

약용식물 추출물에 의한 사과 저장병 방제 효과

백수봉* · 정일민

건국대학교 농과대학 식량자원학과

Effect of Medicinal Plant Extracts on Apple Storage Diseases

Su Bong Paik* and Ill Min Chung

Department of Crop Science, College of Agriculture, Kon-Kuk University, Seoul 143-701, Korea

ABSTRACT : This experiment was conducted to test the control effect of methanol extracts of 10 medicinal plants on apple storage diseases caused by *Botryosphaeria berengeriana*, *Glomerella cingulata* and *Penicillium expansum*. Out of the 10 medicinal plants, methanol extracts of *Coptis japonica* and *Anemarrhena asphodeloides* inhibited effectively the mycelial growth of *B. berengeriana*, *G. cingulata* and *P. expansum* *in vitro*, for which the inhibition ratios of the two plant extracts were 100.0% and 89.3%, 73.7% and 94.1%, and 100.0% and 51.6%, respectively. Spore germination of the three fungi was inhibited 100% only by *C. japonica* extract, but only *P. expansum* was inhibited 100% by *A. asphodeloides* extract. No lesion was formed by the fungi at 5°C up to 2 weeks after inoculation. Lesion sizes produced by the three fungi at the temperature ranges of 10°C to 25°C and infection of *B. berengeriana* and *G. cingulata* were inhibited by *C. japonica* extract, but not by *A. asphodeloides* extract, while no lesion was formed by the fungi at 5°C. Infections of the fungi on apples were somewhat stimulated by *A. asphodeloides* extract.

Key words : control, apple storage diseases, *Coptis japonica*, *Anemarrhena asphodeloides*, mycelial growth, spore germination.

산지에서 수확된 과실은 소비자에게 전달되기 전까지 생체로 수송 및 보관해야 하는데, 이 과정에서 과실의 신선도가 저하되고 병원미생물에 의한 감염으로 상품가치를 잃게 되어 경제적인 손해를 입게 된다. 특히 미생물에 의한 과실의 부패는 상품 가치를 완전히 상실케 하여 막대한 피해를 초래한다. 최근 원예 기술의 발달로 과실의 생산량이 늘어나고 있는데 곡류와는 달리 저장이 어려워 매년 수확기에 집중적으로 출하되어 낮은 가격으로 판매되어 생산자의 수익에 지장을 주고 있다. 따라서 과실의 안정적인 생산과 가격 안정을 위해서는 장기간 신선도를 유지하고 부패를 방지할 수 있는 저장기술을 확대 보급하는 것이 필요하다.

저장 중인 과실의 부패 방지를 위한 여러 가지 방법 중에 보편적인 방법은 저온 저장이나 저장 시설내 병 발생을 억제할 수 있는 조건(산소 농도를 낮추거나 이산화탄소의 농도를 높이는 등)을 형성해주는 것이다(12, 23, 29, 33). 또한 저장 전이나 저장 중에 열처리

하거나 γ -ray나 자외선 등을 처리(3, 4, 6, 8, 11, 19, 30, 32)하여 부패병 발생을 억제할 수 있다. 그러나 이러한 방제 방법은 시설비와 유지비가 많이 소요되며, 또한 실용성이 낮은 경우도 있어서 지금까지 미생물에 의한 부패를 방지하기 위해서는 주로 유기합성농약에 의한 화학적 방제법(5, 7, 10, 12, 24)이 사용되어 왔다.

화학적 방제법은 처리가 용이하고 방제효과도 높으나 농산물의 유통 및 저장 기간 중에 처리하면 분해되기 이전에 소비자에게 노출된다. 특히 생식을 하게 되는 과실의 경우 건조 또는 가공 과정이 생략되어 잔류농약이 그대로 섭취되므로 이의 해독이 더 클 수 있다. 우리나라에서 과실에서 농약이 검출되어 문제가 된 적이 있다(21). 또한 약제 내성균의 출현으로 방제 효과가 저하되거나 상실되는 것도 저장병의 화학적 방제에 있어서 문제가 된다(15, 20, 26, 31). 이에 따라 화학적 방제법의 대체할 수 있는 생물학적 방제의 필요성이 대두되었다. Wilson과 Pusey(35)는 수확후에 나타나는 식물병의 생물학적 방제의 성공 가능성을 언급하였으며, 저장병의 생물학적 방제 기술도 진보

*Corresponding author.

를 거듭하고 있다(36, 37). 그러나 아직까지는 미생물을 이용한 생물학적 방제효과는 유기합성농약처럼 방제 효과가 신속하고 크지 못하여 실제 병방제에는 거의 활용되고 있지 않다.

자연계에 항생성을 가지는 고등식물이 존재한다는 사실은 옛부터 전해져 많은 식물에서 항균 또는 살충 효과를 지니는 활성물질이 발견되었다(22, 28). 전형적인 식물유래의 항균성화합물은 lactones, quinones, ketones, phenolic compounds, acids, tannins, tropolones, stilbenes, sulphoxides, thiosulphinates, benzoxazolinones, flavonoids, isoflavones, isothiocyanates, alkaloids, 정유 및 배당체 등으로(16, 27) 이들을 이용한 천연식물성 농약개발에 많은 연구를 하고 있다. 특히 약용식물로 사용되는 경우 그 안전성이 실제적으로 입증된 경우이며 인체에 대한 해독이 크지 않아 유기합성농약에 비해 안전한 농약으로 이용될 수 있다.

본 연구에서는 우리나라에서 재배 또는 이용되고 있는 약용식물로부터 사과 저장 중에 피해가 심한 사과점무늬병, 탄저병 및 푸른곰팡이병에 대하여 활성을 가지는 항균성 식물을 탐색하여 안정성이 있는 천연식물성 농약개발 가능성을 검토하고자 한다.

재료 및 방법

병원균. 사과 저장중에 발생하는 주요 곰팡이 병원균인 사과 점무늬썩음병균(*Botryosphaeria berengeriana*), 사과탄저병균(*Glomerella cingulata*), 사과푸른곰팡이병균(*Penicillium expansum*)을 통상적인 방법에 의해 이병 사과로부터 분리하여 감자한천배지(PDA)에서 배양하여 시험의 병원균 균주로 사용하였다.

항균성 식물 및 물질 추출. 항균물질을 함유하고 있는 식물로 알려진 마늘(*Allium sativum*), 지모(*Anemarrhena asphodeloides*), 황련(*Coptis japonica*), 감초(*Glycyrrhiza uralensis*), 작약(*Paeonia albiflora*), 황백(*Phellodendron amurense*), 자리공(*Phytolacca esculenta*), 갈근(*Pueraria lobata*), 대황(*Rheum undulatum*) 및 주목(*Taxus cuspidata*) 등 10종의 약용식물을 공시하였다. 풍건한 식물체 분말 100 g과 methanol을 1:5(w/v)로 섞어 실온에서 24시간 정치시킨 후 여액을 감압농축, 동결건조하여 냉장고에 보관하였다가 살균수 10 ml로 녹인 것을 식물체 추출원액으로 사용하였다.

항균활성 조사. 식물체 추출원액 1 ml와 PDA배지 9 ml를 Petri dish에 분주하여 굳힌 후 중앙에 직경 5 mm의 공시 병원균의 균사 절편을 접종하고 20°C 항온기에서 5일 동안 배양시켜 균사 성장을 조사하였다.

식물체 추출물에 의한 군사생장 억제효과는 무처리외의 군사 생장에 대한 백분율로 표시하였다. 이 실험결과 황련과 지모만이 군사생장 억제 효과가 나타났다. 이 두 식물체 추출물의 포자발아 억제효과를 알아보기 위하여 황련과 지모 추출원액과 각각의 곰팡이 포자 현탁액(10^5 conidia/ml)을 각각 hole slide glass에 0.1 ml씩 넣고 20°C 항온기에서 넣어놓고 24시간후 포자 발아율을 조사하였다.

부패 방제 효과 조사. 각각의 병원균 포자현탁액(10^5 conidia/ml) 0.1 ml를 사과의 상처 부위(다섯 개의 바늘을 묶어서 상처를 냈, 3 mm 정도의 상처)에 접종하고 집중한 곳에 군사억제효과가 나타난 황련과 지모 추출원액 0.1 ml를 처리하였다. 집중 및 추출물 처리후 5°C, 10°C, 15°C, 20°C 및 25°C에 저장하여 7일 후부터 병반의 크기를 측정하여 처리별 발병정도를 조사하였다.

또 사과에 1 mm 상처를 내고(바늘 하나로 사과당 20곳에 상처 냈) 사과에 병원균 포자현탁액(10^5 conidia/ml)을 분무 집중하고 이어 황련과 지모 추출원액의 10배액을 소형 분무기로 살포하여 20°C 항온기에 저장하여 6일 후에 발병율(병반수/20×100)과 병반의 크기(병반 직경)를 조사하였다. 사과품종은 후지로 가락시장에서 구입하여 실온에서 약 15일 경과하고 육안으로 건전한 과실을 처리당 5개씩 공시했고 모든 실험은 3반복으로 실시하였다.

결과 및 고찰

군사생장 억제. 10종의 약용식물 methanol 추출액을 공시하여 *in vitro*에서 사과점무늬병균(*B. berengeriana*), 탄저병균(*G. cingulata*) 및 푸른곰팡이병균(*P. expansum*)에 대한 군사 생장 억제율을 조사한 결과는 Table 1에서 보는 바와 같다. 점무늬병균에 대해서는 황련(*C. japonica*)이 100%, 지모(*A. asphodeloides*)가 94.1%의 군사생장억제율을 보여 가장 높았으며, 탄저병균에 대해서도 각각 89.3%와 100%로 군사생장억제율이 가장 높았다. 그러나 푸른곰팡이병균에 대해서는 이 두 약용식물의 군사생장억제효과가 다른 두 곰팡이에 비해 상대적으로 낮아져 황련이 73.7%, 지모가 51.6%의 억제 효과를 나타냈다. 한편 작약(*P. albiflora*)도 세 가지 곰팡이 모두에 다소 높은 군사생장 억제 효과를 보였고, 생강(*G. uralensis*)은 푸른곰팡이 병원균에만, 마늘(*A. sativum*)과 황백(*P. amurense*)은 탄저병균에만 높은 군사생장 억제 활성을 나타내었다. 이상의 결과를 간추려보면 지모, 마늘, 황백(*P.*

amurense)은 탄저병균에, 황련과 작약은 검무늬병균에, 생강은 푸른곰팡이병균에 효과가 가장 크게 나타나 식물체 추출액의 병원균의 군사생장억제 효과는 곰팡이 종류에 따라 다르게 나타났다. 이것은 식물체에 포함된 항균물질이 균주에 따른 특이성이 존재하고 있기 때문이라 생각된다.

이 시험에서 항균활성이 있었던 식물체는 다른 연구 보고에서도 항균활성이 있는 것으로 나타났다. 즉 Coler-Smith 등(9), Amonker 등(1), Fliermans(13), Appleton 등(2)은 마늘의 추출액이 곰팡이의 성장을 억제한다고 했고, Gilliver(14)는 *Paeonia*속의 식물이 *Venturia inaequalis*의 포자를 억제한다고 했다. 또한 홍 등(17)은 국내재생 또는 재배식물 중 항균성물질이 인정되고 있는 13종의 식물을 공시하여 *Valsa ceralosperma*에 대하여 항균력을 검정한 결과 황백나무 수피로부터 얻은 조추출물이 가장 항균력이 높다고 했고,

백 등(25)은 대황의 조추출물이 *Sphaerotheca fuliginea*에 대하여 항균력이 있다고 했다.

포자발아 억제. 군사생장억제효과가 사용한 세 가지 균주 모두에 나타난 황련과 지모를 공시하여 *in vitro*에서 사과검무늬병균, 탄저병균 및 푸른곰팡이병균에 대한 포자발아억제율을 조사한 결과 Table 2에서 보는 바와 같다. 황련은 세 가지 병원균 모두 거의 100% 포자발아를 억제하였으나 지모는 푸른곰팡이병원균만 포자발아를 100% 억제하였으며 나머지 곰팡이는 전혀 포자발아를 억제하지 못하였다. 그러나 지모의 경우 사과검무늬병균과 탄저병균이 포자 발아는 잘 되었으나 발아관의 신장은 현저히 억제된 것을 관찰할 수 있었다. 이상의 결과로 볼 때 황련의 조추출물은 사과검무늬병균, 탄저병균 및 푸른곰팡이병균 모두에 대해 군사생육억제효과 및 포자발아억제효과를 보여 이들 저장곰팡이병균에 강한 항균력이 있는

Table 1. Inhibitory activities of methanol extracts of medicinal plants on mycelial growth of apple storage pathogens, *Botryosphaeria berengeriana*, *Glomerella cingulata* and *Penicillium expansum*, on PDA media

Plant material used ^a		<i>B. berengeriana</i>		<i>G. cingulata</i>		<i>P. expansum</i>	
Plant name	Parts	Colony diam. ^b (mm)	% Inhibition ^c	Colony diam. (mm)	% Inhibition	Colony diam. (mm)	% Inhibition
<i>Allium sativum</i>	Seed bulb	42.0	0.0	3.9	81.1	15.2	28.6
<i>Anemarrhena asphodeloides</i>	Root-stem	2.4	94.1	0.0	100.0	10.3	51.6
<i>Coptis japonica</i>	Root-stem	0.0	100.0	2.1	89.3	5.6	73.7
<i>Glycyrrhiza uralensis</i>	Root-stem	39.7	2.9	15.4	21.4	7.3	65.7
<i>Paeonia albiflora</i>	Root	6.7	83.6	4.9	75.0	9.6	54.9
<i>Phellodendron amurense</i>	Bark	19.4	52.6	4.6	76.5	12.2	42.7
<i>Phytolacca esculenta</i>	Root	30.5	25.4	18.0	8.2	18.1	15.0
<i>Pueraria lobata</i>	Root	35.0	14.4	11.6	40.8	20.6	3.3
<i>Rheum undulatum</i>	Root-stem	25.0	38.9	19.1	2.6	20.3	4.7
<i>Taxus cuspidata</i>	Leaf	61.2	0.0	12.2	37.8	15.8	25.8
Control		40.9		19.6		21.3	

^a Methanol extracts of dried plant materials (10%) were incorporated in potato dextrose agar medium.

^b Examined 5 days after culturing on PDA.

^c Growth inhibition compared to the growth in the control.

Table 2. Inhibition of spore germination of apple storage pathogens, *Botryosphaeria berengeriana*, *Glomerella cingulata* and *Penicillium expansum* by methanol extracts of plant materials

Plant material ^a	% spore germination ^b		
	<i>B. berengeriana</i>	<i>G. cingulata</i>	<i>P. expansum</i>
<i>Anemarrhena asphodeloides</i>	100.0	99.4	0.0
<i>Coptis japonica</i>	0.0	0.4	0.0
Control	100.0	99.4	6.5

^a Dried root to stem parts of *A. asphodeloides* and *C. japonica* were extracted with methanol, and 10% aqueous solutions were used.

^b Examined 24 hours after placing spores on hole slides.

것으로 탐색되었다.

부패 방지. 황련과 지모를 사용하여 *in vivo*에서 사과점무늬병, 사과탄저병 및 사과푸른곰팡이병에 대한 방제효과를 조사한 결과는 Table 3과 4에서 보는 바와 같다. 사과의 상처 부위에 병균을 접종하고 식물 추출물을 처리한 후 온도에 따른 발병율을 조사한 결과 5°C에서는 접종 2주 후까지 전혀 부패병반을 관찰할 수가 없었으며 3주 후에는 푸른곰팡이병만이 발병되어 병반의 크기가 9.2~12.0 mm로 나타났다. 10°C에서는 접종 3주 후에, 15°C 이상에서는 접종 2주 후에 부패 증상이 추출물처리구와 무처리구 모두 심하여 추출물 처리효과를 관찰할 수 없었다. 이는 식물체 추출물의 약효가 장기간 지속되지는 않는다는 것을 의미하며 또한 사과 조직 내부로 침투하여 균의 생장을 억제하는 기능도 크지 않음을 나타내는 것이라 하겠다.

10°C에서는 추출물처리구가 무처리구에 비해 병반

의 크기가 더 크게 나타나 발병이 오히려 조장되는 경향이였다. 이것은 5°C에서도 같은 경향으로 나타나 3주 후에 무처리구의 병반 크기가 9.2 mm인데 비해 황련과 지모는 각각 11.0 mm, 12.0 mm로 조사되었다. 따라서 사과점무늬병과 탄저병은 저온에 저장하면 발병이 억제되나 푸른곰팡이병은 저온에서도 발병이 잘 되는 것으로 판단되며 황련과 지모의 추출액 처리효과도 저온에서는 나타나지 않는 것으로 생각된다.

10°C에서 2주 후 및 15°C 이상에서 1주 후에 사과에 나타난 병반의 크기를 비교한 결과 10°C 푸른곰팡이병을 제외하고는 황련은 무처리보다 항상 병반의 크기가 작았으나 지모의 경우는 무처리와 같거나 무처리보다 오히려 크게 형성되었다(Table 3).

사과의 상처 부위에 병원균을 직접 접종하지 않고 인위적 상처(1 mm)를 낸 후 병원균의 포자를 분무 처리하고 또한 식물체 추출물도 분무 처리하여 20°C에

Table 3. Effect of methanol extracts of plant materials on the control of storage apple diseases caused by *Botryosphaeria berengeriana*, *Glomerella cingulata* and *Penicillium expansum* under different temperature conditions

Plant material used ^a	Days after inoculation	Lesion diameter (mm)														
		<i>B. berengeriana</i>					<i>G. cingulata</i>					<i>P. expansum</i>				
		5°C	10°C	15°C	20°C	25°C	5°C	10°C	15°C	20°C	25°C	5°C	10°C	15°C	20°C	25°C
<i>Anemarrhena asphodeloides</i>	7	0	0	8.0	13.5	18.2*	0	0	8.1	11.0	17.2	0	0	22.0	16.5	21.6
	14	0	5.1	- ^b	-	-	0	5.3	-	-	-	0	8.5	-	-	-
	21	0	-	-	-	-	0	-	-	-	-	12.0	-	-	-	-
<i>Coptis japonica</i>	7	0	0	7.5	7.8	11.5	0	0	8.1	8.2	12.0	0	0	18.6	12.6	19.5
	14	0	4.8	-	-	-	0	5.0	-	-	-	0	8.5	-	-	-
	21	0	-	-	-	-	0	-	-	-	-	11.0	-	-	-	-
Control	7	0	0	8.0	9.0	16.2	0	0	9.0	9.1	14.5	0	0	22.2	14.5	21.5
	14	0	5.0	-	-	-	0	5.2	-	-	-	0	6.6	-	-	-
	21	0	-	-	-	-	0	-	-	-	-	9.2	-	-	-	-

^a Dried root to stem parts of *A. asphodeloides* and *C. japonica* were extracted with methanol, and 10% aqueous solutions were used.

^b Not examined because of severe rotting.

Table 4. Incidence and severity of storage apple diseases by spraying fungal spores of *Botryosphaeria berengeriana*, *Glomerella cingulata* and *Penicillium expansum*, and methanol extracts of plant materials at 20°C

Plant materials sprayed ^a	% infection (lesion diameter < mm >) ^b		
	<i>B. berengeriana</i>	<i>G. cingulata</i>	<i>P. expansum</i>
<i>Anemarrhena asphodeloides</i>	25 (9.0)	40 (11.6)	35 (14.9)
<i>Coptis japonica</i>	5 (4.0)	25 (6.2)	20 (8.5)
Control	15 (7.3)	35 (8.1)	20 (11.5)
LSD (5%)	2.8 (2.7)	4.8 (0.8)	6.2 (1.4)

^a Dried root to stem parts of *A. asphodeloides* and *C. japonica* were extracted with methanol, and 1% aqueous solutions were used.

^b Examined 6 days after inoculation.

서 사과검무늬병, 탄저병 및 푸른곰팡이병의 발병율과 병정도를 조사한 결과는 Table 4에서 보는 바와 같다. 이 경우 황련은 검무늬병과 탄저병의 발병을 억제에 효과가 있었으며 또한 병의 진전도 억제하는 것으로 나타났다. 푸른곰팡이병의 경우는 병반의 크기만 작아졌다. 그러나 지모의 경우는 조사한 모든 저장병에 방제 효과가 전혀 없었으며 오히려 발병율이 높아지고 병반의 크기도 무처리에 비해 컸다. 식물 추출액의 종류에 따라 약해를 주는 것도 있는데 가문비나무의 잎추출액이 보리나 티모시, 귀리 및 밀, 상추 등의 발아 혹은 유묘 생장을 억제 또는 저지한다는 보고(34)와 식물체가 함유하는 항균성분이 다른 식물체에 해를 줄 수 있다는 보고(27)가 있다.

이상의 연구결과에서 볼 때 황련은 사과 저장병원균인 3종류의 곰팡이에 대해 군사생장 억제 효과와 포자발아 억제효과가 높게 나타났다. 또한 실제적으로 사과 부패병에 대한 방제효과를 조사한 결과 어느 정도 병발생을 억제하는 효과가 있었다. 그러나 유기합성농약에 비해 훨씬 낮은 이러한 정도의 병방제 효과와 처리농도 등을 감안한다면 황련 추출물을 방제 약제로 직접 사용하는 것은 실용성이 거의 없을 것으로 생각된다. 앞으로 황련에 포함되어 있는 활성물질의 구멍과 유도체 합성 등을 통해 보다 안전한 천연 항균 물질에 대한 연구가 필요하다.

요 약

10종의 약용식물 methanol 추출액을 공시하여 사과 검무늬병균, 탄저병균 및 푸른곰팡이병균에 대한 항균 활성과 이들 병원균에 의한 사과 저장병의 방제효과를 검정하였다. 군사생장억제율을 보면 황련은 사과검무늬병균에서 100%, 탄저병균에서 89.3%, 푸른곰팡이병균에서 73.7%를 나타냈고, 지모는 각각 94.1%, 100%, 51.6%의 억제효과를 나타냈다. 포자발아억제율은 황련만이 모든 공시병원균에 대해 거의 100%의 억제효과를 나타냈다. 사과 저장병의 방제효과를 보면 5°C에서는 사과검무늬병과 사과탄저병은 전혀 발병되지 않으나 사과푸른곰팡이병은 발병이 되었는데 황련의 추출액 처리가 모든 공시병원균에 대하여 다소 방제효과가 있었으나 지모에서는 오히려 발병이 촉진되었다.

감사의 말씀

본 연구는 1995년도 건국대학교 생명과학 연구원 연구비 지원에 의해 수행되었음.

참고문헌

1. Amonker, S. V. and Banerji, A. 1971. Isolation and characterization of larvicidal principle of garlic. *Science*. 174 : 1343-1344.
2. Appleton, J. A. and Tansey, M. R. 1975. Inhibition of growth of zoopathogenic fungi by garlic extract. *Mycologia* 67 : 882-885.
3. Barkai-Golan, R., Kahan, R. S. and Padova, R. 1969. Synergistic effects of gamma radiation and heat on the development of *Penicillium digitatum* in vitro and in stored citrus fruits. *Phytopathology* 59 : 922-924.
4. Barkai-Golan, R. and Phillips, D. J. 1991. Postharvest heat treatment of fresh fruits and vegetables for decay control. *Plant Dis.* 75 : 1085-1089.
5. Ben-Arie, R. 1975. Benzimidazole penetration, distribution, and persistence in postharvest-treated pears. *Phytopathology* 65 : 1187-1189.
6. Ben-Ychoshua, S., Barak, E. and Shapiro, B. 1987. Postharvest curing at high temperatures reduces decay of individually sealed lemons, pomelos, and other citrus fruit. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 112 : 658-663.
7. Brown, G. E. and Albrigo, L. G. 1972. Grove application of benomyl and its persistence in orange fruit. *Phytopathology* 62 : 1434-1438.
8. Chun, D., Miller, W. R. and Risse, L. A. 1988. Grapefruit storage decay and fruit quality after high-temperature prestorage conditioning at high or low humidity. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 113 : 873-876.
9. Coler-Smith, J. R. and King, J. E. 1969. The production by species of *Allium* of alkyl sulphides and their effect on germination of sclerotium of *Sclerotium cepivorum* Berk. *Ann. Appl. Biol.* 64 : 289-301.
10. Danines, R. H. and Snee, R. D. 1969. Control of blue mold of apples in storage. *Phytopathology* 59 : 792-794.
11. Droby, S., Chalutz, E. Horev, B., Cohen, L., Gaba, V., Wilson, C. L. and Wisniewski, M. 1993. Factors affecting UV-induced resistance in grapefruit against the green mould decay caused by *Penicillium digitatum*. *Plant Pathology* 42 : 418-424.
12. Eckert, J. W. and Ogawa, J. M. 1988. The chemical control of postharvest disease: Deciduous fruits, berries, vegetables and root/tuber crops. *Annu. Rev. Phytopathol.* 26 : 433-469.
13. Fliermans, C. B. 1973. Inhibition *Histoplasma capsulatum* by garlic. *Mycopathol. Mycol. Appl.* 50 : 227-231.
14. Gilliver, K. 1947. The effect of plant extracts on the germination of the conidia of *Venturia inaequalis*. *Ann. Appl. Biol.* 34 : 136-143.
15. Gutter, Y., Shachnai, A., Schiffmann-Nadel, M. and

- Dinoor, A. 1981. Biological aspects of citrus molds tolerant to benzimidazole fungicides. *Phytopathology* 71 : 482-487.
16. Harborne, J. B. 1950. *Phytochemical Method*. Toppan Co. Limited, Tokyo. pp. 33-269.
17. 홍무기, 정영호, 홍종욱. 1988. 사과나무 부란병 방제용 식물성살균제 개발 1. 농시논문집(작물보호편). 30(3) : 24-30.
18. Janisiewicz, W. J. 1987. Biological control of diseases of fruits. In : *Biocontrol of Plant Diseases*, Vol. II, pp. 153-165, ed. by K. J. Mulkerji and K. L. Gary. CRC Press, Boca Raton, FL.
19. Kim, J. J., Ben-Yehoshua, S., Shapiro, B., Henis, Y. and Cameli S. 1991. Accumulation of scoparone in heat-treated lemon fruit inoculated with *Penicillium digitatum* Sacc. *Plant Physiol.* 97 : 880-885.
20. 김난영, 김기홍, 이창은. 1989. Benomyl에 저항성인 사과 푸른곰팡이병균 *Penicillium expansum*의 포자 발아 군사생장 및 병원성. *한식병지* 5 : 344-348.
21. 이해근, 이영득, 신용화. 1988. 사과와 감귤중 농약 잔류에 관한 조사연구. *농시논문집* 30 : 42-51.
22. Lichtenstein, E. P., Strong, F. M. and Morgan, D. G. 1962. Identification of 2-phenylenthy-l-isothiocyanate asan insecticide occurring naturally in the edible part of turnips. *J. Agric. Food Chem.* 10(1) : 30-33.
23. Lidster, P. D., McRae, K. B. and Samford, K. A. 1981. Responses of 'McIntosh' apples to low oxygen storage. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 106 : 159-162.
24. Marois, J. J., Bledsoe, A. M., Gubler, W. D. and Luvisi, D. A. 1986. Control of *Botrytis cinerea* on grape berries during postharvest storage with reduced levels of sulfur dioxide. *Plant Dis.* 70 : 1050-1052.
25. 백수봉, 경석현, 도은수, 오연선, 박병근. 1994. 약용 식물로부터 오이흰가루병에 대한 항균성 물질 탐색 및 동정. *한국환경농학회지* 13(3) : 301-310.
26. Ruppel, E. G., Jenkins, A. D. and Burtch, L. M. 1980. Persistence of benomyl-tolerant strains of *Cercospora beticola* in the absence of benomyl. *Phytopathology* 70 : 25-26.
27. Segal, J. M. 1961. Antimicrobial substances from flowering plants. *Hindustan Antibiotics Bulletin* 4(1) : 3-29.
28. Snyder, H. R., Fischer, R. F., Walker, J. F., Els, H. E. and Nussberger, G. A. 1953. The insecticidal principles of *Haplophyton camicidum*. *J. Ann. Chem. Soc.* 76 : 2819-2825.
29. Sommer, N. F. 1989. Manipulating the postharvest environment to enhance or maintain resistance. *Phytopathology* 79 : 1377-1380.
30. Sommer, N. F., Fortlage, R. J., Buckely, P. M. and Maxie, E. C. 1967. Radiation-heat synergism for inactivation of market disease fungi of stone fruits. *Phytopathology* 57 : 428-433.
31. Spotts, R. A. and Cervantes, L. A. 1986. Populations, pathogenicity, and benomyl resistance of *Botrytis* spp., *Penicillium* spp., and *Mucor piriformis* in packing houses. *Plant Dis.* 70 : 106-108.
32. Spotts, R. A. and Chen, P. M. 1987. Prestorage heat treatment for control of decay of pear fruit. *Phytopathology* 77 : 1578-1582.
33. Sugar, D., Roberts, R. G., Righetti, T. L. and Sanchez, E. E. 1994. Integration of cultural methods with yeast treatment for control of postharvest fruit decay in pear. *Plant Dis.* 78 : 791-795.
34. Thomas, A. S. 1974. The effect of aqueous extracts of blue spruce leaves on seed germination and seedling growth of several plant species (Abstr.). *Phytopathology* 64(5) : 587.
35. Wilson, C. L. and Pusey, P. L. 1985. Potential for biological control of postharvest plant diseases. *Plant Dis.* 69 : 375-378.
36. Wilson, C. L. and Wisniewski, M. E. 1989. Biological control of postharvest disease of fruits and vegetables: an emerging technology. *Annu. Rev. Phytopathol.* 27 : 425-441.
37. Wisniewski, M. E. and Wilson, C. L. 1992. Biological control of postharvest diseases of fruits and vegetables: Recent advances. *Hortscience* 27 : 94-98.

(Received 15 Sep. 1996)