

## 한국산 양파의 부패원인균 확인 및 Botrytis 부패에 대한 온도, 습도 및 훈증처리의 영향

이형춘 · 김현구 · 박무현 · 신동화

농어촌개발공사 식품연구소  
(1984년 9월 5일 수리)

### Confirmation of Saprophytes of Onions in Korea and Effects of Temperature, Humidity and Fumigation on Botrytis-rot.

Hyoeng Choon Lee, Hyun Ku Kim, Mu Hyun Park and Dong Hwa Shin

Food Research Institute, Agriculture and Fishery Development Corporation  
(Received September 5, 1984)

Saprophytic microorganisms of onion bulbs in Korea were confirmed, and effects of temperature, humidity and fumigation by Tetrachloro isophthalonitrile on Botrytis-rot were investigated in order to decrease storage loss of onions. Dominant saprophytes were Botrytis, Penicillium and Fusarium as molds which were all pathogens, and Erwinia and Pseudomonas as bacteria of which Pseudomonas was a non-pathogen. Botrytis-rot was most effectively suppressed by temperature. At 0°C, the incubation days at which 50% area of one onion leaf-fragment (2.5x2.5cm) inoculated by Botrytis was rotten were 26.2 days and the rotting was delayed more by 21.8 days than at 25°C. For humidity, the effect was pretty insignificant in contrast with temperature effect. At RH 70% and 0°C, the incubation days at which 50% area of one onion leaf-fragment was rotten were 28.0 days and the rotting was delayed more by 1.8 days than at RH90% and 0°C. By fumigation, the rotting was delayed by 3.8 days at RH70% and 0°C. In case of slightly infected samples, temperature effect was reduced and the effects of humidity and fumigation were ignored, which implies that storage samples should be healthy.

양파는 저장중에 발아, 발근등에 의해 품질이 열화되고, 중량감소가 일어나며, 특히 부패에 의한 손실이 큰 것으로 보고되어 있다.<sup>(1)</sup> 또한, 저장의 효과가 큰 것으로 알려져 있는 저온저장의 경우에도 부패는 평균 10~30%정도 발생된다.<sup>(2)</sup>

이렇듯 문제가 되고 있는 부패의 주원인균으로서 곰팡이의 경우 *Botrytis*와 *Fusarium*이 제일 많이 보고되어 있으며,<sup>(1), (3) (5)</sup> *Penicillium*,<sup>(3)</sup> *Sclerotium*,<sup>(3)</sup> *Aspergillus*<sup>(4), (6)</sup> 등도 양파에 부패를 일으킨다고 한다. 또한, 세균의 경우에는 *Erwinia*와 *Pseudomonas*가 주요 부패균으로 보고되어 있다.<sup>(5)</sup>

그러나, 이들 부패균중에서 *Botrytis*가 유발시키는 회색곰팡이병은 5°C 이하의 저온에서도 발생률이 높아서 저온저장시 가장 큰 피해를 일으키는 저

장병이며, 일본 북해도지방의 양파주산지에서 '75~'77년사이에 저장중 총부패의 50% 이상을 차지하였다.<sup>(6)</sup>

따라서, 본 연구에서는 양파의 저장중 부패손실을 방지하기 위한 기초실험으로써 먼저 우리나라 양파의 저장부패원인균을 조사하였으며, 분리균중 *Botrytis*가 일으키는 회색곰팡이병에 대하여 온도와 습도 및 Tetrachloro isophthalonitrile에 의한 훈증처리의 억제효과를 검토하였다.

#### 재료 및 방법

##### 실험재료

미생물분포의 조사에는 우림농산(전남무안), 창

녕농산(경남창녕), 계성농산(경북 대구), 협성농산(경북 대구)의 4개 산지저장고에서 수집한 저장말기의 부패된 양파를 사용하였으며, 회색곰팡이병의 억제실험에는 건전한 시판양파를 구입하여 사용하였다.

#### 실험방법

**부패균의 분리 및 동정:** 곰팡이의 경우에는 부패양파의 표면에 형성된 집락중 뚜렷하게 관찰되는 것을 백금구(白金鉤)로 따서 멸균증류수에 현탁시킨 후, Potato dextrose agar 배지를 사용하여 한천평판배지상에서 회석법으로 순수분리하여 슬라이드배양한 것을 현미경관찰로써 Malloch<sup>(7)</sup>의 검색표에 의하여 속(genus)까지 동정하였다. *Botrytis*의 동정에는 분생자병의 말단부가 가지를 친 구조이며, 이 말단부로부터 타원형의 분생자가 동시에 생성되어 말단부를 덮고 있는 것을 주요한 특징으로 이용하였으며, *Penicillium*의 동정에는 분생자병이 단순한 구조이고 그 끝에 병모양의 경자가 무리를 이루어 형성되며, 경자의 말단부에 원형의 분생자가 연쇄상으로 생성되는 것을 주요한 특징으로 사용하였다. *Fusarium*에 있어서는 Macro conidia 및 Micro conidia의 존재로써 동정하였다.

세균의 경우에는 부패양파의 내부로부터 연부조직을 보이는 조직을 채취하여 멸균생리식염수로 회석후, Nutrient agar 배지를 사용하여 순수분리한 후, 속까지 동정하였으며, 동정에는 Bergey's Manual of Determinative Bacteriology<sup>(8)</sup>를 참고하였다. *Erwinia*는 Gram염색, Hugh & Leifson's test, Oxidase시험, 증식적온시험 및 편모염색으로써 동정하였으며, *Pseudomonas*는 Gram염색, Hugh & Leifson's test, Oxidase시험, King's media상에서의 형광발현시험 및 편모염색으로써 동정하였다.

**Botrytis의 접종 및 배양법:** 접종용 시료는 신선한 양파구(球)를 1% NaClO 용액에 침지하여 15분간 살균후, 껍질을 벗기고 떼어낸 인편(鱗片)을 2.5×2.5cm의 크기로 잘라서 사용하였다. 이 시료를 10<sup>6</sup>/ml 농도의 *Botrytis* 포자현탁액에 30분간 침지하여 접종한 후, 포화염류용액으로 상대습도를 조정한 데시케이터에 넣어 항온기에서 배양하였다.

이병시료(罹病試料)는 *Botrytis*를 접종한 시료를 25°C, 상대습도 90%의 조건으로 前배양하여 포자를 발아시켜 군사가 약간 보일정도까지罹病시킨 후, 온도 및 습도별로 배양실험을 실시하였다.

**훈증방법:** 접종시료 또는 이병시료를 용적이 약 20m<sup>3</sup> 되는 밀폐실에 넣고 Tetrachloro isophthaloni-

trile로 12시간 훈증처리하였다. 사용약제는 일본 삼광화학사제 다코닐훈증제를 사용하였다.

**병원성 시험방법:** 양파 인편에 백금구를 사용하여 분리균을 접종한 후, 페트리접시에 넣어 25°C, 상대습도 90%의 조건으로 5~7일 배양하여 부패여부를 확인하고, 부패조직으로부터 균을 채취하여 곰팡이의 경우에는 직접 현미경검정으로, 세균의 경우에는 그램염색후 현미경 검정으로 접종균과의 동일성 여부를 확인하였다.

**부패율의 측정방법:** 부패율은 시료의 부패면적을 측정하여 전면적에 대한 부패면적의 백분율로써 나타냈다. 또한, 온도, 습도 및 훈증처리의 억제효과를 나타내는 지표로써는 시료가 50%부패하는데 걸리는 일수를 사용하였는데 이는 먼저 시간 경과에 따른 부패율을 측정하여 도시한 도표로부터 구하였다.

## 결과 및 고찰

### 부패양파의 미생물분포

부패양파로부터 분리된 곰팡이 및 세균을 속까지 동정한 결과를 Table 1에 나타냈다. Table 1에서 보는 바와같이 곰팡이의 경우에는 총 50주 분리동정한 결과, *Botrytis* 20주, *Penicillium* 18주 및 *Fusarium* 12주로 나타나 이들이 주요곰팡이였으며, 이 중 *Fusarium*은 Macro conidia 및 Micro conidia를 갖고 있는 종류였다.

정<sup>(9)</sup>은 저장중의 양파로부터 *Botrytis*, *Fusarium*, *Penicillium* 및 *Sclerotium*을 확인하였다고 보고하였는데, 본 연구에서는 *Sclerotium*은 확인되지 않았다.

*Penicillium*은 우리와 기후환경이 유사한 일본에서는 주요 병원균으로 보고되어 있지 않으며,<sup>(10)</sup> Bottcher<sup>(11)</sup>에 의하면, 양파에서 2차 병원균으로써 나타난다고 한 것과 본 실험의 양파가 저장말기의 시료인 것을 고려할 때, 2차병원균이 아닌가 사료되었다.

또한, 영국<sup>(12)</sup>과 수단<sup>(13)</sup>에서는 *Aspergillus*가 양파에 검은 곰팡이병을 일으키며, 특히 수단에서는 부패양파의 가장 주요한 원인균으로 되어 있으나, 본 연구에서는 검출되지 않았다. 이것은 우리나라는 영국이나 수단에 비해 저온지역이므로 좀더 고온에서 잘 증식하는 *Aspergillus*는 검출되지 않은 것이라 사료되었다.

세균에 있어서는 분리균 71주중 *Erwinia*와 *Pse-*

**Table 1. Microflora of Rotten Onions**

Isolates	Characteristics	Pathogenicity	Occurrence*
Botrytis	Typical morphology	Positive	20/50
Penicillium	Typical morphology	Positive	18/50
Fusarium	Macroconidia and microconida	Positive	12/50
Erwinia	Gram-, rod R&F** : Fermentation Oxidase - Optimal growth at 27°C Motile by flagella	Positive	36/71
Pseudomonas	Gram-, rod R&F: Respiration Oxidase + Fluorescence on King's media Motile by flagella	Negative	31/71

\* the ratio of each microbe to total isolates

\*\* by Hugh and Leifson's test

*domonas*가 각각 36주와 31주로 동정되어 주요세균으로 나타났으며, 병원성은 *Erwinia*는 양성, *Pseudomonas*는 음성이었다.

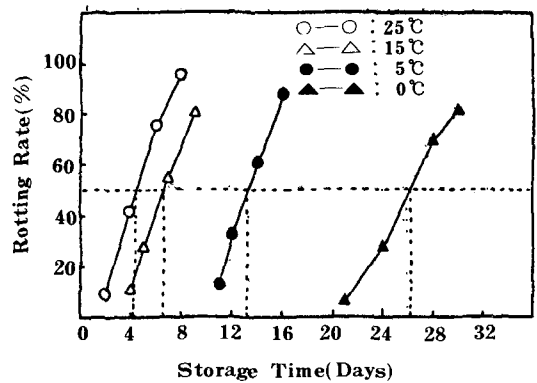
小曾氏<sup>(8)</sup>에 의하면 양파의 연부병원균으로서 *Erwinia*와 *Pseudomonas*의 두가지를 보고하고 있으나, 본 연구에서 검출된 *Pseudomonas*는 병원성이 음성이므로, 일단 *Erwinia*에 의해 이병된 조직에서 2차적인 부패를 일으키는 비병원성 부패균이라 사료되었다.

회색곰팡이병에 대한 온도, 습도 및 훈증처리의 억제효과

*Botrytis* 포자를 접종한 시료를 상대습도 90%로 배양하면서 시간경과에 따라 온도별로 부패양상을 본 결과를 Fig. 1에 나타냈다. Fig. 1에서 보는 바와같이 온도가 낮아질수록 시료가 50% 부패하는데 걸리는 일수는 상승적으로 증가하여 0°C에서 26.2일로써 억제효과가 가장 컸으며, 25°C와 0°C의 차이는 21.8일이었다. 또한 부패속도를 나타내는 log-period에서의 기울기가 각 온도별로 크게 차이가 없는 것으로 나타나 온도에 의한 억제효과는 주로 lag-period의 연장에 의해 발현된 것으로 사료되었다.

小曾氏<sup>(8)</sup>는 양파의 저장에 있어서 병해방지를 위

한 최적온도는 0°C라고 하였다. 또한, 石坂<sup>(9)</sup>은 *Botrytis*의 증식이 가능한 온도범위는 0°C~30°C이며 병원력은 생육과 거의 일치한다고 하였고, 10°C이하의 저온대에서도 병반화대능력이 있다고 하였으며, 15°C이하에서는 건부병은 크게 감소되나 회색곰팡이병은 5°C부근까지 큰 차이없이 발생한다고 하여 0°C저장의 중요성을 시사하였다. 이들 보고와 본 실험의 결과를 종합할 때, 회색곰팡이병의 억제를 위한 최적저장온도는 0°C가 가장 바람



**Fig. 1. Temperature effects on rotting of onion leaf-fragments inoculated by *Botrytis* (RH: 90%)**

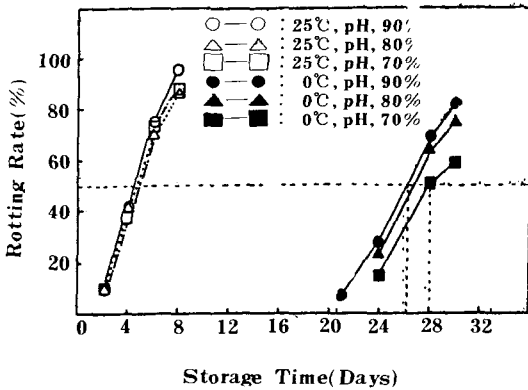


Fig. 2. Relative humidity effects on rotting of onion leaf-fragments inoculated by *Botrytis* (Temperature: 25°C and 0°C)

직한 것으로 사료되었다.

다음으로 상대습도의 억제효과를 보기 위하여 25°C와 0°C에서 상대습도별로 실험한 결과를 Fig. 2에 나타내었다. 상대습도를 각각 90%, 80% 및 70%로 하여 배양하였을 때, 25°C에서는 거의 같은 속도로 부패하여 시료가 50%부패하는데 걸리는 일수는 각각 4.4일, 4.6일 및 4.6일로써 거의 차이가 없는 것으로 나타났다. 그러나, 0°C 배양에서는 습도가 낮아질수록 억제효과가 상승적으로 나타났으며, 상대습도 90%에서 시료가 50%부패하는데 걸리는 일수는 26.1일, 70%에서는 28.0일로써 그 차이는 1.8일이었다.

고온에서 습도의 효과가 나타나지 않은 것은 거의 최적온도에 가까운 조건에서의 부패속도가 너무 빠른 때문에 습도의 억제효과가 발현되지 않은 때문이라 사료되었다.

훈증처리효과를 실험한 결과를 Fig. 3에 나타내었다. Fig. 3에서 보는 바와같이 25°C에서는 훈증 처리구의 50%부패하는데 걸리는 일수가 5.9일로써 비처리구보다 1.5일 지연되는 효과를 보였으며, 0°C에서는 상대습도 90%와 70%에서 각각 비처리구보다 3.6일 및 5.6일 지연되는 것으로 나타나고 온과 저온에서 다 같이 억제효과를 발현하였다. 또한 0°C, 상대습도 90%와 25°C, 상대습도 90%에 있어서, 훈증처리에 의해 50%부패하는데 걸리는 일수가 각각 3.6일 및 1.5일 지연되어 온도가 낮아짐에 따라 처리효과가 상승적으로 나타났으며, 상대습도별로도 0°C, 상대습도 70%의 경우가 0°C, 상대습도 90%의 경우보다 부패가 2일 더 지연되어 역시 상승적인 효과를 발현하였다.

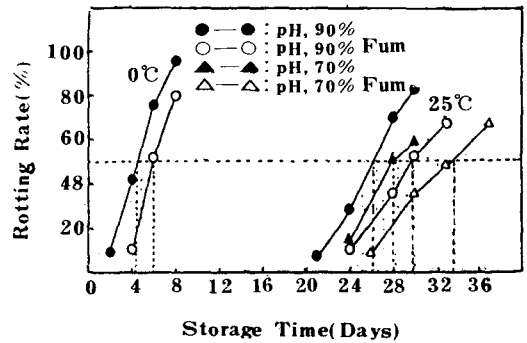


Fig. 3. Fumigation effects on rotting of onion leaf-fragments (Temperature: 25°C and 0°C, RH: 90% and 70%)

Tetrachloro isophthalonitrile은 원래 비닐하우스내의 재배중의 과실 및 채소류의 훈증제로 사용되는 것이나, 본 실험의 결과, 저장병인 회색곰팡이병에 대해서도 효과가 있는 것으로 나타나서 향후 더 집중적인 연구가 이루어져야 할 것으로 사료되었다.

위의 결과를 토대로 *Botrytis* 병에 대한 온도, 습도 및 훈증처리의 억제효과를 비교할 때, 온도에 있어서는 25°C와 0°C의 50%부패하는데 걸리는 일수의 차이가 21.8일, 습도는 효과가 발현된 0°C 배양에 있어서 상대습도 90%와 70%의 차이가 1.8일, 훈증처리의 경우에는 0°C, 상대습도 70%에서 처리구와 비처리구의 차이가 5.6일로써 온도의 억제효과가 가장 컸고, 훈증, 습도의 순서였다.

Eckert와 Sommer<sup>(14)</sup>는 저온을 유지하는 것이 저장병을 감소시키는데 가장 효과적이고 살균제 처리는 보조적인 역할밖에 하지 못한다고 했으며, Sommer<sup>(15)</sup>는 온도가 결정적인 역할을 한다고 하였고, 小曾戶<sup>(16)</sup>도 양파의 저장병해에 대하여 온도가 가장 큰 억제효과를 나타냄을 보고하고 있어 본 실험의 결과와 일치하였다.

습도의 경우에는 온도에 비해 억제효과가 상당히 낮아 회색곰팡이병의 억제를 위해 습도를 낮추는 것은 비효율적인 것으로 사료되었다. 그러나, 小曾戶<sup>(16)</sup>는 양파의 저장병해에 대하여 습도도 온도와 같이 중요한 억제요인이 될 수 있다고 하였으며 본 실험에서는 양파를 사용하는 대신 인편으로 실험한 것을 고려할 때, 습도의 효과는 향후 양파구에 대한 실험으로 재확인되어야 한다고 생각한다. 훈증처리효과는 온도에 비해서는 낮게 나타났으나, 습도의 경우보다는 높게 나타나 저온에서의 처리효과를 어느 정도 기대할 수 있으리라고 본다.

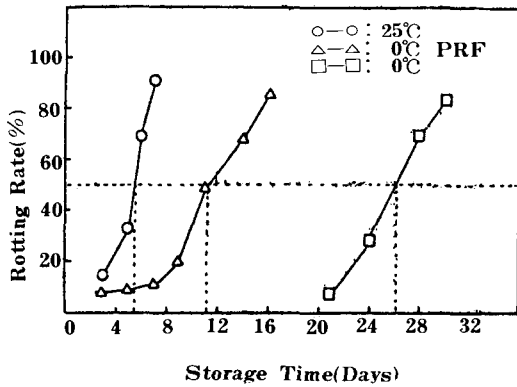


Fig. 4. Temperature effects on rotting of partially rotten onion leaf-fragments (RH: 90%)  
\* Partially rotten onion leaf-fragments

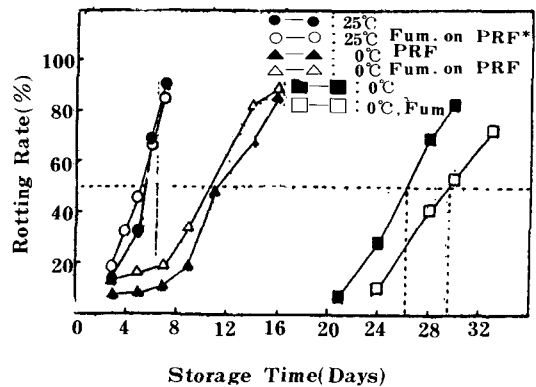


Fig. 6. Fumigation effects on rotting of partially rotten onion leaf-fragments (Temperature: 25°C and 0°C, RH: 90%)  
\*Partially Rotten Onion Leaf-Fragments.

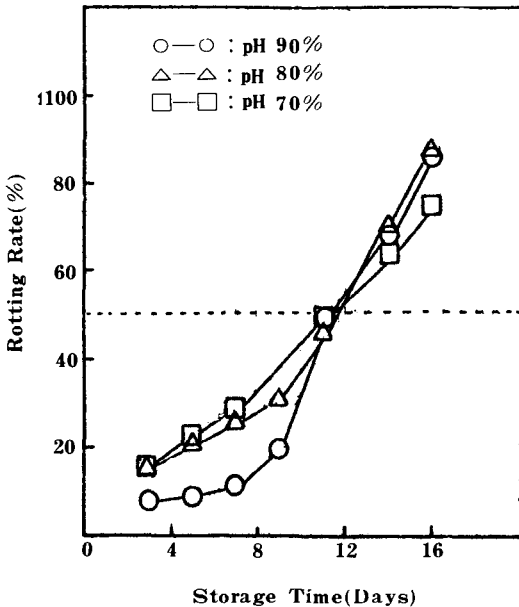


Fig. 5. Relative humidity effects on rotting of partially rotten onion leaf-fragments (Temperature: 0°C)

이병양파에 있어서 회색곰팡이병에 대한 온도, 습도 및 훈증처리의 억제효과

회색곰팡이병의 병징이 이미 어느 정도 나타나고 있는 양파에 대하여 억제효과가 어떤지 알아보기 위해 이병시료를 가지고 억제실험을 실시하였다.

먼저, 온도의 억제효과를 실험한 결과를 Fig. 4에 나타내었다. Fig. 4에 나타난 바와같이 0°C와 25°C에서 50%부패하는데 걸리는 일수가 각각 11.3일과 5.4일으로써 0°C에서 부패가 5.9일 지연되는

효과를 나타냈으며, 이것은 주로 lag-period의 연장에 의한 것이라 사료되었다. 그러나, 이병시키지 않은 접종시료를 0°C로 배양한 것과 비교할 때, 부패가 14.9일 빨라져 온도의 억제효과는 크게 둔화되었다.

또한, 이병시료에 대하여 습도의 억제효과를 본 결과, 0°C에서 상대습도 90%, 80% 및 70%로 배양하였을 때, 50%부패하는데 걸리는 일수는 각각 11.3일, 11.6일 및 11.3일으로써 거의 같은 부패양상을 보여 습도의 억제효과가 소실된 것으로 나타났다 (Fig. 5)

훈증처리의 경우도 습도와 같은 양상으로써 25°C에서는 처리구와 비처리구의 50%부패하는데 걸리는 일수가 각각 5.4일 및 5.2일로 거의 같았으며, 0°C에서는 각각 10.6일과 11.3일로 처리구가 오히려 더 빨리 부패하는 것으로 나타나 25°C와 0°C에서 다 같이 처리효과는 추살되었다 (Fig. 6). (6).

이상의 결과에서 이병시료에 대하여 온도, 습도 및 훈증처리의 억제효과가 둔화되거나 소실된 것은 각 요인이 회색곰팡이포자의 발아에 대해서는 억제가능하나, 일단 발아하여 증식이 개시되면 억제력이 약화되기 때문이라고 생각되며, 따라서 저장양파의 초기상태가 극히 중요하다고 사료되었다.

요 약

산지저장고로부터 채취한 부패양파의 부패원인균을 조사한 결과, 곰팡이로써는 *Botrytis*, *Penicill-*

*ium* 및 *Fusarium*이 주종이었으며, 세균으로서는 *Erwinia* 및 *Pseudomonas*가 주종이었고, 이중 *Pseudomonas*는 비병원성 부패균이었다.

분리균중 저장양파에 가장 큰 피해를 주는 *Botrytis*가 유발시키는 회색곰팡이병에 대해 온도, 습도 및 Tetrachloro isophthalonitrile 혼중처리의 억제효과를 실험한 결과, 온도의 효과가 가장 큰 것으로 나타났으며, 0℃에서 점중인편이 50% 부패하는데 걸리는 일수는 26.2일로써 25℃에서보다 부패를 21.8일 지연시켰다. 습도의 경우에는 0℃에서 상대습도 70%의 50%부패하는데 걸리는 일수는 28.0일로써 90%의 경우보다 부패를 1.8일 지연시켰다. 혼중처리의 효과는 0℃, 상대습도 70%에서 가장 컸으며, 90%의 경우보다 부패를 3.8일 더 지연시켰다.

이병인편에 있어서는 억제효과가 둔화되거나 소실되어 저장양파의 초기상태가 극히 중요함을 나타내었다.

## 문 헌

1. 川崎重治: 農業及園芸, **46**, 901 (1971)
2. 松尾綾男: 園芸新知識 (野菜号), **26(3)**, 39 (1981)
3. 정희돈: 한국원예학회지, **23(2)**, 17(1982)
4. Thompson, A.K.: *Tropical Products Institute Report G160, May (1982)*
5. 小曾戸和夫: 食品工業, **7F**, 27(1981)
6. 石坂信之: 植物防疫, **37(5)**, 20(1983)
7. Malloch, D.: *Moulds*, University of Toronto Press, London (1981)
8. Buchanan, R.E., and Gibbons, N.E.: *Bergeys' Manual of Determinative Bacteriology*, Williams & Wilkins Company, Baltimore, 8th ed (1974)
9. Bottcher, H.: *Archiv für Phytopathologie und Pflanzenschutz*, **9(6)**, 407(1973)
10. Musa, S.K., Habish, H.A., Abdalla, A.A., Adlan, A.B.: *Tropical Science*, **15(4)**, 319(1973)
11. Eckert, J.W., and Sommer, N.F.: *Annu. Rev. Phytopathol.*, **5**, 391(1967)
12. Sommer, N.F.: *Plant Disease*, **66(5)**, 357(1982)