

## 台灣地區總膳食之黃麴毒素調查

談國雄 林蘭砒 傅幼敏 施養志

### 第五組

### 摘要

行政院衛生署為保障國民飲食安全，自 90 年度委託行政院農委會農業藥物毒物試驗所進行食品污染物國人總膳食調查計畫(Taiwan total diet study)，上述計畫根據國民攝食習慣設計具代表性之食譜，食品原料皆由分配之採樣地點的傳統市場、超市及量販店總共八處採樣、混合，依食譜烹調後混勻，續供分析食品中農藥、重金屬、環境污染物及真菌毒素等污染物，以評估國人經由攝食之危害風險。計畫中有關黃麴毒素之分析係由行政院衛生署藥物食品檢驗局負責。92 年度完成分析之樣品包括(一)主食類：米飯 16 件及稀飯各 16 件(二)進口及加工食品：碗粿、肉粽、八寶粥、花生、米漿、牛乳、起司及發酵乳各 8 件，共計 64 件，結果於 2 件米漿中檢出黃麴毒素 B<sub>1</sub> 0.18 及 0.32 ppb，於 5 件牛乳檢出微量黃麴毒素 M<sub>1</sub> 0.013~0.076 ppb；93 年分析樣品包括(一)主食類：米飯、稀飯各 8 件(二)進口及加工食品：細米粉、小米、麥片、低脂牛乳、脫脂牛乳、全脂奶粉、調味乳、羊乳各 8 件，共計 80 件，結果於 8 件低脂牛乳、7 件脫脂牛乳、8 件全脂奶粉、8 件全脂牛乳及 8 件羊乳檢出黃麴毒素 M<sub>1</sub> 0.003~0.044 ppb。綜合二年結果顯示，國人膳食之黃麴毒素檢出量極微，均低於食品中黃麴毒素之限量標準(液狀乳黃麴毒素 M<sub>1</sub> 為 0.5 ppb，其它食品之總黃麴毒素限量為 10 ppb)。

**關鍵詞：**總膳食調查、黃麴毒素、危害風險評估、主食類、進口及加工食品

### 前言

黃麴毒素(aflatoxin, 簡稱 AF)是一群結構相似且相當安定的黴菌次級代謝產物，包括 AFB<sub>1</sub>、AFB<sub>2</sub>、AFG<sub>1</sub>、AFG<sub>2</sub>、AFM<sub>1</sub>...等，於不當儲存之食品和飼料常被發現，其中又以 AFB<sub>1</sub> 最常檢出，其毒性也最強。黃麴毒素對人類及動物具有高度肝臟毒性、致突變性及

致癌性，是目前所知致癌性最強之真菌毒素<sup>(1,2,10,19,21)</sup>，在動物試驗中發現 AFB<sub>1</sub> 會高度親和性地與粒線體中 DNA 共價結合，也會與細胞中其它巨分子作用而產生致突變性或致癌性<sup>(1,2,4)</sup>，造成人類急性肝臟疾病並導致肝細胞退化、壞死及纖維化等症狀<sup>(1,4)</sup>。

產生 AF 之主要黴菌為黃麴菌 *Aspergillus flavus* 及 *A. parasiticus*，另 *A. nomius* 亦可能

產毒。最適合黃麴菌生長及產毒之溫度依菌種而異，範圍介於 30~38°C 間，另黃麴菌生長受到水分之影響極大，穀類及飼料水分含量超過 15 % 或相對濕度在 80 % 以上，較適合黃麴菌之生長與繁殖。故防止 AF 污染，最直接的方式莫過於防止黃麴菌在穀類或飼料上生長，藉著適當控制水分、濕度及氧氣含量，可以有效的抑制 AF 產生<sup>(1,2,6,12,15,20)</sup>。AF 經常污染花生、玉米、米、麥、棉子及豆類等農作物<sup>(1,2,6,10)</sup>，另經由食物鏈，乳品及畜產品亦可能遭受 AF 之污染，其中 AFB<sub>1</sub> 在動物體內經由氫氧化作用( hydroxylation )代謝成 AFM<sub>1</sub> 而存在乳品中<sup>(1,4,9,11,13,15,18)</sup>，研究顯示稚齡小孩，在斷奶前也可能接觸到黃麴毒素，原因係母親攝入污染 AF 之食品並將 AFM<sub>1</sub> 分泌於乳汁中<sup>(3)</sup>；此外啤酒、可及水果乾等都曾發現污染黃麴毒素<sup>(1)</sup>。

由上可知經由食品攝食 AF 之機率相當高，且受到毒素污染之食品，在氣味與外觀上皆不易辨識。有鑑於此，行政院衛生署為保障國民飲食安全而進行食品污染國人總膳食調查計畫 (Taiwan total diet study, 以下簡稱 TDS)，希望藉由 TDS 得知國人飲食中攝取污染物之危害風險程度。TDS 在世界各國已進行多年，其執行方法為各國依其國民之攝食習慣設計食譜，於不同地區及季節採集生鮮食材或即食食品，經食前處理後以食用狀態分析其中污染物含量，再依不同年齡層及性別之國民攝食量計算其檢出污染物中可能之暴露量，以評估經由攝食而接觸污染物之種類和量對健康之影響<sup>(5)</sup>。美國於 1961~1987 年 (part I) 及 1987~1993 年 (part II) 進行數十年之總膳食調查計畫，經由調查結果後列出各種食品污染食品之情形，以做為評估其美國人民取食之風險

性。世界衛生組織 (WHO) 為確保世界各地食品之安全性，亦於 1976 年成立「全球環境污染物調查中之食品污染調查及評估計畫」 (Global Environment Monitoring System/Food Contamination Monitoring and Assessment program, 簡稱 GEMS / Food)<sup>(5,16,17)</sup>，由此可見，TDS 調查對國民飲食安全之重要性。

本計畫主辦單位為行政院衛生署，執行單位為行政院農委會農業藥物毒物試驗所 (藥試所)，合作單位為中央研究院生物醫學研究所、台灣大學公共衛生研究所、財團法人食品工業發展研究所及行政院衛生署藥物食品檢驗局。TDS 計畫包括四項工作，1. 計畫規劃 2. 採樣及前處理 3. 樣品分析：包括分析方法之確認、實驗室品管作業及最低檢出量之要求。4. 結果計算及風險評估。其中 1、2、4 項皆由農業藥物毒物試驗所負責，第 3 項樣品中黃麴毒素之分析部分由藥物食品檢驗局負責。本報告彙集 92~93 年藥試所製備食品樣品之黃麴毒素分析結果數據，除供作本局資料庫用，亦彙送藥試所進一步評估危害風險，做為我國調查國民飲食中污染物質之參考。

## 材料與方法

### 一、試驗材料

藥試所根據國民攝食習慣設計具代表性之食譜，於 92~93 年間由北、中、南、東採樣地點之傳統市場、超市及量販店購買食品原料，先混合，依食譜烹調後再均質，以抗凍玻璃樣品罐裝填，冷藏運送至藥檢局檢驗。樣品收到後置 -20°C 冷凍庫中保存並儘速檢驗，二年共計送樣 192 件。

## 二、器材及儀器

(一)免疫親和性管柱：分析 AFB<sub>1</sub>、AFB<sub>2</sub>、AFG<sub>1</sub>、AFG<sub>2</sub> 採用美國 Vicam 公司 AflaP™ 及分析 AFM<sub>1</sub> 採用 Vicam 公司 AflaM<sub>1</sub>™，為比較免疫親和性管柱效能，分析起司中 AFM<sub>1</sub> 亦試用英國 R. Biopharm 公司之 AFLAPREP。

(二)高效液相層析儀

日本 Hitachi 公司製造之 L-6000 幫浦(碘液衍生化使用)、L-7100 幫浦、L-7480 螢光偵測器、L-7200 自動樣品注射器，Eppendorf TC-50 管柱保溫器，數據處理則以訊華公司層析儀積分數據處理系統 (SISC) 進行。

(三)液相層析管柱

採用日本 Nacalai 公司製造之 Cosmosil 5C18-AR (5μm，內徑 4.6 mm×250 mm) 管柱。

## 三、試藥

(一) AFM<sub>1</sub> 標準品為美國 Supelco 公司之產品，添加適量乙月青，使其濃度為 1.0 μg/mL，分裝至褐色小瓶後，冷凍備用。使用時，以液相層析用移動相溶液稀釋到適當濃度備用。AFB<sub>1</sub>、AFB<sub>2</sub>、AFG<sub>1</sub>、AFG<sub>2</sub> 標準品為美國 Supelco 公司 Aflatoxin Mix Kit-M 之產品，原液濃度 AFB<sub>1</sub>：1 μg/mL、AFB<sub>2</sub>：0.3 μg/mL、AFG<sub>1</sub>：1 μg/mL、AFG<sub>2</sub>：0.3 μg/mL，使用時以 50 % 甲醇稀釋至所需之濃度。

(二)氫氧化鈉及矽藻土為試藥級純品，二氯甲烷、正己烷、乙月青、甲醇均為 LC 級，配製液相層析用移動相之水使用去離子水。

## 四、方法

(一)樣品萃取方法及淨化

液狀乳係依據衛生署署授食字第 0939316929 號公告方法，起司係依據 Dragacci 等<sup>(8,10)</sup>方法，其他檢體則依據 CNS 4090/N6097 方法製備檢液，液狀乳、起司及其他檢體（包含花生及其製品、米飯、稀飯、細米粉、小米、麥片）流程分述如下：

1. 液狀乳中黃麴毒素 M<sub>1</sub>：液狀乳（冷藏或冷凍須回復至室溫）或優酪乳（混勻後取 25 mL 以 0.1 N NaOH 調整至 pH 至 6.5），離心 15 分鐘，移去上層脂肪，取 50mL 之液狀乳或全部之優酪乳以 1 滴/秒之速度通過免疫親和性管柱，以去離子水 10 mL 清洗 2 次，氮氣吹乾管柱後，以乙月青 4mL 流洗，流洗出之檢液，以氮氣吹乾，續以移動相溶液 2 mL 復溶，以 0.45μm 濾膜過濾，取 100 μL 注入高效液相層析儀。

2. 起司中黃麴毒素 M<sub>1</sub> 含量之檢驗流程：秤取 10 g 起司於攪拌容器中，加入 Dichloromethane 80 mL 及 Hyflo-supercel 5~10 g 高速攪拌 2 分鐘，用 Dichloromethane 40 mL 沖洗攪拌容器並以濃縮瓶收集，所得之混合物盡可能用濾紙充分過濾，過濾液經 35~40°C 蒸發乾燥（減壓濃縮乾燥），乾燥後濃縮瓶內之殘留物以 MeOH：Water：*n*-Hexane（1：30：50 mL）復溶（充分搖動濃縮瓶，讓殘留物完全洗出），復溶後之液體移入分液漏斗中並上下搖動，然後收集水相層下層，

## 台灣地區總膳食之黃麴毒素調查

再以 10 mL/次之去離子水萃取 2 次後收集水相層。取出適量水相層通過免疫親和性管柱，以 2~3 mL/min 流速通過管柱 (相當於 1 滴/秒)，以去離子水(10 mL/次)通過免疫親和性管柱 2 次，以移除污染物，用 1-2 mL 之 acetonitrile 沖洗出 AFM<sub>1</sub>，收集於玻璃小管，Acetonitrile 以 N<sub>2</sub> 吹乾，再以 acetonitrile 500μL 充分溶解復溶，取 100μL 檢液注入 HPLC。

3. 各類檢體中黃麴毒素 B<sub>1</sub>、B<sub>2</sub>、G<sub>1</sub>、G<sub>2</sub> 含量之檢驗流程：檢體充分混合後取 100 g 磨碎混勻，秤取混勻之花生及其製品 25 g 置於不銹鋼杯中秤取混勻，加氯化鈉 5 g，加 60 % 甲醇 125 mL (穀類及其製品 50 g，置於不銹鋼杯中，加氯化鈉 5 g，加 80 % 甲醇 100 mL)，以 15,000 rpm 均質 2 分鐘後，用 Whatman 1 號濾紙過濾，花生及其製品取濾液 20 mL 加去離子水 20 mL (穀類及其製品，取濾液 10 mL 加 40 mL 去離子水)，用玻璃濾紙做細過濾，取濾液 10 mL，以 1 滴/秒之流速分別通過免疫親和管柱，以去離子水 10 mL 清洗免疫親和管 2 次 (1 滴/秒之流速)，取 HPLC 級甲醇 1 mL 以 1 滴/秒流速通過免疫親和管柱，收集純化液於有容量刻度之褐色玻璃管中，加 1 mL 去離子水使體積為 2 mL 之檢

液，取 50μL 檢液注入高效液相層析儀。

### (二) 標準曲線製作

1. AFM<sub>1</sub>：以移動相溶液稀釋 AFM<sub>1</sub>，配製成 0.03、0.05、0.1、0.5、1、5、10 ppb 之各種濃度之標準溶液，每次取 100μL 注入高效液相層析儀，每種濃度做三重複，由波峰所得之平均面積對標準溶液之濃度做圖 (見圖一)。
2. AFB<sub>1</sub>、AFB<sub>2</sub>、AFG<sub>1</sub>、AFG<sub>2</sub>：以 50% 甲醇稀釋成各種濃度(詳 見下表)之標準溶液，每次取 50μL 注入高效液相層析儀，每種濃度做三重複，由波峰所得之平均面積對標準溶液之濃度做圖 (見圖二、三、四及五)。

### (三) 回收率試驗

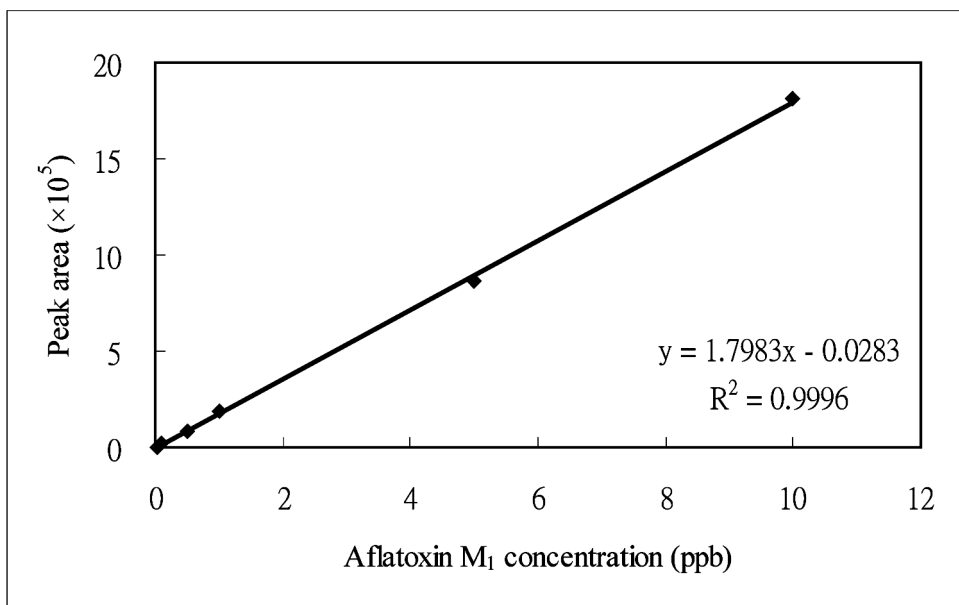
取不含 AFM<sub>1</sub> 之鮮牛乳、片狀起司、優酪乳添加 0.5、0.2 及 0.5 ppb AFM<sub>1</sub> 備用，另取不含 AFB<sub>1</sub>、AFB<sub>2</sub>、AFG<sub>1</sub>、AFG<sub>2</sub> 之米飯、稀飯、碗稞、肉粽、八寶粥、花生、米漿添加 AFB<sub>1</sub> 0.5 ppb、AFB<sub>2</sub> 0.15 ppb、AFG<sub>1</sub> 0.5 ppb、AFG<sub>2</sub> 0.15 ppb 備用，依材料與方法四(一)製作檢液並分析，換算濃度後除以添加濃度，再乘以 100 % 即為回收率。

### (四) 偵測極限

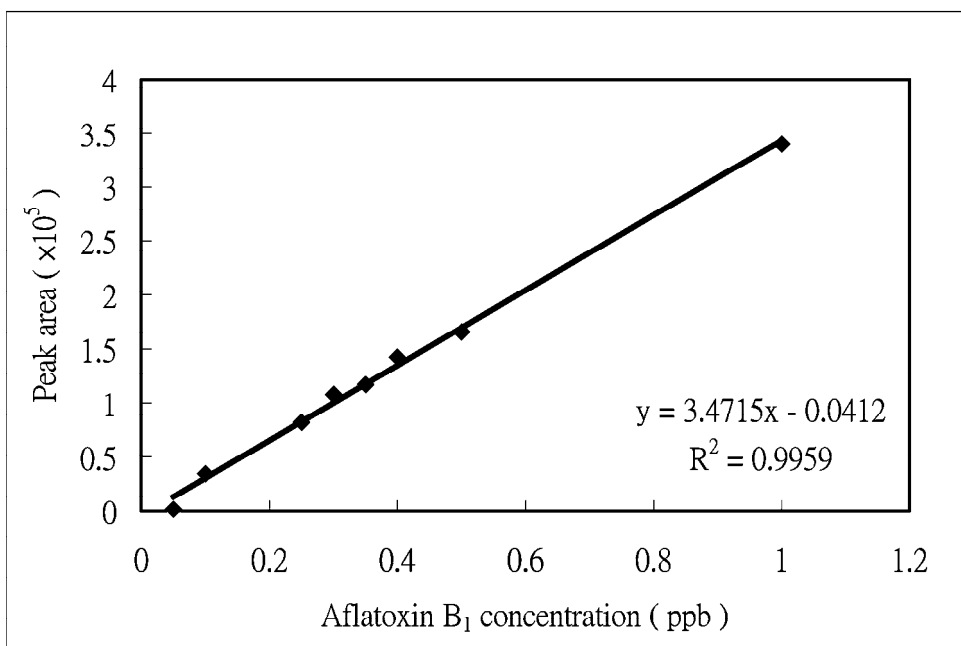
1. 儀器偵測極限 (IDL)

將高濃度至低濃度之黃麴毒素標準品以高效液相層析儀分析，所得之不同

| 黃麴毒素             | 標準溶液濃度(ppb) |      |      |       |      |       |      |      |
|------------------|-------------|------|------|-------|------|-------|------|------|
|                  | 1           | 0.5  | 0.4  | 0.35  | 0.3  | 0.25  | 0.1  | 0.05 |
| AFB <sub>1</sub> | 1           | 0.5  | 0.4  | 0.35  | 0.3  | 0.25  | 0.1  | 0.05 |
| AFB <sub>2</sub> | 0.3         | 0.15 | 0.12 | 0.105 | 0.09 | 0.075 | 0.03 |      |
| AFG <sub>1</sub> | 1           | 0.5  | 0.4  | 0.35  | 0.3  | 0.25  | 0.1  | 0.05 |
| AFG <sub>2</sub> | 0.3         | 0.15 | 0.12 | 0.105 | 0.09 | 0.075 | 0.03 |      |

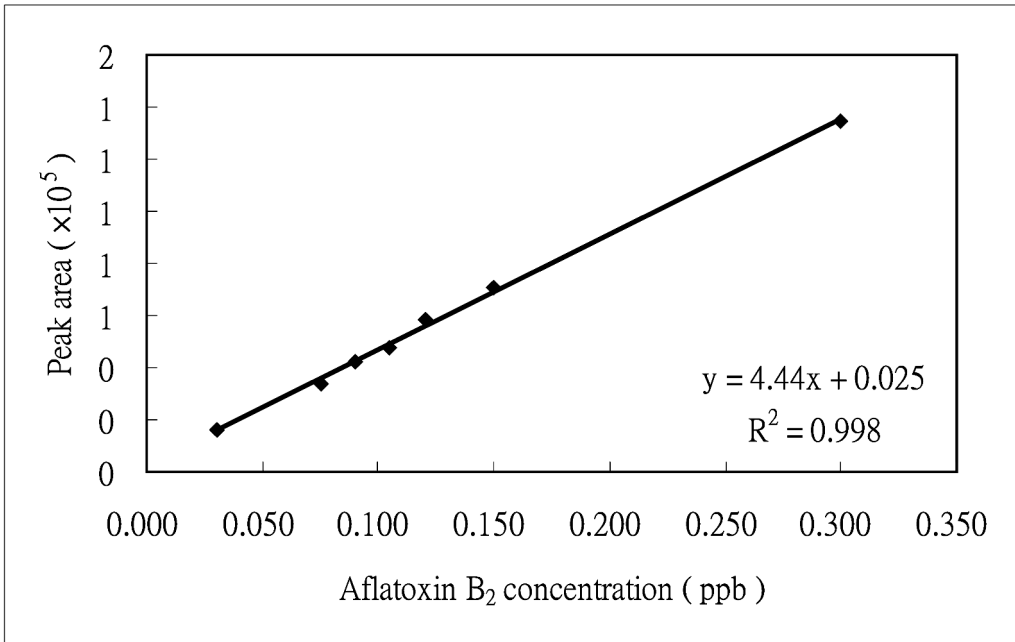


圖一、黃麴毒素 M<sub>1</sub> 之標準曲線

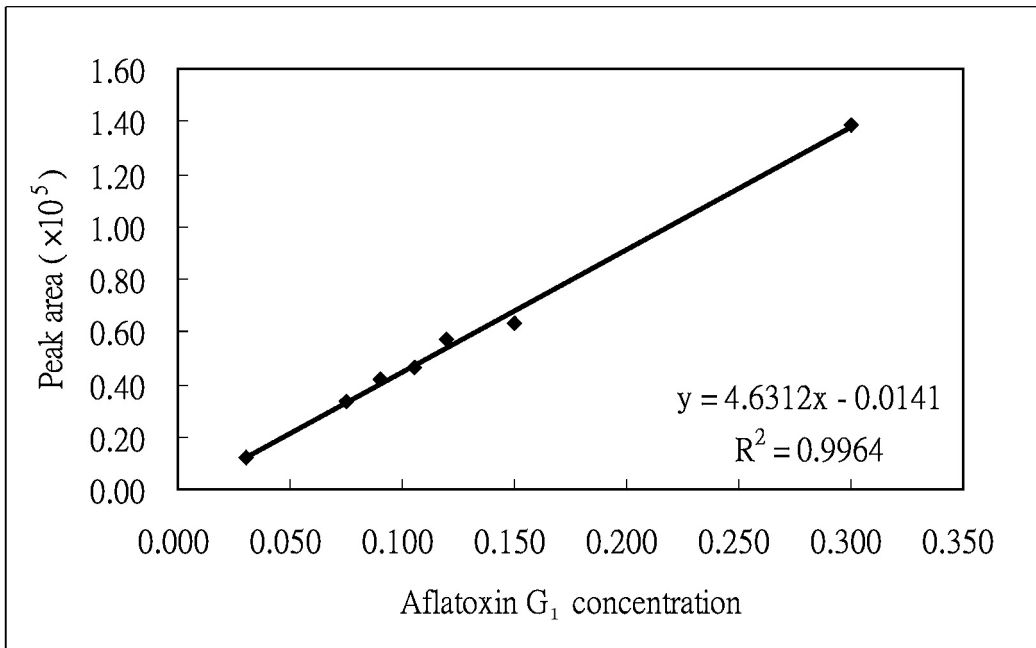


圖二、黃麴毒素 B<sub>1</sub> 之標準曲線

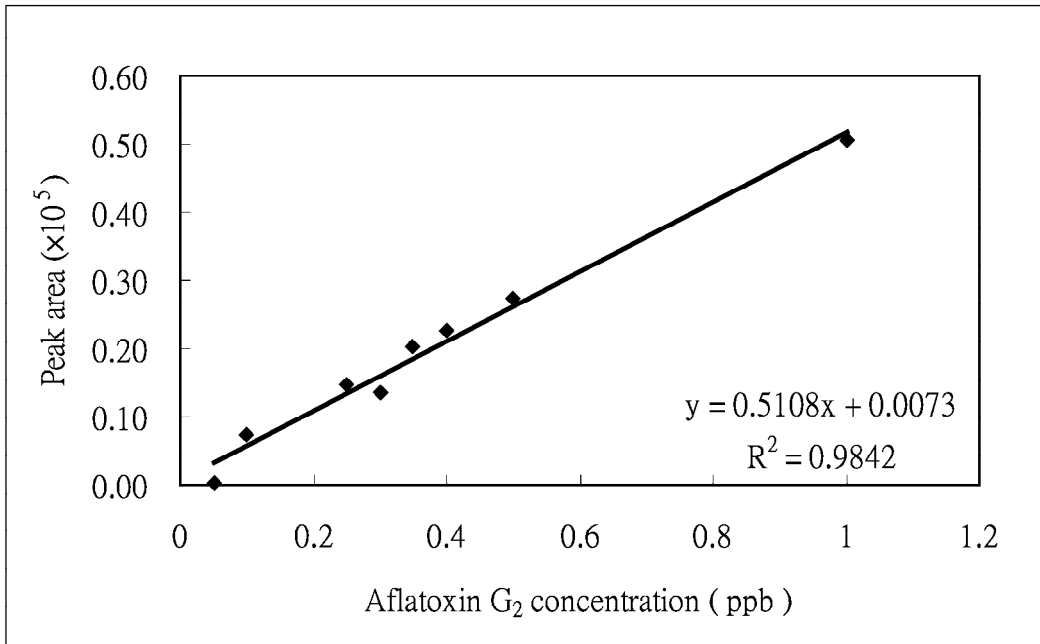
台灣地區總膳食之黃麴毒素調查



圖三、黃麴毒素 B<sub>2</sub> 之標準曲線



圖四、黃麴毒素 G<sub>1</sub> 之標準曲線



圖五、黃麴毒素 G<sub>2</sub> 之標準曲線

濃度之波峰以積分儀軟體做訊號/雜訊比 (S/N) 測試，以 S/N > 3 認定為可偵測到之波峰，此波峰面積換算成之濃度即為儀器偵測極限 (IDL)。

## 2. 方法偵測極限 (MDL)

於各種檢體中添加黃麴毒素標準溶液，使其濃度為預估偵測極限之 1~5 倍，以檢液製備流程製備檢液並予以分析 (重複分析至少 4 次以上)，將所得之層析圖譜進行 S/N 比測試，若 S/N > 3 則認為是波峰，即可求得方法偵測極限之濃度。

### (五) 高效液相層析之條件

#### 1. AFM<sub>1</sub>

流速：1.0 mL/min。

注射量：100μL

管柱：Cosmosil 5C18-AR，5 μm，內

徑 4.6 mm×250 mm。

移動相溶液：去離子水、乙月青、甲醇以 68：24：8 (v/v) 之比例混勻。

螢光偵測器：激發光譜為 365 nm，發射光譜為 435 nm。

#### 2. AFB<sub>1</sub>、AFB<sub>2</sub>、AFG<sub>1</sub>、AFG<sub>2</sub>

流速：1.0 mL/min

衍生化碘液流速：0.3 mL/min

注射量：50μL

管柱：Cosmosil 5C18-AR，5 μm，內徑 4.6 mm×250 mm。

移動相溶液：45 % 甲醇水溶液。

衍生化碘液：0.05 % 碘溶液。

螢光偵測器：激發光譜為 360 nm，發射光譜為 440 nm。

### (六) 計算公式

#### 1. 液狀乳及優酪乳

AFM<sub>1</sub> 含量(ppb, ng/mL) = C/X

C：檢液之 AFM<sub>1</sub> 濃度(ppb)，由標準曲線求得。

X：最終檢液濃縮倍數

X 液狀乳 = 50 mL/2 mL = 25

X 優酪乳 = 25 mL/2 mL = 12.5

2. 起司

AFM<sub>1</sub> 含量(ppb, ng/g) = (C×V) / M

C：檢液之 AFM<sub>1</sub> 濃度(ppb)，由標準曲線求得。

V：最後定容檢液體積

M：最終定容檢液中所含樣品重(g)

3. 其餘檢體

黃麴毒素含量(ppb, ng/g) = (C×Tv) / W

W：最終定容檢液所含樣品重(含水量高者，需適度校正)

W 花生 = (25 g/125 mL) × (20 mL/40 mL) × 10 mL = 1 g

W 其它 = (50 g/100 mL) × (10 mL/50 mL) × 10 mL = 1 g

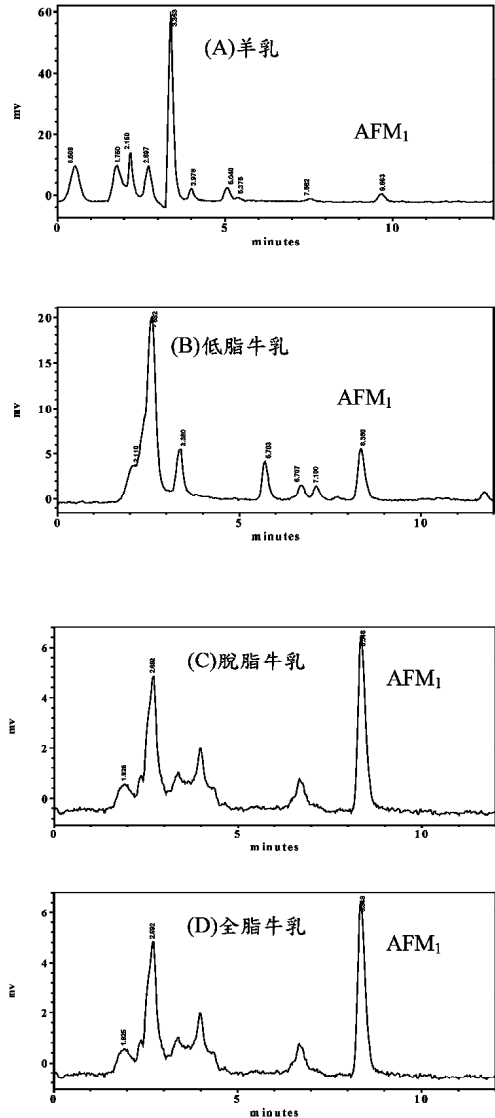
Tv：最終定容檢液體積(2mL)。

C：檢液中各別黃麴毒素濃度(ppb)，由標準曲線求得。

結果與討論

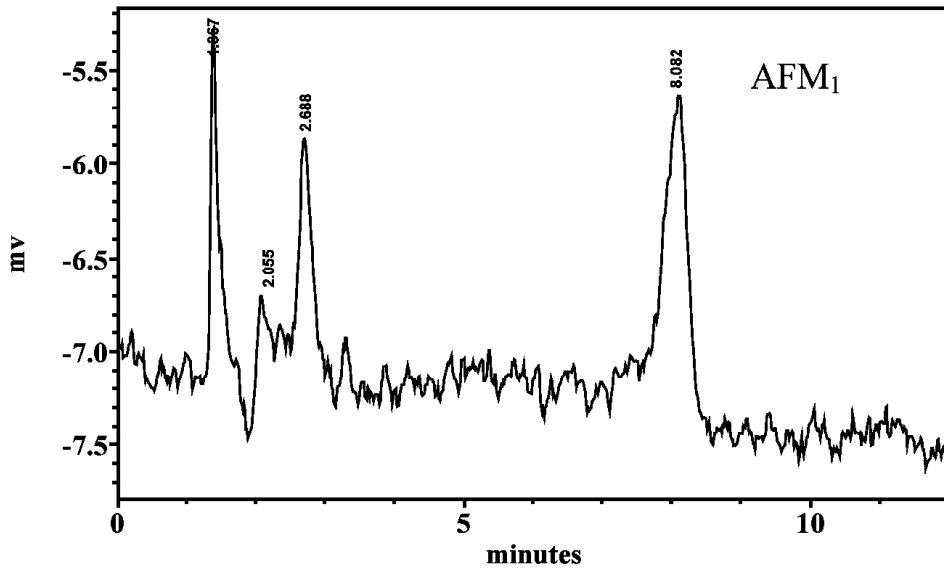
一、檢驗方法之確立

本調查對於液狀乳及優酪乳中 AFM<sub>1</sub>，係依據衛生署署授食字第 0939316929 號公告方法，其他樣品包括乾炒花生、米飯、稀飯、八寶粥、米漿、碗稜、肉粽、細米粉、小米、麥片等係依據中國國家標準 CNS 4090/N6097 之方法分析 AFB<sub>1</sub>、AFB<sub>2</sub>、AFG<sub>1</sub>、AFG<sub>2</sub>，經驗證各回收率皆可達到 80%以上。



圖六、含黃麴毒素 M<sub>1</sub> 之羊乳(A)、低脂牛乳(B)、脫脂牛乳(C)、全脂牛乳(D)之高效液相層析圖





圖七、外添加黃麴毒素 M<sub>1</sub> 起司之高效液相層析圖

僅有起司中 AFM<sub>1</sub> 國內尚未有公定分析方法，故依據 Dragacci 等人方法分析，並比較免疫親和性管柱 VICAM 公司之 AlfaM<sub>1</sub> 及 R.Bio-pharm 公司之 AFLAPREP，結果顯示兩廠牌之萃取及淨化效果幾無差異，圖七為含 AFM<sub>1</sub> 起司之高效液相層析圖譜，AFM<sub>1</sub> 標準品之滯留時間約為 8 分鐘，分析儀器使用日本 Hitachi 公司製造之高效液相層析儀，對 AFM<sub>1</sub> 之儀器偵測極限為 0.03 ppb，分析起司中 AFM<sub>1</sub> 之方法檢測極限為 0.2 ppb，另添加 AFM<sub>1</sub> 至起司中達 0.2 ppb，起司片及起司粉回收率皆約為 68%，起司絲回收率則低於 60%，結果詳見表一。起司片及起司粉之回收率雖屬可接受範圍，惟仍可再進行不同種類之起司產品進行分析，以建立不同種類起司之分析資料。

根據 Dragacci 等人<sup>9)</sup>之研究，針對 22 種不同之起司做試驗，結果回收率介於 63~110%，顯示不同起司為基質做添加回收率試驗，呈現變異較大，推測回收率高低與基質

不同、人為操作、器材間差異甚至是加工起司內含之食品添加物或其它未知之干擾物質等因素之影響可能有關，這些影響因素也是未來需要進一步研究之方向。

表一、起司黃麴毒素 M<sub>1</sub> 回收率試驗結果

| 起司種類 | 添加量 (ppb) | 回收率 <sup>a</sup> (%) | CV <sup>b</sup> (%) |
|------|-----------|----------------------|---------------------|
| 起司片  | 0.2       | 68.0±5.1             | 7.5                 |
| 起司粉  | 0.2       | 68.2±6.2             | 5.2                 |
| 起司絲  | 0.2       | 48.0±5.3             | 6.2                 |

a：二重複試驗結果

b：CV 即為變異係數(coefficient of variation)

台灣地區總膳食之黃麴毒素調查

表二、92~93 年各類食品檢出黃麴毒素之件數

| 類別                | 抽樣年份 | 檢體件數 | 檢出黃麴毒素 <sup>a</sup> |           | 檢出黃麴毒素 M <sup>1</sup> |             |
|-------------------|------|------|---------------------|-----------|-----------------------|-------------|
|                   |      |      | 件數(%)               | 含量(ppb)   | 件數(%)                 | 含量(ppb)     |
| 主食類               |      |      |                     |           |                       |             |
| 米 飯               | 92   | 16   | 0                   | 0         | — <sup>b</sup>        | —           |
|                   | 93   | 8    | 0                   | 0         | —                     | —           |
| 稀 飯               | 92   | 16   | 0                   | 0         | —                     | —           |
|                   | 93   | 8    | 0                   | 0         | —                     | —           |
| 加工食品              |      |      |                     |           |                       |             |
| 乾炒花生              | 92   | 8    | 0                   | 0         | —                     | —           |
| 米 漿               | 92   | 8    | 2(25)               | 0.18~0.32 | —                     | —           |
| 碗 稞               | 92   | 8    | 0                   | 0         | —                     | —           |
| 肉 粽               | 92   | 8    | 0                   | 0         | —                     | —           |
| 八寶粥               | 92   | 8    | 0                   | 0         | —                     | —           |
| 細米粉               | 93   | 8    | 0                   | 0         | —                     | —           |
| 小 米               | 93   | 8    | 0                   | 0         | —                     | —           |
| 麥 片               | 93   | 8    | 0                   | 0         | —                     | —           |
| 起 司               | 92   | 8    | —                   | —         | 0                     | 0           |
| 全脂牛乳              | 92   | 8    | —                   | —         | 5(62.5)               | 0.013~0.076 |
| 全脂奶粉 <sup>c</sup> | 93   | 8    | —                   | —         | 8(100)                | 0.011~0.044 |
| 低脂牛乳              | 93   | 8    | —                   | —         | 8(100)                | 0.010~0.026 |
| 脫脂牛乳              | 93   | 8    | —                   | —         | 7(87.5)               | 0.005~0.017 |
| 優 酪 乳             | 92   | 8    | —                   | —         | 0                     | 0           |
| 羊 乳               | 93   | 8    | —                   | —         | 8(100)                | 0.003~0.008 |
| 調 味 乳             | 93   | 8    | —                   | —         | 0                     | 0           |

a：黃麴毒素係指 AFB<sub>1</sub>、B<sub>2</sub>、G<sub>1</sub> 及 G<sub>2</sub> 之總和。

b：“—”表未檢驗。

c：已配製為液狀乳。

### 三、總膳食調查樣品之黃麴毒素分析結果

本調查分析樣品數共計 192 件 (92~93 年)，調查結果詳見表二，92 年於 8 件全脂牛乳中檢出 5 件 (62.5%) 含有微量 AFM<sub>1</sub>，於 8 件 8 件起司及優酪乳中均未檢出 AFM<sub>1</sub>。93 年製備之乳品包含低脂乳、脫脂乳、調味乳、羊乳及全脂奶粉，其中調味乳及羊乳應是國內少數針對此類乳品做黃麴毒素之分析，結果於各 8 件全脂奶粉、低脂牛乳、脫脂牛乳、羊乳中分別檢出 8 件 (100%)、8 件 (100%)、7 件 (87.5%)。羊乳、低脂牛乳、脫脂牛乳及全脂牛乳樣品中之 AFM<sub>1</sub> 高效液相層析圖譜如圖六 (A、B、C 及 D) 所示。AFM<sub>1</sub> 之來源係因動物受到 AF 之污染進而造成生乳含 AFM<sub>1</sub>，高檢出比例則因酪農將生乳交集乳站混合後由乳品加工廠產製各式液狀乳，一旦混入污染有 AFM<sub>1</sub> 之生乳，即可造成後續產品含微量 AFM<sub>1</sub> 現象，因此為預防 AF 污染牛乳 (羊乳) 受到 AF 污染。

92~93 年計畫中其餘樣品，如米飯、稀飯、乾炒花生、米漿、碗稞、肉粽、八寶粥、細米粉、小米、麥片均未檢出 AFB<sub>1</sub>、AFB<sub>2</sub>、AFG<sub>1</sub>、AFG<sub>2</sub>，但於 8 件米漿中則檢出 2 件 (25%) 含有 AFB<sub>1</sub>，分別為 0.18 及 0.32 ppb (見表二)。

本調查結果顯示台灣地區之乳品雖常檢出微量 AFM<sub>1</sub>，仍可安心使用。其他檢體方面，僅於 2 件米漿中檢出 AFB<sub>1</sub>，由於米漿之主要成份為米及花生，檢出 AFB<sub>1</sub> 係來自於花生，因此建議業者以花生做加工食品時應注意其原料之品質。

本調查係國內首次對米飯、稀飯，八寶粥，碗稞、肉粽、羊乳、調味乳等加工食品進行 AFB<sub>1</sub>、AFB<sub>2</sub>、AFG<sub>1</sub>、AFG<sub>2</sub>、AFM<sub>1</sub> 之污

染調查，這些經調理加工的食品，其原料大多含有食品添加物、油脂或其它物質等，在分析時是否造成 AF 萃取效果之影響，值得進一步探討。但分析結果顯示 AF 在八寶粥、碗稞、肉粽等樣品之回收率都屬可接受之範圍，可見本方法亦可適用於上述調理食品。

### 結 論

由 92 及 93 年度之檢驗結果，發現在 176 件樣品中液狀乳及其製品共 64 件，檢出 35 件 (54.7%) 含黃麴毒素 M<sub>1</sub>，其餘樣品除米漿檢出黃麴毒素外，皆未檢出黃麴毒素。雖液狀乳及其製品與米漿檢出極微量之黃麴毒素，但仍然突顯出這類食品較易受到黃麴毒素之污染。為降低黃麴毒素之污染量，根本之道應從食品、飼料原料之儲存與管理著手。本調查之宗旨即為瞭解國人每日飲食中食物受到有毒物質之污染情形，藉以提供資料予衛生相關單位，期能做好國人飲食衛生的把關工作。

### 參考文獻

1. 方繼、林建谷、陳惠英等，1999，第二十七章 黴菌毒素，現代食品微生物學 p. 666-686，偉明圖書出版社，台北。
2. 陳存傑，1984，What is Aflatoxin?，食品工業月刊，P.9-11，食品工業發展研究所，新竹。
3. 陳吉平，2002，食品微生物學，p.282，合記圖書出版社，台北。
4. 曾信雄，1988，黃麴毒素之生物轉化作用，食品工業月刊，p.20-31，食品工業發展研究所，新竹。
5. 翁素慎，2002，行政院衛生署補助業務計畫書，行政院農委會農業藥物毒物試驗

- 所。
6. Camou-Arriola, J. P. and Price, R. L. 1989. Destruction of Aflatoxin and Reduction of Mutagenicity of Naturally-Contaminated Corn During Production of A Corn Snack. *J. Food Prot.* 52 (11) : 814-817.
  7. Doyle, M. P., Applebaum, R. S., Brackett, R. E. and Marth, E. H. 1982. Physical, Chemical and Biological Degradation of Mycotoxins in Foods and Agricultural Commodities. *J. Food Prot.* 45 (10) : 964-971.
  8. Dragacci, S. E., Gleizes, J. M. and Candlish, A. A. G. 1995. Use of Immunoaffinity as a Purification Step for the Determination of AFM1 in Cheese. *Food Addit. Contam.* 12 : 59-65.
  9. Dragacci, S. and Fremy, M. 1996. Application of Immunoaffinity Column Cleanup to Aflatoxin M1 Determination and Survey in Cheese. *J. Food Prot.* 59 (9) : 1011-1013.
  10. Galvano, F. G., Piva, A., Ritieni, A. and Galvano, G. 2001. Diet Strategies to Counteract the Effects of Mycotoxins : A Review. *J. Food Prot.* 64 (1) : 120-131.
  11. Galvano, F., Galofaro, V. and Galvano, G. 1996. Occurrence and Stability of Aflatoxin M1 in Milk and Milk Products : A Worldwide Review. *J. Food Prot.* 59 (10) : 1079-1090.
  12. Holmquist, G. U., Walker, H. W. and Stahr, H. M. 1983. Influence of Temperature, pH, Water Activity and Antifungal Agents on Growth of *Aspergillus flavus* and *A. parasiticus*. *J. Food Sci.* 48 : 778-782.
  13. Jorgensen, K. V., Park, D. L., Rua, S. M., J.R. and Price, R. L. 1990. Reduction of Mutagenic Potentials in Milk : Effects of Ammonia Treatment on Aflatoxin-Contaminated Cottonseed. *J. Food Prot.* 53 (9) : 777-778.
  14. Park, K. Y. and Bullerman, L. B. 1983. Effect of Cycling Temperatures on Aflatoxin Production by *Aspergillus parasiticus* and *Aspergillus flavus* in Rice and Cheddar Cheese. *J. Food Sci.* 48 : 889-896.
  15. Pennington, J. A. T. and Gunderson, E. L. 1987. History of the Food and Drug Administration's Total Diet Study-1961 to 1987. *J. Assoc. Off. Anal. Chem.* 70 (5) : 772-782.
  16. Pennington, J. A. T., Caper, S. G. and Parfitt, C. H. 1996. History of the Food and Drug Administration's Total Diet Study ( Part II), 1987-1993. *J. AOAC Int.* 79 (1) : 163-170.
  17. Pietri, A., Bertuzzi, P., Bertuzzi, P. and Piva, G. 1997. Aflatoxin M1 Occurrence in Samples of Grana Padano Cheese. *Food Addit. Contam.* 1997; 14 (4) : 341-344.
  18. Ramos, A. J., Johana, F. G. and Hernandez, E. 1996. Prevention of Toxic Effects of Mycotoxins by Means of Nonnutritive Adsorbent Compounds. *J. Food Prot.* 59 (6) : 631-641.
  19. Samarajeewa, U., Sen, A.C., Cohen, M. D. and Wei, C. I. 1990. Detoxication of Aflatoxins in Foods and Feeds by Physical and Chemical Methods. *J. Food Prot.* 53 (6) : 489-501.
  20. Yazdanpanah, H., Miraglia, M., Calfapietra, F. R. and Brera, C. 2001. Natural Occurrence of Mycotoxins in Cereals from Mazandaran and Golestan Provinces. *Arch. Irr. Med.* 4 (3) : 107-114.

## Total Diet Survey of Aflatoxin in Taiwan

GWO-SHYONG TAN, LAN-CHI LIN, YOU-MIN FU, YANG-CHIH SHIH

Division of Food Microbiology

### ABSTRACT

In order to understand the contents of aflatoxin in diet in Taiwan, Taiwan Agricultural Chemicals and Toxic Substances Research Institute Council of Agriculture (TACTRI/COA), provided 192 samples and we collected food materials from traditional market, supermarket and mall from 2003 to 2004 for the study. The categories of the 192 samples included (1) core food, such as rice, congee and (2) imported and processed food, such as rice cake, rice dumpling, rice congee, peanut, rice syrup, milk products and ferment milk products, cheese, flavor milk, rice noodle, wheat flakes, low-fat milk, skim-milk, whole fat milk and goat milk. The results showed that the content of B<sub>1</sub> aflatoxin found in two rice syrup samples were 0.18 and 0.32 ppb, M<sub>1</sub> aflatoxin content found in five whole fat milk samples ranged from 0.013~0.076 ppb, and ranged from 0.003 to 0.044 ppb in the remaining milk products including eight samples of low-fat milk, seven skim milk, eight whole fat milk powder and 8 goat milk. All samples in this investigation were under safety regulatory limit. The results would be presented to TACTRI/COA for risk assessment.

**Key words :** Total Diet Survey, aflatoxin, risk assessment, core food, imported and processed food