

— Aspergillus Parasiticus R-716 의 생육 및
aflatoxin 생성에 미치는 채소추출물의 영향 —

정덕화 · 김찬조*

경상대학교 식품공학과 · 충남대학교 식품가공학과*

**Effects of Vegetable Extracts on the Growth and the Aflatoxin Production
by *Aspergillus Parasiticus* R-716**

Duck Hwa Chung · Chan Jo Kim*

Dept. of Food Science & Technology, Gyeongsang National University, Jinju
**Dept. of Food Science & Technology, Chungnam National University, Daejeon*

Abstract

As a part of study on prevention from aflatoxin contamination of food and agricultural products, the effects of chloroform extract of various vegetables on the growth and the aflatoxin production by *Aspergillus parasiticus* R-716 were investigated.

Among 15 vegetables tested, garlic, zinger, radish and cabbage were effective in inhibiting the growth of the strain, but eggplant and lettuce slightly accelated. Even though mycelial growth was permitted, 4 vegetables inhibited aflatoxin production in the order of radish, zinger, crown daisy and cabbage, on the contrary, edible burdock and red pepper increased. Especially radish was shown to reduce the aflatoxin production per mycelial weight most. With the addition of chloroform extract equivalent 30g of raw radish on solid media of rice and barley, aflatoxin production of the strain was also inhibited about 80% (484ug, 191ug) of that produced in the control (1796ug, 1049ug).

서 론

최근 들어 약초류를 포함한 농산물이 함유하고 있는 특수성분이 미생물의 생육 및 myco-

toxin 과 같은 2차 대사산물의 축적을 억제하는 작용이 있음에 근거하여 이 분야에 관한 관심이 대두되기 시작하였다.

일찍이 Hoffman 과 Evans¹⁾는 Cinnamic aldehyde 와 eugenal 이 상당한 효과가

있음을 인정하였고, Prasad²⁾ 등에 의해 정향과 소금혼합물을 이용한 과일의 보존방법이 고안되었으며 Corran 등³⁾도 향신료와 식물정유가 식품보존효과가 있음을 발표하였다.

Bachmann⁴⁾ 등은 마늘, 계피 등이 향신료로서 뿐만 아니라 보존료로서의 기능을 가지며, 특히 세균보다 곰팡이에 더 효과적인 항균작용이 있어 *Aspergillus*, *Alternaria*, *Penicillium* 속 등의 생육을 강하게 저해함을 인정하였고, Virtanen⁵⁾ 등도 세균에 대한 양과의 항균효과를 보고하였다.

Mano Daiji⁶⁾ 도 마늘의 ethanol 추출물은 세균의 성장을 억제시킨 반면 ethanol에 용해되지 않은 부분은 저해효과가 없었다고 하였다.

그외 식물 특수성분을 이용한 많은 보문이 있었으나^{7) 9)}, 이들 향신료에 대한 연구는 대체로 미생물의 일반적인 항균효과를 중심으로 한 것이었다.

Mycotoxin 생성억제에 관한 연구로는 Swamianthon¹⁰⁾ 등은 White Potato에서 Caffeic acid와 비슷하나 orthodihydroxy기가 없는 hydroxy-cinnamic acid가 *Aspergillus Parasiticus*의 생육 및 aflatoxin 생성에 대해 저해력이 높다고 했으며, Hitokoto¹¹⁾ 등은 후추의 chloroform 추출물과 고추가루가, Sharma¹²⁾ 등은 양파추출물이 Nortowicz¹³⁾ 등은 coffee bean에서 추출한 caffein이 각각 *Aspergillus flavus* 또는 *Aspergillus Parasiticus*의 aflatoxin 생성을 억제한다고 보고하였다.

최근 Tsai¹⁴⁾ 등은 토란을 함유한 밀배지와 GLS 배지에서 *Aspergillus Parasiticus*의 생육은 물론 aflatoxin 생성이 현저히 촉진됨을 인정하였고, Bahk¹⁵⁾ 등은 인삼제품이, Batt¹⁶⁾ 등은 당근종자유와 그 화합물이 각각 *Aspergillus Parasiticus*의 생육 또는 aflatoxin 생성을 저해한다고 보고하였고,

Ray¹⁷⁾와 Buchanan¹⁸⁾ 등은 향신료를 비롯한 농산물에 함유된 성분이 mycotoxin 생성에 미치는 영향을 보고하였다.

이와같은 외국의 활발한 연구와는 달리 국내에서는 농산물이 함유하고 있는 자연적 저항인자와 mycotoxin 생성과 관련된 보문은 거의 없는 실정이며, 약초의 경우도 인삼제품 및 강황^{19) 21)} (*Curcuma longa* L.)²¹⁾ 등의 aflatoxin 생성균의 생육 및 aflatoxin 생성에 미치는 영향이 검토되었을 뿐 대체로 항균작용을 비롯한 약리학적, 생리학적 방향으로 연구가 진행되어 왔다.

이와같은 실정을 감안하여 저자는 aflatoxin 오염억제방안을 모색하기 위한 연구의 일환으로 aflatoxin 생성균을 자연계로부터 분리 동정하여 aflatoxin 생산성을 검토한바 있다.^{22) 23)}

본보에서는 무우를 비롯한 15종의 채소를 chloroform으로 추출물을 조제하여 이들 추출물이 공시균 (*Aspergillus Parasiticus* R-716)의 생육 및 aflatoxin 생성에 미치는 영향을 조사하여 몇가지 결과를 얻었기에 보고하는 바이다.

재료 및 방법

1. 공시균주

공시균주는 본 대학교 식품가공학과에서 변질미로부터 분리동정하여 보관중인 *Aspergillus Parasiticus* R-716)을 이용하였다.

2. 실험재료

Aflatoxin 생성저해 검색을 위하여 사용된 채소류는 1982년 3월에서 8월 사이에 경남 진주일원에서 수집한 것으로서 배추 (*Brassica pekinensis* Rupr), 양배추 (*Brassica oleracea* Var *capitata* L), 상치 (*Lactuca sativa* L), 시금치 (*Spinacia* *racea* L), 쪽갓 (*Chrysanthemum coron-*

arium. L), 무우(Raphanus sativus L), 마늘(Allium sativum), 생강(Zingiber officinale Boscoe), 우엉(Arctium lappa L), 오이(Cucumic sativus L), 가지(Solanum melongena L), 고추(Capsicum annum L), 들깻잎(Perillaocimoides L), 방아(Isodom japonicus Hara) 및 도라지(Platycodon glaucus Nakai) 등이 었다.

3. 채소추출물의 조제방법

Hitokoto의 방법¹¹⁾을 참조하여 각각의 공시 채소 100 g에 Chloroform 200ml를 첨가하여 충분히 마쇄한 후 1000ml 삼각 flask에 옮기고 다시 100ml Chloroform으로 완전히 씻어 넣은 후 밀전하여 왕복진탕기로 5시간 동안 진탕 추출하였다.

액을 여과한 다음 분액여두에서 Chloroform층만을 모아 40℃에서 감압농축하여 5℃ 이하의 암소에 보관하면서 필요에 따라 95% ethanol에 녹여 aflatoxin 생성저해제 검색을 위한 시료로 하였다.

4. 포자현탁액

공시균을 GPA 사면기양기에 8일동안 3회 연속계대배양시켜 충분히 활성화 시킨후 0.1% Tween-80 1ml와 멸균수 5ml을 가하여 흔들어서 포자를 씻어내는 조작을 3회 반복하여 포자를 수집한 후 상당량의 멸균수를 첨가하여 현미경으로 포자수를 ml 당 $10^6 \sim 10^7$ 개로 조절하였다.

5. 배양방법

평판배양은 agar가 첨가된 table 1과 같은 조성의 기본배지 10ml를 살균한 후 필요한 농도의 채소추출물을 첨가하여 평판한 다음 무균적으로 단일 Colony를 형성하도록 접종하여 28℃에서 15일간 배양하였고, 액체배

양은 기본배양 25ml를 30ml Δ flask에 넣고 살균한 다음 필요한 농도의 채소추출물을 첨가하여 포자현탁액 0.5ml를 접종하여 28℃에서 9일간 배양하였다. (table 1)

Table 1 Composition of SLS medium

Sucrose	85g
L-Asparagine	10g
(NH ₄) ₂ SO ₄	2g
KH ₂ PO ₄	2g
MgSO ₄ ·6H ₂ O	1g
CaCl ₂ ·2H ₂ O	75mg
ZnSO ₄	10mg
Na ₂ B ₄ O ₇	2mg
FeSO ₄ ·6H ₂ O	2mg
MnCl ₂ ·4H ₂ O	5mg
Ammonium molybdate	2mg
Distilled water	1ℓ

* Initial pH of the medium was 4.5.

6. 생육도 및 기타측정

균의 생육도 측정은 평판배양의 경우 배양 15일 후 Colony의 크기를 관찰하였고, 액체 배양시는 건조중량법으로 비교하였다. 즉 배양법을 Toyo No. 2 여과지로 여과하여 50℃에서 24시간 건조시켜 방냉한 후 항량이된 수기에서 여과지 무게를 제한 것을 균체량으로 하였고 pH는 pHmeter로서 측정하였다.

7. Aflatoxin의 정제 및 정량

배양물에서의 aflatoxin정제는 AOAC²⁴⁾에 준하였다. 즉 25ml의 액체배지에 동량의 C-chloroform을 가하여 30분간 격렬히 진탕시켜 Toyo No. 2 여지위에 5ml의 규조토를 간 Büchner funnel로 여과하여 분액여두에서 Chloroform층만 분리한 후 감압농축하여 Column Chromatography를 실시하였다. 먼저

glass filter가 부착된 22×300mm Column에 5g의 무수 Na₂SO₄를 가하고 Chloroform을 ½정도 채웠다. 그 위에 Chloroform으로 현탁시켜 활성화된 Silicagel 10g을 가하여 15분간 방치한 다음 15g의 무수 Na₂SO₄를 다시 첨가하였다. 이렇게 충전된 Column에 Chloroform 유출물 50ml을 흡착시킨후 질소가스로 유속 10~20 ml/min로 조절하여 15ml의 n-hexane과 15ml의 ethyl ether로 지질과 색소를 제거하였으며 Column에 흡착된 aflatoxin은 Chloroform/methanol (97/3)의 혼합액으로 용출시켜 수거하였다. 이 용출액을 감압농축하여 소량의 Chloroform으로 vial에 옮기고 진공상태에서 건조하였다. aflatoxin 정량은 HPLC(high pressure liquid chromatography) ²⁵⁾법에 의하였고 사용한 aflatoxin 표준품은 이스라엘의 Marko Chemical 사제품이었고 분석을 위한 기기조건은

Table 2와 같았으며 그 결과 aflatoxin Standard와 시료의 Chromatogram은 Fig. 1과 같이 G₂, G₁, B₂, B₁의 순으로 나타났으며 이때의 사용 Solvent는 H₂O/MeOH/Acetonitrile = 50/25/10 혼합용액이었고 Sensitivity는 0.01~0.5 Aufe 범위였다.

Table 2 Condition of high pressure liquid chromatography for analysis of aflatoxin.

Type	WARTERS MODEL 244
Detector	UV 365 nm
Column	u Bondapak C ₁₈
Flow rate	1 ml/min
Solvent	H ₂ O/MeOH/Acetonitrile = 50/25/10
Chart speed	0.5 cm/min
Sensitivity	0.01-0.5 Aufe*

* Absorbance unit full scale

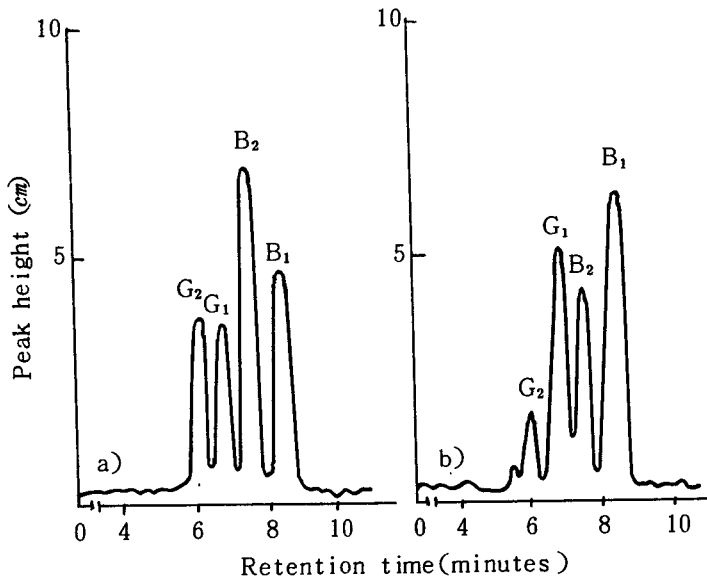


Fig. 1 HPLC Chromatogram of aflatoxins, flow rate 1.0 ml/min
 a) Standard aflatoxin
 b) Aflatoxins extracted form sample.

결과 및 고찰

1. 공시균의 생육에 미치는 영향

시장에서 구입한 신선한 채소 15종 (도라지, 들깻잎, 우엉, 방아, 쑥갓, 무우, 가지, 배추, 상치, 시금치, 양배추, 고추, 생강, 마늘 및 오이)을 chloroform으로 엑기스를 조제한 다음 SLS배지에 15g(단 마늘은 5g)에 해당되는 양을 첨가한 후 평판배양 및 액체배양을 통하여 균의 생육에 미치는 영향을 조사하였다. 그 결과 table 3에서와 같이 마늘시험구에서 균의 생육저해는 가장 현저하였으며, 그 외에 생강(42%), 무우(23%), 양배추(15%), 쑥갓(12%) 등의 순서로 저

해 효과가 나타났으며, 특히 양배추는 생육초기에 저해가 크게 일어났다.

이와 반대로 가지, 상치등의 시험구에서는 오히려 균의 생육이 촉진되었으며, 그중에서도 가지시험구에서는 1154mg/25ml의 균체량을 보여 대조구에 비해 17%나 증가되었다.

Subrahmanyam²⁶⁾ 등도 겨자, 육계피, 백합, 양파, 마늘등의 세균에 대한 항균효과를 살핀 결과 본실험에서와 같이 마늘의 생육저해작용이 강하였고 그 성분은 allicin임을 밝혔으며, James²⁷⁾ 등도 특히 육계피의 경우 상당량의 첨가로 방부 및 살균작용이 있음을 확인한바 있다.

2. 공시균의 aflatoxin생성에 미치는 영향 또한 균의 aflatoxin생성에 미치는 영향

Table 3 Effect of chloroform extract of various agricultural products on growth of *Aspergillus parasiticus* R-716.

Agricultural products*	Diameter		Mycellium	
	Final pH	of colony (cm)	Dry weight (g)	%Control
Control	2.4	5.8	0.987	100
<i>Platycodon glaucus</i> Nakai	2.2	5.9	1.056	107
<i>Perilla ocimoices</i> L.	3.0	6.3	1.006	102
<i>Arctum lappa</i> L.	2.7	6.4	0.977	99
<i>Isodon japonicus</i> Hara	2.2	6.2	0.976	99
<i>Chrysanthemum coronarium</i> L.	2.5	5.2	0.868	88
<i>Raphanus sativus</i> L.	2.6	5.1	0.759	77
<i>Solanum melongena</i> L.	2.1	5.8	1.154	117
<i>Brassica pekinensis</i> Rupr.	2.0	6.1	1.055	107
<i>Lacutuca sativa</i> L.	2.9	5.9	1.075	109
<i>Spinacia olercea</i> L.	1.9	5.9	0.985	100
<i>Brassica oleracea</i> Var <i>capitata</i> L.	3.1	5.6	0.838	85
<i>Capsicum annum</i> L.	2.3	6.7	1.016	103
<i>Zingiber officinale</i> Boscoe	3.5	3.9	0.504	58
<i>Allium sativum</i> L. **	4.5	***	-	-
<i>Cucumis sativus</i> L.	2.7	5.6	0.876	89

* 15g equivalent weight. ** 5g equivalent *** No detectable growth.

은 table 4 처럼 무우 및 쑥갓의 시험구에서는 대조구에 비해 각각 33%, 15%의 aflatoxin 생성이 억제된 반면, 우엉과 고추의 시험구에서는 aflatoxin 생성이 크게 증가되었다. 그러나 마늘의 경우는 Hitokoto¹¹⁾, Buchann¹⁸⁾ 등에 의하면 강한 항균작용과는 달리 균체 9g 당 aflatoxin 생성이 증가되어 aflatoxin 생성에는 직접적인 영향을 주지 못한다고 하였다. 특히 방아나 고추는 균의 생육 및 aflato-

xin 생성에 어떤 영향을 미치지 않는가를 기대했으나 예상외였고, 오히려 무우시험구에서 나타난 결과는 특기할 만 하였다.

즉 15g에 해당되는 추출물의 첨가구에서 균의 생육은 0.759g/25ml 인데 비해, aflatoxin 생성이 913μg/25ml로서 균체 9g 당 aflatoxin 함량도 대조구에 비해 감소되어 효과적인 채소로 인정되었다.

Table 4 Effect of chloroform extract of various agricultural products on aflatoxin production of *Aspergillus parasiticus* R-716

Agricultural products*	Aflatoxin(ug/25ml)					
	B1	B2	G1	G2	Total	% Control
Control	781	143	367	73	1364	100
Platycodon glaucus Nakai	841	124	355	71	1391	102
Perilla ocimoides L.	888	91	418	62	1459	107
Arctum lappa L.	1054	102	364	103	1623	119
Isodon japonicus Hara	973	161	269	29	1432	105
Chrysanthemum coronarium L.	636	27	411	85	1159	85
Raphanus sativus L.	662	45	186	20	913	67
Solanum melongena L.	634	134	453	279	1500	110
Brassica peakinensis Rupr.	844	104	382	74	1404	103
Lactuca sativa L.	793	196	273	96	1358	100
Spinacia olercea L.	860	110	401	125	1496	110
Brassica olercea var capitata L.	765	18	366	64	1213	89
Capsicum annum L.	966	142	369	187	1664	122
Zingiber officinale Roscoe	531	68	362	75	1036	76
Allium sativum L.	***	-	-	-	-	-
Cucumis sativus L.	767	173	282	46	1268	93

* 15g equivalent weight. ** 5g equivalent weight *** No detectable toxin.

따라서 쑥갓, 무우, 양배추, 생강 및 마늘 등의 시험구에서 보인 결과로 미루어볼 때 이들이 함유하고 있는 특수성분이 공시균의 생육과 물질대사 산물의 형성에 영향을 미치는 것으로 생각되었다.

3. 고체배양에 대한 추출물의 첨가효과 액

체배양에서 공시균의 생육 및 aflatoxin 생성에 바람직한 효과를 보인 무우 추출물이 우리가 주식으로 하는 쌀 및 보리를 이용한 고체배지에서의 공시균에 대한 영향을 살펴보았다.

그 결과 Table 5에서 보는바와 같이 대조

Table 5 Effect of water-chloroform extract of *haphanus sativa* L. on the relationship between the mold growth and color change of grains after incubation of *Asp.pasasiticus* R-716 for 15 days

Medium	Tissue equivalent wt. (g)	The growth of strains	State of grain	Color of chloroform ext.
Rice	0	+++	yellow kernels	yellow
	15	++	light yellow kernels	yellow
	30	+	white kernels	reddish yellow
Barley	0	+++	dark brown kernels	yellow
	15	++	yellow kernels	yellow
	30	+	light gray kernels	yellow

구에 비해 균의 생육은 30g 첨가시 쌀 및 보리배지에서 모두 저해효과를 보였으며 배양후 쌀 및 보리입자의 색깔은 이등²⁸⁾의 *Aspergillus flavus*를 사용한 경우와 같이 aflatoxin 생성과 함께 노란색소의 형성이 나타나고 있었다.

aflatoxin 생성은 Table 6처럼 액체배양에서 보다 다소 저해도는 낮았으나, 15g에 해당되는 첨가로 35%이상이 저해되고 있었고, 특히 30g에 해당하는 추출물의 첨가로 쌀 및 보리배지에서 aflatoxin 생성이 약 80%저해되어 무우 추출물이 액체 및 고체배지에서

모두 공시균에 대한 생육 및 aflatoxin 생성 저해현상이 강한 것으로 나타났다.

Grim은 채소가 함유한 천연저해인자를 농산물저장에 이용하기 위해 서양고추 냉이, 마늘, 양파껍질 10~20%를 첨가한 결과, 양파의 경우 lachrymatory factor가 강력한 항균활성을 가지며 그 주성분은 thiopropanol-S-oxide라고 하였으나, *Aspergillus*속의 mycotoyin생성과 관련된 무우의 영향을 조사한 바가 없으며, 따라서 공시균의 생육과 aflatoxin생성에 대한 저해원인의 구체적인 조사가 요망된다.

Table 6 Effect of water-chloroform extract of *Raphanus sativa* L. on aflatoxin production in rice and berley medium after incubation of *Asp. parasiticus* R-716 for 15 days

Medium	Tissue equivalent wt. (g)	Aflatoxin(ug/30g)					% Control
		B ₁	B ₂	G ₁	G ₂	Total	
Rice	0	947	186	496	167	1796	100
	15	706	72	266	51	1095	61
	30	309	29	42	4	484	21
Barley	0	583	98	312	56	1049	100
	15	395	86	108	82	671	64
	30	129	18	54	-	191	18

요 약

15종의 채소를 Chloroform으로 추출물을 조제하여 공시균(*Aspergillus parasiticus* R-716)의 생육 및 aflatoxin 생성에 미치는 영향을 조사하였다. 그 결과 마늘, 생강, 무우 및 양배추의 순으로 공시균의 생육을 저해하였으나, 가지, 상치 등은 오히려 생육을 촉진하였다. 또한 균체생성시 공시균의 aflatoxin기 생성은 무우, 생강, 쪽갓, 양배추의 순으로 저해하였으나, 우엉, 고추는 오히려 증가시켰다. 특히 무우는 균체 9당 aflatoxin 함량을 감소시켜 가장 효과적인 채소로 나타났다. 고체배지에서도 무우 30g에 해당하는 추출물의 첨가로 약 80%의 aflatoxin 생성이 저해되어 쌀, 보리배지에서 각각 484 및 191 μ g의 aflatoxin만이 생성되었다.

참 고 문 헌

- Hoffman, C. & A.C. Evans, The use of spices as preservatives, J. Ind. Eng. Chem. 1911
- Prasad, H. & V. Joshi, The preservative values of spices used picking raw fruits in India, J. Ind. Eng. Cham., 24,402 1929.
- Corran, J. w. and Edgar, S. H., preservative action of spices and related compounds against yeast fermentation, J. Soc. Cham. Ind., 52,149, 1933.
- Bachmann, F. M., The inhibitory action of certain spices on the growth of microorganisms, J. Eng. Cham., 8,620 1916
- Virtanen, A. I. and Natikkala, E. J., Isolation of *S. methyl* and *S. propyl cystiene sulfoxide* from onion and the antibiotic activity of crushed onion, Acta Cham. Scand, 13,1898 1959.
- Mano Daiji., The inhibitory action of some plant extracts on bacterial growth. II, Changes in the susceptibility to antibiotics of the strains of bacteria adapted by culturing with a fraction from *Allium santivum*, Nippon Saikingaku Zasshi, 17,417 1962.
- Dold, H. and Knapp, A., Antiseptic action of spices Z. Hyg. Infekt. Sionsvkrankh, 128,698 1948
- Anderson, E. E., Esselen, W. B.Jr., and Handleme, N. A. R., The effect of essential oils on the inhibition and thermal resistance of microorganisms in acid food products, Food Res., 19,40 1953
- Wright, W. J., Bice, C. W., and Fogelberg, J. N., The effect of spices on yeast fermentation, Cereal Chem., 3,100 1954.
- Swamiathan, B. and P. E. Koehler, Isolation of inhibitor of *Aspergillus parasiticus* from white potatoes, J. of Food Sci., 41,313 1976.
- Hitokoto, H., S. Moruzumi, T. Wauke, S. Sakai I. Ueno., Inhibitory effects of condiments and herbal drugs on the growth *Mycopathologia* 66(3),161 1978.
- Sharma, A., Tewari, G. M., Shrikhandha, A. J., Padwal-Desat, S.R.

- and Bandyopadhyay, C. Inhibition of aflatoxin producing fungi by onion extracts, *J. Food Sci.*, 44, 1945 1979.
13. Nartowicz, V. B., R. L. Buchanan and S. Segall., Aflatoxin production in regular and decaffeinated coffee beans, *J. Food, Sci.*, 44(2) 446 1979.
 14. Tsai, W. Y. J., Moy, W. K. Nip and H. A. Frank, Stimulation of aflatoxin production in media supplemented with Taro, *J. Food, Sci.*, 46,274 1981.
 15. Bahk, Jr., and Marth, Growth and synthesis of aflatoxin by *Asp. parasiticus* in the presence of ginseng products, *J. Food, Prot.*, 46,210 1983.
 16. Batt, C., M. Solberg, and M. Ceponis, Effect of volatile components of carrots seed oil on growth and aflatoxin production by *Asp. parasticus*, *J. Food Sci.*, 48,762 1983.
 17. Ray, L. L. and L. B. Bullerman, Preventing growth of potentially toxic molds using antifungal agents, *J. Food Prot.*, 45,953 1982.
 18. Buchanan, R. L., M. A. Harry and M. A. Gealt, Caffeine inhibition of sterigmatocystin, citrinin and patulin production, *J. Food Sci.*, 48,1226 1983.
 19. Bahk, J.R. and J.K.Lee, Growth and synthesis of aflatoxin by *Aspergillus parasiticus* in the presence of ginseng products with reduced minor elements, *Kor. J. Env. Hlth. Soc.*, 10(1), 78 1984.
 20. 서명자, 김석영, *Asp. parasiticus*에 의한 aflatoxin 생산능에 인삼과 pH가 미치는 영향, 부산대학교 가정대학 연구보고 7,95 1981.
 21. 정덕화, *Aspergillus parasiticus* R-716의 생육 및 aflatoxin 생산에 미치는 강향(*Curcuma longa* L.) 엑기스의 영향, 경상대학교 논문집, 23(2),153 1984.
 22. 정덕화, 김찬조, Aflatoxin 생성균의 분리 및 초기 pH, Zn의 영향, 한국산업미생물학회지, 14(1),9 1986.
 23. 정영철, 성낙계, 정덕화, 고체배지에서 aflatoxin 생성에 미치는 temperature cycling의 영향, 한국환경위생학회, 12(1), 1986.
 24. AOAC, Official Methods of Analysis, 12th Ed., 1975.
 25. Dong, M. W., and J. L. Dicesare, Improved food analysis using high-speed liquid chromatography, *Food technology*, 58 1983.
 26. Subrahmanyam, V., Sreenivasamurthy V., Krishnamurthy, K., and Swaminathan, M., Studies on the antibacterial activity of spices, *J. Sci. Ind. Res. Sec. C.*, 16,240 1957.
 27. James, L. H., Reducing the microbial content of spices, *Food Inds.*, 10,428 1938.
 28. 이태령, 이상규, 식품중 유독성 대사산물에 관하여(제1보). 수종의 한국 대두발효 식품중 aflatoxin 유무의 검색에 관하여, 한국식품과학회지, 1,78 1969.
 29. Grimm, A. I., Use of antiseptic and antibiotic ducing storage of carrots, *Sb. Leningh, Inst. Sor. Torg, F. Engle. Sci.*, 5,17 1959.