

생약추출물이 *Aspergillus parasiticus*의 Aflatoxin B₁ 생성에 미치는 영향

정 상 진*†

*청주대학교 유전공학과

Effects of Some Herbal Extracts on Aflatoxin B₁ Production from *Aspergillus parasiticus*

Sang Jin Chung*†

*Department of Genetic Engineering, Chongju University, Chongju 360-764, Korea.

ABSTRACT : The influences of the extracts from Cinnamomi Cortex, Eucommiae Cortex, Puerariae Radix, Lycii Fructus, Zizyphi Fructus, Schisandrae Fructus, Mume Fructus, Chaenomelis Fructus on mycelial growth and aflatoxin B₁ production from *Aspergillus parasiticus* were analyzed. The pH of the culture media were reduced to below pH 4 by all the herbal extracts after 3 days incubation. However, the pH of the culture media increased above pH 6 after 6 days incubation using the extracts from Cinnamomi Cortex, Eucommiae Cortex, Puerariae Radix and Lycii Fructus. The mycelial growth of *A. parasiticus* was increased over the amount of the control. Puerariae Radix produced the largest amount of mycelial growth and Chaenomelis Fructus produced the smallest amount of mycelial growth. The productions of aflatoxin B₁ from *A. parasiticus* culture were increased by the extracts of Puerariae Radix and Zizyphi Fructus, while inhibited by the extracts of Cinnamomi Cortex, Eucommiae Cortex, Lycii Fructus, Schisandrae Fructus, Mume Fructus and Chaenomelis Fructus. In particular, the extracts of Cinnamomi Cortex, Lycii Fructus and Schisandrae Fructus almost inhibited the production of aflatoxin B₁. The production of the total protein from Cinnamomi Cortex, which produced much less aflatoxin B₁, and Puerariae Radix, which produced a great deal of aflatoxin B₁ from *A. parasiticus* were slightly higher than the production of the total protein of the control medium.

Key words : aflatoxin B₁, *Aspergillus parasiticus*, Cinnamomi Cortex, Eucommiae Cortex, Puerariae Radix, Lycii Fructus, Zizyphi Fructus, Schisandrae Fructus, Mume Fructus, Chaenomelis Fructus

서 론

Aflatoxin은 B₁, B₂, G₁, G₂ 등 약 20여종이 알려져있다. 그 중 aflatoxin B₁은 땅콩의 곰팡이 감염으로 생성되는 물질 (Taber & Schroeder, 1967)로, dimethyl nitrosoamine에 비하여 3,750배나 되는 toxin을 갖고 있고 (Heathcote & Hibbert, 1978) 동물에 여러 질병을 유발하며 (Wang *et al.*, 1990) 효소의 작용을 억제하고 DNA template를

변환시켜 변형 DNA가 만들어지게 함으로써 핵산 합성을 저해한다고 보고되었다 (Swenson, 1981).

상당 수의 생약이 항균작용과 mycotoxin 생성에 억제 효과가 있는 것으로 보고되고 있는데 이 중 mycotoxin 생성 억제에 관한 연구로서 Buchanan & Ayres (1975)이 마늘, 계피의 항균효과, Mano (1962)가 마늘에서의 항균 효과, Swamianthan & Koehler (1976)가 white potato의 항균효과, Hitokoto *et al.* (1978)이 후추, 고추 및 20

† Corresponding author: (Phone) +82-43-229-8561 (E-mail) sjchung@chongju.ac.kr
Received September 26, 2003 / Accepted November 14, 2003

중의 약초 분말의 항균효과, Tsai *et al.* (1981)이 토란의 항균효과, Suh & Joung (1982)이 양파의 항균효과, Batt (1983)이 당근 종자유와 그 화합물의 항균효과, Chung (1984)이 강황 추출물의 mycotoxin 억제 효과에 대하여 각각 보고하였다.

그러나 약초류 등에 함유되어 있는 성분의 mycotoxin 생성 억제에 관한 연구가 희소하다. 따라서 본 연구에서는 계피 (Cinnamomi Cortex; *Cinnamomum cassia* B.), 두충 (Eucommiae Cortex; *Eucommia ulmoides* O.), 갈근 (Puerariae Radix; *Pueraria thunbergiana* B.), 구기자 (Lycii Fructus; *Lycium chinense* M.), 대추 (Zizyphi Fructus; *Zizyphus jujuba* M.), 오미자 (Schisandrae Fructus; *Schizandra chinensis* B.), 오매 (Mume Fructus; *Prunus mume* S. & Z.), 목과 (Chaenomelis Fructus; *Chaenomeles sinensis* K.) 등 8종의 생약재의 추출물이 *Aspergillus parasiticus*의 균체 생성 및 aflatoxin B₁ 생성에 미치는 효과 및 aflatoxin B₁을 가장 많이 생성하는 것과 가장 적게 생성하는 생약재의 추출물이 *Aspergillus parasiticus*의 단백질 생성에 미치는 영향에 대하여 연구하였다.

실험재료 및 방법

균주, 배지 및 생약재료

균주는 한국중균협회 (KTCC)에서 분양받은 *Aspergillus parasiticus* KCCM 35075를 사용하였다. 배지는 glucose-salt 배지 (Marth & Shin, 1971)를 변형하여 glucose 50 g, KH₂PO₄ 5 g, MgSO₄ · 7H₂O 0.5 g, ZnSO₄ · 7H₂O 5 mg, (NH₄)₂SO₄ 6 g, K₂HPO₄ 6.4 g, FeSO₄ · 7H₂O 10 mg, MnSO₄ 1 mg, glutamic acid 2 g, glycine 2 g에 물 1 l (pH 6)를 가하여 조성하였다.

생약재는 계피 (Cinnamomi Cortex), 두충 (Eucommiae Cortex), 갈근 (Puerariae Radix), 구기자 (Lycii Fructus), 대추 (Zizyphi Fructus), 오미자 (Schisandrae Fructus), 오매 (Mume Fructus), 목과 (Chaenomelis Fructus)로 수분 함량 10% 미만의 재료를 택하였다. 8종의 생약재는 각 1 kg을 정선하여 물 5배량을 가하고 80~100°C에서 3시간 추출한 다음 여과액을 감압 농축하여 extract를 얻어, 건조감량법으로 수분을 측정, 농도를 조절하였다.

균의 배양

균의 정량적 배양을 위해 균의 포자를 mycological agar (Difco Co.) 배지에서 29°C를 유지하면서 8일 동안 3회

연속 계대 배양시켜 포자를 활성화시킨 다음, 0.1% Tween-80 1 ml와 멸균증류수 5 ml를 가하여 3회 세척한 후 포자를 수집하여 haemocytometer로 1 ml당 10⁶~10⁷ conidia로 조절하였다 (Chung, 1984). 다음 elenmeyer flask에 28 ml의 배지와 농도가 조절된 생약 extract 1 ml, 그리고 1 ml당 10⁶~10⁷ conidia가 포함된 포자현탁액 1 ml를 넣어 28~30°C에서 8일간 배양하였다 (Bark *et al.*, 1985).

pH

균의 성장에 따른 pH의 변화는 균체 하부의 배지 pH를 측정하였다.

균체의 성장

성장한 균사와 배지를 Buchner funnel에 여과지 (Watman No. 1, 12.5 cm)로 여과시키고 5 ml의 증류수로 3회 세척한 후 (Yousef & Marth, 1983), 균체가 잔류하는 여과지를 50°C에서 24시간 건조시키고 desicator에 5시간 방냉한 후 여과지의 무게를 제한 것을 균체량으로 하였다 (Bahk & Marth, 1983).

Aflatoxin B₁ 정제 및 정량

발육 측정을 위하여 사용한 균체 및 여과지를 제외한 잔사를 40 ml의 chloroform으로 잔류 aflatoxin을 용해시켜 Buchner funnel을 통하여 separatory funnel에 가한 후 이 내용물을 3~5분간 잘 흔든 다음 정치하여 chloroform phase를 round bottom flask에 수집하였다. 완전한 추출을 위하여 2회 반복 용출하였으며 round bottom flask에 수집된 120 ml의 용액을 rotary vacuum evaporator (Tokyo Rikakikai Co., Type N-1)를 이용하여 chloroform을 제거한 후, 남은 film을 methanol에 용해시켜 (Bahk & Marth, 1983), Sep-Pak cartridge (Millipore Co.)로 정제시킨 후 10 ml volumetric flask에 옮겨 정량에 사용하였다. Aflatoxin B₁은 HPLC (Waters 470)로 분리, 정량하였다.

단위 균체 중량에 대한 aflatoxin B₁의 생성능을 비교하기 위하여 Brown과 Vass식에 따라 최대 aflatoxin 생성 축적량 (mg)과 최대 균체 건조량 (g)의 비를 생성지수 (K)로 정하였다 (Yousef & Marth, 1983).

총단백질의 생성

위의 생약재 중 aflatoxin을 가장 적게 생성하는 생약재와 가장 많이 생성하는 생약재의 추출물을 증류수에 용해시켜 멸균된 배지에 무균적으로 2%가 되게 조절하여 *A. parasiticus*를 배양하였다. 배양후 총단백질 생성량은

micro Kjeldahl법 (Horowitz, 1980)에 의하여 정량하였으며 총단백질/균체량을 %로 표시하였다.

결과 및 고찰

배지의 pH 변화

균체의 성장에 따른 배지의 pH 변화는 구기자, 두충, 오매, 계피는 대조군과 유사하게 배양 3일까지 pH 4이하로 떨어지다가 배양 4일부터 다시 급격히 상승하였으며 구기자, 오매, 계피만이 대조군보다 pH가 높았으며 그외의 생약은 대조군 보다 낮았다 (Fig. 1).

그러나 배양 말기에는 목과 (pH 2.7), 대추 (pH 2.6)를 제외한 모든 시료가 pH 3.5~6.8의 범위에 머물렀다. 특히 대추는 배양 후 pH가 급속히 저하하여 배양 3일째 pH 2.6으로 내려가 배양 후 8일까지 pH 2.5~2.7로 나타났다. 대부분의 시료는 배양 3일에서 4일 사이에 pH가 급격히 저하하였다. pH 변화의 폭이 가장 큰 것은 구기자로써 pH 3.3~6.5로 나타났다.

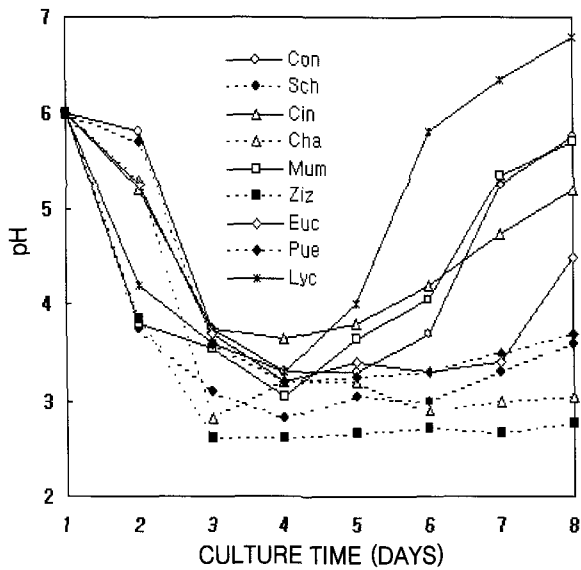


Fig. 1. pH of *A. parasiticus* culture in the control medium and the 8 kinds of herbal extracts. Most of the herbal extracts showed pH below pH 4.0 at 3 days culture. However, pH of Cinnamomi Cortex, Eucommiae Cortex, Puerariae Radix, Lycii Fructus increased over pH 4.0, after 6 days culture. Con, control; Sch, Schisandrae Fructus; Cin, Cinnamomi Cortex; Cha, Chaenomelis Fructus; Mum, Mume Fructus; Ziz, Zizyphi Fructus; Euc, Eucommiae Cortex; Pue, Puerariae Radix and Lyc, Lycii Fructus.

곰팡이는 대체로 넓은 pH 2.0~10.2에서 성장하는데 (Park, 1984) 약산성이나 중성 (pH 5.0~7.0)에서 *A. parasiticus*가 aflatoxin을 가장 많이 생성한다고 보고하였고 (Buchanan & Ayres, 1975), casein을 기질로 했을 경우 *A. parasiticus*는 초기 pH 1.7~9.9 사이에서 성장하였으며 최대 aflatoxin을 생성하는 pH가 알칼리성 (9.3~9.9)과 산성 (1.7~2.4)이라고 보고하였으나 (Lie & Marth, 1968), 본 실험에서 사용한 시료에서는 pH 2.5~6.8로 나타나 산성에서 잘 성장함을 보였다.

균체의 성장

8종 생약재의 추출물을 glucose-salt 배지에 2%가 되도록 첨가한 후 균체의 성장을 측정하였다. 그 결과 8종의 생약재를 첨가한 배지는 모두 대조군 보다 성장율이 높아 모든 실험군에서 균의 생장이 촉진되었다 (Fig. 2, Table 1). 그 중에서 갈근은 36.0 mg/ml의 균체량을 나타내 대조군의 균체 생성량을 100%로 설정하였을 때에 비해 144.5% 생장이 증가되었으며 두충 35.0 mg/ml (139.4%), 오미자 30.6 mg/ml (124.7%), 대추 31 mg/ml (123.3%), 오매 31 mg/ml (123.3%), 구기자 30 mg/ml (122.0%), 계피 29 mg/ml (116.6%), 목과 27 mg/ml (115.3%)의 순으로 나타났다. 대부분의 생약재가 배양 3일 후부터 높은 균체 생성을

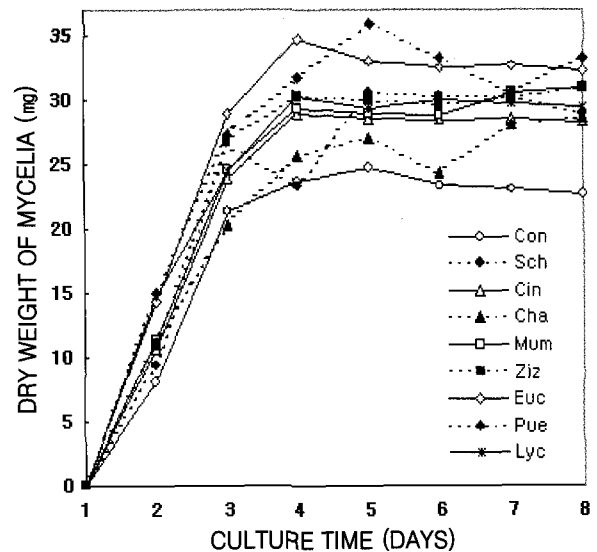


Fig. 2. Mycelial weights of *A. parasiticus* cultured in the 8 kinds of herbal extracts were higher than those cultured in the control medium. Con, control; Sch, Schisandrae Fructus; Cin, Cinnamomi Cortex; Cha, Chaenomelis Fructus; Mum, Mume Fructus; Ziz, Zizyphi Fructus; Euc, Eucommiae Cortex; Pue, Puerariae Radix and Lyc, Lycii Fructus.

Table 1. pH, mycerial growth weight and aflatoxin B₁ production from *A. parasiticus* by 8 kinds of herbal extracts.

	pH [†]	Mycerial wt [‡]	%	Aflatoxin B ₁			
				Amount [§]	%	Production index (K)	%
Control	3.3(4)	25(5)	100.0	28.3(5)	100.0	1.14	100.0
Chaenomelis Fructus	2.7(5)	27(5)	108.6	16.7(5)	58.8	0.58	51.0
Cinnamomi Cortex	3.6(4)	29(4)	116.6	ND	ND	ND	ND
Eucommiae Cortex	3.2(4)	35(4)	139.4	2.0(4)	7.1	0.06	5.0
Lycii Fructus	3.6(3)	30(4)	122.0	1.3(5)	4.6	0.04	3.8
Mume Fructus	3.3(4)	31(7)	123.3	2.1(5)	7.1	7.06	5.7
Puerariae Radix	3.2(5)	36(5)	144.5	54.9(6)	193.9	1.71	150.4
Schisandrae Fructus	2.8(4)	30(5)	120.6	1.3(4)	4.5	0.04	3.6
Zizyphi Fructus	2.6(5)	31(7)	123.3	29.7(4)	104.7	0.97	84.9

[†] Minimum pH of culture media. [‡]mg/mL. [§]µg/mL. (), culture days of minimum pH, maximum mycerial weight and maximum amount of aflatoxin B₁.

나타냈고 배양 5일 후부터 모든 생약재가 대조군 보다 높은 생장을 나타냈다.

Bahk & Lee (1984)은 배양 3~4일째 최대의 발육치를 나타냈다고 보고하였으나 본 연구에서는 Bahk (1985)의 보고와 같이 배양 4~5일째 최대 발육치를 나타냈다. Hitokoto *et al.* (1978)의 실험결과 계피는 곰팡이 생육을 저해한다고 보고했으나, 본 실험에서는 오히려 대조군 보다 생장을 더 촉진하는 것으로 나타났다. Heathcote & Hibbert (1978)는 aflatoxin을 생성하는 데는 고탄수화물이 고단백질과 고지방보다 더 많은 양의 aflatoxin을 생성한다고 보고한 것과 같이, 이 실험에서도 대조군 보다 발육이 더 활발한 것은 일반적으로 이들 시료에 존재하는 당 성분의 영향으로 추정되며, 특히 두충에 풍부한 sucrose와 같은 starch 성분으로 인해 가장 많은 균체 생성을 한 것으로 보인다.

Aflatoxin B₁의 생성

본 연구에 사용된 생약재 중 갈근, 대추를 제외한 모든 생약재는 대조군 보다 aflatoxin의 생산을 억제하는 것으로 나타났다 (Fig. 3, Table 1). 특히 계피, 구기자, 오미자, 두충, 오매를 첨가한 배지에는 aflatoxin B₁의 생성이 거의 없어 강한 억제 효과를 나타내었다. 계피에서는 aflatoxin B₁이 검출되지 전혀 없었으며 목과는 약한 aflatoxin 억제 효과를 나타내 aflatoxin B₁ 생성을 control의 생성량을 100%로 설정하였을 때 구기자 4.6% (1.3 µg), 오미자 4.5% (1.7 µg), 두충 7.1% (2.0 µg), 오매 7.1% (2.1 µg), 목과 58.8% (16.7 µg)를 생성하는 것으로 나타났다.

갈근 추출물의 균체발육은 대조군의 144.5%로 나타났고 aflatoxin B₁ 생성은 193.9%로 나타났으며 aflatoxin

생성지수 (K)는 150.4%로 가장 높게 나타났다. 대추 추출물에서의 aflatoxin B₁ 생성 및 축적은 대조군에 비해 높은 104.7%로 aflatoxin B₁의 생성을 촉진하는 것으로 나타났다. 그러나 aflatoxin B₁ 생성지수 (K)는 84.9%로 나타나 단위 균체량에 대한 aflatoxin B₁은 대조군 보다 낮게 나타났다. 이는 두충, 구기자, 오매, 오미자, 목과의 균체 생장이 대조군에 비해 촉진되었으나 aflatoxin B₁ 생성은 오히려 감소되어 Park & Bullerman (1983)의 *A. parasiticus*가 콩에서 균체 생장은 왕성하였으나 aflatoxin 생성은 아주 저조하였다는 보고와 일치하여, 균체 생장과 aflatoxin 생성은 연관성이 없는 것으로 나타났다.

한편 단위 균체량에 대한 aflatoxin 생성지수 (K)는 대조군의 생성지수를 100%로 하였을 때 두충, 구기자, 오매, 오미자가 3.5~5.7%이었으며 목과는 51.0%였다. 즉 계피를 비롯한 두충, 구기자, 오매, 오미자의 *A. parasiticus*의 aflatoxin B₁ 생성 억제효과가 매우 양호하였으며, 목과도 어느 정도의 aflatoxin B₁ 생성 억제효과가 있는 것으로 나타났다.

이상의 결과를 종합하여 볼 때 계피는 균체발육을 촉진시켰으나 aflatoxin B₁의 생성이 없는 것으로 나타나 James (1983)의 연구 결과에서 계피의 살균 작용과 Buchanan & Ayres (1975)의 마늘, 계피 등이 향신료로서 뿐만 아니라 식품 보존제로서의 기능을 가지며 특히 세균 보다 곰팡이에 더 효과적인 항균작용이 있어 *Aspergillus*, *Alternaria*, *Penicillium* 속 등의 생육을 저해한다는 보고와, Diener & Davis (1969)가 acetate의 aflatoxin B₁ 생성 및 곰팡이의 생장억제를 보고한 것과 일치하였는데 이는 계피의 성분 중 isobornylalkoxy acetate, cinnamic alcohol acetate가 aflatoxin 생성을 억제하나 균체생장은

억제하지 않기 때문인 것으로 해석된다.

Aflatoxin B₁의 생성을 억제하는 생약재 중 구기자는 균체생장은 촉진하나 aflatoxin B₁ 생성은 억제하여 Schultz & Luedecke (1977), Seo & Song (1981)의 보고와 일치하였다. 이는 구기자의 성분 중 vitamin C 및 linoleic acid가 aflatoxin 생성을 저해하기 때문으로 추정된다. Aflatoxin B₁의 생성을 억제하는 오미자의 균체생장은 배양초기에는 대조군과 비슷한 생장을 보이다가 배양 5일 이후부터 급증하여 대조군에 비해 124.7% 증가되었으나 aflatoxin B₁ 생성은 대조군의 4.5%로 억제되었는데 이는 Diener & Davis (1969), Schultz & Luedecke (1977), Seo & Song (1981)의 보고와 일치하였는데 오미자의 성분 중 vitamin C, malate, succinate, citrate, linoleic acid가 aflatoxin B₁ 생성을 저해하는 것으로 추정된다. Aflatoxin B₁의 생성 억제력이 큰 오매도 균체생장에 비해 aflatoxin B₁ 생성은 억제되어 Diener & Davis (1969)의 보고와 일치하였다. 이는 오매의 성분 중 구연산, 주석산, 사과산은 aflatoxin B₁ 생성을 저해하기 때문으로 추정된다. Aflatoxin B₁의 생성을 약간 억제하는 목과의 균체발육은 배양 5일에 control에 비해 8.6% 증가한 108.6%로 나타났으나, aflatoxin 생성은 대조군의 58.8%로 억제되는 것으로 나타났으며 aflatoxin이 가장 많이 생성되는 5일째에 균체 성장도 최대가 되었고 pH는 최저가 되었다. 이는 목과의 성분 중 vitamin C, malate 성분이 aflatoxin B₁ 생성을 저해하는 것으로 추정된다 (Schultz & Luedecke, 1977; Seo & Song, 1981).

한편 aflatoxin B₁을 가장 많이 생성한 갈근은 균체도 많이 생성시켜 aflatoxin B₁의 생성지수(K)가 대조군의 150.4%로 나타났고 또한 균체생장은 최대, pH가 최저 일 때 aflatoxin B₁생성이 최대로 나타나 Detory & Hesseltine(1969)이 aflatoxin 생성이 최대 일때 pH 2.3으로 최저가 되었다가 다시 증가한다는 결과와 일치하였다. 대추는 갈근보다는 aflatoxin B₁ 생성이 낮았는데 배양 3~4일 사이에 급속히 증가하여 대조군 보다 높았으나 4일 이후에 급속히 저하하여 배양 후 7~8일에는 대조군 보다 낮게 나타났다.

Suh & Ahn (1985)에 의하면 균체생장은 aflatoxin B₁ 생성량과 상관관계가 있는 것으로 나타났지만, 본 실험에서는 균체생장은 촉진되었으나 aflatoxin B₁ 생성은 억제된 것으로 나타났다. 본 연구에서는 땅콩이나 액체 배지에서 배양 후 5~7일 사이에 aflatoxin B₁이 가장 많이 생성된다는 보고 (Davis *et al.*, 1966)와 달리 Bark *et al.* (1985)의 보고와 같이 배양 3일~6일 사이에 aflatoxin B₁ 생성이 최대로 나타났다. Buchanan & Ayres (1975)와 Jarvis (1971)는 배지가 약산성이나 중성일 때

aflatoxin이 최대로 생성한다는 보고하였으나 Lie & Marth (1968)는 산성에서 aflatoxin B₁이 가장 많이 생성된다고 보고하였는데 본 연구에서도 후자와 유사한 경향을 나타냈다. 또한 생약재료의 추출액 성분 중 vitamin C, linoleic acid, malate, succinate, citrate 등이 균체발육과 aflatoxin B₁ 생성 억제에 관여할 것으로 추정된다.

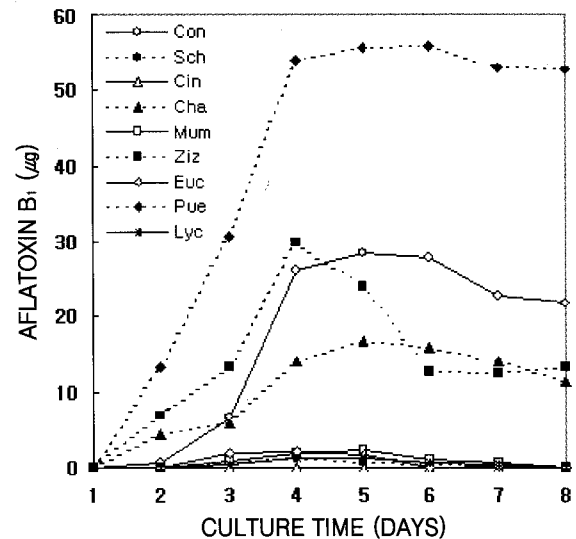


Fig. 3. The extracts of Puerariae Radix and Zizyphi Fructus resulted in a higher aflatoxin B₁ level than the control medium. The production of aflatoxin B₁ was inhibited by Cinnamomi Cortex, Eucommiae Cortex, Lycii Fructus, Schisandrae Fructus, Mume Fructus, Chaenomelis Fructus, in particular Cinnamomi Cortex, Lycii Fructus, Schisandrae Fructus strongly inhibited the production of aflatoxin B₁. Con, control; Sch, Schisandrae Fructus; Cin, Cinnamomi Cortex; Cha, Chaenomelis Fructus; Mum, Mume Fructus; Ziz, Zizyphi Fructus; Euc, Eucommiae Cortex; Pue, Puerariae Radix and Lyc, Lycii Fructus.

총단백질의 생성

위의 생약재료 중 *A. parasiticus*에 의해 aflatoxin B₁을 가장 적게 생성하는 계피와 가장 많이 생성하는 갈근 추출물을 처리하여 *A. parasiticus*을 배양한 다음 균체의 총단백질 생성량을 측정된 결과, 계피는 3일째 (34.5%), 갈근 extract는 4일째 (36.4%) crude protein의 함량이 최대가 되어 균체 내의 crude protein 함량은 계피와 갈근 추출물을 첨가한 시험군이 control의 crude protein 함량 (32.7%)보다 약간 많았다 (Fig. 4). 그리고 aflatoxin B₁ 생성 및 축적이 최대가 되는 시기는 균체 단백질량이 최대

가 되는 시기보다 대체로 1일 정도 늦게 나타났는데, 이는 Cho & Seo (1988)의 보고와 일치하는 경향을 나타냈다.

Park & Lee (1987)는 균체의 총단백질 생성과 aflatoxin 생성지수의 관계에 있어 단백질 생성이 지나치게 많으면 오히려 aflatoxin 생성지수가 낮아지고, 단백질 생성이 약간 낮은 경우에 aflatoxin 생성이 활성화된다고 보고하였는데, 본 실험에서도 aflatoxin B₁을 가장 많이 생성한 갈근 추출물의 crude protein의 함량이 약간 감소한 배양 5일에 aflatoxin B₁이 가장 많이 생성되어 이들의 연구결과와 일치하는 것으로 나타났다.

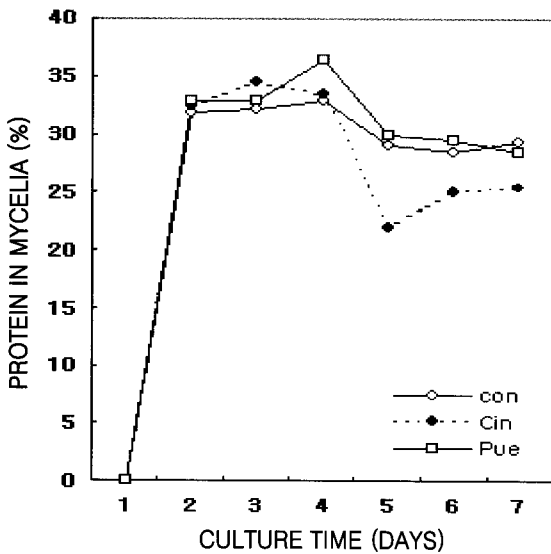


Fig. 4. Total proteins from *A. parasiticus* cultured in the control medium and the extracts of Cinnamomi Cortex, which produced much less aflatoxin B₁, and Puerariae Radix, which produced great deal of aflatoxin B₁. The production of the proteins cultured in Cinnamomi Cortex and Puerariae Radix were slightly higher than the control. Con, control; Cin, Cinnamomi Cortex, and Pue, Puerariae Radix.

적 요

본 연구에서 8종의 생약 추출물이 *A. parasiticus*의 배양 시 aflatoxin B₁ 생성에 미치는 효과를 조사하였다. 배지의 pH는 배양 3일 후에 모든 생약 추출물이 pH 4 이하를 나타냈으며 구기자, 오매, 계피, 두충은 배양 6일에 다시 pH 4 이상으로 상승하였고 이중 대추가 배양 기간 중 가장 낮은 pH를 나타냈다. 균체 생성량은 모든 실험군이 대조군보다 높았으며 갈근, 두충, 오미자, 대추, 오매, 구기자, 목

과의 순으로 나타났다. 이중 갈근이 최대 생성량을 나타냈으며 목과가 가장 낮은 생성량을 나타냈다. Aflatoxin B₁은 갈근과 대추 추출물을 제외한 모든 실험군에서 생성이 억제되었다. 특히 계피, 오매, 두충 구기자, 오미자 추출물에서 aflatoxin B₁ 생성이 현저히 저하되었으며 계피가 가장 큰 억제 효과를 나타냈다. 균체량이 많이 생성되면 aflatoxin B₁ 생성이 적어지고 균체량이 적게 생성되면 aflatoxin B₁의 생성이 많아졌다. *Aspergillus parasiticus*에 의해 aflatoxin B₁을 가장 적게 생성하는 계피와 가장 많이 생성하는 갈근 추출물의 총단백질 생성량은 계피는 3일째 (34.5%), 갈근 extract는 4일째 (36.4%) 총단백질의 함량이 최대가 되어 균체 내의 총단백질의 함량은 계피와 갈근 추출물을 첨가한 시험군이 대조군의 총단백질 함량 (32.7%)보다 약간 많았으며 aflatoxin B₁ 생성 및 축적이 최대가 되는 시기는 총단백질량이 최대가 되는 시기보다 대체로 1일 정도 늦게 나타났다.

LITERATURE CITED

Bahk JR, Marth EH (1983) Growth and synthesis of aflatoxin by *A. parasiticus* in the presence of ginseng products. *J. Food Protec.* 46:210-215.

Bahk JR, Lee JK (1984) Growth and synthesis of aflatoxin by *Asp. parasiticus* in the presence of ginseng products with reduced minor elements. *Kor. J. Env. Hlth. Soc.* 10(1):78-86.

Bahk JR (1985) Effects of herbal drug component on aflatoxin production by *Aspergillus parasiticus* NRRL 2999. Pusan National Univ. Thesis, p. 3-50.

Bark JR, Im KS, Lee JK (1985) Effects of crude saponin on growth and aflatoxin production by *Aspergillus parasiticus*. *Kor. Jour. Microbiol.* 23(4):259-264.

Batt CM, Solberg, Ceponis M (1983) Effect of volatile components of carrots seed oil on growth and aflatoxin production by *Asp. parasiticus*. *J. Food Sci.* 48:762.

Buchanan RL, Ayres JC (1975) Effect of initial pH on aflatoxin production. *Appl. Microbiol.* 30:1050.

Chung DH, Kim JK, Jang JK, Choui SC (1986) Studies on the inhibitor of aflatoxin production by *Aspergillus parasiticus* R-716. *Kor. J. Food Hygiene.* 1(1):23-29.

Chung DH (1984) The effects of Ganghwang (*Curcuma longa* L.) extract on growth and aflatoxin production by *Aspergillus parasiticus* R-716. *J. Gyeongsang Natl. Univ.* 23(2):153-158.

Cho SH, Seo IW (1988) Biosynthesis of versicolorin C by *Aspergillus flavus*. *J. of Gyeongsang Natl. Univ.* 27(2):199-208.

Davis ND, Diener UL, Eldridge DW (1966) Production of aflatoxin B₁ and G₁ by *Aspergillus flavus* in a semisynthetic medium. *Appl. Environ. Microbiol.* 14:378-380.

Detroy RW, Hesseltine CW (1969) Net synthesis of C¹⁴ labelled lipid and aflatoxin biosynthesis by *A. parasiticus*. *Ind. Microbiol.* 15:124.

- Diener UL, Davis ND** (1969) Aflatoxin formation by *Aspergillus parasiticus*. Aflatoxin, Academic Press, New York, USA. p. 13-54.
- Heathcote JC, Hibbert JR** (1978) Aflatoxin : Chemical and biological Aspects. Elsevier Scientific Publishing Co., Amsterdam.
- Hitokoto H, Moruzumi S, Wauke T, Sakai S, Ueno I** (1978) Inhibitory effects of condiments and herbal drugs on the growth and toxin production of toxigenic fungi. Mycopathologia. 66(3):161-167.
- Horowitz W** (1980) Microchemical method, nitrogen (8). Official Methods of Analysis of AOAC International. 13th Ed. p. 858.
- James LE** (1983) Reducing the microbial content of spices. Food Inds. 10:428.
- Jarvis B** (1971) Symposium on microbial changes in foods. Factors affecting the production of mycotoxins. J. Appl. Bact. 34:199.
- Lie JL, Marth EH** (1968) Aflatoxin formation by *Asp. flavus* and *Asp. parasiticus* in a casein substrate at different pH values. J. Dairy Sci. 51:1743
- Mano D** (1962) 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.
- Marth EH, Shin CN** (1971) A Procedure for rapid recovery of aflatoxins from cheese and other foods. J. Milk and Food Tech. 43:119-123.
- Park KY** (1984) Aflatoxin: Factors affecting aflatoxin production. J. Korean Soc. Food Nutr. 13(1):117-126.
- Park KY, Bullerman LB** (1983) Effects of substrate and temperature on aflatoxin production by *A. parasiticus* and *A. flavus*. J. Food Protec. 46:178.
- Park KY, Lee KB** (1987) Degredation of aflatoxins during manufacturing of Doenjang and Kanjang by traditional method. Busan National Univ. 13:49-55.
- Schultz DL, Luedecke LO** (1977) Effect of neutral fats and fatty acids on aflatoxin production. J. Food Protec. 40:304.
- Seo MJ, Song YS** (1981) Effect of vitamins on the aflatoxin productivity by *Aspergillus parasiticus*. Busan National Univ. 7:83-93.
- Suh MJ, Joung SJ** (1982) Effect of garlic extract and young stem extract on the aflatoxin productivity by *Aspergillus flavus*. Busan University. 8:25-31.
- Suh MJ, Ahn WH** (1985) Effect of amino acids on the aflatoxin productivity by *Aspergillus parasiticus*. Busan National Univ. 11:1-6.
- Swamiathan B, Koehler PE** (1976) Isolation of inhibitor of *Aspergillus parasiticus* from white potatoes. J. Food Sci. 41:313.
- Swenson DH** (1981) Metabolic activation and detoxification of aflatoxins. Rev. Biochem. Toxicol. 3:155-192.
- Taber HH, Schroeder HW** (1967) Aflatoxin producing potential of isolates of the *Aspergillus flavus-oryzae* group from peanuts (*Arachis hypogaea*). Appl. Microbiol. 15:140-144.
- Tsai WY, Moy J, Nip WK, Frank HA** (1981) Stimulation of aflatoxin production in media supplemented with Taro. J. Food, Sci. 46:274.
- Wang CJ, Wang SW, Shiah HS, Lin JK** (1990) Effect of ethanol on hepatotoxicity and hepatic DNA binding of aflatoxin B₁ in rats. Biochemical Pharmacology. 40:715-721.
- Yousef AE, Marth EH** (1983) Kinetics of aflatoxin biosynthesis by *A. parasiticus* in the presence of Na-palmitol-L-Iysyl-L-lysine-ethylester dihydrochloride or dichlorovos. Biotechnol. Bioeng. 25:671-685.