

## 간장 및 모델시스템에서 간장 갈색물질과 숯이 Aflatoxin B<sub>1</sub>의 파괴에 미치는 영향

박건영·이은숙·문숙희·최홍식

부산대학교 식품영양학과

### Effects of Browning Products and Charcoal on the Degradation of Aflatoxin B<sub>1</sub> in Korean Soy Sauce (*Kanjang*) and its Model System

Kun-Young Park, Eun-Suk Lee, Suk-Hee Moon and Hong-Sik Cheigh

Department of Food Science and Nutrition, Pusan National University, Pusan

#### Abstract

The effects of browning products (BP) from *Kanjang* (soy sauce) and charcoal on the degradation of aflatoxin B<sub>1</sub> (AFB<sub>1</sub>) in *Kanjang* and its model system were studied. Approximately 60% of AFB<sub>1</sub> was degraded in the presence of 0.05% BP at pH 7 of phosphate buffer after 2 days of incubation at 30°C. The mutagenicity of the AFB<sub>1</sub> which reacted with the BP was decreased to about 50% and 70% in *Salmonella typhimurium* TA98 and TA100 strains, respectively ( $p < 0.05$ ). When a few pieces of charcoal were added to home made *Kanjang*, AFB<sub>1</sub> was quite stable for 5 days at 30°C, however, about 80% of AFB<sub>1</sub> was removed when the charcoal was either in distilled water or in 20% of NaCl solution after 2 days of incubation. Activated carbon instead of the charcoal removed AFB<sub>1</sub> completely in the all samples under the same conditions.

Key words: *Kanjang* (soy sauce), aflatoxin B<sub>1</sub> degradation, browning products, charcoal

#### 서 론

Aflatoxin(AF)은 *Aspergillus flavus* 나 *Aspergillus parasiticus* 가 식품이나 사료에 오염되어 생성하는 제 2차 대사산물로, 자연에서 발견되는 화합물들 중 발암성과 독성이 가장 강한 물질 중의 하나이다<sup>(1)</sup>. 오늘날까지 알려진 12-13종의 AF의 유도체 중 AFB<sub>1</sub>은 독성 및 발암성이 가장 강력하다<sup>(2)</sup>.

재래식 된장과 간장은 자연발효에 의해 제조되기 때문에 이들 균들에 의한 AF의 오염 가능성에 대해 많은 우려가 있어 왔지만 이에 관한 연구가 아직 미흡하였다. 박 등<sup>(3)</sup>은 *A. parasiticus* 를 오염시켜 메주 발효를 시키는 중 메주에서 AF의 생성은 일어났지만 숙성기간 중 다량의 AF이 파괴되었으며 이 기간 동안에 숙성조건을 조정하므로 대부분의 AF의 파괴를 기대할 수 있다고 제시한 바 있다. AF은 일반적으로 비교적 안정하다고 하지만 자외선, 산, 알칼리 및 산화제 등에 의해 파괴될 수 있다<sup>(4)</sup>. 재래식 간장 제조기간 동안에는 system 내의 NH<sub>3</sub> 및 pH의 상승이 AF의 파괴에

중요한 역할을 하고 있었는데<sup>(5)</sup> 특히, AFB<sub>1</sub>은 pH 7의 완충용액과 증류수에서는 안정하였으나 pH 7의 간장에서는 상당량의 파괴(60-70%)현상이 관찰되었다<sup>(6)</sup>. 이는 간장내의 어떤 물질이 AFB<sub>1</sub>의 파괴에 관여했다고 생각할 수 있는데 이 물질의 하나로 간장내의 갈색물질을 추측할 수 있다. 이 갈색물질은 간장의 특유한 색깔을 유지할 뿐 아니라 항산화제로서의 역할을 하고 있다<sup>(6,7)</sup>. 항산화물질들, 예를 들면 비타민 C 및 E, BHT, selenium 등은 항돌연변이 물질로도 알려져 있으며<sup>(8,9)</sup> 비타민 C는 AFB<sub>1</sub>의 돌연변이성을 저해할 뿐 아니라<sup>(10)</sup> 반응성이 강해 AFB<sub>1</sub> 자체를 파괴하였다<sup>(11)</sup>. 한편, 재래식 된장과 간장을 제조할 때 숙성과정에서 숯과 고추를 띄우는 것이 상례인데, 이 때 숯은 주로 발효 중 생성된 독성물질이나 악취 등을 제거하는 역할을 한다고 생각된다. 박 등<sup>(3)</sup>은 숯으로 인한 AF 파괴의 가능성을 검토하였는데, AF으로 오염된 메주로 재래식 된장과 간장을 숙성시킬 때 숯을 첨가한 시료는 숯을 첨가하지 않은 시료보다 훨씬 많은 양의 AF이 파괴되었다고 하였다( $p < 0.05$ ).

그러므로 본 실험에서는 간장의 갈색물질이 AFB<sub>1</sub>의 파괴에 미치는 영향과 이 반응물의 돌연변이성의 감소 정도를 살펴보고 아울러 숙성기간에 띄우는 숯이

Corresponding author: Kun-Young Park, Department of Food Science and Nutrition, Pusan National University, 30 Jangjun-dong, Keumjung-ku, Pusan 609-735

AFB<sub>1</sub>의 파괴에 미치는 영향을 검토하여, 이들 전통식품에 있어서 AF의 오염 위험을 제거하기 위한 기초연구를 하였다.

### 재료 및 방법

#### 간장 갈색물질(Browning products, BP)

Sephadex G-10(Sigma Chemical Co., St. Louis, Mo., USA)를 증류수로 하룻밤 동안 평형시킨 후 20×40 cm column에 충전시키고 농축 양조간장<sup>(6,6)</sup> 1ml를 column bed 윗 부분에 주입시켜 증류수로 유출시켰다. 유출속도는 1.0 ml/min이었으며 3.5 ml/씩 fraction collector(Advantec, SF-160)에서 분취한 후 분획된 시료들의 갈색도를 420 nm에서 흡광도로 보았다. 분획 11과 12에서 대부분의 갈색물질이 검출되었으며 이들 분획을 계속 수집하여 동결건조시킨 후 시료로 하였다.

#### Aflatoxin B<sub>1</sub> 용액 및 완충용액 조제

AFB<sub>1</sub>(Sigma Chemical Co., St Louis, Mo., USA)을, 칭량하여 methanol에 녹여 500 ppm의 농도로 저장용액을 제조하였으며 완충용액으로는 0.2 M의 NaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>-Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> (pH 7)을 사용하였다.

#### 간장의 갈색물질에 대한 Aflatoxin B<sub>1</sub>의 파괴효과

pH 7의 인산 완충용액에 위의 방법으로 분리 동결건조한 간장 갈색물질을 0.05% 되게 용해시킨 후 vial (4 dram)에 1ml/씩 넣었다. 이 때 비교실험으로 갈색물질을 넣지 않은 완충용액도 동시에 행하였다. 각 시료에 AFB<sub>1</sub>이 1ppm 되도록 조정된 다음 30°C에서 0, 2, 5일 동안 암소에서 반응시킨 후 AFB<sub>1</sub>의 파괴 정도를 관찰하였다.

#### Ames mutagenicity test

간장 갈색물질과 AFB<sub>1</sub>을 0일(control)과 2일 반응시킨 후 AFB<sub>1</sub>을 추출하여 증발 건조시킨 다음, 2.5 ml의 DMSO(Dimethylsulfoxide)에 녹이고 시료로 하였다. 균주는 *Salmonella typhimurium* TA 98과 TA 100으로 histidine requiring mutants 이었으며 미국의 California 대학의 B. N. Ames 박사로부터 제공받았다. Mutagenicity test는 Maron과 Ames<sup>(12)</sup> 및 Matsushima 등<sup>(13)</sup>의 방법에 따라 행하였는데 각 cap tube를 ice bath에 보관하면서 S-9 mix 0.5

ml, 하룻밤 배양된 균주(1-2×10<sup>9</sup> cells/ml) 0.1 ml와 시료들을 각각 0.1 ml/씩 넣은 후 가볍게 vortex하고 37°C에서 20분간 예비배양한 다음 45°C에 보관 중이던 top agar 2 ml/씩을 각 tube에 붓고 3초간 vortex한 후 minimal glucose agar plate 위에 부은 후 37°C에서 48시간 배양하고 revertant를 계수하였다.

#### 재래간장

재래간장은 Lee<sup>(14)</sup>의 방법에 의해 재래식으로 제조하였는데 콩으로 메주를 만들어 자연발효시킨 후 소금물에 담그어 6개월간 숙성시킨 다음 분리하여 시료로 하였다.

#### 숫이 Aflatoxin B<sub>1</sub>의 파괴에 미치는 영향

재래식 방법에 의해 제조된 숫을 구입하여 1.5-2 cm×0.5-0.7 cm의 크기로 절단하여 사용하였고 시료로 재래간장과 증류수 그리고 20%의 NaCl 용액을 사용했는데, 각 시료를 pint jar에 25 ml/씩 첨가하고 숫을 1/50(w/v)로 (숫 4-5 조각) 첨가하고 1ppm의 AFB<sub>1</sub>이 되도록 첨가한 후 30°C에서 5일간 반응시켰다. 숫 대신에 입상 및 분말 활성탄(Junsei Chemical Co., Japan)을 사용한 실험도 동시에 행하였다.

#### Aflatoxin B<sub>1</sub>의 추출 및 정량

갈색물질에 관련된 실험에서는 반응 후 vial에 든 시료를 2.5-4.0 ml의 CHCl<sub>3</sub>를 넣어 5분간 서서히 흔든 후 3회 반복 추출하였고<sup>(5)</sup> 숫을 첨가한 실험에서는 반응 후 시료를 여과하여 숫과 여액을 분리하였으며 여액 및 숫을 넣지 않은 대조군은 분액여두에서 CHCl<sub>3</sub>로 3회 추출하였고 숫은 pint jar에 다시 넣어 CHCl<sub>3</sub> 25 ml를 넣고 blending하고 진탕기에서 30분 흔들고 하룻밤 정치 후 다시 30분 추출하였다. 이 조작을 3회 반복, 추출한 것을 모았으며 이것을 증발 건조한 다음 vial에 옮겨 정량시 사용하였다<sup>(15)</sup>. TLC plate(20×20 cm 유리판에 0.25 mm의 silica gel 60 G를 균일하게 입힌 후 공기 중에서 수분을 제거하고 110°C에서 2시간 활성화기)에서 정량물질을 표준물질과 비교, 정량하였다. 전개용매로는 toluene: ethyl-acetate: 90% formic acid(TEF) (60: 30: 10, v/v/v)를 사용하였으며 공기 건조 후 TLC scanner(Shimadzu, CS-930)로 정량하였다. 분석시료는 3회 반복 실험하였으며 한 개 시료당 2번씩 측정하였다.

통계 분석

실험 data로부터 유의성 검정을 위해 paired t-test를 사용하여 통계 분석을 행하였다<sup>(16)</sup>.

결과 및 고찰

Fig. 1에서 보여주는 바와 같이 0.05%의 갈색물질을 원충용액(pH7) 내에서 AFB<sub>1</sub>과 반응시켰을 때 2일 반응 후 이미 60-70%의 AFB<sub>1</sub>의 파괴가 일어났다. 이로써 간장에 오염된 AFB<sub>1</sub>의 파괴에 갈색물질이 영향이 있음을 알 수 있었다. 어떠한 기작으로 AFB<sub>1</sub>이 파괴되는지는 확실하지 않지만 TLC plate에서는 AFB<sub>1</sub>의 양만 감소되었을 뿐 새로운 형광물질은 관찰할 수 없었다. AFB<sub>1</sub>은 용액내의 pH에 따라 그 안정성이 민감하게 영향을 받게 되는데 강산이나 강알칼리에서는 불안정하다<sup>(4)</sup>. 중성인 pH7에서는 상당히 안정하여 AFB<sub>1</sub>이 원충용액이나 증류수에 녹아 있을 경우 AFB<sub>1</sub>의 파괴는 기대할 수 없다. 그러나 AFB<sub>1</sub>이 pH

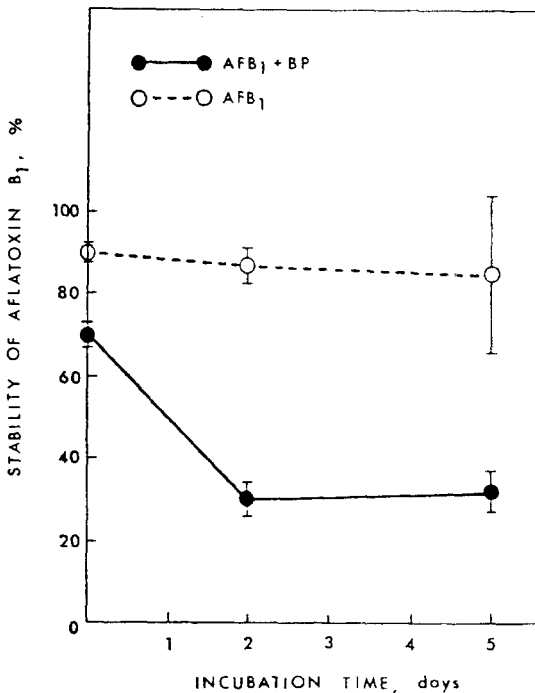


Fig. 1. Stability of aflatoxin B<sub>1</sub> in the presence of browning products (BP) which were isolated from soy sauce at 30°C.

0.05% of BP was dissolved in 0.2 M phosphate buffer of pH 7. The vertical bars represent one standard deviation of three determinations.

7의 간장에 존재할 때 특히 30°C에서 5일간 반응 후에는 불안정해서 60-70%의 AFB<sub>1</sub>의 파괴현상이 관찰되었다<sup>(5)</sup>. Wei 등<sup>(17)</sup>도 간장내에서 60일 후에 AFB<sub>1</sub>의 1/2이 파괴되었으나 같은 조건의 원충용액에서는 안정하였다고 보고한 바 있다. 이와 같은 사실들은 간장내의 어떤 물질이 AFB<sub>1</sub> 파괴에 관여하여 영향을 끼쳤으리라고 생각된다. 간장내에 존재하는 유리아미노산<sup>(18)</sup>, 유기산 또는 다른물질들을 AFB<sub>1</sub>의 가능한 파괴 인자로도 생각할 수 있겠으나 간장이 가지고 있는 갈색물질은 특히 이와 관련이 있으리라는 추측을 본 실험결과에서 밝혀주고 있다. 간장의 갈색물질은 항산화적 효과를 나타내며<sup>(6,7)</sup> 일반적으로 항산화물질은 항발암 작용이 있다고 알려져 있다<sup>(7-9)</sup>. 그래서 발암물질인 AFB<sub>1</sub>의 파괴에도 어떤 관계가 있으리라고 추측된다. 간장 갈색물질로 인한 AFB<sub>1</sub>의 직접적인 파괴는 비형광성 물질로의 전환이라고 생각할 수 있으나 확실한 파괴기작에 대한 연구가 더욱 필요하다고 하겠다. 이 반응물이 다른 비형광성 독소로의 전환 가능성 또는 *in vitro* 돌연변이성의 감소를 확인하기 위해 Ames mutagenicity test를 하였다. AFB<sub>1</sub>은 돌연변이성이 가장 높은 발암물질 중 하나인데 Table 1에서와 같이 *Salmonella typhimurium* TA 98과 TA 100에서 revertant의 수가 각각 50%와 70% 감소됨을 관찰할 수 있었다. 이는 AFB<sub>1</sub>이 파괴된 만큼의 돌연변이성이 감소되었음을 알 수 있으며 AFB<sub>1</sub>이 파괴되면서 비돌연변이성 물질로 전환됨을 확인할 수 있었다. 이를 대조군과 비교하였을 때 revertant 수가 크게 감소되어, 통계적으로 유의적인 차이를 보였다(p<0.05). 다른 항산화물질 중의 하나인 비타민 C는 AFB<sub>1</sub>과 직접 반응하여 AFB<sub>1</sub>을 파괴하여 AFB<sub>2a</sub>로 전환시켰으며<sup>(11)</sup> 그의 mutagenicity를 저하시켰을 뿐 아니라, AFB<sub>1</sub> 자체

Table 1. Mutagenicity of aflatoxin B<sub>1</sub> which was reacted with 0.05% of browning products (BP) at pH 7 for 2 days at 30°C in *Salmonella typhimurium* strains of TA98 and TA100

Strains	Revertants / plate <sup>a)</sup>			
	Reaction time (days)	0	2	Spontaneous
TA98		912 ± 68*	540 ± 6	93 ± 9
TA100		596 ± 35*	304 ± 12	166 ± 10

a) Values shown are means ± standard deviation of three determinations and those asterisked beside value differ significantly from those not asterisked by student's paired t-test (p < 0.05)

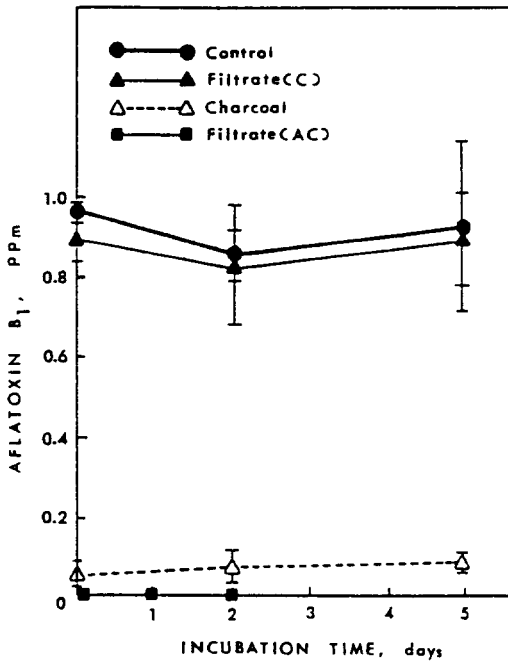


Fig. 2. Stability of aflatoxin B<sub>1</sub> in home made soy sauce to which a few pieces of charcoal (C) or activated carbon (AC) were added during storage at 30°C. The vertical bars represent one standard deviation of three determinations.

의 mutagenicity 를 크게 감소시켰다고 알려져 있다<sup>(10)</sup>. 이로써 간장내의 갈색물질은 AFB<sub>1</sub> 파괴의 한 인자로 추정되었으며, 이에 대한 추가연구와 다른 관련된 물질들의 AFB<sub>1</sub> 파괴 효과에 대한 연구가 필요하다고 생각된다.

숫은 옛날부터 재래식 된장과 간장 제조시 메주를 띄울 때 동시에 띄움으로 간장내의 불순물 및 냄새 제거 또는 곰팡이 등의 흡착을 위해 간장 담금에 많이 사용되어 왔는데 이것의 AFB<sub>1</sub>의 흡착 또는 파괴 효과가 있는지는 명확하지 않았다. 박 등<sup>(9)</sup>은 된장과 간장 제조과정에서 숙성기간 중 소량의 숫(전체 부피의 1/50)을 띄운 시료에서는 숫을 안띄운 시료에서 보다 훨씬 많은 양의 AFB<sub>1</sub>이 파괴되었다고 보고하였다(p<0.05). 이 사실은 system 내에서 숫의 존재 자체가 AFB<sub>1</sub>의 파괴에 영향을 끼쳤으리라고 기대되었다. 이 기작을 규명하기 위해 숫의 효과에 대한 실험을 행하였는데 Fig. 2에서 보여주듯이 간장에서는 5일간 반응시키는 동안 AFB<sub>1</sub>은 안정하여 숫의 존재가 AFB<sub>1</sub>의 파괴에 크게 영향을 끼치지 못하여 AFB<sub>1</sub>이 안정한 것으

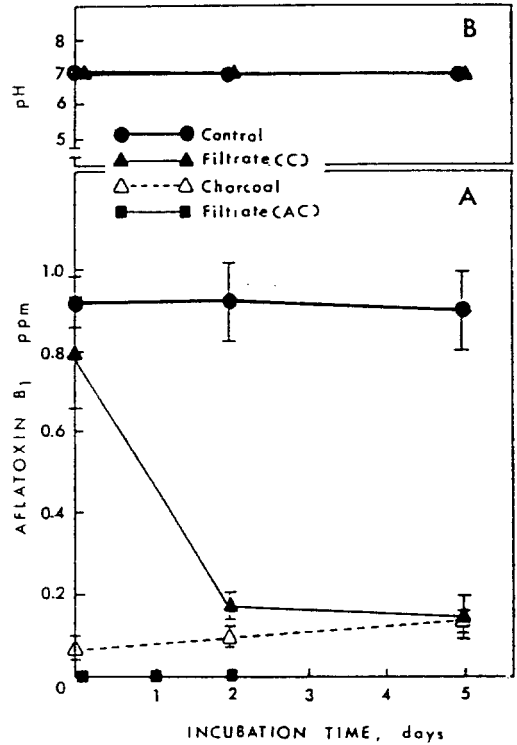


Fig. 3. Stability of aflatoxin B<sub>1</sub> (panel A) and changes in pH (panel B) in distilled water to which a few pieces of charcoal (C) or activated carbon (AC) were added during storage at 30°C. The vertical bars represent one standard deviation of three determinations.

로 나타났다. 그러나 AFB<sub>1</sub>을 첨가한 증류수에 숫을 띄었을 때 AFB<sub>1</sub>은 숫 자체에는 간장과 비슷한 비율로 흡수되었으나 여액(증류수)에서는 이미 2일 저장 후에 80%의 AFB<sub>1</sub>의 파괴현상을 나타내었다(Fig. 3A). 이 파괴가 pH 증가에 의한 것인가를 검토하여 보았으나 반응기간 중 pH의 변화는 전혀 없었다(Fig. 3B). 숫 내에서의 AFB<sub>1</sub>의 환수율은 90-100% 이었기에 숫은 AFB<sub>1</sub>을 어느 정도 흡수했을 뿐 이었고 이 경우 system 내에 숫 자체의 존재가 AFB<sub>1</sub> 파괴의 원인이었음을 알 수 있었다. 그러나 어떠한 이유로 이와 같은 현상이 일어나는지 확실히 알 수 없으며 이 기작에 대한 연구가 더욱 필요하다.

간장은 약 20%의 NaCl의 농도를 유지하고 있으므로 20% NaCl 용액을 만들어 고염의 농도가 숫의 AFB<sub>1</sub>의 흡수 및 파괴에 미치는 영향을 검토한 결과, Fig. 4A와 같았다. 즉, 증류수에서 나타났던 비슷한 AFB<sub>1</sub>의 파괴 현상이 일어났었다. NaCl 용액의 여액

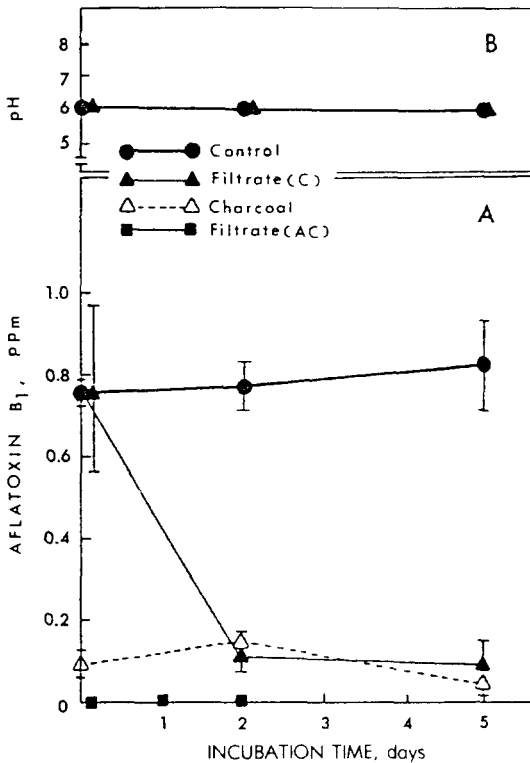


Fig. 4. Stability of aflatoxin B<sub>1</sub> (panel A) and changes in pH (panel B) in 20% NaCl solution to which a few pieces of charcoal (C) or activated carbon (AC) were added during storage at 30°C.

The vertical bars represent one standard deviation of three determinations.

도 30°C에서 5일 저장 후 80% 정도의 AFB<sub>1</sub>의 파괴를 관찰할 수 있었으며 숯에 흡수되는 양도 다른 시료들과 비슷하였고 이 때 pH는 저장기간 중 변화가 없었다 (Fig. 4B). 이러한 결과로 미루어 볼 때 간장이 가지고 있는 물과 소금외의 다른 어떤 물질(들)이 오히려 숯으로 인한 AFB<sub>1</sub>의 파괴 영향력을 상쇄해 버리는데 관여하였다고 생각되었다. 그러나 이러한 상쇄 현상도 숙성기간이 길어질수록 어느 정도 약화되어 박 등<sup>(3)</sup>이 보고한 바와 같이 1-3개월 후에는 숯의 존재가 AF의 파괴에 영향을 끼칠 수 있었다고 사료되었다. 이러한 결과로부터 AFB<sub>1</sub> 파괴에 있어서 숯의 효과는 숯 자체에 의한 AFB<sub>1</sub>의 흡수보다는 system 내에 숯의 존재 자체가 AFB<sub>1</sub> 파괴에 관여했다고 보아지며 한편 간장에서는 오히려 이러한 파괴 효과가 간장의 어떤 물질(들)에 의해 어느 정도 방해될 수 있다고 생각된다. 비교실험으로 숯을 좀 더 처리 및 정제한 활성탄(입상과 분말형태)을 숯과 같은 양으로 첨가했을 때, 증류수와

20% NaCl 용액에 있던 AFB<sub>1</sub>은 물론, 간장(이 처리로 간장 자체의 색깔에는 변화가 없었음)내에 있던 AFB<sub>1</sub>도 완전히 흡수 또는 제거되는 것을 관찰할 수 있었다(Fig. 2-4). 이러한 결과는 재래식으로 간장과 된장을 제조할 시 숯을 띄울 때 품질에 영향을 주지 않는 한도에서 이 숯을 활성탄에 가까운 전 처리<sup>(11)</sup>를 가해 제조한 것을 실제로 가정에서 사용할 수 있다면 AFB<sub>1</sub>의 파괴에 크게 기여할 수 있으리라 생각된다. 또한 이 숙성과정 중 특별히 햇빛을 많이 쬐이게 하는데 빛 역시 AF 파괴에 크게 기여함으로<sup>(2)</sup> 이에 의한 파괴 효과 역시 기대해 볼 수 있다.

결국 우리나라의 된장과 간장 제조 중 우려되는 AF의 오염은 이런 여러 인자들에 의해 제조과정 중 파괴의 가능성이 있으며 또한 이러한 파괴는 간장내 뿐 아니라 메주 자체에 오염되어 있는 AF까지 파괴할 수 있다<sup>(3)</sup>. 그러므로 간장내의 NH<sub>3</sub> 생성량, 완충능, pH의 조절<sup>(6)</sup>, 갈색물질 또는 개발된 숯 등 파괴인자들의 복합적인 작용으로 AF 오염을 완전히 방지할 가능성은 있다고 하겠으며 품질을 고려한 체계적인 연구의 뒷바침이 아직 더 요구된다고 생각된다.

### 요 약

간장에서 분리한 갈색물질과 숯이 간장 및 그의 model system에서 aflatoxin B<sub>1</sub>(AFB<sub>1</sub>)의 파괴에 미치는 영향을 검토하였다. 간장 갈색물질(0.05%)과 AFB<sub>1</sub>을 pH 7의 완충용액에서 2일 동안 30°C에서 반응시킨 결과 60% 이상의 AFB<sub>1</sub>이 파괴되었으며 이 반응물질을 *salmonella typhimurium* TA 98과 TA 100으로 mutagenicity test를 했을 때 돌연변이성 역시 각각 50%, 70%로 감소되었다(p<0.05). 숯이 AFB<sub>1</sub> 파괴에 미치는 영향을 검토하기 위해 재래간장과 증류수 그리고 20% NaCl 용액에 각각 숯을 첨가하고 30°C에서 5일 동안 AFB<sub>1</sub>의 파괴 효과를 보았는데 재래간장에서는 AFB<sub>1</sub>은 안정하였으나 20% NaCl 용액과 증류수에서는 2일 후 80% 이상의 AFB<sub>1</sub>(여액)의 파괴가 일어났다. 비교실험으로, 숯 대신에 활성탄 처리를 한 경우에는 모든 시료에서 100%의 AFB<sub>1</sub>이 파괴 또는 제거되었다.

### 감사의 글

본 연구는 1988년도 한국과학재단 연구비와 1988년도 문교부 지원 한국학술진흥재단의 자유공모과제 학술

연구조성비에 의하여 이루어진 결과의 일부이며 이에 감사료를 드린다.

## 문 헌

1. Bullerman, L.B.:Significance of mycotoxins to food safety and human health. *J. Food Prot.*, **42**, 65(1979)
2. 박건영 : Aflatoxin 과 그 생성에 관련되는 주요인. 한국영양식량학회지, **13**(1), 117(1984)
3. Park, K.Y., Lee, K.B. and Bullerman, L.B.:Aflatoxin production by *Aspergillus parasiticus* and its stability during the manufacture of Korean soy paste(Doenjang) and soy sauce(Kanjang) by traditional method. *J. Food Prot.*, **51**(12), 938(1988)
4. Marth, E.H. and Doyle, M.P.:Update on molds:Degradation of aflatoxin. *Food Technol.*, **33**, 81(1979)
5. 박건영, 이은숙 : 간장저장 중 암모니아와 pH 가 Aflatoxin B<sub>1</sub>의 파괴에 미치는 영향. 한국영양식량학회지, **18**(1), 115(1989)
6. 문갑순 : 지방질의 산화에 미치는 양조간장의 항산화 작용에 관한 연구. 부산대학교 박사학위 논문(1987)
7. 문갑순, 최홍식 : 양조간장의 항산화작용 및 항산화성 물질에 관한 연구. 한국식품과학회지, **19**(6), 537(1987)
8. Eisele, T.A., Sinnhuber, R.O. and Nixon, J.E.:Dietary antioxidant effects on the hepatic mixed function oxidase system of rainbow trout. *Fd. Chem. Toxic.*, **21**, 273(1983)
9. Chow, C.K. and Gairola, G.C.:Influence of dietary vitamin E and selenium on metabolic activation of chemicals to mutagens. *J. Agric. Food Chem.*, **32**, 443(1984)
10. 박건영, 권미향, 백형석, 최홍식 : *Salmonella* Assay System 에 있어서 Aflatoxin B<sub>1</sub>의 돌연변이 유발성에 미치는 L-Ascorbic Acid 의 영향. 한국환경성돌연변이·발암원학회지, **8**, 13(1988)
11. 박건영, 권미향 : 아스코빈산에 의한 Aflatoxin B<sub>1</sub>의 파괴에 관한 연구. 한국영양식량학회지, **16**(1), 1(1987)
12. Maron, D.M. and Ames, B.N.:Revised methods for the *Salmonella* mutagenicity test. *Mutat. Res.*, **113**, 173(1983)
13. Matsushima, T., Sugimura, T., Nagao, M., Yahagi, T., Shirai, A. and Sawamura, M.:Factors modulating mutagenicity in microbial test. In *Short-term test systems for detecting carcinogens*, Norpoth, K.H. and Garner, R.C.(ed), Springer, Berlin, p.273(1980)
14. Lee, C.H.:The effect of Korean soy sauce and soy paste making on soybean protein quality. *ph. D. Thesis*, The Royal Veterinary and Agricultural University, Copenhagen, Denmark(1975)
15. Park, K.Y. and Bullerman, L.B.:Effects of substrate and temperature on aflatoxin production by *Aspergillus parasiticus* and *Aspergillus flavus*. *J. Food Prot.*, **46**, 178(1983)
16. Steel, R.G.D. and Torrie, J.H. : *Principles and Procedures of statistics*. McGraw-Hill Kogakusha, Ltd., Tokyo, p.102(1980)
17. Wei, R.D., Chang, S.C. and Lee, S.S.:High pressure liquid chromatographic determination of aflatoxins in soy sauce and fermented soybean paste. *J. Assoc. off. Anal. Chem.*, **63**, 1269(1980)
18. 오유진, 이용수 : 한국산 된장 중 수종 Amino 산이 Aflatoxin B<sub>1</sub>에 미치는 영향. 충북대학교 논문집, **15**, 353(1977)
19. Kutics, K., Kotsis, L., Argyelán, J. and Szolcsányi, P.: Study of the adsorption characteristics and pore structure of activated carbons. *Surface Tech.*, **25**, 87(1985)

(1989년 2월 27일 접수)