

신고배 저장중 과피얼룩 및 부패병에 대한 방제 효과

이중섭* · 최진호¹ · 박종한 · 김대현 · 한경숙 · 한유경

국립원예특작과학원 원예특작환경과, ¹배시험장

Effect of Skin Sooty and Decay Disease Control on 'Niitaka' Pear Fruit for Storage

Jung-Sup Lee*, Jin-Ho Choi¹, Jong-Han Park, Dae-Hyun Kim,
Kyung-Sook Han and You-Kyoung Han

Horticultural & Herbal Crop Environment Div. National Institute of Horticultural & Herbal Science,
RDA, Suwon 440-706, Korea

¹Pear Experimental Station, National Institute of Horticultural & Herbal Science, RDA, Naju 523-820, Korea

(Received on November 10, 2009; Accepted December 10, 2009)

Postharvest skin sooty dapple and decay disease of pear fruit often originates at small stain symptoms that occurred during harvest and handling. Experiments were conducted to characterize the effect of timing of application of disease control materials, and to evaluate sequential postharvest applications of fungicides or fungicides and bio-control agents. Fungicides and bio-control agents were increasingly less effective when the period between harvest and application was prolonged. Thiabendazole (TBZ) applied to fruit without artificial wounding or inoculation effectively reduced skin sooty and decay disease when applied within 3 weeks or 6 weeks in 2 years of study. TBZ, Fludioxonil and pyrimethanil were effective in controlling skin sooty and decay disease at artificial wounds inoculated with *Cladosporium tenuissimum* up to 14 days after inoculation. Application of TBZ at harvest followed 3 weeks later by application of Fludioxonil was superior to application of TBZ at harvest alone. Two bacterial biocontrol agents reduced skin sooty and decay disease at pear wounds inoculated with *C. tenuissimum* up to 14 days after inoculation with *C. tenuissimum*, but were ineffective when applied at 28 days after inoculation. Of possible sequential arrangements of fungicide and bio-control treatments, application of the most effective material promptly after harvest generally resulted in the highest level of disease control.

Keywords : *Bacillus vallismortis* EXTN-1, Postharvest management, *Pyrus pyrifolia*, Storage

배 장기 저장 중 몇 개의 병원균에 의해 과피에 얼룩 증상 및 부패병이 발생되어 배 재배 농가에서 경제적으로 큰 손실을 유발하고 있다(Kupferman, 1998). 한편, 배 재배 농가들은 저장 중 과피얼룩 및 부패병 발생을 줄이기 위하여 살균제 또는 친환경 생물제를 이용하여 수확 전후 과실에 살포하여 방제하고 있다(Chand-Goyal과 Spotts, 1997; Roberts, 1994). 또한, 지난 몇 년 동안 국내 뿐만 아니라 동양배를 재배하고 있는 일본, 중국, 미국에서도 이와 유사한 병해가 발생되어 베노밀 또는 티아벤다졸

(benomyl or thiabendazole [TBZ]) 등 몇 종의 약제를 이용하여 방제하고 있다. 최근, 미국, 일본 등 배 재배지역에서는 수확 후 부패병 방제를 위해 피리메타닐과 플루디옥소닐 수확제를 배에 등록하여 사용함으로써 수확 후 과실 저장 중 과피얼룩 및 부패과 발생을 줄이는데 효과가 있음을 보고하고 있다(Errampalli, 2003; Vostermans 등, 2005). 신고배는 국내 뿐만 아니라 중국, 일본에서도 장기 저장을 위해 과숙되지 않은 상태로 수확하여 야적처리로 과실 품질을 저하시켜 저온 저장고에 입고하여 5~6개월 이상 장기 저장하고 있다(Hansen and Mellenthin, 1979). 한편, 과실수확 후 저장업자 또는 저장 농가별로 관리방법이 동일하지는 않지만 저장 중 부패방지를 위해

*Corresponding author

Phone) +82-31-290-6230, Fax) +82-31-290-6259

Email) suel3841@korea.kr

저장 전 과실이 담긴 상자를 약제에 침지 또는 살포하여 처리하든지 또는 출하를 위해 선과 후 살포하여 방제한다. 대규모 상업용 과실은 신선도를 유지하면서 저장기간을 연장하기 위해 온도 또는 대기환경을 조절하면서 저장한다. 그러나, 대부분의 농가에서는 적숙기에 수확된 다량의 과실을 수확 후 발병억제 처리를 하지 않고 상자에 담아 저온저장고내에서 장기간 저장하기 때문에 저장고의 관리상태에 따라 과피얼룩 및 부패과의 발생은 차이를 나타내고 있다(Vostermans 등, 2005; Kupferman, 1998). 수확 후 장기저장 과실은 *C. tenuissimum*, *Penicillium expansum* 등 병원균에 의해 피해가 발생할 가능성이 높기 때문에 가능한 과실의 상처가 발생되지 않도록 주의해서 관리하고 있으나 저장 중 부패과의 발생억제를 위한 저장 전 약제처리를 수행하지 않고 있다(Fidler 등, 1973). 그러나, 장기 저장중인 과실에서는 *C. tenuissimum*, *Penicillium expansum*, 그리고 *Mucor piriformis* 등 병원균에 의해 과피얼룩 및 부패과의 발생과 밀접한 관련을 갖고 있다고 보고되어 있다(Xiao 등, 2004). 따라서 수확 및 유통 중 과실 표면에 형성된 작은 얼룩 또는 상처는 병 발생을 더욱 증가시킬 수 있다(Spotts 등, 1998). 결론적으로 수확 후 저장유통중 과피얼룩 및 부패과 발생억제를 위한 처리는 매우 중요하다. 따라서 본 연구의 목적은 약제 및 친환경 생물제제의 처리조합과 수확전후 처리시기에 따른 저장 중 과피얼룩 및 부패병의 발생억제 효과를 구명하기 위해 수행하였다.

재료 및 방법

무접종구의 TBZ 처리. 2007년 국립원예특작과학원 배시험장 포장에서 신고(25년생)를 수확기인 9월 하순에 TBZ(Syngenta)를 1.25 mL⁻¹(0.6g a.i.L⁻¹)의 농도로 동력분무기(모델 : KI 201, 건일)를 이용하여 살포하였다. 약제 살포 후 20일이 지난 10월 중순에 과실의 당도를 측정 후 수확직기로 판단되어 5주로부터 100개씩 모두 500개의 과실을 수확하였다. 각각의 나무로부터 수확한 과실은 모두 실내로 이동하여 실온에 5일간 보관하여 품온을 저하시킨 후 과실봉지를 모두 제거하여 플라스틱 상자에 넣어 1~2°C 저장고에 보관하였다. 그 후 각주로부터 수확한 저장중인 100개의 과실을 3, 6, 9주에 TBZ를 처리하여 저장하였다. 저온저장 5개월 후 모든 과실로부터 과피얼룩 및 부패과 발생정도를 조사하였다.

병원균 접종 후 약제 처리. 2007년과 2008년 상기 기술한 방법과 동일하게 배시험장 포장으로부터 수확직기에 신고를 수확하여 저온저장 하였다. 저장 8일 후 모든

과실을 꺼내어 0.1% sodium hypochlorite 용액에 30초간 침지하여 표면살균 후 멸균수를 이용하여 2회 세척하였다. 그 후 각각의 과실 표면 3부분에 바늘(2 mmØ×3 mm 깊이)을 이용하여 인위적으로 상처를 유발한 후 *C. tenuissimum* 포자현탁액(1×10⁶ sporeL⁻¹)을 분무 접종하였다. 포자현탁액 조성은 PDA 배지(20°C)에서 2주동안 생장한 균사의 표면을 슬라이드 글라스를 이용하여 수집한 후 hemacytometer를 이용하여 증류수를 첨가하여 포자접종 농도를 조절하였다. 각 주로부터 수확한 5개의 과실을 5반복으로 모두 25개의 과실에 처리하였다. 이때 TBZ는 위에 기술한 방법과 동일하게 처리하였다. 또한 Fludioxonil(0.6 gL⁻¹)(0.3g a.i.L⁻¹)와 pyrimethanil(2.5 mL⁻¹)(1.0 g a.i.L⁻¹)의 처리농도를 각각 조절하여 접종 후 0, 1, 2, 7, 14 그리고 21일에 과실표면에 직접 살포하여 처리하였다. 처리 후 과실을 플라스틱 상자에 넣어 저온저장하면서 과피얼룩 및 접종부위 부패과 발생을 60일(상처접종)과 150일(무상처 접종) 동안 조사하였다. 한편, 발병억제 효과는 TBZ(1.25 mL⁻¹)과 Fludioxonil(0.6 gL⁻¹) 그리고 pyrimethanil(2.5 mL⁻¹) 처리와 대조구(물처리)를 각각 비교하여 분석하였다.

생물제제 처리. 농진청에서 개발한 EXTN-1(동부한농) 생물제제를 수확 후 처리하였다. 생물제제는 *Bacillus vallismortis*가 주성분인 저항성 유도(Park 등, 2001)와 *Pseudomonas syringae* strain ESC-11, 9×10¹³ cfukg⁻¹ (Jeffers와 Hankinson, 1995)을 함유하고 있는 Bio-save 110 (EcoScience Corp., Worcester MA, USA)을 처리하였다.

한편, 시험포장내 5주로부터 수확한 신고 과실은 모두 0.1% sodium hypochlorite 용액에 30초동안 침지하여 과실 표면을 살균하였다. 각각의 과실을 멸균된 바늘(6 mmØ×3 mm 깊이)로 5부분에 상처를 유발한 후 *C. tenuissimum*(1×10⁶ cfuL⁻¹)의 포자현탁액 40 µl를 마이크로 피펫을 이용하여 접종하였다. 병원균 접종 후 0, 1, 7, 14, 그리고 28일에 생물제제를 1.65g⁻¹의 농도로 조절하여 5주로부터 과실 10개(상처과실 50개)에 처리하였다. 병원균 접종 및 시기별 생물제제 처리 과실을 플라스틱 상자에 넣은 후 1~2°C 저온저장고에 2개월 동안 저장하면서 과피얼룩 및 부패과 발생정도를 조사하였다. 또한, 수확 후 과실에 TBZ과 EXTN-1의 처리효과는 대조구(물살포), TBZ(1.25 mL⁻¹), EXTN-1(1.65 gL⁻¹) 및 Bio-save 110(1.65 gL⁻¹)를 수확직후 또는 수확 후 6주에 살포하여 방제효과를 각각 조사하여 분석하였다. 그리고, 무상처, 무접종 처리의 약제살포는 5반복으로 100개의 과실에 살포 후 1~2°C 저온저장고에 5개월 동안 저장하면서 과피얼룩 및 부패과 발생정도를 조사하였다.

결과 및 고찰

TBZ 처리 효과. 모든 시험은 포장내 존재하는 자연 감염에 의존하였으며 수확 후 저장 중 다발생하는 병원균은 *C. tenuissimum*이었다. 또 다른 과실 부패를 유발하는 병원균으로 *P. expansum*, *Botrytis cinerea* 그리고 정확히 동정되지 않은 분리율이 낮은 병원균 1~2개가 관여하는 것으로 판단되었다. 2007년 TBZ를 과실 수확 직후 또는 저장 3주에 살포한 결과 무처리에 비해 과피얼룩 및 부패과 발생을 현저히 억제하였으며, 2008년에는 저장 6주에 살포한 결과 저장 3주에 살포한 결과와 비슷하게 과피얼룩 및 부패과 발생을 억제하였다(Table 1).

한편, 저장중 과피오염 및 부패과 발생율은 2007년에서 보다 2008년에 실제적으로 더 높았는데 이는 수확 후 저장중 TBZ의 처리시기가 늦어졌기 때문인 것으로 판단되었다.

병원균 접종 후 억제 처리 효과. 수확 후 *C. tenuissimum*를 인위적으로 상처 접종한 과실에서 TBZ 처리는 병원균 접종 14일까지 현저하게 과피얼룩 및 부패과 발생을 억제하는 경향이였다(Table 2). 2007년 TBZ 및 Fludioxonil 처리는 병원균 접종 14일까지 현저하게 과피얼룩 및 부패과의 발생을 억제하였다. 그러나, 2008년 처리에서 접종 7일 처리는 발병이 억제되었으나 접종 14일처리에서는 66%의 발병량을 나타내어 처리기간이 길어질수록 발병억제력이 저하되는 것으로 나타났다(Table 2). 이는 2007년 처리와 비교시 처리효과가 낮아진 것으로 약제의 효과 저하에 의한 것이라기보다는 *C. tenuissimum*의 약제에 대한 저항성 유발 등에 의한 것으로 추정되어 이에 대한 추가적인 검토가 필요할 것으로 생각되었다. 그리고 Fludioxonil과 pyrimethanil도 2년간 시험에서 병원균

Table 1. Effect of application timing of thiabendazole on incidence of sooty dapple and decay in 'Niitaka' pear fruit after 5 months storage

Timing of thiabendazole treatment (week) ²	Sooty dapple incidence (%) ¹		Decay incidence (%) ¹	
	2007	2008	2007	2008
Untreated	4.1a	16.2a	7.2a	25.8a
0	0.2c	5.9c	2.1c	2.6c
3	2.8b	8.3bc	3.7b	5.7bc
6	4.9a	9.7b	6.8a	10.6b
9	5.3a	13.1ab	6.0ab	18.6ab

¹Fruit were not artificially inoculated. Values within columns followed by the same letter are not significantly different according to Fisher's protected LSD test ($P > 0.05$).

²0=at harvest; 3=3 weeks after harvest.

Table 2. Effect of timing of postharvest application of fungicides on incidence of sooty dapple and decay disease in 'Niitaka' pear fruit after 2 months storage

Days between inoculation and treatment	Treatment ¹	Percentage of wounds infected ²	
		2007	2008
0	Water	87.0a	100.0a
	Thiabendazole	1.0b	0.0b
	Fludioxonil	0.0b	0.0b
1	Water	94.0a	100.0a
	Thiabendazole	0.8b	0.0b
	Fludioxonil	0.0b	0.0b
2	Water	97.0a	100.0a
	Thiabendazole	0.0b	0.0b
	Fludioxonil	0.0b	0.0b
7	Water	89.4a	100.0a
	Thiabendazole	0.8b	0.8b
	Fludioxonil	0.0b	0.0c
14	Water	94.0a	100.0a
	Thiabendazole	0.0b	66.2b
	Fludioxonil	7.4b	3.8c
21	Water	49.8a	51.6b
	Thiabendazole	-	100.0a
	Fludioxonil	-	6.6c
	Water	-	86.7ab
	Thiabendazole	-	64.2b
	Fludioxonil	-	-
	Pyrimethanil	-	-

¹Thiabendazole was applied as 1.25 mL L⁻¹; Fludioxonil, 0.6 g L⁻¹, pyrimethanil 2.5 mL L⁻¹.

²After harvest, each fruit was wounded with a nail (2 mm diameter × 3 mm depth) and dipped in a spore suspension (1 × 10⁶ conidia L⁻¹) of *C. tenuissimum* prior to fungicide treatment. In 2008, Decay was evaluated 2 months after pathogen inoculation. Fruit were stored in 1~2°C. Values within columns followed by the same letter are not significantly different according to Fisher's protected LSD test ($P > 0.05$).

접종 후 7일에 처리하였을 때 현저히 과피얼룩 및 부패과 발생을 억제하였다. 그러나, 병원균 접종 후 14일에 Fludioxonil 처리시 과피얼룩 및 부패과 발생이 낮은 비율(3.8%)로 조사되었다. 또한, 2007년 병원균 접종 후 14일에 pyrimethanil를 처리하였을 경우 50% 정도의 발병량을 나타내어 발생억제가 접종 후 처리기간이 길어질수록 증가하는 경향이였다. 2008년에는 병원균 접종 후 21일에 Fludioxonil 및 pyrimethanil를 처리하였을 경우 64

Table 3. Effect of postharvest fungicide treatments on incidence of sooty dapple and decay disease in 'Niitaka' pears

Treatment and timing ^y		Percentage of fruit on ^z					
At harvest	3 weeks after harvest	Sooty dapple			Mold decay		
		2006	2007	2008	2006	2007	2008
Water	Water	4.4a	45.2a	48.3a	8.8a	39.3a	99.3a
Water	Thiabendazole	3.1a	-	41.0b	4.1b	30.1b	84.7b
Water	Fludioxonil	3.6a	-	33.5b	4.8b	25.8b	82.7b
Thiabendazole	Water	0.8b	29.4b	15.7c	1.2c	23.7b	40.7c
Thiabendazole	Fludioxonil	1.0b	11.0c	6.3d	1.4c	10.5c	13.3d
Fludioxonil	Water	0.7b	5.2c	1.3e	1.1c	5.1c	4.7e
Fludioxonil	Thiabendazole	0.6b	2.4c	0.5e	0.8c	2.8c	1.3e

^yIn 2006, treatments were applied to unwounded fruit without artificial inoculation. In 2007 and 2008, fruit were wounded with a nail (2 mm diameter×3 mm depth) and dipped in a spore suspension of *C. tenuissimum* (1×10^6 conidia L⁻¹) prior to treatment. Thiabendazole was sprayed at 1.25 mL L⁻¹, and Fludioxonil at 0.6 g L⁻¹ to fruit.

^zBetween and following treatments, all fruit were stored in plastic boxes at 1~2°C. Sooty dapple and decay incidence was evaluated after 2 months of storage (wound-inoculated fruit) or 5 months of storage (non-wounded fruit). Values within columns followed by the same letter are not significantly different according to Fisher's protected LSD test ($P > 0.05$).

~86%의 발병율을 보여 방제효율은 감소되었다(Table 2). 따라서, 병원균 인위접종 여부에 따른 수확 후 과피얼룩 및 저장중 부패과의 발생억제는 과실 수확 후 일주일 이내에 가능한 조기에 처리하는 것이 저장 및 유통중 발병억제에 효과적인 것으로 판단되었다. 한편, 2006년 병원균 접종없이 수확 후 3주에 TBZ 또는 Fludioxonil 처리는 저장중 과피얼룩 및 부패과의 발생을 현저하게 억제하였다(Table 3). 2007년 병원균 접종처리에서 비록 수확 후 3주에 TBZ 또는 Fludioxonil 단용처리로 부패과 발생이 약간 낮아졌으나 발병율은 82~84%로 여전히 높게 나타났다. 2006년 인위 접종없이 수확시 TBZ 또는 Fludioxonil 처리는 수확 후 3주에 살균제 처리와 관계없이 과피얼룩 및 부패과 발생을 현저히 억제하였다(Table 3). 또한, 2008년 인위 접종처리에서는 수확시 Fludioxonil 처리에서 과피얼룩 및 과실부패과 발생이 가장 낮았다. 과피얼룩 및 부패과 발생은 2007년 수확시 TBZ 및 수확 후 3주에 Fludioxonil 처리에서 수확시 Fludioxonil 처리와 비교시 큰 차이가 나타나지 않았다. 그러나 2008년 수확시 Fludioxonil 및 수확 3주 후 TBZ 처리에서는 수확시 TBZ 및 수확 후 3주에 Fludioxonil 처리에서 보다 과피얼룩 및 부패과 발생이 더 낮았다(Table 3). 이러한 결과는 수확 후 3주가 지난 것보다 수확직후 약제를 처리하는 것이 저장중 발병억제에 보다 효과적이라는 것을 나타내 주는 것이라 할 수 있다.

생물제제 처리효과. 두 종류의 생물제(EXTN-1, Bio-save 110)는 병원균 접종 후 14일까지 처리하였을 때 과실부패 증상이 억제되는 것으로 조사되었다(Table 4). 그러나, 처리제제 모두 병원균 접종 후 28일에는 발병억제

Table 4. Effect of timing of biocontrol agents on lesion development in 'Niitaka' pears inoculated with *C. tenuissimum*

Days between pathogen inoculation and introduction of biocontrol agent	Average lesion diameter (mm) ^z	
	EXTN-1	Bio-Save 110
0	0.0 a	8.7 a
1	5.4 b	9.1 a
7	9.9 c	11.0 b
14	10.5 c	9.0 a
28	16.2 d	14.4 b
No biocontrol	15.6 d	15.6 b

^zAfter harvest, each fruit was wounded with a nail (6 mm diameter×3 mm depth) and inoculated with spore suspensions *C. tenuissimum* (1×10^6 conidia L⁻¹) by pipet. EXTN-1 and Bio-save110 (1.65 g L⁻¹ of product containing the bacterium *Bacillus vallismortis* at 1×10^{11} cfug⁻¹, *Pseudomonas syringae* at 9×10^{13} cfukg⁻¹) were added to the same wounds at the indicated timings, and decay lesions were measured 2 months after pathogen inoculation. Fruit were stored in air at 1~2°C. Values within columns followed by the same letter are not significantly different according to Fisher's protected LSD test ($P > 0.05$).

효과가 저하되는 것으로 나타났다. 이러한 결과로 볼 때 생물제제의 부패억제 작용을 지속적으로 유지하기 위해서는 영양적인 측면과 공간확보를 위한 경쟁적인 측면에서 보다 추가적인 검토가 이루어져야 한다고 보고하고 있다(Filonow, 1998). 또한 Mari 등(2003)의 연구결과에 의하면 생물제제의 발병억제 효율은 기주조직내 병원균 침입이 진전되기 전 경쟁적인 관계에 따라 다르게 나타나며, 상처조직 내에서 조기 정착하는 정도에 따라 발병억제 효과는 차이가 있다고 보고하고 있다. 한편, 수확 후 6주에 Bio-save 110 및 TBZ 또는 수확시 water 처리

Table 5. Effect of postharvest fungicide and biocontrol agent treatment sequences on incidence of decay in 'Niitaka' pears

Treatment and timing ^z		Decay incidence (% of fruit)	
At harvest	6 weeks after harvest	2007	2008
Water	Water	8.9 a	11.1 a
Water	Bio-Save 110	8.2 a	13.5 a
Water	Thiabendazole	8.3 a	12.0 a
Bio-Save 110	Thiabendazole	7.8 a	5.9 b
Bio-Save 110	Water	6.8 a	5.2 b
Bio-Save 110	Bio-Save 110	-	2.6 b
Thiabendazole	Bio-Save 110	2.8 b	4.5 b
Thiabendazole	Water	5.6 ab	3.3 b
Thiabendazole	Thiabendazole	-	2.7 b

^zFruit were neither artificially wounded nor artificially inoculated. Between and following treatment, all fruit were stored in plastic boxes in air at 1~2°C. Thiabendazole was applied at 1.25 mL⁻¹, and Bio-Save 110 at 1.65 gL⁻¹ to fruit by spray application. Decay incidence was evaluated after 5 months of storage. Values within columns followed by the same letter are not significantly different according to Fisher's protected LSD test ($P > 0.05$).

는 저장중 부패과의 발생 억제율이 낮았다(Table 5). 또한, 2007년 수확시 Bio-save 110 및 수확 후 6주에 TBZ 또는 water 살포처리는 부패병 발병을 크게 억제하지 못하였다. 그러나, 수확시 TBZ 및 수확 후 6주에 Bio-save 110 처리는 무처리(물처리)와 비교시 부패병의 발생을 현저하게 억제하였다. 2008년에는 수확시 Bio-save 110 또는 TBZ 처리는 무처리와 비교시 발병율이 5.9%로 현저하게 부패과의 발생을 억제하였다. 그러나, 수확 6주에 지속적인 Bio-save 110 처리는 부패과의 발생을 더욱 억제하지는 못하였다. 한편, 수확 후 6주에 TBZ 또는 Bio-save 110의 처리는 2007년 Bio-save 110처리를 제외하고 발병율이 2.6~4.5%로 모두 발병억제 효과가 높게 나타났다(Table 5).

요 약

배 저장 중 신고에서 발생하는 과피얼룩 및 부패증상의 발생억제를 위해 2년간 시험한 결과 수확 후 약제 또는 생물제제 살포로 발병을 억제할 수 있었으며, 살포시기가 늦어질수록 발병가능성은 높은 것으로 나타났다. 한편, 처리시기와 관련하여 과실 수확 후 6주 또는 그 이후 처리는 상처부위의 부패 발생 억제효과가 낮았다. 그러나 TBZ를 수확 3~6주에 처리시 저장중 과피얼룩 및 부패과 발생은 현저히 억제되었다. 또한, TBZ, Fludioxonil

과 Pyrimethanil 처리에 의한 과피얼룩 및 부패과 발생은 상처접종 처리에서 최대 14일까지 발병이 억제되었다. 그리고 수확시 TBZ 및 3주 후 Fludioxonil 처리는 수확시 TBZ 단용처리보다 발병억제력이 높았다. 한편, 2종의 생물제제(EXTN-1, Bio-Save 110)는 *C. tenuissimum* 접종처리에서 저장 14일까지 발병을 억제하여 저장 유통중 발생하는 상처부위 발병 억제가 가능 할 것으로 판단되었다. 결론적으로 저장 중 과피얼룩 및 부패방제를 위해 서로 다른 약제조합을 수확 후 저장 전에 처리할 때 가장 높은 방제효과를 얻을 수 있었다.

참고문헌

- Chand-Goyal, T. and Spotts, R. A. 1997. Biological control of postharvest diseases of apple and pear under semi-commercial and commercial conditions using three saprophytic yeasts. *Biol. Control* 10: 199-206.
- Errampalli, D. 2003. Effect of fludioxonil on germination and growth of *Penicillium expansum* and decay in apple cvs. Empire and Gala. *Crop Protect.* 23: 811-817.
- Fidler, J. C., Wilkinson, B. G., Edney, K. L. and Sharples, R. O. 1973. The biology of apple and pear storage. Res. Rev. 3, Commonwealth Agric. Bur., Maidstone, Kent, UK, pp. 157-172.
- Filonow, A. B. 1998. Role of competition for sugars by yeasts in the biocontrol of gray mold of apple. *Biocontrol Sci. Technol.* 8, 243-256.
- Fungicide Resistance Action Committee, 1998. Status report and recommended fungicide resistance management guidelines. Global Crop Protection Federation, Brussels, pp. 27.
- Hansen, E. and Mellenthin, W. M. 1979. Commercial handling and storage practices for winter pears. Ore. State Univ. Ag. Exp. Sta. Special Rept. 550.
- Jeffers, S. N. and Hankinson, T. R. 1995. Biological control of postharvest diseases of apples and pears: preliminary results from the 1994 Bio-SaveTM field trial program. In: Proc. 11th Ann. Wash. Tree Fruit Postharvest Conf, Wenatchee.
- Kupferman, E. A. 1998. Postharvest applied chemicals to pears: a survey of pear packers in Washington, Oregon, and California. *Tree Fruit Postharvest J.* 9: 3-24.
- Mari, M., Bertolini, P. and Pratella, G. C. 2003. Non-conventional methods for the control of post-harvest pear diseases. *J. Appl. Microbiol.* 94: 761-766.
- Roberts, R. G. 1994. Integrating biological control into postharvest disease management strategies. *HortScience* 29: 758-762.
- Spotts, R. A., Sanderson, P. G., Lennox, C. L., Sugar, D. and Cervantes, L. A. 1998. Wound healing and staining of mature d'Anjou pear fruit. *Postharvest Biol. Technol.* 13: 27-36.

Vostermans, B., Creemers, P., Bylemans, D. and Garnier, A. 2005.
A new postharvest fungicide to control fruit rot on apple and
pear. *Commun. Agric. Appl. Biol. Sci.* 70: 79-89.
Xiao, C. L., Kim, Y. K. and Faubion, D. 2004. Decay control with

newtools. Washington State Univ. Tree Fruit Res. Ext. Ctr.
PostharvestInformationNetwork, [http://postharvest.tfrec.wsu.edu/
PC2004C.pdf](http://postharvest.tfrec.wsu.edu/PC2004C.pdf).