

수확후 채소류에 발생하는 진균독소의 탐색과 방제 (II) 이병된 양념 채소류(양파, 마늘, 고추)에서 주요 진균독소 검출

정일민 · 주호종 · 심성철 · 백수봉 · 유승현*
건국대학교 농업생명과학대학 식량자원학과
*충남대학교 농과대학 농생물학과
(1997. 11. 3 접수)

Survey and Control of The Occurrence of Mycotoxins from Postharvest Vegetables in Korea (II) Detection of Major Mycotoxins from Diseased Spice Vegetables (Onions, Garlics and Peppers)

Ill-Min Chung, Ho-Jong Ju, Sung-Chur Sim, Su-Bong Paik and Seung-Hun Yu*
College of Agriculral and Life Science Kon-Kuk University, Seoul 143-701, Korea
*Department of Agricultural Biology, College of Agriculture, Chungnam National University
Taejon 305-764, Korea
(Received November 3, 1997)

요 약: 수확후 *Alternaria*, *Penicillium* 및 *Fusarium*에 이병된 고추, 양파, 마늘을 HPLC로 주요독소들을 검정한 결과 고추에서 *Alternaria* 독소의 AOH(alternariol)는 소량~440 µg/g, ALT(altenuene)는 소량~103 µg/g, TeA(tenuagonic acid)는 249~342 µg/g 및 AME(alternariol monomethyl ether)는 206~294 µg/g 이 검출되었고 양파, 마늘에서 *Penicillium* 독소의 citrinin이 2.8~18.4 µg/g, penicillin-G는 0~439.0 µg/g, penicillic acid는 0~10.2 µg/g 및 patulin은 0~7.0 µg/g 검출되었다. 그리고 양파, 마늘에서 *Fusarium* 독소로는 fusaric acid가 0~553.6 µg/g 검출되었을 뿐 deoxynivalenol과 nivalenol은 검출되지 않았다.

Abstract: The major mycotoxins were detected from peppers, onions and garlics infected postharvest pathogens, *Alternaria*, *Penicillium* and *Fusarium*. Analyses of the major mycotoxins were conducted using HPLC. Detected *Alternaria* mycotoxins per gram of infected postharvest peppers were alternariol (AOH) with amount ranged from small quantity to 440 µg/g, altenuene (ALT) with amount ranged from small quantity to 103 µg/g, tenuagonic acid (TeA) with amount ranged from 249 to 342 µg/g and alternariol monomethyl ether (AME) with amount ranged from 206 to 294 µg/g. *Penicillium* toxins per gram of infected postharvest onions and garlics were citrinin with amount ranged from 2.8 to 18.4 µg/g, penicillin-G with amount ranged from no detection to 439.0 µg/g, penicillic acid with amount ranged from no detection to small quantity and patulin with amount ranged from no detection to small quantity. *Fusarium* toxins per gram of infected postharvest onions and garlics were fusaric acid with amount ranged from no detection to 553.6 µg/g. However, deoxyrivalenol and nivalenol were not detected from onins and garlics infected by *Fusarium*.

Key words: Postharvest pathogen, Pepper, Onion, Garlic, HPLC

1. 서 론

진균독소(mycotoxin)는 진균이 생성하는 2차 대사

산물로서 인체에 여러 종류의 중독증을 일으킨다. 지금까지 보고된 진균독소는 300종이 넘으며¹ 이들이 일으키는 중독증으로는 출혈, 경련, 괴저, 구토, 간 장

해, 콩팥장해, 암유발 등이 있고 심할 경우 죽음까지 초래한다. 진균독소를 생성하는 주요 균으로는 *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium* 및 *Alternaria* 등이 있으며²⁻⁴ 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 손상시켜 품질저하를 초래한다.^{5,6}

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. 발암성 등 특히 문제되는 주요 진균독소로는 *Aspergillus*속균이 생성하는 aflatoxins, ochratoxins, *Penicillium*속균이 생성하는 citrinin, patulin, penicillic acid, cyclopiazonic acid, *Fusarium*속균이 생성하는 trichothecenes, zearalenone(ZEA), fumonisins, *Alternaria*속균이 생성하는 alternariol(AOH), alternariol monomethyl ether(AME), tenuazonic acid(TA) 등이 있다.⁷⁻⁹

진균독소에 의한 중독증은 영국, 미국, 러시아, 일본, 한국 등 세계 여러 나라에서 찾아 볼 수 있다. 1940년대 일본에서 발생한 황변미(黃變米) 사건은 외국에서 수입한 쌀에 오염된 *Penicillium*의 2차 대사산물에 의한 것이었고, 1940년대 소련에서 발생하여 다수의 사망자를 초래한 식중독 무백혈구증(ATA)은 *Fusarium*균이 생성하는 trichothecene계 대사산물에 의한 것이었으며, 1960년대 영국에서 발생한 칠면조의 집단 죽음(Turkey X disease)은 *Aspergillus*속균이 생산하는 aflatoxin에 유래한 것으로 알려져 있다.¹⁰ 우리 나라에서는 1963년 남부지방에서 맥류의 붉은곰팡이병이 심하게 발생하여 40~80%의 수확량 감소를 초래하였을 뿐 아니라 이 병에 감염된 맥류를 섭취한 사람과 동물에서 심한 중독증을 초래하여 당시 커다란 사회문제로 제기된 바 있다.^{11,12}

그러나 이러한 식중독사건은 비교적 다량의 독소를 섭취하였을 경우 나타나는 급성독성이며, 미량의 진균독소를 장기간 섭취할 경우 나타날 수 있는 만성독성, 각종 원인불명의 질환과의 관계 등은 밝혀지지 않

은 점이 많았다. 최근 진균독소를 생성하는 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 장해가 진균독소 오염과 관련된 것으로 밝혀지게 되었고 진균독소의 중요성에 대한 관심이 커지게 되었다.

국내에서는 보리, 옥수수와 같은 곡류에서 분리한 *Fusarium*균주들의 진균독소 생성,¹³⁻¹⁵ *Aspergillus*균주들의 진균독소 생성^{16,17}에 관한 보고가 있으며 최근에는 몇 가지 농산물에서 분리한 *Alternaria*균주들의 진균독소 생성에 관한 보고가 있으나^{18,19} 채소류, 과수류를 비롯한 수확후 농산물의 진균독소오염에 관한 종합적인 연구는 미미한 편이다.

특히 최근 들어 외국에서 들어오는 농산물의 종류와 수입량이 꾸준히 증가하고 있는 실정이므로 국내산 뿐 아니라 수입농산물에 대한 안전성 문제가 대두되어 이들 농산물의 진균독소 오염실태와 안전성에 관한 연구가 시급한 실정이다.

본 연구는 수확후 농산물에 발생한 진균독소 탐색에 관한 연구의 일환으로 양파, 마늘, 고추와 같은 양념 채소류의 저장, 유통 중에 이병된 식물체에서 진균독소를 분리, 동정, 그 함유량을 조사하였던 바 *Alternaria*와 *Penicillium* 균주들의 생성한 독소를 확인하였기에 이를 보고하고자 한다.

2. 재료 및 방법

2.1. *Alternaria* 진균 독소 검출

*Alternaria alternata*에 의한 고추 열매 검은 곰팡이병에 자연 발병된 고추 열매로부터 진균독소를 추출하기 위하여 병든 열매 시료를 100 g씩 취하여 methanol, hexane, 염산을 넣고 blender로 간 후 원심분리하였다. Hexane층은 버리고 methanol층을 취하여 chloroform으로 추출한 후 감압 농축하여(Fig. 1) HPLC분석으로 독소를 동정, 정량하였다.^{2,20} 분석 조건은 Table 1과 같다.

2.2. *Penicillium* 진균 독소 검출

Penicillium sp.에 의한 마늘, 양파 푸른 곰팡이병에 자연 발병된 마늘과 양파로부터 진균독소를 추출

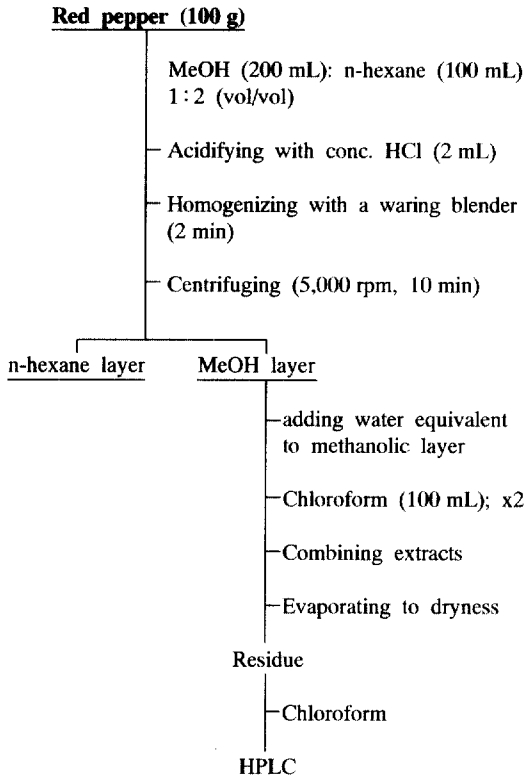


Fig. 1. Flow diagram of the procedure to detect *Alternaria* mycotoxins from red pepper.

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

Mobile phase	: 100% MeOH-water (80 : 20)+ 100 mg ZnSO ₄ ·7H ₂ O/L for AOH, AME, TA 100% MeOH-water (60 : 40) for ALT 100% MeOH-water (60 : 40)+0.1 M NaNO ₃ and 0.001 M HNO ₃ for ATX-1
Oven temp.	: 30°C
Column	: μ Bondapak C ₁₈
Flow rate	: 1.0 mL/min
Wavelength	: 257 nm for AOH, AME, ATX-1, 280 nm for ALT, TA
Injection vol.	: 10 μL

하기 위하여 병든 열매 시료를 50 g씩 취하여 Fig. 2와 같은 방법으로 분획하여 물층과 chloroform층을 감압 농축하여 HPLC분석으로 독소를 동정, 정량하였다.^{21,22} 분석 조건은 Table 2과 같다.

2.3. *Fusarium* 진균 독소 검출

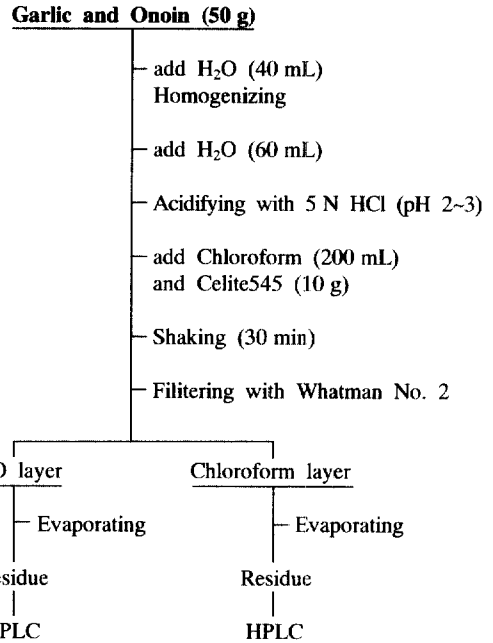


Fig. 2. Flow diagram of the procedure to detect *Penicillium* mycotoxins from garlic and onion.

Table 2. Operating condition of HPLC for fractionation of *Penicillium* mycotoxin

Mobile phase	: 100% MeOH
Oven temp.	: 30°C
Column	: Lichrospher 100 RP-18.5 μm (MERCK)
Flow rate	: 1.0 mL/min
Wavelength	: 250 nm
Injection vol.	: 10 μL

Fusarium sp.에 의한 마늘 후사름병에 자연 발병된 마늘로부터 진균독소를 추출하기 위하여 병든 열매 시료를 50 g씩 취하여 Fig. 3과 같은 방법으로 감압 농축하여 HPLC분석으로 독소를 동정, 정량하였다.²³ 분석 조건은 Table 3과 같다.

3. 결과 및 고찰

Alternaria 검은곰팡이병에 자연 발생된 고추 열매의 진균독소 오염여부를 HPLC로 분석한 결과는 Table 4 및 5에서 보는 바와 같이 AOH는 retention time은 4.80 min이고 공시한 5개 시료중에 3개 시료에서 검출되었으며 검출량은 소량~440 μg/g의 양이 검출되었다. ALT는 retention time은 6.26 min이고

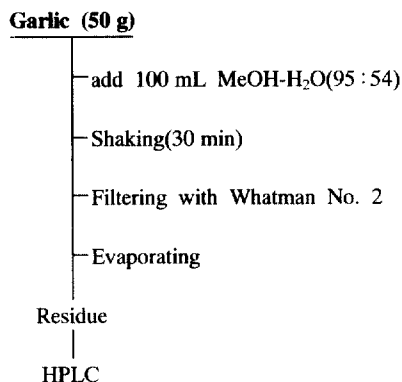


Fig. 3. Flow diagram of the procedure to detect *Fusarium* mycotoxins from garlic.

Table 3. Operating condition of HPLC for fractionation of *Fusarium* mycotoxin

Mobile phase	: 50% MeOH
Oven temp.	: 30°C
Column	: Lichrospher 100 RP-18.5 μm (MERCK)
Flow rate	: 0.8 mL/min
Wavelength	: 260 nm
Injection vol.	: 10 μL

3개 시료에서 소량~103 μg/g 검출되었고 TeA는 retention time은 5.95 min이고 공시한 5개 시료에서 전부 검출되었는데 그 양은 249~342 μg/g이었다. AME는 retention time은 6.19 min이고 2개의 시료에서 206~294 μg/g이 검출되었고 ATX-1은 검출되지 않았다.

농작물 및 자연계에 널리 분포하고 있는 *Alternaria*균 중에는 인체와 동물에 중독현상을 일으키는 균주가 분포하고 있으며,²⁴⁻²⁷ 이들 독성균주들은 AOH, AME, ALT, ATX-1, TA 등과 같은 진균독소를 생성하고 있음이 보고되어 있다.^{28,29} 이 독소들은 세포독성(cytotoxicity)이 있으며⁸ 쥐에 투여할 경우 체중감소 및 치사를 초래하고^{18,24} 세균⁸ 및 인체^{8,29}에도 독성을 나타내는데, 이들 중 특히 TA독성이 강하여 사람의 혈액장애질병(hematological disease)인 onyala의 원인이 되고³⁰ 단백질 합성 저해작용³¹이 있는 것으로 알려져 있다. TA는 *Alternaria*뿐만 아니라 *Pyricularia*,³² *Phoma*³¹ 등 여러 종류의 진균이 생성한다. 그러나 *Alternaria* 속군중서에는 *A. alternaria* group에 속하는 소형의 분생포자를 형성하는 *Alternaria*균만이 TA를 생성하며 *A. solani*와 같이 대형

Table 4. HPLC retention times of *Alternaria* mycotoxins

Mycotoxins	Retention time (min)
AOH	4.80
TeA	5.95
AME	6.19
ALT	6.26
ATX-1	7.02

Table 5. Natural occurrence and levels of *Alternaria* mycotoxins in samples of *Alternaria* infected red pepper fruits

Red pepper sample	Mycotoxin production (μg/g)				
	AOH ^a	AME	ALT	ATX-1	TeA
1	<100	ND	103	ND	249
2	412	206	<100	ND	300
3	ND	ND	<100	ND	280
4	ND	ND	ND	ND	255
5	440	294	ND	ND	342

^aAOH: alternariol, AME: alternariol monomethyl ether, ALT: alternuene, ALT-1: altertoxin 1, TeA: tenuazonic acid, ND: not detected.

의 분생포자를 형성하는 균들은 생성능력이 없다.¹⁹ 최근 한국산 고추와 참깨에서 분리한 *Alternaria*균주 중에는 흰귀의 장출혈과 신장비대를 초래하여 치사를 유발시키는 독성균주가 분포하고 있음이 보고되었고,¹⁸ 이런 독성균주들은 모두 TA를 생성하고 있다고 하였다.¹⁸ 본 연구에서도 수확후 *Alternaria*균에 이병된 고추중에서 AOH, AME, ALT, TeA 독소가 검출되었다.

Penicillium 푸른곰팡이병에 자연발병된 마늘과 양파의 진균독소 오염여부를 HPLC로 분석한 결과 Table 6 및 7에서 보는 바와 같이 citirinin은 retention time은 7.70 min이고 공시한 마늘 2개, 양파 2개 시료에서 모두 검출되었으며 검출량은 2.8~18.4 μg/g이었다. Penicillin-G는 retention time은 7.70 min이고 양파 2개 시료에서만 328.0~439.0 μg/g 검출되었다. Penicillic acid는 retention time은 3.72

Table 6. HPLC retention times of *Penicillium* mycotoxins

Mycotoxins	Retention time (min)
Citirinin	7.70
Penicillin-G	7.70
Penicillic acid	2.58
Patulin	7.47

Table 7. Natural occurrence and levels of *Penicillium* mycotoxins in samples of *Penicillium* infected garlics and onions

Sample	Mycotoxin production (µg/g)			
	Citrinin	Penicillin-G	Penicillic acid	Patulin
Garlic 1	18.4	ND	ND	7.0
	2	16.0	ND	ND
Onion 1	3.9	439.0	ND	5.5
	2	2.8	328.0	10.2

min이고 하나의 양파 시료에서 10.2 µg/g 검출되었고 patulin은 retention time은 2.68 min이고 두개의 시료에서 5.5~10 µg/g 검출되었다.

*Penicillium*은 식품과 사료에서 흔히 분리되는 균이며 치즈와 쏘세지 생산에서 중요한 균³³이므로 이 균이 생산하는 진균독소에 대하여는 많은 연구가 수행되어 왔다.

Citrinin은 *P. citrinum*에서 처음으로 분리되었으며 그 후 *P. expansum*과 *P. verrucosum* 등에서도 생산되는 것으로 보고되었다.⁸ 이 독소는 식품내에서는 비교적 불안정 하지만 강한 신장독성(nephrotoxin)이 있으며^{34,35} 돼지나 개와 같은 가축과 새의 중요한 독소로 알려져 있다.^{36,37} 그러나 인간 건강에 미치는 citrinin의 중요성에 대하여는 현재로서는 평가하기 어려우나 ochratoxin과 같은 진균독소와 함께 작용할 경우³⁸ 독성의 상승작용이 우려되므로 주의해야 할 것이다.

Patulin은 *P. expansum*과 *Aspergillus clavatis*의 균주가 생산하는 독소로서 폐와 뇌의 출혈을 초래하는 것으로 보고되어 있다.³⁴ 이 독소는 *Penicillium*에 오염된 사과, 배, 토마토의 열매에서 검출되었으며 가공한 사과주스에서 수백 ppb까지 검출되기도 하였다.^{33,34}

Penicillic acid는 쥐에 피하주사로 주입할 경우 중량을 유발하는 독소로서³⁹ *Penicillium*에 오염된 옥수수, 강낭콩 등에서 낮은 농도(5~230 ppb)로 검출되었다. 이 독소는 sulphhydryl 화합물의 존재하에서는 매우 불안정 하므로 가공식품내에는 거의 존재하지 않는 것으로 알려져 있다.³³

근년 이집트산 양파에서 citrinin의 검출에 관한 보고가 있었으나⁴⁰ 양파, 마늘에서 *Penicillium*독소의 검출에 관한 보고는 매우 드물다.

본 연구에서는 수확후 *Penicillium*균에 이병된 양파,

마늘중에서 citrinin, patulin, penicillic acid 및 penicillium-G 독소가 검출되었다.

*Fusarium*에 자연발병된 마늘의 진균독소 오염여부를 HPLC로 분석한 결과 Table 8 및 9에서 보는 바와 같이 fusaric acid만 마늘에서 415.3~553.6 µg/g 검출되었고 retention time은 2.74 min로 나타났고 deoxynivalenol과 nivalenol 검출되지 않았다.

*Fusarium*독소에 의한 중독증은 미국, 러시아, 일본, 한국 등 세계 여러 나라에서 찾아 볼 수 있으며 주로 온대지방에서 발생한다.⁷ 우리나라에서는 1963년 남부지방에서 맥류의 붉은곰팡이병으로 맥류의 수확량이 40~80% 감소되었고 이병에 감염된 맥류를 섭취한 사람과 동물에게 심한 중독증을 초래하여 당시 커다란 사회문제로 제기된 일이 있다.^{11,24,25,37}

지금까지 보고되고 있는 trichothecene계 화합물은 관련 유도체를 포함하여 약 100여종에 달하고 있으나,³⁴ 농산물에 흔히 자연 발생하는 주요독소는 deoxynivalenol(DON), nivalenol(NIV)을 포함한 8-ketotrichothecene과 T-2 toxin 등으로 ZEA와 함께 자주 검출된다.^{1,12,27~29,32,36} 또한 사람의 후두암,^{5,16,19,39,41} 쥐의 간암,¹⁶ 돼지의 폐수종,¹⁶ 그리고 말의 뇌백질연화증¹⁶ 등을 일으키는 것으로 알려진 fumonisins에는 fumonisin B₁, B₂, B₃ 등의 B type과 A, C type 등 여러 유도체들이 활발히 분리, 연구되고 있다. 본 연구에서 *Fusarium*균에 이병된 마늘과 양파에서 deoxynivalenol(DON), nivalenol(NIV) 및 zearalenone(ZEA) 독소는 검출되지 않았으며 다만 fusaric acid가 마늘에서만 검출되었다.

Table 8. HPLC retention times of *Fusarium* mycotoxins

Mycotoxins	Retention time (min)
Fusaric acid	2.74
Deoxynivalenol	3.80
Nivalenol	3.20

Table 9. Natural occurrence and levels of *Fusarium* mycotoxins in samples of *Fusarium* infected garlics

Sample	Mycotoxin production (µg/g)		
	Fusaric acid	Deoxynivalenol	Nivalenol
Garlic 1	553.6	ND	ND
	2	415.3	ND
Onion 1	ND	ND	ND
	2	ND	ND

감사의 글

이 연구는 1996년도 교육부 농업과학분야 거점연구소 육성사업에 의한 연구비 지원으로 수행된 연구결과와의 일부임.

참 고 문 헌

1. V. Betina, "Biological effects of mycotoxins, In: Mycotoxins-Production, Isolation, Separation and Purification", ed. by V. Betina, pp. 25~36. Elsevier, Amsterdam, 1984.
2. J. E. Schade and A. D. Jr. King, *J. Food Prot.*, **47**, 978 (1984).
3. L. M. Seitz, "Alternaria metabolites, In: Mycotoxins-Production, Isolation, Separation and Purification", ed. by V. Betina, pp. 443~455. Elsevier Science Publishers B. V., Amsterdam, 1984.
4. K. Singh, J. C. Frisvad, U. Thrane and S. B. Mathur, "An Illustrated Manual on Identification of some Seed-born Aspergilli, Fusaria, Penicillia and their Mycotoxins", pp. 8~10. Danish Government Institute of Seed Pathology for Developing Countries, Hellerup, Denmark, 1991.
5. J. Harwig, P. M. Scott, D. R. Stolz, and B. J. Blachfield, *Appl. and Environ. Microbiol.*, **38**, 267 (1979).
6. E. E. Stinson, S. F. Osman, E. G. Heisler, J. Siciliano and D. D. Bills, *J. Agric. Food Chem.*, **29**, 790 (1981).
7. A. A. El-Banna, J. I. Pitt and L. Leistner, *Syst. Appl. Microbiol.*, **10**, 42 (1987).
8. R. W. Pero, H. Posner, M. Blois, D. Harvan and J. W. Spalding, *Environ. Health Persp.*, **6**, 87 (1973)
9. P. M. Scott, "Penicillium Mycotoxins. In: Mycotoxic Fungi, Mycotoxins, Mycotoxicoses", Vol. 1, ed. by T. D. Wyllie and L. G. Morehouse, pp. 283~356. Marcel Dekker, Inc., New York, 1977.
10. Y. Ueno and O. Kawamura, *Jpn. J. Toxicol. Environ. Health*, **39**, 173 (1993).
11. J. H. Chun, "Epidemiological survey of human mycotoxicosis caused by scabby cereals. In: Research Report on Wheat and Barley Scab", ed. by Ministry of Agriculture and Forestry, Republic of Korea, pp. 385~507. Ministry of Agriculture and Forestry, Seoul (in Korea), 1963.
12. H. S. Chung, *Kor. J. Mycol.*, **3**, 31 (1975).
13. U. S. Lee, H. S. Jang, T. Tanaka, A. Hasegawa, Y. J. Oh and Y. Ueno, *Food Addit. Contam.*, **2**, 185 (1985).
14. Y. W. Lee, K. H. Kim and H. S. Chung, *Korean J. Plant Pathol.*, **6**, 276 (1990).
15. J. G. Ryu and Y. W. Lee, *Korean J. Plant Pathol.*, **6**, 21 (1990).
16. B. H. Lee, *Konkuk Haksulji*, **12**, 807 (1971).
17. K. Lee and S. R. Lee, *Korean J. Food Sci. Technol.*, **6**, 168 (1974).
18. H. B. Lee and S. H. Yu, *Korea J. Plant Pathol.*, **11**, 1 (1995).
19. 이향범, 유승현, *한국식물병리학회지*, **11**, 151 (1995).
20. A. Visconti, A. Logrieco and A. Bottalico, *Food Additives and Contaminants*, **3**, 323 (1986).
21. Hald Benedicte and Palle Krogh, *Journal of The AOAC.*, **56**(6), 1440 (1973).
22. M. Wilson David, H. Tabor William and W. Trucksess Mary, *Screening Method for Mycotoxins*, **59**(1), 125 (1976).
23. Kamimura Hisashi, Nishijima Motohiro, Yasuda Kazuo, Saito Kazuo, Ibe Akihiro, Nagayama Toshihiro, Ushiyama Hirofumi and Naoi Yasuta, *J. ASSOC. Off. Anal. Chem.*, **64**(5), 1067 (1981).
24. C. M. Christensen, G. H. Nelson, C. J. Microcha and F. Bates, *Cancer Res.*, **28**, 2293 (1968).
25. J. Forgacs, H. Koch, W. T. Carll and R. H. White Stevens, *Avian Dis.*, **6**, 363 (1962).
26. J. Gupta, B. Pathak, N. Sethi and V. C. Vora, *Appl. and Environ. Microbiol.*, **41**, 752 (1981).
27. P. Hamilton, G. Lucas and R. Weltz, *Appl. Microbiol.*, **18**, 570 (1968).
28. G. F. Griffin and F. S. Chu, *Appl. and Environ. Microbiol.*, **46**, 1420 (1983).
29. D. J. Harvan and R. W. Pero, *Advances in Chem. Ser.*, **149**, 344 (1976).
30. H. T. Shiqueura and C. N. Gordon, *Biochemistry*, **2**, 1132 (1963).
31. P. S. Steyn and C. J. Rabie, *Phytochemistry*, **15**, 1977 (1976).
32. S. Iwasaki, H. Munro, S. Nozoe and S. Okuda, *Tetrahedron Letters.*, 13 (1972).
33. A. E. Pohland, *Food Addit. Contam.*, **10**, 17 (1993).
34. G. Blunden, O. G. Roch, D. J. Rogers, R. D. Coker, N. Bradburn and A. E. John, *Medical Lab. Sciences.*, **48**, 271 (1991).
35. J. E. Smith and M. O. Moss, "Mycotoxins-Formation", Analysis and Significance, Chichester, J. Wiley, 1985.
36. W. W. Carlton, G. Sansing, G. M. Szczech and J. Tuite, *Food Cosmet. Toxicol.*, **12**, 479 (1974).
37. P. Friis, E. Hasselager and P. Korgh, *Acta Pathol. Microbiol. Scand.*, **77**, 559 (1969).

38. P. Krogh, B. Hald and E. J. Pedersen, *Acta Pathol. Microbiol. Scand.*, **81**(Section B), 689 (1973).
39. F. Dickens and H. E. H. Jones, *British J. of Cancer.*, **19**, 392 (1965).
40. A. Zohri, S. M. Saber and K. M. Abded-Gawad, *Korean Mycol.*, **20**, 302 (1992).
41. J. C. Frisvad and O. Filtenborg, "Secondary metabolites as consistent criteria in *Penicillium* taxonomy and a synoptic key to *Penicillium* subgenus *Penicillium*, In: *Modern Concepts in Penicillium and Aspergillus Classification*", eds. by R. A. Samson and J. I. Pitt, pp. 373~384. Plenum Press, New York and London, 1990.