

食米中重金屬(鎘、汞)含量之調查

施如佳 楊福麟 呂文寶 吳克慧

鄭秋真 蔡玉雲 林阿洋 周薰修

第四組

摘要

為瞭解臺灣地區生產之食米中重金屬(鎘、汞)含量之現況，衛生署擬定本調查計畫，並由臺灣省各縣市衛生局協助配合抽樣，於民國87年7月至88年6月間至各轄區(包括台北縣、桃園、苗栗、台中、彰化、雲林、嘉義、台南、高雄、屏東、花蓮等區)內，資本額達一千萬以上的碾米廠抽樣一、二期作的食米檢體，檢體送至本局並依行政院衛生署公告方法進行分析檢驗。經檢驗91件食米檢體，鎘含量總平均值為0.04 ppm (N.D.~0.10 ppm)，汞含量總平均值為0.003 ppm (N.D.~0.009 ppm)；第一期作食米44件檢體中，鎘之平均含量為0.04 ppm (N.D.~0.10 ppm)，汞含量平均為0.004 ppm (N.D.~0.009 ppm)；第二期作食米47件檢體中，鎘之平均含量為0.04 ppm (N.D.~0.10 ppm)，汞含量平均為0.003 ppm (0.001~0.006 ppm)。檢驗結果均未超出行政院衛生署所公告『食米重金屬限量標準』(鎘0.5 ppm以下，汞0.05 ppm以下)之規定。顯示臺灣地區食米所含重金屬鎘及汞含量尚低，當可祛除民眾對食米衛生安全之疑慮。

關鍵詞:食米(rice)，重金屬(heavy metal)，鎘(cadmium)，汞(mercury)

前言

對生物體而言，許多金屬元素在少量時是有益無害的，並且廣泛分佈在所有植物和動物體內，例如鈣、鈉、鉀、鎂、鐵、銅、鋅、鈷、錳等。其功能除了構成骨骼和牙齒等主要成分外，亦具有維持酸鹼平衡、神經及肌肉的感應收縮、酵素調節及細胞通透性等重要生理功用^(1,2)。但金

屬中也有對人體有害的，如汞、鉛、鎘、砷、銅(超量時)等，因此我們常將『攝取微量時便顯出有害症狀的金屬』定義為『有害性金屬』⁽³⁾。

食品在正常狀況下，其所含的重金屬濃度都有一定的範圍，亦即「自然含量」。然而當動、植物飼育過程或栽培環境受到重金屬污染時，因為金屬具有一進入環境中，就永久存在環境中而不被分解的特

性，所以存在於環境中金屬污染物質就會經過各種途徑進入體內，水中的金屬有時經飲用水直接被攝取，有時經水中生物再以食物型態被攝取。土壤中的金屬經植物吸收後，再經牧草、蔬菜、穀物等直接或間接進入體內。大氣中的金屬多經呼吸道直接進入生物體內，但有時間接的污染食品則經口進入體內。(3,4)。

鎘為一種慢性毒素，它會累積於人體器官，尤其是腎臟，要經數年才發現其不良作用，而腎臟一旦受到傷害便無法復原⁽⁵⁾。日本富山縣神通川流域發生的鎘中毒之「痛痛病(Itai-Itai)」，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⁽⁴⁾，其中毒機構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。此病的症狀為骨質軟化(osteomalacia)及腎功能不正常產生蛋白尿症(proteinuria)⁽⁵⁾，致全身多處骨折疼痛不已，最後死亡。如果大量攝食所引起的急性中毒症狀有嘔吐、頭暈、腹瀉以及虛脫等現象⁽⁴⁾。

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質和量。金屬汞揮發性強，吸入後，很容易到達肺中，在肺內被吸收、氧化。汞化合物又可分無機離子型和有機汞；無機汞經口攝取由腸道吸收，大部份會和血漿蛋白結合，蓄積在腎臟，另一部分向神經組織遷移，影響神經系統。有機汞經口攝取後，尤其是低級烷基汞容易通過血腦屏障，侵入腦，造成中樞神經系統障礙。一般而言汞急性中毒時可引起腹痛、嘔吐、循環障礙、貧血、神經障害(巴金氏震顫)等。慢性中毒則會導致口腔炎、神經障礙、骨障礙及顎骨骨髓炎等。所以FDA(美國食品藥物

管理署)及FAO(世界糧食組織)均將汞列為對生物體最具威脅性的重金屬污染元素(3,4,5)。

我國由於各種工業急速發展，但缺乏環境保護觀念及取締監控管理未嚴格落實，致廢水、廢氣處理未臻理想，造成空氣、水質及土壤等受到重金屬嚴重污染。這些都將導致土地上的作物有重金屬的殘留^(6,7)。我國又以米食為主，若食米中含有過量的重金屬，將對國民健康構成很大的威脅。目前我國訂有『食米重金屬限量標準』(鎘 0.5 ppm 以下，汞 0.05 ppm 以下)之規定⁽⁸⁾。為保障國民食之安全，行政院衛生署擬定『碾米廠食米查核計畫』，由行政院衛生署藥物食品檢驗局(簡稱藥檢局)及臺灣省各縣市衛生局共同辦理，以瞭解目前臺灣地區食米中重金屬含量之情況並隨時對重金屬含量監控。由各縣市衛生局採取碾米廠食米檢體，送至藥檢局，依據行政院衛生署公告方法進行分析檢驗，研究結果將可作為未來監控食米衛生安全之參考。

材料與方法

一、檢體來源：

為求樣品之普遍性，本計畫由行政院衛生署負責規畫，依據經濟部工業局工廠登記資料，列舉全省資本額超過一千萬之碾米廠名稱、地址、負責人等及市售食米抽驗數量表，分送全省各縣市衛生局建檔並分期抽檢。全省共十一個縣市衛生局參與本食米抽查計畫，包括台北縣、桃園縣、苗栗縣、台中縣、彰化縣、雲林縣、嘉義縣、台南縣、高雄縣、屏東縣及花蓮縣。各衛生局依前所規畫月份至轄區內所

屬碾米廠抽檢第一、二期稻作之食米檢體。食米檢體經採樣、分裝後，連同樣品編號、品牌、碾米廠商名稱等抽驗紀錄表送至藥檢局，暫存於冷藏室中。至分析工作開始時，將樣品以粉碎機研細均勻，再予取樣，並依衛生署公告方法予以檢測。

二、裝置：

(一)單元素分析石墨爐式原子吸光光譜儀(Single Element Furnace Atomic Absorption Spectrophotometer)：Perkin Elmer 4110ZL，U.S.A.。

(二)汞螢光光譜儀(Mercury Atomic Fluorescence Spectrometry)：Merlin PSA 10.023, PS Analytical, U.K.

(三)粉碎器：Retsch ZM 100，Germany。

(四)加熱板：Schott SLK 2，Germany。

(五)高溫灰化爐：Type 48000 Programmable Furnace，Barnstead/Thermolyne Corporation，U.S.A.。

三、試藥：

硫酸、硝酸、鹽酸、過氧化氫、高錳酸鉀、尿素及氯化亞錫均採試藥特級，購自德國 Merck KGaA 公司。

四、標準溶液之配製：

(一)取適量之1000 mg/L鎘標準原液配製成10 mg/L，再取適量分別配成0.1，0.5，1，2，3 μ g/L之鎘標準溶液。

(二)取適量之1000 mg/L汞標準原液配製成10 mg/L，再取適量分別配成

50，100，200，300，400，500 ng/L之汞標準溶液。

五、檢液之調製及定量：

告食品中重金屬--鎘之檢驗法⁽⁹⁾調製檢液，再以石墨爐原子吸光分光光譜儀檢測鎘含量。依據行政院衛生署公告食品中重金屬--汞之檢驗法⁽⁹⁾調製檢液，再以冷蒸氣汞螢光光譜儀檢測汞含量。

結果與討論

本調查計畫檢驗結果如下：

一、第一期稻作部份：

參與碾米廠第一期作食米檢體的採樣共有十個縣市衛生局，抽驗之44件檢體中，鎘含量平均為0.04 ppm (N.D.~0.10 ppm)，汞含量平均0.004 ppm (為N.D.~0.009 ppm)；北部地區及東部地區共檢驗11件，台北縣抽驗2件檢體，鎘含量平均為0.07 ppm (0.06~0.07 ppm)，汞含量平均為0.003 ppm (0.002~0.004 ppm)；桃園縣抽驗7件檢體，鎘含量平均為0.06 ppm (0.03~0.10 ppm)，汞含量平均為0.004 ppm (N.D.~0.007 ppm)；花蓮縣抽驗2件檢體，鎘含量平均為0.03 ppm (0.02~0.03 ppm)，汞含量平均為0.003 ppm (0.002~0.003 ppm)。

中部地區共檢驗26件檢體，苗栗縣抽驗之5件檢體中，鎘含量平均為0.05 ppm (N.D.~0.08 ppm)，汞含量平均為0.007 ppm (0.004~0.009 ppm)；台中縣抽驗3件檢體，鎘含量平均為0.04 ppm (0.01~0.05 ppm)，汞含量平均為0.003 ppm (0.002~0.005 ppm)；彰化縣抽驗12件檢體，鎘含

量平均為 0.03 ppm (0.01 ~ 0.05 ppm)，汞含量平均為 0.002 ppm (0.001 ~ 0.003 ppm)；雲林縣抽驗 6 件檢體，鎘含量平均為 0.04 ppm (0.01 ~ 0.07 ppm)，汞含量平均為 0.003 ppm (0.001 ~ 0.006 ppm)。

南部地區檢驗 7 件檢體，其中嘉義縣抽驗 2 件，鎘含量平均為 0.02 ppm (0.01 ~ 0.03 ppm)，汞含量平均為 0.005 ppm (0.004 ~ 0.006 ppm)；高雄縣僅抽驗 1 件檢體，鎘含量為 0.05 ppm，汞含量為 0.002 ppm；屏東縣抽驗 4 件檢體，鎘含量平均為 0.02 ppm (N.D. ~ 0.08 ppm)，汞含量平均為 0.004 ppm (0.001 ~ 0.006 ppm)；見表一。

二、第二期稻作部份：

九個縣市衛生局協助碾米廠第二期作食米檢體的採樣工作，共計抽驗 47 件檢體中，鎘含量平均為 0.04 ppm (N.D. ~ 0.10 ppm)，汞含量平均為 0.003 ppm (為 0.001 ~ 0.006 ppm)；北部地區及東部地區共檢驗 11 件，台北縣抽驗 2 件檢體，鎘含量平均為 0.06 ppm (0.05 ~ 0.06 ppm)，汞含量平均為 0.005 ppm (0.004 ~ 0.005 ppm)；桃園縣抽驗 7 件檢體，鎘含量平均為 0.06 ppm (0.01 ~ 0.10 ppm)，汞含量平均為 0.005 ppm (0.002 ~ 0.006 ppm)；花蓮縣抽驗 2 件檢體，鎘含量平均為 0.03 ppm (均為 0.03 ppm)，汞含量平均為 0.002 ppm (均為 0.002 ppm)。

中部地區共檢驗 29 件檢體，其中苗栗縣抽驗 3 件檢體，鎘含量平均為 0.03 ppm (0.02 ~ 0.04 ppm)，汞含量平均為 0.002 ppm (均為 0.002 ppm)；台中縣抽驗 2 件檢體，鎘含量平均為 0.02 ppm (0.01 ~ 0.03 ppm)，汞含量平均為 0.002 ppm (均為 0.002 ppm)；彰化縣抽驗之 13 件檢體，鎘含量平

均為 0.03 ppm (0.01 ~ 0.05 ppm)，汞含量平均為 0.002 ppm (0.001 ~ 0.003 ppm)；雲林縣抽驗之 11 件檢體，鎘含量平均為 0.04 ppm (0.01 ~ 0.06 ppm)，汞含量平均為 0.003 ppm (0.002 ~ 0.004 ppm)。

南部地區檢驗 7 件檢體，台南縣所抽驗之 4 件檢體，鎘含量平均為 0.01 ppm (N.D. ~ 0.02 ppm)，汞含量平均為 0.003 ppm (0.001 ~ 0.006 ppm)；屏東縣抽驗 3 件檢體，鎘含量平均為 0.05 ppm (0.03 ~ 0.06 ppm)，汞含量平均為 0.006 ppm (0.005 ~ 0.006 ppm)；見表二。

第一、二期作食米的鎘、汞含量，雖然各採樣時間和地區略有不同，但各區檢驗結果與總平均值鎘含量 0.04 ppm (N.D. ~ 0.10 ppm)，汞含量 0.003 ppm (N.D. ~ 0.009 ppm)，均極為接近，差異不大。

三、依含量分佈比較：

第一、二期稻作 44、47 件檢體中鎘之檢出含量件數百分率分佈以 0.05 ppm 及 0.03 ppm 最多，分別為 11 件及 13 件，各佔 25% 及 27.7%。一、二期作汞含量均以檢出 0.002 ppm 之件數最多，分別為 14 件及 22 件，各佔 31.8% 及 46.8% (詳見圖一 ~ 二)。

由全省十一個縣市抽驗 91 件食米檢體中，鎘含量總平均值為 0.04 ppm (N.D. ~ 0.10 ppm)，汞含量總平均值為 0.003 ppm (N.D. ~ 0.009 ppm)。鎘含量最高值為 0.10 ppm，共有 3 件，均位於桃園縣；鎘含量最低值為未檢出，共計有 5 件，分別位於苗栗縣(1)、台南縣(1)、屏東縣(3)；汞含量最高值為 0.009 ppm，僅有 1 件，位於苗栗縣；汞含量最低值為未檢出，僅有 1 件，位於桃園縣(1)。

表一.抽驗各縣市第一期作食米中鎘、汞含量

抽驗地區	件數	含量(ppm)	汞含量(ppm)
台北縣	2	0.07 ^a (0.06~0.07) ^b	0.003 (0.002~0.004)
桃園縣	7	0.06 (0.03~0.10)	0.004 (N.D. ^c ~0.007)
花蓮縣	2	0.03 (0.02~0.03)	0.003 (0.002~0.003)
苗栗縣	5	0.05 (N.D.~0.08)	0.007 (0.004~0.009)
台中縣	3	0.04 (0.01~0.05)	0.003 (0.002~0.005)
彰化縣	12	0.03 (0.01~0.05)	0.002 (0.001~0.003)
雲林縣	6	0.04 (0.01~0.07)	0.003 (0.001~0.006)
嘉義縣	2	0.02 (0.01~0.03)	0.005 (0.004~0.006)
高雄縣	1	0.05	0.002
屏東縣	4	0.02 (N.D.~0.08)	0.004 (0.001~0.006)
總平均	44	0.04 (N.D.~0.10)	0.004 (N.D.~0.009)

a:平均值

b:含量範圍

c: N.D.表示未檢出。鎘之最低檢出限量為 0.005ppm；汞之最低檢出限量為 0.0005 ppm。

表二.抽驗各縣市第二期作食米中鎘、汞含量

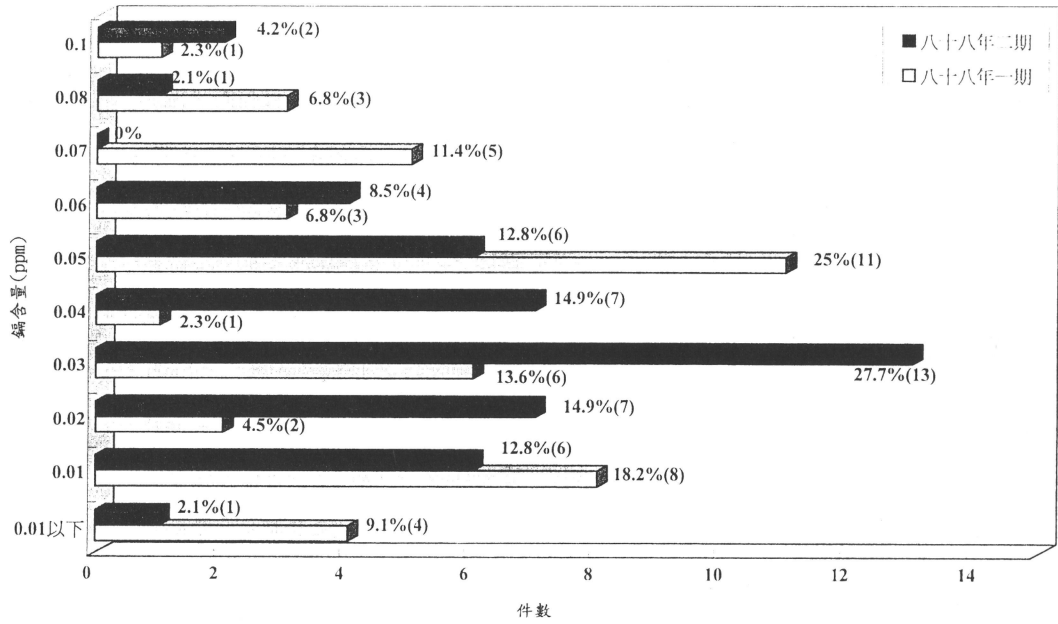
抽驗地區	件數	鎘含量(ppm)	汞含量(ppm)
台北縣	2	0.06 ^a (0.05~0.06) ^b	0.005 (0.004~0.005)
桃園縣	7	0.06 (0.01~0.10)	0.005 (0.002~0.006)
花蓮縣	2	0.03 (0.03~0.03)	0.002 (0.002~0.002)
苗栗縣	3	0.03 (0.02 ~0.04)	0.002 (0.002~0.002)
台中縣	2	0.02 (0.01~0.03)	0.002 (0.002~0.002)
彰化縣	13	0.03 (0.01~0.05)	0.002 (0.001~0.003)
雲林縣	11	0.04 (0.01~0.06)	0.003 (0.002~0.004)
台南縣	4	0.01 (N.D. ^c ~0.02)	0.003 (0.001~0.006)
屏東縣	3	0.05 (0.03~0.06)	0.006 (0.005~0.006)
總平均	47	0.04 (N.D.~0.10)	0.003 (0.001~0.006)

a:平均值

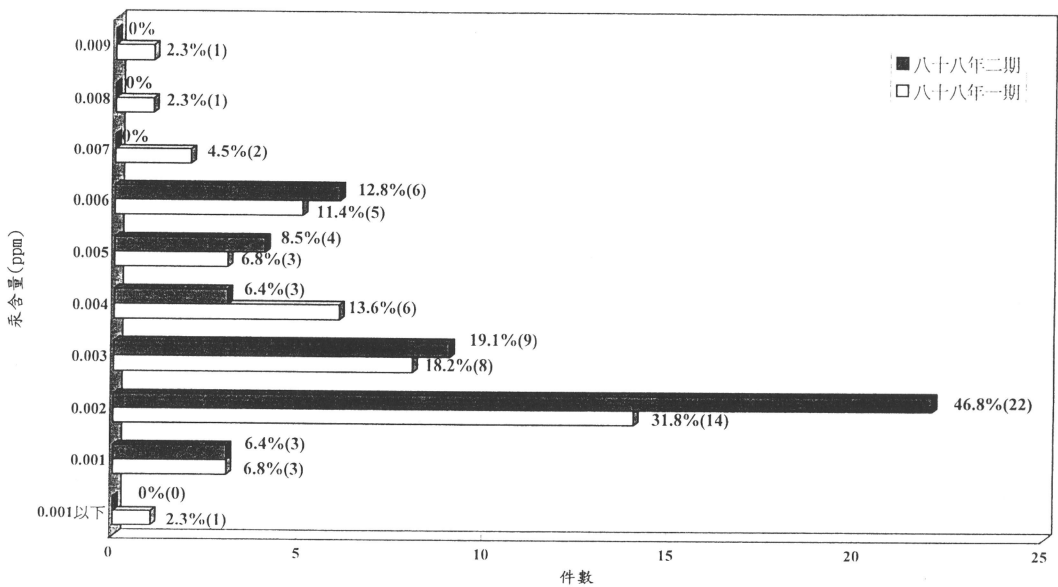
b:含量範圍

c: N.D.表示未檢出。鎘之最低檢出限量為 0.005ppm; 汞之最低檢出限量為 0.0005 ppm。

圖一、銅含量件數百分率分佈圖



圖二、汞含量件數百分率分佈圖



依據目前我國行政院衛生署所公告之『食米重金屬限量標準』鎘為0.5 ppm以下，汞為0.05 ppm以下，經檢驗91件檢體之檢驗結果發現，鎘、汞含量均未超出限量標準，且遠低於限量值。顯示近年來空氣、水質及土壤之污染雖日益嚴重，但並未對臺灣地區食米造成嚴重之污染。本實驗之檢驗結果，除可作為將來食米重金屬監視之參考依據，並可祛除民眾對食米重金屬衛生安全之疑慮。但因食米是國人主要糧食，於八十九年度將延續食米中重金屬含量追蹤調查，亦由行政院衛生署規畫，各縣市衛生局配合採樣。結果可提供衛生局輔導轄區內碾米廠，落實稻米來源及生產過程的衛生管理，以期能保障食米安全，維護民眾之健康。

參考文獻

1. 日本藥學會編。1996。日本衛生試驗法註解。亞龍國際出版股份有限公司。43~63頁。
2. 黃伯超、游素玲。1983。營養學精要。台北市合作書刊出版合作社。128頁。
3. 王有忠。1989。食品安全。華香園出版社。116~130頁。
4. 蔡佳芬、潘志寬、鄭秋真、周薰修。1990。藥物食品檢驗局調查研究年報，8：196~208。
5. 顏國欽。1997。食品安全學。藝軒圖書出版社。25~26頁，118~119頁。
6. 李錦地、張嵩林、郭錦洛、洪正中、張連傳。1982。毒性污染物使用量及殘餘量調查報告。臺灣水污染防治所編印。123頁。
7. Huan, F. A. de and Zwerman, P. J. 1978. Soil Pollution in Bolt, C. H. and M. G. M. Bruggenwert. Soil Chemistry.
8. 行政院衛生署76.9.16衛署食字第690279號公告 --- 食米重金屬限量標準。
9. 行政院衛生署 77.11.14.衛署食字第762431號公告食品重金屬檢驗法 --- 鎘、汞之檢驗。

THE INVESTIGATION OF HEAVEY METALS (CADMIUM and MERCURY) IN RICE

RU-CHIA SHIH, FU-LIN YANG, WEN-BAO LEU, KO-HUI WU,
CHIEU-CHEN CHENG, YU-YUN TSAI, A-YANG LIN AND SHIN-SHOU CHOU

Division of Food Chemistry

ABSTRACT

In order to understand the content of heavy metals (cadmium and mercury) in rice in Taiwan, the Department of Health collected samples offered by the rice mills from July 1998 to June 1999. Ninety-one rice samples, including first and second crop rice, were examined. The results showed that the total average content of cadmium of rice was 0.04 ppm (N.D. ~ 0.10 ppm), and mercury was 0.003 ppm (N.D. ~ 0.009ppm). The average content of cadmium of 47 second crop rice samples was 0.04ppm (0.01 ~ 0.10 ppm), and mercury was 0.003ppm (0.001 ~ 0.006 ppm). In this investigation, the safety and sanitation for all rice indicated to be under good control. The contents of cadmium and mercury in rice were all below the regulatory limits in Taiwan area.

Key Words : rice, heavy metal, cadmium, mercury