



經濟部標準檢驗局臺中分局

99 年度自行研究計畫

肥料樣品中汞含量分析方法之研討

經濟部標準檢驗局臺中分局 編印

中華民國 99 年 12 月 31 日

本報告書僅供政府機關參考，請勿轉載

標準檢驗局臺中分局 99 年度自行研究報告 提要表		填表人：簡志益 填表日期：99.12.31	
研究報告名稱	肥料樣品中汞含量分析方法之研討		
研究單位 及研究人員	經濟部標準檢驗局台中分局 簡志益、黃昭貴、鍾瑞芬	研究 期程	自 99 年 01 月 01 日 至 99 年 12 月 31 日
報 告 內 容 提 要			
(一) 研究源起與目的 汞 (Hg, Mercury) 廣泛地用於汞齊、科學儀器、電池、農藥、燈管等工業中，在塑膠的生產中，汞也被用為觸媒。然而不當地排放汞或其化合物，使得汞成為全球性污染物，其對於人體健康之危害，主要是對腦與神經系統，造成永久性傷害。本次專題研究之目的，是以熱分解汞齊原子吸收光譜法分別量測不同肥料樣品中汞含量，探討此方法之適用性。根據前述實驗之結果，提出可行之建議方案，以改善目前所用的檢驗分析方法。 (二) 研究方法與過程 本次專題研究進行方式，首先分別以 1mg/L 與 10mg/L 汞標準溶液建立低汞含量之檢量線 (Cell-1) 與高汞含量之檢量線 (Cell-2)。 其次用不同廠牌之汞標準溶液配製成 1mg/L 汞標準溶液為查核樣品，查核前述兩條檢量線之回收率。 然後，量測所收集到的不同材質之肥料樣品，且對每一樣品做添加回收率。最後，分析探討熱分解汞齊原子吸收光譜法用於肥料樣品中汞含量之適用性。 (三) 研究發現與建議			

主要發現：

- 由 15 種不同肥料品目樣品之結果顯示：樣品中之汞濃度均低於 180ppb ($\mu\text{g/Kg}$)，全部符合農委會農糧署肥料品目登記規則之汞含量規定。
- 熱分解汞齊原子吸收光譜法分析樣品之汞含量，由於儀器可分別建立低汞含量 (Cell-1, 10ng~20ng) 與高汞含量 (Cell-2, 20ng~1000ng) 之兩條檢量線，且分析之固體樣品最重可到 0.5g，液體樣品最多可達 1500 μL ，因此可分析樣品中汞濃度可由數 ppb 至數千 ppm，濃度範圍很寬。
- 肥料樣品中重金屬含量之測定，常有回收率不佳之問題，尤其是汞 (Hg) 更甚，本研究之肥料樣品汞含量添加回收率，除樣品 5-14 與 6-01 低於 75% 外，其餘在 87%~118% 間，合於 75%~125% 之一般要求，顯示熱分解汞齊原子吸收光譜法為分析肥料樣品汞含量之適當方法，且可有效降低基質干擾。至於樣品 5-14 與 6-01 回收率偏低之原因可能是粉狀樣品於秤重後，移至汞分析儀時部份樣品被風吹落所致。
- 採用熱分解汞齊原子吸收光譜法分析樣品汞含量具有：(1) 無樣品前處理、(2) 無溶劑或酸浪費、(3) 無需添加其他試劑、(4) 量測時間短 (每個樣品約 10 分鐘)、(5) 可批次量測樣品、(6) 可量測固態或液態樣品等優點。

建議事項：

熱分解汞齊原子吸收光譜法可分析之汞濃度範圍很大，但實際在測高汞濃度樣品後，建議應將數個置有 5%硝酸石英樣品載船空燒，以避免汞殘留在儀器中，影響後續其他樣品之分析數值。使用汞分析儀時應執行檢量線校正因子，倘其偏差值超過 5%，必須探討其原因，並予以改正，若為正偏差顯示其汞燈已超過其使用時數，致使效能下降、感度降低，應予以更換新品

目 錄

提要表	I
目錄	II
圖目錄	IV
表目錄	V
第一章 研究動機與研究規劃	1
1-1 研究動機	1
1-2 研究規劃	3
第二章 檢測方法簡介	4
2-1 汞含量檢測的方法	4
2-2 汞標準溶液之調製	4
2-2-1 器材與試藥	5
2-2-2 試藥之調製	5
2-3 熱分解汞齊原子吸收光譜法	6
2-3-1 適用範圍	6
2-3-2 方法概述	6
2-3-3 試驗步驟	9
第三章 試驗結果與討論分析	11
3-1 試驗樣品規劃	11
3-2 試驗結果整理	11
3-2-1 汞標準溶液之配製	11
3-2-2 檢量線製備	11
3-2-3 查核樣品分析	12
3-2-4 肥料樣品汞含量分析	12
3-2-5 肥料樣品汞含量之添加回收率	13
3-3 結果分析與討論	14
第四章 結論與建議	15
4-1 結論	15
4-2 建議事項	15
參考文獻	16
附錄	18
附錄 A-1 熱分解汞齊原子吸收光譜法之檢量線檢量線	A-1-1
附錄 A-2 查核樣品分析之原始數據	A-2-1

附錄 A-3 肥料樣品汞含量分析之原始數據·····	A-3-1
附錄 A-4 肥料樣品汞含量之添加回收率之原始數據·····	A-4-1

圖 目 錄

圖 2-1 原子吸收光譜儀之氫化物產生及原子化系統圖·····	3
圖 2-1 Milestone DMA-80 型熱分解汞齊原子吸收光譜儀之系統圖·····	7
圖 2-2 Milestone DMA-80 型熱分解汞齊原子吸收光譜儀·····	7
圖 2-3 裝有樣品之石英樣品載船·····	8
圖 2-4 光譜儀之昇溫曲線·····	8
圖 A-1-1 熱分解汞齊原子吸收光譜法之檢量線·····	A-1-2

表 目 錄

表 2-1 汞含量的檢驗法·····	4
表 3-1 繪製檢量線之汞含量表·····	11
表 3-2 查核樣品回收率·····	12
表 3-3 肥料樣品中汞含量·····	13
表 A-1-1 熱分解汞齊原子吸收光譜法之檢量線數據·····	A-1-2
表 A-2-1 查核樣品分析之原始數據·····	A-2-2
表 A-3-1 肥料樣品汞含量分析之原始數據·····	A-3-2
表 A-3-2 肥料樣品中汞含量（濃度）·····	A-3-5
表 A-4-1 肥料樣品汞含量之添加回收率之原始數據·····	A-4-2
表 A-4-2 肥料樣品中所含汞之添加回收率·····	A-4-5

第一章 研究動機與研究規劃

1-1 研究動機

汞廣泛地用於汞齊、科學儀器、電池、農藥、燈管等工業中，在鹼氯工業（生產氯氣與苛性鈉）以電解法進行生產時，係以汞為陰極，在塑膠的生產中，汞也被用為觸媒。而水體中汞之來源，主要為上述工業產生之廢水或廢棄物之不當排放。

汞為全球性污染物，USEPA 與 EU（European Union）都將汞列為具持久性與生物累積性的毒性污染物名單上。其對於人體健康之危害，主要是對腦與神經系統，造成永久性傷害。汞之毒性高低依其型態而異，其毒性最強的型態為有機汞，而有機汞中以甲基汞最為代表。詳見如下所示：

- 元素汞：

元素汞不易經由胃腸吸收，可由肺部（97%）及皮膚（3%）吸收進入人體且穿過血腦屏障（blood-brain barrier）分佈於全身，造成咳嗽、胸痛、肺炎、肺水腫。

- 無機汞：

對於肝腎危害較大，二價汞化合物毒性大於一價汞，代表性之汞化合物為氯化汞。

- 有機汞：

毒性為所有型態汞中毒性最大，尤其是甲基汞具有生物蓄積性，人體蓄積 25~40mg 則知覺障礙，200mg 以上則產生意識失調甚至死亡。

由前述可知汞之危害甚鉅，亦可知量測食物、環境、水質等之汞含量的重要。

依據農委會農糧署肥料品目登記規則之規定，肥料品目分為八大類，其汞含量之限值，除：一、氮肥類-液態副產氮質肥料(1-18)、液態混合氮質肥料(1-20)；四、次微量要素肥料類-鈣液肥(4-16)、液態複合次微量要素肥料(4-40)、液態雜項次量微量要素肥料(4-42)；五、有機質肥料類-液態雜項有機質肥料(5-14)、液態有機質肥料(5-15)；六、複合肥料類-家庭園藝用複合肥料(6-03)(液態者)、液態複合肥料(6-06)；七、植物生長輔助劑類-雜項有機質栽培介質(7-02)、有機質栽培介質(7-03)，等品目為：小於 0.2mg/Kg 外，其餘為小於 1.0mg/Kg。

一般常見的汞含量檢驗方法之原理有：(一)冷蒸氣原子吸收光譜法：樣品先經硝酸及硫酸混合液或其他酸氧化處理，樣品中之汞便轉化成 Hg^{2+} ，試液中的汞離子以還原劑(SnCl_2 或 NaBH_4 等)還原成汞原子，經由惰性氣體連續吹送至長形吸收管，以原子吸收光譜方式在波長 253.7nm(或其他汞之特定波長)處，測其吸光度並換算成汞含量，化學反應式為： $\text{Hg}^{2+} + 2\text{BH}_4^- \rightarrow \text{Hg} \uparrow + \text{H}_2 \uparrow + \text{B}_2\text{H}_6$ ，其裝置如圖

1-1 所示、(二)原子螢光光譜法：試液中的汞離子以還原劑還原成汞原子，經由氣體載送至吸收管，以原子共振螢光方式在波長 253.7nm(或其他汞之特定波長)處，測其吸光度並換算成汞含量、及(三)熱分解汞齊原子吸收光譜法，本研究嘗試以較不常見之後者為分析方法，來量測肥料樣品中汞含量。

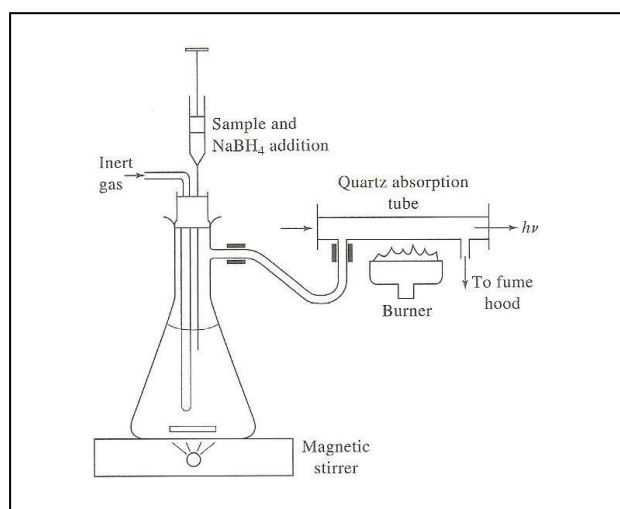


圖 1-1 原子吸收光譜儀之氫化物產生及原子化系統圖

1-2 研究規劃

本次專題研究進行方式，首先配製 10mg/L 之汞標準溶液，以此稀釋成 1mg/L 之汞標準溶液，再分別取不同體積之汞標準溶液，製作成低汞含量與高汞含量之檢量線。然後以熱分解汞齊原子吸收光譜法分別分析不同肥料樣品中汞含量；此外，並探討此方法之適用性。

最後，比較並探討其與分析汞含量之冷蒸氣原子吸收光譜法與原子螢光光譜法之差異。根據前述實驗之結果，提出可行之建議方案，以改善目前所用的檢驗分析方法。

第二章 檢測方法簡介

2-1 汞含量檢測的方法

汞為有毒之化學物質，表 2-1 整理目前國家標準、環保署或衛生署所訂定檢驗法中有關汞含量的檢驗法與發行或改版日期，這些檢驗法可適用於常見的商品、食品、水質、廢棄物、及排放管道。

表 2-1 汞含量的檢驗法

方法編號	標準名稱	發行日期
CNS 2770-19	飼料檢驗法（汞之測定）	75.08.04
CNS 10762	化粧品中汞試驗法	73.01.14
CNS 11942-16	銅中汞定量法	81.12.28
CNS 13109	水中總汞檢驗法	70.05.27
NIEA W330.52A	水中汞檢測方法—冷蒸氣原子吸收光譜法	95.02.15
NIEA R315.01B	乾電池汞、鎘、鉛含量檢測方法	91.03.05
NIEA R314.12C	事業廢棄物萃出液中總汞檢測方法—冷蒸氣原子吸收光譜法	95.02.15
NIEA M318.00C	固體與液體樣品中總汞檢測方法—熱分解汞齊原子吸收光譜法	94.09.02
衛生署	食品中重金屬檢驗方法 — 汞之檢驗（一）	—
衛生署	食品中重金屬檢驗方法 — 汞之檢驗（二）	—

2-2 汞標準溶液之調製

本次專題研究採用 High-Purity 與 CPI international 公司所販售濃度為 1000mg/L 的汞標準溶液。以 High-Purity 公司出品，濃度為 1000mg/L 的汞標準溶液，用 J.T. Baker 公司所售低汞含量（3ppb）之 69~70%硝酸稀釋成 5%硝酸，將前述汞標準溶液配製成 10mg/L 與 1mg/L 兩種濃度之汞標準溶液，加以繪製試驗之檢量線。

查核樣品則以 CPI international 公司所販售濃度為 1000mg/L 的汞

標準溶液，同樣用 J.T. Baker 公司所售之硝酸稀釋成 5%，再配製成 10mg/L 與 1mg/L 兩種濃度之汞標準溶液。

2-2-1 器材與試藥

- (a) 1000mg/L 之汞標準溶液 (High-Purity 公司出品)。
- (b) 1000mg/L 之汞標準溶液 (CPI international 公司出品)。
- (c) 69~70%硝酸 (Nitric Acid, HNO_3 , J.T. Baker 公司出品)。
- (d) 1mL 定量吸管。
- (e) 10mL 定量吸管。
- (f) 100mL 量瓶。
- (g) 10~100 μL 微量吸管。

2-2-2 試藥之調製

- (a) 5%硝酸：取 20.5mL J.T. Baker 公司所售低汞含量 (3ppb) 之 69~70%硝酸，加去離子水 (D.I. Water) 定量至 1000mL。
- (b) 10mg/L 汞標準溶液：取 1mL High-Purity 公司出品，濃度為 1000mg/L 的汞標準溶液至 100mL 量瓶，加 5%硝酸定量至刻度。(供高汞含量檢量線用)
- (c) 1mg/L 汞標準溶液：取 10mL 前項濃度為 10mg/L 的汞標準溶液至 100mL 量瓶，加 5%硝酸定量至刻度。(供低汞含量檢量線用)
- (d) 10mg/L 汞查核樣品：取 1mL CPI international 公司出品，濃度為 1000mg/L 的汞標準溶液至 100mL 量瓶，加 5%硝酸

定量至刻度。

(e) 1mg/L 汞查核樣品：取 10mL 前項濃度為 10mg/L 的汞查核樣品至 100mL 量瓶，加 5%硝酸定量至刻度。

2-3 熱分解汞齊原子吸收光譜法

2-3-1 適用範圍

可於分析固態或液態樣品中汞之檢測，使用本方法可在無需樣品化學前處理情況下，偵測樣品中總汞（有機和無機）的含量，此方法總汞之儀器偵測極限約為 0.01 ng。

2-3-2 方法概述

固體與液體樣品置於可程式控制之氧氣分解爐（Oxygenated decomposition furnace）中，經乾燥及熱與化學分解，使汞從樣品中釋出，分解後之產物隨即被流動的氧氣載送到含金之汞齊器（Amalgamator），其中汞即可被選擇性地捕集。捕集系統續經氧氣流沖洗，去除殘留氣體或分解產物後，接著快速升溫，以使汞蒸氣釋出。攜帶汞蒸氣的氧氣流最後通過單一波長原子吸收光譜儀光徑上之吸收槽，由 253.7 nm 波長之吸收值（波峰高度或面積）與汞濃度之函數關係，求得樣品中汞的濃度，詳如圖 2-1 所示，圖 2-2 為 Milestone DMA-80 型熱分解汞齊原子吸收光譜儀的照片，圖 2-3 為裝有樣品之石英樣品載船（quartz sample boat），圖 2-4 為光譜儀之升溫曲線。

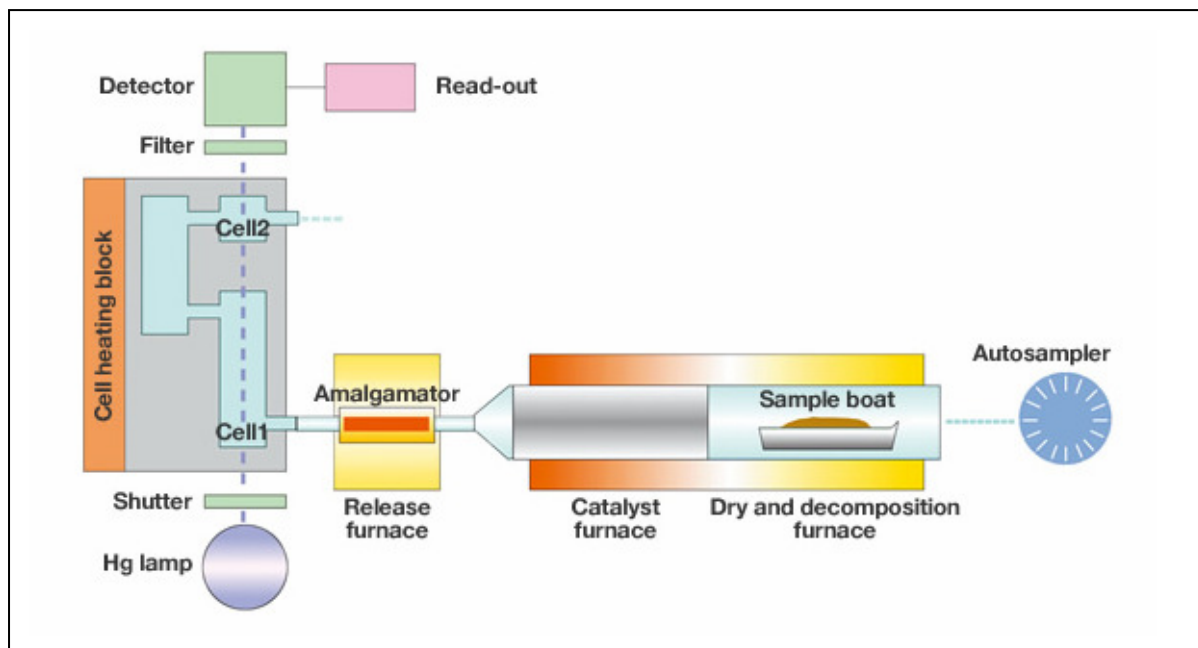


圖 2-1 Milestone DMA-80 型熱分解汞齊原子吸收光譜儀之系統圖



圖 2-2 Milestone DMA-80 型熱分解汞齊原子吸收光譜儀

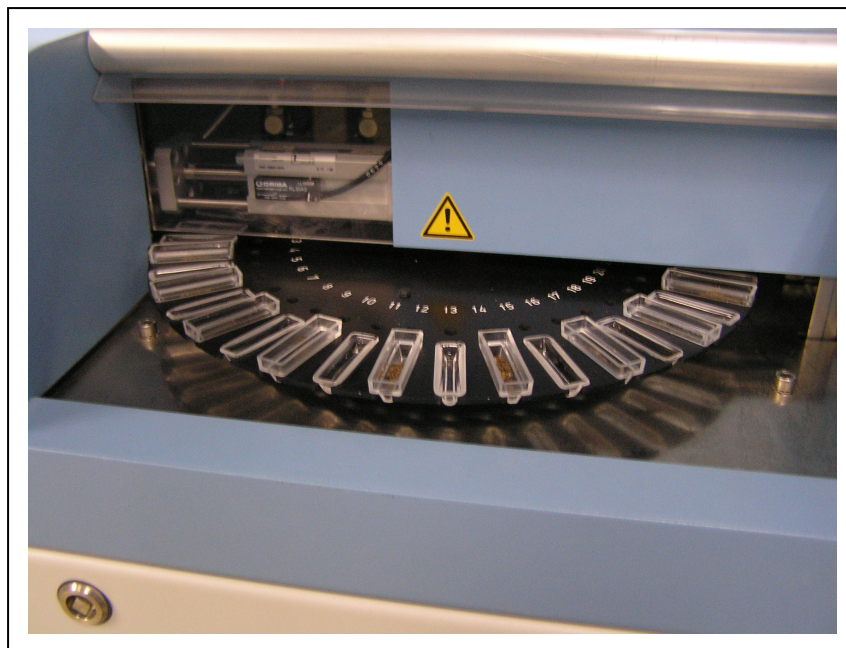


圖 2-3 裝有樣品之石英樣品載船

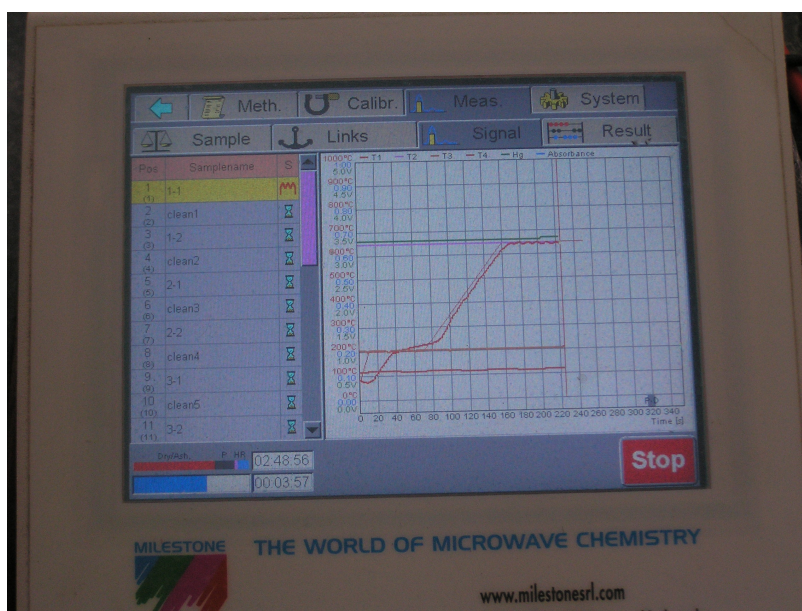


圖 2-4 光譜儀之昇溫曲線

2-3-3 試驗步驟

(a) 樣品前處理

將固體肥料樣品予以粉碎或固體肥料樣品予以攪拌均勻。

(b) 檢量線製作

將 2-2-2 節所配製濃度 1mg/L 汞標準溶液，吸取不同體積置入採用熱分解汞齊原子吸收光譜法之汞分析儀的石英樣品載船內，分析汞含量藉以製作低汞含量（10ng~20ng）之檢量線，再以濃度 10mg/L 汞標準溶液製作高汞含量（20ng~1000ng）之檢量線。

(c) 檢量線查核

將 2-2-2 節所配製濃度 1mg/L 與 10mg/L 汞查核樣品（以不同於汞標準溶液之廠牌配製者），分別吸取一定體積置入汞分析儀的石英樣品載船內，分析汞含量藉以算出回收率。

(d) 樣品汞含量（汞濃度）測定

將石英樣品載船置於天平上，並將天平歸零，肥料樣品放入載船內，待天平之讀值穩定後，點選觸控螢幕上之”天平”圖示，則重量值會自動傳送至汞分析儀內。其次將裝有樣品之石英載船拿起放入汞分析儀內。待全部樣品都秤妥重量並置於汞分析儀內，點選”Start”鍵，則汞分析儀會

依所選定之方法(即昇溫條件)與檢量線，依序自動分析樣品內之汞含量。

(e) 樣品添加回收率測定

將固定量之汞查核樣品，分別加入肥料樣品內秤重，再送入汞分析儀，依設定之條件，分析添加汞查核樣品之樣品內的汞含量，藉以算出樣品之添加回收率。

第三章 試驗結果與討論分析

3-1 試驗樣品規劃

常用的市售汞(Hg)標準溶液有 High-Purity 與 CPI international 等廠牌，本次專題研究試驗之兩條檢量線採用 High-Purity 公司出品，濃度為 1000mg/L 的汞標準溶液，配製成 10mg/L 與 1mg/L 兩種濃度之汞標準溶液加以繪製，汞含量列於表 3-1，試驗所用樣品為向本分局申請委託試驗所剩餘之肥料樣品。

表 3-1 繪製檢量線之汞含量表

配製用途	配製之汞含量 (ng)
檢量線用	低汞含量(Cell-1)：10.52、12.71、15.24、18.51、20.93
	高汞含量(Cell-2)：110.1、209、412.3、615.1、830.4、1040

3-2 試驗結果整理

3-2-1 汞標準溶液之配製

本研究配製之汞標準溶液分別為：10mg/L 與 1mg/L、表 3-1 所列之數種不同汞含量配製的相關量測數據列於附錄 A-1。

3-2-2 檢量線製備

分析每一批樣品時，均製備新的檢量線，其製備包含一個空白樣品與數種不同汞含量。對於低汞含量之檢量線 (Cell-1)，由於汞含量變化不大採用線性迴歸，但高汞含量之檢量線 (Cell-2) 因其汞含量之涵蓋範圍很大，所以採用二次方迴歸，所得之相關係數 R 值均應

大於 0.995。本次研究所採用分析肥料樣品中汞含量之方法為熱分解汞齊原子吸收光譜法，製備之檢量線數據列於附錄 A-1，由附錄 A-1 之檢量線可看出：(1) 低汞含量 (Cell-1) 之相關係數 0.9964、(2) 高汞含量 (Cell-2) 之相關係數 0.9999，兩者之相關係數 R 值均大於 0.995，符合一般實驗之要求。

3-2-3 查核樣品分析

本次研究所採用之查核樣品為 CPI international 公司出品之 1000mg/L 汞標準溶液，以 5 wt %硝酸稀釋成 1mg/L 標準溶液，分別做為檢量線之查核樣品，查核樣品之回收率如下表所示，原始數據列於附錄 A-2。

表 3-2 查核樣品回收率

查核樣品 (目標值)	測量 次數	重量 Weight(g)	汞含量 Hg(ng)	測定值 R(mg/kg)	回收率 (%) (Recovery)	平均回收 率 (%)
1mg/L	1	0.02112	21.2368	1.0055	100.55	101
	2	0.02080	21.1861	1.0186	101.86	

註：回收率 = (測定值/目標值) × 100%

3-2-4 肥料樣品汞含量分析

本研究所測量之肥料樣品共有 15 種，分別歸屬 15 種不同品目，所測得之汞含量如下表所示，原始數據列於附錄 A-3 與表 A-3-2，其中附錄 A-3 部分資料(日期 99.12.23 與 99.12.24)汞濃度 R，須乘以校正因子 1.5702 換算成表 A-3-2 之汞濃度 R 欄位。

表 3-3 肥料樣品中汞含量

品目 編號	肥料 種類	測定 次數	樣品重量 , Weight(g)	所測得之汞 含量, Hg(ng)	濃度 , R(mg/Kg)	汞平均濃度 , R _{avg} (mg/Kg)
1-19	固態混合氮質肥料	1	0.05636	0.12358	0.0022	0.0021
		2	0.04962	0.09567	0.0019	—
3-01	氯化鉀肥料	1	0.08501	0.03588	0.0004	0.0005
		2	0.05875	0.02790	0.0005	—
3-02	硫酸鉀肥料	1	0.05906	0.11561	0.0020	0.0017
		2	0.06428	0.09169	0.0014	—
3-03	碳酸氫鉀肥	1	0.05863	0.21925	0.0037	0.0038
		2	0.06024	0.23520	0.0039	—
3-05	硫酸鉀鎂肥料	1	0.05096	0.03986	0.0008	0.0007
		2	0.09711	0.05182	0.0005	—
3-09	副產鉀質肥料	1	0.04671	0.03986	0.0009	0.0007
		2	0.05369	0.02392	0.0004	—
4-39	複合次微量元素肥料	1	0.05648	0.02790	0.0005	0.0004
		2	0.05947	0.01993	0.0003	—
4-40	液態複合次微量元素肥料	1	0.05028	0.05182	0.0010	0.0014
		2	0.04806	0.07973	0.0017	—
5-01	植物渣粕肥料	1	0.05671	2.0082	0.0354	0.0306
		2	0.06882	1.7695	0.0257	—
5-10	一般堆肥	1	0.05557	2.3433	0.0422	0.0409
		2	0.05789	2.2925	0.0396	—
5-11	雜項堆肥	1	0.05867	5.8569	0.0998	0.0910
		2	0.05879	4.8313	0.0822	—
5-12	混合有機質肥料	1	0.07058	13.7170	0.1943	0.1774
		2	0.06491	10.4140	0.1604	—
5-14	液態雜項有機質肥料	1	0.06297	0.10365	0.0016	0.0013
		2	0.06876	0.06777	0.0010	—
6-01	複合肥料	1	0.05759	0.05581	0.0010	0.0013
		2	0.06137	0.09567	0.0016	—
6-03	家庭園藝用複合肥料	1	0.06081	0.07973	0.0013	0.0014
		2	0.05193	0.07973	0.0015	—

3-2-5 肥料樣品汞含量之添加回收率

為確認樣品有無基質干擾或使用之分析方法是否適當，因此對每一種樣品添加 1mg/L 之查核樣品 20 μ L，再量測樣品之汞含量，並

算出樣品之添加回收率，所測得之汞含量與原始數據列於附錄 A-4 與表 A-4-2，其中附錄 A-4 部分資料(日期 100.1.5 與 100.1.7)汞濃度 R，乘以校正因子 1.5702 換算成表 A-4-2 之汞濃度 R 欄位。

3-3 結果分析與討論

- 1、熱分解汞齊原子吸收光譜法分析樣品之汞含量，藉由儀器可(1)分別建立低汞含量 (Cell-1, 10ng~20ng) 與高汞含量 (Cell-2, 20ng~1000ng) 檢量線、(2)分析之固體樣品最重可到 0.5g，液體樣品最多可達 1500 μ L，之功能該儀器可分析樣品中汞濃度由數 ppb 至數千 ppm，濃度範圍很寬。
- 2、由查核樣品分析之結果可看出：汞標準液濃度 1mg/L 之回收率為 101%，符合回收率 75%~125%之一般要求。
- 3、由 15 種不同肥料樣品之材質分析結果顯示：樣品中之汞濃度均低於 180ppb (μ g/Kg)，全部符合農委會農糧署肥料品目登記規則之汞含量規定。
- 4、肥料樣品汞含量之添加回收率，除樣品 5-14 與 6-01 低於 75%外，其餘在 87%~118%間，合於 75%~125%之一般要求。回收率偏低之原因可能是粉狀樣品於秤重後，移至汞分析儀時被風吹落所致。
- 5、汞分析儀之檢量線校正因子上昇至 1.5702，顯示其汞燈已超過其使用時數，致使效能下降、感度降低，應予以更換新品。

第四章 結論與建議

前文討論的一些主要結論彙整如下：

4-1 結論

- 1、肥料樣品試驗中重金屬含量之測定，常有回收率不佳之問題，尤其是汞(Hg)更甚，本研究之添加回收率在 87%~118%間，合於一般 75%~125%之要求。顯示熱分解汞齊原子吸收光譜法為分析肥料樣品汞含量之適當方法，且可有效降低基質干擾。
- 2、採用熱分解汞齊原子吸收光譜法分析樣品汞含量具有：(1) 無樣品前處理、(2) 無溶劑或酸浪費、(3) 無需添加其他試劑、(4) 量測時間短（每個樣品約 10 分鐘）、(5) 可批次量測樣品、(6) 可量測固態或液態樣品等優點。

4-2 建議事項

本次專題研究進行，係於忙碌的檢驗、外勤及行政工作之間，抽出時間所完成，共分析有 15 種品目、15 種肥料，所測得之分析數據合理有效。雖然熱分解汞齊原子吸收光譜法可分析之汞濃度範圍很大，但實際在測高汞濃度樣品後，建議應空燒數個置有 5%硝酸石英樣品載船，以避免汞殘留在儀器中，影響後續其他樣品之分析數值。此外，不同昇溫條件對於汞含量之量測與不同種類樣品之汞量測，建議可作為未來探討之議題。

參考文獻

CNS 國家標準、環保署、衛生署或勞委會檢驗方法部分

1. CNS 13109 水中總汞檢驗法、經濟部標準檢驗局、中華民國 70 年 05 月 27 日。
2. CNS 10762 化粧品中汞試驗法、經濟部標準檢驗局、中華民國 73 年 01 月 14 日。
3. CNS 2770-19 飼料檢驗法（汞之測定）、經濟部標準檢驗局、中華民國 75 年 08 月 04 日。
4. CNS 11942-16 銅中汞定量法、經濟部標準檢驗局、中華民國 81 年 12 月 28 日。
5. NIEA R315.01B 乾電池汞、鎘、鉛含量檢測方法、行政院環境保護署、中華民國 91 年 03 月 05 日。
6. NIEA M318.00C 固體與液體樣品中總汞檢測方法—熱分解汞齊原子吸收光譜法、行政院環境保護署、中華民國 94 年 09 月 02 日。
7. NIEA W330.52A 水中汞檢測方法—冷蒸氣原子吸收光譜法、行政院環境保護署、中華民國 95 年 02 月 15 日。
8. NIEA R314.12C 事業廢棄物萃出液中總汞檢測方法—冷蒸氣原子吸收光譜法、行政院環境保護署、中華民國 95 年 02 月 15 日。
9. 食品中重金屬檢驗方法 — 汞之檢驗（一）、行政院衛生署。
10. 食品中重金屬檢驗方法 — 汞之檢驗（二）、行政院衛生署。

其他資料

1. 日本藥學會編「衛生試驗法・注解」中文版，1996，亞龍國際出版股份有限公司，P.46-52。
2. 王明光、王敏昭、實用儀器分析，國立編譯館，中華民國 82 年 6 月。
3. 李匡邦、許東明、何東英，光譜化學分析，揚智文化事業股份有限公司、中華民國 86 年 9 月。
4. 賀校雍，儀器分析，曉園出版社，中華民國 74 年 10 月。
5. 林敬二審譯，儀器分析（上冊），美亞書版股份有限公司。
6. 陳吉平譯，分析化學，東華書局，中華民國 89 年 5 月。
5. 江漢全、水質分析、三民書局、中華民國 85 年 5 月。
6. 徐貴新、水質分析實驗、高立圖書有限公司、中華民國 90 年 7 月。
7. 吳宗榮、蔡基湧、水及廢水分析、復文書局、中華民國 83 年 1 月。
8. 環境檢驗檢量線製備及查核指引、行政院環境保護署、中華民國 93 年 10 月 4 日。
9. DMA-80(Direct Mercury Analyzer)直接汞分析儀中文操作手冊、汎泰儀器有限公司、中華民國 96 年 9 月。
10. 李佳樺、林能暉，東亞大氣汞之長程輸送研究：雲水中汞之定量分析與指紋之建立，碩士論文，國立中央大學化學研究所，中華民國 93 年 12 月。
11. 林建志、林能暉，台灣平地與高山大氣汞之監測與比較，碩士論文，國立中央大學化學研究所，中華民國 95 年 7 月。

12. MILESTONE DMA-80 USER MANUAL, MA002 Rev.5, MILESTONE S.r.l. ,
05.02.2006.

附錄：

A-1 熱分解汞齊原子吸收光譜法之檢量線

A-2 查核樣品分析之原始數據

A-3 肥料樣品汞含量分析之原始數據

A-4 肥料樣品汞含量之添加回收率之原始數據

A-1 熱分解汞齊原子吸收光譜法之檢量線



MLS Calibration Report

Report Date: 24/07/2010

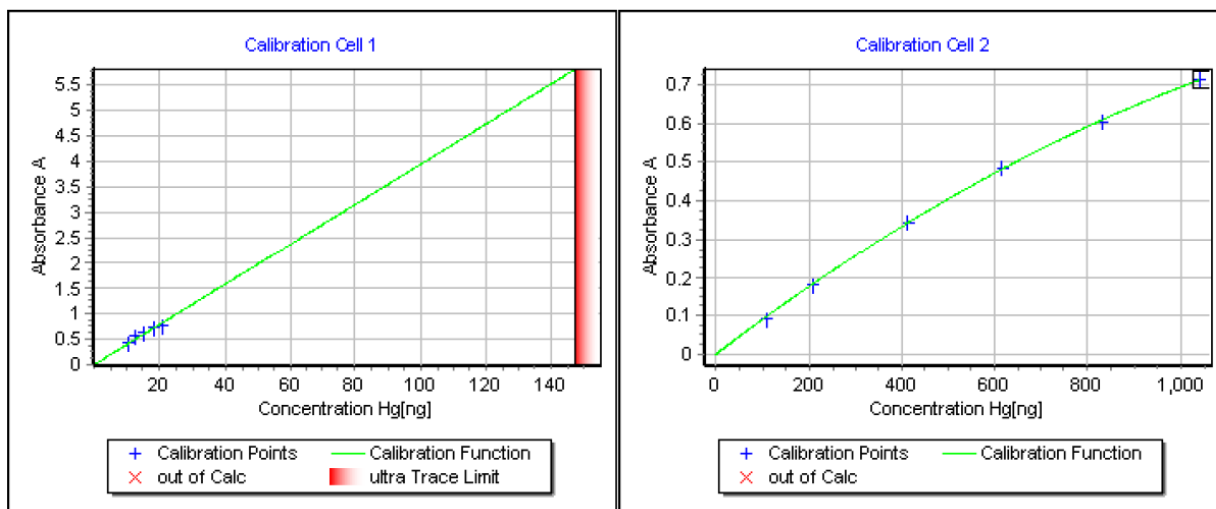
Operator: Administrator

Filename: F:\990721.c80



MLS GmbH

easyDOC



$$A = 0.00000000 + 0.03938912 * C$$

$$+ 0.00000000 * C2 + 0.00000000 * C3$$

R2= 0.9964

Calibration without Zero

Calculation on Peak

$$A = 0.00000000 + 0.00092251 * C$$

$$+ -0.00000023 * C2 + 0.00000000 * C3$$

R2= 0.9999

Calibration without Zero

No	Point	Hg [ng]	Peak	Area	Cell	Date	Error [A]	Error [ng]	Remark
1	✔	10.5200		0.4216	1	21/07/2010	0.0072	0.1835	
2	✔	12.7100		0.5511	1	21/07/2010	0.0505	1.2812	
3	✔	15.2400		0.6407	1	21/07/2010	0.0404	1.0259	
4	✔	18.5100		0.7178	1	21/07/2010	-0.0113	-0.2867	
5	✔	20.9300		0.7707	1	21/07/2010	-0.0537	-1.3637	
6	✔	110.1000		0.0925	2	21/07/2010	-0.0063	-7.2100	
7	✔	209.0000		0.1801	2	21/07/2010	-0.0027	-3.3005	
8	✔	412.3000		0.3437	2	21/07/2010	0.0022	2.9394	
9	✔	615.1000		0.4857	2	21/07/2010	0.0046	7.2432	
10	✔	830.4000		0.6049	2	21/07/2010	-0.0037	-6.8546	
11	✔	1040.0000		0.7131	2	21/07/2010	0.0006	1.3440	

A-2 查核樣品分析之原始數據



MLS DMA Sample Report

Report Date: 24/07/2010

Operator: Administrator

Filename: F:\990724Add.d80



No	Pos	Sample Name	Hg [ng]	R [mg/kg]	Weight[g]	Height	Peak	Area	Peak	Cal-Factor	Date	Calibration File	Remark
1	✓ 1	c1	0.0787	0.0004	0.20000	0.00310				1.0000	24/07/2010	990721.c80	
2	✓ 2	c2	0.0355	0.0002	0.20000	0.00140				1.0000	24/07/2010	990721.c80	
3	✓ 3	Add-1	21.2368	1.0055	0.02112	0.01950				1.0000	24/07/2010	990721.c80	
4	✓ 4	c3	0.1396	0.0007	0.20000	0.00550				1.0000	24/07/2010	990721.c80	
5	✓ 5	Add-2	21.1861	1.0186	0.02080	0.01910				1.0000	24/07/2010	990721.c80	
6	✓ 6	c4	0.0685	0.0003	0.20000	0.00270				1.0000	24/07/2010	990721.c80	

A-3 肥料樣品汞含量分析之原始數據



MLS DMA Sample Report

Report Date: 24/07/2010

Operator: Administrator

Filename: F:\990723.d80



No	Pos	Sample Name	Hg [ng]	R [mg/kg]	Weight[g]	Height	Peak Area	Peak	CalFactor	Date	Calibration File	Remark
1	✓ 1	c1	0.0914	0.0005	0.20000	0.00360	1.0000	23/07/2010	990721.c80			
2	✓ 2	c2	0.0889	0.0004	0.20000	0.00350	1.0000	23/07/2010	990721.c80			
3	✓ 3	c3	0.1066	0.0005	0.20000	0.00420	1.0000	23/07/2010	990721.c80			
4	✓ 4	5-01-A1	2.0082	0.0354	0.05671	0.07910	1.0000	23/07/2010	990721.c80			
5	✓ 5	c4	0.1168	0.0006	0.20000	0.00460	1.0000	23/07/2010	990721.c80			
6	✓ 6	5-01-A2	1.7695	0.0257	0.06882	0.06970	1.0000	23/07/2010	990721.c80			
7	✓ 7	c5	0.1346	0.0007	0.20000	0.00530	1.0000	23/07/2010	990721.c80			
8	✓ 8	5-10-B1	2.3433	0.0422	0.05557	0.09230	1.0000	23/07/2010	990721.c80			
9	✓ 9	c6	0.1016	0.0005	0.20000	0.00400	1.0000	23/07/2010	990721.c80			
10	✓ 10	5-10-B2	2.2925	0.0396	0.05789	0.09030	1.0000	23/07/2010	990721.c80			
11	✓ 11	c7	0.0838	0.0004	0.20000	0.00330	1.0000	23/07/2010	990721.c80			
12	✓ 12	5-11-C1	5.8569	0.0998	0.05867	0.23070	1.0000	23/07/2010	990721.c80			
13	✓ 13	c8	0.0838	0.0004	0.20000	0.00330	1.0000	23/07/2010	990721.c80			
14	✓ 14	5-11-C2	4.8313	0.0822	0.05879	0.19030	1.0000	23/07/2010	990721.c80			
15	✓ 15	c9	0.0787	0.0004	0.20000	0.00310	1.0000	23/07/2010	990721.c80			
16	✓ 16	5-12-D1	13.7170	0.1943	0.07058	0.54030	1.0000	23/07/2010	990721.c80			
17	✓ 17	c10	0.0812	0.0004	0.20000	0.00320	1.0000	23/07/2010	990721.c80			
18	✓ 18	5-12-D2	10.4140	0.1604	0.06491	0.41020	1.0000	23/07/2010	990721.c80			
19	✓ 19	c11	0.0660	0.0003	0.20000	0.00260	1.0000	23/07/2010	990721.c80			
20	✓ 20	5-13-E1	6.6795	0.1197	0.05580	0.26310	1.0000	23/07/2010	990721.c80			
21	✓ 21	c12	0.0685	0.0003	0.20000	0.00270	1.0000	23/07/2010	990721.c80			
22	✓ 22	5-13-E2	8.6877	0.1385	0.06273	0.34220	1.0000	23/07/2010	990721.c80			



MLS DMA Sample Report

Report Date: 11/01/2011

Operator: Administrator

Filename: F:\991223-sample.d80



No	Pos	Sample Name	Hg [ng]	R [mg/kg]	Weight[g]	Height	Peak Area	Peak	Cal-Factor	Date	Calibration File	Remark
1	✓	1 c1	0.0178	0.0001	0.20000	0.00070			1.0000	23/12/2010	990721.c80	
2	✓	2 1-19-1	0.0787	0.0014	0.05636	0.00310			1.0000	23/12/2010	990721.c80	
3	✓	3 c2	0.0330	0.0002	0.20000	0.00130			1.0000	23/12/2010	990721.c80	
4	✓	4 1-19-2	0.0609	0.0012	0.04962	0.00240			1.0000	23/12/2010	990721.c80	
5	✓	5 c3	0.0228	0.0001	0.20000	0.00090			1.0000	23/12/2010	990721.c80	
6	✓	6 3-01-1	0.0228	0.0003	0.08501	0.00090			1.0000	23/12/2010	990721.c80	
7	✓	7 c4	0.0305	0.0002	0.20000	0.00120			1.0000	23/12/2010	990721.c80	
8	✓	8 3-01-2	0.0178	0.0003	0.05875	0.00070			1.0000	23/12/2010	990721.c80	
9	✓	9 c5	0.0254	0.0001	0.20000	0.00100			1.0000	23/12/2010	990721.c80	
10	✓	10 3-02-1	0.0736	0.0012	0.05906	0.00290			1.0000	23/12/2010	990721.c80	
11	✓	11 c6	0.0228	0.0001	0.20000	0.00090			1.0000	23/12/2010	990721.c80	
12	✓	12 3-02-2	0.0584	0.0009	0.06428	0.00230			1.0000	23/12/2010	990721.c80	
13	✓	13 c7	0.0152	0.0001	0.20000	0.00060			1.0000	23/12/2010	990721.c80	
14	✓	14 3-03-1	0.1396	0.0024	0.05863	0.00650			1.0000	23/12/2010	990721.c80	
15	✓	15 c8	0.0305	0.0002	0.20000	0.00120			1.0000	23/12/2010	990721.c80	
16	✓	16 3-03-2	0.1498	0.0025	0.06024	0.00690			1.0000	23/12/2010	990721.c80	
17	✓	17 c9	0.0178	0.0001	0.20000	0.00070			1.0000	23/12/2010	990721.c80	
18	✓	18 3-05-1	0.0254	0.0005	0.05096	0.00100			1.0000	23/12/2010	990721.c80	
19	✓	19 c10	0.0178	0.0001	0.20000	0.00070			1.0000	23/12/2010	990721.c80	
20	✓	20 3-05-2	0.0330	0.0003	0.09711	0.00130			1.0000	23/12/2010	990721.c80	
21	✓	21 c11	0.0127	0.0001	0.20000	0.00050			1.0000	23/12/2010	990721.c80	
22	✓	22 3-09-1	0.0254	0.0005	0.04671	0.00100			1.0000	23/12/2010	990721.c80	



MLS DMA Sample Report

Report Date: 11/01/2011

Operator: Administrator

Filename: F:\991224-sample.d80



No	Pos	Sample Name	Hg [ng]	R [mg/kg]	Weight[g]	Height	Peak Area	Peak Cal-Factor	Date	Calibration File	Remark
1	✓ 1	c1	0.0178	0.0001	0.20000	0.00070		1.0000	24/12/2010	990721.c80	
2	✓ 2	c2	0.0355	0.0002	0.20000	0.00140		1.0000	24/12/2010	990721.c80	
3	✓ 3	6-03-1	0.0508	0.0008	0.06081	0.00200		1.0000	24/12/2010	990721.c80	
4	✓ 4	c3	0.0482	0.0002	0.20000	0.00190		1.0000	24/12/2010	990721.c80	
5	✓ 5	6-03-2	0.0508	0.0010	0.05193	0.00200		1.0000	24/12/2010	990721.c80	
6	✓ 6	c4	0.0355	0.0002	0.20000	0.00140		1.0000	24/12/2010	990721.c80	
7	✓ 7	7-01-1	18.3883	0.3453	0.05326	0.72450		1.0000	24/12/2010	990721.c80	
8	✓ 8	c5	0.0559	0.0003	0.20000	0.00220		1.0000	24/12/2010	990721.c80	
9	✓ 9	7-01-2	24.7099	0.3870	0.06385	0.02560		1.0000	24/12/2010	990721.c80	
10	✓ 10	c6	0.0432	0.0002	0.20000	0.00170		1.0000	24/12/2010	990721.c80	

表A-3-2 肥料樣品中汞含量（濃度）

品目 編號	測定 次數	樣品重量 ， Weight(g)	所測得之汞 含量， Hg(mg)	濃度 R(mg/Kg)	汞平均濃度 R _{avg} (mg/Kg)	濃度相對差異 百分比， RPD(%)	標準偏差 S(mg/Kg)	相對標準偏差 ， RSD(%)	備註
1-19	1	0.05636	0.12358	0.0022	0.0021	14.29	0.000212	10.1	
1-19	2	0.04962	0.09567	0.0019	—	—	—	—	
3-01	1	0.08501	0.03588	0.0004	0.0005	20.00	0.000071	14.14	
3-01	2	0.05875	0.02790	0.0005	—	—	—	—	
3-02	1	0.05906	0.11561	0.0020	0.0017	35.29	0.000424	24.96	
3-02	2	0.06428	0.09169	0.0014	—	—	—	—	
3-03	1	0.05863	0.21925	0.0037	0.0038	5.26	0.000141	3.72	
3-03	2	0.06024	0.23520	0.0039	—	—	—	—	
3-05	1	0.05096	0.03986	0.0008	0.0007	42.86	0.000212	30.3	
3-05	2	0.09711	0.05182	0.0005	—	—	—	—	
3-09	1	0.04671	0.03986	0.0009	0.0007	71.43	0.000354	50.51	
3-09	2	0.05369	0.02392	0.0004	—	—	—	—	
4-39	1	0.05648	0.02790	0.0005	0.0004	50.00	0.000141	35.36	
4-39	2	0.05947	0.01993	0.0003	—	—	—	—	
4-40	1	0.05028	0.05182	0.0010	0.0014	50.00	0.000495	35.36	
4-40	2	0.04806	0.07973	0.0017	—	—	—	—	
5-01	1	0.05671	2.0082	0.0354	0.0306	31.70	0.006859	22.41	
5-01	2	0.06882	1.7695	0.0257	—	—	—	—	
5-10	1	0.05557	2.3433	0.0422	0.0409	6.36	0.001838	4.5	
5-10	2	0.05789	2.2925	0.0396	—	—	—	—	
5-11	1	0.05867	5.8569	0.0998	0.0910	19.34	0.012445	13.68	
5-11	2	0.05879	4.8313	0.0822	—	—	—	—	
5-12	1	0.07058	13.7170	0.1943	0.1774	19.11	0.023971	13.51	
5-12	2	0.06491	10.4140	0.1604	—	—	—	—	
5-14	1	0.06297	0.10365	0.0016	0.0013	46.15	0.000424	32.64	
5-14	2	0.06876	0.06777	0.0010	—	—	—	—	
6-01	1	0.05759	0.05581	0.0010	0.0013	46.15	0.000424	32.64	
6-01	2	0.06137	0.09567	0.0016	—	—	—	—	
6-03	1	0.06081	0.07973	0.0013	0.0014	14.29	0.000141	10.1	
6-03	2	0.05193	0.07973	0.0015	—	—	—	—	

註： 1. $R = \text{Hg} / (\text{Weight} \times 1000)$ 2. $\text{Ravg} = (R1 + R2) / 2$ 3. $\text{RPD}(\%) = |R1 - R2| / \text{Ravg} \times 100$
4. $S = [\sum (Ri - R_{\text{avg}})^2 / (n - 1)]^{1/2}$ 5. $\text{RSD}(\%) = S / \text{Ravg} \times 100$

A-4 肥料樣品汞含量之添加回收率之原始數據



MLS DMA Sample Report

Report Date: 24/07/2010

Operator: Administrator

Filename: F:\990723.d80



MLS GmbH
easyDOC

No	Pos	Sample Name	Hg [ng]	R [mg/kg]	Weight[g]	Height	Peak Area	Peak	CalFactor	Date	Calibration File	Remark
1	✓ 1	c1	0.0914	0.0005	0.20000	0.00360			1.0000	23/07/2010	990721.c80	
2	✓ 2	c2	0.0889	0.0004	0.20000	0.00350			1.0000	23/07/2010	990721.c80	
3	✓ 3	c3	0.1066	0.0005	0.20000	0.00420			1.0000	23/07/2010	990721.c80	
4	✓ 4	5-01-A1	2.0082	0.0354	0.05671	0.07910			1.0000	23/07/2010	990721.c80	
5	✓ 5	c4	0.1168	0.0006	0.20000	0.00460			1.0000	23/07/2010	990721.c80	
6	✓ 6	5-01-A2	1.7695	0.0257	0.06882	0.06970			1.0000	23/07/2010	990721.c80	
7	✓ 7	c5	0.1346	0.0007	0.20000	0.00530			1.0000	23/07/2010	990721.c80	
8	✓ 8	5-10-B1	2.3433	0.0422	0.05557	0.09230			1.0000	23/07/2010	990721.c80	
9	✓ 9	c6	0.1016	0.0005	0.20000	0.00400			1.0000	23/07/2010	990721.c80	
10	✓ 10	5-10-B2	2.2925	0.0396	0.05789	0.09030			1.0000	23/07/2010	990721.c80	
11	✓ 11	c7	0.0838	0.0004	0.20000	0.00330			1.0000	23/07/2010	990721.c80	
12	✓ 12	5-11-C1	5.8569	0.0998	0.05867	0.23070			1.0000	23/07/2010	990721.c80	
13	✓ 13	c8	0.0838	0.0004	0.20000	0.00330			1.0000	23/07/2010	990721.c80	
14	✓ 14	5-11-C2	4.8313	0.0822	0.05879	0.19030			1.0000	23/07/2010	990721.c80	
15	✓ 15	c9	0.0787	0.0004	0.20000	0.00310			1.0000	23/07/2010	990721.c80	
16	✓ 16	5-12-D1	13.7170	0.1943	0.07058	0.54030			1.0000	23/07/2010	990721.c80	
17	✓ 17	c10	0.0812	0.0004	0.20000	0.00320			1.0000	23/07/2010	990721.c80	
18	✓ 18	5-12-D2	10.4140	0.1604	0.06491	0.41020			1.0000	23/07/2010	990721.c80	
19	✓ 19	c11	0.0660	0.0003	0.20000	0.00260			1.0000	23/07/2010	990721.c80	
20	✓ 20	5-13-E1	6.6795	0.1197	0.05580	0.26310			1.0000	23/07/2010	990721.c80	
21	✓ 21	c12	0.0685	0.0003	0.20000	0.00270			1.0000	23/07/2010	990721.c80	
22	✓ 22	5-13-E2	8.6877	0.1385	0.06273	0.34220			1.0000	23/07/2010	990721.c80	



MLS DMA Sample Report

Report Date: 11/01/2011

Operator: Administrator

Filename: F:\100.01,05sample.d80



No	Pos	Sample Name	Hg [ng]	R [mg/kg]	Weight[g]	Height	Peak Area	Peak	CalFactor	Date	Calibration File	Remark
1	✓	1 c1	0.0152	0.0001	0.20000	0.00060			1.0000	05/01/2011	990721.c80	
2	✓	2 1-19-1	13.0011	0.1477	0.08800	0.51300			1.0000	05/01/2011	990721.c80	
3	✓	3 c2	0.0203	0.0001	0.20000	0.00080			1.0000	05/01/2011	990721.c80	
4	✓	4 1-19-2	13.9074	0.1627	0.08550	0.54870			1.0000	05/01/2011	990721.c80	
5	✓	5 c3	0.0381	0.0002	0.20000	0.00150			1.0000	05/01/2011	990721.c80	
6	✓	6 3-01-1	16.3091	0.1715	0.09510	0.64340			1.0000	05/01/2011	990721.c80	
7	✓	7 c4	0.0508	0.0003	0.20000	0.00200			1.0000	05/01/2011	990721.c80	
8	✓	8 3-01-2	17.0580	0.2247	0.07590	0.67310			1.0000	05/01/2011	990721.c80	
9	✓	9 c5	0.0406	0.0002	0.20000	0.00160			1.0000	05/01/2011	990721.c80	
10	✓	10 3-02-1	17.3144	0.2282	0.07587	0.68340			1.0000	05/01/2011	990721.c80	
11	✓	11 c6	0.0482	0.0002	0.20000	0.00190			1.0000	05/01/2011	990721.c80	
12	✓	12 3-02-2	16.9006	0.2365	0.07147	0.66660			1.0000	05/01/2011	990721.c80	
13	✓	13 c7	0.0330	0.0002	0.20000	0.00130			1.0000	05/01/2011	990721.c80	
14	✓	14 3-03-1	13.7373	0.1876	0.07322	0.54230			1.0000	05/01/2011	990721.c80	
15	✓	15 c8	0.0330	0.0002	0.20000	0.00130			1.0000	05/01/2011	990721.c80	
16	✓	16 3-03-2	12.0719	0.1693	0.07130	0.47640			1.0000	05/01/2011	990721.c80	
17	✓	17 c9	0.0381	0.0002	0.20000	0.00150			1.0000	05/01/2011	990721.c80	
18	✓	18 3-05-1	15.2733	0.2024	0.07547	0.60280			1.0000	05/01/2011	990721.c80	
19	✓	19 c10	0.0381	0.0002	0.20000	0.00150			1.0000	05/01/2011	990721.c80	
20	✓	20 3-05-2	13.9836	0.1705	0.08202	0.55210			1.0000	05/01/2011	990721.c80	
21	✓	21 c11	0.0381	0.0002	0.20000	0.00150			1.0000	05/01/2011	990721.c80	
22	✓	22 3-09-1	10.5359	0.1179	0.08933	0.41570			1.0000	05/01/2011	990721.c80	



MLS DMA Sample Report

Report Date: 11/01/2011

Operator: Administrator

Filename: F:\1000107sample.d80



No	Pos	Sample Name	Hg [ng]	R [mg/kg]	Weight[g]	Height	Peak Area	Peak CalFactor	Date	Calibration File	Remark
1	✓ 1	c1	0.0305	0.0002	0.20000	0.00120		1.0000	07/01/2011	990721.c80	
2	✓ 2	6-03-1(522)	13.5469	0.1559	0.08687	0.53400		1.0000	07/01/2011	990721.c80	
3	✓ 3	c2	0.4392	0.0022	0.20000	0.01730		1.0000	07/01/2011	990721.c80	
4	✓ 4	6-03-2(522)	15.9943	0.1520	0.10521	0.63080		1.0000	07/01/2011	990721.c80	
5	✓ 5	c3	0.7286	0.0036	0.20000	0.02870		1.0000	07/01/2011	990721.c80	
6	✓ 6	6-03-1(1406)	20.6885	0.2507	0.08251	0.01980		1.0000	07/01/2011	990721.c80	
7	✓ 7	c4	0.2082	0.0010	0.20000	0.00820		1.0000	07/01/2011	990721.c80	
8	✓ 8	6-03-2(1406)	19.0789	0.2712	0.07036	0.75200		1.0000	07/01/2011	990721.c80	
9	✓ 9	c5	0.0812	0.0004	0.20000	0.00320		1.0000	07/01/2011	990721.c80	
10	✓ 10	7-01-1	59.6867	0.7706	0.07745	0.05460		1.0000	07/01/2011	990721.c80	
11	✓ 11	c6	0.0914	0.0005	0.20000	0.00360		1.0000	07/01/2011	990721.c80	
12	✓ 12	7-01-2	59.5756	0.7493	0.07951	0.05450		1.0000	07/01/2011	990721.c80	
13	✓ 13	c7	0.0990	0.0005	0.20000	0.00390		1.0000	07/01/2011	990721.c80	

表 A-4-2 肥料樣品中所含汞之添加回收率

樣品 編號	測定 次數	樣品重量 ，W(g)	樣品之汞 平均濃度， R _{avg} (mg/Kg)	添加 1mg/L 汞 標準溶液之 重量，W _{add} (g)	添加後之 樣品總重 量，Weight(g)	所測得 之汞含 量，Hg(ng)	濃度，R (mg/Kg)	添加回收 率，P(%)	平均添加 回收率， P _{avg} (%)	回收率相對 差異百分 比，RPD(%)	標準偏 差，S(%)	相對標準偏 差，RSD(%)	備註
1-19	1	0.06752	0.0021	0.02048	0.08800	20.41425	0.2320	99.00	102.51	6.84	4.96	4.84	
1-19	2	0.06503	—	0.02047	0.08550	21.83739	0.2554	106.01	—	—	—	—	
3-01	1	0.07426	0.0005	0.02084	0.09510	25.60850	0.2693	122.71	124.85	3.43	3.03	2.42	
3-01	2	0.05483	—	0.02107	0.07590	26.78448	0.3529	126.99	—	—	—	—	
3-02	1	0.05537	0.0017	0.02050	0.07587	27.18711	0.3583	132.15	134.99	4.20	4.01	2.97	
3-02	2	0.05228	—	0.01919	0.07147	26.53733	0.3713	137.82	—	—	—	—	
3-03	1	0.05234	0.0038	0.02088	0.07322	21.57030	0.2946	102.35	98.89	7.00	4.89	4.95	
3-03	2	0.05164	—	0.01966	0.07130	18.95524	0.2659	95.43	—	—	—	—	
3-05	1	0.05469	0.0007	0.02078	0.07547	23.98206	0.3178	115.24	113.32	3.39	2.72	2.4	
3-05	2	0.06235	—	0.01967	0.08202	21.95698	0.2677	111.40	—	—	—	—	
3-09	1	0.06933	0.0007	0.02000	0.08933	16.54347	0.1852	82.48	79.42	7.72	4.33	5.46	
3-09	2	0.06699	—	0.02045	0.08744	15.65850	0.1791	76.35	—	—	—	—	
4-39	1	0.05832	0.0004	0.02041	0.07873	18.31343	0.2326	89.61	87.38	5.10	3.15	3.61	
4-39	2	0.05434	—	0.02040	0.07474	17.38859	0.2327	85.15	—	—	—	—	
4-40	1	0.07607	0.0014	0.01996	0.09603	18.50079	0.1927	92.18	94.31	4.51	3.01	3.19	
4-40	2	0.08072	—	0.01987	0.10059	19.27415	0.1916	96.43	—	—	—	—	
5-01	1	0.07129	0.0306	0.02082	0.09211	21.5364	0.2338	92.96	93.16	0.42	0.28	0.3	
5-01	2	0.06080	—	0.02105	0.08185	21.5110	0.2628	93.35	—	—	—	—	
5-10	1	0.05298	0.0409	0.02066	0.07364	22.0061	0.2988	96.02	93.70	4.95	3.28	3.5	
5-10	2	0.07233	—	0.02108	0.09341	22.2269	0.2379	91.38	—	—	—	—	
5-11	1	0.05657	0.0910	0.02041	0.07698	23.9660	0.3113	92.19	89.67	5.63	3.57	3.98	
5-11	2	0.05536	—	0.02089	0.07625	23.2399	0.3048	87.14	—	—	—	—	
5-12	1	0.05284	0.1774	0.02019	0.07303	24.4661	0.3350	74.75	92.45	38.28	25.02	27.07	
5-12	2	0.06393	—	0.02082	0.08475	34.2732	0.4044	110.14	—	—	—	—	
5-14	1	0.05454	0.0013	0.01992	0.07446	15.92957	0.2139	79.60	64.77	45.81	20.98	32.39	
5-14	2	0.06007	—	0.02111	0.08118	10.61971	0.1308	49.93	—	—	—	—	
6-01	1	0.06345	0.0013	0.02060	0.08405	12.07873	0.1437	58.23	71.61	37.36	18.92	26.41	
6-01	2	0.05245	—	0.02058	0.07303	17.55601	0.2404	84.98	—	—	—	—	
6-03	1	0.06863	0.0014	0.01824	0.08687	21.27132	0.2449	116.11	118.75	4.45	3.73	3.14	
6-03	2	0.08462	—	0.02059	0.10521	25.11419	0.2387	121.39	—	—	—	—	

註：1. $R = \text{Hg} / (\text{Weight} \times 1000)$ 2. $P = [(R \times \text{Weight} - \text{Ravg} \times W) / W_{\text{add}}] \times 100$ 3. $\text{RPD}(\%) = |P1 - P2| / P_{\text{avg}} \times 100$
4. $S = [\sum (P1 - P_{\text{avg}})^2 / (n - 1)]^{1/2}$ 5. $\text{RSD}(\%) = S / P_{\text{avg}} \times 100$