

Acetic acid에 의한 저온저장고 내의 균발생 억제 효과

임병선* · 윤해근 · 정석태 · 최선태

농촌진흥청 원예연구소

Inhibition of Incidence of Fungi in Cold Storage Room by Acetic Acid

Byung-Seon Lim, Hae-Keun Yun, Seok-Tae Jeong, and Seon-Tae Choi

National Horticultural Research Institute, RDA, Suwon 440-706, Korea

*corresponding author

ABSTRACT Postharvest diseases developed on harvested products result in a great economic loss. The objective of this research was to develop a chemical treatment to control major postharvest pathogens including *Botrytis cinerea* and *Penicillium expansum* in the cold storage room. Acetic acid ($2.4 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$, $4.8 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$) inhibits spore germination and mycelial growth of *B. cinerea* and *P. expansum* on PDA at room temperature (25°C) and low temperature (2°C). Fumigation of cold storage room with SO_2 ($5 \text{ g} \cdot \text{m}^{-3}$) gas or gaseous acetic acid ($4.8 \text{ g} \cdot \text{m}^{-3}$) prior to operation greatly reduced population of fungi in the cold storage room.

Additional key words: *Botrytis cinerea*, *Penicillium expansum*, acetic acid, mycelial growth, spore germination, storage room

서 언

과실의 저장유통 중에 발생하는 부패로 인한 경제적 손실에 대한 정확한 자료는 없으나 수확 후 손실량이 무려 10-50%에 이르며, 특히 저장, 유통시설이 부족한 개발도상국에서는 손실량이 매우 높다고 하였다(Jeffries와 Jeger, 1990). 국내에서도 이주 최근에 들어 서야 수확 후 손실에 관한 연구가 매우 중요하다는 인식이 싹트기 시작하였다. 수확 후의 부패율을 줄이기 위하여 methyl bromide (Drake 등, 1988; Gaunce 등, 1981)나 유황 등으로 소독하는 경우도 있으나 최근 들어 인체에 대한 유해성 여부 등에 논란이 일어 선진국 등에서는 점차 사용이 금지되고 있는 실정이다. 또한 과실에서 나타나는 많은 휘발성 성분들은 *Botrytis cinerea*균 등 특정한 균의 방제에 효과적이라고 하였으나 실용적인 활용이 어려우며 (Wilson 등, 1987), 최근 들어 acetaldehyde나 acetic acid 등이 *Botrytis cinerea*나 *Penicillium expansum* 등의 균포자발아 및 생장억제에 효과가 있다고 보고되었다(Sholberg 등, 1995; Stadelbacher 등, 1974). 과실저장시 주로 문제가 되는 *B. cinerea*와 *P. expansum* 등에 의한 부패는 저장 전의 과실 감염에 의한 것이기도 하지만 저장 중 저장고 내에서의 2차 감염에 의한 부패나 손실이 적지 않을 것으로 여겨진다. 이에 본 연구에서는 acetic acid 훈증에 의한 저장고 소독방법의 실용성을 검토하고자 하였다.

재료 및 방법

공시균주

수확 후에 부패되고 있는 포도 과실로부터 *B. cinerea*와 *P. expansum*을 분리하였으며 병원성 검정 시험을 거쳐 병원성이 확인된 균주 중에서 각각 1균주씩을 본 시험에 공시하였다.

공시배지

Potato dextrose agar(PDA)를 공시하여 포도 과실에서 분리한 병원균을 배양하여 포자를 형성시키고 이를 회수하여 포자현탁액 조제에 사용하였으며 acetic acid의 병원균에 대한 항균활성을 조사하기 위하여 PDA상에서 포자의 발아억제시험과 군사생장억제시험을 수행하였다.

포자 발아억제 및 군사 생장 억제시험

12시간을 주기로 빛이 조사되는 25°C 항온기에서 7일간 배양한 병원균의 포자를 채취하여 멸균수를 사용 각각 $5 \times 10^5 \text{ spores} \cdot \text{mL}^{-1}$ 의 농도가 되도록 포자현탁액을 제조하였으며, 각각의 포자현탁액을 $50 \mu\text{L}$ 씩(3회 6반복) acetic acid($2.4 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$, $4.8 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$)가 함유된 PDA 배지상에 dropping하고, 무균상에서 건조시키고, 24시간 동안 항온기에서 배양한 후 현미경 검경을 통해 병원균 포자의 발아

* Received for publication 22 February 2001. Accepted for publication 25 April 2001.

을 조사하였다. 병원균의 균사 생장억제시험은 균의 포자현탁액을 배지에 dropping하고 상온(25℃)에서는 3일과 7일 후에, 저온(2℃)에서는 10일과 20일 후에 균총의 직경을 조사하여 비교하였다.

Acetic acid 및 유향훈증 방법

Acetic acid 처리는 자체 고안한 hot plate를 이용하여 $4.8\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$ 을 휘발시켰으며 SO_2 는 알코올에 적셔진 거즈를 비커에 넣고 $5\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$ 의 양을 훈증처리하였다.

저장고 내의 균밀도 변화 시험

저장고(2.5×2.5×3m) 내의 균밀도 변화를 조사하기 위하여 acetic acid 처리 전, 처리 후 3일, 7일, 10일 만에 저장고내의 임의의 5군데에서 균의 출현을 조사하였다. PDA(petridish, $\phi 8.5\text{mm}$) 배지를 뚜껑을 열어 놓은 채로 4시간 동안 방치한 후 배지의 뚜껑을 닫고 곧바로 25℃ 항온기에 넣고 3일간 배양한 후 PDA 배지상에 나타나는 균총의 수를 조사하여 균밀도의 변화를 비교 조사하였다.

결과 및 고찰

저온저장고에 발생하는 과실의 부패병원인 *Botrytis cinerea* 및 *Penicillium expansum*를 대상으로 acetic acid에 의한 포자 발아억제 효과 및 발아관 생장억제효과를 조사하였다. 상온(25℃)에서 포자발아 시험을 행한 결과, 두 종류의 병원균에 대해 포자 발아억제 효과가 나타났으며 특히 농도가 높은 $4.8\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 경우에는 처리 24시간 후에도 전혀 포자가 발아하지 않았을 정도로 그 효과가 뚜렷하였다(Table 1, Fig. 1, 2).

상온(25℃)에서의 균사생장 억제효과도 포자 발아억제효과와 같은 경향이었는데 특히 $4.8\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 처리구에서는 *B. cinerea* 및 *P. expansum* 모두 처리 7일 후에도 거의 성장하지 못할 정도로 완전한 균사생장 억제효과를 나타내었다(Table 2, Fig. 3). 즉, acetic acid는 저장고 내의 주요 과실 부패병원인 *B. cinerea* 및 *P. expansum*에 대해 포자발아억제뿐만 아니라 균사생장 억제에도 효과가 있다.

저온(2℃)에서의 *B. cinerea* 및 *P. expansum*에 대한 acetic acid의 균사생장 억제효과 시험에 있어서도 상온에서와 마찬가지로 acetic acid의 농도가 높을수록 균사생장 억제효과가 증가하였다. Acetic acid를 함유하지 않은 배지에서는 직경이 10.7mm 정도의 균총이 형성되었지만, 특히 $4.8\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 를 함유한 배지(PDA)에서는 처리한 후 20일이 경과하여도 두 종류의 부패병원균의 균총이 전혀 형성되지 않았다(Table 3). 이러한 결과는 acetic acid는 상온에서뿐만 아니라 저온에서도 저장고내의 과실 부패병원균에 대한 포자 발아 및 균사생장 억제효과가 탁월함을 나타내는 것이다.

이상의 결과를 토대로 저온저장고 내에 발생하는 과실 부패병의 발생을 감소시킬 수 있는 방법의 일환으로 acetic acid의 이용가능

Table 1. Spore germination of *Botrytis cinerea* and *Penicillium expansum* by different concentrations of acetic acid (25℃, 24 hours after incubation).

Treatment	Rate of spore germination (%)	
	<i>B. cinerea</i>	<i>P. expansum</i>
Control	95.0	89.8
Acetic acid 2.4 mg · L ⁻¹	92.5	74.7
Acetic acid 4.8 mg · L ⁻¹	0	0

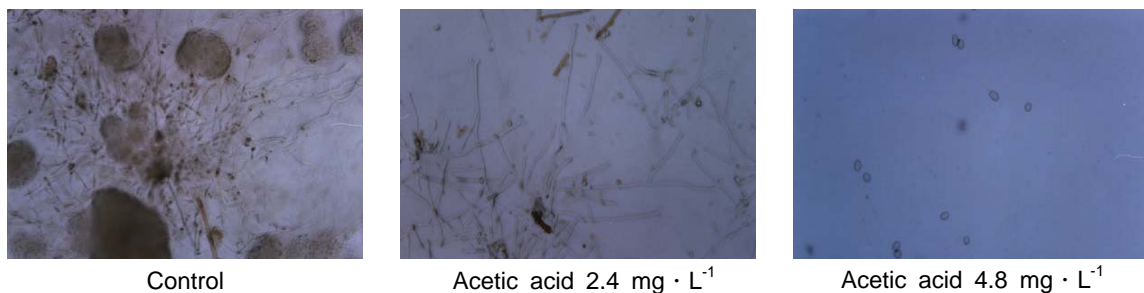


Fig. 1. Inhibition of spore germination of *Botrytis cinerea* by acetic acid treatment (25℃, 24 hours after incubation).

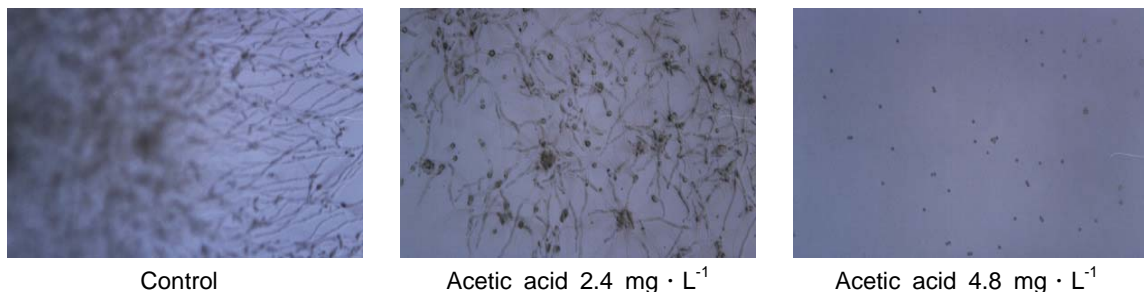


Fig. 2. Inhibition of spore germination of *Penicillium expansum* by acetic acid treatment (25℃, 24 hours after incubation).

Table 2. Mycelial growth of *Botrytis cinerea* and *Penicillium expansum* by different concentrations of acetic acid at 25°C.

Treatment	Colony diameter (mm) of <i>B. cinerea</i>		Colony diameter (mm) of <i>P. expansum</i>	
	3 days after treatment	7 days after treatment	3 days after treatment	7 days after treatment
Control	8.0	16.2	5.9	12.8
Acetic acid 2.4 mg · L ⁻¹	5.2	13.2	4.5	8.2
Acetic acid 4.8 mg · L ⁻¹	0.6	1.6	0.0	0.0

Table 3. Mycelial growth of *Botrytis cinerea*, *Penicillium expansum* by different concentrations of acetic acid at 2°C.

Treatment	Colony diameter (mm) of <i>B. cinerea</i>		Colony diameter (mm) of <i>P. expansum</i>	
	10 days after treatment	20 days after treatment	10 days after treatment	20 days after treatment
Control	6.6	14.2	4.9	10.7
Acetic acid 2.4 mg · L ⁻¹	4.3	9.2	3.3	9.8
Acetic acid 4.8 mg · L ⁻¹	0.0	0.0	0.0	0.0

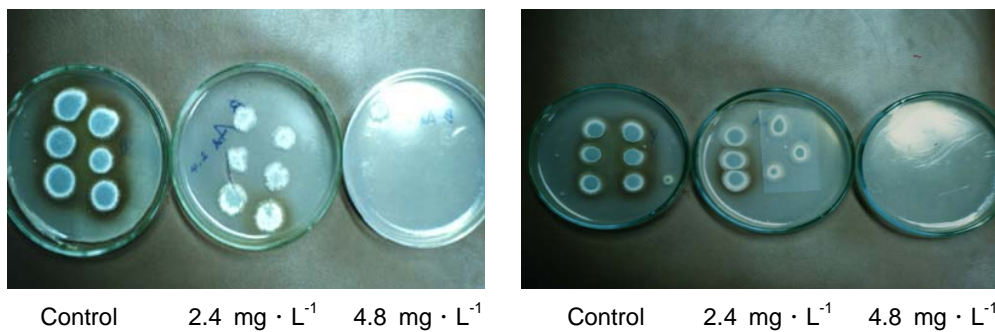


Fig. 3. Inhibition of mycelial growth of *Botrytis cinerea* (left) and *Penicillium expansum* (right) by different concentrations of acetic acid (25°C, 7 days after incubation).

성을 확인하고자 기존 SO₂ 살균소독방법과 acetic acid 처리에 의한 저온저장고 살균효과를 비교하였다. 저온저장고를 가동하기 전에 기존의 SO₂ 가스와 acetic acid를 각각 훈증처리한 후 PDA 배지 상에 출현하는 곰팡이의 수를 조사한 결과, SO₂ 5 g · m⁻³과 acetic acid 4.8 g · m⁻³ 두 처리 모두 무처리에 비하여 균의 발생을 감소시키는 효과가 나타났다(Table 4, Fig. 4). 이러한 결과는 acetic acid의 훈증으로 균발생을 억제할 수 있다는 기존에 보고된 결과(Sholberg 등, 1995)와 일치하였다.

아황산가스를 이용한 과실의 저장중 부패병을 방지하는 기술은 이미 인체에 대한 위해성의 시비로 부패병 방제를 위한 이용에 문제점이 있는 것으로 보고되어 있다(Sholberg와 Gaunce, 1995; Smilanick 등, 1990). 따라서 저장고 내의 부패병 방지를 위한 새로운 대안이 요구되고 있는 실정이며 본 논문에서는 저장고 내에서의 과실 부패병 발생을 억제할 수 있는 방법의 일환으로 acetic acid의한 저장소독방법의 실용성을 검토하였다. 그러나 실제 적

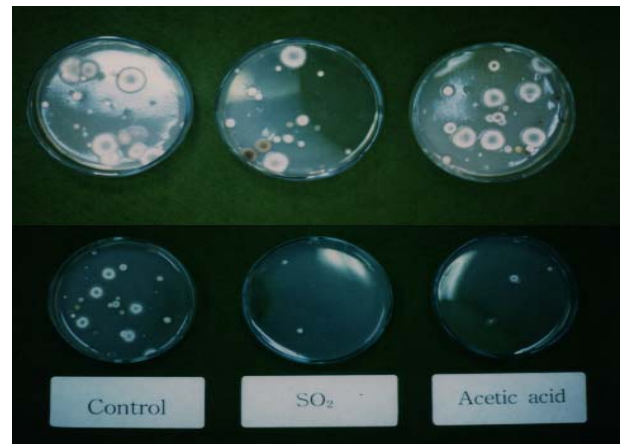


Fig. 4. Appearance of fungal growth on PDA from the cold storage room treated with SO₂ (5 g · m⁻³) and gaseous acetic acid (4.8 g · m⁻³). Fungi were collected for 4 hours on PDA from the cold storage room 10 days after treatment and incubated at 25°C for 3 days (upper: before, lower: after treatment).

Table 4. Comparison of fungal appearance in the cold storage room (2°C) treated with two chemicals.

Treatment	Number of colonies in the PDA			
	0 day	3 days after treatment	7 days after treatment	10 days after treatment
Control	26.2	25.0	20.4	34.8
SO ₂ (5 g · m ⁻³)	23.2	2.0	2.6	2.4
Acetic acid (4.8 g · m ⁻³)	25.1	3.0	1.4	4.0

용시 인체에 대한 자극성이 있다는 점을 염두에 두어야 하며 향후 이에 대한 보완책이 요구된다.

초 록

Acetic acid는 상온(25℃)에서 저온저장고에 발생하는 과실의 부패병원인 *Botrytis cinerea* 및 *Penicillium expansum*의 포자발아 및 발아관 생장 억제에 효과가 나타났다. 4.8mg · L⁻¹의 acetic acid 함유배지에서는 처리 12시간 후에도 *B. cinerea* 및 *P. expansum*의 포자가 전혀 발아하지 않았으며, 처리 7일 후에도 거의 성장하지 못할 정도로 완전한 균사생장 억제효과를 나타내었다. 저온(2℃)에서도 *B. cinerea* 및 *P. expansum*에 대해 acetic acid의 농도가 높을수록 균사생장 억제효과가 증가하였으며 4.8mg · L⁻¹를 함유한 배지(PDA)에서는 처리한 후 20일이 경과하여도 균총이 전혀 형성되지 않았다. 저온저장고를 가동하기 전에 기존의 SO₂(5g · m⁻³) 가스와 acetic acid(4.8g · m⁻³)를 처리한 저장고에서 출현하는 균의 발생을 감소시켰다. 그러나 실제 적용시 인체에 대한 자극성이 있다는 점에 대한 보완책이 필요할 것으로 생각되었다.

추가 주요어 : *Botrytis cinerea*, *Penicillium expansum*, 초산, 발아관 생장, 포자발아, 저장고

인용문헌

Drake, S.R., H.R. Mottiff, J.K. Fellman, and C.R. Sell. 1988. Apple

quality as influenced by fumigation with methyl bromide. J. Food Sci. 53:1710-1713.

Gaunce, A.P., H.F. Madsen, and R.D. McMullen. 1981. Fumigation with methyl bromide to kill larvae and eggs of the codling moth in lambert cherries. Entomological Society of America. p. 154-157.

Jeffries, P. and M.J. Jeger. 1990. The biological control of post-harvest diseases of fruit. Postharvest News and Info. 5:365-368.

Melven, C.H. and M. Uota. 1961. Effect of concentration, exposure time, temperature and relative humidity on the toxicity of sulfur dioxide to the of *Botrytis cinerea*. Phytopathology 51:815-819.

Moyls, A.L., P.L. Sholberg, and A.P. Gaunce. 1996. Modified-atmosphere packaging of grapes and strawberries fumigated with acetic acid. HortScience 31:414-416.

Sholberg, P.L. and A. P. Gaunce. 1995. Fumigation of fruit with acetic acid to prevent postharvest decay. HortScience 30:1271-1275.

Smilanick, J.L., P.L. Hartsel, D. Henson, D.C. Fouse, M. Assemi, and C.M. Harris. 1990. Inhibitory activity of sulfur dioxide on the germination of spores of *Botrytis cinerea*. Phytopathology 80: 217-220.

Stadelbacher, G.J. and K. Prasad. 1974. Postharvest decay of apple by acetaldehyde vapor. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 99:364-368.

Wilson, C.L., J.D. Franklin, and B.E. Otto. 1987. Fruit volatiles inhibitory to *Monilinia fructicola* and *Botrytis cinerea*. Plant Disease 71(4):316-319.