食品藥物研究年報. 11：328-334 2020
Ann. Rept. Food Drug Res. 11：328-334 2020

# 食品潛在重金屬風險之分析與管制研擬

徐竣鋒　吳立雅　林金富　吳秀梅

食品藥物管理署食藥戰情中心

## 摘　要

食品藥物管理署(下稱食藥署)為維護消費者飲食衛生及安全，於邊境依產品風險等級實施抽樣檢測，並依產品查驗不合格紀錄，逐級提高產品抽驗機率至逐批查驗，隨時監控國際食品安全警訊，必要時適時調整邊境查驗措施，以落實輸入食品查驗把關，確保國人健康安全。本研究運用食品雲大數據等相關資訊，結合統計科學方法進行分析，提供調整邊境查驗措施之參考，以提升整體邊境源頭管理之成效。針對檢驗項目「重金屬」潛在風險產品預測及管制研析，探索歷年產品不合格情形顯著相關之風險。研究結果顯示：1.建議將「鉛」及「鎘」納入「薑黃粉」未來邊境關注檢驗項目。2.建議加強「百合」、「扇貝」及「花椒」之邊境管控。

**關鍵詞：非報不可、非稽不可、風險分析、食品雲**

## 前　言

食藥署為維護消費者飲食衛生及安全，持續推動「食安五環」政策，從「源頭控管」、「重建生產管理」、「加強市場查驗」、「加重惡意黑心廠商責任」、「全民監督食安」等五大面向[1]，透過與行政院各部會機關間之溝通機制，建立從農場至餐桌的整體食安防護網，以降低食安風暴發生的可能性。

為維護國內食品安全，政府建置「食品雲」以整合行政院衛生福利部、經濟部、農業委員會、環境保護署、財政部、教育部等之食品安全相關資訊，協助推動「食安五環」，現已完成「食品藥物業者登錄平台(非登不可)」、「邊境查驗自動化管理資訊系統(非報不可)」、「食品追溯追蹤管理資訊系統(非追不可)」、「實驗室資訊管理系統、實驗室認證資訊管理作業系統、檢驗管理系統(非驗不可)」、「產品通路管理資訊系統(非稽不可)」等「五非系統」為管理核心[2]之整合工作，藉由跨部會資料間之串流，讓政府部門得以管理食品原物料供應商及製造加工販售業者，掌握食品來源與流向，倘遇食品事件或問題食品發生時，迅速掌握波及層面及其影響性，提供第一線稽查人員快速運用資訊控制風險，同時讓民眾取得透明化的食品資訊，令民眾能「食得安心、吃得放心」。

食藥署依產品風險等級實施抽樣檢測，並依產品查驗不合格紀錄，逐級提高產品抽驗機率至逐批查驗，隨時監控國際食品安全警訊，必要時適時調整邊境查驗措施，以落實輸入食品查驗把關，確保國人健康安全[3]。本研究針對邊境查驗自動化管理資訊系統(非報不可)及產品通路管理資訊系統(非稽不可)之報驗資料，包括2014年至2019年重金屬抽驗狀況，探討產品不合格情形顯著相關之風險，並提供調

整邊境查驗措施之參考，以提升整體邊境源頭管理之成效。

## 文獻回顧

重金屬被認為是環境中污染的主要來源之一，其對生態有重要影響[4]，近年來由於工商業快速發展，經濟活動相當頻繁，工業汙染物質經由自然與人為的傳播途徑，以廢水、廢棄物、廢棄(酸雨、落塵)等形式進入土壤系統，直接、間接地影響土壤生態平衡及人體健康。土壤重金屬來源可分為兩種，分別為自然來源及人為來源，其中自然來源為自然環境中，土壤重金屬含量屬微量級，只有某些土壤因含有特定之礦物，而使土壤具有高濃度重金屬之背景值，這些特定礦物由土壤母岩釋放進入土中[5]。重金屬於環境中的散佈則是藉由母岩風化、降塵、降雨及土壤水分的移動等因子所造成[6]；人為來源則包括交通工具排放廢氣、石化燃料的燃燒、農藥施肥及施藥、牲畜廢棄物、都市及工業廢水不當排放、冶金工業及礦場開礦排放等。

重金屬對健康可能造成的影響各有不同，能單獨或結合成化合物存在於大自然中，目前已知約有四十多種，常見的重金屬包括汞、銅、鋅、鉛等。農業所使用的肥料及農藥等化學物質，部分成分含有重金屬，過度使用會殘留在農作物及自然環境中，並透過食物鏈進入人體，經由食物引起的重金屬危害一般以慢性中毒為主[7]。當重金屬經膳食進入人體，會被吸收、利用和累積在身體內，長期攝取過量重金屬會對人體器官及功能造成損害，如鎘會導致骨質軟化及變形，易引起骨折[8]，日本富山縣神通川流域發生的鎘中毒之痛痛病(Itai-Itai disease)，起因為礦山排出之廢水中含鎘，流入河川再累積於食米及魚貝類，農民食入這些被污染食品而中毒，其中毒機制為長期攝食微量之鎘引起尿細管之損害而妨礙鈣的再吸收，導致骨中鈣質之流失[9]。國際癌症研究總署 (International Agency for Researchon Cancer, IARC)將鎘及其化合物列為人體致癌物(Group 1)；汞為有毒化學物質，尤其是有機汞，對神經構成損害，汞化合物對有機體的影響取決於被吸收後蓄積於體內的汞化合物的物種和含量[10]；鉛會傷害神經系統、腎臟及生殖系統，對兒童的毒害更甚，因為鉛對神經系統有很強的親和力，兒童的神經系統在發育期，更容易受到損害[11]，且導致的腎臟病可能造成尿酸的排泄受阻而容易產生痛風[12]，IARC將鉛化合物及無機鉛列為人體極有可能致癌物(Group 2)。

## 材料及方法

### 一、材料

本研究運用跨部會食品雲資料庫系統，包含食藥署五非系統之邊境查驗自動化管理系統(非報不可)及產品通路管理資訊系統(非稽不可)，針對103年1月1日至108年12月31日邊境報單抽驗及後市場食品抽驗資料。邊境資料操作型定義係以檢驗項目判斷該檢驗是否屬於重金屬，後市場資料操作型定義亦然。

### 二、方法

本報告將分析同一檢驗項目，各個產品分類下抽驗不合格情形，利用卡方獨立性檢定(Chi-square test)檢定不合格狀況[13]，卡方獨立性檢定是檢定一個變項的次數分配，是否會依著另一變項的次數分配改變或彼此影響，其中統計檢定之虛無假說是預測兩變相互不影響，互不相關，各為獨立事件，並根據不同的樣本數大小，判斷是否以費雪精確性檢定(Fisher’s exact test)以提升檢定的精確性。運用卡方檢定與費雪檢定的目的，主要為檢定兩類別變項之間是否存在關聯性，也稱為列連表檢定。當資料中樣本數較大時(取樣本數30)，可使用卡方獨立性(Chi-square)分析；若資料中

樣本數較小時(取樣本數30)，則使用費雪精確性檢定。本研究所使用之分析工具為Tableau 2018.3、R 3.5.2、Excel 2010。各項抽驗分析目標分述如下：

㈠邊境產品中分類抽驗分析

分析邊境檢驗之產品趨勢、時序等面向，並針對產品中分類不合格件數進行卡方及費雪精確性檢定，以辨識邊境產品中分類中檢驗項目「重金屬」易發不合格分類之分析。

㈡邊境不合格產品名稱分析

針對高顯著不合格產品中分類之產品名稱，進行重點名稱歸納並掌握高風險產品，以提供未來邊境管理建議。

㈢後市場產品大分類抽驗分析

分析後市場檢驗之產品趨勢、時序等面向，並針對產品大分類不合格件數進行卡方及費雪精確性檢定，以辨識後市場產品大分類中檢驗項目「重金屬」易發生不合格分類之分析。

㈣後市場不合格產品分析

針對高顯著不合格產品中分類之產品名稱，進行重點名稱歸納並掌握高風險產品，以提供未來邊境管理建議。

㈤邊境與後市場抽驗比較分析

檢視邊境與後市場高風險產品進行交叉比較，以分析結果做為未來邊境管理之參考，

## 結　果

### 一、邊境產品中分類抽驗分析

歷年邊境重金屬抽驗批數共計50,131批，檢驗件數共110,624件，抽驗不合格件數共371件，抽驗不合格率為0.34%，其中共7項檢驗項目檢出不合格紀錄，包含「鎘」、「甲基汞」、「無機砷」、「鉛」、「銅」、「砷」及「汞」，檢驗件數前3高之檢驗項目依序為「鎘」、「鉛」及「甲基汞」，共佔83.69%。歷年檢驗不合格件數以「鎘」為最多，共計248件，不合格率則以「無機砷」1.34%為最高。

比較邊境各個檢驗項目下，每個產品中分類不合格情形，在檢驗項目「鎘」中，「生鮮冷藏冷凍蔬菜」、「其他活生鮮冷藏水產品」、「乾蔬菜」及「藥食兩用」共4項產品中分類進行卡方及費雪精確性檢定後為顯著不合格；檢驗項目「甲基汞」中，「活生鮮冷藏魚產品」及「冷凍魚產品」進行卡方及費雪精確性檢定後為顯著不合格中分類；檢驗項目「鉛」中，「香辛料」及「藥食兩用」進行卡方及費雪精確性檢定後為顯著不合格中分類(表一)

檢驗項目「鎘」中，「乾蔬菜」及「藥食兩用」為顯著不合格之中分類且皆非108年常規檢驗項目，檢驗項目「鉛」中，「香辛料」及「藥食兩用」為顯著不合格之中分類且非108年常規檢驗項目，針對這些產品中分類後續值得關注。

### 二、邊境不合格產品名稱分析

針對顯著不合格之產品中分類作進一步探討，檢視歷年檢驗「鎘」之不合格物品，在「生鮮冷藏冷凍蔬菜」中，「洋蔥」檢驗30件不合格為最多，其次為「百合」，總計有22件；在「其他活生鮮冷藏水產品」中，「扇貝」檢驗21件不合格為最多。檢視歷年檢驗「甲基汞」之不合格物品，在「活生鮮冷藏魚產品」及「冷凍魚產品」中，「石斑魚」檢驗13件不合格為最多。檢視歷年檢驗「鉛」之不合格物品，在「香辛料」中，「花椒製品」檢驗5件不合格為最多，其次為「辣椒粉」，總計有4件(表二)。

另外，綜合檢驗項目之不合格物品，中分類「藥食兩用」分別於檢驗項目「鎘」及「鉛」均有顯著不合格情形，且此兩項檢驗項

表一、邊境產品中分類檢定及不合格情形表

| 檢驗項目 | 產品中分類 | 檢驗件數(件) | 檢驗不合格件數(件) | 不合格率(%) | p-value | 是否為108年常規檢驗項 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 鎘 | 生鮮冷藏冷凍蔬菜 | 12,907 | 103 | 0.8 | 0.005** | 是 |
| | 其他活生鮮冷藏水產品 | 2,108 | 48 | 2.28 | 0.000*** | 是 |
| | 乾蔬菜 | 309 | 9 | 2.91 | 0.000*** | 否 |
| | 藥食兩用 | 38 | 2 | 5.26 | 0.024* | 否 |
| 甲基汞 | 活生鮮冷藏魚產品 | 4,738 | 37 | 0.78 | 0.001** | 是 |
| | 冷凍魚產品 | 2,382 | 31 | 1.3 | 0.000*** | 是 |
| 鉛 | 香辛料 | 183 | 9 | 4.92 | 0.000*** | 否 |
| | 藥食兩用 | 38 | 2 | 5.26 | 0.000*** | 否 |

顯著性：*p-value<0.05,**p-value<0.01,***p-value<0.001

表二、邊境高風險產品不合格情形表

| 檢驗項目 | 產品中分類 | 產品名稱 | 104 | 105 | 106 | 107 | 108 | 總計 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 鎘 | 生鮮冷藏冷凍蔬菜 | 洋蔥 | 2 | 11 | 5 | 7 | 5 | 30 |
| | 生鮮冷藏冷凍蔬菜 | 百合 | 4 | 7 | 3 | 2 | 6 | 22 |
| | 其他活生鮮冷藏水產品 | 扇貝 | - | 5 | 10 | 5 | 1 | 21 |
| 甲基汞 | 活生鮮冷藏魚產品<br>冷凍魚產品 | 石斑魚 | - | 7 | 3 | 2 | 1 | 13 |
| 鉛 | 香辛料 | 花椒製品 | - | - | - | 3 | 2 | 5 |
| | | 辣椒粉 | - | - | 4 | - | - | 4 |

目均非該中分類之常規檢驗項目，其不合格產品皆為「薑黃粉」，建議將「鉛」及「鎘」納入「薑黃粉」未來邊境關注檢驗項目。

## 三、後市場產品大分類抽驗分析

歷年後市場重金屬共有19個檢驗項目，以檢驗項目件數觀之，重金屬於後市場歷年共檢驗83,594件(國產80,323件，進口3,271件)，計有75件不合格(國產66件，進口9件)，不合格率0.09%(國產0.08%，進口0.28%)。重金屬檢驗件數以鉛18,389件為最多，檢驗不合格件以「鉛」23件為最多，其次為「鎘」不合格22件及「銅」不合格22件。

比較後市場各個檢驗項目下，每個產品大分類不合格情形，在檢驗項目「銅」中，「蛋類製品」進行卡方及費雪精確性檢定後為顯著不合格大分類；在檢驗項目「鎘」中，「蔬果製品」及「水產製品」進行卡方及費雪精確性檢定後為顯著不合格大分類；在檢驗項目「鉛」中，「蛋類製品」進行卡方及費雪精確性檢定後為顯著不合格大分類(表三)。

表三、後市場產品大分類檢定及不合格情形表

| 檢驗項目 | 產品大分類 | 檢驗件數 | 檢驗不合格件數 | 不合格率(%) | p-value |
|---|---|---|---|---|---|
| 銅 | 蛋類製品 | 1,409 | 17 | 1.21 | 0.000*** |
| 鎘 | 蔬果製品 | 1,397 | 13 | 0.93 | 0.000*** |
| | 水產製品 | 1,825 | 6 | 0.33 | 0.038* |
| 鉛 | 蛋類製品 | 1,411 | 5 | 0.35 | 0.028* |

顯著性：*p-value<0.05,**p-value<0.01,***p-value<0.001

表四、後市場高風險產品不合格情形表

| 檢驗項目 | 產品大分類 | 產品名稱 | 104年 | 105年 | 106年 | 107年 | 108年 | 總計 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 銅 | 蛋類製品 | 皮蛋 | 3 | - | 5 | 4 | 5 | 17 |
| 鎘 | 蔬果製品 | 香菇 | 1 | 2 | 1 | 1 | - | 4 |
| 鉛 | 蛋類製品 | 皮蛋 | 2 | 1 | 1 | - | 1 | 5 |

## 四、後市場不合格產品分析

針對顯著不合格之產品大分類作進一步探討，檢視歷年檢驗「銅」之不合格物品，在大分類「蛋類製品」中，其檢驗不合格物品均為「皮蛋」，總計17件。檢視歷年檢驗「鎘」之不合格物品，在大分類「蔬果製品」中，「香菇」檢驗5件不合格為最多。檢視歷年檢驗「鉛」之不合格物品，在大分類「蛋類製品」中，其不合格物品均為「皮蛋」，總計5件(表四)。

另外，綜合其檢驗項目之不合格物品，其中「飲用水」分別在「銅」(不合格4件)、「鎘」(不合格1件)、「鉛」(不合格14件)及「鋅」(不合格2件)均有檢出不合格，針對「飲用水」後續值得關注。

## 五、邊境與後市場抽驗比較分析

比較邊境與後市場在重金屬檢驗項目中進行卡方及費雪精確性檢定後與檢驗不合格有顯著相關之物品分類。於邊境中，檢驗項目「鎘」不合格率較高之物品為「百合」及「扇貝」，於後市場均無不合格紀錄，建議可加強「百合」及「扇貝」產品之邊境管控，而「洋蔥」雖於邊境不合格件數多，但其不合格率較低，故建議維持原管制。檢驗項目「甲基汞」中不合格件數較高之物品為「石斑魚」，雖於邊境不合格件數多，但其不合格率低，故建議維持原管制。檢驗項目「鉛」不合格件數較高的「辣椒」及「花椒」相關產品，在後市場「辣椒」檢驗14件，無不合格紀錄，以及「花椒」檢驗3件，不合格2件皆為進口，建議未來可加強「花椒」產品之邊境管控(表五)。

於後市場中，檢驗項目「鎘」以「香菇」不合格件數較多且均為國產，邊境僅2件不合格，故暫無需於邊境進行特別管控。檢驗項目「鉛」及「銅」中，不合格件數較高之物品「皮蛋」，其無進口報驗紀錄，屬國產製品，且經查109年食品後市場監測計畫，已將「蛋品及其加工品」納入食品重金屬監測計畫，建

表五、邊境與後市場高風險產品比較表

| 檢驗項目 | 物品名稱 | 邊境 | | | 後市場 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 檢驗件數 | 檢驗不合格件數 | 不合格率(%) | 檢驗件數 | 檢驗不合格件數 | 不合格率(%) |
| 鎘 | 洋蔥 | 1,189 | 30 | 2.52 | 8 | 0 | 0.00 |
| | 百合 | 57 | 22 | 38.60 | 5 | 0 | 0.00 |
| | 扇貝 | 144 | 23 | 15.97 | 3 | 0 | 0.00 |
| 甲基汞 | 石斑魚 | 686 | 13 | 1.90 | 9 | 0 | 0.00 |
| 鉛 | 辣椒/紅椒 | 194 | 4 | 2.06 | 14 | 0 | 0.00 |
| | 花椒 | 63 | 5 | 7.94 | 3 | 2 | 66.67 |
| 鎘 | 香菇 | 44 | 2 | 4.55 | 372 | 5 | 1.34 |
| 鉛 | 皮蛋 | - | - | - | 597 | 5 | 0.84 |
| 銅 | 皮蛋 | - | - | - | 607 | 17 | 2.80 |

議維持後市場原檢驗方式即可。

## 討論與建議

綜合以上發現並針對歷年數據進行深入分析後提出以下建議：

一、邊境分析中，中分類「藥食兩用」之「薑黃粉」於檢驗項目「鎘」及「鉛」均有顯著不合格情形，且非邊境常規檢驗項目，建議將「鉛」及「鎘」納入「薑黃粉」未來邊境關注檢驗項目。

二、於邊境中，「鎘」不合格率較高之物品為「百合」及「扇貝」，於後市場均無不合格紀錄；「鉛」不合格件數較高之「花椒」產品，在後市場不合格2件(不合格率為66.67%)皆為進口，建議可加強上述產品之邊境管控。

三、於後市場檢驗項目「鉛」及「銅」中，不合格件數較高之物品為「皮蛋」，其無進口報驗紀錄，屬國產製品，且經查109年食品後市場監測計畫，已將「蛋品及其加工品」納入食品重金屬監測計畫，建議維持後市場原檢驗方式即可。

## 參考文獻

1. 陳姿媛、鄭維智、許朝凱、潘志寬等。2017。食安五環新作為。國土及公共治理季刊，5(3): 130-137。
2. 林文淵。2017。食安相關巨量資料之應用-e起串起來。政府機關資訊通報，345: 1-3。
3. 連耿汶。2017。輸入食品查驗法規與管理措施介紹。食品藥物管理署邊境。
4. Sastre, J., Sahuquillo, A., Vidal, M., Rauret, G. 2002. Determination of Cd, Cu, Pb and Zn in environmental samples: microwave-assisted total digestion versus aquaregia and nitric acid extraction, Anal. Chim. Acta. 462: 59-72.
5. 何念祖、孟賜福。1987。植物營養原理。上海科學技術出版社。
6. Alloway, B. J., 1995. Soil processes and the behavior of heavy metals, Heavy metals in soils, p11-35, John Wiley and Sons, New York.
7. 許哲綸、高雅敏、許惠美、蔡永盛等。2010。食米中重金屬(鎘、汞、鉛)含量調查。食品藥物研究年報，1: 12-22。
8. 顏國欽。1997。食品安全學。25-26，118-119。藝軒圖書出版社。
9. 蔡佳芬、潘志寬、鄭秋真、周薰修。1990。臺灣地區養殖貝類重金屬含量之調查。藥物食品檢驗局調查研究年報，8: 196-208。
10. 原田正純著。謝旺詮譯。1985。水俣症:日本工廠廢水所引發的公害病例。行政院衛生署環保局出版。
11. 鍾崇桑、柯捷男。2002。可怕的鉛污染。科學發展，357: 52-55。
12. 林意凡、王榮德。2003。鉛危害之防治。健康世界，202: 39-44。
13. William G. Cochran, 1952. The $\chi 2$ Test of Goodness of fit. The Annals of Mathematical Statistics. 23: 315-342.

# Potential Risk Analysis and Control Strategy of Heavy Metal Contamination of Food

JUN-FENG XU, LI-YA WU, KING-FU LIN AND SHOU-MEI WU

Decision Support Center, TFDA

## ABSTRACT

To ensure food hygiene and food safety of consumers, TFDA implemented sampling measures at the border according to product risk levels. The sampling rates of failure products would gradually increase, and may reach to batch by batch inspection based on the historical data from food cloud. This study provided suggestions for adjusting border inspection utilizing big data analysis assisted with statistical and scientific risk factors. The results were able to predict future risks by looking into the historical pattern of past metal inspection records. The study concluded that: 1. Lead and cadmium were suggested to add in the inspection item list of turmeric powder.  2. Three products, “lily”, “scallop” and “pepper”, were suggested to increase the control level.

Key words: imported food inspection system (IFI), product management distribution system (PMDS), risk analysis, food cloud

NATIONAL CENTRAL LIBRARY ROC