

## 市售香辛類食品中黃麴毒素含量調查

陳銘在 傅曉萍 徐錦豐

北區管理中心東部辦公室

### 摘要

為瞭解市售香辛類產品中黃麴毒素污染情形，於98年5月至7月間委請6個縣、市衛生局抽樣，共計60件，包括辣椒粉22件，辣椒醬12件，胡椒粉11件，花椒2件及咖哩粉13件。香辛類檢體以80%甲醇萃取，添加含2% Tween 20之磷酸緩衝溶液後，以免疫親和性管柱淨化，檢液經層析管柱分離，以管柱後光化學反應配合螢光偵測器檢測黃麴毒素。以黃麴毒素標準品溶液製作AFB<sub>1</sub>、AFB<sub>2</sub>、AFG<sub>1</sub>及AFG<sub>2</sub>之標準曲線，所得曲線之相關係數均大於0.995，線性關係良好；將黃麴毒素添加於辣椒粉、胡椒粉及咖哩粉檢體中，在3種檢體中之平均回收率介於72.3~97.4%之間，AFB<sub>1</sub>、AFB<sub>2</sub>、AFG<sub>1</sub>及AFG<sub>2</sub>在辣椒粉、胡椒粉及咖哩粉檢體中之方法偵測極限均為0.2 ppb。將此方法用於抽樣60件香辛類檢體之檢驗，檢出黃麴毒素檢體再以液相層析質譜儀(LC/MS/MS)確認。本調查研究結果，有12件檢體檢出黃麴毒素，包括辣椒粉6件、胡椒粉1件及咖哩粉5件，辣椒醬及花椒均未檢出黃麴毒素，黃麴毒素檢出量介於0.2~9.2 ppb之間，均符合我國香辛類食品中黃麴毒素限量標準10 ppb。

**關鍵詞：**香辛類、黃麴毒素

### 前言

黃麴毒素(aflatoxin, AF)是一群結構相似且相當安定的黃麴黴菌二級代謝產物，黃麴黴菌 *Aspergillus flavus* 及 *A. parasiticus* 為黃麴毒素的主要產生菌，毒素種類包括B<sub>1</sub>、B<sub>2</sub>、G<sub>1</sub>及G<sub>2</sub>。黃麴毒素具肝毒性、致癌性、致畸胎性及免疫抑制性，不論劑量高低其累積效應均會增加罹癌風險，黃麴毒素暴露會增加B型肝炎病毒感染後肝癌形成之風險<sup>(1-3)</sup>。

香辛類食品在臺灣美食早已是不可或缺的重要食材，我國於97年僅自產辣椒2705.1公噸<sup>(4)</sup>，自國外進口了辣椒7,653.0公噸、胡椒2,364.1公噸、花椒290.1公噸及咖哩1,882.2公噸，合計14,891.5公噸<sup>(5)</sup>。國外進口之香辛料，來源分歧，無法於產地掌握黃麴毒素污染程度，2008年歐盟食品飼料快速預警系統(Rapid Alert System for Food and

Feed, RASFF)之統計資料顯示，香辛類中黃麴毒素超出限量共有23次<sup>(6)</sup>；日本進口香辛類中黃麴毒素超出限量者有10次<sup>(7)</sup>，我國於2008年首次進行香辛類中黃麴毒素含量之調查，於62件檢體中，有2件(3.2%)不合格<sup>(8)</sup>。

目前行政院衛生署公告之食品中黃麴毒素檢驗方法<sup>(9)</sup>，其適用範圍不包含香辛類食品，本研究參考我國及日本<sup>(10)</sup>之黃麴毒素檢驗公告方法，用於98年市售香辛類食品中黃麴毒素含量之調查檢驗，以瞭解香辛類食品黃麴毒素污染情形。

### 材料與方法

#### 一、檢體來源

委請臺北市、臺北縣、臺中市、臺南市、高雄市及桃園縣等6個縣、市衛生局於98年5月至7月間進行辣椒粉、辣椒醬、胡椒粉及咖哩粉採樣，不重複抽樣，檢體寄送至藥物食品檢驗局東部檢

驗站檢驗。送驗檢體之品名係以送驗單或外包裝之標示為主，收到檢體後先拍照存證並儘速檢驗，驗餘檢體以冷凍(-20°C)方式保存。

## 二、儀器與設備

- (一)免疫親和性管柱：採用內含對黃麴毒素 AFB<sub>1</sub>、AFB<sub>2</sub>、AFG<sub>1</sub>、AFG<sub>2</sub>具專一性單株抗體之美國Vicom公司AflaTest-P管柱。
- (二)高效液相層析儀(High performance liquid chromatograph)：日本Hitachi公司製造之L-2300幫浦、螢光檢出器(Fluorescence detector)、L-2300自動樣品注射器，數據處理則使用Hitachi公司之EZChrom Elite軟體。
- (三)液相層析管柱：採用日本Nacalai公司製造之Cosmosil 5C18-MS (5 μm，內徑4.6 mm × 150 mm)管柱。
- (四)光化學反應裝置：美國Aura工業公司製造之KRC 25-25光化學反應器。
- (五)高效液相層析質譜儀(Liquid chromatograph/tandem mass spectrometer, LC/MS/MS)：為Waters Corporation (Milford, MA, U.S.A.)之產品，極致效能層析(Ultra performance liquid chromatograph, UPLC)連結Micromass Quattro Premier質譜儀，離子源採電灑游離法偵測正電離子，並以MassLynx軟體操控及進行數據處理。
- (六)層析管柱：Acquity UPLC®BEH C18 (1.7 μm, 內徑2.1 mm × 50 mm)，Waters Corporation (Milford, MA, U.S.A.)。

## 三、試藥

- (一)黃麴毒素AFB<sub>1</sub>、AFB<sub>2</sub>、AFG<sub>1</sub>、AFG<sub>2</sub>標準品(Aflatoxin Mix Kit-M)為美國Supelco公司之產品，原液(溶劑為甲醇)濃度為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%甲醇溶液稀釋至所需之濃度。
- (二)甲醇、乙腈為LC級，購自愛爾蘭共和國Lab-Scan公司。磷酸二氫鈉、磷酸氫二鈉及氯化鈉為試藥特級，購自美國Merck公司。Tween

20為電泳級，購自美國Sigma公司。Adventec濾紙，直徑150 mm，為日本Toyo Roshi Kaisha, Ltd.之產品。0.22 μm濾膜(Nylon, 47 mm)為ChromTech之產品。

## 四、方法

- (一)2% Tween 20磷酸緩衝溶液配製  
稱取Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>·12H<sub>2</sub>O 10.0 g、NaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>·H<sub>2</sub>O 1.9 g及NaCl 8.5 g，溶於去離子水900 mL，加入20 mL Tween 20，再加去離子水至1,000 mL。
- (二)萃取及淨化  
檢體充分混合均勻後取100 g磨碎混勻，稱取已磨碎檢體約25 g，精確稱定，置於不銹鋼杯中，加入80%甲醇溶液100 mL，以15,000 rpm均質2分鐘後，以Advantec濾紙過濾，取濾液4 mL加入含2% Tween 20之磷酸緩衝溶液20 mL，以每分鐘1 mL之流速通過免疫親和管柱，以去離子水10 mL清洗2次，抽乾，取甲醇1 mL以1滴/秒之流速通過免疫親和管柱，收集流出液於有容量刻度之褐色玻璃管中，以去離子水定容至2 mL，供作檢液。
- (三)鑑別試驗及含量測定  
精確量取檢液及標準溶液各50 μL，分別注入高效液相層析儀中，參照下列條件進行液相層析，就檢液與標準溶液所得波峰之滯留時間比較鑑別之，並依下列計算式求出檢體中黃麴毒素之含量(ppb)

$$\text{檢體中黃麴毒素之含量(ppb)} = \frac{C \times V \times 25}{M}$$

C：由標準曲線求得檢液中黃麴毒素之濃度 (ng/mL)

V：檢體最終定容之體積(mL)

M：取樣分析之檢體量(g)

HPLC條件

層析管柱：Cosmosil 5C18-MS，5 μm，內徑 4.6 mm × 150 mm

檢液注射量：50 μL

## 市售香辛類食品中黃麴毒素含量調查

移動相溶液：45%甲醇溶液，流速1.0 mL/min  
管柱後反應：KRC 25-25光化學反應器  
螢光偵測器：激發波長為360 nm，發射波長為440 nm

## (四)標準曲線製作

取適量標準品原液，以50%甲醇水溶液稀釋成各種濃度，注入HPLC，將個別黃麴毒素波峰面積與對應濃度繪製標準曲線。

## (五)儀器偵測極限(IDL)

將黃麴毒素標準品原液做一系列稀釋後，以高效液相層析儀分析，所得波峰以積分軟體做訊號/雜訊比(S/N ratio)測試，以能符合S/N > 3之最低濃度即為儀器偵測極限。

## (六)方法偵測極限(MDL)

取不含黃麴毒素之辣椒粉、胡椒粉及咖哩粉為試驗基質，添加黃麴毒素標準品溶液，使其濃度為IDL之1~5倍，依四、方法(二)製備檢液，續依四、方法(三)予以重復分析3次，所得波峰進行S/N比測試，符合S/N > 3之最低濃度即為MDL。

## (七)回收率試驗

取不含黃麴毒素之辣椒粉、胡椒粉及咖哩粉為試驗基質，添加AFB<sub>1</sub>、AFB<sub>2</sub>、AFG<sub>1</sub>及AFG<sub>2</sub>備用，依四、方法(二)製備檢液，續依四、方法(三)予以分析，換算濃度後除以添加濃度，再乘以100%即為回收率。

## (八)高效液相層析串聯質譜儀(LC/MS/MS)確認液相層析條件

1. 層析管柱：Acquity UPLC®BEH C18 (1.7 μm, 內徑2.1 mm × 50 mm)。
2. 移動相溶液  
由去離子水及乙腈組成，梯度移動相溶液之組成及時間梯度如表一。
3. 串聯質譜測定條件  
離子源採電灑法離子化(electron spray ionization, ESI)偵測正離子，搭配多重反應偵測模式(multiple reaction monitoring, MRM)進行偵測，MRM偵測之離子如表二<sup>(11)</sup>。

表一、高效液相層析串聯質譜移動相組成及梯度時間表

Time (min)	Flow rate (mL/min)	Mobile phase	
		Deionized Water (%)	Acetonitrile (%)
0.0	0.3	95	5
2.0	0.3	95	5
6.0	0.3	50	50
6.5	0.3	50	50
7.0	0.3	95	5
10.0	0.3	95	5

表二、黃麴毒素在MRM模式之偵測條件

Aflatoxin	Precursor ion (m/z)	Product ion (m/z)	Cone Voltage	Collision energy (V)
AFB <sub>1</sub>	313	241	50	37
		285	50	23
AFB <sub>2</sub>	315	259	50	30
		287	50	26
AFG <sub>1</sub>	329	243	40	25
		283	40	25
AFG <sub>2</sub>	331	245	50	30
		257	50	30

## 結果與討論

本調查研究參考我國食品中黃麴毒素之檢驗法<sup>(9)</sup>、日本香辛類食品中黃麴毒素檢驗方法<sup>(10)</sup>及陳等<sup>(12)</sup>之研究，檢體以80%甲醇萃取，添加含2% Tween 20之磷酸緩衝溶液後，以免疫親和性管柱淨化，檢液經層析管柱分離，以管柱後光化學反應配合螢光偵測器檢測黃麴毒素，將此方法用於所抽樣60件香辛類檢體之檢驗，檢出黃麴毒素檢體再以液相層析質譜儀(LC/MS/MS)確認。

## 一、光化學反應與標準曲線製作

將含有0.2~10 ppb AFB<sub>1</sub>、0.1~6 ppb AFB<sub>2</sub>、0.2~10 ppb AFG<sub>1</sub>及0.1~6 ppb AFG<sub>2</sub>，各以50 μL注入HPLC，經管柱後光化學反應，以螢光偵測器

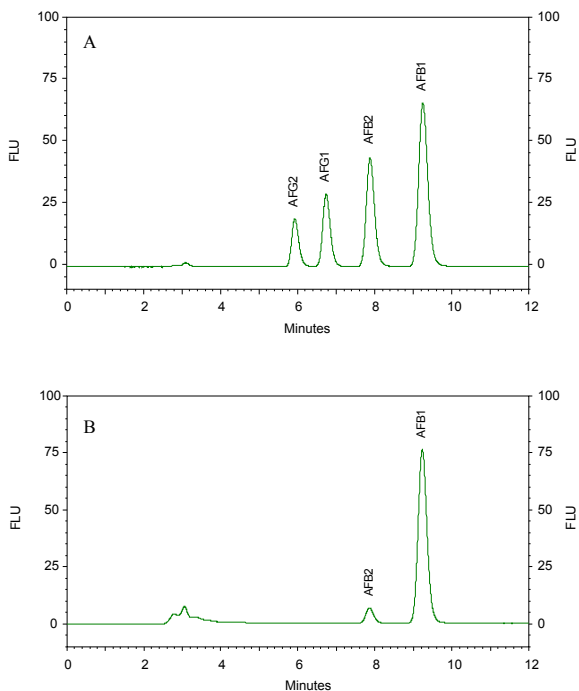
偵測，將個別黃麴毒素波峰面積與對應濃度繪製標準曲線，所得之相關係數均大於0.995，顯示線性關係良好。

## 二、檢體前處理之探討

參考我國公告方法用於香辛類食品中黃麴毒素之檢驗，經實驗結果發現，香辛類檢體萃取液加入去離子水後，呈混濁狀，以玻璃綿濾紙過濾時間長，胡椒粉檢體之萃取液甚至於完全阻塞，回收率不佳。參考日本之公告方法，使用含2% Tween 20之磷酸緩衝溶液稀釋萃取液，則混濁物完全溶解，可直接注入免疫親合管柱，經HPLC分析所得圖譜如圖一(B)，顯示無干擾波峰存在。

## 三、偵測極限

以光化學反應所得AFB<sub>1</sub>、AFB<sub>2</sub>、AFG<sub>1</sub>及AFG<sub>2</sub>之儀器偵測極限(IDL)，分別為0.2、0.1、0.2及0.1 ppb；在辣椒粉、黑胡椒粉及咖哩粉



圖一、(A) 黃麴毒素標準品，AFB<sub>1</sub>、AFG<sub>1</sub>；4 ppb；AFB<sub>2</sub>、AFG<sub>2</sub>；1.2 ppb (B) 辣椒粉檢體檢出黃麴毒素 9.2 ppb (AFB<sub>1</sub> 8.9 ppb, AFB<sub>2</sub> 0.3 ppb) 之管柱後光化學反應之高效液相層析圖

表三、香辛類食品中黃麴毒素之添加回收率

Aflatoxin	Spike Level (ppb)	Recovery (%) <sup>a</sup>		
		Chilli	Pepper	Curry
AFB <sub>1</sub>	10	88.9 (4.8)	94.9 (7.1)	96.0 (7.2) <sup>b</sup>
	1	93.9 (8.2)	95.3 (6.1)	97.4 (6.4)
AFB <sub>2</sub>	3	88.7 (4.0)	85.2 (8.2)	87.4 (6.5)
	0.3	96.6 (6.0)	90.6 (8.6)	88.8 (8.5)
AFG <sub>1</sub>	10	89.8 (4.3)	94.3 (9.3)	89.1 (4.8)
	1	94.4 (3.9)	91.3 (9.6)	91.1 (5.1)
AFG <sub>2</sub>	3	78.8 (8.9)	72.3 (6.7)	72.6 (6.0)
	0.3	77.3 (7.4)	76.4 (7.3)	74.0 (8.5)

a: average of triplicate

b: value in parenthesis is coefficient of variation (%)

表四、歐盟規範黃麴毒素檢驗法可接受之回收率

Concentration (ppb)	Acceptable Range (%)
< 1.0	50-120
1-10	70-110
> 10	80-110

中AFB<sub>1</sub>、AFB<sub>2</sub>、AFG<sub>1</sub>及AFG<sub>2</sub>之方法偵測極限(MDL)均為0.2 ppb。

## 四、黃麴毒素之添加回收率

取不含黃麴毒素之辣椒粉、黑胡椒粉及咖哩粉檢體，添加已知濃度之AFB<sub>1</sub>、AFB<sub>2</sub>、AFG<sub>1</sub>及AFG<sub>2</sub>，依四、方法(七)步驟操作，並求得回收率，結果如表三。辣椒粉、黑胡椒粉及咖哩粉中添加AFB<sub>1</sub>及AFG<sub>1</sub> 10 ppb之回收率為88.9% ~ 96.0%；添加AFB<sub>1</sub>、AFG<sub>1</sub> 1 ppb及AFB<sub>2</sub>、AFG<sub>2</sub> 3 ppb之回收率為72.3% ~ 97.4%；添加AFB<sub>2</sub>及AFG<sub>2</sub> 0.3 ppb之回收率為74.0% ~ 96.6%；均符合歐盟之規範<sup>(13)</sup>，如表四。

## 五、調查結果

本次調查計有6個縣市衛生局協助參與抽樣工作，包含臺北市、臺北縣、臺中市、臺南市、高雄市及桃園縣，總計抽樣檢體60件，包括辣椒粉22件，辣椒醬12件，胡椒粉11件、花椒2件及咖哩粉13件，如表五。依本研究所建立之香辛類食品

## 市售香辛類食品中黃麴毒素含量調查

中黃麴毒素之檢驗方法加以檢驗，檢驗結果依據行政院衛生署82年1月4日衛署食字第8189322號公告食品中黃麴毒素限量標準，香辛類食品歸類於其他食品，總黃麴毒素之限量標準為10 ppb<sup>(14)</sup>予以判定。結果於60件檢體中，有12件檢體檢出黃麴毒素，總黃麴毒素檢出量介於0.2~9.2 ppb之間，均未超出限量標準。依檢體種類區分，22件辣椒粉檢體中，有6件(27.3%)檢出黃麴毒素，檢出量為0.2~9.2 ppb，胡椒粉11件中，檢出1件(9.0%)，檢出量為1.6 ppb；咖哩粉13件檢出5件(38.5%)，檢出量為0.2~0.3 ppb，辣椒醬及花椒檢體均未檢出黃麴毒素，如表八。以檢出黃麴毒素種類分析，12件檢體均檢出B型黃麴毒素，包括10件僅檢出AFB<sub>1</sub>，2件檢出AFB<sub>1</sub>及AFB<sub>2</sub>。檢出黃麴毒素濃度最高之辣椒粉檢體(AFB<sub>1</sub> 8.9 ppb、AFB<sub>2</sub> 0.3 ppb)之HPLC圖譜如圖一；經高效液相層析質譜分析，以MRM模式所得圖譜如圖二及圖三。

## 六、國內外訂定之香辛類食品中黃麴毒素限量標準之比較

各國對香辛類中黃麴毒素含量依其經濟、貿易及國民健康等多重考量訂定限量標準，印度訂定總黃麴毒素限量為30 ppb；美國及泰國將總黃麴毒素限量訂為20 ppb；中國香港訂定總黃麴毒素及黃麴毒素B<sub>1</sub>限量均為15 ppb；日本訂定黃麴毒素B<sub>1</sub>限量為10 ppb；歐盟及南非訂定總黃麴毒素限量為10 ppb、黃麴毒素B<sub>1</sub>為5 ppb<sup>(15)</sup>，我國則訂定總黃麴毒素限量為10 ppb<sup>(14)</sup>，如表七。

## 七、本調查與國內外文獻調查結果比較

Russell (2004)調查巴基斯坦市售辣椒產品，77%超出歐盟之限量標準<sup>(16)</sup>；Reddy (2001)調查印度市售辣椒製品，有9%的辣椒粉檢體總黃麴毒素含量超過30 ppb<sup>(17)</sup>；土耳其(2005)、英國(2004)、義大利(2005)及愛爾蘭(2006)調查市售辣椒粉產品，不合格率分別為20%<sup>(18)</sup>、6.5%<sup>(19)</sup>、10.5%<sup>(20)</sup>及18.2%<sup>(21)</sup>；韓國(2006)調查市售香辛類產品88件，均符合歐盟之限量標準<sup>(22)</sup>；土耳其(2005)調查市

表五、各縣市衛生局送驗市售香辛類檢體統計

縣市別	送驗件數					合計
	辣椒粉	辣椒醬	胡椒粉	花椒	咖哩粉	
臺北市	4	2	2	2	2	12
臺北縣	5	3	2	0	2	12
臺中市	3	1	2	0	2	8
桃園縣	4	2	2	0	2	10
高雄市	4	2	2	0	2	10
臺南市	2	2	1	0	3	8
合計	22	12	11	2	13	60

表六、市售香辛類食品中黃麴毒素含量檢測結果

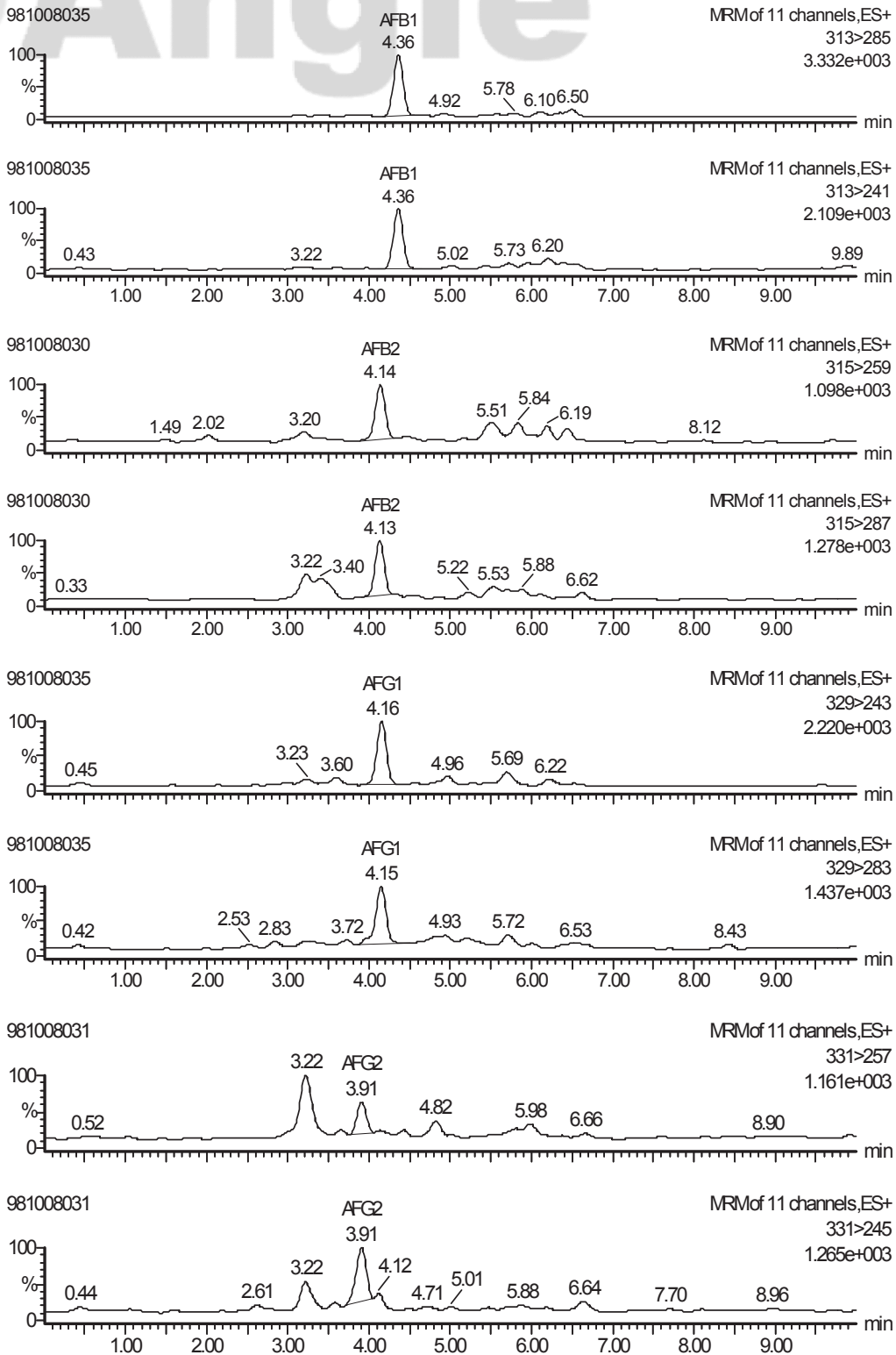
檢體種類	抽驗件數	檢出件數(%)	總黃麴毒素濃度範圍(ppb)
辣椒粉	22	6 (27.3)	0.2~9.2
辣椒醬	12	0	ND
胡椒粉	11	1 (9.1)	1.6
花椒	2	0	ND
咖哩粉	13	5 (38.5)	0.2~0.3
合計	60	12 (20.0)	0.2~9.2

ND: not detected

表七、各國所訂定香辛類食品中之黃麴毒素限量標準

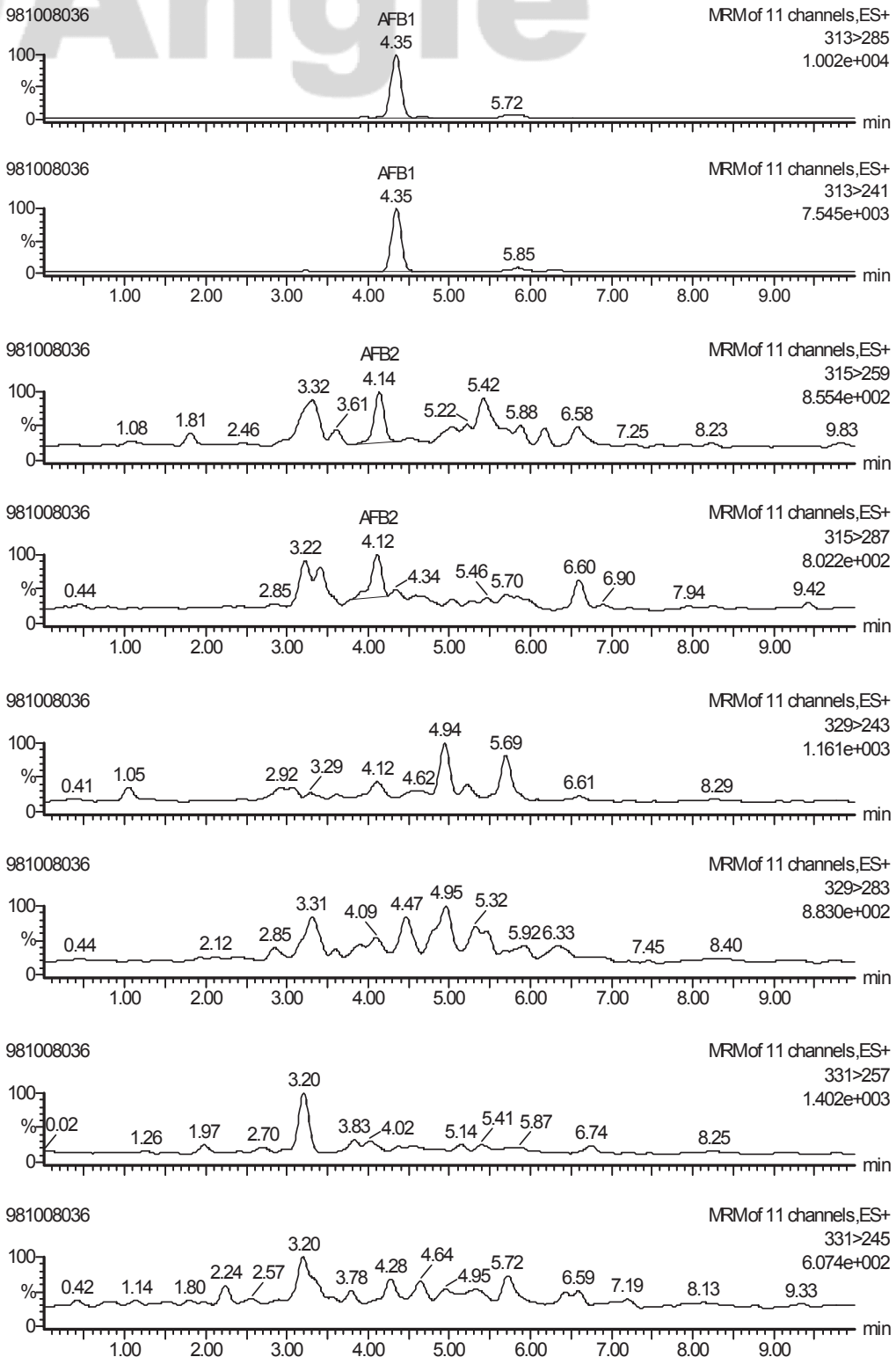
國別	限量標準(ppb)	
	B <sub>1</sub> +B <sub>2</sub> +G <sub>1</sub> +G <sub>2</sub>	B <sub>1</sub>
美國	20	-
歐盟	10	5
日本	-	10
中國香港	15	15
印度	30	-
泰國	20	-
南非	10	5
臺灣	10	-

售胡椒粉，黃麴毒素超量的比率為8.3%<sup>(18)</sup>，愛爾蘭(2006)調查市售咖哩製品，無不合格者<sup>(21)</sup>；我國(2008)首次抽驗市售香辛類食品，有2件(3.2%)辣椒粉檢出超量黃麴毒素，胡椒粉、花椒及咖哩粉均無不合格者<sup>(8)</sup>，2009年再次調查市售香辛類食品檢體60件，均無不合格者。



圖二、黃麴毒素標準品 (AFB<sub>1</sub>、AFG<sub>1</sub>: 1.0 ppb; AFB<sub>2</sub>: 0.6 ppb; AFG<sub>2</sub>: 1.5 ppb) 於 MRM 模式下之層析圖譜

市售香辛類食品中黃麴毒素含量調查



圖三、辣椒粉檢體檢出黃麴毒素 (AFB<sub>1</sub> 8.9 ppb; AFB<sub>2</sub> 0.3 ppb) 於 MRM 模式下之層析圖譜

## 八、黃麴毒素之風險評估

根據美國FDA資料，一位曾企圖自殺之實驗室工作人員，連續兩天食入12  $\mu\text{g}/\text{kg}$  體重之黃麴毒素 $\text{B}_1$ ，間隔六個月後，再連續14天食入11  $\mu\text{g}/\text{kg}$  體重之黃麴毒素 $\text{B}_1$ ，相當於每日食入0.66 mg 黃麴毒素 $\text{B}_1$ ，食用後產生短暫之起疹、噁心及頭痛等症狀，經過14年追蹤，其身體狀況和肝功能皆屬正常<sup>(23)</sup>。而本次調查污染量最高的辣椒粉中黃麴毒素為9.2  $\mu\text{g}/\text{kg}$ ，其中黃麴毒素 $\text{B}_1$ 含量為8.9  $\mu\text{g}/\text{kg}$ ，要達到上述案例劑量，需連續兩週每日食用74.1公斤辣椒粉。WHO所屬之國際癌症研究中心(International Agency for Research on Cancer, IARC)已於1987年將黃麴毒素列為一級致癌物<sup>(24)</sup>，目前未制定每日可耐受攝取量(tolerable daily intake, TDI)，故應依照FAO/WHO建議採用合理抑低(As Low As Reasonably Achievable, ALARA)原則，即食品中黃麴毒素含量應盡量減少至合理可達到之範圍<sup>(1,2)</sup>，加強可能污染黃麴毒素產品之源頭管制，才能降低暴露風險，維護國民健康。

## 結 論

本研究以80%甲醇為檢體萃取液，添加含Tween 20之磷酸緩衝溶液後，以免疫親和性管柱淨化，檢液以層析管柱分離，以管柱後光化學反應配合螢光偵測器檢測黃麴毒素，可同時檢測種 $\text{AFB}_1$ 、 $\text{AFB}_2$ 、 $\text{AFG}_1$ 及 $\text{AFG}_2$ ，在辣椒粉、胡椒粉及咖哩粉之檢出限量分別為 $\text{AFB}_1$  0.2 ppb， $\text{AFB}_2$  0.2 ppb， $\text{AFG}_1$  0.2 ppb， $\text{AFG}_2$  0.2 ppb；在辣椒粉、胡椒粉及咖哩粉之添加回收率為72.3%~97.4%。本次調查檢測香辛類製品共60件，有12件檢出黃麴毒素，檢出範圍介於0.2~9.2 ppb，均符合我國黃麴毒素其他類食品之限量標準10 ppb，顯示業者已加強自主檢驗，選用符合我國黃麴毒素限量規定的原料，控管原料運送及儲存環境，消費者可安心選購食用。

## 參考文獻

1. International Agency for Research on Cancer. 2002. Evaluation of carcinogenic risks to humans: some traditional herbal medicines, some mycotoxins, naphthalene and styrene. Monograph 82. pp. 171-300. Lyon, France.
2. Willians, J. H., Phillips, T. D., Jolly, P. E., Stiles, J. K., Jolly, C. M. and Aggarwal, D. 2004. Human aflatoxicosis in developing countries: a review of toxicology, exposure, potential health consequences, and interventions. American Journal of Clinical Nutrition 80(5): 1106-1122.
3. Wu, H. C., Wang, Q., Yang, H. I., Ahsan, H., Tsai, W. Y., Wang, L. Y., Chen, S. Y., Chen, C. J. and Santella, R. M. 2009. Aflatoxin  $\text{B}_1$  exposure, hepatitis B virus infection, and hepatocellular carcinoma in Taiwan. Cancer Epidemiology, Biomarkers and Prevention 18(3): 846-53.
4. 行政院農業委員會。2009。各項作物產量排序查詢。[http://agr.afa.gov.tw/afa/afa\_frame.jsp]。
5. 財政部關稅總局。2009。97年我國進出口貨物數量與價值(正本)查詢表。[http://web.customs.gov.tw/statistic/statistic/mnhStatistic.asp]。
6. Rapid Alert System for Food and Feed (RASFF), EC. 2009. RASFF Annual Report 2008. pp 20-21. Rapid Alert System for Food and Feed (RASFF), EC. Luxembourg.
7. Ministry of Health, Labor, and Welfare, Japan. 2009. Statistics of Imported Foods Monitoring for FY 2008. [http://www.mhlw.go.jp/english/topics/importedfoods/index.html]。
8. 陳銘在、傅曉萍、徐錦豐。2009。市售辣椒粉、胡椒粉及咖粉中黃麴毒素含量調查。藥物食品檢驗局調查研究年報，27: 278-283。
9. 行政院衛生署。2009。「食品中黃麴毒素檢驗法」。98.08.13衛署食字第0981800288號公告指定中華民國國家標準，總號4090，類號N6097。
10. Ministry of Health, Labor, and Welfare, Japan. 2009. Test methods for aflatoxin  $\text{B}_1$  in cereals, beans, nuts and seeds, and condiments. Food

- Safety Bureau Notification No.0326001 dated March 26, 2002.
11. Kok, A., Spanjer, M., Scholten, J., Rensen, P. and Kearney, G. 2007. Rapid multi-mycotoxin analysis using Acquity UPLC and Quattro Premier XE. Waters Corporation, MS Technologies Center, Manchester, UK.
  12. 陳曉錚、李衛宗、談國雄、闕麗卿、傅幼敏、施養志。2006。二種管柱後衍生化反應分析食品中黃麴毒素之比較。藥物食品檢驗局調查研究年報，24: 421-430。
  13. Commission of the European Communities. 2006. Laying down the sampling and analysis for the official control of the levels of mycotoxins in foodstuffs. Commission Regulation (EC) No 401/2006 of 23 February 2006. Official Journal of the European Union, 401: L 70/31.
  14. 行政院衛生署。1993。食品中黃麴毒素限量標準。82.01.04衛署食字第8189322號公告。
  15. FAO. 2004. Worldwide regulations for mycotoxins in food and feed in 2003. FAO food and nutrition paper 81. Rome, Italy. [<http://www.fao.org/docrep/007/y5499e/y5499e00.HTM>].
  16. Russell, R. and Paterson, M. 2006. Aflatoxins contamination in chilli samples from Pakistan. Food Control 18(7): 817-820.
  17. Reddy, S. V., Mayi, D. K., Reddy, M. U., Thirumala, D. K. and Reddy, D. V. R. 2001. Aflatoxins B<sub>1</sub> in different grades of chillies (*Capsicum annum* L.) in India as determined by indirect competitive-ELISA. Food Additives and Contaminants 18(6): 553-558.
  18. Hilal, C., Enver, B., Hamparsun, H. and Bulent, N. 2006. Determination of aflatoxin contamination in red-scaled, red and black pepper by ELISA and HPLC. Journal of Food and Drug Analysis 14(3): 292-296.
  19. Food Standards Agency, UK. 2004. Survey of spices for aflatoxins and ochratoxin A. [<http://www.food.gov.uk/multimedia/pdfs/fsis7305.pdf>].
  20. Romagnoli, B., Menna, V., Gruppioni, N. and Bergamini, C. 2007. Aflatoxins in spices, aromatic herbs, herb-teas and medicinal plants marketed in Italy. Food Control 18: 697-701.
  21. O' Riordan, M. J. and Wilkinson, M. G. 2008. A survey of the incidence and level of aflatoxin contamination in a range of imported spice preparations on the Irish retail market. Food Chemistry 107: 1429-1435.
  22. Cho, S. H., Lee, C. H., Jan, M. R., Son, Y. W., Lee, S. M., Choi, I. S., Kim, S. H. and Kim, D. B. 2008. Aflatoxins contamination in spices and processed spice products commercialized in Korea. Food Chemistry 107: 1283-1288.
  23. Food and Drug Administration, USA. 2009. Bad bug book-Aflatoxins. [<http://www.cfsan.fda.gov/~mow/chap41.html>].
  24. International Agency for Research on Cancer. 1993. Evaluation of carcinogenic risk to humans: some naturally occurring substances: food items and constituents heterocyclic aromatic amines and mycotoxins. Monograph 56. pp. 245-395. Şyon, France.

# Survey of Aflatoxin in Spices Marketed in Taiwan

MING-TZAI CHEN, HSIAO-PING FU AND JIIN-FUNG SHYU

Eastern Regional Office, Northern Center for Regional Administration

## ABSTRACT

A survey of aflatoxin content in marketed spices was conducted by the Bureau of Food and Drug Analysis. Sixty samples including 22 chilli powder, 12 chilli paste, 11 pepper, 2 sichuan pepper and 13 curry samples were collected by the local health officials from retailers from May to July in 2009. Samples were extracted with 80% methanol. The extracts were diluted with 2% Tween 20 in phosphate buffer, and then passed through an immunoaffinity column. Aflatoxins were separated by Cosmosil C18-MS column, and then derivatized with in-line post-column photochemical derivatization (PCD) to determine levels of aflatoxin B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, G<sub>1</sub>, and G<sub>2</sub> in spices. The results indicated that the average recoveries from chilli, pepper and curry samples spiked with standard aflatoxins ranged from 72.3% to 97.4%. The detection limits of aflatoxins in chilli, pepper, and curry samples were all 0.2 ppb. Aflatoxins were detected in twelve samples (20% of incidence) including 6 chilli powder, 1 white pepper, and 5 curry samples. The contamination levels ranged from 0.2 ppb to 9.2 ppb as total aflatoxin. The aflatoxin levels in spices were all in compliance with the regulatory limits (10 ppb) of total aflatoxin in spices set in Taiwan.

Key words: spices, aflatoxin