



마늘 수확 후 발생하는 마른썩음병과 푸른곰팡이병 방제를 위한 살균제 효과

박종현 · 김장억¹ · 유오종^{2*}

농림축산식품부 축산환경복지과, ¹경북대학교 농업생명과학대학 응용생물과학부, ²농촌진흥청 연구정책국 농자재산업과

Fungicide Effectiveness for Dry Rot Disease and Blue Mold Disease in Harvested Garlic

Jong Hyun Park, Jang Eok Kim¹ and Oh Jong You^{2*}

Environment and Welfare Division, Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs, Sejong 30110, Korea

¹School of Applied Biosciences, Kyungpook National University, Daegu 41566, Korea

²Agro-Materials Industry Division, Research Policy Bureau, Rural Development Administration, Jeonju 54875, Korea

(Received on April 12, 2018. Revised on June 8, 2018. Accepted on June 15, 2018)

Abstract This study has investigated on occurrence patterns and control values of dry rot disease and blue mold disease, which occur corruption during the garlic storage. Effectiveness during the storage has inquired for mixture of diphenylamine, tebuconazole and prochloraz. In Danyang traditional garlic, dry rot disease has occurred mainly in the early storage, 0~6 months. If Diphenylamine EC + Dimethoate EC, Tebuconazole WP + Dimethoate EC and prochloraz EC + Dimethoate EC mixtures applied 1 month earlier than the harvest, control effect lasts 3 months storage. If harvested garlics were immersed, Tebuconazole WP + Dimethoate EC mixture has control effect in 2~10 month storage, but level of significance was low. In Namdo garlic, its bulbs have rifts that support clove ventilation so dry rot disease occurred less than Danyang garlic. Occurrence was constant in 8 month storage, but increase in April, 10 month storage. In both of Danyang and Namdo garlics, blue mold disease has not occurred so much that control value could not investigated, but has similar occurrence patterns. Rate of corruption during storage was constant in 0~6 month storage, but increases in February next year, 8 month storage. These information above shows that dry rot disease corrupts garlics in the early stage storage and blue mold disease corrupts garlics in the later stage storage.

Key words Blue mold disease, Dry rot disease, Fungicide, Ggarlic

<< ORCID

Oh Jong You

<http://orcid.org/0000-0001-6220-9457>

서 론

마늘(*Allium sativum* L.)은 영양생식을 하는 대표적인 작물로 다른 농산물과 다르게 별도의 가공과정 없이 수확한 형태로 장기간 저장을 함에 따라 저장 중에 발생하는 병해충으로 인하여 손실이 많이 발생하고 있다(Lee, 1981). 마늘

저장병을 발생시키는 환경적 요인으로는 습도가 증가함에 따라 저장병원균 발생이 증가하고, 마늘 저장 중 부패를 유발하여 피해를 많이 주는 푸른곰팡이병균(*Penicillium hirsutum*)과 마른썩음병균(*Fusarium oxysporum*) 및 자주점무늬병균(*Stemphyllium botryosum*)은 -2°C의 저온에서도 성장이 가능한 특징이 있는 것으로 알려져 있다(Kim et al., 2003). 이는 마늘 저장기간인 가을 및 겨울철에도 이들 병원균에 의한 부패가 진행될 수 있음을 알 수 있다(Bertolini et al., 1996).

*Corresponding author
E-mail: zzan@korea.kr

푸른곰팡이병균, 마른썩음병균 등 저장병에 대한 농산물의 자가 방어체계에 대한 연구 즉, 농작물 또는 농산물이 자체적으로 보유하고 있는 천연적인 병 저항성에 대한 방어 기작 규명연구가 활발히 수행되고 있다(Prusky, 1996, 1998; Barkai-Golan, 2001; Terry et al., 2003a, 2003b). 수확한 농산물에서 발생하는 저장병에 대한 자체 저항성의 감소는 병원균의 양분요구, 병원성 활성 및 병원균에 대한 방어물질인 phytoanticipin과 phytoalexin류 등의 요인에 영향을 받는다. 이들 요인 중 병원균의 양분요구와 병원성 활성은 농산물이 숙성되거나 저장기간이 길어질수록 증가되며, phytoanticipin과 phytoalexin은 감소되는 경향이 있다(Prusky, 1996).

한편 마늘 저장성에 영향을 미치는 경종적 요인을 분석한 결과 논에서 재배한 마늘보다는 밭에서 재배한 마늘을 조기에 수확하였을 경우 부패가 가장 심하였으나 연작 연수와는 무관하였다. 또한 마늘 수확 시 작업자의 부주의로 인한 물리적인 상처가 부패를 촉진하는 것으로 보고되었다(Kim et al., 2003).

마늘을 저장 온도가 다르게 저장한 후 이듬해 파종하여 생육을 조사한 결과, 실온(20±8°C), 20°C, 35°C, -4°C, 0°C 순으로 구경 및 수량이 증가한다는 보고도 있다(Bae et al., 2002). 또한 마늘의 휴면을 효율적으로 타파하기 위해서는 수확기부터 저장초기에는 고온(35~40°C) 조건이 필요하고, 그 후 저장 중·후기에는 저온으로 저장해야 멍아 및 발근이 촉진된다고 하였다(Tsukamoto, 1973).

수확한 마늘의 저장성을 향상시키기 위하여 길썩질을 제거한 후 키토산액에 침지처리하면 무처리 보다 33~76% 정도의 부패율 저지 효과가 있는 것으로 나타났다(Lee, 2002).

마늘의 수송과 저장 공간 및 포장의 경량화를 위하여 마늘의 주대 길이와 뿌리가 저장에 미치는 영향에 대한 연구 결과, 주대 길이가 짧을수록 저장 중 마늘의 부패율이 감소하였고, 인편의 발아율이 낮아 저장성이 증대되었으며, 뿌리를 제거하였을 경우에는 반대로 부패율이 증가되었다고 보고하였다(Park et al., 2000; Kim et al., 2002).

또한, 농약을 사용하여 마늘의 저장병을 방제하기 위하여 수행한 연구를 살펴보면, 부패에 관여하는 병원균에 대하여 항균성이 있는 농약 tebuconazole 등 7종을 선발하여 마늘 수확 30일전에 살포한 결과, tebuconazole과 benomyl/thiram이 부패율을 억제하는데 효과가 있었으며, 수확 후 침지처리에서는 prochloraz, benomyl/thiram, tebuconazole이 저장병을 방제하는 효과가 우수하였다(Kim et al., 2003). 마늘 저장병 발생을 억제하기 위한 농약선발 시험결과, diphenylamine, prochloraz와 tebuconazole이 푸른곰팡이병균과 마른썩음병균 발생을 억제하는 효과가 높은 것으로 보고되었다(You et al., 2007).

따라서 본 연구에서는 마늘 저장병 방제를 위하여 농약 처리방법에 따른 마른썩음병균과 푸른곰팡이병균의 발생양상과 방제효과를 평가하여 마늘의 저장성을 높일 수 있는 방법을 모색하고자 시험을 수행하였다.

재료 및 방법

시험마늘

마늘 저장 중에 발생하는 마른썩음병과 푸른곰팡이병 발생양상을 위하여 사용된 마늘은 난지형인 남도종과 한지형인 단양재래종을 이용하였다. 시험포장은 농가에서 파종된 마늘로 파종이후 시험농약을 살포한 사례가 없는 농가의 포장을 선정하였다. 단양재래종은 충북 단양군 어상천면 대전리, 남도종은 충남 서산시 부석면 송시리에 위치한 시험포장을 이용하였으며, 포장시험의 처리구는 면적이 16.5 m²가 되게 하여 난괴법 3반복으로 수행하였다. 농약사용을 제외한 마늘재배방법은 재식거리를 0.2 m×0.15 m로 하여 농가의 표준 경종법에 준하여 재배하였다.

농약 처리

마늘 저장 중 마른썩음병과 푸른곰팡이병 발생양상 시험에 사용된 농약은 균사 생육억제시험과 인편 접촉시험에서

Table 1. Treatment of pesticide

Treatment time	Pesticides ^{a)}	Content (%)	Content of diluted solution (mg/L)	Usage
Before harvesting	Diphenylamine EC + Dimethoate EC	20+46	1,000+460	Spraying : 2 L/3.3 m ²
	Tebuconazole WP + Dimethoate EC	25+46	250+460	Drenching : 5 L/3.3 m ²
	Prochloraz EC + Dimethoate EC	25+46	250+460	
	Dimethoate EC	46	460	
After harvesting	Diphenylamine EC + Dimethoate EC	20+46	2,000+920	Dipping : 10 minutes
	Tebuconazole WP + Dimethoate EC	25+46	500+920	
	Prochloraz EC + Dimethoate EC	25+46	500+920	
	Dimethoate EC	46	920	
-	Untreatment	-	-	-

^{a)}EC : Emulsifiable concentrate, WP : Wettable powder

마른썩음병과 푸른곰팡이병에 대하여 효과가 우수하였던 diphenylamine 20% EC, prochloraz 25% EC 및 tebuconazole 25% WP (You et al., 2007)를 수확 전후에 처리하여 저장기간 동안 부패율을 매월 1회 조사하였다. Diphenylamine 20% EC, prochloraz 25% EC 및 tebuconazole 25% WP의 처리는 Table 1과 같다. 수확 전 처리는 수확 1개월 전에 포장에서 경엽 및 관주처리를 하였고, 수확 후 처리는 뿌리의 흙을 제거한 마늘을 농약 희석액에 지하부만 10분 동안 침지하였다. 농약 처리시 뿌리응애(*Rhizoglyphus* spp.)에 의한 마늘의 부패를 최소화하기 위하여 처리구별로 뿌리응애 방제에 효과가 있는 dimethoate 46% EC를 동일하게 혼합하여 처리하였으며, 무처리와는 별도로 수확 후 침지처리의 경우에는 물에 침지하는 처리를 병행하여 수행하였다.

마늘 저장

마늘시료는 저장 전에 40°C의 온실에서 1일간 예건한 후 종구 위 줄기가 5 cm 정도 되게 자른 것을 사용하였다. 농약처리별 시료는 크기가 비슷한 마늘 10 뿌리씩을 마늘저장

용 그물 망 3개에 나누어 담아 충북 단양군 단양마늘시험장 내에 소제한 통풍이 양호하고 햇빛이 차단될 수 있는 창고에서 6월부터 이듬해 4월까지 10개월 동안 저장하면서 부패율 발생현황을 조사하였다. 그물 망 하나를 한 반복으로 3 반복 처리하였다.

방제효과 조사

저장마늘의 부패율 조사는 저장 직전과 저장 중 매월 1회 조사하여었다. 마른썩음병과 푸른곰팡이병 발생양상은 마늘 껍질을 제거한 전체 인편에 대하여 감염된 인편 갯수를 백분율로 나타내었으며, 통계분석은 SPSS 11.01 (SPSS, Inc) software를 사용하였으며, Duncan's multiple range test를 실시하였다.

결과 및 고찰

마른썩음병 발생 양상

단양재래종의 마늘 인편에 발생하는 마른썩음병의 조사결

Table 2. Effect of pesticide treatments on infection rate of *F. oxysporum* on garlic cloves of Danyang var.

Treatment ^{a)}	Pesticide ^{b)}	% rates of diseased after ^{c)}								
		0	1	2	3	4	5	6	8	10 month
Spraying	DD	0.0 c	3.1 a	13.9 b	11.7 c	16.7 b	30.6 ab	22.9 a	16.7 b	37.5 a
	TD	0.0 c	5.2 a	18.4 b	20.8 bc	45.3 a	24.3 b	35.2 a	45.0 a	34.8 a
	PD	0.0 c	7.1 a	15.5 b	23.8 abc	26.0 ab	35.2 ab	34.6 a	40.0 ab	49.5 a
	D	5.1 b	9.9 a	21.7 ab	31.1 ab	34.3 ab	22.1 b	22.0 a	40.5 ab	43.7 a
	UN	12.1 a	12.6 a	31.5 a	38.2 a	40.6 ab	41.4 a	39.7 a	36.8 ab	47.1 a
	<i>p</i>	<0.001	N.S	<0.05	<0.05	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S
Drenching	DD	1.1 b	1.3 a	5.2 c	22.2 abc	19.1 b	36.5 a	28.1 ab	38.9 a	34.5 a
	TD	0.0 b	1.3 a	12.8 c	15.8 bc	26.4 ab	34.3 a	25.4 ab	39.5 a	30.1 a
	PD	0.0 b	3.5 a	15.9 bc	14.6 c	20.1 b	30.0 a	14.3 b	38.8 a	45.2 a
	D	1.2 b	7.4 a	27.1 ab	37.8 ab	43.6 a	35.4 a	30.8 ab	40.1 a	36.3 a
	UN	12.1 a	12.6 a	31.5 a	38.2 a	40.6 ab	41.4 a	39.7 a	36.8 a	47.1 a
	<i>p</i>	<0.001	N.S	<0.01	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S
Dipping	DD	12.3 a	11.6 a	21.1 ab	47.0 ab	36.6 ab	26.0 b	37.6 ab	49.2 ab	49.6 a
	TD	8.2 ab	10.6 a	10.7 b	26.1 b	18.8 b	25.4 b	24.8 b	21.3 b	20.1 b
	PD	5.7 bc	9.5 a	10.9 b	49.6 a	26.2 ab	30.1 ab	29.7 ab	41.9 ab	46.0 a
	D	8.9 ab	12.3 a	22.4 ab	41.8 ab	47.9 a	50.0 a	31.0 ab	53.1 a	67.1 a
	Water	1.0 c	18.2 a	24.4 ab	47.8 ab	42.0 ab	37.7 ab	39.1 a	39.6 ab	61.0 a
	UN	12.1 a	12.6 a	31.5 a	38.2 ab	40.6 ab	41.4 ab	39.7 a	36.8 ab	47.1 a
	<i>p</i>	<0.01	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	<0.05

^{a)}Pesticides were sprayed or drenched to the garlic 30 days before harvest. The harvested garlic bulbs were dipped in pesticide solution for 10 minutes.

^{b)}DD : Diphenylamine EC + Dimethoate EC.

TD : Tebuconazole WP + Dimethoate EC.

PD : prochloraz EC + Dimethoate EC.

D : Dimethoate EC.

UN : Untreatment.

^{c)}Means followed by the same letter within a column are not significantly different at $P < 0.05$ by Duncan's multiple range test., N.S : Not Significant.

과는 Table 2와 같다. 경엽처리한 마늘의 저장기간 동안 마른 썩음병은 살균제를 혼합한 diphenylamine EC + dimethoate EC, tebuconazole WP + dimethoate EC 및 prochloraz EC + dimethoate EC 처리구에서 살충제인 dimethoate EC 및 무처리구 보다 저장 3개월째인 9월까지 통계적으로 낮게 발생하는 경향을 보였으나, 저장 4개월째인 10월부터 이듬해 4월까지의 일부 처리구에서 무처리구 대비 마른썩음병 발생률이 낮게 조사되었으나 통계적으로는 유의성이 인정되지 않았다(Table 2).

관주 처리한 마늘에서 저장 중에 발생하는 마른썩음병은 경엽 처리한 마늘의 경우와 유사한 경향을 보였다.

한편 침지 처리한 마늘의 경우에는 재배기간 중 농약을 처리하지 않으므로 경엽 및 관주 처리한 마늘 보다 수확직후의 마른썩음병 발생률이 높게 나타나는 경향이 있었다. 농약별 마른썩음병 억제 효과는 tebuconazole WP + dimethoate EC 처리구에서 저장 2개월부터 10개월까지 다른 처리구보다 우수한 것으로 조사되었다(Table 2). 이는 침지 처리후 저장기간 동안 tebuconazole이 다른 농약에 비하여 마늘 인

편에서 잔류량이 높게 유지되지 때문인 것으로 판단된다 (You et al., 2009).

마늘 저장 중에 발생하는 마른썩음병은 재배기간 중에 토양으로부터 감염되어 저장 3개월째인 9월부터 많이 발생하는 경향이 있으므로 마늘을 실온에서 저장할 경우에는 수확 전후에 농약을 처리하는 것이 저장 중 발생하는 마른썩음병을 효율적으로 관리할 수 있을 것으로 판단된다.

남도종에서 발생하는 마른썩음병의 조사결과는 Table 3과 같다. 경엽 및 관주 처리구에서는 농약별 마른썩음병 발병률이 무처리와 차이가 없는 것으로 나타났다.

침지 처리한 마늘의 경우에는 경엽 및 관주 처리한 마늘 보다 살균제를 혼합한 diphenylamine EC + dimethoate EC, tebuconazole WP + dimethoate EC 및 prochloraz EC + dimethoate EC 처리구에서 무처리 대비 마른썩음병 발병률은 낮게 조사되었으나 저장 1개월 및 4개월을 제외하고는 통계적으로 유의성은 나타나지 않았다(Table 3).

남도종은 단양재래종과는 다르게 저장 10개월째인 수확 이듬해 4월에 마른썩음병이 급증하는 양상을 보이고 있다.

Table 3. Effect of pesticide treatments on infection rate of *F. oxysporum* on garlic cloves of Namdo var.

Treatment ^{a)}	Pesticide ^{b)}	% rates of diseased after ^{c)}								
		0	1	2	3	4	5	6	8	10 month
Spraying	DD	2.7 a	3.1 b	4.3 ab	4.1 a	4.5 a	10.3 a	10.3 a	17.8 a	22.5 ab
	TD	3.8 a	5.5 ab	13.1 a	4.3 a	9.3 a	14.0 a	8.2 a	10.5 ab	20.7 ab
	PD	2.6 ac	7.8 ab	3.5 b	7.6 a	17.1 a	8.3 a	7.9 a	9.0 b	15.7 ab
	D	5.9 a	10.2 a	6.8 ab	5.3 a	16.0 a	16.3 a	15.7 a	15.3 ab	13.8 b
	UN	3.8 a	8.6 a	8.0 ab	10.8 a	14.6 a	15.2 a	14.1 a	16.3 ab	27.2 a
	p	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S
Drenching	DD	0.0 b	3.3 b	1.0 b	4.8 b	6.2 b	11.3 a	12.5 a	11.1 a	28.0 a
	TD	4.2 a	6.4 ab	6.4 ab	11.9 ab	13.0 ab	16.2 a	18.0 a	12.1 a	29.8 a
	PD	4.3 a	3.3 b	6.5 ab	12.8 a	10.4 ab	11.6 a	12.4 a	9.9 a	31.0 a
	D	6.6 a	2.4 b	8.3 a	7.9 ab	13.8 a	16.6 a	10.7 a	13.4 a	21.2 a
	UN	3.8 a	8.6 a	8.0 ab	10.8 ab	14.6 a	15.2 a	14.1 a	16.3 a	27.2 a
	p	<0.01	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S
Dipping	DD	5.4 a	3.6 cd	1.0 a	6.2 a	3.5 b	6.8 a	10.4 a	11.1 b	33.6 ab
	TD	2.5 a	0.9 d	4.0 a	3.1 a	0.9 b	11.6 a	10.3 a	9.6 b	18.7 b
	PD	0.8 a	0.8 d	7.6 a	7.0 a	1.7 b	7.1 a	8.9 a	10.7 b	41.2 a
	D	3.8 a	8.2 ab	5.5 a	12.0 a	4.4 b	5.9 a	19.1 a	16.0 ab	28.6 ab
	Water	4.8 a	5.3 bc	8.3 a	9.6 a	12.8 a	5.6 a	15.0 a	19.7 a	31.5 ab
	UN	3.8 a	8.6 a	8.0 a	10.8 a	14.6 a	15.2 a	14.1 a	16.3 ab	27.2 ab
	p	N.S	<0.001	N.S	N.S	<0.001	N.S	N.S	N.S	N.S

^{a)}Pesticides were sprayed or drenched to the garlic 30 days before harvest. The harvested garlic bulbs were dipped in pesticide solution for 10 minutes.

^{b)}DD : Diphenylamine EC + Dimethoate EC.

TD : Tebuconazole WP + Dimethoate EC.

PD : prochloraz EC + Dimethoate EC.

D : Dimethoate EC.

UN : Untreatment.

^{c)}Means followed by the same letter within a column are not significantly different at $P < 0.05$ by Duncan's multiple range test., N.S : Not Significant.

수확직후의 마른썩음병 발생률은 단양재래종과 비슷하였으나 저장기간이 경과함에 따라 마른썩음병 발생률은 단양재래종보다 훨씬 낮게 조사되었다. 이는 품종간의 형태학적 차이에 기인하는 것으로 판단된다. 단양재래종은 인편을 둘러싸고 있는 내피를 외피가 다시 둘러싸고 있으나, 남도종은 인편은 내피만 둘러싸고 있고 외피는 벌어진 열구 형태로 수확 및 저장됨에 따라 수확직후 건조가 잘되고 저장기간 동안 통풍이 용이하여 마른썩음병 발생이 단양재래종보다 상대적으로 억제된 것으로 판단된다. 이는 마늘을 통풍이 양호한 조건에서 저장할 경우에는 마늘 저장병 발생이 감소한다는 경향과 유사하였다(Kim et al., 2003).

단양재래종 및 남도종에서의 마른썩음병 발병양상은 저장 3, 4~8개월째인 9, 10월부터 이듬해 2월까지 품종별 유사한 경향을 보여주고 있는데 이는 마른썩음병의 특성에 기인하는 것으로 보인다. 특히 마른썩음병은 고온다습한 시기인 저장 3개월까지 발병률이 급증하고 저장 4개월째인 10월 이후부터는 서서히 증가하는 경향을 보여주고 있다. 이는 마

늘의 저장 초중기에 발생하는 부패를 주도하는 것으로 판단된다. 또한 저장 8개월째인 2월부터 마른썩음병의 발생이 서서히 증가는 경향을 나타내고 있는데, 이는 Kim et al. (2003)이 *Fusarium*은 5°C이상이 되어야 잘 자란다는 보고와 비슷한 경향을 나타낸다.

푸른곰팡이병의 발생 양상

단양재래종의 저장 중 부패에 영향을 미치는 병원균 중 *P. hirsutum*의 발생양상에 대한 조사결과는 Table 4와 같다. 저장기간 동안 경엽, 관주 및 침지 처리한 마늘의 인편에 발생하는 푸른곰팡이병 발병률은 무처리 대비 농약처리구에서 대부분 통계적 유의성은 인정되지 않았다. 저장기간별 마늘에 발생하는 푸른곰팡이병은 저장 초기부터 저장 6개월까지는 거의 발생하지 않았다. 하지만 저장 8개월째인 수확 이듬해 2월부터는 조금씩 발생하는 경향이 있었으며 10개월째에는 발생이 급증하는 양상을 보였다(Table 4).

저장 중 남도종의 인편에 발생하는 *P. hirsutum*의 조사결

Table 4. Effect of pesticide treatments on infection rate of *P. hirsutum* on garlic cloves of Danyang var.

Treatment ^{a)}	Pesticide ^{b)}	% rates of diseased after ^{c)}								
		0	1	2	3	4	5	6	8	10 month
Spraying	DD	0.0 a	0.0 a	0.0 a	0.0 a	0.0 b	0.0 b	0.0 a	2.2 a	4.3 b
	TD	0.0 a	3.2 a	0.0 a	0.0 a	0.0 b	1.3 b	0.0 a	0.0 a	8.5 ab
	PD	0.0 a	0.0 a	0.0 a	0.0 a	0.0 b	0.0 b	1.5 a	0.0 a	14.2 ab
	D	0.0 a	2.5 a	0.0 a	1.2 a	0.0 b	0.0 b	0.0 a	4.5 a	21.5 a
	UN	0.0 a	0.0 a	0.0 a	5.9 a	2.9 a	5.4 a	0.0 a	0.0 a	20.2 ab
	p	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S
Drenching	DD	0.0 a	5.3 a	0.0 a	1.0 a	1.0 a	0.0 c	1.0 a	0.0 a	14.6 a
	TD	0.0 a	0.0 b	0.0 a	2.2 a	0.0 a	0.0 c	0.0 a	0.0 a	11.9 a
	PD	0.0 a	1.1 b	0.0 a	0.0 a	2.3 a	8.3 a	0.0 a	0.0 a	4.4 a
	D	1.2 a	0.0 b	0.0 a	1.1 a	0.0 a	1.4 bc	0.0 a	0.0 a	10.4 a
	UN	0.0 a	0.0 b	0.0 a	5.9 a	2.9 a	5.4 ab	0.0 a	0.0 a	20.2 a
	p	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	<0.01	N.S	N.S	N.S
Dipping	DD	0.0 a	0.0 b	0.0 a	6.1 a	2.3 a	12.9 a	4.0 a	17.4 a	25.7 a
	TD	0.0 a	0.0 b	0.0 a	0.0 a	0.0 a	0.0 b	0.0 a	0.9 b	3.6 b
	PD	0.0 a	0.0 b	0.0 a	0.0 a	1.1 a	3.0 b	0.0 a	4.6 b	19.8 a
	D	0.0 a	0.0 b	0.0 a	1.1 a	1.4 a	3.3 b	7.2 a	1.6 b	2.6 b
	Water	0.0 a	1.9 a	0.0 a	0.0 a	0.0 a	4.0 b	0.0 a	1.1 b	8.8 ab
	UN	0.0 a	0.0 b	0.0 a	5.9 a	2.9 a	5.4 b	0.0 a	0.0 b	20.2 a
	p	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	<0.05	N.S	<0.05	<0.05

^{a)}Pesticides were sprayed or drenched to the garlic 30 days before harvest. The harvested garlic bulbs were dipped in pesticide solution for 10 minutes.

^{b)}DD : Diphenylamine EC + Dimethoate EC.

TD : Tebuconazole WP + Dimethoate EC.

PD : prochloraz EC + Dimethoate EC.

D : Dimethoate EC.

UN : Untreatment.

^{c)}Means followed by the same letter within a column are not significantly different at $P < 0.05$ by Duncan's multiple range test., N.S : Not Significant.

Table 5. Effect of pesticide treatments on infection rate of *P. hirsutum* on garlic cloves of Namdo var.

Treatment ^{a)}	Pesticide ^{b)}	% rates of diseased after ^{c)}								
		0	1	2	3	4	5	6	8	10 month
Spraying	DD	0.0 a	0.0 a	0.0 a	0.0 a	0.0 a	0.0 a	0.0 a	1.5 ab	16.0 a
	TD	0.0 a	0.0 a	1.7 a	0.0 a	1.7 a	0.0 a	0.0 a	0.0 b	18.2 a
	PD	0.0 a	1.9 a	0.0 a	0.0 a	0.0 a	4.5 a	0.0 a	8.0 a	9.1 a
	D	0.0 a	0.0 a	1.0 a	0.0 a	0.0 a	1.5 a	0.9 a	4.7 ab	23.3 a
	Un	0.0 a	0.0 a	0.0 a	0.8 a	0.0 a	0.0 a	0.0 a	7.0 a	24.6 a
	p	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S
Drenching	DD	0.0 a	0.0 a	0.0 a	0.0 a	0.8 ab	0.0 a	2.7 a	7.7 a	18.7 a
	TD	0.0 a	0.0 a	0.0 a	0.0 a	0.0 b	0.0 a	0.0 b	1.5 a	17.7 a
	PD	0.0 a	0.0 a	0.0 a	0.0 a	0.0 b	0.0 a	1.0 ab	2.5 a	12.9 a
	D	0.0 a	0.0 a	0.0 a	0.8 a	2.2 a	0.0 a	0.0 b	2.0 a	13.4 a
	Un	0.0 a	0.0 a	0.0 a	0.8 a	0.0 b	0.0 a	0.0 b	7.0 a	24.6 a
	p	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S
Dipping	DD	0.0 a	1.0 a	0.0 a	0.0 a	0.8 a	0.0 a	1.6 a	5.4 ab	21.8 ab
	TD	0.0 a	0.0 a	1.6 a	2.3 a	0.0 a	0.0 a	0.0 a	0.9 b	12.2 b
	PD	0.0 a	0.0 a	0.0 a	1.8 a	0.0 a	0.0 a	0.0 a	13.2 a	27.1 a
	D	0.0 a	0.0 a	0.0 a	0.0 a	0.8 a	0.0 a	0.0 a	3.2 b	12.4 ab
	Water	0.0 a	0.0 a	0.0 a	0.9 a	0.0 a	0.0 a	0.0 a	2.0 b	17.5 ab
	Un	0.0 a	0.0 a	0.0 a	0.8 a	0.0 a	0.0 a	0.0 a	7.0 ab	24.6 ab
p	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	

^{a)}Pesticides were sprayed or drenched to the garlic 30 days before harvest. The harvested garlic bulbs were dipped in pesticide solution for 10 minutes.

^{b)}DD : Diphenylamine EC + Dimethoate EC.

TD : Tebuconazole WP + Dimethoate EC.

PD : prochloraz EC + Dimethoate EC.

D : Dimethoate EC.

UN : Untreatment.

^{c)}Means followed by the same letter within a column are not significantly different at $P < 0.05$ by Duncan's multiple range test., N.S : Not Significant.

과는 Table 5와 같다. 저장기간 동안 경엽, 관주 및 침지 처리한 마늘의 인편에 발생하는 푸른곰팡이병 발병률은 단양재래종과 유사하게 무처리 대비 농약처리구에서 통계적 유의성은 나타나지 않았다. 또한 저장기간별 마늘 인편에 발생하는 푸른곰팡이병도 단양재래종과 유사하게 저장 초기부터 저장 6개월까지는 거의 발생하지 않았지만 저장 8개월째인 수확 이듬해 2월부터는 조금씩 발생하여 10개월째에는 발생이 급증하는 양상을 보였다(Table 5).

단양재래종과 남도종 모두 저장 6개월째인 12월까지 푸른곰팡이병이 거의 발생되지 않다가 저장 8개월째부터 푸른곰팡이병이 발생하기 시작한 것은 저장기간 동안 마늘 인편에서 싹이 나고 갈변화가 진행됨에 따라 병에 대한 저항성이 떨어진 것으로 판단된다.

마늘을 생체로 장기간 저장하기 위해서는 수확 1개월 전에 재배하는 마늘에 농약을 살포하여 토양으로부터 마늘썩음병과 푸른곰팡이병의 감염을 감소시킨 후에 Tebuconazole 농약으로 약 10분 정도 침지 처리하는 방법이 가장 효

과적인 방법으로 판단된다. 마늘 저장기간 동안 발생하는 마늘썩음병과 푸른곰팡이병 방제에 효과가 있는 tebuconazole 등을 수확후에 사용하기 위해서는 농산물 저장병 방제를 위한 농약등록시험기준 마련이 필요할 것으로 판단된다.

Literature Cited

- Bae, R. N. S. D. Yun, Y. K. Ahn, I. G. Mok and C. I. Lim (2002) Differences in plant growth and bulb development as affected by storage temperatures of two garlic (*Allium sativum* L.) cultivars. Kor. J. Hort. Sci. Technol. 20(2):95-99.
- Barkai-Golan, R. (2001) Postharvest disease of fruits and vegetables: development and control. Elsevier B.V., Amsterdam, pp. 417.
- Kim, J. H., J. J. Kim, J. W. Jeong, H. J. Lee and J. N. Kim (2002) Quality changes of garlic during by stem and root cutting treatments. Korean J. Food Preserv. 9(4):362-368.

- Kim, Y. K., S. B. Lee, S. Y. Lee, H. S. Shim and I. H. Choi (2003) Cultural and chemical approach to control garlic storage rot. *Korean Society for Pesticide Science* 7(2):139-148.
- Lee, S. H. (2002) Antifungal effect of chitosan on fungi from kiwi fruit, sweet potato, garlic and grape, Woosuk University.
- Lee, W. S. (1981) Studies on Improving Storage Capability of Garlic. *Research Review of Kyungpook National Univ.* 31:451-458.
- Park Y. M., J. M. Hwang and H. T. Ha (2000) Storability of garlic bulbs as influenced by postharvest clipping treatments and storage temperature. *J. Kor Soc. Hort. Sci.* 41(4):315-318.
- Poole, R. R., and L. C. McLeod (1994) Development of resistance to picking wound entry *Botrytis cinerea* storage rots in kiwifruit. *N.Z. J. Crop Hort. Sci.* 22(4):387-392.
- Poole, P. R., L. C. McLeod, K. J. Whitmore and G. Whitaker (1998) Preharvest control of *Botrytis cinerea* rots in stored kiwifruit. *Acta Hort.* 464:71-76.
- Prusky, D. (1998) Mechanisms of resistance of fruits and vegetables to postharvest diseases. *ACIAR Proc.* 80:19-33.
- Prusky, D. (1996) Pathogen quiescence in postharvest diseases. *Ann. Rev. Phytopathol.* 34:413-434.
- Terry, L. A., D. C. Joyce and B. P. S. Khambay (2003b) Antifungal compounds in Geraldton waxflower tissues. *Aust. Plant Pathol.* 32(3):411-420.
- Terry, L. A., D. C. Joyce, N. K. B. Adikaram and B.P.S. Khambay (2003a) Preformed antifungal compounds in strawberry fruit and flowers. *Postharvest Biol. Technol.* 31(2):201-212.
- Tsukamoto, Y. (1973) Dormancy of bulbous crops. *Chem. Reg. of Plants.* 8:21-30
- You O. J., Y. H. Lee, Y. D. Jin, J. B. Kim, S. G. Hwang, S. H. Han and J. E. Kim (2007) Antifungal activity of pesticides to control dry rot and blue mold during garlic storage. *Korean J. of Pesticide Science.* 11(4):331-338.
- You O. J., Y. D. Jin, S. G. Hwang, Y. H. Lee, Y. B. Ihm, J. B. Kim, O. K. Kwon, K. S. Kyung and J. E. Kim (2009) Safety Assessment of Pesticides Treated on Garlic to Control Black Rot during the Storage. *Korean J. of Pesticide Science* 13(3):148-158.
- Zainuri, D. C. Joyce, A. H. Wearing, L. Coates and L. Terry (2001) Effects of phosphonate and salicylic acid treatments on anthracnose disease development and ripening of 'Kensington Pride' mango fruit, *Aust. J. Exp. Agric.* 41:805-813.

● ● 마늘 수확 후 발생하는 마른썩음병과 푸른곰팡이병 방제를 위한 살균제 효과

박종현 · 김장역¹ · 유오종^{2*}

농림축산식품부 축산환경복지과, ¹경북대학교 농업생명과학대학 응용생물과학부, ²농촌진흥청 연구정책국 농자재산업과

요 약 마늘 저장기간 중 부패병을 유발시키는 주된 병원균 중 마른썩음병과 푸른곰팡이병 발생양상과 방제효과를 조사하였다. 마른썩음병과 푸른곰팡이병의 방제효과가 우수한 diphenylamine, tebuconazole 및 prochloraz에 살충제인 dimethoate를 각각 혼합하여 마늘 저장기간 중 방제 효과를 조사하였다. 시험은 단양재래종 및 남도종에 농약을 처리하여 10개월 동안 마른썩음병과 푸른곰팡이병 발생양상을 조사하였다. 단양재래종 저장시 마늘을 부패시키는 주된 병원균인 마른썩음병은 저장 초중기인 0~6개월까지 많이 발생하였다. 수확전 1개월 전에 Diphenylamine EC + Dimethoate EC, Tebuconazole WP + Dimethoate EC 및 prochloraz EC + Dimethoate EC를 살포한 경우에는 저장 3개월까지 방제효과가 있었다. 수확한 마늘을 침지하였을 경우에는 Tebuconazole WP + Dimethoate EC 처리구가 저장 2개월부터 10개월까지 방제 효과가 있는 것으로 조사되었으나 유의성은 낮았다. 남도종의 경우에는 마늘의 중구가 벌어진 형태로 되어 있어 인편에 통풍이 양호하여 단양재래종보다 마른썩음병 발병률이 낮게 조사되었다. 또한 저장 8개월까지 발생률이 일정하였으나 10개월째인 수확 이듬해 4월에는 상승하는 경향이 있었다. 단양재래종 및 남도종의 저장기간 중 푸른곰팡이병은 거의 발생 되지않아 처리 농약별 방제효과 비교는 어려웠으나 발생양상은 유사하였다. 저장시기별 부패를 발생정도는 저장 0~6개월까지는 일정하였으나, 저장 8개월부터, 즉 이듬해 2월부터 부패율이 증가하는 경향을 보여주고 있다. 이는 마늘 저장기간 중 초중기의 부패는 주로 마른썩음병에 의하여 발생되고 있으며, 저장후기에는 푸른곰팡이병이 마늘의 부패에 영향을 많이 미치는 것으로 생각된다.

색인어 마늘, 살균제, 마른썩음병균, 푸른곰팡이병균

● ●