

## 양파의 부패원인균 분포 및 훈증처리에 따른 억제효과

김현구 · 이형춘 · 박무현 · 신동화

농어촌개발공사 종합식품연구원

### Microflora of Decayed Onion Bulbs and their Suppression by Fumigation Treatment

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

Food Research Institute/AFDC, Suwon

#### Abstract

Putrefactive microorganisms from infected onion bulbs collected at several areas were isolated and identified. The infecting microorganisms were mostly the species of *Botrytis*, *Fusarium*, *Penicillium*, *Erwinia* and *Pseudomonas*, among which the last was not pathogenic to onion bulbs. Fumigation of onion bulbs with Tetrachloroisophthalonitrile cut down decay rate by half of the control and the onion bulbs stored at 80% RH showed slow decay rate than those stored at 90% RH. The decay of onion bulbs was mainly caused by molds and the portions of them were 78-85% of *Botrytis*, 11-17% of *Fusarium* and 3-5% of *Penicillium*.

#### 서 론

양파는 저장중에 부패에 의한 손실이 큰 것으로 보고되고 있으며<sup>(1)</sup> 저장의 효과가 큰 것으로 알려져 있는 저온저장의 경우에도 일본의 경우 부패는 평균 10~30% 정도 발생되며<sup>(2)</sup> 국내의 경우도 부패에 의한 손실이 22~35%에 달하는 실정이다.<sup>(3)</sup>

이와같이 문제가 되고있는 부패의 주원인균으로서는 곰팡이의 경우에는 *Botrytis*와 *Fusarium*이 제일 많이 보고되고 있으며<sup>(1,4-8)</sup> *Penicillium*,<sup>(4)</sup> *Sclerotium*<sup>(4)</sup> 및 *Aspergillus*<sup>(5)</sup> 등도 양파에 부패를 일으키는 것으로 보고되고 있다. 또한 세균의 경우에는 *Erwinia*와 *Pseudomonas*가 주요부패균으로 보고되어 있다.<sup>(6)</sup>

한편, Berg등<sup>(9)</sup>은 저장온도 및 상대습도에 따라서 시험한 결과 상대습도가 부패에 미치는 영향이 크다고 보고하였고 이와 비슷한 실험을 wright등<sup>(10)</sup>이 수행하였다. 그리고 윤등<sup>(11)</sup>은 저온창고를 이용하여 국내산 양파를 산지별로 익년 5월까지 저장성을 시험한 결과 60% 이상의 부패가 발생하고 있음을 보고하였고 박등<sup>(12)</sup>은 방사선 조사 양파를 익년 3월까지 실온 및 저온에서 저장한 결과 대조구의 실온에서는 100%의 부패가 발생하였으나 저온에서는 88%의 부패가 발생하였다고 보고하였다. 정<sup>(4)</sup>은 양파를 저온저장할때 부패를 감소시킬 목적으로 톱신 염, 캡탄 및 포르마린액을 살포하여 저장시험을 한 결과 약제처리구는 대조구에 비하여 유의적으로 부패를 감소시킬 수 있다고 보고하

였고 西村<sup>(13)</sup>은 양파 부패를 방지하기 위하여 솔빈산 등의 식품첨가물을 살포한 결과 회색부패병을 비롯하여 각종 부패병에 유효하였다고 보고하였다.

본 연구에서는 양파의 저장중 부패손실을 방지하기 위한 기초실험으로서 먼저 산지별 양파 부패균의 분포를 조사하였고 농약으로 사용되고 있는 Tetrachloroisophthalonitrile로 훈증처리 했을때 양파의 부패 방지효과를 시험하였다.

#### 재료 및 방법

##### 재료

미생물 분포의 조사에는 경남 창녕, 대구 및 전남 무안의 4개 산지저장고에서 수집한 심하게 부패한 양파를 사용하였으며 훈증처리 및 상대습도가 양파의 부패에 미치는 영향을 알아보기 위한 시험은 경남 창녕 지역에서 구입하여 사용하였다.

##### 저장조건

온도는 0°C로 유지하고 제습기를 설치한 5.46m<sup>2</sup>의 저온저장고내에 습도조절기로 RH 80% 및 90%로 조절한 시료 저장상자를 설치하여 시험에 이용하였다.

##### 전처리 방법

- 대조구: 양파시료에 처리를 하지않고 저장하였다.
- 훈증구: 양파시료를 저장하기 전에 밀폐실에 넣고

Tetrachloroisophthalonitrile(0.112g/m<sup>3</sup>)로 12시간 혼중처리한 시험구와 저장전에 혼중처리한 양파시료를 저장중 2개월 간격으로 계속 혼중처리한 시험구로 구분하였다.

#### 부패율 및 부패원인균별 조사

부패율은 초기 양파의 갯수에 대한 부패양파의 갯수를 백분율로 표시하였으며 부패된 양파는 회색부패병, 연부병 및 혼합병으로 분류하였고 회색부패병은 다시 *Botrytis* 속에 의한것, *Fusarium* 속에 의한것 및 *Penicillium* 속에 의한 것으로 분류하였다.

#### 양파 부패균의 분리동정

세균의 분리동정은 부패양파를 절개한 후 연부증상을 보이는 조직으로부터 nutrient agar medium을 사용하여 순수분리한 후 genus까지 동정하였으며 동정에는 Bergey's Manual of Determinative Bacteriology<sup>(14)</sup>를 참고하였다.

곰팡이의 분리동정은 부패양파의 표면에 형성된 집락중 현저하게 관찰되는 것을 백금구로 따서 potato dextrose agar medium을 사용하여 순수분리한 후, Czapek 배지 및 potato dextrose agar medium을 사용하여 슬라이드 배양법으로 증식시킨 것을 현미경으로 관찰하여 genus까지 동정하였다. 동정에는 Malloch의 동정검색표<sup>(15)</sup>를 이용하였다.

#### 병원성 시험

백금구를 사용하여 분리균을 양파편에 접종한 후 페트리접시에 넣어 5~7일 배양하여 부패여부를 확인하고 부패조직으로부터 균을 채취하여 곰팡이의 경우에는 직접 현미경 검경으로, 세균의 경우에는 그램염색 후 현미경 관찰로 접종균과의 동종여부를 확인하였다.

### 결과 및 고찰

#### 산지별 양파 부패균의 분포

산지별로 각 저장업체에서 수집한 양파부패 관여 미생물을 분리동정한 결과 곰팡이는 Table 1과 같이 총 50주를 분리하여 동정한 결과 *Botrytis* 20주, *Penicillium* 18주 및 *Fusarium* 12주로 나타나 이들이 주요 곰팡이로 나타났으며, 산지별로는 대체로 유사하나 장녕지역에서 *Fusarium*은 6주로 대구(A, B)지역에 비하여 많고 *Penicillium*은 대구(A, B)지역에 비하여 적게 나타났다.

*Fusarium*은 macroconidia와 microconidia의 존재로

Table 1. Distribution of mold species infected in onion bulbs produced in several areas

District	<i>Botrytis</i>	<i>Penicillium</i>	<i>Fusarium</i>
Daegu area (A)	7*	8	3
Daegu area (B)	7	6	3
Changnyong area	6	4	6
Muan area	—**	—	—

\* Number of isolates

\*\* Not determined

써 동정하였으며 병원성 실험결과 3균 모두 양성으로 나타났다. 정<sup>(4)</sup>은 저장중 양파로부터 *Botrytis*, *Fusarium*, *Penicillium* 및 *Sclerotium*을 확인하였다고 보고했는데 본 실험에서는 *Sclerotium*은 검출되지 않았다. 行取<sup>(7)</sup>에 의하면 일본 북해도 지방에서 발생하는 회색부패병에는 *Botrytis alli*등 5종 정도가 관여한다고 하였으나 본 실험에서 얻은 분리균은 거의 동일한 한가지 종류로 판단되었다.

*Penicillium*은 초기시료에서는 거의 나타나지 않았으며 본 실험의 시료는 저장말기의 심하게 부패된 것을 사용한 것을 감안할때 2차적인 병원균이 아닌가 생각되었다. 이것은 우리의 기후환경이 유사한 일본에서는 *Penicillium*이 주요병원균으로 보고되고 있지 않으며, <sup>(6-7)</sup> Bottcher<sup>(16)</sup>에 의하면 *Penicillium*이 양파의 2차 병원균으로서 나타난다고 한것으로도 뒷받침된다. 또한 영국<sup>(8)</sup>과 수단<sup>(17)</sup>에서는 *Aspergillus*가 양파의 검은곰팡이 병을 일으켰으며 특히 수단에서는 부패양파의 대부분이 *Aspergillus*가 원인인 것으로 보고되어 있으나 본 실험에서는 검출되지 않았다.

세균은 Table 2와 같이 총 71주를 분리하여 동정한 결과 *Erwinia* 36주 및 *Pseudomonas* 31주로 나타나 이들이 주요한 균으로 나타났으며, 산지별로는 대체로 유사하나 무안지역에서 *Pseudomonas*는 4주로 대구(A,

Table 2. Distribution of bacterial species infected in onion bulbs produced in several areas

District	<i>Erwinia</i>	<i>Pseudomonas</i> *	Others*
Daegu area (A)	10**	8	2
Daegu area (B)	9	9	—
Changnyong area	8	10	—
Muan area	9	4	2

\* non-pathogenic

\*\* Number of isolates

B)와 창녕지역에 비하여 적게 나타났다. 병원성 실험 결과 *Erwinia*는 양성, *Pseudomonas*는 음성으로 나타났다. 小倉戸<sup>(6)</sup>에 의하면 연부병 원인균으로서 *Erwinia*와 *Pseudomonas* 두가지를 보고하고 있으나 본 실험에서 검출된 *Pseudomonas*는 병원성을 가지지 않기 때문에 국내의 연부병 원인균은 대부분 *Erwinia*가 아닌가 생각되었으며 본 실험의 *Pseudomonas*는 *Erwinia*에 이병된 조직에서 2차로 부패를 일으키는 비병원성 부패균으로 판단되었다.

**부패율의 변화**

양파 저장중 부패율의 변화는 Fig. 1 및 2와 같다.

즉, 저장 8개월 동안 RH 80% 및 RH 90%에서 각각 발생하는 부패율을 경시적으로 보면 저장 2개월까지 부패율의 완만한 증가를 보이다가 저장 2개월을 기점으로하여 저장 8개월까지 지속적인 부패율의 증가추세를 나타냈다. 이는 일단 부패가 시작되면 양파의 부패율이 급격하게 증가함을 알 수 있었다. 그리고 각 RH 및 훈증처리 유무에 따른 부패율을 경시적으로 보면 대조구의 RH 80%에서는 저장 8개월후 76.0%인데 반하여 RH 90%에서는 82.2%로 상대습도가 높을수록 부패율이 높았으며 저장전 1회 훈증처리구에서는 RH 80% 및 90%에서 각각 40.0%와 47.5% 그리고 2개월에 1회 훈증처리구에서는 30.2%와 37.0%로 상대습도에 따라서는 대조구와 비슷한 경향을 나타냈으나 훈증

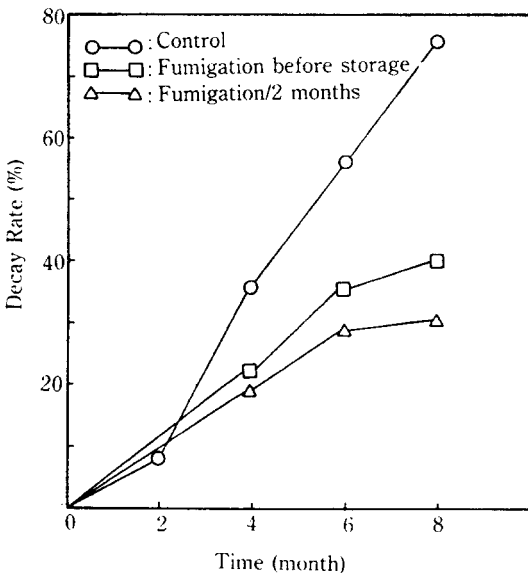


Fig. 1. Decay rate of onion bulbs during storage at 80% RH

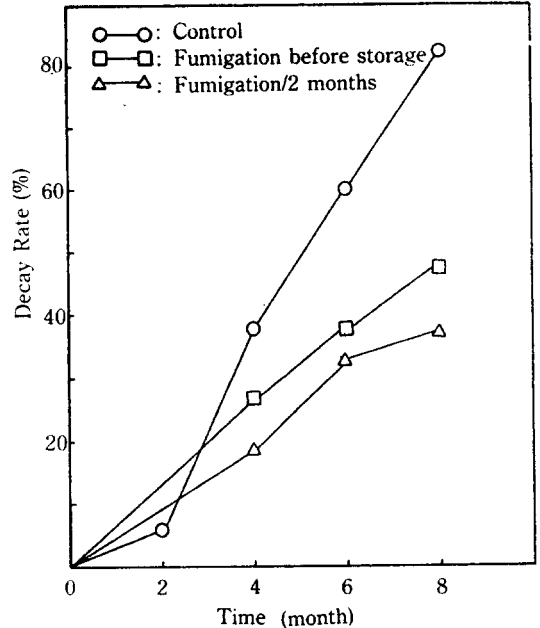


Fig. 2. Decay rate of onion bulbs during storage at 90% RH

처리구는 대조구에 비하여 부패율을 약 1/2로 줄일 수 있었다.

이와같은 결과는 대조구에 있어서 저장 6개월후 88.0%의 부패가 있었다고 보고한 박등<sup>(12)</sup>의 보고보다는 부패율이 적었으나, 저장 8개월 후 44.6%의 부패율이 있었다고 보고한 송등<sup>(18)</sup>의 보고와 38.2%의 부패율이 있었다고 보고한 정등<sup>(4)</sup>의 보고보다는 상당히 높은 부패율을 나타냈다. 이와같이 다른 연구자와 부패율의 차이가 크게 보고되는 것은 양파의 초기상태에 크게 좌우되는 것으로 판단되었다. 특히 양파의 경우 수확 후 조건 보다는 재배포장에서 병원의 이병상태,<sup>(2)</sup> 수확 시기,<sup>(19)</sup> 수확후 건조,<sup>(10,20)</sup> 질소질 비료의 시비<sup>(11)</sup> 및 건물중의 당함량<sup>(20)</sup> 등의 수확전 조건이 양파의 저장성에 크게 좌우한다는 보고등과 맥을 같이하고 있다.

**병종별 부패율의 변화**

양파를 저장하는 경우 곰팡이 및 세균에 의해서 부패가 일어나는데 이를 원인으로 보면 곰팡이에 의한 회색부패병, 세균에 의한 연부병 및 2종류 이상의 병원균에 의한 혼합병으로 구분할 수 있는데 각 저장조건별로 발생하는 병종별 부패율의 변화는 Table 3과 같다.

즉, 저장 8개월 동안 각 저장조건별로 발생하는 병종별 부패율을 경시적으로 보면 저장 2개월까지는 대

Table 3. Distribution of infecting microorganisms in onion bulbs during storage

Storage Time (month)	Treatments	2			4			6			8		
		GR	SR	MR	GR	SR	MR	GR	SR	MR	GR	SR	MR
Control	RH 80%	7.5*	0.0	0.0	30.0	5.4	0.0	45.5	0.0	10.8	52.2	0.0	23.8
	RH 90%	5.4	0.0	0.0	33.3	4.6	0.0	50.6	0.0	9.5	58.7	0.0	23.5
Fumigation before storage	RH 80%	0.0	0.0	0.0	16.2	6.1	0.0	23.5	0.0	12.0	25.0	0.0	15.0
	RH 90%	0.0	0.0	0.0	21.1	5.7	0.0	27.0	0.0	10.8	30.7	0.0	16.8
Fumigation/ 2 month	RH 80%	0.0	0.0	0.0	5.7	12.4	0.0	8.1	0.0	20.4	8.1	0.0	22.1
	RH 90%	0.0	0.0	0.0	7.6	10.9	0.0	13.8	0.0	18.7	15.3	0.0	21.7

Abbreviations are: GR, gray-rots; SR, soft-rots; MR, mixed-rots

\* Decay rate (%)

조구에서 5~7%의 회색부패병이 발생하는데 반하여 저장전 1회 훈증처리구와 2개월에 1회 훈증처리구에서는 전혀 부패가 발생하지 않았다. 그리고 저장 4개월째부터 각 저장처리구에서 세균에 의한 연부병이 5~12%의 부패정도를 보였다. 회색부패병은 대조구에서 30~33%로서 급격히 증가하는 경향을 나타냈으나 2개월에 1회 훈증처리구에서는 5~7% 및 저장전 1회 훈증처리구에서는 16~21%의 부패를 나타냈다. 저장 6개월 부터는 회색부패병의 경우 각 저장조건에서 저장 4개월보다 전반적으로 증가추세를 나타냈으며 저장 4개월째 연부병으로 나타났던 것이 회색부패병과 함께 혼합병으로 발병하여 각 저장조건에서 10~20%의 부패정도를 나타냈다. 저장 8개월째는 저장 6개월째 보다 더욱 더 부패가 진행되어 회색부패병은 대조구에서 52~58%인데 반하여 2개월에 1회 훈증처리구는 8~15% 및 저장전 1회 훈증처리구는 25~31%로서 대조구보다 부패율을 상당히 줄일 수 있었다. 이와같은 결과는 양파 저장중 주로 곰팡이에 의한 회색부패병으로 부패되며 세균과 곰팡이가 혼합적으로 발병한 혼합

병에 의해서 부패되고 있음을 알 수 있었다.

#### 부패 유발 곰팡이의 분포

양파 저장중 저장조건별 회색부패병 유발 곰팡이의 분포는 Table 4와 같다.

즉, 모든 저장조건에서 *Botrytis*속에 의한 부패는 78~85% 정도로서 가장 많았고 *Penicillium*속에 의한 부패는 3~5% 정도로서 가장 적었으며 *Fusarium*속에 의한 부패는 11~17% 정도로 중간 정도였으며 RH에 따라서는 큰 차이가 없었다.

이와같은 결과는 정<sup>(4)</sup>이 보고한 바와 대체로 비슷하였으나 본 실험결과는 정<sup>(4)</sup>의 보고보다는 *Botrytis*속에 의한 부패는 많았으며 *Fusarium*속에 의한 부패는 적게 나타났고 *Penicillium*속에 의한 부패는 비슷한 정도로 나타냈다. 따라서 양파 저장중 부패는 주로 *Botrytis*속에 의해서 일어난다고 할 수 있다.

#### 요 약

Table 4. Distribution of mold species infected in onion bulbs after 8 month storage

Treatments	Kind of pathogen					
	Botrytis		Fusarium		Penicillium	
	RH 80%	RH 90%	RH 80%	RH 90%	RH 80%	RH 90%
Control	84.5*	80.7	11.8	16.1	3.7	3.2
Fumigation before storage	78.5	81.7	17.3	13.2	4.2	5.1
Fumigation/ 2 month	79.3	82.4	16.8	12.9	3.9	4.7

\*Percentage of total isolates involved

산지별 부패양파에서 부패균을 분리 동정한 결과 곰팡이는 *Botrytis*, *Fusarium* 및 *Penicillium*이 주종이었고, 세균은 *Erwinia* 및 *Pseudomonas*가 주종이었고 이 중 *Pseudomonas*는 비병원성 부패균이었다. 한편, 양파의 저장성을 높이기 위한 방법으로 Tetrachloroisophthalonitrile로 훈증처리한 양파는 비훈증처리구보다 부패율을 약 1/2로 줄일 수 있었으며 RH별 저장 시험에서 RH 80%로 저장한 양파는 RH 90%로 저장한 양파보다 부패율이 낮았다. 저장중 부패는 주로 곰팡이에 의해서 일어났으며 부패원인균별 비율은 *Botrytis*가 78~85%, *Fusarium*이 11~17% 및 *Penicillium*이 3~5% 이었다.

### 문헌

1. 山崎重治 農業及園藝, 46, 901 (1971)
2. 松尾俊男 園藝新知識, 26, 39 (1981)
3. 김현구, 이형춘, 박무현, 신동화: 비축농수산물 저장 시험사업보고, 농어촌개발공사 식품연구소, 9, 24 (1984)
4. 정희돈: 한국원예학회지, 23, 17 (1982)
5. Thompson, A.K.: Tropical Products Institute Report G 160, May (1982)
6. 小曾戸和夫: 食品工業, 24, 27 (1981)
7. 石坂信之: 植物防疫, 37, 20 (1983)
8. Hancock J.G. and Lorbeer, J.W.: *Phytopathology*, 53, 669 (1963)
9. Berg, L.V. and Lentz, C.P.: *J. Food Sci.*, 38, 81 (1973)
10. Wright, R.C., Lauritzen, J.I. and Whiteman, T.M.: *Proc. Am. Soc. Hort. Sci.*, 29, 463 (1933)
11. 윤인화, 송정춘: 농기연기술보고서, 농촌진흥청, p. 462 (1977)
12. 박노풍, 최인호, 변광의: 한국식품과학회지, 484 (1972)
13. 西村十郎: 農業及園藝, 49, 73 (1974)
14. Buchanan, R.E. and Gibbons, N.E.: *Bergeys' Manual of Determinative Bacteriology*, Williams & Wilkins Co., Baltimore, 8th ed. (1974)
15. Malloch, D.: *Moulds*, University of Toronto Press, London (1981)
16. Bottcher, H.: *Archiv für Phytopathologie und Pflanzenschutz*, 9, 407 (1973)
17. Musa, S.K., Habish, H.A., Abdalla, A.A., Adlan, A.B.: *Trop. Sci.*, 15, 319 (1973)
18. 송정춘, 정창문: 농기연기술보고서, 농촌진흥청, p. 869 (1982)
19. 東海林繁治: 農業及園藝, 15, 1056 (1940)
20. 山崎重治: 農業及園藝, 46, 775 (1971)

(1985년 8월 12일 접수)