

## 수확후 곡물류에 발생하는 진균독소의 탐색과 방제 III. 수확후 곡물류(밀, 콩, 옥수수)에서 발생하는 진균독소균의 방제

백수봉\* · 김은영 · 정일민 · 유승헌<sup>1</sup>  
건국대학교 농업생명과학대학 식량자원학과,  
<sup>1</sup>충남대학교 농과대학 농생물학과

### Survey and Control of the Occurrence of Mycotoxins from Postharvest Cereals III. Control of Mycotoxin Producing Pathogens in Postharvest Cereals(Wheat, Bean, Corn)

Su Bong Paik\*, Eun Yeung Kim, Ill Min Chung and Seung Hun Yu<sup>1</sup>  
College of Agriculture and Life Science, Kon-Kuk University, Seoul 143-701, Korea.  
<sup>1</sup>Department of Agricultural Biology, College of Agriculture,  
Chungnam National University, Taejon 305-764, Korea.

**ABSTRACT:** This study was conducted to test the effect of chitosan, grape fruit seed extracts(GFSE) and sodium hypochloride gas on the control of mycotoxin producing pathogens occurred in postharvest grains. Among the treatments, sodium hypochloride gas showed the highest control effect on wheat, soybean and corn seed maintained in natural conditions after postharvest and GFSE had a little control effect, but chitosan treatment had no effect. Sodium hypochloride gas exhibited the strongest control effect on the major mycotoxin producing pathogens such as *Penicillium* spp. *Aspergillus* spp. and *Fusarium* spp., whereas GFSE had a little control effect. Sodium hypochloride gas appeared to be effective when the grains were treated with this gas more than 24 hours.

**Key words:** *Aspergillus* spp, control, *Fusarium* spp, mycotoxin, *Penicillium* spp, postharvest.

진균독소(mycotoxin)는 진균이 생성하는 2차 대사산물로서 사람과 가축에 여러 종류의 중독증을 일으킨다. 지금까지 보고된 진균독소는 300종이 넘으며(5), 이들이 일으키는 중독증으로는 출혈, 경련, 피저, 구토, 간 장애, 콩팥장애, 암유발 등이 있고, 심할 경우 죽음까지 초래한다. 진균독소를 생성하는 주요 균으로는 *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium* 및 *Alternaria* 등이 있으며 이 균들은 포장에서 생육중인 작물에도 발생하지만 수확후 농산물을 오염시켜 피해를 주는 경우가 많다. 이 균들은 실온에서 잘 자라지만 저온에서도 생육이 가능하므로 저온으로 저장 또는 수송중인 채소, 과수, 곡류 등의 농산물을 오염시켜 품질저하를 초래한다(18, 41).

저장 중인 농산물의 부패 방지를 위해 시행중인 여러 가지 방법 중 보편적인 방법은 저온저장이나 저장 시설 내 병발생을 억제할 수 있는 조건, 즉 산소 농도를 낮추

거나 이산화탄소의 농도를 높이는 등의 조건을 형성시켜 주는 것이다(13, 27, 38, 43). 또한 저장 전이나 저장중에 열처리를 하거나  $\gamma$ -ray나 자외선 등을 처리(2, 3, 6, 9, 12, 23, 39, 40)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(4, 7, 10, 33)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(25). 또한 화학적 방제에 있어서 약제 내성균의 출현으로 방제효과가 저하되거나 상실되는 것도 문제가 된다(17, 24, 36, 40). 그러므로 화학적 방제법을 대체할 수 있는 생물학적 방제가 필요성이 대두되었다. Wilson과 Pusey(44)는 수확후에 나타나는 식물병의 생물학적 방제의 성공

\*Corresponding author

가능성을 언급하였으며, 곡물, 과일, 채소류 등을 저장하거나 수송중에 발생하는 곰팡이의 번식을 막기위한 생물학적 방제 기술도 진보를 거듭하고 있다(45, 46). 그러나 아직까지는 미생물을 이용한 생물학적 방제효과는 유기합성 농약처럼 방제 효과가 신속하고 크지 못하여 실제로 병방제에는 거의 활용되고 있지 않다.

자연계에 항생성을 가지는 고등식물이 존재한다는 사실은 옛부터 전해져 많은 식물에서 항균 또는 살충효과를 지니는 활성물질이 발견되었다(20, 26, 34, 37).

본 연구에서는 수확후에 곡물류(밀, 콩, 옥수수)에 발생하는 진균독소균을 방제하기 위하여 유기합성농약 대신에 공해없는 소독제에 의한 방제 효과를 구명코자 한다.

### 재료 및 방법

**공시재료** 곰팡이에 오염된 밀, 콩, 옥수수에서 진균독소를 대량 분비하는 *Penicillium* spp. *Aspergillus* spp. *Fusarium* spp. 균주를 분리하여 PDA 배지에서 25°C 항온기에 7일간 배양하여 10<sup>6</sup>/ml 농도의 포자 현탁액을 만들어 접종하여 100°C 건열멸균기에 멸균한 밀, 콩, 옥수수에 접종하여 냉장고에 보관하여 15일 후 공시하였다.

**처리방법** 시장에서 구입한 육안으로 건전상태의 밀, 콩, 옥수수 종자와 공시균주를 접종한 공시 종자를 키토산(chitosan), 자몽종자 즙(GFSE) 및 차아염소산 나트륨(sodium hypochloride) 가스로 처리하였다.

키토산과 자몽종자 즙은 5% 농도로 종자에 골고루 살포하였고 차아염소산 나트륨은 가스화 하기 위하여 4% NaOCl과 NaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>를 1:1로 혼합하여 담은 비이커와 소독하고자 하는 종자를 담은 플라스틱 접시를 함께 플라

스틱 컨테이너에 넣고 24시간 노출 시켰다.

이와 같이 처리한 종자를 한천배지에 처리한 다음 25°C에 항온하여 7일 후 육안으로 곰팡이가 발생한 종자를 조사하여 오염율을 구하고 처리에 의한 방제 효과를 검정하였다.

공시종자는 처리당 100립씩 3 반복으로 실시하였다.

### 결과 및 고찰

Sodium hypochloride gas의 처리시간을 구명하기 위한 결과로서 24시간, 48시간 그리고 96시간 처리한 결과 방제효과는 모든 처리에서 93% 이상으로 나타나 별 차이가 없다(Table 1).

수확후 자연상태의 곡물에 대한 곰팡이의 억제 효과를 조사한 결과, Table 2에서 보는 바와 같이 sodium hypochloride gas 처리에서 밀은 100.0%, 콩은 84.8%, 옥수수는 93.0%의 높은 방제효과를 나타냈으나 GFSE 처리에서는 밀은 62.7%, 콩은 100.0%, 옥수수는 75.0%로 다소 방제효과가 떨어졌다. chitosan은 밀은 0.0%, 콩은 18.2%, 옥수수는 15.0%의 방제효과를 나타내어 전혀 효과가 없는 것으로 나타났다.

독소 생산 균주를 인위적으로 접종시킨 공시곡물에 대한 방제효과를 조사한 결과 밀에서는 *Penicillium* spp.에서 sodium hypochloride gas 처리가 95.0~100.0%, GFSE 처리는 82.0~84.0%의 방제효과를 나타냈다. *Aspergillus* spp.에서는 sodium hypochloride gas 처리가 93.3~96.0%, GFSE 처리는 63.3~70.0%의 방제효과를 나타냈다. *Fusarium* spp.에서는 sodium hypochloride gas 처리가 100.0% GFSE 처리는 83.3~85.0%의 방제효과를 나타

**Table 1.** Control effect on the mycotoxin producing pathogens of cereals maintained in natural conditions at different exposure time of sodium hypochloride gas.

Cereals	Exposure(Day)						Control Contamination (%)
	1		2		4		
	Contamination (%)	Control value(%)	Contamination (%)	Control value(%)	Contamination (%)	Control value(%)	
Wheat	2.5	97.1	3.0	96.5	4.0	95.3	85.0
Soybean	0.0	100.0	0.0	100.0	0.0	100.0	96.0
Corn	2.5	97.5	1.0	99.0	7.0	93.0	100.0

**Table 2.** Control effect of chitosan, GFSE and sodium hypochloride gas mycotoxin producing pathogens of cereals maintained in natural conditions.

Cereals	Chitosan		GFSE		Sodium hypochloride		Control Contamination (%)
	Contamination (%)	Control value(%)	Contamination (%)	Control value(%)	Contamination (%)	Control value(%)	
Wheat	100.0	0.0	55.3	62.7	0.0	100.0	67.0
Soybean	27.0	18.2	0.0	100.0	5.0	84.8	33.0
Corn	85.0	15.0	25.0	75.0	7.0	93.0	100.0

**Table 3.** Control effect of GFSE and sodium hypochloride gas on the infected wheat with mycotoxin producing pathogens.

Fungi	GFSE		Sodium hypochloride gas		Control
	Contamination (%)	Control value(%)	Contamination (%)	Control value(%)	Contamination (%)
<i>Penicillium</i> sp. 302	18.0	82.0	0.0	100.0	100.0
<i>Penicillium</i> sp. 303	16.0	84.0	5.0	95.0	100.0
<i>Aspergillus flavus</i> 201	30.0	70.0	4.0	96.0	100.0
<i>A. nigar</i> 202	36.7	63.3	6.7	93.3	100.0
<i>Fusarium graminearum</i> 208	16.7	83.3	0.0	100.0	100.0
<i>F. moniliforme</i> 204	15.0	85.0	0.0	100.0	100.0

**Table 4.** Control effect of GFSE and sodium hypochloride gas on the infected soybean with mycotoxin producing pathogens.

Fungi	GFSE		Sodium hypochloride gas		Control
	Contamination (%)	Control value(%)	Contamination (%)	Control value(%)	Contamination (%)
<i>Penicillium</i> sp. 302	12.3	87.7	0.0	100.0	100.0
<i>Penicillium</i> sp. 303	10.0	90.0	3.3	96.7	100.0
<i>Aspergillus flavus</i> 201	25.3	74.7	0.0	100.0	100.0
<i>A. nigar</i> 202	33.3	66.7	6.0	94.0	100.0
<i>Fusarium graminearum</i> 208	53.3	46.7	0.0	100.0	100.0
<i>F. moniliforme</i> 204	43.3	56.7	0.0	100.0	100.0

냈다(Table 3).

콩의 경우, *Penicillium* spp.에 대한 sodium hypochloride gas 처리가 96.7~100.0%, GFSE 처리는 87.7~90.0%의 방제효과를 나타냈고, *Aspergillus* spp.에 대하여 sodium hypochloride gas 처리가 94.0~100.0%, GFSE 처리가 66.7~74.7%의 방제효과를 나타냈다. *Fusarium* spp.에 대하여 sodium hypochloride gas 처리는 100.0%, GFSE 처리는 46.7~56.7%의 방제효과를 나타냈다(Table 4).

옥수수 경우, *Penicillium* spp.에 대한 sodium hypochloride gas 처리는 100.0%, GFSE 처리는 86.7~90.0%의 방제효과를 나타냈다. *Aspergillus* spp.에 대한 sodium hypochloride gas 처리는 100.0%, GFSE 처리는 26.7~63.3%의 방제효과를 나타냈다. *Fusarium* spp.에 대한 sodium hypochloride gas 처리는 100.0%, GFSE 처리는 50.0~55.0%의 방제효과를 나타냈다(Table. 5).

sodium hypochloride gas는 과일이나 저장시설 소독

(35), 기타 고기를 포함한 식품소독(11) 등에 광범위하게 사용하는 소독제로 효과가 월등히 좋은 것으로 보고 되었다. 본 연구에서도 sodium hypochloride gas의 처리가 다른 처리에 비하여 방제효과가 월등하였다.

천연식물 추출물은 많은 진균의 생육 및 진균에 의한 독소의 생성을 저해하는 물질이 존재하는데(29, 30), GFSE는 저장시 과채류 부패균의 감염 및 생육을 억제할 뿐 아니라(8, 31, 32, 35), 세균, 곰팡이 등 광범위한 미생물에 대하여 강력한 항균작용을 가지고 있다(18, 28). 본 연구에서도 천연식물 추출물은 공시된 진균독소 생성균에 대하여 방제효과가 있으나, sodium hypochloride gas처리에 비하여 다소 떨어지는 것으로 생각된다.

chitosan은 살균활성제로 여러 곰팡이에 효과가 있으며(1, 14, 19, 21, 42), 토양전염병(22, 42), 저장중에 발생하는 병원균(15, 16)의 방제에도 효과가 있다고 했으나 본 연구에서는 효과가 별로 없다.

이상의 결과를 종합해 보면 수확후 자연상태의 곡물류

**Table 5.** Control effect of GFSE and sodium hypochloride gas on the infected corn with mycotoxin producing pathogens.

Fungi	GFSE		Sodium hypochloride		Control
	Contamination (%)	Control value(%)	Contamination (%)	Control value(%)	Contamination (%)
<i>Penicillium</i> sp. 302	13.3	86.7	0.0	100.0	100.0
<i>Penicillium</i> sp. 303	10.0	90.0	0.0	93.3	100.0
<i>Aspergillus flavus</i> 201	36.7	63.3	3.3	96.7	100.0
<i>A. nigar</i> 202	73.3	26.7	0.0	100.0	100.0
<i>Fusarium graminearum</i> 208	50.0	50.0	0.0	100.0	100.0
<i>F. moniliforme</i> 204	45.0	55.0	0.0	100.0	100.0

나 인위적 접종 곡물류의 모든 진균독소균에 대해 sodium hypochloride gas 처리가 GFSE 처리에 비해 뚜렷한 방제 효과를 나타냈고 chitosan는 효과가 없는 것 같다.

따라서 수확후 곡물류의 소독제로서 sodium hypochloride gas는 진균독소균의 오염을 충분히 방지할 수 있을 것으로 사료된다.

## 요 약

수확후 곡물류에 발생하는 진균독소균에 의한 오염방제를 위하여 chitosan, grape fruit seed extract(GFSE), 및 sodium hypochloride gas 처리 효과를 검정하였다.

수확후 자연상태의 밀, 콩, 옥수수에 대한 모든 진균 오염방제효과는 sodium hypochloride gas 처리가 가장 컸고 GFSE 처리도 다소 효과가 있었으나 chitosan 처리는 효과가 없었다.

진균독소균 *Penicillium* spp. *Aspergillus* spp. 및 *Fusarium* spp.에 대한 방제 있어서도 sodium hypochloride gas의 처리 효과가 컸고, GFSE 처리도 다소 효과가 있었다. Sodium hypochloride gas의 노출시간은 24시간 이상 처리하면 효과가 있었다.

## 감사의 글

이 연구는 1997년도 교육부 농업과학분야 거점 연구소 육성사업에 의한 연구비 지원으로 수행된 연구 결과의 일부임.

## 참고문헌

- Allan, C. R., and Hadwiger, L. A. 1979. The fungicidal effect of chitosan on fungi of varying cell wall composition. *Exp. Mycol.* 3 : 285-287.
- 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.
- Brown, G. E. and Albrigo, L. G. 1972. Grove application of benomyl and its persistence in orange fruit. *Phytopathology* 62 : 1434-1438.
- 최종덕, 서일원, 조성환. 1990. Grape fruit 종자추출물의 항균성에 관한 연구. *한국수산학회지* 23 : 296.
- 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.
- 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 Ghaouth, A., Arul, J., and Ponnampalam, R. 1990. The effect of chitosan on growth and morphology of *Rhizopus stolonifer*. (Abstr.) *Phytopathology* 80 : 1086.
- El Ghaouth, A., Arul, J., Ponnampalan, R. and Boulet, M. 1991. Chitosan coating effect on storability and quality of fresh strawberries. *J. of Food Science* 56 : 1618-1620.
- El Ghaouth, A., Arul, J., Grenier, J. and Asselin, A. 1992. Antifungal activity of chitosan on two postharvest pathogens of strawberries fruits. *Phytopathology* 82 : 398-402.
- Gutter, Y., Shachnai, A., Schiffmann-Nadel, M. and Dinooor, A. 1981. Biological aspects of citrus molds tolerant to benzimidazole fungicides. *Phytopathology* 71 : 482-487.
- Harwing, J., Scott, P. M., Stolz, D. R. and Blachfield, B.J. 1979. Toxins of molds from decaying tomato fruit. *Appl. and Environ. Microbiol.* 38 : 267-274
- Hirano, S., and Nagao, N. 1989. Effect of chitosan, pectic acid, lysozyme and chitinase on the growth of several phytopathogens. *Agric. Biol. Chem.* 53 : 3065-3066.
- 홍무기, 정영호, 홍종욱. 1988. 사과나무 부란병 방제용 식물성살균제 개발 1. *농시논문집 (작물 보호편)*. 30 : 24-30
- Kendra, F. D., Christian, D., and Hadwiger, L. A. 1989. Chitosan oligomers from *Fusarium solani*/pea interactions, chitinase/ $\beta$ -glucanase digestion of sporelings and from fungal wall chitin actively inhibit fungal growth and enhance disease resistance. *Physiol. Mol. Plant. Pathol.* 35 : 215-230.
- Kendra, F. D., and Hadwiger, L. A. 1984. Characterization of the smallest chitosan oligomer that is maximally antifungal to *Fusarium solani* and elicits pisatin formation in *Pisum sativum*. *Exp. Mycol.* 8 : 276-281.
- 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.
- 김난영, 김기홍, 이창은. 1989. Benomyl에 저항성인 사과 푸른곰팡이병균 *Penicillium expansum*의 포자발아 균사생

- 장 및 병원성. *한식병지* 5:344-348.
25. 이해근, 이영득, 신용화. 1988. 사과와 감귤중 농약잔류에 관한 조사연구. *농시논문집* 30:42-51.
  26. Lichtenstein, E. P., Strong F. M. and Morgan. D. G. 1962. Identification of 2-phenylenthyl-isothiocyanate asan insecticide occurring naturally in the edible part of turnips. *J. Agric. Food Chem.* 10:30-33.
  27. 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.
  28. 조성환, 서일원, 최종덕, 주인생. 1990. 수산물에 대한 grape fruit 종자 추출물이 항균 및 항산화효과. *한국수산학회지* 23:289.
  29. 조성환, 서일원, 최종덕, 주인생. 1990. 자동종자 추출물 (DF-100)이 *Penicillium islandicum* 생육 및 독소성분 skyrin 생합성에 미치는 저해효과. *한국농화학회지* 33:169-173.
  30. 조성환, 정덕화, 서일원, 이현숙, 황보해, 박우표. 1992. grape fruit 종자추출물을 이용한 *Aspergillus parasiticus*의 생육 및 Aflatoxin 생성억제효과. *한국식품위생학회지* 7:15.
  31. 조성환, 이상열, 서일원, 이근희. 1993. 농축산물 및 그 가공제품의 자연식물성 항균제를 이용한 저장효과, 농사시험 연구논문집 (92 농촌진흥청 농업산학협동) 35:275.
  32. 조성환, 서일원, 이근희. 1993. 천연항균제 처리에 의한 과채류의 선도유지 및 병해 방지에 관한 연구. *한국농화학회지* 36:264.
  33. 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.
  34. 백수봉, 경석현, 도은수, 오연선, 박병근. 1994. 약용식물로부터 오이흰가루병에 대한 항균성 물질 탐색 및 동정. *한국환경농학회지* 13:301-310.
  35. Park, D. L., Rua, S. M., Acker, R. F. 1991. Direct application of a new hypochlorite sanitizer for reducing bacterial contamination on foods. *J. of Food Protection* 60:2864-2868.
  36. 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.
  37. Snyder, H. R., Fischer, R. F., Walker, J. F., Els, H. E. and Nussberger, G. A. 1953. The insecticidal principles of *Haplophyton cimidum*. *J. Ann. Chem. Soc.* 76:2819-2825.
  38. Sommer, N. F. 1989. Manipulating the postharvest environment to enhance or maintain resistance. *Phytopathology* 79:1377-1380.
  39. Sommer, N. F., Fortlage, R. J., Buckely, P. M. and Maxie, E. C. 1967. Radiation-heat synergism for inactivation of maket disease fungi of stone fruits. *Phytopathology* 57:428-433.
  40. Spotts, R. A. and Chen, P. M. 1987. Prestorage heat treatment for control of decay of pear fruit. *Phytopathology* 77:1578-1582.
  41. Stinson, E. E., Osman, S. F., Heisler, E. G., Siciliano, J. and Bills, D. D. 1981. Mycotoxin production in whole tomatoes, apples, oranges, and lemons. *J. Agric. Food Chem.* 29:790-792.
  42. Stossel, P., and Leuba, J. L. 1984. Effect of chitosan, chitin, and some aminosugars on growth of various soil-borne phytopathogenic fungi. *Phytopathol. Z.* 111:82-90.
  43. Sugar, D., Robets, 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.
  44. Wilson, C. L. and Pusey, P. L. 1985. Potentia for biological control of postharvest plant disease. *Plant Dis.* 69:375-378.
  45. Wilson, C. L. and Wisniewski, M. E. 1989. Biological control of postharvest disease of fruits and vegetables: an emerging technology. *Annu. Rev. Phytopathol.* 27:425-445.
  46. Wisniewski, M. E. and Wilson, C. L. 1992. Biological control of postharvest diseases of fruits and vegetables: Recent advances. *Hortscience* 27:94-98.

(Received September 29, 1998)