

101年度市售蔬果中重金屬含量監測

陳瑤瓊 王依婷 管麗珍 林宜蓉 周秀冠

食品藥物管理署中區管理中心

摘 要

為維護民眾食用蔬果之安全，於101年度抽驗102件市售蔬果檢體，分別監測其不同元素含量，結果所有蔬果檢體中鉛、鎘含量皆合於法規標準。除了鉛(Pb)及鎘(Cd)元素外，也監測了銀(Ag)、砷(As)、鋇(Ba)、鈷(Co)、銅(Cu)、鉻(Cr)、鎳(Ni)、鋅(Zn)、錳(Mn)及鎳(Ni)元素，結果顯示蔬果中重金屬含量會受到不同類別蔬果及產地之影響。另取其中部分檢體分別以密閉式微波消化法、乾式灰化法及濕式消化法消化後分析，比較其不同前處理方式下的重金屬含量，研究結果發現不同前處理方式也會造成某些重金屬含量些微的不同。因國際間計算蔬果重金屬的基準包括鮮重及乾重，故本研究中也分別計算以鮮重及乾重為基準下之數據，以利與國際上數值相比較。

關鍵詞：蔬果、重金屬、鉛、鎘、銀、砷、鋇、鈷、銅、鉻、鎳、鋅、錳、鎳

前 言

由於國人越來越注重養生，使得食用蔬果之安全性在現行生活中愈趨重要，以往主要是針對環境、土壤、水源與污染事件發生進行檢測。繼世界衛生組織及歐盟等各先進國家分別訂定蔬果中的重金屬殘留標準後，TFDA於100年5月30日公告「蔬果植物類重金屬限量標準」⁽¹⁾，藉由對市售蔬果中重金屬含量檢測，監控蔬果中累積的重金屬含量是否符合規範，以維護民眾食的安全。

蔬果中重金屬含量會因地區、栽培性及種類不同，造成重金屬於蔬果內累積的量也會不同。對大部分蔬果來說，只有對蔬果有效性的重金屬才較易被蔬果吸收，當環境中重金屬含量濃度增加時，蔬果中累積的重金屬含量也會增加，進而進入食物鏈中，對人體健康造成影響。

在本次研究中分別以密閉式微波消化法、乾式灰化法及濕式消化法之前處理方式，並搭配感應耦合電漿質譜儀(Inductively coupled plasma-

mass spectrometer, ICP/MS)進行蔬果中重金屬含量分析。除了針對「蔬果植物類重金屬限量標準」中鉛、鎘的檢測之外，亦同時分析其他重金屬元素，並分別以鮮重及乾重計算所得之重金屬含量，比較不同前處理方法及以乾濕重為計算基準在分析數據上的差異。

材料及方法

一、材料

(一)檢體來源

自苗栗縣、臺中市、彰化縣、南投縣及雲林縣衛生局針對101年度市售及包裝場農產品殘留農藥監測計畫所稽查之檢體中，取出小葉菜類、瓜菜及果菜類、豆類及豆菜類、其他(亞)熱帶水果類、根莖菜類(不含鱗莖類)、莓(漿)果及其他小型果實類等檢體，共計94件。另宜蘭縣衛生局亦至轄區內之超級市場、傳統市場、量販店及包裝場等地，以稽查方式取得8件蔬果檢體。總計102件蔬果檢體。

(二)檢體類別

小葉菜類27件、瓜菜及果菜類36件、豆類及豆菜類21件、其他(亞)熱帶水果類6件、根莖菜類(不含鱗莖類) 3件、莓(漿)果及其他小型果實類6件、(半)結球及花菜類等蔬菜1件、核果類1件及鱗莖類1件等檢體，共102件。

(三)試藥

超純硝酸(65%)(自Merck購買)、過氧化氫(30%)(自Merck購買)、標準溶液(自Perkin-Elmer購買)、NIST1568a標準物質(自NIST購買)、NIST1515標準物質(自NIST購買)。

(四)設備及裝置

陶瓷刀、坩鍋(瓷製，附蓋)、稱量瓶(附蓋)、烘箱(TV-40U-1, Memmert, Germany)、乾燥器、密閉式微波消化儀(STARTD, MILESTONE, Italy)、電熱板(SLK-2, SCHOOT, Germany)、高溫灰化爐(CWF 11/13, CARBOLITE, UK)、加熱板(EasyDigest, Analab, France)及感應耦合電漿質譜儀(Elan DRC-e, Perkin-Elmer, USA)。

二、實驗方法

(一)檢體均質

蔬果檢體先以自來水清洗後，再的去離子水沖洗，風乾後，以陶瓷刀切碎檢體均質。

(二)水分含量測定

取均質檢體約3-5 g，精確稱定，置於預經乾燥恆量之稱量瓶中，再放入恆溫箱，於105℃加熱24小時後，將稱量瓶蓋妥，移入乾燥器中放冷，約30分鐘後稱量，重複上述步驟至恆重，並依此計算水分含量。

(三)密閉式微波消化法⁽²⁾

取均質檢體約0.5 g，精確稱定，置於高壓微波消化瓶中，加入硝酸7 mL及30%過氧化氫1 mL，以微波加熱消化，至檢液為澄清狀態。放冷後移入容量瓶中，以去離子水洗滌微波消化瓶，洗液併入容量瓶中，以去離子水定容至25 mL，供作檢液。另取空白消化瓶，加入硝酸7 mL及30%過氧化氫1 mL，以下步驟同檢液之操作，供作為空白檢液。

(四)乾式灰化法⁽²⁾

取均質檢體約0.5 g，精確稱定，置於坩堝中，於電熱板上先以低溫乾燥，再以高溫碳化至無黑煙後，移入灰化爐中，先以200℃加熱2小時，再升溫至450℃，加熱8小時，冷卻後取出，若未完全灰化，則添加硝酸1 mL濕潤，乾燥後繼續灰化，反覆操作至灰化完全，冷卻至室溫後取出坩堝，以硝酸：過氧化氫：去離子水(7：1：17，v/v)溶液多次洗滌並定容至25 mL，供作檢液。另取一空白坩堝，於電熱板上以低溫乾燥，以下步驟同檢液之操作，供作為空白檢液。

(五)濕式消化法⁽²⁾⁽³⁾

取均質檢體約1 g，精確稱定，置於離心管中，加入硝酸10 mL，於加熱板以95℃加熱90分鐘後放冷，以去離子水定容至50 mL後，經立體過濾匣過濾至儲存瓶中，供作檢液。另取空白消化瓶，加入硝酸10 mL，以下步驟同檢液之操作，供作為空白試驗。

(六)標準品溶液之配置

精確量取適量含As、Ag、Ba、Cd、Co、Cr、Cu、Ga、Li、Mn、Ni、Pb之標準溶液10 µg/mL(採用ICP分析級)，以硝酸：過氧化氫：去離子水(7：1：17，v/v)溶液稀釋至系列濃度：0.1、0.5、1.0、2.5、5.0、10.0 ng/mL，並製作標準曲線。

(七)含量測定⁽²⁾

以感應耦合電漿質譜儀分析，儀器測試條件：電漿無線電頻功率為1400 W，電漿氬氣流速為16 L/min，輔助氬氣流速為1.10 L/min；所測定質量數：As為75，Ag為107，Ba為138，Cd為114，Co為59，Cr為52，Cu為63，Ga為69，Li為7，Mn為55，Ni為58，Pb為208。

結果與討論

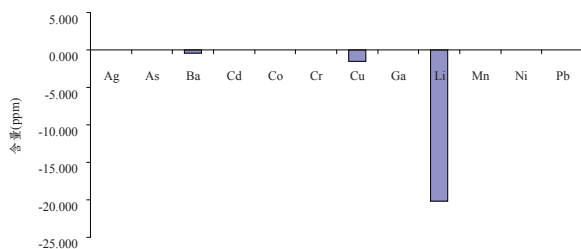
一、密閉式微波消化法、乾式灰化法與濕式消化法之比較

取30件蔬果檢體，進行密閉式微波消化法、

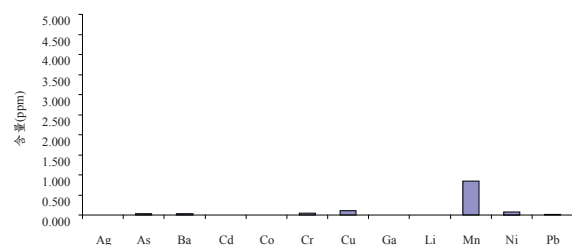
乾式灰化法與濕式消化法之結果比較，將密閉式微波消化法所得之重金屬含量減去乾式灰化法所得之重金屬含量，結果如圖一。由圖中顯示密閉式微波消化法因較不易接觸到外界汙染之干擾，所得出的重金屬含量較低，其中以Ba、Cu及Li的結果較低，而其他金屬元素則無太大的差異，在兩者消化方法中，又以Li的差異性最大，推測可能是在高溫灰化爐中受到污染，因為高溫灰化爐內部材質為氧化鋁，氧化鋁中含有部份雜質，可能是其中的雜質成分導致Li的測定值偏高。

取其中10件蔬果檢體，將密閉式微波消化法所得之重金屬含量減去濕式消化法所得之重金屬含量，結果如圖二。由圖中可觀察到密閉式微波消化法的測值會比濕式消化法的測值略高，此係濕式消化法為半開放式，可能在酸消化的過程中，讓一些微量元素隨酸蒸氣帶走，致使濃度略低。

三種前處理之回收率，密閉式微波消化法介於85-115%，乾式灰化法介於80-90%，濕式消化法介於75-105%。



圖一、密閉式微波消化法與乾式灰化法中蔬果元素含量之比較



圖二、密閉式微波消化法與濕式消化法中蔬果元素含量之比較

比較三種不同前處理方式，以密閉式消化法可得出較佳之結果，故在本監測計畫中，以密閉式微波消化進行所有檢體之調查。

二、品質管制

在密閉式微波消化法之方法確效中，NIST 1568a標準品含量之回收率，Cu為99%，As為86%，Cd為106%；NIST 1515標準品含量之回收率，Cu為102%，Pb為85%，Cr為97%，Mn為110%。在品質管制中，總共做了17次添加回收試驗，平均回收率部分As為122%，Ba為78%，Cd為113%，Co為104%，Cr為94%，Ga為107%，Pb為91%，Ni為97%。

三、市售蔬果之鎘及鉛含量

因蔬果產品含有豐富之水分含量，若以蔬果的鮮/濕重或乾重為不同的計算基準，會影響到蔬果中鎘及鉛含量。

本研究中分析102件蔬果檢體之水分含量，其結果顯示，小葉菜類為 $94.7 \pm 1.5\%$ 、瓜菜及果菜類為 $94.0 \pm 2.1\%$ 、豆類及豆菜類為 $92.2 \pm 1.7\%$ 、其他(亞)熱帶水果類為 $86.3 \pm 5.2\%$ 、根莖菜類(不含鱗莖類)為 $95.8 \pm 1.1\%$ 、莓(漿)果及其他小型果實類為 $89.3 \pm 3.6\%$ 、(半)結球及花菜類等蔬菜為93.1%、核果類為85.1%及鱗莖類為94.1%，其中以根莖菜類(不含鱗莖類)最多，核果類為最少，平均水分含量為93%，顯見蔬果產品豐富之水分含量。

以密閉式微波消化法分析蔬果中鎘及鉛含量，如以鮮/濕重計，結果如表一，如以乾重計，結果如表二。因蔬果植物類產品含有豐富之水分含量，故以乾重為基準計算時，其鎘及鉛含量會高於以鮮/濕重為基準計算。因各國檢測的方式不同，為利與其相互比較，故在本研究中提供兩者之數據。

比較102件不同蔬果種類中鎘含量(以鮮/濕重計)，小葉菜類 > 瓜菜及果菜類 ~ 根莖菜類(不含鱗莖類) > 莓(漿)果及其他小型果實類 > 豆類及豆菜類 ~ 其他(亞)熱帶水果類 ~ (半)結球及花菜類等蔬菜 ~ 核果類 ~ 鱗莖類。比較不同蔬果種類中鉛含

表一、101年度市售蔬果中重金屬含量(以鮮/濕重計)

種類	件數	鎘含量(ppm)	鉛含量(ppm)
小葉菜類	27	0.030 ± 0.026* (0.2)**	0.013 ± 0.013 (0.3)
瓜菜及果菜類	36	0.012 ± 0.015 (0.05)	0.012 ± 0.019 (0.1)
豆類及豆菜類	21	< 0.005 (0.2)	0.013 ± 0.021 (0.2)
其他(亞)熱帶水果類	6	< 0.005 (0.05)	< 0.005 (0.1)
根莖菜類(不含鱗莖類)	3	0.012 ± 0.012 (0.1)	0.023 ± 0.028 (0.3)
莓(漿)果及其他小型果實類	6	0.006 ± 0.010 (0.05)	0.009 ± 0.012 (0.2)
(半)結球及花菜類等蔬菜	1	< 0.005 (0.05)	0.047 (0.3)
核果類	1	< 0.005 (0.05)	< 0.005 (0.1)
鱗莖類	1	< 0.005 (0.05)	< 0.005 (0.1)

*平均值 ± S.D.

**限量標準

表二、101年度市售蔬果中重金屬含量(以乾重計)

種類	鎘含量(ppm)	鉛含量(ppm)
小葉菜類	0.591 ± 0.527	0.273 ± 0.307
瓜菜及果菜類	0.197 ± 0.246	0.224 ± 0.371
豆類及豆菜類	< 0.025	0.156 ± 0.242
其他(亞)熱帶水果類	< 0.025	< 0.025
根莖菜類(不含鱗莖類)	0.288 ± 0.233	0.512 ± 0.541
莓(漿)果及其他小型果實類	0.094 ± 0.111	0.083 ± 0.082
(半)結球及花菜類等蔬菜	0.060	0.666
核果類	< 0.025	< 0.025
鱗莖類	< 0.025	< 0.025

*平均值 ± S.D.

量(以鮮/濕重計)，(半)結球及花菜類等蔬菜 > 根莖菜類(不含鱗莖類) > 小葉菜類~豆類及豆菜類~瓜菜及果菜類 > 莓(漿)果及其他小型果實類 > 其他(亞)熱帶水果類~核果類~鱗莖類。

林浩潭等人於1992年也曾分析臺灣地區葉菜類、果菜類及根菜類中鎘平均含量分別為0.01、0.01及0.01 ppm，與本研究結果相近⁽⁴⁾。國際上也曾分析相關蔬果，Jinadas等(1997)曾於澳洲雪梨分析甘藍、白菜、蘿蔔、番茄、辣椒及茄子中鎘含量分別為0.01-0.56、0.05、0.01、< 0.01-0.02、< 0.01-0.03及0.04 ppm⁽⁵⁾，將本次監測計畫所測得數據與其比較(表三)，其中本次研究中甘藍及小白菜比澳洲雪梨所產的鎘含量低，部份蘿蔔、

表三、澳洲雪梨地區與我國所產蔬菜中鎘含量之比較

種類	鎘含量(ppm，以鮮/濕重計)	
	澳洲雪梨地區	我國
甘藍	0.01-0.56	< 0.005
白菜	0.05	< 0.005-0.017
蘿蔔	0.01	< 0.005-0.024
番茄	< 0.01-0.02	< 0.005-0.043
辣椒	< 0.01-0.03	0.040
茄子	0.040	0.006-0.048

*摘自Jinadasa等(1997)⁽⁵⁾

番茄、辣椒比澳洲雪梨所產的鎘含量高，茄子鎘含量數值則相近。Tahvonon (1996)曾於荷蘭分析綠色豆類、胡蘿蔔、豌豆、蘿蔔、菠菜、番茄、香蕉、葡萄及草莓中鎘含量分別為0.002-0.040、0.006-0.056、0.003-0.030、0.008-0.022、0.022-0.158、0.001-0.053、< 0.001-0.003、< 0.001-0.002及0.006-0.050 ppm⁽⁶⁾，將本次監測計畫所測得數據與其比較(表四)，其中本次研究中胡蘿蔔及蘿蔔比荷蘭所產的鎘含量低，其他蔬果鎘含量數值則相近。Cuadrado等(1995)曾研究西班牙各地的蔬菜及水果中鎘含量分別為0.058-0.186及0.003-0.011 (ppm，以乾重計)⁽⁷⁾，將其結果與本次監測計畫所測得以乾重計數據比較(表五)，我國蔬菜的鎘含量較高，水果的鎘含量則差異不大。

Tahvonon (1996)曾於荷蘭分析豆類、胡蘿蔔、豌豆、蘿蔔、菠菜、番茄、香蕉、葡萄及

表四、荷蘭與我國所產蔬菜中鎘含量之比較

種類	鎘含量(ppm, 以鮮/濕重計)	
	荷蘭	我國
綠色豆類	0.002-0.040	< 0.005-0.05
胡蘿蔔	0.006-0.056	< 0.005
豌豆	0.003-0.030	0.005
蘿蔔	0.008-0.022	< 0.005
菠菜	0.022-0.158	0.054
番茄	0.001-0.053	< 0.005-0.043
香蕉	< 0.001-0.003	≤ 0.005
葡萄	< 0.001-0.002	< 0.005
草莓	0.006-0.050	< 0.005-0.025

*摘自Tahvonen (1996)⁽⁶⁾

表六、荷蘭與我國所產蔬菜中鉛含量之比較

種類	鉛含量(ppm, 以鮮/濕重計)	
	荷蘭	我國
豆類	0.013-0.034	< 0.005-0.076
胡蘿蔔	0.005-0.020	< 0.005
豌豆	0.008-0.014	0.065
蘿蔔	0.010-0.036	0.016-0.054
菠菜	0.033-0.110	0.015
番茄	0.002-0.010	< 0.005-0.017
香蕉	< 0.005-0.030	< 0.005
葡萄	0.006-0.670	< 0.005-0.031
草莓	0.003-0.020	< 0.005-0.015

*摘自Tahvonen (1996)⁽⁶⁾

表五、西班牙各地與我國所產蔬菜中鎘含量之比較

種類	鎘含量(ppm, 以乾重計)				我國
	西班牙 Madrid	西班牙 Galicia	西班牙 Valencia	西班牙 Andalucía	
蔬菜	0.138	0.186	0.058	0.100	0.275
水果	0.005	0.010	0.011	0.003	0.048

*摘自Cuadrado等(1995)⁽⁷⁾

表七、西班牙各地與我國所產蔬菜中鉛含量之比較

種類	鉛含量(ppm, 以乾重計)				我國
	西班牙 Madrid	西班牙 Galicia	西班牙 Valencia	西班牙 Andalucía	
蔬菜	0.182	0.100	0.358	0.138	0.235
水果	0.181	0.141	0.090	1.666	0.042

*摘自Cuadrado等(1995)⁽⁷⁾

草莓中鉛含量分別為0.013-0.034、0.005-0.020、0.008-0.014、0.010-0.036、0.033-0.110、0.002-0.010、< 0.005-0.030、0.006-0.670及0.003-0.020 ppm⁽⁶⁾，將本次監測計畫所測得數據與其比較(表六)，其中胡蘿蔔、菠菜、香蕉及葡萄比荷蘭所產的鉛含量低，豆類及豌豆比荷蘭所產的鉛含量高，其他蔬果鉛含量數值則相近。Cuadrado等(1995)曾研究西班牙各地的蔬菜及水果中鉛含量分別為0.0998-0.358及0.0896-1.666ppm(以乾重計)⁽⁷⁾，將其結果與本次監測計畫所測得以乾重計數據比較(表七)，我國蔬菜的鉛差異不太，水果的鉛含量則較低。

依較高風險蔬果種類評估，分析所抽驗的8件茄子檢體，有1件為0.048 ppm，接近安全容許量(0.05 ppm)。Jinadasa等(1997)也曾分析茄子中鎘含量為0.04 ppm⁽⁵⁾。日本農林水產省也曾於1998年到2001年間抽驗381件市售茄子，其中7%的茄子鎘

含量超過聯合國糧農組織與世界衛生組織(FAO/WHO) Codex建議標準0.05 ppm，該研究顯示茄子為較高風險之蔬果種類。若以此件茄子檢體計算風險評估，根據FAO/WHO建議鎘之每人每週暫定可容許攝取量(provisional tolerable weekly intake, PTWI)為7 µg/kg bw，若以每人體重60公斤計，每人每日可容許攝取量為60 µg，則每人每日須攝食1,250 g的產品，才會達到PTWI的上限值。若參考行政院國民營養現況調查結果⁽⁸⁾，台灣地區男性成人每天攝取323.32 g的蔬果，台灣地區女性成人每天攝取323.99 g的蔬果，計算得成人男、女性每日攝取約15.5 µg的鎘，佔PTWI的26%，足見其風險並不高。

四、不同產區的蔬果鎘及鉛含量

將102件所抽驗蔬果檢體去除進口產品，以國內產地區分，在不同產區中小葉菜類鎘含量，新

表八、不同產區之蔬果中鎘含量

縣市	鎘含量平均值(ppm)					
	小葉菜類	瓜菜及果菜類	豆類及豆菜類	其他(亞)熱帶水果類	根莖菜類 (不含鱗莖類)	莓(漿)果及其他小型 果實類
新北市	0.073	*	< 0.005	*	*	*
桃園縣	0.032	0.006	*	*	*	*
苗栗縣	0.036	0.043	*	*	*	0.008
臺中市	0.045	0.013	0.012	< 0.005	*	< 0.005
彰化縣	0.022	0.016	< 0.005	< 0.005	< 0.005	*
南投縣	0.055	0.016	< 0.005	*	*	0.012
雲林縣	0.021	0.009	< 0.005	< 0.005	0.018	*
嘉義縣	0.019	< 0.005	*	*	*	*
臺南市	*	*	*	< 0.005	*	*
高雄縣	*	*	< 0.005	*	*	*
宜蘭縣	*	0.017	<0.005	*	*	*

* 未檢驗

北市 > 南投縣 > 臺中市 > 苗栗縣 ≈ 桃園縣 > 彰化縣 ≈ 雲林縣 ≈ 嘉義縣；瓜菜及果菜類鎘含量，苗栗縣 > 宜蘭縣 ≈ 彰化縣 ≈ 南投縣 ≈ 臺中市 > 雲林縣 ≈ 桃園縣 > 嘉義縣；豆類及豆菜類鎘含量，臺中市 > 彰化縣 ≈ 宜蘭縣 ≈ 南投縣 ≈ 高雄縣 ≈ 雲林縣 ≈ 新北市；其他(亞)熱帶水果類鎘含量，雲林縣 ≈ 彰化縣 ≈ 臺中市 ≈ 臺南市；根莖菜類(不含鱗莖類)鎘含量，雲林縣 > 彰化縣；莓(漿)果及其他小型果實類鎘含量，南投縣 ≈ 苗栗縣 > 臺中市(表八)。

將所抽驗產品去除進口及不明來源產品，以國內產地區分，在不同產區中小葉菜類鉛含量，嘉義縣 > 雲林縣 ≈ 新北市 ≈ 彰化縣 ≈ 苗栗縣 > 臺中市 > 南投縣 ≈ 桃園縣；瓜菜及果菜類鉛含量，南投縣 ≈ 宜蘭縣 > 雲林縣 > 彰化縣 ≈ 臺中市 > 嘉義縣 ≈ 苗栗縣 ≈ 桃園縣；豆類及豆菜類鉛含量，彰化縣 > 宜蘭縣 ≈ 臺中市 > 雲林縣 ≈ 新北市 > 南投縣 ≈ 高雄縣；其他(亞)熱帶水果類鉛含量，雲林縣 ≈ 彰化縣 ≈ 臺中市 ≈ 臺南市；根莖菜類(不含鱗莖類)鉛含量，雲林縣 > 彰化縣；莓(漿)果及其他小型果實類鎘含量，臺中市 > 苗栗縣 > 南投縣(表九)。

五、市售蔬果植物類其他元素含量

本監測計畫中除測定鎘及鉛含量外，另行監測銀(Ag)、砷(As)、鋇(Ba)、鈷(Co)、銅(Cu)、鉻(Cr)、鎳(Ga)、鋰(Li)、錳(Mn)及鎳(Ni)等元素，其元素含量如表十。比較相異種類蔬果中不同元素含量平均值， $Mn > Cu > Ni > Ba > Li \approx As \approx Cr \approx Co > Ag \approx Ga$ 。參考FAO/WHO (2010)⁽⁹⁾，As的PTWI為15 $\mu g/kg$ bw，參考National Academy of Sciences (1980)⁽¹⁰⁾，美國國家科學院推薦Cr的每人每日暫定可容許攝取量(provisional tolerable daily intake, PTDI)為50-200 μg ，參考FAO/WHO (1982)⁽¹¹⁾，Cu的每人每日暫定最大可容許攝取量(Provisional maximum tolerable daily intake, PMTDI)為50-500 $\mu g/kg$ bw，參考WHO (1994)⁽¹²⁾，Ni的PTDI為100-300 μg ，若依所測定結果進行風險評估，台灣地區男性成人每天攝取323.32 g的蔬果，女性成人每天攝取323.99 g的蔬果，故成人平均每天攝取323.655 g的蔬果，若以每人體重60公斤計算，則每人每日平均所攝取的As、Cr、Cu、Ni元素量皆合於標準。在本研究中，另有1件空心菜As含量偏高，4件豆類及豆菜類的Ni含量偏高，將於後續監測計畫中持續研究，並於之後分析其原因是因為種類或產地所造成的，或為偶發性事件。

表九、不同產區之蔬果中鉛含量

縣市	鉛含量平均值(ppm)					
	小葉菜類	瓜菜及果菜類	豆類及豆菜類	其他(亞)熱帶水果類	根莖菜類 (不含鱗莖類)	莓(漿)果及其他小型 果實類
新北市	0.014	*	0.005	*	*	*
桃園縣	< 0.005	< 0.005	*	*	*	*
苗栗縣	0.012	< 0.005	*	*	*	0.007
臺中市	0.006	0.007	0.010	< 0.005	*	0.031
彰化縣	0.012	0.008	0.044	< 0.005	< 0.005	*
南投縣	< 0.005	0.032	< 0.005	*	*	< 0.005
雲林縣	0.016	0.013	0.007	< 0.005	0.035	*
嘉義縣	0.028	< 0.005	*	*	*	*
臺南市	*	*	*	< 0.005	*	*
高雄縣	*	*	< 0.005	*	*	*
宜蘭縣	*	0.029	0.013	*	*	*

* 未檢驗

表十、市售蔬果其他元素含量(ppm，以鮮/濕重計)

種類*	Ag	As	Ba	Co	Cr	Cu	Ga	Li	Mn	Ni
1	< 0.005	0.066	0.266	0.010	0.034	0.518	0.008	0.029	2.898	0.186
2	< 0.005	0.011	0.060	0.005	0.021	0.575	< 0.005	0.066	1.205	0.109
3	0.012	0.015	0.103	0.023	0.026	0.784	< 0.005	0.005	4.839	0.661
4	< 0.005	0.025	0.055	0.006	0.015	0.552	< 0.005	< 0.005	2.986	0.110
5	0.008	0.023	0.167	0.012	0.015	0.226	0.007	0.017	1.137	0.155
6	< 0.005	0.018	0.521	0.024	0.031	0.525	0.008	0.006	5.990	0.172
7	< 0.005	0.019	0.072	0.008	0.019	0.183	0.005	0.012	4.632	0.137
8	< 0.005	< 0.005	0.062	< 0.005	未檢驗	0.537	< 0.005	未檢驗	未檢驗	未檢驗
9	< 0.005	< 0.005	0.107	0.006	未檢驗	0.568	< 0.005	未檢驗	未檢驗	未檢驗
平均	< 0.005	0.027	0.147	0.011	0.024	0.591	< 0.005	0.041	2.700	0.238
DI** (μg)	< 0.005	8	48	4	8	191	—	13	874	77
PTDI*** (μg)	—	129	—	—	50- 200	500	—	—	—	100- 300

* 種類：1.小葉菜類；2.瓜菜及果菜類；3.豆類及豆菜類；4.其他(亞)熱帶水果類；5.根莖菜類(不含鱗莖類)；6.莓(漿)果及其他小型果實類；7.(半)結球及花菜類等蔬菜；8.核果類；9.鱗莖類

**「DI」：參考行政院國民營養現況調查結果，以每人體重60公斤，台灣地區男性成人每天攝取323.32 g的蔬果，台灣地區女性成人每天攝取323.99 g的蔬果，計算該種類蔬果平均每人每日攝取量

***「PTDI」：每人每日暫定可容許攝取量

參考文獻

1. 行政院衛生署。2011。蔬果植物類重金屬限量標準。100.05.30署授食字第1001301183號令。
2. 行政院衛生署。2011。重金屬檢驗方法總則。

- 100.10.31署授食字第1001903783號公告。
3. 施如佳、陳宛瑩、高雅敏、施養志。2008。台灣地區市售蔬菜類重金屬含量背景資料之建立。藥物食品檢驗局調查年報，26: 221-224。
 4. 林浩潭、翁愷慎、李國欽。1992。作物中重金屬含量調查及我國國民對重金署取食量之探討。中國農業化學會誌，30(4): 463-470。
 5. Jinadasa, K. B. P. N., Milham, P. J., Hawkins, C. A., Cornish, P. S., Williams, P. A., Kaldor, C. J. and Conroy, J. P. 1997. Survey of cadmium levels in vegetables and soils of Greater Sydney, Australia. *J. Environ. Qual.* 26: 924-933.
 6. Tahvonen, R. 1996. Contents of lead and cadmium in foods and diets. *Food Rev. Int.* 12(1): 1-70.
 7. Cuadrado, C., Kumpulainen, J. and Moreiras, O. 1995. Lead, cadmium, and mercury contents in average Spanish market basket diets from Galicia, Valencia, Andalucía and Madrid. *Food Addit Contam.* 12(1): 107-118.
 8. 吳幸娟、章雅惠、方佳雯、潘文涵。1999。國民營養健康狀況變遷調查1993-1996台灣地區成人攝取的食物總重量、熱量值及三大營養素的食物來源。中華民國營養學會雜誌，24(1): 53-87。
 9. FAO/WHO. 2010. Evaluation of certain contaminants in food: seventy-second report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. WHO Technical Report Series No. 959.
 10. National Academy of Sciences. 1980. Recommended dietary allowances, 9th ed. Washington, NAS.
 11. FAO/WHO. 1982. Evaluation of food additives and contaminants: twenty-sixth report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. WHO Technical Report Series No. 683.
 12. WHO. 1994. Quality directive of potable water. WHO. 2nd ed. No. 197.
 13. 林浩潭、翁愷慎、李國欽。2006。食品中重金屬含量及管制標準。第二版。行政院農業委員會農業藥物試驗所，台中。

Monitoring of Heavy Metal Contents in Fruits and Vegetables from Markets in Taiwan, 2012

YAO-CYONG CHEN, YI-TING WANG, LI-CHEW KUAN, YI-RONG LIN AND
HSIU-KUAN CHOU

Central Center for Regional Administration, FDA

ABSTRACT

To monitor the heavy metal contents in fruits and vegetables in Taiwan, we collected 102 samples from markets during 2012. In addition to routinely monitoring lead and cadmium, we also analyzed silver, arsenic, barium, cobalt, copper, chromium, gallium, lithium, manganese and nickel in fruits and vegetables. The levels of lead and cadmium in fruit and vegetable samples met the regulation set by the authority. The levels of elements were influenced by the varieties and sources of fruits and vegetables. In addition, we compared different digestion method in analyses for these elements. The result showed that different digestion method influenced the concentrations of some elements. We also estimated the element concentrations on the basis of fresh weight and dry weight to allow international comparisons.

Key words: fruits and vegetables, heavy metals, lead, cadmium, silver, arsenic, barium, cobalt, copper, chromium, gallium, lithium, manganese, nickel