2~3.4
Group 6	53.2	SY	RBr	32.6	Gr	N	Smooth	Glo~SGI, SW	2.9~3.6
Group 7	50.8	SY	RBr	32.1	Gr	N	Smooth	Glo~SGI, SW	2.8~3.6
Group 8	45.4	W	N	30.9	Gr	N	Smooth	Glo~SGI, SW	2.5~3.0
Group 9	48.3	PY	N	33.2	Gr	N	Smooth	Glo~SGI, SW	2.6~2.8
<i>P. expansum</i> <sup>a</sup>	<sup>b</sup>	DGr	OBr	Gr	N	Smooth	Ell, SW		
	<sup>c</sup>	W	RO	65.0	GGr	N	Smooth	Ell~SGI, SW	3.0~4.0
Group 10	26.6	WB	N	21.2	Gr	N	Rough	Glo~SGI	2.6~3.1
Group 11	23.7	GB	N	23.9	Gr	N	Rough	Glo~SGI	2.8~3.0
Group 12	24.7	GB	N	20.1	Gr	N	Rough	Glo~SGI	2.8~3.2
<i>P. solitum</i> <sup>a</sup>	<sup>b</sup>	DBGr	N	<40	Gr	N	Rough	Ell, SW	
	<sup>c</sup>	60.0	DGr	>40			Rough	Glo~SGI, RW~SW	3.0~4.5
Group 13	23.8	DGGr	N	19.5	Gr	N	Rough	Glo~SGI	2.7~3.0
Group 14	35.7	DGGr	PBr	18.6	Gr	N	Rough	Glo~SGI	2.8~3.1
Group 15	24.5	DGGr	DGr	18.5	Gr	N	Rough	Glo~SGI	2.5~3.0
<i>P. crustosum</i> <sup>a</sup>	<sup>b</sup>	DuGr	N	<40	Gr	N	Rough	Sph	
	<sup>c</sup>	60.0	BGr	55.0			Rough	Glo~SGI, WW	3.0~5.0

<sup>a</sup>Pitt and Cruickshank (1990): Incubation for 7 days at 25°C, <sup>b</sup>Stolk *et al.* (1990): Incubation for 7 days at 25°C, <sup>c</sup>Ramirez and Martinez (1982): Incubation for 14 days at 25°C.

<sup>d</sup>SY: Straw yellow, PY: Pale yellow, GGr: Gray green, W: White, DuGr: Dull green, WB: White blue, GB: Gray blue, DBGr: Dark blue green, DGr: Dark green, DGGr: Dark gray green, BGr: Blue green, PBr: Pale brown, RBr: Red brown, N: None, OBr: Orang brown, RO: Reddish orange, Gr: Green.

<sup>e</sup>Glo: globose, SGI: Subglobose, Ell: Ellipsoidal, SPh: Spherical, SW: smooth-walled, RW: Rough-walled, WW: Warty walled.

<sup>f</sup>The characteristics were investigated 7 days after inoculation.

3과 5는 포자의 크기가 3.2~3.6 μm로 약간 큰 편이었다. 포자표면과 stipe 표면은 매끄럽고, phialide는 짧고 목 부위가 좁은 병모양으로 6.1~14.5×2.1~3.0 μm이며 rami는 8.9~22.7×2.3~3.2 μm 크기로 2~3개로 분지되었다(Fig. 1).

*P. solitum*은 MEA배지에서 녹색의 균총과 배지뒷면에 진노랑색을 나타냈으며 균총은 편평한 모양이었다. CYA배지에서 24.7~26.6 mm 크기의 주름진 청녹색 양털모양(fasciculate), 벨벳 모양으로 배지뒷면은 진한 오렌지색~연갈색을 나타냈다. Cz배지에서는 균청색 균총 또는 청색을 띤 흰색 균총으로 벨벳, 양털모양이었으며(Table 2, Fig. 2), G25N배지에서는 균총은 15.0~20.0 mm이며 흰색~연노랑색을 띤 편평한 형태를 나타냈다. CREA배지에

서는 풍부한 산을 생성하였고 NSA배지에서는 성장하지 않았다. 포자는 2.6~3.2 μm 크기의 구형~타원형으로 포자 표면과 stipe 표면은 사마귀모양의 돌기가 형성되어 표면이 거칠고, phialide는 7.7~10.9×2.3~3.0 μm이며 rami는 12.5~20.1×2.5~3.2 μm 크기로 2개 분지되었다(Fig. 1).

*P. crustosum*은 MEA배지에서 편평한 형태의 녹색 균총으로 크기는 12.3~24.7 mm이었다. CYA배지에서 편평한 모양의 진회색~균청색 양털모양 균총으로 주변부가 청녹색을 띤 연노랑색 균총을 나타냈으며, Cz배지에서는 주변부가 흰색을 띤 균청색이었다(Table 2, Fig. 2). CREA배지에서는 풍부한 산을 생성하였고 NSA배지에서는 성장하지 않았다. 포자는 2.5~3.1 μm 크기의 구형~타원형으로

**Table 3.** Pathogenicity of *Penicillium* isolates collected on wounded and unwounded pear fruits

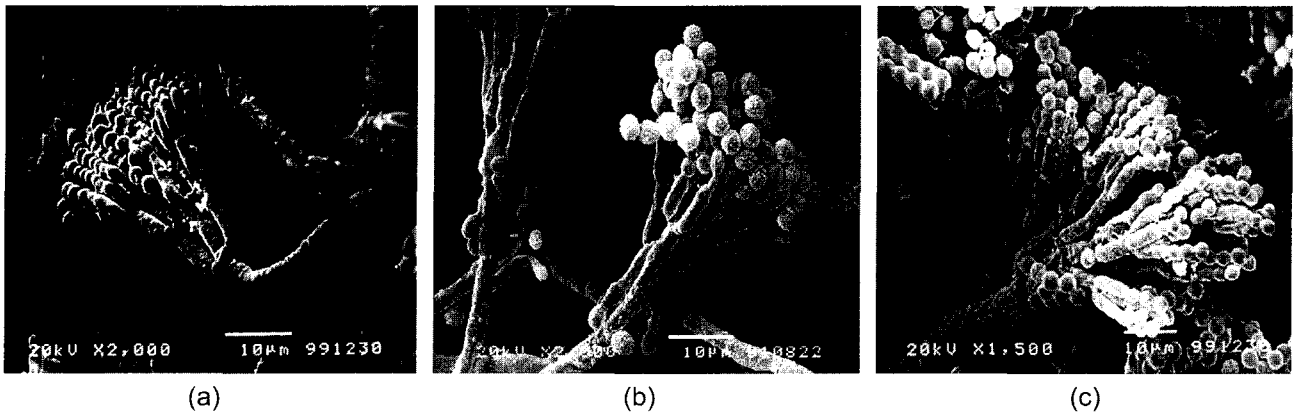
Species	Isolate number	Room temperature (22~25°C)				Low temperature (2°C)			
		Wounded <sup>c</sup>		Unwounded <sup>d</sup>		Wounded		Unwounded	
		Ni <sup>a</sup>	Hw	Ni	Hw	Ni	Hw	Ni	Hw
<i>P. expansum</i>	CAP 189	+++ <sup>b</sup>	+++	+	++	++	+++	±	++
	SP 8	+++	+++	+	++	++	+++	±	++
	CAP 131	+++	+++	+	++	++	+++	±	++
	CAP 148	+++	+++	+	++	++	+++	±	++
	CAP 107	+++	+++	+	++	++	+++	±	++
	CAP 115	+++	+++	+	++	++	+++	±	++
	CAP 114	+++	+++	+	++	++	+++	±	++
	MAP 4	+++	+++	+	++	++	+++	±	++
	MAP 17	+++	+++	+	++	++	+++	±	++
<i>P. solitum</i>	MAP 25	++	++	±	+	+	++	±	+
	MAP 1	++	++	±	+	+	++	±	+
	SP 71	++	++	±	+	+	++	±	+
<i>P. crustosum</i>	CAP 126	++	++	±	+	+	++	±	+
	CAP 186	++	++	±	+	+	++	±	+
	CAP 117	++	++	±	+	+	++	±	+

<sup>a</sup>Ni: Nitaka, Hw: Hwanggum.

<sup>b</sup>+++ , ++ , + , and ± mean lesion size, more than 25 mm, 15~25 mm, 15~5 mm and less than 5 mm after inoculation, respectively.

<sup>c</sup>Wounded by cork borer of 5 mm in diameter and symptom expression was investigate 7 day after inoculation in room temperature and 30 days in low temperature treatment.

<sup>d</sup>Symptom expression was investigated 90 days after inoculation.

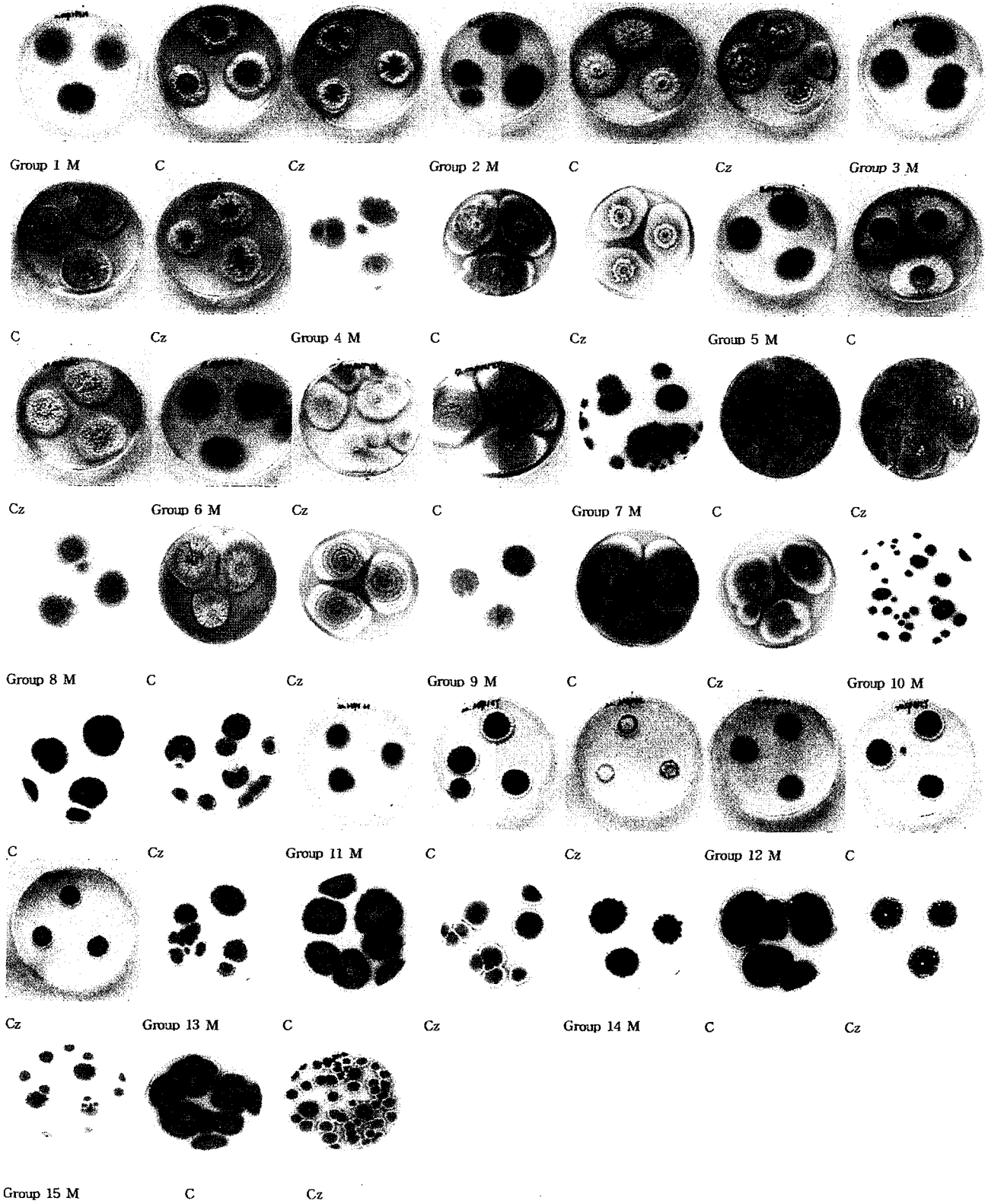


**Fig. 1.** Scanning electron micrographs of conidiophores and conidia of *Penicillium expansum* (a), *P. solitum* (b) and *P. crustosum* (c).

포자표면과 stipe 표면은 사마귀모양의 돌기가 형성되어 표면이 거칠고, phialide는 7.5~11.4×2.1~2.9 µm이며 rami는 8.6~19.6×2.4~3.2 µm 크기로 2개로 분지되었다(Fig 1).

*P. expansum*은 가장 널리 알려진 종으로 배양·형태적 특성이 다양하여 14개의 다른 종으로 동정된 바 있으며, Berny와 Hennebert(1990)은 *P. expansum*을 배양·형태적 특성에 따라 9군으로 분류한 바 있다.

또한 *P. solitum*은 과실류에 병을 일으키는 병원체의 하나로(Pitt와 Cruickshank, 1990) CYA배지에서 진한 청녹색~균청색 균층을 형성하며, 붉은 색소를 생성하지 않으나, MEA배지에서 뚜렷한 오렌지색을 나타내는 균으로 보고한 결과와 동일한 특성을 보였다. 또한 Stolk 등(1990)은 Cz배지에서 청녹색~균청색 균층을 형성하고 25°C에서 7일 배양 후 균층 직경이 40 mm를 초과하지 않는다는



**Fig. 2.** Mycelial colonies of *Penicillium* species grown on malt extract agar, Czapek's yeast extract agar (C), Czapek's agar (Cz) plate at 25°C for 7 days (*P. expansum* : Group 1~9, *P. solitum*: Group 10~12, *P. crustosum*: Group 13~15).

결과와 일치하였다.

*P. crustosum*은 과실류에 병을 일으키지만 병원성이 약한 균으로 (Pitt와 Cruickshank, 1990) 본 실험에서 분리한 균의 특성은 포자의 색은 회녹색~균청색을 띠며 stipe 표면이 거친(rough) 것으로 보고한 Frisvad(1981), Pitt와 Cruickshank(1990)와 Stolk 등(1990)의 결과와 일치하였다. 포자의 표면이 우툴두툴(rough)한 특성은 Pitt와 Cruickshank(1990)이 매끄럽다고(smooth) 보고한 결과와 다르지만 Ramirez와 Martinez(1980) 및 Moss(1987)는 포자형태를 광학현미경으로 관찰했을 때는 smooth하게 보이지만 주사전자현미경으로 관찰했을 때 표면이 사마귀 모양(warty)으로 보고한 결과와 일치하였다.

15개 그룹의 질소원 이용성은 CREA배지에서는 잘 자랐으며 풍부한 산을 생성하였고 NSA배지에서는 생육하지 않아 Frisvad(1981)가 보고한 CREA와 NSA배지상의 성장특성과 동일한 결론을 얻었다.

**병원성 검정.** 분리된 *Penicillium*속 균주의 병원성을 검정한 결과 3종의 *Penicillium* 모두 실험 품종인 신고, 황금배에서 병징을 발현해 병원성이 있는 것으로 나타났다. 분리된 균주의 병원성 정도는 큰 차이가 없었으나 접종 병원균의 종간에는 약간의 차이를 나타냈다(Table 3). 상처접종을 하여 실온에서 7일간 저장한 경우 병원성이 강하게 나타났으며, *P. expansum*으로 동정된 9개 균주는 *P. solitum*, *P. crustosum*보다 병원성이 강하였다. 접종 후 저온에서 30일 저장한 경우 황금배가 신고보다 병원성이 강하였고, 분리된 균주의 그룹간 병원성 정도는 실온저장과 유사한 경향을 보였다. 이는 신고배보다 황금배가 과육이 부드럽고 과즙이 많으며 과피 두께가 매우 얇은 과실특성에 의한 것으로 생각된다. 또한 *Penicillium* 속에 의한 푸른곰팡이병 발생이 상처를 통해서만 발생하는지를 조사하기 위하여, 상처를 주지 않은 건전 과실에 병원균을 접종하여 상온과 실온에 저장하여 90일 이후 조사한 결과 상온, 저온 모두에서 병원성이 나타났으며, 상처접종을 했을 때 보다 신고배의 병원성 정도는 낮았으나 황금배는 유사하였다. 김 등(1998)의 보고에 의하면 저장 병원균은 저장고 안에 전반되어 저장중 자연개구부나 상처를 통해 침입하는 것으로 추정하였는데 이 실험에서 무상처 과실에서도 병원성이 인정된 것은 *Penicillium*이 반드시 상처를 통해서만 발병하는 것이 아니라 저장기간이 증가하면서 환경이 부적당해지면 상처외의 체외부나 경외부와 같은 자연개구부를 통해서 발병하거나 병원균이 분비하는 각피 분해 효소 등에 의해서 발병할 수 있는 것으로 판단된다.

## 요 약

수확 후 피해를 주는 *Penicillium*속의 병원체를 분리 동정하기 위하여 여러 특성을 조사하였다. 저장 중 배에서 분리한 198균주는 상처 접종과 무상 접종에서 병반을 형성하여 병원성이 있었으며, 균총 크기와 형태, 색, 배지 뒷면 색소와 포자형태 등의 특성에 따라 15개 그룹으로 나눌 수 있었다. 분리된 균주들은 배양·형태적·생리적 특성에 따라 *P. expansum*, *P. solitum*, *P. crustosum* 등 3종으로 동정되었다. 분리된 균주들의 병원성 검정 결과 저온에서 상처접종이 무상접종 보다 병원성이 강하게 나타났으며 *P. expansum*이 저장 배 과실에 대해 가장 병원성이 강하였고, *P. solitum*과 *P. crustosum*은 약한 편이었다.

## 참고문헌

- Agrios, G. N. 1997. *Plant pathology*, 4rd. ed., 359-367. Academic Press. 635pp.
- Berny, J. F. and Hennebert, G. L. 1990. Variants of *Penicillium expansum*: An analysis of cultural and microscopic characters as taxonomic criteria; In: *Modern concepts in Penicillium and Aspergillus classification*, eds. by Samson R. A. and Pitt, J. I., pp49-65. Plenum press, New York and London.
- Frisvad, J. C. 1981. Physiological criteria and mycotoxin production as aids in identification of common asymmetric *Penicillia*. *Appl. Environ. Microbiol.* 41: 568-579.
- 김용기, 김령희, 류재당, 류재기, 이상엽, 최용철. 1998. 사과 저장병의 발생 및 방제. *한국농약과학회지* 2: 83-89.
- 한국식물병리학회. 1998. *한국식물병명목록*. 3th, 436pp.
- Moss, M. O. 1987. Morphology and physiology of *Penicillium* and *Acremonium* In: *Biotechnology handbooks*, eds. by Peberdy, J. F., pp. 37-65. Plenum press, New York.
- Okuda, T. 1994. Variation in colony characteristics of *Penicillium* strains resulting from minor variation in culture conditions. *Mycologia* 86: 259-262.
- Pitt, J. I. and Cruickshank, R. H. 1990. Speciation and synonymy in *Penicillium* subgenus *Penicillium* towards a definitive taxonomy In: *Modern concepts in Penicillium and Aspergillus classification*, eds. by Samson, R. A. and J. I. Pitt, pp. 103-117. Plenum press, New York and London.
- Ramirez, C. and Martinez. 1982. *Manual and atlas of the Penicillia*. Elsevier Biomedical, New York. 974pp.
- Stolk, A. C., Samson, R. A., Frisvad, J. C. and Filtenborg, O. 1990. The systematics of the terverticillate *Penicillia*. In: *Modern concepts in Penicillium and Aspergillus classification*, eds. by Samson, R. A. and Pitt, J. I. pp. 121-137. Plenum press, New York and London.