

수확 후 과실류에 발생하는 진균독소의 탐색 및 방제 II. 사과, 배, 귤, 포도의 저장 중에 발생하는 *Penicillium* 독소 검출과 방제

백수봉* · 정일민 · 유승현¹ · 김은영

*건국대학교 농업생명과학대학 식량자원학과, ¹충남대학교 농과대학 농생물학과

Survey and Control of the Occurrence of Mycotoxins from Post-harvest Fruits. II. Detection and Control of the Occurrence of *Penicillium* Mycotoxins Producing Pathogen in Stored Fruits (Apple, Pear, Citrus and Grape)

Su Bong Paik*, Ill Min Chung, Seung Hun Yu¹ and Eun Yong Kim

*College of Agriculture and Life Science, Konkuk University, Seoul 143-701, Korea

¹Department of Agricultural Biology, College of Agriculture, Chungnam National University, Taejon 305-764, Korea

ABSTRACT: This study was conducted to investigate the major mycotoxins occurred during storage from apple, pear, citrus and grape. Analyses of the mycotoxins were conducted by TLC and HPLC. Patulin was only detected from apple, pear, citrus and grape infected by *penicillium* mycotoxins, but citrinin did not detected. The detected amount except grape ranged from 5.68-46.81 µg/g in apple, 3.48-84.7 µg/g in pear, 0.16-0.27 µg/g in citrus, respectively. When compared to the effect of control on *penicillium* mycotoxins during storage in apple, pear and citrus, sodium hypochloride gas and heat at 37°C treatment exhibited effective control. Especially, heat at 37°C treatment exhibited 100% effective control without any injuring by treatment. In pear and citrus sodium hypochloride gas treatment caused injury by treatment.

KEYWORDS: *Penicillium*, fruit, storage, mycotoxins, HPLC, control

진균독소(mycotoxins)는 진균이 생성하는 2차 대사산물로서 사람과 가축에 여러 종류의 중독증을 일으킨다. 지금까지 보고된 진균독소는 300여종이 넘으며(Betina, 1984), 이들이 일으키는 중독증으로는 출혈, 경련, 괴저, 구토, 간장해, 콩팥장해, 암유발 등이 있고, 심할 경우 죽음까지 초래한다. 사과, 배, 감귤, 포도와 같은 과실류의 수확 후 저장 및 수송 중에 발생하는 병중에서 *Penicillium* 종에 의한 푸른곰팡이병 또는 녹색곰팡이병은 전 세계적으로 발생하며 피해가 큰 병이다. 이 병들은 *Penicillium* 썩음병으로도 알려져 있으며 주로 상처를 통해 발생되지만 상처가 없는 경우 감염된 과실과의 접촉을 통하여도 전파된다. 이 병들은 발병초기에는 수침상의 병반이 생겨 점차 커지면서 물러 썩으며 썩은 부분에 흰곰팡이가 퍼지며 점차 푸른색 또는 초록색을 띠게 된다(Agrios, 1977; Jones와 Aldwinckle, 1991). 우리나라에서는 *P. expansum*에 의한 사과푸른곰팡이병, *P. crustosum*에 의한 배푸른 곰팡이병, *P. italicum*에 의한 감귤푸른곰팡이병과 *P. digitatum*에 의한 감귤녹색곰팡이병이 보고되어 있다(Anonymous, 1993; Anonymous, 1998). 이러한 면에서 관심 밖의 mycotoxin에 대한 연구는 중요하다.

*Penicillium*은 수확 후의 과실을 부패시켜 일으키는 손실 외에도 여러 종류의 진균독소를 생성하여 부분적으로 썩은 과실로 만든 주스를 오염시키기도 한다(Agrios, 1997). *Penicillium*이 생성하는 진균독소는 40여종이 알려져 있고(Scott, 1997), 그 중 citrinin, patulin, penicillic acid, cyclopiazonic acid, citreoviridin, rubratoxin 등의 독성이 보고되어 있으며(EI-Banna 등, 1987; Scott, 1997) 특히 citrinin과 patulin은 인간뿐만 아니라 가축에게도 다양한 중독증상을 일으키는 것으로 알려져 있다(Blunden 등, 1991; Carlton 등, 1974; Friis 등, 1969; Pohland, 1993).

독소생성균으로 오염된 농산물에서는 이 균들이 분비하는 진균독소가 검출되며 이런 농산물을 섭취할 경우 급, 만성 중독증상을 일으키게 된다. 농산물에 오염된 진균들은 수확 후 처리과정에서 소멸되는 경우도 있으나 이미 생성된 독소들은 화학적으로 안정하기 때문에 농산물이 오염되면 가공후에도 소실되지 않고 남아있게 된다. 저장 중인 농산물의 부패 방지를 위해 시행중인 여러 가지 방법 중 보편적인 방법은 저온저장이나 저장 시설내 병발생을 억제할 수 있는 조건, 즉 산소 농도를 낮추거나 이산화탄소의 농도를 높이는 등의 조건을 형성시켜주는 것이다(Eckert 등, 1988; Lidster 등, 1981; Sommer, 1989). 또한 저장 전이나 저장 중에 열처리를 하거나 γ-ray나 자외선등

*Corresponding author

을 처리(Barkai-Golan 등, 1969; Barkai-Golan 등, 1991; Ben-Yehoshua 등, 1987; Chun 등, 1988; Droby 등, 1993; Kim 등, 1991; Sommer 등, 1967; Spotts 등, 1987)하여 부패병 발생을 억제할 수 있다. 그러나 이러한 방제방법은 시설비와 유지비가 많이 소요되며, 또한 실용성이 낮은 경우도 있어서 지금까지 미생물에 의한 부패를 방지하기 위해서는 주로 유기합성농약에 의한 화학적 방제법(Ben-Arie, 1975; Brown 등, 1972; Danines 등, 1969; Marois 등, 1986)이 사용되어 왔다. 화학적 방제법은 처리가 용이하고 방제효과도 높으나 농산물의 유통 및 저장기간 중에 처리하면 분해되기 이전에 소비자에게 노출이 된다. 특히 사람들이 생식을 하는 채소, 과일 등에서 농약이 검출되어 문제가 된 적도 있다(이 등, 1988). 또한 화학적 방제에 있어서 약제 내성균의 출현으로 방제효과가 저하되거나 상실되는 것도 문제가 된다(Gutter 등, 1981; 김 등, 1989; Ruppel 등, 1980; Spotts 등, 1987). 최근 진균독소를 생산하는 균의 종과 그들이 생성하는 독소물질의 동정 및 오염실태, 작용기작, 분석법 등에 관한 정보가 모아지고 분자생물학의 발전과 그 도입에 의한 분자역학적 해석이 발전하므로써 부분적으로 알고 있었던 여러 가지 원인불명의 장애가 진균독소 오염과 관련된 것으로 밝혀지게 되었고 진균독소의 중요성에 대한 관심이 커지게 되었다.

본 연구는 수확 후 농산물에 발생하는 진균독소 탐색에 관한 연구의 일환으로 사과, 배, 귤, 포도와 같은 과일류의 저장, 유통 중에 이병된 과일에서 *Penicillium* 진균독소(patulin, citrinin)를 분리, 탐색 그 함유량을 조사하고 이 진균독소균을 방제하기 위하여 유기합성농약대신에 공해 없는 소독제에 의한 방제효과를 구명하고자 한다.

재료 및 방법

공시 과일류

사과(*Malus pumila*), 배(*Pyrus sinensis*), 귤(*Citrus unshiu*) 포도(*Vitis labrusca*)의 과실을 공시 하였다.

공시독소균주

배에서 분리한 *Penicillium expansum*, 사과에서 분리한 *P. aurantio-griseum*, 귤에서 분리한 *P. digitatum* 그리고 포도에서 분리한 *P. expansum*을 공시하였으며 이 균주들은 patulin과 citrinin을 분비한다(본 연구 I을 참조).

독소균주의 배양 및 접종

공시 독소균주를 PDA 배지에 25°C 항온기에서 7일간 배양하여 형성된 분생포자를 10⁶/ml 농도의 포자현탁액을 만들어 공시 과일류에 상처 접종하여 충분한 습도를 유지하면서 10일간 실온에 방치하여 발병시켰다.

Penicillium 진균독소 검출

*Penicillium*에 발병된 과일류 시료 500 g씩 취하여 Fig. 1

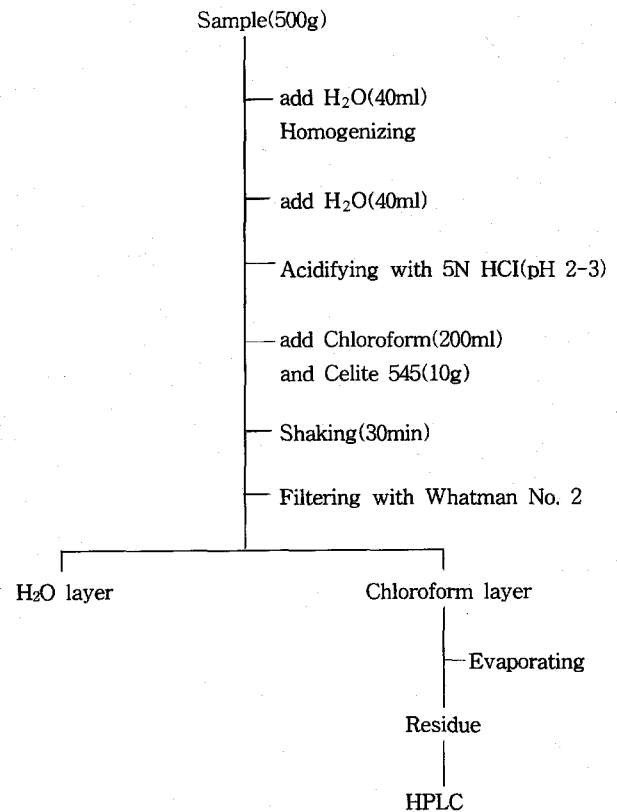


Fig. 1. The procedure to detect *Penicillium* mycotoxins from Apple, Pear, Citrus and Grape.

Table 1. Operating condition of HPLC for fractionation of *Penicillium* mycotoxin

Column	: Phenomenex C ₁₈
Mobile phase	: Patulin - acetonitrile-water (45 : 55, V/V) Citrinin - 0.25 N phosphoric acid-acetonitrile (5 : 5, V/V)
Flow rate	: 1.0 ml/min
Wavelength	: Patulin - 300 nm Citrinin - 350 nm

과 같은 방법으로 분획하여 chloroform 층을 감압 농축하여 TLC 및 HPLC 분석으로 독소를 탐색 정량하였다. TLC 분석에 사용한 용매는 toluene : ethylacetate : 90% formic acid (50 : 49 : 1, v/v/v)로 R_f 값과 발색반응을 Sigma사 제품인 patulin과 citrinin 표준독소와 비교하여 동정하였다. patulin은 TLC plates에 단파장의 UV광을 비추면 quenching spot가 나타났고 citrinin은 장파장의 UV광에서는 yellow fluorescence로 나타내며 단파장의 UV광에서는 quenching spot가 나타냈다. HPLC 분석을 위하여서는 TLC 상의 독소물질 부위를 긁어 모은 후 acetonitrile을 가하여 독소성분을 추출하고 이것을 분석에 사용하였다. 분석 조건은 Table 1과 같다.

방제 효과 검정

시장에서 구입한 육안으로 건강상태의 사과, 배, 귤, 포

도에 공시균주를 PDA 배지에서 25°C 항온기에 7일간 배양하여 형성된 10⁶/ml 농도의 포자현탁을 상처 접종하고 차아염소산나트륨 가스(sodium hypochloride gas)로 6시간 처리와 37°C 전열로 6시간 처리 하였다. 차아염소산나트륨을 가스화 하기 위하여 4% NaOCl과 Na₂O₃PO₄를 1:1 (V:V)로 혼합하여 담은 비이커와 소독하고자 하는 과실류와 함께 플라스틱 컨테이너에 넣고 노출시켰다. 처리한 과실류를 실온에서 7일간 방치하여 발병억제효과와 장해를 검정하였다. 공시과실류는 처리당 10개씩 3반복으로 실험하였다.

결과 및 고찰

Penicillium 진균 독소 검출

TLC 및 HPLC로 *Penicillium* 진균독소를 분석한 결과 patulin의 R_f는 0.36, retention time은 7.47로 나타났고, citrinin의 R_f는 0.32, retention time은 7.70로 나타났다 (Table 2).

배, 사과, 귤 및 포도에서 분리한 *Penicillium* 균주로 접종한 배에서 진균독소를 HPLC로 분석한 결과 두균주에서 patulin은 3.48~84.71 µg/g 검출되었고 citrinin은 검출되지 않았으며 (Table 3) 사과에서는 모든 균주에 의하여 patulin이 4.33~46.41 µg/g 검출되었으나 citrinin은 검출되지 않았다 (Table 4). 귤에서는 두 균주에서 patulin이 0.16~0.27 µg/g의 소량 검출되었고 역시 citrinin은 검출되지 않았다 (Table 5). 그리고 포도는 모든 균주에서 patulin과 citrinin이 검출되지 않았다 (Table 6). 이상의 결과로 보면 배, 사과, 귤에서 Patullin은 검출되나 citrinin은 검출되지 않았으며, 포도

Table 2. R_f values of TLC and HPLC retention of *Penicillium* mycotoxin

Toxin	TLC ^a _{R_f}	HPLC ^b retention time (min)
Patulin	0.36	7.47
Citrinin	0.32	7.70

^aTLC was performed on silica gel pre-coated plates with a fluorescence indicator by using toluen: ethylacetate: 90% formic acid as a solvent system. ^bHPLC was performed on a reverse phase column (phenomenex C₁₈) 0.25 N phosphoric acid: acetonitrile (5: 5, V/V) was used as mobile phase for analysis of citrinin, acetonitrile: water (45: 55, V/V) for patulin. The wavelength of the UV detector was set at 350 nm for detection of citrinin, at 300 nm for patulin.

Table 3. *Penicillium* mycotoxin from the isolates of *Penicillium* infected the pear

Species	Source	Mycotoxin production (µg/g) ^a	
		Patulin	Citrinin
<i>P. expansum</i>	Pear	ND	ND
<i>P. aurantiogriseum</i>	Apple	ND	ND
<i>P. digitatum</i>	Citrus	3.48	ND
<i>P. expansum</i>	Grape	84.71	ND

^aDetermined by TLC and HPLC, ND: not detected.

Table 4. *Penicillium* mycotoxin from the isolates of *Penicillium* infected the apples

Species	Source	Mycotoxin production (µg/g) ^a	
		Patulin	Citrinin
<i>P. expansum</i>	Pear	46.41	ND
<i>P. aurantiogriseum</i>	Apple	14.14	ND
<i>P. digitatum</i>	Citrus	5.68	ND
<i>P. expansum</i>	Grape	4.33	ND

^aDetermined by TLC and HPLC, ND: not detected.

Table 5. *Penicillium* mycotoxin from the isolates of *Penicillium* infected the citrus

Species	Source	Mycotoxin production (µg/g) ^a	
		Patulin	Citrinin
<i>P. expansum</i>	Pear	0.27	ND
<i>P. aurantiogriseum</i>	Apple	0.16	ND
<i>P. digitatum</i>	Citrus	ND	ND
<i>P. expansum</i>	Grape	ND	ND

^aDetermined by TLC and HPLC, ND: not detected.

에서는 진균독소가 검출되지 않았다. 그리고 사과에서는 다른 과실에 비하여 많은 양의 patulin이 검출되었다.

사과에서 분리한 *Penicillium* 균은 사과에 대하여 patulin을 생성하나 배에서 분리한 *Penicillium* 균은 배에 대하여 patulin을 생성하지 않았고 귤, 포도에서도 같은 경향이였다. *Penicillium*은 식품과 사료에서 흔히 분리되는 균이며 치즈와 쏘세지 생산에서 중요한 균(Polhland, 1993)이므로 이 균이 생산하는 진균독소에 대하여는 많은 연구가 수행되어 왔다. Citrinin은 *P. citrinin*에서 처음으로 분리되었으며, 그 후 *P. expansum*과 *P. verrucosum* 등에서도 생산되는 것으로 보고되었다(Scott, 1977). 이 독소는 식품내에서는 비교적 불안정 하지만 강한 신장독성(nephrotoxin)이 있으며(Blunden 등, 1991; Smith 등, 1985), 돼지나 개와 같은 가축과 새의 중요한 독소로 알려져 있다(Carlton 등, 1974; Friis 등, 1969). 그러나 인간 건강에 미치는 citrinin의 중요성에 대하여는 현재로서는 평가하기 어려우나 ochratoxin과 같은 진균독소와 함께 작용할 경우(Krogh 등, 1973) 독성의 상승작용이 우려되므로 주의해야 할 것이다.

Patulin은 *P. expansum*과 *Aspergillus clavatis*의 균주가 생산하는 독소로서 폐와 뇌의 출혈을 초래하는 것으로 보

Table 6. *Penicillium* mycotoxin from the isolates of *Penicillium* infected the grape

Species	Source	Mycotoxin production (µg/g) ^a	
		Patulin	Citrinin
<i>P. expansum</i>	Pear	ND	ND
<i>P. aurantiogriseum</i>	Apple	ND	ND
<i>P. digitatum</i>	Citrus	ND	ND
<i>P. expansum</i>	Grape	ND	ND

^aDetermined by TLC and HPLC, ND: not detected.

고되어 있다(Blunden 등 1991). 이 독소는 *Penicillium*에 오염된 사과, 배 토마토의 열매에서 검출되었으며 가공한 사과 주스에서 수백 ppb까지 검출되기도 하였다(Polhland, 1993; Blunden 등, 1991). 근년 이집트산 양파에서 citrinin의 검출에 관한 보고가 있었으며(Zohri 등, 1992) 국내산 양파, 마늘 및 옥수수, 밀에서도 citrinin과 patulin이 검출된 보고가 있다(Chung 등, 1998; Oh 등, 1998; Yu 등 1997). 본 연구 결과에서는 *Penicillium*에 이병된 사과, 배, 꺾에 patulin 독소가 검출되었으나, 포도에서는 검출되지 않았으며 citrinin은 모두 공시 과실류에서 검출되지 않았다.

푸른곰팡이병 방제효과

인위적 접종에 의한 과실류 저장중 *Penicillium* 억제효과를 검정한 결과 배에서는 모든균주들에 대해 sodium hypochloride gas 처리는 90.8~99.2%, 열처리에서는 100%의 높은 방제효과를 나타냈고(Table 7) 사과에서는 sodium hypochloride gas 처리는 79.6~89.7%, 열처리는 100%의 높은 방제효과를 나타냈다(Table 8). 그리고 꺾에서도 sodium hypochloride gas 처리는 78.2~86.4%, 열처리는 100%의 높은 방제효과를 나타냈다(Table 9).

이상의 결과를 종합해 보면 sodium hypochloride gas 처리에 비해 열처리가 월등히 방제 효과가 높은것으로 나타났다.

과실류의 저장전이나 저장중의 열처리에 의한 부패병 억제 효과는 여러 연구에서 보고 되었으며(Barki-Golan 등, 1969; Barki-Golan 등, 1991; Ben-Yehoshua 등, 1987; Kim 등, 1991; Sommer 등, 1967; Spotts 등, 1987) 본 연구에서도 열처리에 의한 방제 효과가 월등하였다.

Table 10. Injury of fruits by sodium hypochloride gas and heat

Fruid	Sodium hypochloride gas	Heat 37°C
Apple	-*	-
Pear	+	-
Citrus	+	-

*+: Injury, -: not injury.

sodium hypochloride gas 처리는 곡물류(Paik 등, 1998), 과실이나 저장시설 소독(Park 등, 1991) 기타 고기류를 포함한 식품 소독(De Vris, 1976) 등에 효과가 월등히 좋은 것으로 보고 되었으며 본 연구에서도 좋은 효과를 나타냈으나 열처리에 비하여 다소 떨어지는 것으로 생각된다.

장해

sodium hypochloride gas 처리와 열처리에 의한 과실류에 발생하는 장해를 조사한 결과 gas 처리는 사과에서 전혀 장해가 발생되지 않았으나 배나 꺾에서는 갈점이나 색상이 변하였다. 그러나 열처리에서는 장해가 나타나지 않았다(Table 10).

일반적으로 sodium hypochloride는 용액으로 과일이나 컨베이어, 벨트 등의 처리시설의 소독으로 사용되었으나(Park 등, 1991), 여러가지 어려운 문제가 제기 되어 gas화한 처리방법이 고안되었다(Chun 등, 1997). 본 연구에서는 과실에서 장해가 나타나고 있어 앞으로 노출시간, 처리 농도에 대한 연구가 이루어져야 할 것으로 사료된다.

열처리에서 농산물의 품질저하를 가져온다는 보고가 있으나(Barkai-Golan 등, 1991; Ben-Yehoshua 등, 1997; Spotts 등, 1987), 본 연구에서는 장해가 나타나지 않았다.

Table 7. Control effect of sodium hypochloride gas and heat on the infected pear with *Penicillium* mycotoxin producing pathogens

Species	Control	Sodium hypochloride gas		Heat 37°C	
	Diameter of Lesion (mm)	Diameter of Lesion (mm)	Inhibition (%)	Diameter of Lesion (mm)	Inhibition (%)
<i>P. expansum</i>	24.0	2.2	90.8	0.0	100.0
<i>P. aurantiogriseum</i>	25.0	0.2	99.2	0.0	100.0
<i>P. digitatum</i>	25.5	0.4	98.4	0.0	100.0

Table 8. Control effect of sodium hypochloride gas and heat on the infected apple with *Penicillium* mycotoxin producing pathogens

Species	Control	Sodium hypochloride gas		Heat 37°C	
	Diameter of Lesion (mm)	Diameter of Lesion (mm)	Inhibition (%)	Diameter of Lesion (mm)	Inhibition (%)
<i>P. expansum</i>	21.6	4.4	79.6	0.0	100.0
<i>P. aurantiogriseum</i>	17.5	1.8	89.7	0.0	100.0
<i>P. digitatum</i>	10.9	2.0	81.7	0.0	100.0

Table 9. Control effect of sodium hypochloride gas and heat on the infected Citrus with *Penicillium* mycotoxin producing pathogens

Species	Control	Sodium hypochloride gas		Heat 37°C	
	Diameter of Lesion (mm)	Diameter of Lesion (mm)	Inhibition (%)	Diameter of Lesion (mm)	Inhibition (%)
<i>P. expansum</i>	34.8	7.6	78.2	0.0	100.0
<i>P. aurantiogriseum</i>	18.4	2.5	86.4	0.0	100.0
<i>P. digitatum</i>	32.2	4.5	86.0	0.0	100.0

요 약

1. 저장 중 *Penicillium*에 이병된 사과, 배, 귤, 포도를 TLC 및 HPLC로 주요독소들을 검정한 결과 patulin만 검출되었고, citrinin은 검출되지 않았다. patulin 독소는 사과에서 5.68~46.81 µg/g, 배에서 3.48~84.71 µg/g, 귤에서 0.16~0.27 µg/g 검출되었으나 포도에서는 전혀 검출되지 않았다.

2. 과실류 *Penicillium* 저장 중 억제효과를 검정한 결과 사과, 배, 귤에 대하여 sodium hypochloride gas 처리나 열처리(37°C)에 의하여 방제효과가 컸으며 특히 열처리(37°C)는 100%의 방제효과를 나타냈다. 처리에 의한 장해를 보면 열처리(37°C)에서는 장해가 발생하지 않았으며 sodium hypochloride gas 처리에는 배, 귤에서 장해가 나타났으나 사과에서는 발생하지 않았다.

감사의 글

이 연구는 1998년도 교육부 농업과학분야 거점연구소 육성사업에 의한 연구비 지원으로 수행된 연구 결과의 일부임.

참고문헌

- Agrios, G. N. 1997. *Plant Pathology*. 4th ed. Academic Press, New York. 653 p.
- Anonymous. 1993. Compendium of Fruit Tree Diseases with Colour Plates. Agric. Sci. Inst. Suwon. Korea. 286 p.
- Anonymous. 1998. List of Plant Diseases in Korea. 3rd eds. Korean Soc. Plant Pathology. 491 p.
- 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.
- Barkai-Golan, R. and Phillips, D. J. 1991. Postharvest heat treatment of fresh fruits and vegetables for decay control. *Plant Dis.* **75**: 1085-1089.
- Ben-Arie, R. 1975. Benzimidazole penetration, distribution and persistence in postharvest-treated pears. *Phytopathology* **65**: 1187-1189.
- Betina, V. 1984. Biological effects of mycotoxins, In: *Mycotoxins - Production, Isolation, Separation and Purification*, ed. by V. Betina, pp. 25-36. Elsevier, Amsterdam.
- Ben-Yehoshua, 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.
- Blunden, G., Roch, O. G., Rogers, D. J., Coker, R. D., Bradburn, N. and John, A. E. 1991. Mycotoxins in Food. *Medical Lab. Sciences* **48**: 271-282.
- Brown, G. E. and Albrigo, L. G. 1972. Grove application of benomyl and its persistence in orange fruit. *Phytopathology* **62**: 1434-1438.
- Carlton, W. W., Saning, G., Szczech, G. M. and Tuite, J. 1974. Citrinin mycotoxicosis in beagle dogs. *Food Cosmet. Toxicol.* **12**: 479-490.
- Chun, S. C., Schneider, R. W. and Chon, M. A. 1997. Seed disinfestation with gaseous hypochlorous acid. *Phytopathology* **87**: 19(Abstr).
- Chun, D., Miller, W. R. and Risse, L. A. 1988. Grapefruit storage decay and fruit quality after high-temperature pre-storage conditioning at high or low humidity. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* **113**: 873-876.
- Danines, R. H. and Snee, R. D. 1969. Control of blue mold of apples in storage. *Phytopathology* **59**: 792-794.
- De Vries, E. 1976. Bacterial wash for meat. U. S. Patent 3958020.
- 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.
- 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.
- El-Banna, A. A., Pitt, J. I. and Leistner, L. 1987. Production of mycotoxins by *Penicillium* species. *Syst. Appl. Microbiol.* **10**: 42-46.
- Friis, P., Hasselager, E. and Korgh, P. 1969. Isolation of citrinin and oxalic acid from *Penicillium viridicatum* and their nephrotoxicity in rats and pigs. *Acta Pathol. Microbiol. Scand.* **77**: 559-560.
- Gutter, Y., Shachnai, A., Schiffmann-Nadel, M. and Dinoor, A. 1981. Biological aspects of citrus molds tolerant to benzimidazole fungicides. *Phytopathology* **71**: 482-487.
- Jones, A. L. and Aldwinckle, H. S. 1991. Compendium of Apple and Pear Diseases. APS Press, Minnesota. 100 p.
- Kim, J. J., Ben-Yehoshua, S., Shapiro, B., Henis, Y. and Cameli, S. 1991. Accumulation of scoparone in heat-treated lemon fruit inoculated with *Pecillium digitatum* Sacc. *Plant Physiol.* **97**: 880-885.
- 김난영, 김기홍, 이창은. 1989. Benomy에 저항성인 사과 푸른곰팡이병균 *Penicillium expansum*의 포자발아 균사생장 및 병원성. *한식병지* **5**: 344-348.
- Kroggh, P., Hald, B. and Pedersen, E. J. 1973. Occurrence of ochratoxin A and citrinin in cereals associated with mycotoxic porcine nephropathy. *Acta Pathol. Microbiol. Scand.*, **81** (Section B), 689.
- 이해근, 이영득, 신용화. 1988. 사과와 감귤중 농약잔류에 관한 조사연구. *농시논문집* **30**: 42-51.
- 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.
- 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.
- Oh, S. Y., Chung, I. M., Paik, S. B. and Yu, S. H. 1998.

- Survey and control of the occurrence of mycotoxins from postharvest cereals I. Mycotoxins produced by *Penicillium* isolates from corn and wheat. *Korean J. Plant Pathol.* **14**: 700-704.
- Paik, S. B., Kim, E. Y., Chung, I. M. and Yu, S. H. 1998. Survey and control of the occurrence of mycotoxin from postharvest cereals. III. control of mycotoxin producing pathogens in postharvest cereals (Wheat, Bean, Corn). *Korean J. Plant Pathol.* **14**(5): 531-536.
- Park, D. L., Rua, S. M. and Acker, R. F. 1991. Direct application of a new hypochlorite sanitizer for reducing bacterial contamination on foods. *J. Food Protection* **60**: 2864-2868.
- Pohland, A. E. 1993. Mycotoxins in review. *Food Addit. Contam.* **10**: 17-28.
- 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.
- Scott, P. M. 1977. *Penicillium* Mycotoxins. In: *Mycotoxic Fungi, Mycotoxins, Mycotoxicoses*, Vol. 1, ed. by Wyllie, T. D. and Morehouse, L. G. pp. 283-356. Marcel Dekker, Inc., New York.
- Smith, J. E. and Moss, M. O. 1985. *Mycotoxins-Formation, Analysis and Significance*. Chichester, J. Wiley.
- Sommer, N. F. 1989. Manipulating the postharvest environment to enhance or maintain resistance. *Phytopathology* **79**: 1377-1380.
- 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.
- Spotts, R. A. and Chen, P. M. 1987. Prestorage heat treatment for control of decay of pear fruit. *Phytopathology* **77**: 1578-1582.
- Yu, S. H., S. Y., Lee, H. B., Kim, B. R., Chung, I. M. and Paik, S. B. 1997. Survey and control of occurrence of mycotoxins from postharvest vegetables in Korea I. Mycotoxins produced by *Alternaria* and *Penicillium* isolates from spice vegetables (onions, garlics and peppers) *Korean J. Plant Pathol.* **13**: 323-330.
- Zohri, A., Saber, S. M. and Abded-Gawad, K. M. 1992. Fungal flora and mycotoxins associated with onion in Egypt. *Korean J. Mycol.* **20**: 302.