

마늘 저장병 방제를 위한 경종적, 화학적 접근

김용기* · 이상범 · 이상엽 · 심홍식 · 최인후¹

농업과학기술원 작물보호부 식물병리과, ¹호남농업시험장 목포지장

요약 : 마늘저장 중 피해실태를 조사하고 경종적 환경적 여러 요인이 마늘 저장 중 부패에 미치는 영향을 구명하여 마늘저장 중 부패를 줄일수 있는 기술을 개발하기 위하여 수행하였다. 마늘저장 중 피해가 큰 병은 푸른곰팡이병, 마른썩음병 그리고 자주점무늬병(잎마름병)이었다. 마늘 저장 중 부패는 경종적 요인으로 재배유형(논, 밭), 연작년수, 수확시기와, 환경요인으로 저장고의 통풍정도, 저장온도 및 습도가 큰 영향을 주는 것으로 나타났다. 마늘은 조기수확할 경우 부패가 심하였고 논재배 마늘보다는 밭재배마늘이 부패가 잘되었다. 그러나 연작년수와 부패율은 무관하였다. 마늘부패에 대한 환경요인의 영향을 조사한 결과, 습도가 증가함에 따라 푸른곰팡이병은 증가하는 것으로 나타났고, 마른썩음병과 잎마름병은 영향을 받지 않았다. 푸른곰팡이병균, 마른썩음병균 및 자주점무늬병균은 10℃에서 잘 자랐으며, 특히 장기간(2개월) 배양할 경우 푸른곰팡이병균 자주점무늬병균은 -1℃에서 자랐다. 농작업 중 생긴 상처는 마늘부패에 크게 영향을 주는 것으로 나타났다. 병원균을 접종하지 않고 상처를 낼 경우 마늘표면에 상처를 내지 않고 병원균을 접종할 경우보다 부패정도가 더 심하였다. 마늘 저장 부패를 경감하기 위하여, 감자한천배지상에서 세가지 병원균에 대하여 항균성이 높은 7종의 농약을 선별하였다. 이들 농약을 수확전 30일에 살포하고 저장할 경우 tebuconazole과 benomyl/thiram이 부패를 현저히 경감시켰으며, 마늘을 수확한 후 농약현탁액에 침지하여 처리하였을 때 prochloraz, benomyl/thiram, tebuconazole 등이 효과가 우수한 것으로 나타났다. 마늘종구 소독용으로 사용되고 있는 benomyl/thiram을 농가에서 종구용 마늘을 대상으로 분무처리한 경우 방제효과가 매우 우수하였다.(2003년 1월 10일 접수, 2003년 6월 20일 수리)

keywords : garlics, post-harvest diseases, storage condition, cultural and chemical control.

서론

마늘은 수확 전후 처리 기술개발이 미흡하여 저장 중 부패되고 품질이 저하되므로 이에 대한 대책 마련이 시급한 실정이다. 과일이나 신선채소는 농가에서 소비자에 이르는 과정에서 총생산량의 12% 정도가 손실되며 총 손실 중 23%가 수확후 저장기간에 피해를 받는다(Harvey, 1978). 마늘 저장중 부패의 원인이 되는 병원균에 대해서는 그 피해 실태와 분류동정연구는 일부 수행되었으나(조원대 등, 1995) 저장병의 발생생태 및 병 발생을 줄일 수 있는 피해경감기술 개발은 미진한 실정이다.

마늘 저장 중 피해를 주는 병원균으로는 *Penicillium hirsutum*, *Fusarium oxysporum*, *Stemphyllium botryosum*

등이 관여하는 것으로 알려져 있으나 병원균별, 저장 환경별, 재배조건별 피해정도에 대해서는 구체적으로 연구 검토된 바가 거의 없다. 현재 국내외적으로 저장병 피해를 줄이기 위한 연구는 경종적 측면에서 기상환경을 고려한 수확 및 수확기 조절(정희돈, 1982), 시비(山崎重治, 1971b), 농작업시 상처발생 배제(Bonte-Friedheim, 1989; Hong 등, 1998; Hung, 1993; Waller, 2002; 김 등, 2000), 저장 중 부패에 관여하는 온도, 습도, CO₂ 등 환경요인 조절(Harvesy, 1978; Spotts, 1991 and 2002; Waller, 2002; 김 등, 2000), 열처리(Harvesy, 1978; Ferguson 등, 2000; Karabulut 등, 2002; Ranganna 등, 1998), 저장시설 개발(Anonymous, 1978) 등에 역점을 두고 추진되고 있으며, 일부 국가에서는 주로 열대 및 아열대 과일 및 채소를 중심으로 농약사용에 의한 화학적 방제도 추진되고 있다(Eckert 등, 1985). 농약사용에 의한 저장병 방제는 수

*연락처

확후 농산물에 대한 약제를 처리하기 보다는 수확전에 약제를 살포하여 병원균의 밀도를 줄임으로써 수확후 저장 중 부패를 줄이는 방법이 주로 이용되고 있다(김 등, 1998; Spotts 등, 2002). 그러나 국내의 경우 농약을 전혀 사용할 수 없기 때문에 저장 중 부패를 줄일 수 있는 경감기술의 개발이 절실한 실정이다. 한편, 저장 중의 과일 및 채소는 저장시설내의 환경을 조절할 수 있다는 장점이 있어 유용미생물에 의한 생물학적 방제 연구도 미국, EU연합, 호주 및 이스라엘 등 선진국을 중심으로 활발히 추진되고 있다(Pusey 등 1994). 본 연구에서는 마늘저장 중 부패발생실태를 조사하고, 저장 중 병원균의 동태를 파악하여 재배적 측면에서 발병에 관여하는 요인을 검토하였다. 마늘 구에 병원균이 오염되지 않게 하거나 밀도를 줄일 수 있는 방안과 저장 중 부패에 관여하는 환경의 영향을 검토하였다. 또한 종구용 마늘의 저장 중 부패를 줄이기 위해서 생육기와 수확직후에 마늘에 사용이 가능한 약제를 처리하여 효과를 검토함으로써 그 피해를 줄일 수 있는 기술을 개발하고자 하였다.

재료 및 방법

마늘저장 병의 발생실태 조사

마늘 저장 중 부패실태를 알아보기 위하여 마늘 주산단지를 중심으로 농가에 보관 중인 씨마늘을 채집하여 부패율을 조사하였다. 마늘의 부패에 관여하는 병원균의 종류 및 분리비율을 알아보기 위하여 저온저장중인 마늘과 농가에서 간이저장중인 마늘을 채집하여 병원균을 분리동정하였고, 마늘인편에 상처접종하여 병원성을 비교 조사하였다.

마늘 재배조건별로 저장 중 부패정도를 알아보기 위하여 전남 무안지역의 마늘재배지에서 논 6개 포장과 밭 7개 포장으로부터 마늘을 100 구씩 채집하여 비가림이 좋은 창고내에서 5개월간 저장한 다음 부패율을 조사하였다. 마늘의 연작정도가 부패에 미치는 영향을 알아보기 위하여, 충북 단양지역에서 4년, 7년, 10년 및 20년된 마늘포장을 선정하여 수확기에 근권토양을 채취하여 토양 중에 존재하는 저장병 관여 진균인 *Penicillium* spp.와 *Fusarium* spp.의 밀도를 Martin's 배지(KH₂PO₄ 1 g, MgSO₄ · 7H₂O 0.5 g, peptone 5 g, dextrose 10 g, rose bengal 0.033 g,

streptomycin 0.03 g, agar 20 g)와 Nash와 Snyder가 개발한 PCNB배지(peptone 15 g, KH₂PO₄ 1 g, MgSO₄ · 7H₂O 0.5 g, streptomycin 0.3 g, pentachloronitrobenzene 75% wettable powder 1 g, agar 20 g)을 이용하여 각각 조사하였고, 수확한 마늘을 재배농가에서 5개월간 저장한 다음 부패율을 조사하였다.

마늘의 수확시기가 저장 중 부패에 미치는 영향을 조사하기 위하여 1998년부터 1999년까지 2년에 걸쳐 전남 무안지역에서 난지형 마늘(남도마늘)을 대상으로 수확직기 10일 전, 수확직기 그리고 수확직기 10일 후에 마늘을 채취하여 5개월간 저장한 다음 부패율을 조사하였다.

저장병 발생실태 조사

저장병균의 발생실태를 파악하기 위하여 저장환경별 부패정도를 비교조사하였다. 온도가 저장 중 부패에 미치는 영향을 구명하기 위하여 저장병 관여 주요 병원균인 *P. hirsutum*, *F. oxysporum* 및 *Stemphyllium botryosum*을 공시하여 -2℃, 0℃, 5℃, 10℃, 20℃, 25℃ 및 30℃에서 7일간 배양한 다음 균사생장 정도를 측정하였다. 또한 -1℃에서의 균사생장정도를 2개월간 배양하면서 조사하였다. 습도가 저장 중 부패에 미치는 영향을 알아보기 위하여 밀폐된 용기내에서 황산으로 상대습도를 50, 60, 70, 80, 90 및 100%로 조절하였다. 병 발생을 유도하기 위하여 마늘에 상처를 낸 다음 *P. hirsutum*, *F.* 및 *S. botryosum*의 포자현탁액 농도를 10⁶/ml로 조절하여 인편당 20μl씩 상처부위에 접종하였다. 각 처리당 마늘인편을 3개씩 공시하였다. 저장 중 시설내 통기성이 마늘부패에 미치는 영향을 구명하기 위하여 동일한 농가에서 채집한 마늘 100구씩을 공시하여 비닐하우스, 일반저장창고 및 통기성이 우수하고 비가림이 좋은 저장시설에 5개월간 저장하면서 부패정도를 비교하였다. 또한 수확전후 농작업시 발생하는 상처가 마늘저장 중 부패에 미치는 영향을 조사하기 위하여, 무상처 마늘을 대조로 하여 마늘에 상처를 낸 다음 병원균을 접종하여 습실조건에서 10일간 배양한 다음 부패정도를 비교조사하였다.

저장병 화학적 방제

마늘 저장병 방제용 약제를 선별하기 위하여 터부코나졸수화제 등 25종의 약제를 공시하여 *P. hirsutum*,

Table 1. Decay of seed garlics sampled in farmhouse of main garlic cultivation area

Decay ^{a)} (%)	Number of farmhouse (Isolation frequency)									
	1998				2000					
	Seosan	Danyang	Euisung	Yechun	Danyang	Euisung	Cheju	Muan	Namhae	Kohung
< 5%	0	0	1(33)	0	2(67)	3(67)	0	2(22)	2(40)	0
5~10%	0	1(7)	1(33)	0	0	0	1(20)	4(44)	2(40)	0
11~20%	0	3(21)	0	0	1(33)	1(33)	3(60)	2(22)	0	0
21~30%	0	2(15)	0	0	0	0	1(20)	0	0	2(67)
31~50%	2(22)	7(50)	1(33)	1(100)	0	0	0	1(12)	1(20)	0
> 50%	7(78)	1(7)	0	0	0	0	0	0	0	1(33)

^{a)} investigation time : in the early of October.

F. oxysporum 및 *S. botryosum*에 대한 균사생육억제효과를 조사하여 3종 병원균의 균사생장을 현저히 억제하는 약제 7종을 선발하였으며, 이들 선발 약제를 마늘 수확전 30일에 경엽살포하고 마늘을 수확하여 5개월간 저장하면서 부패율을 조사하였다.

또한 마늘수확 직후 약제처리가 저장 중 부패를 억제하는 지를 조사하기 위하여 프로크로라츠유제 1000배액, 베노람수화제 500배액, 터부코나졸수화제 2000배액, 이프로·프로피수화제 500배액의 현탁액에 마늘을 처리별로 100구씩 4시간 침지소독한 다음 4개월간 저장하면서 부패억제효과를 평가하였다. 약제현탁액 침지처리에 의한 종구표면에 오염된 병원균의 세척효과를 조사하기 위하여 대조구로 물에 4시간 침지처리하였다.

생육기 및 수확직후 처리에서 높은 부패억제효과를 보인 약제 중 마늘종구소독용으로 사용되는 베노람수화제를 마늘재배농가에서 수확 직후에 분무처리한 다음 5개월간 저장하고 마늘 파종시기에 부패정도를 조사하였다.

결과 및 고찰

마늘 저장병의 발생실태 조사

농가에서 간이저장한 씨마늘의 부패정도를 1998년과 2000년에 두차례에 걸쳐 파종시기인 10월초에 조사한 결과, 지역간에 큰 차이를 보였고 2000년에 비해 수확기 전후에 강우량이 많았던 1998년에 부패정도가 심하게 나타나 연도간에도 기상의 차이에 의해 큰 차이를 보였다(표 1). 마늘부패를 일으키는 병원균의 분리빈도와 병원성을 저온저장 중인 마늘과 농가

에서 씨마늘로 저장 중인 마늘로 구분하여 조사한 결과, 두가지 저장조건에서 모두 푸른곰팡이병균(*Penicillium* spp.)과 마른썩음병균(*Fusarium* spp)의 분리빈도가 높게 나타났고, 상온저장을 할 경우 두가지 병원균이외에 검은곰팡이병균(*Aspergillus niger*)의 분리빈도도 높게 나타났다(표 2). 난지형 마늘의 부패정도를 재배토양 종류별로 구분하여 조사한 결과, 밭토양에서 재배한 마늘이 14.8% 부패한 데 비하여 논 토양에서 재배한 마늘이 1.1% 부패하는 것으로 나타나 논토양재배시 훨씬 적게 부패하는 것으로 나타났다. 이는 담수 조건에서 재배하는 논 토양 중의 부패에 관여하는 미생물이나 토양미소곤충의 밀도가 밭 토양에 비해서 낮기 때문으로 생각된다. 이를 확인하기 위하여 포장조건에서 마늘 재배 토양의 저장중 부패를 일으키는 *Penicillium*, *Fusarium* 및 *Aspergillus niger*의 밀도를 논, 간척지 및 밭토양으로 구분하여 조사하였는데, *Fusarium*의 밀도는 재배지토양간에 차이를 보이지 않았으나, 마늘저장 중 가장 큰 피해를 주는 *Penicillium*은 논 토양에 비해 밭 토양에서 훨씬 높았으며, *Aspergillus niger*의 밀도 역시 논 토양에 비해 밭 토양에서 현저히 높았다(표 3). 따라서 재배지 토양간 부패정도 차이가 큰 이유는 논 재배시 담수에 따른 토양 중 병원균 밀도 저하가 주원인으로 생각되었다. 마늘의 연작이 저장 중 부패에 미치는 영향을 조사하기 위하여 마늘을 연작년수별로 구분하여 토양 중 저장병 관여 미생물의 밀도를 조사하여 재배농가에서 저장하면서 부패정도를 조사한 결과, 토양중에서 식하면서 마늘저장병을 일으키는 *Penicillium*과 *Fusarium*의 밀도는 연작년수와 정의상관을 나타내 연작을 할 경우 토양 중 이들 저장병균의 밀도가 증가

Table 2. Isolation frequency of pathogenic fungi causing storage decay stored at different condition and its pathogenicity

Pathogen	Isolation frequency		Pathogenicity ^{b)}
	Cold storage	Farmhouse	
<i>Penicillium</i> spp.	32.9	29.6	+ / +++
<i>Fusarium</i> spp.	27.4	22.5	+ / +++
<i>Stemphyllium</i> sp.	4.1	11.0	++
<i>Aspergillus niger</i>	2.7	16.0	++
<i>Botrytis</i> spp.	8.2	3.3	++
<i>Rhizopus</i> sp.	0	2.7	++
Unidentified ^{a)}	23.3	1.2	+ / +++

^{a)}contained psychrophilic *Pseudomonas* spp. and some pathogenic fungi.

^{b)}+, ++, and +++ means a little, moderate, and strong pathogenic to garlics.

Table 3. Comparison of population density of three pathogenic fungi caused garlic postharvest decay on soils collected from three major garlic cultivation area in Chonnam province in 1999

Soil ^{a)}	Number of postharvest pathogens in soil ($\times 10^4$) ^{b)}			
	<i>Fusarium</i>	<i>Penicillium</i>	<i>Aspergillus</i>	Total
Upland	26.2 \pm 12.5	5.5 \pm 4.1	2.0 \pm 3.2	92.5 \pm 34.6
Paddy soil	27.9 \pm 11.0	2.5 \pm 2.6	0.1 \pm 0.2	179.5 \pm 212.0

^{a)}No. of cultivation soil samples : 13 (upland soil 7, paddy field 6).

^{b)}Mean \pm SE.

하는 것으로 나타났다. 그러나 연작년수와 부패율간에는 유의성이 없는 것으로 나타났는데(그림 1), 이는 농가마다 경종적 개요나 수확하는 방법이 다르고 수확 후 저장하는 방법이나 저장조건이 달라 비록 수확한 마늘에 병원균의 밀도가 높았다 하더라도 수확 후 저장조건이 양호할 경우 부패가 적고, 수확시 병원균의 밀도가 낮더라도 수확후 저장 조건이 불량하면 병

원균의 밀도가 급격히 증가하여 병의 발생이 조장되므로 연작년수와 부패율과의 상관관계가 낮게 나타난 것으로 추정된다. 山崎(1971a)에 따르면 양파저장병의 경우 연작년수와 부패율은 정의상관관계가 있으며, 더욱 중요한 것은 연작년수보다는 수확전 1개월간의 강우량이 양파부패에 결정적인 영향을 준다고 한다. 따라서 양파의 저장성 향상을 위하여는 연작을 지양하고 특히 맑은 날 수확하는 것이 저장병 발생을 줄일 수 있다고 생각된다.

마늘저장병의 발생생태 조사

마늘 저장 중 부패정도를 저장시설 유형별로 동일한 농가에서 채취한 마늘을 공시하여 부패율을 조사한 결과 마늘종구 농가간이 저장방법인 비가림이 양호하고 통풍이 잘 되는 고도비가림조건은 8%, 비가림이 잘 되고 통풍이 다소 불량한 비가림 시설 및 비가림이 잘 되고 통풍이 불량한 조건에서 각각 23.9%와 27.3%로 부패율에서 현저한 차이를 보였다. 특히 마늘을 통풍이 잘 되도록 높게 매달고 비가림을 잘 할

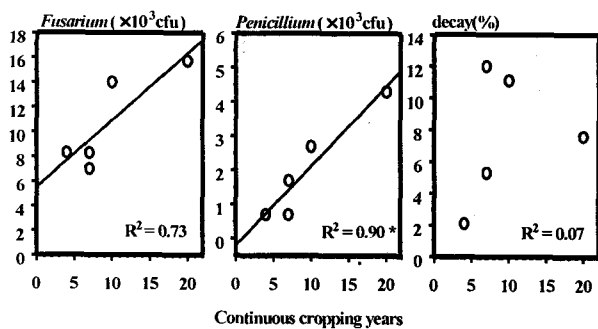


Fig. 1. Correlation among density of *Fusarium* spp., *Penicillium* spp. and percent of garlic decay, and continuous cropping years.

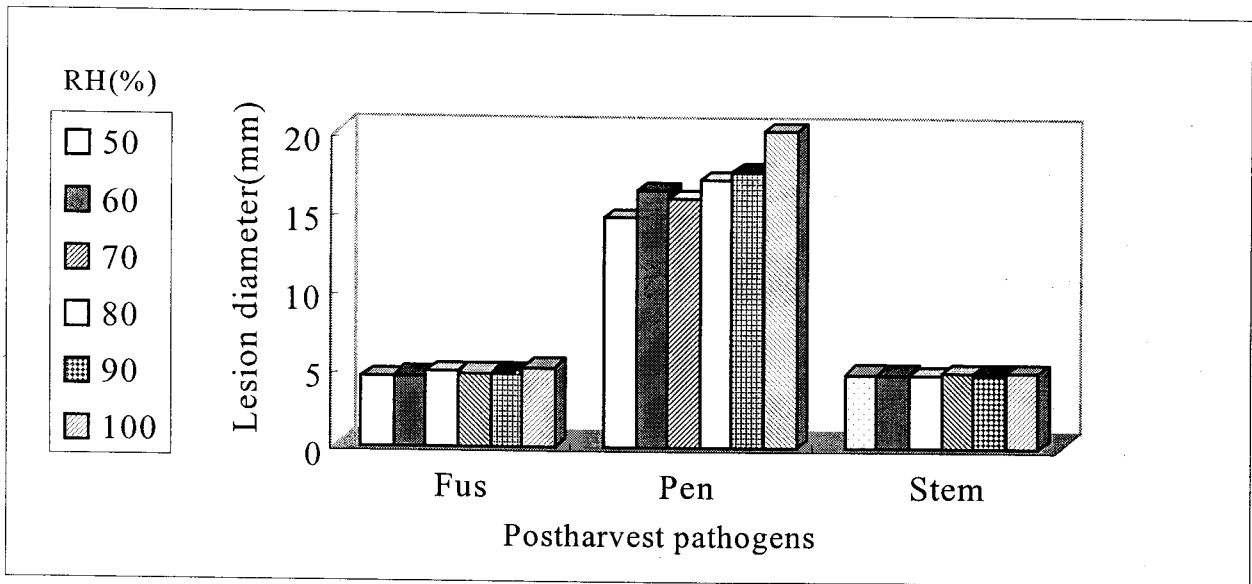


Fig. 2. Influence of relative humidity (RH) on the development of garlic decay. Lesion diameters were measured after 7 days inoculation at 25°C incubator.

경우 부패율이 매우 낮았다. 따라서 마늘 저장 부패를 줄이기 위해서는 비가림을 잘하고 통풍이 원활하도록 하는 것이 매우 중요한 것으로 나타났다. 습도가 저장 중 부패에 미치는 영향을 알아보기 위하여 습도를 50, 60, 70, 80, 90, 100%로 조절한 다음 저장병균을 접종하여 병진전정도를 조사한 결과 *Fusarium* 과 *Stemphyllium*은 습도의 변화에 따라 큰 차이를 보이지 않았으나 *Penicillium*에 감염되었을 경우 습도가 증가하면 발병이 증가되었다(그림 2). 배 흑성병균에

의한 저장 중 부패는 병원균 감염시기의 온도와 결로 시간이 매우 중요하며(Spotts 등, 1991), 사과 겹무늬썩음병균, 포도 잿빛곰팡이병균 및 복숭아 *Rhizopus* 부패병균에 의한 저장 중 부패도 병원균 발아시 온도와 습도가 결정적인 역할을 하는 것으로 보고된 바 있다(Nelson, 1951; Pierson, 1965; Sutton과 Arauz, 1991). 6개 농가에서 구입한 마늘을 저온과 상온조건에서 저장하면서 부패율을 조사한 결과, 상온에 비해 저온에 저장할 경우 부패율이 현저히 낮았다(표 4). 저온저장

Table 4. Influence of storage temperature on the decay of garlics sampled from 6 farmhouse in Danyang prefecture, Chungbuk province in 2000

Farmhouse	Storage condition ^{a)}	% Decay	No. of cloves	No. of pathogens isolated				
				Fus	Pen	Asp	Stem	Others ^{b)}
A	LT	0.3	33	0	0	0	1	0
	OT	22.6	31	3	0	0	1	3
B	LT	7.3	41	0	0	0	1	2
	OT	24.3	38	0	0	0	4	5
C	LT	21.1	38	1	2	2	0	3
	OT	23.1	39	2	0	0	1	6
D	LT	9.8	41	2	1	0	1	0
	OT	20.5	39	3	0	1	0	4
E	LT	17.9	39	2	0	0	1	4
	OT	20.0	25	2	1	0	0	2
F	LT	9.6	52	1	3	0	0	1
	OT	12.8	47	2	0	2	0	2

^{a)}LT and OT means low temperature storage condition (3°C) and ordinary temperature storage condition (farmhouse).

^{b)}Damaged by unidentified pathogenic isolates and bulb mites.

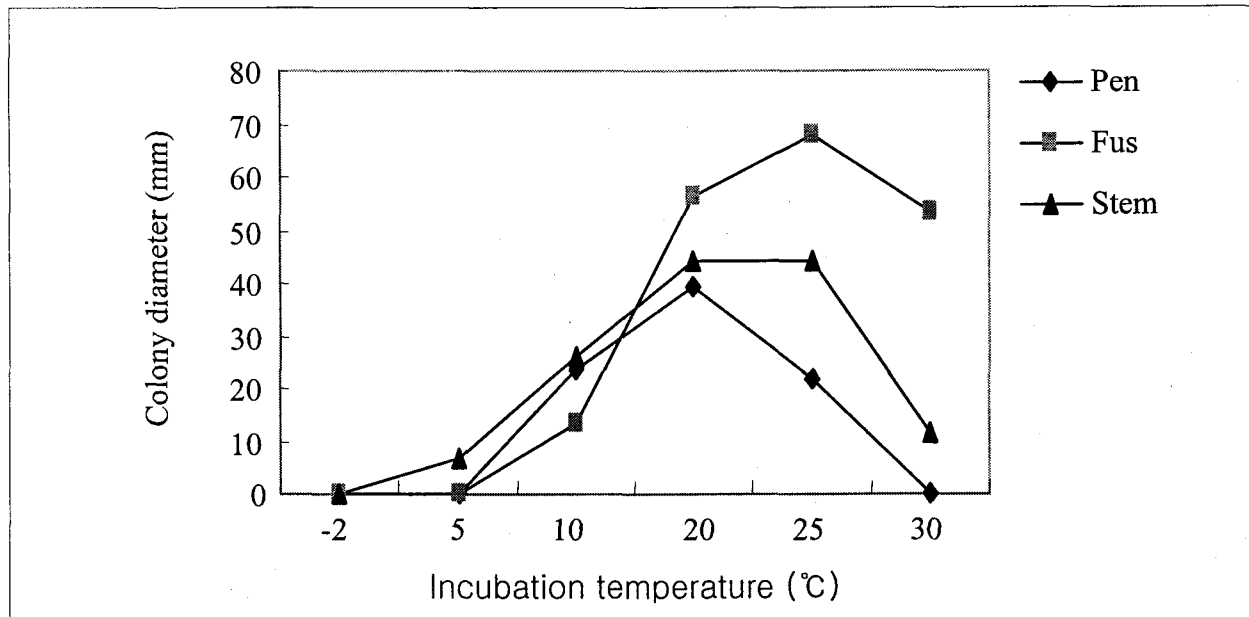


Fig. 3. Influence of culture temperature on mycelial growth of three postharvest pathogenic fungi to garlics. Note : Pen, *Penicillium hirsutum*; Fus, *Fusarium oxysporum*; Stem : *Stemphyllium botryosum*.

중 부패율이 현저히 낮은 이유는 저온조건하에서는 병원균의 생장이 느리고 해충의 활동이 현저히 위축되기 때문이다(Burk 등, 2000). 부패정도를 채집농가별로 비교하였을 때 일부농가에서 구입한 마늘은 저온저장을 할 경우 부패율이 현저히 감소한 반면 한 농가의 경우에는 저온저장과 상온저장시 큰 차이를 보이지 않았는데 그 경우에는 저온조건에서 잘 자라는 *Penicillium*의 분리빈도가 높았다. 저장온도가 마늘 저장병균의 균사생장에 미치는 영향을 감자한천배지상에서 5일간 배양하면서 조사한 결과, *Stemphyllium*은 5°C에서도 잘 자랐으며 *Penicillium*과 *Fusarium*은 5°C 이상이 되어야 성장하였으나 (그림 3), 2개월간 배양할 경우 -1°C에서도 *Penicillium*은 25mm, *Stemphyllium*은 16.3mm씩 자라는 것으로 나타났다(그림 4). 이는 Bertolini 등(1991)이 마늘푸른곰팡이병균에 의한 저장 중 부패가 -2°C에서는 접종 4주후부터 발병되기 시작하여 7주후에는 모든 마늘을 감염시켰고 -4°C에서는 병이 진전되지 않았다는 보고와 비슷한 경향이였다. 상처가 마늘저장병 발생에 영향을 미치는 영향을 조사하기 위하여 마늘에 상처를 내고 *Penicillium*과 *Fusarium*을 접종하여 상처를 내지 않은 마늘과 발병정도를 비교조사하였다. *Penicillium*의 경우 마늘에 상처를 내고 접종한 경우에는 100% 부패하였으나 상처를 내지 않고 접종한 경우에는 단지 10%만 부패한

반면, 병원균을 접종하지 않고 상처만 낸 경우에는 부패율이 33%나 되었다. *Fusarium*의 경우에도 그 경향은 비슷하여 상처를 내고 접종할 경우 56.7% 부패하였으며 상처를 내지 않고 접종할 경우에는 3.3%만이 부패된 반면, 병원균을 접종하지 않고 상처만 냈을 경우에도 26.7%나 부패되었다. 이처럼 병원균을 접종하지 않고 상처만 냈을 경우에도 부패율이 높은 이유는 *Penicillium*이나 *Fusarium*은 마늘재배토양에 편재해 있는 균으로 수확시 마늘에 묻은 흙이나 표피에 붙어 있다가 마늘에 상처가 나고 저장 중 다습한 상태가 되면 발병이 증가되기 때문으로 생각된다. 이런 결과는 Hong 등(1998)이 생물방제제의 처리효과를 검토하면서 송도복숭아, 복숭아 등 핵과류 과일의 저장 중 발생하는 잿빛무늬병은 오직 상처난 과일에서만 발생한다는 보고와 유사한 경향이였다. 따라서 마늘 저장 중 부패를 일으키는 가장 큰 원인은 생육중이나 수확시에 생긴 상처인 것으로 생각되었다. 1998년과 1999년에 2년에 걸쳐 전남무안에서 난지형마늘을 대상으로 수확시기를 중심으로 조기수확, 적기수확 및 만기수확으로 나누어 부패정도를 조사하였는데, 수확을 늦게 할수록 부패율이 낮은 것으로 나타났다(그림 4). 이는 수확을 일찍할 경우 영양생장이 덜되어 마늘이 연하고, 마늘 겉껍질 발달이 미숙하여 농작업중 기계적인 상처나 응애 등의 해충에 의해 피해를 받기 쉽

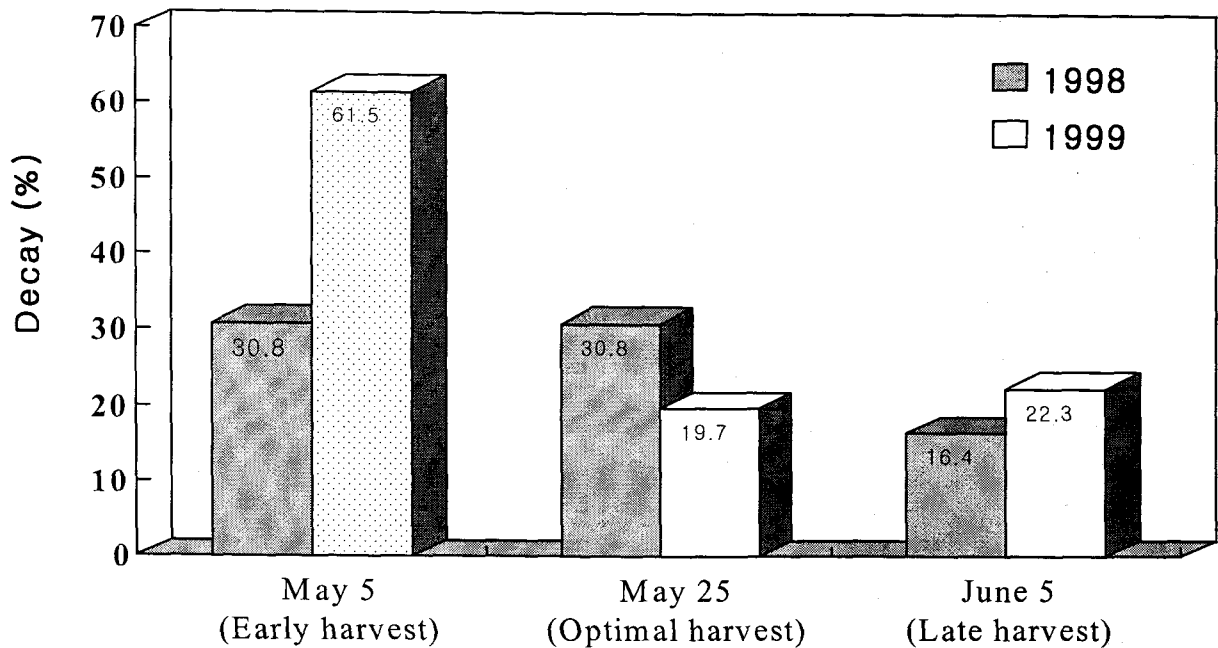


Fig. 4. Effect of harvesting time on storage decay of garlics. Percent decay was investigated right before sowing garlics in the early of October.

게 되기 때문인 것으로 사료된다. 따라서 마늘수확시기는 기상 및 마늘영양생장과 관련하여 매우 중요하다고 생각된다.

마늘저장병의 화학적 방제

마늘 종구소독 및 생육기중 약제처리에 의한 저장중 부패를 줄이기 위한 약제를 선별하기 위하여 tebuconazole 등 25종의 약제를 공시하여 *Penicillium*과 *Fusarium* 및 *S. botryosum*의 균사생장억제효과를 조사하였다. 이 결과로부터 3종 병원균 모두의 균사생장

을 현저히 억제하는 7종의 약제를 선별하였다. 이들 약제를 수확 30일전에 경엽 살포한 다음 저장중 부패정도를 조사한 결과 tebuconazole과 benomyl/thiram이 저장중 부패를 현저히 억제하였다(표 5). 마늘 수확후 종구를 4시간 동안 prochloraz 등 5약제에 침지하여 4개월간 저장한 다음 부패율을 조사한 결과, prochloraz는 89.3%, benomyl/thiram은 65.6%, tebuconazole은 61.1%의 방제가를 보여 이들 3개 약제가 높은 부패억제 효과가 있는 것으로 나타났다(표 6). 종구저장중 부패를 억제하기 위하여 3개 농가에서 수확한 마늘에

Table 5. Effect of preharvest seven agro-chemicals application on the control of storage decay of garlics

Fungicide ^{a)}	Concentration (a.i., $\mu\text{l/ml}$)	No. of garlic cloves investigated	Decay (%) ^{b)}	Control efficacy (%)
Tebuconazole	125	93	6.5 e	86.4
Benomyl/thiram	800	53	7.5 e	84.3
Fenbuconazole	120	70	15.7 d	67.2
Prochloraz	250	73	19.2 dc	59.9
Iprodione/Propineb	1400	82	20.7 dc	56.8
Flusilazole	25	63	25.4 c	47.0
Thiophanate-methyl/thiram	800	65	35.4 b	26.1
Untreated check	-	48	47.9 a	-

^{a)}Fungicides were foliar-sprayed 30 days before harvesting garlics.

^{b)}Percent decay was investigated after harvested garlics stored for 5 months at ordinary temperature warehouse. Means followed by the same letter for each year are not different at P = 0.05 according to Duncan's multiple range test.

Table 6. Suppression of stored garlic rot by drenching harvested garlics into suspension of five fungicides and water

Fungicide	Concentration (a.i., $\mu\text{l/ml}$)	No. of garlic cloves investigated	Decay (%) ^{a)}	Control efficacy (%)
Prochloraz	250	52	3.8 e	89.3
Benomyl/thiram	800	49	12.2 de	65.6
Tebuconazole	125	58	13.8 dc	61.1
Iprodione/Propineb	1400	56	16.1 dc	54.6
Thiophanate-methyl/thiram	800	45	22.2 c	37.5
Untreated check (Water soaking)	-	62	35.5 b	-

^{a)}Percent decay was investigated after harvested garlics stored for 4 months at ordinary temperature warehouse. Means followed by the same letter for each year are not different at P = 0.05 according to Duncan's multiple range test.

Table 7. Suppression of garlics storage decay by spraying the suspension of Benoram WP (500X) under farmhouse condition

Treatment	Decay (%) ^{a)} of stored garlics at different garlics cultivation farmhouse		
	A farmhouse	B farmhouse	C farmhouse
Benomyl/thiram	7.7	0	0
Untreated check	32.1	18.1	33.3

^{a)}Percent decay was investigated after harvested garlics stored for 5 months under farmhouse condition.

benomyl/thiram 500배를 분무 처리한 다음 저장했을 때 모든 농가에서 부패율이 현저히 낮았다(표 7).

이상의 결과를 종합하면 마늘저장 중 부패를 줄이기 위해서는 마늘 파종부터 수확에 이르는 농작업시 가능한 한 상처가 나지 않도록 주의하고, 수확한 마늘은 잘 건조하여 비가림과 통풍이 잘되는 곳에 저장하면 그 피해를 줄일 수 있다. 아울러 종구용 마늘의 저장 중 부패를 줄이기 위해서는 수확 후 benomyl/thiram으로 침지 처리하거나 분무처리하면 저장 중 부패를 현저히 줄일 수 있을 것으로 생각된다.

감사의 글

본 연구를 수행하는데 있어서 물심양면으로 큰 도움을 주신 충북농기원의 윤 태 연구관님과 이석호 연구사께 심심한 감사를 드립니다.

인용문헌

Anonymous (1978) Cereal grains and grain legumes. pp. 47~109, in Postharvest Food Losses in Developing Countries, National Academy Science, Washington,

D.C. U.S.A.

Bertolini, P. and S. P. Tian (1996) Low-temperature biology and pathogenicity of *Penicillium hirsutum* on garlic in storage. *Postharvest Biology and Technology* 7:83~89.

Bonte-Friedheim, C. H.(1989) Prevention of postharvest food losses : fruits, vegetables and root crops. p.157, UN-FAO, Italy.

Burks, C. B., J. A. Johnson, D. E. Maier and J. W. Heaps (2000) Temperature. pp.73~104, *In* Alternatives to Pesticides in Stored Product-IPM. (ed. Subramanyam, B. and D. W. Hagstrum), Kluwer Academic Publishers, U.S.A.

Eckert, J. W. and J. O. Ogawa (1985) The chemical control of postharvest diseases : subtropical and tropical fruits. *Ann. Rev. Phytopathol.* 23:421~454.

Ferguson, I. B., S. Ben-Yehoshua, E. J. Mitcham, R. E. McDonald and S. Lurie (2000) Postharvest heat treatment : introduction and workshop summary. *Postharvest Biology and Technology* 21:1~6.

Harvey, J. M. (1978) Reduction of losses in fresh market fruits and vegetables. *Ann. Rev. Phytopathol.*

- 16:321~341.
- Hong, C. X., T. J. Michailides and Holtz, B. A. (1998) Effects of wounding, inoculum density, and biological control agents on postharvest brown rot of stone fruits. *Plant Dis.* 82:1210~1216.
- Hung, Y. C. (1993) Latent damage : A system perspective. pp.211~224, in *Postharvest Handling-A Systems Approach*, (ed. Shewfelt, R. L. and S. E. Prussia), Academic Press, Inc., U.S.A.
- Karabulut, O. A., L. Cohen, B. Wiess, A. Daus, S. Lurie and S. Droby (2002) Control of brown rot and blue mold of peach and nectarine by short hot water brushing and yeast antagonists. *Postharvest Biology and Technology* 24:103~111
- Nelson, K. E. (1951) Effect of humidity on infection of table grapes by *Botrytis cinerea*. *Phytopathology* 41:859~864.
- Pierson, C. F. (1965) Effect of temperature on the growth of *Rhizopus stolonifer* peaches and on agar. *Phytopathology* 56:276~278.
- Pusey, P. L. (1994) Enhancement of biocontrol agents for postharvest diseases and their integration with other control strategies. pp.77~88, in *Biological Control of Postharvest Diseases-Theory and Practice*. (ed. Wilson, C. L. and M. E. Wisniewski), CRC Press Inc., U.S.A.
- Ranganna, B., G. S. V. Raghavan and A. C. Kusalappa (1998) Hot water dipping to enhance storability of potatoes. *Postharvest Biology and Technology* 13:215~223.
- Spotts, R. A. and L. A. Cervantes (1991) Effect of temperature and wetness on influence of pear by *Venturia pirina* and the relationship between preharvest inoculation and storage scab. *Plant Dis.* 75:1204~1207.
- Spotts, R. A., L. A. Cervantes and T. J. Facticeau (2002) Integrated control of brown rot of sweet cherry fruit with a preharvest fungicide, postharvest yeast, modified atmosphere packing, and cold storage temperature. *Postharvest Biology and Technology* 24:251~257.
- Sutton, T. B. and L. F. Arauz (1991) Influence of temperature and moisture on germination of ascospores and conidia of *Botryosphaeria dothidea*. *Plant Dis.* 75:1146~1149.
- Waller, J. M. (2002) *Postharvest Diseases*. pp.39~54, in *Plant Pathologist's Pocketbook*(ed. Waller, J. M., J. M. Lenne and S. J. Waller). CAB International 2002 (Internet searching data).
- 山崎重治 (1971a) タマネギの貯蔵性向上と栽培上の諸条件(1). *農業および園藝* 46(5):775~778.
- 山崎重治 (1971b) タマネギの貯蔵性向上と栽培上の諸条件(2). *農業および園藝* 46(6):901~904.
- 김용기 (1997) 미생물 이용 과일저장 병해 방제 연구. 시험연구사업보고서 (작물 보호부편) pp.569~606.
- 김용기 (2000) 마늘, 양파 저장병 발생생태 및 피해경감 연구. *작물보호연구* pp.56~89.
- 정희돈 (1982) 수확후 살균제 처리가 저온저장 양파의 부패방지에 미치는 영향. *한국원예학회지* 23(2):17~22.
- 조원대, 김완규, 김한명 (1995) 마늘저장병해에 관여하는 진균. *농시논문집* 37(2):325~329.

Cultural and chemical approaches for controlling postharvest diseases of garlics

Yong-Ki Kim*, Sang-Bum Lee, Sang-Seob Lee, Hong-Sik Shim and ¹Inn Hoo Choi (*Plant Pathology Division, Department of Crop Protection, NIAST, RDA, Suwon 441-707, Korea, ¹Horticultural Science Division, Mokpo Branch of National Honam Agricultural Experimental Station, Muan 534-840, Korea*)

Abstract : The purpose of this study was to investigate damages of garlics occurred under cold storage and farmhouse storage condition, influence of cultural and environmental factors on storage spoilage of garlics, and to establish control strategies to reduce damages occurred under storage of garlics. Decays of garlics were highly related with cultural condition (paddy field or upland soil), ventilation, storage temperature and relative humidity, continuous cropping years, and harvesting stage. Early-harvested garlics were more decayed than late-harvested garlics. Garlics cultivated on paddy field were less decayed than ones cultivated on upland soil under farmhouse storage condition. The densities of *Penicillium* spp. and *Fusarium* spp. were higher on plot with long term continuous cropping cultivation history than on plot with short term continuous cropping cultivation history. However there is no relation between continuous cropping years and percent of decay of garlics. As a result of investigating influence of environmental factors on decay of garlics, *P. hirsutum* caused severe spoilage under high relative humidity condition, while *F. oxysporum* and *Stemphyllium botryosum* were not related with relative humidity. The three postharvest pathogens grew well above 10°C. In addition when *P. hirsutum* and *S. botryosum* were cultured for two months, they grew even at -1°C. Except for environmental factors, wounds occurred through farming works had an effect on storage spoilage of garlics. Garlics only hurt with a toothpick without inoculation of pathogens were decayed more severe than those inoculated with pathogens without wounds. Seven agro-chemicals showed highly suppressive effect were selected by measuring mycelial growth of three major pathogens of garlics on potato dextrose agar amended with 0.1% (v/v) of each fungicide. When they were foliar-sprayed on garlics 30 days before harvesting, it was confirmed that they suppressed storage spoilage of garlics. Also when garlics were sprayed with and drenched into the suspension of Benoram WP very after harvesting garlics, garlic damages by postharvest pathogens were reduced remarkably.

*Corresponding author (Fax : +82-31-290-0439, E-mail : yongki@rda.go.kr)