

市售食品中赭麴毒素A、棒麴毒素及橘黴素等 真菌毒素含量監測

陳銘在¹ 段瑀² 許元馨¹ 徐錦豐¹ 陳惠芳³ 潘志寬¹

¹北區管理中心 ²慈濟大學 ³風險管理組

摘要

為瞭解市售食品中赭麴毒素A、棒麴毒素與橘黴素污染情形，於99年5至8月間委請25個直轄市及縣市衛生局抽樣，共計123件，依行政院衛生署公告方法檢驗，檢驗結果米麥類食品20件，赭麴毒素A均未檢出；咖啡豆20件，檢驗赭麴毒素A，有1件未烘焙之咖啡豆檢出赭麴毒素A 16.5 ppb；蘋果汁及含蘋果成分混合飲料共20件，檢驗棒麴毒素，有1件蘋果汁檢出棒麴毒素15.0 ppb；紅麴米14件，其他以紅麴為原料之加工食品9件，共23件，檢驗橘黴素，有6件紅麴米檢出橘黴素，濃度介於1.4-14.5 ppm，其中4件含量超出限量標準(5 ppm)，有1件紅麴製品檢出橘黴素1.4 ppm；嬰兒配方食品10件、較大嬰兒配方輔助食品9件及以穀類及豆類可食部份為主之輔助嬰兒食品20件，檢驗赭麴毒素A與棒麴毒素均未檢出，本調查結果不符規定者，各衛生局均已依法處辦，並於99年9月21日發布新聞在案。

關鍵詞：赭麴毒素A、棒麴毒素、橘黴素

前言

真菌毒素為黴菌的代謝產物，人或動物攝食會造成不同程度的致害，目前已證實有300種以上，在食品及飼料中常被監測者約有30餘種，包括赭麴毒素A，棒麴毒素及橘黴素^(1,2)，食物遭真菌毒素污染的可能途徑為⁽¹⁾黴菌在食物中生長產生真菌毒素⁽²⁾黴菌在飼料中生長產生真菌毒素而殘留於動物性食物中⁽³⁾黴菌發酵食品^(1,3)，世界糧農組織(Food and Agriculture Organization, FAO)評估全球約有25%的農作物遭真菌毒素污染⁽⁴⁾，許多國家各自訂定食品中真菌毒素之限量標準，並據以持續實施邊境查驗及後市場調查，以降低民眾暴露真菌毒素之風險^(3,5)。

赭麴毒素A (ochratoxin A, OTA)是天然的真菌毒素，*Penicillium verrucosum*與*Aspergillus ochraceus*是赭麴毒素A的重要產生黴菌，穀物、

咖啡、酒、堅果、可及香辛類食品常存有赭麴毒素A，FAO/WHO食品添加物聯合專家委員會(Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives, JEFCA)綜合各國有關食品中赭麴毒素A含量之調查研究，約有1.4%的食品中赭麴毒素A含量超過5 ppb⁽⁶⁾，歐盟調查各成員國穀物5,180件，赭麴毒素A檢出率為55.5%，檢出濃度範圍為0.005-33.3 ppb，平均濃度為0.29 ppb，歐盟成員國民眾平均每週經飲食攝入赭麴毒素A 45 ng/kg bw，其中50%來自穀物，13%來自酒類，10%來自咖啡⁽⁷⁾，香港食品安全食品中心推估中學學生每週自飲食攝入赭麴毒素A平均值為3.88 ng/kg bw，61%來自穀物，主要為麥類食品⁽⁸⁾，赭麴毒素A在人及動物體內之主要代謝物為赭麴毒素 α (Ochratoxin α , OT α)，其毒性較OTA為小，赭麴毒素A會累積於腎臟，在人血液中的半衰期達35天，赭麴毒素A具腎臟毒性、免疫抑制性、基

因毒性、胚胎毒性、致畸胎性及致癌性，對豬腎臟毒性之最低顯示效應劑量(lowest observed effect level, LOEL)為0.008 mg/kg bw/d，JEFCA據以訂定OTA之暫定每週攝食容許量(provisional tolerable weekly intake, PTWI)為100 ng/kg bw⁽⁶⁾，歐盟訂定每日攝食容許量(tolerable daily intake, TDI)為5 ng/kg bw⁽⁹⁾。在雄性大鼠，赭麴毒素A誘發腎臟癌症的LOEL為70 µg/kg bw/d⁽¹⁰⁾，對人類致癌性證據仍不夠充分，因此國際癌症研究組織(The International Agency for Research on Cancer, IARC)在1993年將其列入2B類—對人可能致癌的物質(Possible human carcinogen)⁽¹¹⁾。嬰幼兒經攝入嬰兒食品所造成之赭麴毒素A暴露風險尚未經適當之評估，應投注更多之關注⁽¹²⁾。

棒麴毒素(patulin, PAT)之主要產生菌為*Aspergillus*屬、*Penicillium*屬和*Byssoschlamys*屬黴菌，其中又以*Penicillium expansum*最為常見，棒麴毒素存在於多種黴變的水果、蔬菜及穀物中，尤以蘋果及其加工製品最常受到棒麴毒素污染，歐盟調查7,277件食品，有17.5%檢出棒麴毒素，其中有175件(2.4%)棒麴毒素含量超過50 ppb，歐盟成員國民眾每日平均攝入棒麴毒素3.0 ng/kg bw，3-6歲兒童每日平均攝入棒麴毒素28.0 ng/kg bw，小鼠餵食棒麴毒素後，不經代謝，大部份棒麴毒素在48小時內即經尿液與糞便排泄，棒麴毒素的急性毒性為腸胃道充、出血與潰瘍，長期毒性為肝、腎臟毒性、基因毒性及致畸胎性等作用，綜合棒麴毒素對大鼠生殖系統毒性、長期毒性及致癌性，無顯示效應劑量(non-observable effect level, NOEL)為0.43 µg/kg bw/d，歐盟針對棒麴毒素暫訂最大每日攝食量(provisional maximal TDI, PMTDI)為0.4 µg/kg bw⁽¹³⁾，但其在動物及人類致癌性證據仍不充分，IARC將其列入第3類—對人的致癌性無法被分類(not classifiable)⁽¹⁴⁾。

橘黴素(citrinin, CIT)最早於1931年由*Penicillium citrinum*分離出來而得名⁽¹⁵⁾，其他*Aspergillus*屬及*Monascus*屬黴菌也會產生橘黴素，於小麥、大麥、燕麥中均曾檢出橘黴素，有時橘黴素會與赭麴毒素A共同存在⁽¹⁶⁾。紅麴是一

種紅麴菌(*Monascus*)在熟米的發酵產物，是我國傳統特有食品⁽¹⁷⁾，研究者陸續發現，紅麴具有影響血中膽固醇含量及血壓相關的作用^(18,19)，目前紅麴可以當作食品原料或食品加工使用⁽²⁰⁾，也有向衛生署申請查驗登記為健康食品⁽²¹⁾，紅麴發酵過程中常伴隨產生具肝腎毒性的橘黴素⁽¹⁷⁾，動物實驗顯示橘黴素會傷害腎臟近端曲管，干擾肝腎細胞粒線體功能及大分子的合成⁽²²⁾，橘黴素與赭麴毒素A對腎臟之毒性及DNA之傷害具協同作用(synergism)⁽²³⁾，橘黴素是紅麴菌所產生唯一的真菌毒素⁽²⁴⁾。Lee等學者研究橘黴素於大鼠之無毒性顯示之劑量(non-observable adverse effect level, NOAEL)為200 mg/kg/bw/d⁽²⁷⁾，橘黴素對動物之致癌性尚無確切之證據，對人類之致癌性亦無評估之證據，IARC將其毒性列入第3類⁽¹³⁾。

為有效降低民眾對真菌毒素之暴露風險，許多國家對食品中真菌毒素訂定限量標準，如表一，行政院衛生署於98年12月4日，以衛署食字第0980462647號令發布實施「食品中真菌毒素限量標準」⁽²⁶⁾，米麥類中赭麴毒素A之限量標準為5 ppb以下，與Codex⁽²⁷⁾、歐盟⁽²⁸⁾及中國⁽²⁹⁾相同，我國與美國⁽³⁰⁾、日本⁽³¹⁾、中國⁽²⁹⁾及歐盟⁽²⁸⁾均訂定蘋果汁及含蘋果汁飲料中棒麴毒素限量標準為50 ppb以下，日本厚生省的食品添加物標準法規中規定紅麴色素其橘黴素含量需低於200 ppb⁽³²⁾，我國訂定紅麴色素、紅麴米原料及其他以紅麴為原料之加工食品中橘黴素限量標準分別為200 ppb、5 ppm 及2 ppm以下⁽²⁶⁾。歐盟對烘焙咖啡之赭麴毒素A限量標準訂為5 ppb⁽²⁸⁾，有些歐盟成員國對生咖啡豆另訂限量標準，如希臘為20 ppb，義大利及西班牙訂為8 ppb，瑞士及芬蘭為5 ppb⁽³³⁾。嬰兒食品包括嬰兒配方食品、較大嬰兒配方食品及以穀類、豆類等可食成份為主之輔助嬰兒食品，其真菌毒素限量標準應符合嬰兒食品類衛生標準⁽³⁴⁾，規定嬰兒食品不得含有黃麴毒素，對赭麴毒素A、棒麴毒素及橘黴素則尚未制訂標準，歐盟對嬰兒食品中赭麴毒素A及棒麴毒素之限量標準分別訂為0.5及10 ppb⁽²⁸⁾。

本調查研究計畫針對市售之米、麥類、已

表一、各國訂定食品中真菌毒素限量標準

真菌毒素	食品種類	限量標準(ppb)					
		美國	日本	中國	歐盟	Codex	臺灣
Ochratoxin A	米、麥類	-	-	5.0	5.0	5.0	5.0
	烘焙咖啡	-	-	-	5.0	-	-
	嬰兒食品	-	-	-	0.5	-	-
Patulin	蘋果汁	50	50	50	50	-	50
	含蘋果汁飲料	50	50	50	50	-	50
	嬰兒食品	-	-	-	10	-	-
Citrinin	紅麴色素	-	200	-	-	-	200
	紅麴米原料	-	-	-	-	-	5,000
	以紅麴為原料之加工製品	-	-	-	-	-	2,000

註：「-」表未制訂

烘焙咖啡豆、未烘焙咖啡豆進行赭麴毒素A含量調查；蘋果汁及含蘋果汁之飲料監測棒麴毒素，紅麴米及以紅麴為原料之加工食品分析橘黴素含量，針對嬰兒配方食品、較大嬰兒配方輔助食品及以穀、豆類等之可食成分為主之輔助嬰兒食品監測赭麴毒素A及棒麴毒素含量，本次調查檢驗結果可提供食品管理之參考。

材料與方法

一、檢體來源

99年5至9月間委請台北市、台北縣、桃園縣、新竹縣、新竹市、苗栗縣、台中縣、台中市、彰化縣、南投縣、雲林縣、嘉義縣、嘉義市、台南縣、台南市、高雄縣、高雄市、屏東縣、基隆市、宜蘭縣、花蓮縣、台東縣、澎湖縣、金門縣與連江縣等25個直轄市及縣市政府衛生局依抽樣計畫至轄區內超級市場、傳統市場、雜糧行、咖啡專賣店及藥妝店等進行市售食品抽樣，包括米類10件、麥類10件、咖啡豆(已烘焙)10件、咖啡豆(未烘焙)10件、蘋果汁10件、含蘋果汁之飲料10件、紅麴米14件、其他以紅麴為原料之加工食品9件、嬰兒配方食品10件、較大嬰兒配方輔助食品10件及以穀類、豆類等之可食成分

為主之輔助嬰兒食品20件等，共計抽樣123件檢體。

二、材料與試劑

- (一) 甲醇、乙腈、乙酸乙酯使用液相層析級，為美國J. T. Baker之產品；碳酸氫鈉、氯化鈉、無水磷酸氫二鈉、磷酸二氫鉀、氯化鉀、碳酸鈉、甲酸、鹽酸、醋酸採試藥特級，購自美國Merck公司；Advantec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公司之產品；配製層析移動相之水使用去離子水。
- (二) 赭麴毒素A標準品(Ochratoxin A)為美國Supelco公司之產品，原液濃度為50 $\mu\text{g/mL}$ 。
- (三) 棒麴毒素標準品為以色列Fermentek公司之產品，粉末狀，純度為98%。
- (四) 橘黴素標準品為以色列Fermentek公司之產品，粉末狀，純度為99%。
- (五) 免疫親合性管柱：採用內含對赭麴毒素A具專一性單株抗體之美國Vicam公司之OchraTest™管柱。

三、試劑之調製

- (一)咖啡萃取溶液：3%碳酸氫鈉溶液及甲醇以1：1 (v/v)比例混勻。
- (二)米麥製品萃取液：乙腈及甲醇以3：2 (v/v)比例混勻。
- (三)磷酸緩衝溶液(Phosphate-buffered saline, PBS)：稱取氯化鈉8 g，無水磷酸氫二鈉1.2 g，磷酸二氫鉀0.2 g及氯化鉀0.2 g，以水990 mL溶解，續以2 N鹽酸溶液調整pH至7.4，加水定容至1 L。
- (四)50%乙腈溶液：乙腈及去離子水以1：1 (v/v)比例混勻。
- (五)1.5%碳酸鈉溶液：稱取碳酸鈉1.5 g，以去離子水100 mL溶解。
- (六)赭麴毒素A移動相溶液：將去離子水、乙腈及醋酸以99：99：2 (v/v)比例混勻後，以濾膜過濾，濾液以超音波振盪除氣30分鐘後供作移動相溶液。
- (七)醋酸溶液(pH 4.0)：量取去離子水100 mL，以醋酸調至pH 4.0。
- (八)棒麴毒素移動相溶液之調製：取去離子水與乙腈以90：10 (v/v)比例後備用。使用前以超音波振盪除氣30分鐘後供作移動相溶液。
- (九)橘黴素移動相溶液之調製：取去離子水與乙腈以1：1 (v/v)比例混合成1 L後，再加入甲酸1 mL，混勻後，以0.45 μm 濾膜過濾供作移動相溶液。
- (十)赭麴毒素A標準溶液之配製：精確量取赭麴毒素A標準品0.1 mL，以乙腈定容至1 mL，供作標準原液。使用時再以50%乙腈溶液稀釋至0.1-5 ng/mL，供作標準溶液。
- (十一)棒麴毒素標準溶液之配製：取棒麴毒素對照用標準品約5 mg，精確稱定，以乙酸乙酯溶解並定容至50 mL作為標準原液，並儲存於2-5 $^{\circ}\text{C}$ 冰箱；使用時取標準原液100 μL ，經40 $^{\circ}\text{C}$ 水浴氮氣吹乾，再以pH 4.0醋酸溶液稀釋成10-1000 ppb，供作標準溶液，標準溶液若存放超過一週，需重新配

製。

- (十二)橘黴素標準溶液之配製：精稱橘黴素標準品約5 mg，以甲醇溶解並定容至50 mL，作為標準原液。

四、儀器與設備

- (一)粉碎機(Grinder)
- (二)恆溫水浴槽(Water bath)：溫差在 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ 以內者
- (三)離心機(centrifuge)：Rotina 35R (Hettich, Germany)
- (四)旋渦混合器(Vortex mixer)
- (五)平行多管減壓濃縮機(Rotary evaporator)：Multivapor p-6 (Büchi, Switzerland)
- (六)固相萃取裝置(Solid Phase Extraction workstation)：Caliper RapidTrace
- (七)高效液相層析儀：
 - 赭麴毒素A及橘黴素檢驗使用日本Hitachi公司製造之L-2300幫浦、L-2300自動樣品注射器，L-2480螢光檢出器(Fluorescence detector)，棒麴毒素檢驗使用L-2435光二極體檢出器(Photo diode array detector)，數據處理則使用Hitachi公司之EZChrom Elite軟體。
- (八)液相層析管柱：
 - 赭麴毒素A檢驗使用日本Kanto化學公司製造之RP-C18 (5 μm ，內徑4.6 mm \times 25 cm)管柱；棒麴毒素檢驗使用日本吉爾科學公司(GL sciences Inc., Japan)製造之inertsil ODS-2 (5 μm ，內徑4.6 mm \times 15 cm)管柱；橘黴素檢驗使用美國沃特斯公司(Waters corporation, Milford, MA, USA)製造之Atlantis T3 (5 μm ，內徑4.6 mm \times 25 cm)管柱。
- (九)液相層析串聯質譜儀(Ultra performance chromatograph/tandem mass spectrometer, UPLC/MS/MS)：為Waters公司之產品，液相層析儀(UPLC)連結Micromass Quattro Premier質譜儀，並以MassLynx軟體操控及進行數據處理。

五、檢液之調製與定量

依據行政院衛生署公告檢驗方法檢驗赭麴毒素A⁽³⁵⁾、棒麴毒素⁽³⁶⁾及橘黴素⁽³⁷⁾，檢驗流程如下：

(一) 赭麴毒素A之檢驗

- (1) 咖啡豆先粉碎後混勻備用，原屬粉狀及液狀者則直接混勻備用。取粉狀檢體約5 g，精確稱定，置於50 mL 離心管中，加入咖啡萃取溶液25 mL；檢體為液狀者，精確量取檢體5 mL，加入萃取溶液20 mL。振盪3分鐘，續以2,500 × g 離心10分鐘。以濾紙過濾上清液，精確量取2 mL加入PBS 48 mL混勻，以玻璃纖維濾紙過濾，收集濾液備用。
- (2) 米、麥及嬰兒食品：檢體粉碎後混勻，取檢體約25 g，加入米、麥製品萃取溶液100 mL，振盪3分鐘，以2,500 × g離心10分鐘。以濾紙過濾上清液，精確量取4 mL加入PBS 44 mL，以玻璃纖維濾紙過濾，收集濾液備用。
- (3) 免疫親和性管柱淨化：精確量取咖啡濾液25 mL (相當於0.2 g 或0.2 mL之檢體量)，米、麥及嬰兒食品全部濾液分別以每秒1滴之流速通過免疫親和性管柱，再以水10 mL流洗管柱兩次。將管柱內水分排淨後，取甲醇2 mL以每秒1滴之流速沖提。收集沖提液並以氮氣吹乾，殘留物以50% 乙腈溶液溶解並定容至1 mL，經針筒過濾器過濾，供作檢液。
- (4) 高效液相層析測定條件：移動相溶液為去離子水、乙腈及醋酸以99：99：2 (v/v)混合，幫浦流速每分鐘1 mL，檢體以自動注射器每次注射100 μL，層析管柱為RP-C18 (5 μm，內徑4.6 mm × 25 cm)，螢光偵測器設定激發波長333 nm、發射波長460 nm。
- (5) 鑑別試驗與含量測定：將檢體與標準品所得波峰之滯留時間比較鑑別之。標準曲線為赭麴毒素A標準溶液稀釋成0.3、0.5、1.0、2.0、5.0 ppb，將濃度對應波峰面積

作圖，線性回歸係數需達0.995以上。檢液由標準曲線求出濃度，再依下列計算式求出檢體中赭麴毒素A之含量(ppb)：

$$\text{檢體中赭麴毒素A含量(ppb)} = \frac{C \times V}{M}$$

C: 由標準曲線求得檢液中赭麴毒素A之濃度(ng/mL)

V: 檢液之體積(mL)

M: 檢液所含檢體量(g或mL)

(二) 棒麴毒素之檢驗

- (1) 蘋果汁或含蘋果汁飲料及嬰兒食品中棒麴毒素之檢驗：取檢體約5 g，加入乙酸乙酯10 mL。振盪1分鐘後，以3,000 rpm離心3分鐘。上層液移至50 mL離心管，下層液再重複上述步驟一次，合併上層液並加入1.5%碳酸鈉溶液2 mL。振盪1分鐘後，以3,000 rpm離心3分鐘。上層液移至另一50 mL離心管，下層液再以乙酸乙酯5 mL萃取。合併上層液與無水硫酸鈉1 g。振盪混合30秒後，以濾紙過濾，離心管續以乙酸乙酯4 mL溶洗2次，合併濾液於濃縮瓶。於40°C水浴，減壓濃縮至1-2 mL後，移至15 mL離心管，濃縮瓶以乙酸乙酯2 mL溶洗2次，併入15 mL離心管。於40°C水浴氮氣吹乾，殘留物以pH 4.0醋酸溶液0.5 mL溶解，續以孔徑為0.22 μm之針筒過濾器過濾後供作檢液。
- (2) 高效液相層析測定條件：移動相溶液為去離子水與乙腈以90：10 (v/v)混合，幫浦流速每分鐘0.5 mL，檢體以自動注射器每次注射50 μL，層析管柱為Inertsil ODS-2 (5 μm，內徑4.6 mm × 15 cm)，紫外光偵測器設定波長276 nm。
- (3) 鑑別試驗與含量測定：將檢體與標準品所得波峰之滯留時間比較鑑別之。標準曲線為棒麴毒素標準溶液稀釋成50、100、250、500、1,000 ppb。將濃度對應波峰面積作圖，線性回歸係數需達0.995以上。檢

液由標準曲線求出濃度，再依下列計算式求出檢體中棒麴毒素之含量(ppb)：

$$\text{檢體中棒麴毒素含量(ppb)} = \frac{C \times V}{M}$$

C: 由標準曲線求得檢液中棒麴毒素之濃度 (ng/mL)

V: 檢液之體積(mL)

M: 檢液所含檢體量(g或mL)

㊦橘黴素之檢驗

- (1)紅麴米及其他含紅麴之食品：檢體粉碎後混勻取約1 g，加入甲醇20 mL。振盪1分鐘後，置於70°C水浴加熱30分鐘，再於室溫下靜置冷卻。振盪1分鐘，以孔徑為0.22 μm之針筒過濾器過濾，供作檢液。
- (2)高效液相層析測定條件：移動相溶液為離子水與乙腈及甲酸以 1：1 (v/v)混合，幫浦流速每分鐘1 mL，檢體以自動注射器每次注射20 μL，分析管柱為Atlantis T3 (5 μm，內徑4.6 mm × 25 cm)，螢光偵測器設定激發波長330 nm、發射波長500 nm。
- (3)鑑別試驗與含量測定：將檢體與標準品所得波峰之滯留時間比較鑑別之，將橘黴素標準溶液添加於空白紅麴米中，使其添加濃度為0.05、0.1、0.5、2.0及5.0 ppm，依(三)-(1)、(2)調製檢液及分析，將濃度對應波峰面積作圖，線性回歸係數需達0.995以上。檢液由檢量線求出濃度，再依下列計算式求出檢體中橘黴素之含量(ppb)：

$$\text{檢體中橘黴素含量 (ppb)} = \frac{C \times V}{M}$$

C: 由標準曲線求得檢液中橘黴素之濃度 (ng/mL)

V: 檢液之體積(mL)

M: 檢液所含檢體量(g或mL)

六、液相層析串聯質譜儀確認

(一)層析管柱:Acquity UPLC® BEH C18 (1.7 μm, 內徑2.1 mm × 50 mm)。

(二)移動相溶液：移動相溶液之組成及時間梯度如表二、三。

(三)串聯質譜測定條件：以多重反應偵測模式 (multiple reaction monitoring, MRM)進行偵測，測定條件如表四^(38,39)。

七、檢出限量

取空白之米及咖啡檢體分別添加赭麴毒素A公告檢驗方法之檢出限量值0.3及0.5 ppb，依五-(一)操作；空白之蘋果汁檢體添加棒麴毒素公告檢驗方法之檢出限量值10 ppb，依五-(二)操作；取空白之紅麴米檢體添加橘黴素公告檢驗方法之檢出限量值50 ppb，依五-(三)操作，所得米中赭麴毒素A、咖啡中赭麴毒素A、蘋果汁中棒麴毒素波峰及紅麴米中橘黴素之波峰訊號/雜訊比需

表二、赭麴毒素A、橘黴素液相層析串聯質譜分析使用之移動相溶液組成及時間梯度

時間(分)	0.1% Formic acid (Deionized water)	0.1% Formic acid (Acetonitrile)
0.00	95	5
4.00	95	5
8.00	50	50
8.1	95	5
10.00	95	5

表三、棒麴毒素液相層析串聯質譜分析使用之移動相溶液組成及時間梯度

時間(分)	0.1% NH ₄ OH (water)	0.1% NH ₄ OH (ACN)
0.00	95	5
2.50	95	5
2.60	5	95
3.50	5	95
3.60	95	5
5.00	95	5

表四、以質譜儀偵測之碰撞能量、離子片段

Mycotoxin	ESI	Parent ion (m/z)		Daughter ion (m/z)		Dwell (s)		Cone (V)		Collision (V)	
Ochratoxin A	positive	404	404	239	241	0.05	0.05	25	25	22	22
Patulin	negative	153	153	81	109	0.05	0.05	22	22	11	7
Citrinin	positive	251	251	233	205	0.05	0.05	28	28	12	24

大於10。

八、回收率測試

取空白之米檢體添加後各含0.3、1.0及5 ppb之赭麴毒素A；空白之咖啡檢體添加後各含0.5、1.0及5 ppb之赭麴毒素A；空白之蘋果汁添加後各含10、25及50 ppb之棒麴毒素，空白之紅麴米檢體添加0.05、2.0及5.0 ppm之橘黴素標準品，再依公告方法調製檢液與定量，換算檢體中濃度後，除以添加濃度，再乘以100%，即為回收率。

結果與討論

一、檢驗方法確認

依七、檢出限量操作所得之米中赭麴毒素A、咖啡中赭麴毒素A、蘋果汁中棒麴毒素及紅麴米中橘黴素之檢出限量分別為0.3、0.5、10 及50 ppb。

依八、回收率測試操作所得回收率如表五，米添加赭麴毒素A之回收率介於83.7-87.1%；咖啡75.1-84.7%；蘋果汁92.5%-94.2%，均符合歐盟之規範⁽⁴⁰⁾，如表六；紅麴米檢體添加橘黴素之回收率介於95.1-103.6%。

二、調查檢驗結果

本次調查計有台北市等25個直轄市及縣市衛生局於99年5月至8月間依照抽樣計畫至超級市場、傳統市場、雜糧行、咖啡專賣店及藥妝店等共抽樣檢體123件，包括米類11件、麥類10件、咖啡豆(已烘焙) 10件、咖啡豆(未烘焙) 10件及嬰兒配方食品5件、較大嬰兒配方輔助食品5件及以穀類、豆類等之可食成分為主之輔助嬰兒食品10

件，共計60件，各類檢體名稱、抽驗件數及檢驗項目如表七，檢驗赭麴毒素A；蘋果汁10件、含蘋果汁之飲料10件、嬰兒配方食品5件、較大嬰兒配方輔助食品5件及以穀類、豆類等之可食成分為主之輔助嬰兒食品10件，共計40件檢驗棒麴毒素；紅麴米14件、其他以紅麴為原料之加工食

表五、赭麴毒素A、棒麴毒素及橘黴素於食品中之添加回收率

Mycotoxin	Commodity	Spike Level	Recovery % (CV, %) ^{a, b}
Ochratoxin A	Rice powder	0.3 ng/g	85.3 (5.2)
		1 ng/g	87.1 (4.4)
		5 ng/g	83.7 (6.6)
	Roasted Coffee	0.1 ng/g	75.1 (4.2)
		1.0 ng/g	82.4 (5.4)
		5 ng/g	84.7 (6.6)
Patulin	Apple juice	10 ng/g	92.5 (5.2)
		25 ng/g	93.3 (7.1)
Citrinin	Red mold rice	50 ng/g	94.2 (4.4)
		0.05 µg/g	103.6 (5.6)
		2 µg/g	95.1 (4.2)
		5 µg/g	100.5 (3.5)

a: average of triplicate

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

表六、歐盟規範赭麴毒素A及棒麴毒素檢驗方法可接受之回收率範圍

Ochratoxin A		Patulin	
Concentration (ppb)	Acceptable Range (%)	Concentration (ppb)	Acceptable Range (%)
< 1.0	50-120	< 20	50-120
1-10	70-110	20-50	70-105
> 10	80-110	> 50	75-105

品9件，共計23件，檢驗橘黴素，如表七。依照行政院衛生署公告方法檢驗，依據行政院衛生署公告制訂之「食品中真菌毒素限量標準」⁽²³⁾加以判定，檢驗結果如表八所示。123件檢體中，有119件符合規定，佔96.7%，不符規定者4件，佔3.3%。依食品種類區分，於14件紅麴米檢體中，有6件檢出橘黴素，檢出率為42.8%，其橘黴素濃度介於1.4-14.5 ppm之間，其中有4件紅麴米檢體分別檢出橘黴素10.2、10.2、11.9及14.5 ppm，超出紅麴米中橘黴素限量標準5 ppm，不合格率為28.6%，紅麴米檢出橘黴素之高效液相層析圖及層析串聯質譜(UPLC/MS/MS)如圖一、二；以紅麴為原料之加工食品9件，有1件紅麴養生海苔米香檢體檢出橘黴素1.4 ppm，低於其他以紅麴為原料之加工食品中橘黴素限量標準2 ppm，檢出率為11.1%；蘋果汁檢體10件，有1件檢出棒麴黴素15.0 ppm，低於蘋果汁中棒麴毒素限量標準50 ppb，檢出率為10%，蘋果汁中檢出棒麴毒素之HPLC圖譜及層析串聯質譜如圖三、四；米類11件、麥類10件、咖啡豆(已烘焙) 10件，其它含蘋果汁之飲料10件，均未檢出棒麴毒素；未烘焙咖啡豆檢體10件中，有1件檢出赭麴毒素A 15.6 ppb，檢出率為10%，檢出赭麴毒素A之HPLC圖譜及層析串聯質譜如圖五、六；嬰兒配方食品10件、較大嬰兒配方輔助食品9件及以穀類、豆類等之可食成分為主之輔助嬰兒食品20件，均未檢出赭麴毒素A及棒麴黴素。以檢驗項目區分，檢驗橘黴素之檢體有23件，有7件檢出橘黴素，檢出率為30.4%，其中有4件紅麴米不合格，不合格率為17.4%；檢驗赭麴毒素A之檢體有61件，有1件檢出赭麴毒素A，檢出率為1.6%，檢驗棒麴毒素之檢體有40件，有1件檢出棒麴毒素，檢出率為2.5%；訂有限量標準之食品檢體共計64件，包括米類11件、麥類10件、蘋果汁10件、含蘋果汁之飲料10件、紅麴米14件、其他以紅麴為原料之加工食品9件，有6件紅麴米及1件以紅麴為原料之加工食品檢出橘黴素，檢出橘黴素濃度介於1.4-14.5 ppm之間，1件蘋果汁檢出棒麴黴素15.0 ppb，檢出率為12.5%，有4件紅麴檢出橘黴素超出限量標

準，不合格率為6.2%；未制訂限量標準之食品檢體共計59件，包括咖啡豆(已烘焙)10件、咖啡豆(未烘焙)10件、嬰兒配方食品10件、較大嬰兒配方輔助食品9件及以穀類、豆類等之可食成分為主之輔助嬰兒食品20件，僅有1件咖啡豆(未烘焙)檢出赭麴毒素A 15.6 ppb，檢出率為1.7%。

檢驗結果不符規定者，均以檢驗結果速報單傳送至原抽樣衛生局，由地方衛生局依法進行後續處理，本局於99年9月21日發布新聞1則，提供消費者參考。

三、國內外文獻調查結果

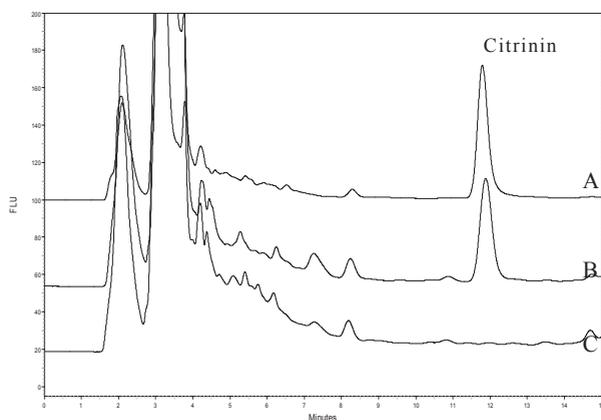
本次調查米、麥類食品及已烘焙咖啡均未檢出赭麴毒素A，我國歷年來調查米類製品76件，有1件檢出赭麴毒素A，麥類製品78件，有4件檢出赭麴毒素A^(49,50)，於47件咖啡豆中檢出4件含0.2-0.3 ppb之赭麴毒素A^(50,51)，歐盟大規模的調查結果顯示，米類、小麥及已加工咖啡中赭麴毒素A檢出率分別為6.3、43.8及47.3%，於小麥及咖啡檢體中分別有0.5及1%之檢體其赭麴毒素A含量超過5 ppb⁽⁷⁾，日本之4年監測結果，麵粉及已烘焙咖啡分別有49.4及23.8%檢出赭麴毒素A⁽⁴⁵⁾。

歐盟調查生咖啡豆1,704件，有620件(36.4%)檢出赭麴毒素A，其中有133件(7.8%)赭麴毒素A含量超過5 ppb⁽⁷⁾，Aoyama等學者調查日本生咖啡豆21件，有5件(23.8%)檢出赭麴毒素A，均低於5 ppb⁽⁴⁵⁾，Romani等學者調查義大利進口之生咖啡豆162件，有106件(65.4%)檢出赭麴毒素A，濃度最高者為48 ppb⁽⁴⁶⁾，本次調查未烘焙咖啡豆，10件檢體中有1件產地為巴西之生咖啡豆(10%)檢出赭麴毒素A 16.5 ppb，隨著經濟發展，咖啡消費量大增，我國於98年進口咖啡13,394公噸⁽⁴⁷⁾，自產604公噸⁽⁴⁸⁾，參考本次及國外之調查結果，咖啡中赭麴毒素A污染有必要持續加以監測。

歐盟調查4,633件蘋果汁檢體，有57.4%檢出棒麴毒素，其中有40件(0.9%)超出50 ppb⁽¹³⁾，Watanabe等學者(2005)調查日本市售蘋果汁188件，結果有9件(4.8%)檢出棒麴毒素，濃度介於

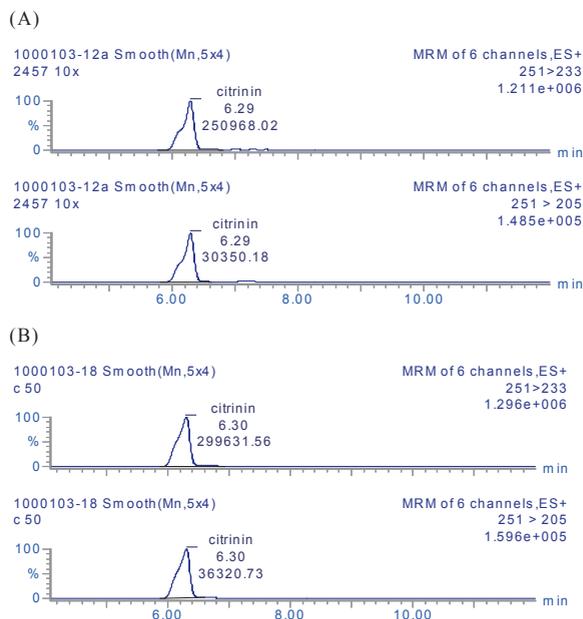
表七、食品抽樣種類、抽樣件數及真菌毒素檢驗結果統計

食品種類	檢驗項目	檢出限量 (ppb)	抽樣件數	檢出件數	檢出濃度	限量標準	不合格件數
米類	赭麴毒素 A	0.3	11	0	未檢出	5 ppb 以下	0
麥類	赭麴毒素 A	0.3	10	0	未檢出	5 ppb 以下	0
蘋果汁	棒麴毒素	10	10	1	15.6 ppb	50 ppb 以下	0
含蘋果汁之飲料	棒麴毒素	10	10	0	未檢出	50 ppb 以下	0
紅麴米	橘黴素	50	14	6	1.4-14.5 ppm	5 ppm 以下	4
以紅麴為原料之加工食品	橘黴素	50	9	1	1.4 ppm	2 ppm 以下	0
咖啡豆(已烘焙)	赭麴毒素 A	0.5	10	0	未檢出	未制定	0
咖啡豆(未烘焙)	赭麴毒素 A	0.5	10	1	16.5 ppb	未制定	0
嬰兒配方食品	赭麴毒素 A	0.3	5	0	未檢出	未制定	0
	棒麴毒素	10	5	0	未檢出	未制定	0
較大嬰兒配方輔助食品	赭麴毒素 A	0.3	4	0	未檢出	未制定	0
	棒麴毒素	10	5	0	未檢出	未制定	0
以穀、豆類等之可食成分為主之輔助嬰兒食品	赭麴毒素 A	0.3	10	0	未檢出	未制定	0
	棒麴毒素	10	10	0	未檢出	未制定	0
合計			123	9			4

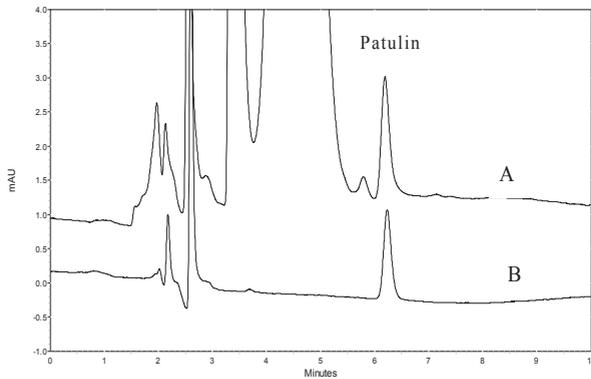


圖一、(A)紅麴米檢出橘黴素10.2 ppm (B)空白紅麴米添加橘黴素10 ppm (C)空白紅麴米之高效液相層析圖

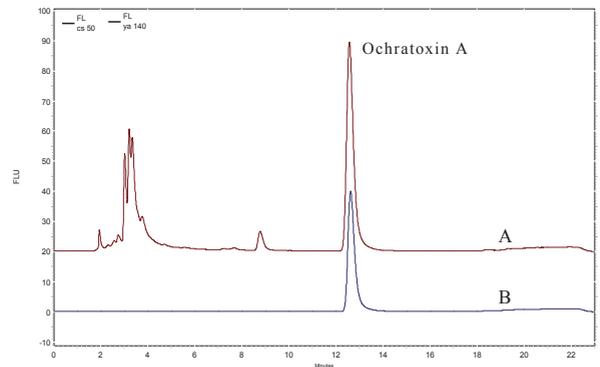
6-15 ppb⁽⁴³⁾，Harris等學者調查美國密西根州市售蘋果汁493件，結果有18.7%檢出棒麴毒素，其中有11件超出美國棒麴毒素之行動濃度(action level) 50 ppb⁽⁴⁴⁾，本次調查蘋果飲料20件，有1件蘋果汁(5%)檢出棒麴毒素15 ppb，檢出率與日本之調查



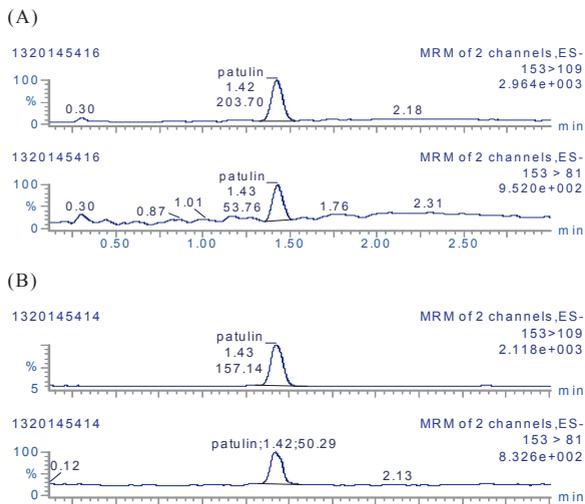
圖二、(A)紅麴米檢出橘黴素10.2 ppm，檢液稀釋10倍 (B)橘黴素標準溶液0.05 ppm之串聯質譜層析圖



圖三、(A)蘋果汁檢出棒麴毒素15.0 ppb (B)棒麴毒素100.0 ppb之高效液相層析圖



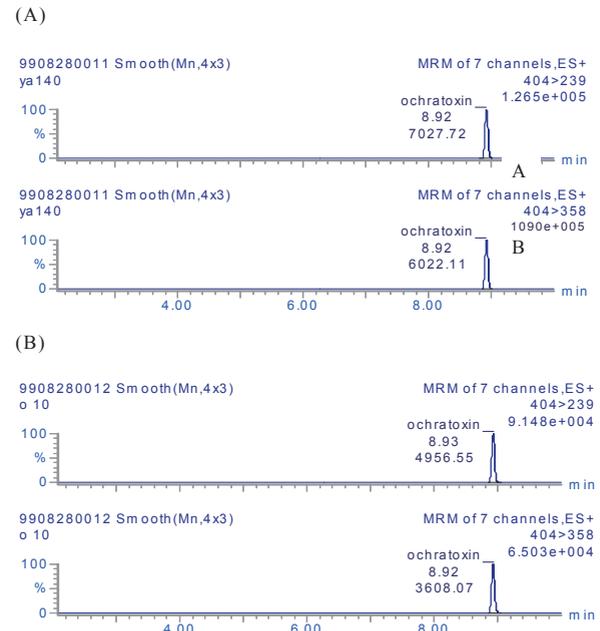
圖五、(A)咖啡(未烘焙)檢出赭麴毒素16.5 ppb (B)赭麴毒素A 10.0 pp之高效液相層析圖



圖四、(A)蘋果汁檢出棒麴毒素15.0 ppb (B)棒麴毒素標準溶液100 ppb之串聯質譜層析圖

結果相似。

Li等學者調查中國市售紅麴製品檢體114件，有68件檢出橘黴素，檢出率為59.6%⁽⁴¹⁾，其中紅麴米檢體19件，有12件(63.0%)檢出橘黴素，其中有2件(1.8%)橘黴素含量超過10 ppm，廖等學者調查臺灣市售紅麴製品48件，有16件檢出橘黴素，檢出率為33.3%，其中有6件(12.5%)橘黴素含量超過10 ppm，同年行政院衛生署行文經濟部，自98年8月5日起，進口紅麴原料改採逐批檢驗，共檢驗26件，有17件檢出橘黴素，檢出率為65.4%，有8件(30.0%)橘黴素含量超出5 ppm⁽⁴²⁾，本次調查係



圖六、(A)咖啡(未烘焙)檢出赭麴毒素A 15.6 ppb (B)赭麴毒素A 10.0 ppb之串聯質譜層析圖

邊境改採逐批檢驗及食品中橘黴素限量標準公告施行後之首次調查，於23件紅麴製品中仍有7件(30.4%)檢出橘黴素，其中有4件(17.4%)不合格，顯示紅麴製品中橘黴素污染問題仍需持續加以監測。

嬰兒食品是嬰幼兒的主要食物，本次調查有20件嬰兒食品檢測赭麴毒素A，檢出限量為0.3 ppb，檢驗結果均未檢出赭麴毒素A，19件

嬰兒食品檢測棒麴毒素，檢出限量為10 ppb，檢驗結果均未檢出棒麴毒素。歐盟調查嬰兒食品103件，赭麴毒素A檢出限量為0.01 ppb，檢出69件⁽⁷⁾，Alvito等學者調查葡萄牙嬰兒食品27件，檢出限量為0.028 ppb，檢出赭麴毒素A 9件⁽⁵²⁾，歐盟調查嬰兒食品312件，有43件(13.8%)檢出棒麴毒素，其中有7件(2.2%)棒麴毒素含量超過10 ppb⁽¹³⁾，義大利(2010)調查120件嬰兒食品，棒麴毒素檢出限量3 ppb，檢出78件⁽⁵³⁾。

四、危害風險評估

咖啡經烘焙、可溶解咖啡製作及去咖啡因等加工過程，赭麴毒素A減少率為69-96%⁽⁵⁴⁾，我國成年男性及女性每人每天咖啡攝食量分別為19.3及10.2 g⁽⁵⁵⁾，19-44歲之男性與女性平均體重分別為64與56公斤⁽⁵⁶⁾，本次調查結果，在20件咖啡產品中有1件生咖啡豆檢出赭麴毒素A 16.5 ppb，估算國人可能攝食OTA毒素含量，男性介於0.2-1.5 ng/kg bw/d 之間，女性介於0.1-0.9ng/kg bw/d之間，或以國際咖啡組織(International Coffee Organization, ICO)採用2/3減少率作為購買生咖啡豆之指導方針⁽⁵⁴⁾，據此估算國人可能攝食OTA毒素含量：成年男性為1.6 ng/kg bw/d，成年女性為1.0 ng/kg bw/day，上述2種計算法所得OTA攝食量均低於JECFA訂定OTA之PTWI 100 ng/kg bw/w⁽⁶⁾及歐盟所訂之TDI 5 ng/kg bw/d⁽⁹⁾。

本次調查有1件蘋果汁檢出棒麴毒素15.0 ppb，以我國成年男性與女性平均體重64及54公斤計，成年男、女性每日分別飲用1.7及1.5公升蘋果汁才會達到JEFCA訂定之PMTDI值0.4 µg/kg bw/d⁽¹¹⁾。

Lee等學者研究得出雄性大鼠餵食含橘黴素之紅麴米其最低無毒性顯示之劑量(NOEL)為200 ppm，安全因素為100，建議紅麴發酵產品中橘黴素安全濃度為2 ppm⁽²⁵⁾，我國訂定紅麴原料中橘黴素限量標準為5 ppm，其他以紅麴為原料之加工產品為2 ppm⁽²⁶⁾，本次調查有4件紅麴米中橘黴素含量超過限量標準，污染量最高的檢體濃度橘黴素

含量為14.5 ppm，將近我國紅麴原料中橘黴素限量標準5 ppm之3倍。

參考文獻

1. Institute of Food Science and Technology. 2009. Information statement-mycotoxins. UK. [http://www.ifst.org/about_ifst/hotspot/29514/Updated_Mycotoxins_Information_Statement].
2. European Commission. 2009. JRC 50088-Mycotoxin factsheets. Joint Research Center, Institute for Reference Materiald and Measurement, Belgium. [http://www.iss.it/binary/ogmm/cont/JRC_50088_EN_CRL_mycotoxins_factsheet.pdf].
3. Food and Agriculture Organization (FAO). 2003. Worldwide regulations for mycotoxins in food and feed in 2003, FAO food and nutrition paper 81. [http://www.fao.org/documents/show_cdr.asp?url_file=/docrep/007/y5499e/y5499e00.htm].
4. World Health Organization. 1991. Mycotoxins. Fact Sheet No. 5. Basic Food Safety for Health Workers.
5. European Commission. 2010. RASFF Annual Report 2009. Rapid Alert System for Food and Feed (RASFF), Luxembourg.
6. World Health Organization. 2002. Evaluation of certain mycotoxins in food. WHO Technical Report Series. 906: 27-34.
7. European Commission, 2002. Assessment of dietary intake of ochratoxin A by the population of EU member states. Report of the scientific cooperation, task 3.2.7. Directorate-General Health and Consumer Protection, European Commission.
8. Food Safety Center. 2006. Ochratoxin A in food. Risk assessment studies report No. 23. Food and Environmental Hygiene Department, The Government of the Hong Kong Special Administrative Region.
9. European Commission. 1998. Scientific committee on food opinion on ochratoxin A, CS/CNTM/

- MYC/14 final, Annex II to Document XXIV/2210/98, Bruxelles.
10. US-NTP (United States-National Toxicology Program). 1989. Toxicology and carcinogenesis studies of ochratoxin A (CAS No. 303-47-9) in F344/N rats (gavage studies). Technical Report Series No 358. NTIS Publication No. PB90-219478/AS.
 11. International Agency for Research on Cancer. 1993. Evaluation of carcinogenic risks to humans: some naturally occurring substances, food items and constituents, heterocyclic aromatic amines and mycotoxins, monograph 56. pp 489-521. Geneva.
 12. EFSA. 2006. Opinion of the scientific panel on contaminants in the food chain on a request from the commission related to ochratoxin A in food. Question N° EFSA-Q-2005-154. The EFSA Journal 365: 1-56.
 13. European Commission. 2002. Assessment of dietary intake of patulin by the population of EU Member States. Report of experts participating in Task 3.2.8.
 14. International Agency for Research on Cancer. 1986. Some naturally occurring and synthetic food components, furocoumarins and ultraviolet radiation. Monograph 40. p. 83. Syon, France.
 15. Bhatnagar, D., Lillehoj, E. B. and Arora, D. K. 1992. Handbook of Applied Mycology, vol. 5. Mycotoxins in ecological system. Marcel Dekker, Inc. NY, USA.
 16. European mycotoxin awareness network. 2010. Factsheet 9-Citrinin. [<http://www.mycotoxins.org/>].
 17. 尤新、潘子明。2001。紅麴中的黴菌毒素-Citrinin。307-313頁。機能性發酵製品。藝軒圖書出版社，台北。
 18. Endo, A. 1979. Monacolin K, a new hypocholesterolemic agent produced by a *Monascus* species. *J. Antibiot. (Tokyo)* 32: 852-4.
 19. Kohama Y, Matsumoto, S., Mimura, T., Tanabe, N., Inada, A. and Nakanishi, T. 1987. Isolation and identification of hypotensive principles in red-mold rice. *Chem. Pharm. Bull. (Tokyo)* 35: 2484-9.
 20. 行政院衛生署食品藥物管理局。2010。可供食品使用原料一覽表-陸、微生物及其來源製取之原料。食品衛生管理法相關法規暨解釋彙編(二)。臺北。
 21. 行政院衛生署。2007。紅麴健康食品規格標準。96.12.24衛署食字第0960406448號令。
 22. Chagas, G. M., Oliveira, M. A., Campello, A. P. and Kluppel, M. L. 1995. Mechanism of citrinin-induced dysfunction of mitochondria. IV-Effect on Ca^{2+} transport. *Cell Biochem. Funct.* 13: 53-9.
 23. Kitabatake, N., Doi, E. and Trivedi, A. B. 1993. Toxicity evaluation of the mycotoxins, citrinin and ochratoxin A, using several animal cell lines. *Comp. Biochem. Physiol.* 105: 429-33.
 24. United States Dept. of Agriculture. 2006. Grain fungal diseases & mycotoxin reference. United States Dept. of Agriculture, Washington, D.C., USA.
 25. Lee, C. H., Lee, C. L., and Pan, T. M. 2010. A 90-d toxicity study of monascus-fermented products including high citrinin level. *J. Food Sci.* 75(5): T91-97.
 26. 行政院衛生署。2009。食品中真菌毒素限量標準。98.12.04衛署食字第0980462647號公告。
 27. Codex Alimentarius Commission. 2008. JOINT FAO/WHO food standards programme codex alimentarius commission thirty-first session. ALINORM 08/31/REP, Geneva.
 28. European Commission. 2006. Commission regulation (EC) No 1881/2006 of 19 December 2006 setting maximum levels for certain contaminants in foodstuffs.
 29. Ministry of Health. 2010. National Food Safety Standard: maximum levels of mycotoxins in foods.

- Notification G/SPS/N/CHN/311, China.
30. Food and Drug administration. 2001. CPG Sec.510.150 Apple juice, apple juice concentrates, and apple juice products - adulteration with patulin. USA.
 31. Ministry of Labour and Welfare. 2003. Notification No. 369 (Nov. 26, 2003), Japan.
 32. 日本厚生省。食品添加物公定書。1999。第七版，D-1238-1241頁。東京。
 33. FAO. 2010. Reducing ochratoxin A in coffee. [<http://www.coffee-ota.org/sitemap.asp>].
 34. 行政院衛生署。2009。嬰兒食品衛生標準。98.07.02衛署食字第0980460402號公告。
 35. 行政院衛生署。2010。食品中黴菌毒素檢驗方法－赭麴毒素A之檢驗。99.10.15署授食字第0991903551號公告。
 36. 行政院衛生署。2006。食品中黴菌毒素檢驗方法－棒麴毒素之檢驗」。95.04.27署授食字第0951100004號公告。
 37. 行政院衛生署。2010。食品中黴菌毒素檢驗方法－橘黴素之檢驗99.04.06署授食字第0991900989號公告。
 38. Kok, A., Spanjar, M., Scholten, J., Rensen, P. and Kearney, G. 2009. Rapid multi-mycotoxin analysis using acquity UPLC and Quatro Premier XE. Waters corporation, Manchester, UK.
 39. Morphet, J. 2009. Rapid analysis of patulin contamination in apple juice. Waters corporation, Manchester, UK.
 40. European Commission. 2006. Commission regulation (EC) No 401/2006 of 23 February 2006 laying down the methods of sampling and analysis for the official control of the levels of mycotoxins in foodstuffs. Official Journal of the European Union L/70-93.
 41. Li, F. Q., Xu, G. R., Li, Y. W, Chen, Y. and Ji, R. 2005. Natural occurrence of citrinin in *Monascus* products. *Wei Sheng Yan Jiu* 34(4): 451-454.
 42. 廖家鼎、林柏全、林旭陽、闕麗卿、施養志。2010。市售含紅麴之食品中橘黴素含量調查。食品藥物研究年報，1: 109-116。
 43. Watanabe, M., Shimizu, H. 2005. Detection of patulin in apple juices marketed in the Tohoku district, Japan. *J. Food Prot.* 68(3): 610-612.
 44. Harris, K. L., Bobe, G. and Bourquin, L. D. 2009. Patulin surveillance in apple cider and juice marketed in Michigan. *J. Food Prot.* 72(6): 1255-1261.
 45. Aoyama, K., Nakajima, M., Tabata, S., Ishikuro, E., Tanaka, T., Norizuki, H., Itoh, Y., Fujita, K., Kai, S., Tsutsumi, T., Takahashi, M., Tanaka, H., Iizuka, S., Ogiso, M., Maeda, M., Yamaguchi, S., Sugiyama, K. et al. 2010. Four-year surveillance for ochratoxin A and fumonisins in retail foods in Japan. *J. Food Prot.* 73(2): 344-352.
 46. Romani, S., Sacchetti, G., Chaves López, C., Pinnavaia, G. G. and Dalla, R. M. 2000. Screening on the occurrence of ochratoxin A in green coffee beans of different origins and types. *J. Agric. Food Chem.* 48(8): 3616-3619.
 47. 財政部關稅總局。2010。進、出口貨物數量、價值查詢。[<http://www.customs.gov.tw/StatisticWeb/IESearch.aspx>]。
 48. 行政院農業委員會。2010。各項作物產量排序查詢。[http://agr.afa.gov.tw/afa/afa_frame.jsp]。
 49. 林秀穗、賴昭伶、傅幼敏、施養志。2000。穀類早餐食品及咖啡中赭麴毒素A污染狀況之調查。行政院衛生署八十八年下半及八十九年度自行研究計畫。
 50. Lin, L. C., Chen, P. C., Fu, Y. M., and Shih, D. Y. C. 2005. Ochratoxin A contamination in coffees, cereals, red wines and beers in Taiwan. *J. Food Drug Anal.* 13(1): 84-92.
 51. 廖家鼎、江仟琦、闕麗卿、施養志。2007。市售赭麴毒素A含量調查。藥物食品檢驗局調查研究年報，25: 318-322。
 52. Alvito, P. C., Sizoo, E. A., Almeida, C. M., van Egmond, H. P. 2010. Occurrence of aflatoxins and

- ochratoxin A in baby foods in Portugal. *Food Anal. Method* 3: 22-30.
53. Bonerba, E., Conte, R., Ceci, E., and Tantillo, G. 2010. Assessment of dietary intake of patulin from baby foods. *J. food Sci.* 75(7): T123-T125.
54. International Coffee Organization. 2005. OTA risk management: Guidelines for green coffee buying.
55. 行政院衛生署。1999。國民營養現況:1993-1996國民營養健康狀況變遷調查結果。臺灣。
56. 行政院衛生署(民91):男性各年齡層身高、體重、身體質量指數之平均質值、標準差、及其與第二次國民營養調查結果之比較。台灣地區居民體位及肥胖狀況。臺灣。

Determination of Ochratoxin A, Patulin and Citrinin in Foods

MING-TZAI CHEN¹, YU DUAN², YUAN-HSIN HSU¹, JIIN-FUNG SHYU¹,
HWEI-FANG CHENG³ AND JYH-QUAN PAN¹

¹Northern Center for Regional Administration ²Tzu Chi University ³Division of Risk Management

ABSTRACT

A survey on contents of ochratoxin A (OTA), patulin (PAT) and citrinin (CIT) in marketed foods was conducted by Food and Drug Administration in 2010. One hundred and twenty-three samples were collected from retailers by the local health officials from May to September in 2010. Samples were examined for OTA, PAT, and CIT by the methods promulgated by the Department of Health (DOH). CIT was found in 6 of 14 red yeast rice (RYR) samples with the levels ranging from 1.4 to 14.9 ppm, and 1 of 9 red yeast rice products at the level of 1.4 ppm. Four red yeast rice samples contained citrinin above 5 ppm which exceeded the maximum allowed level in Taiwan. Within 10 samples of apple juice, one sample was detected with PAT at the level of 15.0 ppb. One of 10 green coffee samples was contaminated with OTA at the level of 16.5 ppb. The result of this survey has been sent to the local government in order to enforce the penalties to the suppliers who provided the violative samples and to the public by media on September 21, 2010.

Key words: ochratoxin A, patulin, citrinin