

103年度市售食品中真菌毒素含量監測與背景調查

陳銘在 方雅玄 許元馨 王慈穗 王貞懿 王德原 馮潤蘭

食品藥物管理署北區管理中心

摘 要

為降低民眾經食物攝入真菌毒素之風險，103年衛生福利部食品藥物管理署與各衛生局聯手進行市售食品監測，依公告方法檢驗黃麴毒素、赭麴毒素A、脫氧雪腐鏟刀菌烯醇、玉米赤黴毒素、T-2毒素、伏馬毒素、黃麴毒素M₁、棒麴毒素及橘黴素等真菌毒素，依現行食品中真菌毒素限量標準判定。本計畫共抽樣461件，有449件符合規定(97.4%)，有12件(2.6%)不符規定。於125件花生製品中有6件黃麴毒素污染量超出限量標準(4.8%)，98件紅麴食品中有6件橘黴素污染量超出限量標準(6.1%)，顯示花生製品與紅麴食品仍是較高風險食品。於調查研究中發現2件含黃麴毒素不符規定花生粉中也同時污染赭麴毒素A 28.0 ppb與20.7 ppb，惟國際間尚未訂有花生中赭麴毒素A限量標準；於薏仁20件發現有16件(80%)檢出黃麴毒素、玉米赤黴毒素或伏馬毒素，有6件為2種毒素共同污染，其中3件薏仁檢出玉米赤黴毒素污染量超出歐盟之穀物中玉米赤黴毒素限量(100 ppb)。監測結果已通知地方衛生局，不符規定之產品，均已下架回收並移出食物鏈，違規業者依法處辦，並於邊境加強進口不合格產品業者管制，調查結果提供衛生機關評估制訂花生中赭麴毒素A、穀物中玉米赤黴毒素與伏馬毒素限量。

關鍵詞：食品、真菌毒素、監測

前 言

真菌毒素係為真菌所自然產生的有毒代謝產物，屬食品天然污染物，對人類與動物會造成不同之致害。目前已證實至少有400種真菌毒素⁽¹⁾，黃麴毒素類(Aflatoxin B₁、B₂、G₁、G₂、M₁)具肝臟毒性與致癌性，常污染花生、玉米、堅果與米麥等，其中黃麴毒素B₁(AFB₁)是已知最強的自然致癌物質，為1級致癌物質⁽²⁾；AFB₁經轉化成黃麴毒素M₁(AFM₁)進入乳汁的轉化率約為0.3-6.2%，AFM₁屬2B級致癌物質⁽³⁾。赭麴毒素A(ochratoxin A, OTA)具腎毒性，為2B級致癌物質，穀物與咖啡常受其污染⁽⁴⁾。脫氧雪腐鏟刀菌烯醇(Deoxynivalenol,

DON)具細胞毒性，是溫帶麥類作物很常見的污染物⁽⁵⁾。T-2/HT-2毒素亦具細胞毒性，T-2毒性約為DON的12倍，T-2/HT-2污染穀物頻率較低⁽³⁾。玉米赤黴毒素(zearelenone, ZEN)為熱穩定毒素且具雌激素作用，常污染玉米與其他穀物⁽⁶⁾。伏馬毒素(Fumonisin B₁、B₂、FBs)具肝臟毒性與腎毒性，屬2B類致癌物質，可能與肝癌或食道癌有關⁽³⁾。棒麴毒素(Patulin, PAT)會引起消化道出血，常污染蘋果汁飲料⁽⁷⁾。橘黴素(Citrinin, CIT)具腎毒性，經紅麴菌發酵熟米再乾燥而成之紅麴米(Red yeast rice, RYR)，因紅麴菌株產生CIT能力不同，RYR中CIT污染量可由未檢出至93.5 ppm⁽⁸⁾。

遭真菌毒素污染的農作物直接供作食用

與食品原料，或用為動物飼料均會使毒素直接或間接進入食物鏈⁽⁹⁾。為降低民眾經食物攝入真菌毒素之風險，國際間各國大都對供人類食用之食品訂定真菌毒素污染限量標準(表一)⁽¹⁰⁻¹⁷⁾，AFs部分，我國訂定花生為15 ppb以

下，其他食品為10 ppb以下，國際間對花生與堅果僅對AFs訂限量，以歐盟之4 ppb為最低，印度的30 ppb較高；AFM₁部分，我國鮮乳中AFM₁限量與Codex標準相同，以M₁計為0.5 ppb以下，歐盟為0.05 ppb以下。OTA部分，我

表一、國際間有關食品中真菌毒素限量標準

食品種類	真菌毒素	國別	限量(ppb)	Refs
花生、堅果	AFs ^a	臺灣	15 (花生) 10 (堅果)	10
		CAC	15 (花生、堅果原料)	11
		加拿大、澳大利亞/紐西蘭	15	15
		美國	20	14
		日本	10	16
		印度	30	16
		歐盟	4.0	12
		歐盟	2.0	12
	AFB ₁	中國	20 (花生) 5.0 (堅果)	13
香辛類	AFs	臺灣、日本、韓國	10	10, 16
		歐盟	10.0	12
	AFB ₁	歐盟	5.0	12
	OTA	韓國	7 (辣椒粉)	16
		印尼	20	16
鮮乳	AFM ₁	臺灣、CAC、中國、印度、美國	0.5	10, 11, 13, 16
		歐盟、南非	0.05	12, 15
穀類	AFs	臺灣	10	10
		歐盟	4.0	12
		日本	10	16
		美國	20	14
	AFB ₁	歐盟	2.0	12
		中國	10	13
		韓國	10	16
		日本	10 (米) 5 (其他穀物)	16
	OTA	臺灣、CAC、歐盟、中國、俄羅斯	5.0	10-13, 15
		中國、美國、印度	1000 (麥類)	13, 14, 16
		日本	1100 (麥類)	16
	DON ^b		1750 (麥與玉米)	
		歐盟	750 (直接供食用穀物)	12
			500 (麵包、穀類點心、糕餅)	

表一、國際間有關食品中真菌毒素限量標準（續）

食品種類	真菌毒素	國別	限量(ppb)	Refs
穀類	ZEN	中國	60 (穀類與其製品)	13
		歐盟	350 (未加工玉米)	12
			100 (未加工穀物)	
			75 (直接供食用穀物)	
			50 (麵包與點心製品)	
	FBs ^c	韓國	1000 (穀類與其製品) 2000 (玉米)	16
		歐盟	4000 (未加工玉米)	12
			1000 (直接供食用之玉米製品)	12
			800 (玉米製成之早餐與點心)	15
		美國	4000 (玉米建議限量)	12
咖啡	OTA	T-2/HT-2	100 (食用穀物) 100 (麵粉)	15 15
		臺灣、歐盟	5.0	10, 12
		韓國	10	16
		新加坡	2.5	16
		臺灣、日本	200 (紅麴色素)	10, 16
紅麴製品	CIT	臺灣	2000 (以紅麴為原料製成之食品)	10
			5000 (原料用紅麴米)	10
		歐盟	2000 (紅麴膳食補充品)	17
蘋果汁、含蘋果汁的混合飲料	PAT	CAC、歐盟、中國、臺灣	50 ppb	10-13

a. AFs：黃麴毒素(B1+B2+G1+G2)

b. 含脫氧雪腐簾刀菌烯醇、3-乙醯DON與15-乙醯DON

c. 含伏馬毒素B₁與伏馬毒素B

國米麥類中OTA之限量為5 ppb以下，與Codex標準、歐盟及中國相同，咖啡中OTA限量為5 ppb以下，與歐盟相同。我國含蘋果汁飲料中PAT限量為50 ppb以下與CAC、歐盟與中國之規定相同。至於CIT含量規定，我國訂定紅麴米原料與以紅麴為原料製成之食品分別為5 ppm以下及2 ppm以下，歐盟則規定RYP膳食補充品為2 ppm以下。歐盟、美國、日本與中國對穀物訂有DON限量，介於500-1750 ppb之間。歐盟與中國於玉米與其他穀物訂有ZEN限量，介於50-350 ppb之間；歐盟訂定玉米中FBs限量介於800至4000 ppb之間，韓國訂穀物

中FBs限量為1000 ppb；俄羅斯訂定食用穀物中T-2毒素限量為100 ppb。

為維護消費者飲食安全與降低經食品攝入毒素之風險，國際間除訂定食品中真菌毒素限量，另採取邊境查驗與市場監測等措施，發現不合規定產品即不准進口或自市場回收予以銷毀。本研究針對我國訂有限量標準之真菌毒素(含AFs、AFM₁、OTA、PAT、CIT)進行市場監測抽驗，另對我國尚未訂定限量標準，但歐美等先進國家已制訂限量之毒素(含DON、ZEN、T-2/HT-2毒素與FBs)進行調查抽驗。抽取市售食品檢體，依公告檢驗方法檢驗，以了

解市售食品中真菌毒素污染情形。監測結果不符規定者通報地方衛生局追查來源、不合格產品回收銷毀與違規業者處辦；若該不合格產品為自國外輸入者，則通報邊境查驗機關，加強邊境管制，調查結果提供衛生機關作為食品安全衛生管理之參考。

材料與方法

一、檢體來源

103年3至10月間委請台北市等22個縣市政府衛生局依抽樣計畫於其轄區內超級市場、傳統市場、雜糧行、咖啡專賣店及藥粧店等，以稽查方式抽取花生製品、堅果類、香辛類、薏仁、鮮乳、米麥類、咖啡、含蘋果汁飲料及紅麴製品等檢體461件。

二、檢驗方法

(一)102年9月6日部授食字第1021950329號公告修正「食品中黴菌毒素檢驗方法—黃麴毒素、棒麴毒素、橘黴素、乳製品中黃麴毒素 M_1 、與食品中多重毒素之檢驗」⁽¹⁸⁾。

(二)103年7月2日部授食字第1031900879號公告修正「食品中黴菌毒素檢驗方法—赭麴毒素A之檢驗」⁽¹⁹⁾。

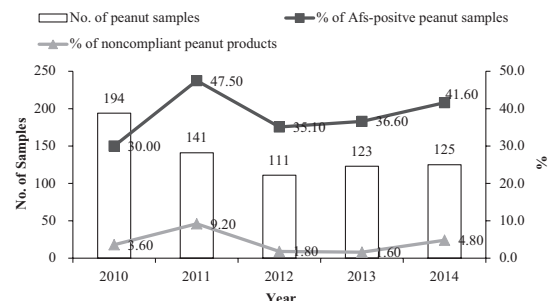
(三)102年9月30日部授食字第1021950541號公告「食品中黴菌毒素之檢驗方法—脫氧雪腐鐮刀菌烯醇及其乙醯衍生物之檢驗」⁽²⁰⁾。

結果與討論

本次監測與調查，共抽取461件檢體，依規劃以公告方法檢驗真菌毒素，於監測部份，花生製品112件、堅果類16件、香辛類25件、食用油脂10件等共183件檢驗黃麴毒素；鮮乳20件檢驗黃麴毒素 M_1 ；米類20件與麥類32件共計52件檢驗黃麴毒素與赭麴毒素A；咖啡類30件，檢驗赭麴毒素A；含蘋果汁飲料10件檢驗棒麴毒素；紅麴米22件，紅麴膠囊與錠狀食品28件及以紅麴為原料之食品48件，共98件檢

驗橘黴素；另有花生製品12件、堅果10件、米類10件與可同時供食品用中藥材55件(含薏仁、蓮子、枸杞與花椒)，共87件檢驗多重毒素(AFs、OTA、脫氧雪腐鐮刀菌烯醇及其乙醯衍生物、ZEN、T-2/HT-2毒素與FBs)。

檢驗結果依我國「食品中真菌毒素限量標準」⁽¹⁰⁾加以判定，於461件中有12件不合格，分別為花生製品6件與紅麴米原料6件，不合格率為2.6% (表二)。於花生製品125件中，有61件檢出黃麴毒素，檢出率為41.6%，檢出濃度介於0.2-1103.5 ppb，其中有6件(花生糖3件，花生粒1件與花生粉2件)之AFs污染量超出限量標準15 ppb以下，不合格率為4.8%，較近2年之1.8與1.6%略為升高，如表二、圖一⁽²¹⁾。依花生製品種類分析，花生糖、花生醬、花生粉與花生粒之AFs檢出率分別為28.8、60、69.5與33.3%；不合格率分別為4.1、0、8.7與11.1%，花生醬與花生粉仍呈現高檢出率，花生糖不合格率較102年為低，花生粉與花生粒不合格率則較102年略有升高；有1件花生粒檢出AFs 1103.5 ppb，為我國自1997年以來於花生製品檢出之最高濃度，且為自2006年以來首次於市售花生粒檢出AFs不符規定⁽²¹⁾；本次調查6件不合格花生產品中，僅有1件花生糖進口自越南，其餘均為國產(表三)。6件不合格產品均已由衛生機關依法監督其下架回收銷毀，並依法處辦。不合格花生糖進口業者則已通報邊境查驗單位，提高其邊境抽批機率。堅果類、香辛類與食用油脂中AFs檢出率分別為



圖一、2010-2014年市售花生製品中黃麴毒素檢出件數與不合格率比較圖

表二、103年市售食品真菌毒素含量監測抽樣食品種類與檢驗結果統計表

食品類別	產品種類	檢驗項目	抽驗件數	檢出件數(%)	不合格件數(%)	限量(ppb)	污染濃度範圍(ppb)
花生製品	花生粒	總黃麴毒素	9	3 (33.3)	1 (11.1)	15	0.3-1103.5
	花生醬		20	12 (60)	0	15	0.3-5.9
	花生糖		73	21 (28.8)	3 (4.1)	15	0.2-124.9
	花生粉		23	16 (69.5)	2 (8.7)	15	1.0-67.2
堅果類	堅果類		26	2 (7.7)	0	10	0.2-0.3
香辛類	香辛類		25	6 (24)	0	10	0.4-1.4
食用油脂	食用油脂		10	1 (10)	0	10	0.2
乳品	鮮乳	黃麴毒素M ₁	20	15 (75)	0	0.5	0.002-0.019
米類	米類	總黃麴毒素	30	0	0	10	ND
		赭麴毒素A		0	0	10	ND
麥類	麥類	總黃麴毒素	32	0	0	10	ND
		赭麴毒素A		2 (6.2)	0	5	0.4
咖啡	烘焙咖啡豆	赭麴毒素A	21	0	0	5	ND
	咖啡粉		9	2 (22.2)	0	5	0.7-1.6
蘋果汁飲料	蘋果汁飲料	棒麴毒素	10	0	0	50	ND
紅麴製品	紅麴米	橘黴素	22	20 (90.1)	6 (27.3)	5000	60-25200
	紅麴膠囊錠狀食品		28	1 (3.6)	0	2000	200
	以紅麴為原料之食品		48	10 (20.8)	0	2000	80-460
可同時供食品用中藥材	薏仁	總黃麴毒素	20	4 (20)	0	10	0.4-1.1
	花椒		10	1 (10)	0	10	1.4
	蓮子		15	1 (6.7)	0	10	3.6
	枸杞		10	0	0	10	ND
合計			461	117 (25.4)	12 (2.6)		

ND: not detected

表三、103年度不合格花生檢體中黃麴毒素含量統計表

序號	檢體名稱	黃麴毒素含量(ppb)				
		B ₁	B ₂	G ₁	G ₂	Total
1	原味花生糖	95.3	29.6	-	-	124.9
2	李家花生糖	71.0	23.7	-	-	94.7
3	海苔花生糖	13.3	3.8	-	-	17.1
4	細花生粉	28.0	1.8	-	-	29.8
5	花生粉	50.4	15.1	0.8	0.9	67.2
6	花生粒	894.9	208.6	-	-	1103.5

- : 未檢出

表四、103年度市售不合格紅麴米檢體中橘黴素含量統計表

序號	檢體名稱	橘黴素含量(ppm)
1	紅麴米	13.2
2	紅麴米	9.0
3	紅麴米	12.5
4	紅曲(紅麴米)	25.0
5	紅麴(紅麴米)	25.2
6	紅麴米	8.1

7.7、24與10%，檢出濃度介於0.2至1.4 ppb之間，無不符規定者。

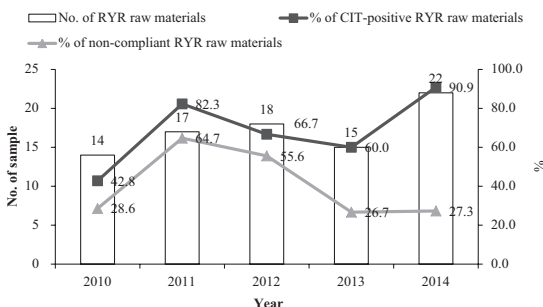
紅麴製品共抽驗98件，6件(6.1%)紅麴米檢出橘黴素不符規定(限量為5 ppm以下)，不合格濃度範圍為8.1-25.2 ppm (表四)。以紅麴製品種類區分，紅麴米原料、紅麴膠囊錠狀食品與以紅麴為原料製成之食品中橘黴素檢出率分別為90.1、3.6與20.8%，其中22件紅麴米原料中有6件(27.3%)不合格。經追查該6件不合格紅麴米來源，均為國產，顯示我國針對進口紅麴採取之逐批檢驗措施及輸入方式改為F01，已有效降低輸入不合格紅麴米進入國內市場之風險；紅麴米中CIT不合格比率已由101年之55.6% 降為103年之27.3%，如表二、圖二⁽⁸⁾；針對國產不合格紅麴製品均已依法命業者將不合格品下架回收、銷毀，並依供貨來源追查結果對業者依法處辦。

本研究共抽驗牛乳15件，羊乳5件，結果牛乳有14件(93.3%)、羊乳有1件(20%)檢出

AFM₁，檢出濃度介於0.002-0.019 ppb之間，均低於限量(0.5 ppb以下)。米類與麥類中，於2件麵粉檢出OTA，檢出濃度均為0.4 ppb，AFs則均未檢出。烘焙咖啡30件中，於2件咖啡粉檢出OTA，檢出濃度介於0.7-1.6 ppb之間，檢出率為7%，無不符規定者。含蘋果汁飲料10件均未檢出PAT污染。

本次調查有87件檢體檢驗多重毒素(表五)，有5件花生粉同時檢出AFs與OTA，且於2件不合格花生粉中分別檢出赭麴毒素A 28.0與20.7 ppb，為我國首次於市場監測發現於不合格花生粉中有AFs與OTA共同污染(co-occurrence)，OTA污染量已高於米麥與咖啡中OTA限量(5 ppb以下)，惟國際間尚無針對花生訂定OTA限量者。阿根廷之研究顯示，花生中OTA檢出率約為50%，平均污染濃度為30 ppb，且分離出分別可產生AFs與OTA的 *Aspergillus flavus*與*A. niger*⁽²²⁾。於可同時供食品用中藥材55件中，有18件(32.7%)檢出真菌毒素。於花椒10件與蓮子15件分別有1件檢出AFs，檢出濃度為1.4與3.6 ppb。薏仁20件中，發現有16件(80%)檢出AFs、ZEN或FBs，4件(20%)檢出AFs，檢出濃度範圍為0.4-1.1 ppb；11件(55%)檢出ZEN，檢出濃度範圍為8-196.3 ppb；5件(25%)薏仁檢出FBs，檢出濃度範圍為22.6-601.3 ppb；其中有3件(15%)同時檢出AFs與ZEN，3件同時檢出ZEN與FBs；有3件薏仁產品中ZEN檢出濃度超過歐盟未加工穀物中ZEN限量(100 ppb)；惟我國尚未制定食品用穀物中ZEN限量。本研究結果與中國大陸及日本的結果相近，前者於9件薏仁全數檢出ZEN，檢出濃度範圍介於18.7-211.4 ppb⁽²³⁾，後者發現薏仁中ZEN檢出率為65%，檢出最高濃度為153 ppb⁽²⁴⁾。FBs部份，1件薏仁檢出FBs 601.3 ppb，尚未超出韓國所定之限量(1000 ppb)。其他DON與T-2毒素則均未檢出。本研究為我國首次於市售薏仁產品發現玉米赤黴毒素與伏馬毒素共同污染及黃麴毒素與ZEN共同污染。

以國人每日花生與堅果攝食量⁽²⁵⁾與平均體重⁽²⁶⁾以及本次花生製品中AFs平均檢出濃度



圖二、2010-2014年市售紅麴製品中橘黴素檢出率與不合格率比較圖

表五、103年市售食品真菌毒素背景調查檢出真菌毒素種類與件數統計

食品種類	抽驗件數	未檢出	檢出件數							檢出濃度範圍 (ppb, 真菌毒素)
			AFs ¹	OTA ²	ZEN ³	DON ⁴	FBs ⁵	T-2/HT-2	多重污染	
花生糖與花生粉	12	5	7	5	0	0	0	0	5 (AFs+OTA)	1.1 - 67.2 (AFs) 0.3 - 28.0 (OTA)
堅果類	10	10	0	0	0	0	0	0	0	ND
米類	10	10	0	0	0	0	0	0	0	ND
薏仁	20	4	4	0	11	0	5	0	3 (AFs+ZEN)	0.4 - 1.1 (AFs)
									3 (ZEN+FBs)	8 - 196.3 (ZEN)
										22.6 - 601.3 (FBs)
花椒	10	9	1	0	0	0	0	0	0	1.4 (AFs)
蓮子	15	14	1	0	0	0	0	0	0	3.6 (AFs)
枸杞子	10	10	0	0	0	0	0	0	0	ND
合計	87	62	13	5	11	0	5	0	11	

1. AFs : total aflatoxins ; 2. OTA : ochratoxin A ; 3. ZEN : zearalenone ; 4. DON : deoxynivalenol+3-acetyl-DON+15-acetyl-DON ; 5. FBs : fumonisin B₁+B₂

推算國人攝食花生所致AFs可能每日攝入量(probable mean daily intake, PDI_M)，男女性別分別為1.58 ng/kg bw與1.4 ng/kg bw，較我國於1997-2011間推估之AFs PDI_M為高⁽²³⁾。不同烘焙方法可降低OTA含量各有不同，義式濃咖啡約可減少90%，本研究於烘焙咖啡產品中檢出OTA最大值為1.7 ppb，以成人體重60公斤估算，每天需食用504公克咖啡，亦即以市售咖啡每1杯150 mL，含咖啡12公克計算，需飲用42杯，才會達到CAC所訂OTA之PTWI值100 ng/kg bw/w⁽¹³⁾；以本次調查花生粉中OTA最大值28.0 ppb，推估成人每天食用30.6公克花生粉，即已達到OTA之PTWI值。JECFA建議ZEN之每日攝取容許量暫訂值(Provisional maximum tolerable daily intake, PMTDI)為0.0005 mg/kg⁽⁶⁾，本研究於薏仁檢出ZEN最高濃度為196.3 ppb，計算成人每日攝食該薏仁153公克即超出PMTDI值。本次監測有1件紅薏仁檢出FBs 601.3 ppb；目前JECFA訂定FBs之PMTDI為0.002 mg/kg⁽³⁾，推估成人每日食用超過199公克案內之紅薏仁產品，即攝入FBs超過PMTDI。

結 論

本調查抽驗食品461件，檢測結果與規定不符者12件(2.6%)，其中有6件(包括花生糖3件、花生粉2件及花生粒1件)檢出AFs超出限量；另有6件紅麴米原料檢出CIT超出限量。堅果類、鮮乳、米麥類、咖啡、含蘋果汁飲料及可同時供食品用中藥材則均符合規定。於125件花生製品中有6件AFs污染量不符規定(4.8%)，98件紅麴食品中有6件CIT不符規定(6.1%)，顯示花生製品與紅麴食品仍是真菌毒素污染較高風險食品；於2件AFs不符規定花生粉中分別檢出OTA 28.0 ppb與20.7 ppb，惟國際間尚無針對花生製品訂定OTA限量者；於3件薏仁中檢出ZEN污染量超出歐盟之未加工穀物中ZEN限量(100 ppb)；FBs污染量則均低於韓國與歐盟訂定之限量。監測結果通報衛生局辦理不合格品回收銷毀，追查供貨來源及依法處辦，調查結果提供衛生機關評估制訂花生製品中OTA、穀物中ZEN與FBs等限量標準之參考。

參考文獻

1. Binder, E. M., Tan, L. M. and Chin, L. J. 2007. Worldwide occurrence of mycotoxin in commodities feeds and feed ingredients. *Anim. Feed Sci. Tech.* 137: 265-282.
2. International Agency for Research on Cancer (IARC). 2012. Review of human carcinogens-aflatoxins. Monograph 100F. pp. 225-248. Lyon, France.
3. Joint FAO/WHO Experts Committee on Food Additives. 2002. Evaluation of certain mycotoxins in food. WHO Tech. Rep. Ser. 906.
4. Walker, R. and Larsen, J. C. 2005. Ochratoxin A: Previous risk assessments and issues arising. *Food Addit. Contam., Supplement 1*: 6-9.
5. Joint FAO/WHO Experts Committee on Food Additives. 2011. Evaluation of certain contaminants in food. WHO Tech. Rep. Ser. 959: 37-47.
6. Joint FAO/WHO Experts Committee on Food Additives. 2002. Evaluation of certain mycotoxins in food. WHO Tech. Rep. Ser. 896: 93-95.
7. Joint FAO/WHO Experts Committee on Food Additives. 2011. Evaluation of certain contaminants in food. WHO Tech. Rep. Ser. 859: 36-38.
8. Liao, C. D., Chen, Y. C., Lin, H. Y. and *et al.* 2014. Incidence of citrinin in red yeast rice and various commercial *Monascus* products in Taiwan from 2009 to 2012. *Food Control.* 38: 178-183.
9. Food and Agriculture Organization. 2015. Food safety and quality-mycotoxins. [<http://www.fao.org/food/food-safety-quality/a-z-index/mycotoxins/en/>].
10. 衛生福利部。2013。食品中真菌毒素限量標準。102.08.20部授食字第1021350146號令修正。
11. Codex Alimentarius Commission (CAC). 2013. Codex general standard for contaminants and toxins in food and feed. Codex Stan 193-1995: 9-24. [<http://www.codexalimentarius.org/standards/en/>].
12. European Commission. 2006. Commission regulation (EC) No 1881/2006 of 19 December 2006 setting maximum levels for certain contaminants in foodstuffs. *Official Journal of the European Union.* L364: 5-24.
13. 衛生部。2011。食品安全国家标准-食品中真菌毒素限量。GB 2761-2011。中華人民共和國，北京。
14. Food and Drug Administration (FDA). 2013. Guidance for industry: action levels for poisonous or deleterious substances in human food and animal feed. USA.
15. European Mycotoxins Awareness Network. 2015. Mycotoxins Legislation Worldwide (last updated February 2012). [<http://services.leatherheadfood.com/eman/FactSheet.aspx?ID=79>].
16. Anukul, N., Vangnai, K. and Mahakarnchanakul, W. 2013. Significance of regulation limits in mycotoxin contamination in Asia and risk management programs in national level. *J. Food and Drug Anal.* 21: 227-241.
17. European Union. 2014. Amending regulation (EC) No 1881/2006 as regards maximum levels of the contaminant citrinin in food supplements based on rice fermented with red yeast *Monascus purpureus*. *Official Journal of the European Union.* 67: 3-4.
18. 衛生福利部。2013。食品中黴菌毒素檢驗方法-黃麴毒素、棒麴毒素、橘黴素、乳製品中黃麴毒素M1與食品中多重毒素之檢驗。102.09.06部授食字第1021950329號公告修正。
19. 衛生福利部。2014。食品中黴菌毒素檢驗

- 方法-赭麴毒素A之檢驗。103.07.22部授食字第1031900979號公告修正。
20. 衛生福利部。2013。食品中黴菌毒素檢驗方法-脫氧雪腐鐮刀菌烯醇及其乙醯衍生物之檢驗。102.09.30.部授食字第1021950541號公告。
21. Chen, Y. C., Liao, C. D., Lin, H. Y. and *et al.* 2013. Survey of aflatoxin contamination in peanut products in Taiwan from 1997 to 2011. *J. Food and Drug Anal.* 21: 247-252.
22. Magnoli, C., Astoreca, A., Ponsone M. L. and *et al.* 2007. Ochratoxin A and *Aspergillus section Nigri* in peanut seeds at different months of storage in Córdoba, Argentina. *Int. J. Food Microbiol.* 119: 213-218.
23. Zhang, X., Liu, W., Logrieco, A. F. and *et al.* 2011. Determination of zearalenone in traditional Chinese medicinal plants and related products by HPLC-FLD. *Food Additives & Contaminants: Part A.* 28(7): 885-893.
24. Yoshinari, T., Takeuchi, H., Aoyama, K. and *et al.* Occurrence of four *Fusarium* mycotoxins, deoxynivalenol, zearalenone, T-2 toxin, and HT-2 toxin, in wheat, barley, and Japanese retail food. *J Food Prot.* 77(11): 1940-1946.
25. Department of Health, Executive Yuan. 1999. Nutrition and Health Survey in Taiwan 1993-1996.
26. 衛生福利部國家衛生研究院。2009。2005-2008國民營養健康狀況變遷調查。[<http://nahsit.nhri.org.tw/node/14>]。

Surveying Mycotoxin Contamination in Commercial Foods: Taiwan, 2014

MING-TZAI CHEN, YA-HSUAN FANG, YUAN-HSIN HSU,
TZU-SUI WANG, JAN-YI WANG,
DER-YUAN WANG AND RUENN-LAN FENG

Northern Center for Regional Administration, TFDA

ABSTRACT

In order to survey the mycotoxin contamination in commercial foods in Taiwan, a total of 461 samples from supermarkets and grocery stores located in 22 counties of Taiwan were collected from March to October of 2014. The samples were analyzed for aflatoxins, aflatoxin M₁, ochratoxin A, patulin, citrinin and multivitamins by the methods promulgated by Ministry of Health and Welfare. Among them, 449 samples (97.4%) complied with the regulation set by the TFDA. Of the twelve non-compliant samples, aflatoxins were found in 3 peanut candy products, 2 peanut powder products and 1 whole peanut product. All had exceeded maximum level (ML), 15 ppb for peanut. 6 red yeast rice (RYR) samples contained citrinin above the ML of 5 ppm. In the study, 88 samples were analyzed for multi-toxins. Co-occurrence of AFs and OTA were found in 5 (71.4%) samples of peanut powder. Two of them were contaminated with OTA at levels above the ML set for coffee. There was no OTA ML set for peanut products all over the world. AFs, ZEN and FBs were detected in 5 (20%), 12 (60%) and 6 (30%) samples of coix seed respectively. Three coix seed samples (15%) were contaminated with levels of ZEN that exceeded the ML (100 ppb) of ZEN set for unprocessed cereals. The results of this study had been sent to the local government and authorities in boundary control to remove the substandard products from markets, enforce penalties to the suppliers who violated these regulations and strengthen regulation on imported peanut products, and RYR raw materials. The results provided food safety authorities with a scientific basis for evaluating the MLs setting for OTA in peanut, as well as ZEN and FBs in coix seed.

Key words: mycotoxins, food, survey