

# 自家濁酒와 땅콩버터에 대한 Aflatoxins 汚染度の 檢索

吳有珍 · 尹汝杓 · 呂信九 · 洪鎮泰

忠北大学校 藥学大学 藥学科

## The Detection of Aflatoxin in Home-made Takju and Peanut butter

You-Jin Oh, Yeo-Pyo Yun, Sin-Koo Yeo and Jin-Tae Hong

Department of Pharmacy, College of Pharmacy, Chungbuk National University,  
Cheongju 310, Korea

**ABSTRACT**-In order to detect the aflatoxins in home-made Takju and peanut butter, the samples were collected in Chungbuk region and cleaned up Sep-pak silica cartridge. Aflatoxins were detected by thin layer chromatographic and high performance liquid chromatographic behavior. Determination was carried out by thin layer densitometer.

The results were as follows; 1. Aflatoxin B<sub>1</sub> was detected in 78% of the home-made Takju, and the highest concentration was 1.2 ppb and average 0.36 ppb. 2. Aflatoxins were not detected in any peanut butter samples. 3. Clean-up method by Sep-pak silica cartridge was more efficient and economical than column chromatography of AOAC method.

**Keywords** □ Aflatoxins, Home-made Takju, Peanut butter, Chungbuk region, Sep-pak silica cartridge.

20世紀 後半에 이르러 癌의 問題는 世界的으로 深刻하게 擡頭되고 있다. 癌의 原因은 잘 알려져 있지 않으나 學者들은 劃一的인 것으로 判斷하지 않으며 生活環境과 密接한 關係가 있다고 생각 하고 있다. 卽 居住地域, 民族의 差異, 食生活의 樣式에 따라 큰 差異가 있다<sup>1)</sup>고 하며 肝癌 發生은 穀類를 攝取하는 民族에 많은 反面, 大腸癌은 歐美 先進國에서 好發된다는 것을 알 수 있다<sup>2,3)</sup>. 特히 1961年 英國에 있어서 10萬마리의 七面鳥가 무더기로 慘死한 일이 있었으며 그 原因이 곰팡이에 汚染된 飼料에 있고 그 結果, 肝에 腫瘍이 發生하여 죽은 것으로 判明되었다<sup>4)</sup>. 그 後 곰팡이毒이 肝癌을 일으키는 強力한 發癌物質임이 밝혀지자

一定한 地域에서 높은 비율로 發生하는 癌이 그 地域의 飲食物과 密接한 關係가 있다는 所謂 環境性 發癌因子에 注目하게 되었다. 最近의 疫學調査에 의하면 原發性 肝癌 多發地域區는 熱帶, 亞熱帶에 속하고 있으며 주로 穀類를 主食으로 하는 民族에 게 많다고 한다<sup>5)</sup>. 따라서 이 地域은 高溫 多濕하여 食品의 貯藏 및 流通過程에서 곰팡이毒의 發生에 좋은 條件을 갖추고 있다고 본다. 우리나라를 비롯하여 日本과 東南亞一帶는 肝癌과 胃癌의 發生이 많은 것으로 나타났으며<sup>6)</sup>, 肝癌을 일으키는 主要 要因을 보면 aflatoxins에 대한 食品의 汚染, virus性 肝炎, alcohol과 低營養 등을 들 수 있다<sup>7~12)</sup> 泰國의 境遇 肝癌 發生率이 10萬名當 10人 以上인 地域과 1人 程度인 地域의 食品에서 aflatoxins를 檢出した 結果 前者의 境遇가 10倍 以上 높다는 事實이 밝혀졌다<sup>13,14)</sup>. 以上으로 볼 때

Received for publication 1 December 1986 ;  
accepted 21 December 1986  
Reprint requests: Dr.Y.J. Oh at the above adress

aflatoxins 檢出率과 肝癌 發生率은 密接한 關聯이 있다고 볼 수 있다.

한편 aflatoxins에 대한 肝癌 發生率은 Woogan 등의 rat에 대한 實驗 結果 多量 投與時 (4  $\mu\text{g}/\text{day}$ 씩 245日間 投與時 14% 肝癌 發生) 보다 微量으로 長期間 投與時 (0.2  $\mu\text{g}/\text{day}$ 씩 476日間 投與時 100% 肝癌 發生) 더욱 肝癌 發生率이 높은 것으로 알려졌다<sup>15)</sup>.

이처럼 食品衛生上 큰 關心을 끌고 있는 aflatoxins에 대하여 國內에서의 研究는 1969년부터 試圖되어 穀類 및 醱酵食品에 對한 aflatoxins 汚染 實態와 汚染 微生物의 aflatoxins 生成能에 대하여 研究되어 왔다. 특히 醱酵食品인 된장, 고추장, 濁酒, 김치 등은 醱酵工程中 *Aspergillus oryzae* 등을 使用하지만 aflatoxins 生成 菌株인 *Aspergillus flavus* 등이 競合 繁殖함으로써 aflatoxins가 生成될 것으로 疑心되어 왔다. 이에 따라 李<sup>16)</sup> 등은 15點의 大豆醱酵食品에서 aflatoxin B<sub>1</sub> 類似物質을 檢出하였고 鄭<sup>17)</sup> 등은 35點의 食品에서 aflatoxin G<sub>1</sub>, G<sub>2</sub>의 存在를 確認하였다고 報告하였다. 李<sup>18)</sup> 등은 醱酵食品 228點에서 aflatoxins 檢出을 報告하였으며 吳<sup>19)</sup> 등은 在來式 메주에서 aflatoxins 檢出을 報告하였다.

以上과 같이 國內에서의 研究는 穀類, 간장, 고추장, 된장, 메주 등에 對해서는 遂行되어 왔으나 醱酵食品인 濁酒와 또한 國內產 땅콩버터 製品에 대한 研究는 거의 이루어지지 않았다. 이에 著者 등은 主要한 醱酵食品인 自家濁酒와 市販되고 있는 땅콩버터를 忠淸北道 淸原部 一帶와 淸州市場에서 各各 收集하여, aflatoxins의 汚染 實態를 檢索하였다.

## 材料 및 方法

**材料**—自家濁酒는 忠淸北道 淸原部 地域 9 個面 즉 남성, 남위, 강의, 남일, 부용, 문위, 북일, 옥산, 강서 등에서 4 월부터 8 월에 걸쳐 家庭 및 釀造場에서 製造된 것을 收集하여 實驗材料로 使用하였으며, 땅콩버터는 淸酒市內 市場에서 市販되고 있는 商品을 無作爲로 選擇하여 使用하였다.  
**試藥 및 機器**—1) 試藥: 分析用 試藥은 特級品을

使用하였으며 一級品일 境遇 再蒸溜하여 使用하였다. H.P.L.C.用 試藥은 여과시킨 후 초음파 세척기로 degassing 하여 使用하였다. 2) 機器: ① Sep-pak silica cartridge; Waters Associates, U.S.A. ② Liquid chromatograph system; Waters Associates, U.S.A. (U.V. detector (Lambda-Max Model 481), Column (P/N 85720 Radical-pak normal phase  $\mu$ -poracil Z-module, 8 MM $\times$ 10 cm), Injector; Model U6K, Pump; Model M-45) ③ Thin layer densitometer (T.L.D.); (Joyce Loebel Chromoscan 3), England.

**Aflatoxin 標準溶液**—Makor Chemical L.T.D. Jerusalem. Israel에서 購入한 aflatoxins을 T. L.C.用은 aflatoxin B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, G<sub>1</sub>, G<sub>2</sub>의 濃度가 各各 1  $\mu\text{g}/\text{ml}$  되게 하여 使用하였고 H.P.L.C.用은 aflatoxin B<sub>1</sub>의 濃度가 2  $\mu\text{g}/\text{ml}$  되게 하여 使用하였다.

**Aflatoxins의 抽出**—A.O.A.C. 公定法<sup>20)</sup>을 다음과 같이 改良하여 抽出을 行하였다. 濁酒는 液狀으로 50 ml를, 땅콩버터는 50g을 各各 homogenize cup에 취하고 methanol: 1% NaCl (55:45) 混液 250 ml와 n-hexane 200 ml를 가하여 13,000 rpm으로 5 分間 混和한후, 이 混合抽出物을 50 ml 짜리 遠心分離管에 몇번 分取하고 2500 rpm으로 15分間 遠心分離시킨 後, water-methanol 層 110 ml를 separatory funnel에 취한 다음 n-hexane 200 ml를 가하여 mechanical shaker에서 3~5分間 振盪하였다. 이 操作을 2 回 反復하여 脂肪性 妨害物質을 除去한 다음 water-methanol 層 110 ml를 다른 separatory funnel에 正確히 취하고 여기에 chloroform 100 ml, 50 ml, 50 ml를 順次的으로 가하여 mechanical shaker로 1 分間 振盪한 후 chloroform 層만 全部 모아 미리 chloroform으로 적신 無水 Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 200~250g이 들어있는 funnel을 通過시켜 水分 및 不純物을 除去하고, 無水 Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 層을 chloroform으로 洗滌하여 앞의 chloroform 層과 混合한 후 rotary evaporator에서 減壓 濃縮하였다.

**Aflatoxins의 精製**—1) Sep-pak silica cartridge

에 의한 精製: 上記抽出 殘留物을 아래와 같이 chloroform:n-hexane(3:7) 5 ml에 잘 溶解시킨 다음 精製하였다. 卽 Sep-Pak silica cartridge에 抽出物을 溶解시켜 넣고 benzene:acetic acid(95.5:4.5) 10 ml와 ethylether:n-hexane(6:4) 10 ml를 通過시켜(流速 10 ml/min) 色素 등의 不純物을 除去한 다음 最終 chloroform:acetone(9:1) 15 ml로 溶離시켰다(流速 3 ml/min). 그 溶離液을 모아 rotary evaporator에서 減壓 濃縮한 다음 T.L.C.에 의한 aflatoxins 檢出 試料로 하였다. 2) Column chromatography에 의한 精製: 抽出 殘留物을 아래와 같이 chloroform 15 ml에 잘 溶解시킨 다음 精製하였다. 卽 column(32×500 mm)에 chloroform 200 ml를 채운 후 無水 Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 5g, column用 silicagel을 30 mm 높이까지 充填하고 無水 Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 15g을 氣泡가 생기지 않도록 徐徐히 가하여 蓄積한 다음 cork를 열어 맨 위의 Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>層 上端 10 mm 程度까지 chloroform을 流出시킨 후 15 ml의 chloroform에 再溶解시킨 aflatoxin 抽出物을 加하고 完全히 chloroform을 流出시킨 다음, n-hexane 150 ml로 洗滌하여 脫脂後 ethylether 150 ml를 넣어 色素를 除去하고 chloroform:methanol(97:3) 混液 200 ml로 aflatoxins를 溶離한 다음(流速 5~10 ml/min) 溶離液을 모아 rotary evaporator에서 減壓 濃縮後 T.L.C.에 의한 aflatoxins 檢出 試料로 하였다.

**Aflatoxins의 檢出**—上記 精製 濃縮한 aflatoxins 殘留物을 benzene:acetonitrile(9:1) 200 μl에 溶解하고 그 중 50 μl를 microsyringe를 利用하여 T.L.C. plate 上에 spot 하고 2 cm 間隔으로 aflatoxin B<sub>1</sub> 標準品 10 μl를 spot 하였다. 이 plate를 chloroform:acetone:n-hexane(80:15:20) 混液을 展開溶媒로하여 20~25°C 溫度狀態에서 展開거리 10 cm 까지 展開시킨 후 T.L.C. plate를 室溫에서 風乾後 長波長(365 nm)의 U.V. lamp를 利用하여 標準品の R<sub>f</sub>值 및 螢光의 色과 同一한 spot의 存在有無를 肉眼으로 檢索하였다. 이 過程은 빛을 遮斷한 暗室에서 進行하였다.

**Aflatoxin B<sub>1</sub>의 確認**—1) T.L.C.上的 確認: 自家濁酒 試料에서 T.L.C.上에 나타난 aflatoxin B<sub>1</sub> 類似物質에 대하여 trifluoroacetic acid(以下 T.

F.A) 附加體試驗法<sup>20)</sup>에 의한 確認方法을 實施하였다. 試料 溶液을 T.L.C. plate 左端으로부터 5 cm, 下端으로부터 4 cm 位置에 spot 하고 aflatoxin B<sub>1</sub> 標準品은 試料 溶液 右測으로 10 cm 떨어진 곳에 spot 하여 1次 展開시키고, plate를 꺼내 溶媒를 揮散시킨 후 U.V. lamp를 利用하여 aflatoxin B<sub>1</sub> 類似物質을 觀察하였다. 檢出된 位置에 標識를 하고 다시 plate를 90度 回轉시켜 位置를 變更한 후 標識位置 左測으로 1~1.5 cm 間隔으로 aflatoxin B<sub>1</sub> 標準品을 두군데 spot 한 후 aflatoxin B<sub>1</sub> 類似物質 spot와 標準品 spot 1개 所에 各各 少量의 無水 T.F.A를 滴下한 후 뒷면을 加溫하여 過量 溶媒를 完全히 除去한 後 2次 展開하여 U.V. lamp로 T.L.C. chromatogram을 觀察하였다. 또한 2,4-dinitrophenyl hydrazine 呈色反應으로 確認하였다. 2) H.P.L.C.上的 確認—自家濁酒 試料에서 Thin layer chromatogram 上에 나타난 aflatoxin B<sub>1</sub> 類似物質을 scrap하여 얻은 silicagel을 溶出管에 넣고 chloroform:n-hexane(3:7) 溶液으로 aflatoxin B<sub>1</sub> 類似物質을 溶離시켜 Scheme II와 같은 過程으로 再精製하였다. 이 精製 濃縮된 aflatoxin B<sub>1</sub> 類似物質을 benzene:acetonitrile(9:1) 溶液 200 μl에 溶解하고 그 中 10 μl를 injection하여 aflatoxin B<sub>1</sub> 類似物質 peak의 Retention Time(以下 R.T.)과 aflatoxin B<sub>1</sub> 標準品 peak의 R.T.를 比較하고 또 aflatoxin B<sub>1</sub> 類似物質에 aflatoxin B<sub>1</sub> 標準品 10 μl를 spike하여 injection하고 이 混合試料의 R.T.를 aflatoxin B<sub>1</sub> 標準品の R.T.와 比較하여 確認하였다.

**回收率 試驗**—豫備實驗時 aflatoxin B<sub>1</sub>의 檢出이

Table I. Comparison of recovery rate. (%)

Added aflatoxin (ng/g)	0	10	25
Column chromatography	0	44.7±5.46	38.7±4.09
Sep-Pak silica cartridge dge	0	96.9±4.78	88.3±3.64*

Aflatoxin B<sub>1</sub> was added to peanut butter

\*Mean±Standard Deviation, n=5

확인되지 않았던 땅콩버터와濁酒試料에 aflatoxin B<sub>1</sub> 標準品을 各各 25 μg, 10 μg 씩 注入하고 前述한 分析過程과 同一하게 處理하여 回收率 試驗을 하였다. Sep-Pak silica cartridge 法과 既存의 column chromatography 法에서 얻은 回收率을 比較하였다. 그 結果는 Table I 에 나타내었다.

### 結果 및 考察

**試料中 Aflatoxins 의 檢索**—1) Thin layer chromatogram 上的 檢索: 땅콩버터의 境遇, 抽出 精製 濃縮하여 Thin layer chromatogram 을 實施한 結果(흡착제; silicagel 60 H, 전개용매 CHCl<sub>3</sub> + Acetone + n-Hexan (80 + 15 + 20), T. L.C. plate 上에 aflatoxins 類似物質이 나타나지 않았으며 2,4-dinitrophenyl hydrazine 呈色反應과 T.F.A 處理 確認試驗으로도 確認되지 않았으나 自家濁酒의 境遇, Thin layer chromatogram 上에 aflatoxin B<sub>1</sub>과 Rf 值(0.68) 및 螢光色(靑紫色)이 같은 aflatoxin B<sub>1</sub> 類似物質이 78% 地域 試料에서 檢出되었으며, T.F.A 處理 確認試驗 結果 aflatoxin B<sub>1</sub> 類似物質이 標準品과 같은 誘導體를 形成하여 Rf 值가 0.68에서 0.31로 떨어졌다. 또한 2,4-dinitrophenyl hydrazine 呈色反應 結果도 陰性으로 나타났다. 以上の 確認으로 自家濁酒 試料中에 aflatoxin B<sub>1</sub> 類似物質이 檢出됨을 確認하였다. 2) Liquid chromatogram 에 依한 確認: 自家濁酒 試料에서 檢索된 Thin layer chromatogram 上的 aflatoxin B<sub>1</sub> 類似物質을 再精製하여 high performance liquid chromatography 를 實施한 結果(column; μ-porasil, mobile phase; toluene + Acetonitrile 3+1 flow rate; 0.8 ml/min, Press; 180 P.S.I, AUFS; 0.005), aflatoxin B<sub>1</sub> 類似物質이 aflatoxin B<sub>1</sub> 標準品과 R.T.(4.17 min)에서 一致하였으며 aflatoxin B<sub>1</sub> 標準品을 spike 한 sample 抽出物 混合試料의 R.T.도 4.17 min 이었고 또 R.T. 4.17 min 에서 peak height 가 增加하였으므로, 自家濁酒 試料中에서 檢출된 Aflatoxin B<sub>1</sub> 유사물질은 aflatoxin B<sub>1</sub>으로 추정된다.

**Table II. Aflatoxin B<sub>1</sub> content in home-made Takju. (ppb)**

regions	contents
Nang Seong	1.2
Gang Oe	0.8
Boo Yong	0.17
Buk Il	0.2
Yam Yi	ND
Nam Il	0.3
Moon Euy	0.25
Ok San	ND
Gang Seo	0.35
Mean	0.36

ND: <0.1 ppb

**Sep-Pak silica cartridge 에 依한 精製法과 既存의 Column chromatography 에 依한 精製法の 比較**  
 一本 實驗에서 精製方法으로 使用한 Sep-Pak silica cartridge 精製法の 境遇, 既存의 A.O.A.C 方法에 있는 Column chromatography 精製法보다 Table II에서 보는 바와 같이 回收率에서 2 배 이상 높았고 試藥 使用量과 所要時間이 越等히 節約되었다. 이로써 Sep-Pak silica cartridge 에 依한 精製法이 既存 column chromatography 에 依한 精製法보다 훨씬 効率的이고 經濟的임을 알 수 있었다.

**試料中 Aflatoxin B<sub>1</sub>의 定量**—1) 檢量線 作成: Thin layer densitometer 의 filter 를 excitation 300~360 nm, emission 450 nm 로 定하고 aflatoxin B<sub>1</sub> 標準溶液을 各各 0.1 μg/ml, 0.2 μg/ml, 0.4 μg/ml, 0.6 μg/ml, 0.8 μg/ml, 1.0 μg/ml 로 조제하여 이들에게서 各各 10 μl 를 T.L.C. plate 上에 spot 하고 densitometry 를 實施하였으며 이를 5 회 실시하여 각 peak 면적의 평균치로부터 Fig.1과 같은 檢量線을 作成하였다. 2) Aflatoxin B<sub>1</sub>의 定量: 위에서 얻은 檢量線을 利用하여 各 試料에 對하여 densitometry 를 實施, 定量한 結果를 Table II에 나타내었다. 自家濁酒中 78% 地域 試料에서 aflatoxin B<sub>1</sub>이 檢出되었고 平均 0.36 ppb 이었으며 最高는 琅城面에

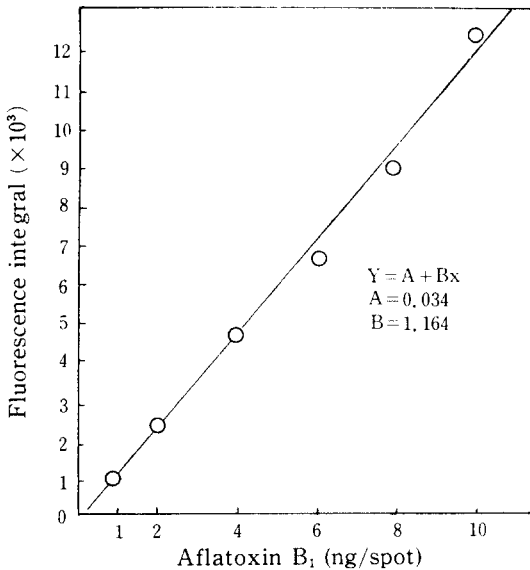


Fig. 1. Calibration curve of Aflatoxin B<sub>1</sub> standard.

서 1.2 ppb 까지 檢出되었다.

땅콩버터試料에서는 aflatoxin이 檢出되지 않았으나 땅콩버터에서 0.1~0.6 ng/g 및 평균 6.7 ng/g의 Aflatoxin이 檢출된 것으로 보고한 Campbell<sup>21)</sup>과 Tarter<sup>22)</sup> 등의 조사 연구 결과와

필리핀산 땅콩버터의 경우 8600 ppb 까지 檢출된 것으로 보고된 Destroy<sup>23)</sup> 등의 연구 결과를 감안 할때 國內 商品과 輸入品을 보다 廣範圍하게 收集하여 組織的이고 繼續的인 研究가 必要하다고 思料된다.

한편 自家濁酒의 境遇 aflatoxin B<sub>1</sub>이 78% 地域 試料에서 檢出되었고 平均 0.36 ppb 이었으며 最高 1.2 ppb 까지 檢出되었는데, 自家濁酒의 長期間 攝取量과 選好度를 勘案한다면 많은 危險性을 內包하고 있다. 特히 aflatoxin B<sub>1</sub>에 對한 肝癌 發生率의 境遇 多量으로 短期間 投與時보다 少量으로 長期間 投與시 훨씬 높은 肝癌 發生率을 나타낸다는 報告<sup>24)</sup>를 勘案하여 볼 때 더욱 深刻한 問題로 擡頭된다. 本 研究 結果 自家濁酒속에 aflatoxin B<sub>1</sub>이 檢出됨으로써 自家濁酒를 음주하는 경우, 특히 장기간 계속 음주하는 경우 aflatoxin B<sub>1</sub>에 의한 肝 障害를 유기할 수 있는 가능성이 있다고 사료된다.

따라서 이에 對한 具體的인 研究가 要望되며 肝癌 等 肝臟疾患과 濁酒와의 疫學的인 調查·研究 및 aflatoxin B<sub>1</sub> 汚染에 대한 보다 廣範圍하고 具體的인 研究와 對策이 講求되어야 할 것으로 思料된다.

### 국문 요약

忠清北道 淸原郡 9 個面에서 收集한 自家濁酒 試料과 淸州地域 市場에서 收集한 國內產 땅콩버터의 aflatoxins 檢索 結果 다음의 結論을 얻었다.

1. 自家濁酒 試料에서는 78% 以上の 地域 試料에서 aflatoxin B<sub>1</sub>이 檢出되었으며 平均 0.36 ppb, 最高 1.2 ppb 까지 檢出되었다.
2. 國內產 땅콩버터 試料에서는 aflatoxin류가 檢出되지 않았다.
3. Sep-Pak silica cartridge에 依한 精製法은 既存의 column chromatography 精製法보다 回收率, 時間, 試藥 等에서 훨씬 더 効率的이었다.

### 참고문헌

1. Higginson, J. and Muir, C.S.: Epidemiology. In "Cancer medicine", part 3, Philadelphia, Holland, J.F. 1973.
2. Wynder, E.I. and Gori, G.B.: Contribution of the environment to cancer medicine. *J. Natl. Cancer Inst.*, 58, 825(1977).
3. Doll, R.: Strategy for detection of cancer hazards to man. *Nature*, 265, 589(1977).
4. Sargeant, K. *et al.*: Toxicity associated with certain samples of groundnut. *Nature*, 192, 1096(1961).
5. Wynder, E.L. and Hirayama, T.: Compara-

- tive epidemiology of cancers of the United States and Japan. *Preventive Medicine*, **6** (4), 567(1977).
6. Carrol, K.K. and Khor, H.T.: Dietary fat in relation to tumorigenesis. In "Lipids and Tumor", New York, N.Y. 1975.
  7. Wogan, G.N.: Aflatoxin carcinogenesis. In "Advances in Cancer Research", part 7, New York, Academic press, 1973.
  8. Wogan, G.N.: Dietary factors and special epidemiological situations of liver cancer in Thailand and Africa. *Cancer Res.*, **35** (11), 3499(1975).
  9. Wogan, G.N.: Mycotoxin and other naturally occurring carcinogens. In "Environmental cancer", A. Halsted press book., 1977.
  10. Myron Karon: Cancer chemotherapy, Year book medical publishers Inc., 1975.
  11. 長尾美奈子: 蛋白質 核酸 酵素, **23**, 435(1978).
  12. Wynder, E.L.: Nutritional carcinogenesis. *Ann. N.Y. Acad. Sci.*, **300**, 360(1977).
  13. Detroy, R.W., Lillehoj, E.B., and Ciegler, A.: In Microbial Toxins, New York, Academic Press 1971.
  14. Wogan, G.N.: "In Methods in cancer research", part 7, New York, Academic Press, 1973.
  15. Wogan, G.N., and Newberne, P.M.: Dose response characteristics of aflatoxin B<sub>1</sub> carcinogenesis in the rat, *Cancer Research.*, **27**, 2370(1967).
  16. 이태령, 이상규: 식품중 유독성 대사산물에 관하여(제1보). 수종의 한국 대두발효식품중 Aflatoxin 유무의 검색에 관하여, 한국식품과학회지, **1**, 78(1969).
  17. 정용, 이배진, 권속표: 한국 발효식품중 Aflatoxin 함유에 관한 연구, 예방의학회지, **2** (1), 1(1969).
  18. 이근배: 한국식품중의 발암물질 검색에 관한 연구, 과학기술처 1970년도 연구개발사업 보고서 Most-70-84-Pm41Pm(1970).
  19. 오유진, 이용수: 한국산 재래식 메주중의 Mycotoxins에 관하여(1), 충북대학교 논문집 **23**, 323(1982).
  20. William, H.: Official Method of analysis of the J. of A.O.A.C. 13th ed., Washington U.S.A. 414(1980).
  21. Campbell, A.D., Francis, D.J., Beebe, R.A. and Stoloff, L.: Determination of Aflatoxin in peanut butter, using two liquid chromatographic methods. *J. A.O.A.C.*, **67**, 2, 312 (1984).
  22. Tarter, E.D., Honchay, J.P. and Scott, M.: Improved liquid chromatographic method for Aflatoxin in penut butter and other commoties. *J. A.O.A.C.*, **67**, 597(1984).
  23. Destroy, R.W., Lillehoj, E.B. and Liegler, A.: Aflatoxin and related compounds. In "Microbial toxins", part 6, New York, Academic Press, 1971.