

中子活化分析法及超微量分析 技術檢驗中藥微量重金屬

Determination of Trace Elements in Chinese Medicines by Neutron Activation Analysis and Trace Analysis Techniques

核能研究所

門 立 中

摘 要

本計畫除延續前兩年之建立中藥材內微量重金屬元素，利用中子活化分析及ICP等方法，對於砷、鎘、鉻、銅、汞、鎳、鉛、及鋅等重金屬元素加以檢測，本年度完成 85 個樣品分析工作，並且累計已有 285 個常用中草藥材之分析檢驗數據。

本年度針對三年來已分析完成之數據作整理，共累計 285 個樣品，分別對八種重金屬元素依照統計學加以整理比較，對於不同產地及批次、不同入藥之藥材部位、分析方法與技術之精確度研究探討。

另依據中草藥研究發展本土化，針對本土藥材與農試所進行合作，對於國內所產之金線蓮、山藥、柴胡與產地培育土壤間之重金屬加以測定，並探討其相互關係。

對於硃砂現有製程程序及化學成份分析，其主要成分經 X 光繞射分析確定為硫化汞，其中重金屬含量在原料與成品間發現異常累積現象，經探討發現為研磨製程所使用研磨球損耗所導致。

關鍵詞：中藥微量金屬、本土藥材、硃砂化學成份分析

Institute of Nuclear Energy Research

Lee-Chung Men

ABSTRACT

This project is the continuation of pass two years' research to analyze trace heavy elements, which include As, Cd, Cu, Cr, Hg, Ni, Pb and Zn, in Chinese herbal medicines by NAA and ICP method. Additional 85 samples have been analyzed this year, which adds up the data bank to a total of 285 samples commonly used in Chinese herbal medicines.

Statistical analysis has been utilized to organize the data of 285 samples accumulated over the pass three years. The statistics analysis of the 8 trace heavy metal elements have been organized and compared. Investigations and studies of those data according to their producing areas, different functional parts of the herbs, analytical methods and precision of the techniques have been performed.

In order to localize the research of Chinese herbal medicine, some locally produced herbs like *Anoectochilus formosanus* Hayata, *Dioscoreae*, *Bupleurum* and their cultivating soil have been studied and analyzed for heavy metal contents in cooperation with Department of Agronomy Taiwan Agriculture Research Institute, Taichung, Taiwan.

The current processing procedure and chemical content analyses of cinnabar have been studied. Its major content has been determined to be HgS by XRF. An increase

of heavy metal concentration has been observed in cinnabar product. It has been concluded that this phenomenon is due to the use of grinding ball in the grinding process.

Keywords : Trace heavy metal in Chinese medicine, locally produced herbs, chemical contents analysis of cinnabar.

壹、前 言

生物地球化學是生物圈有關的地球化學，包括大氣、水、岩石和生物。而生物本身由動、植物及微生物所組成，環境中空氣、水、土壤以及生物源的岩石、礦物等，有關生命體的化學組成和地球化學組成元素加以比較是十分類似的^{1,2}。砷、鎘、鉻、銅、汞、鎳、鉛及鋅等，為目前公認對於人體有害的微量元素³。由於上述的有害微量元素對於人體在接受中藥材時的生物效應，因而對於人體產生的影響是非常重要的指標⁴。加上我國對於中藥材之微量元素並未訂定標準，因此對於眾多在市面上流通之中藥材實有建立其分析結果之數據資料庫之必要，並且根據不同種類的分析數據來評估後建立適當的標準值，以維護全民之健康環境。

土壤是構成生物圈的重要要素，岩石經各種氣候條件以及生物的作用產生土壤，土壤的構成及其中所含微量元素是植物生長的必要條件，植物性中藥之療效與藥材含有效成份具非常密切關係，土壤性質是中藥生長場所之關鍵，其中無機物和有機物以及土壤、水質、空氣都會影響中藥材生長與所含微量重金屬成分。

微量元素的檢測，目前科技能力可從事的方法，一般而言主要有兩大類，其一是原子吸收及放射光譜（AAS/ICP），其二則是中子活化分析（NAA）^{5,6}，前者，主要將樣品作適當處理後，再由特性光譜，對特性元素檢測其含量，而後者，則是藉由非破壞檢測，以中子活化樣品內之元素，再由特性加馬譜線來檢定其量。

中子活化分析，因不需前置處理，故具備零污染的特徵，而且一次可

同時對多種元素從事高靈敏度的測量，是一項快速方便高科技的檢驗方式，尤其對大量樣品的檢測，則更具步驟簡單且靈敏度高等優點。以上述中子活化分析對 As、Cd、Cr、Hg 及 Zn 等元素，均可在 ppm ($\mu\text{g/g}$) 濃度範圍內對樣品執行檢測，另外藥材中 Cu、Ni 及 Pb 的分析不適宜採用 NAA 分析，因此必須先以化學前處理步驟將 Cu、Ni 及 Pb 溶解後以感應耦合電漿光譜或質譜儀測定^{7,8,9}。

為推廣這些分析技術，本研究計畫之分析結果亦以一般實驗室內較普及之原子吸收光譜法來加以比較，除了因為某些元素因靈敏度不夠而不易量測外，其餘測定結果皆相當符合。為確保分析結果之品質作業，也在分析時使用美國國家標準及技術研究所製造之標準參考物質 (Standard Reference Materials/ National Institute of Standards and Technology) 來加以比較，其結果顯示分析精準度均合乎品質保證之需求。

另依據中草藥研究發展本土化，針對本土藥材與農試所進行合作，對於國內所產之金線蓮、山藥、柴胡等藥材與產地培育土壤間之重金屬加以測定，並探討其相互關係。

對於硃砂現有製程程序及化學成份分析，其主要成分經 X 光繞射分析確定為硫化汞，其中重金屬含量在原料與成品間發現異常累積現象，經探討發現為研磨製程所使用研磨球損耗所導致，因此需要改進製程技術以免重金屬導入樣品造成污染。

貳、材料與方法

常用中藥材料之來源為中醫藥委員會中藥組協助收集、採樣提供，編號自 201-236，242-281 號，237-241 號為金線蓮、山藥、柴胡等本土藥材，由農試所提供進行合作研究，282-285 號則為市售之其他藥材。中藥材之微量元素的分析方法，由酸解感應耦合電漿光譜法、中子活化分析法及高溫灰化感應耦合電漿質譜法所分別量測，其分析原理、適用範圍、儀

器試藥、分析步驟、計算方法、均詳細敘述於行政院衛生署中醫藥委員會，八十八上半年度委託研究計畫成果報告（編號CCMP88-CP-004）¹⁰。

為執行評審委員對上年度成果報告所提意見,對於不同產地及批次，不同入藥部位之常用中藥材，分別對八種重金屬元素依照統計學加以整理比較。285 個傳統中藥材則按植物部位分類，分為根、根莖、果、花、皮、種子、葉、全草、藤木等九類^{11,12,13}。統計各類中藥材分析結果的最高、最低、平均以及中間值。

參、結果與討論

（一）、建立中藥材微量元素分析資料庫

圖一至圖四為不同產地、種類中藥材之外觀照相存檔。另將微量元素含量分析數據，利用中子活化分析及感應耦合電漿等方法，對於砷、鎘、鉻、銅、汞、鎳、鉛、及鋅等重金屬元素加以檢測，本年度完成 85 個樣品分析工作，並且累計已有 285 個常用中草藥材之分析檢驗數據。表（一）分別為 285 個中藥之微量分析結果，依照送樣批次順序編號排列。另將 285 個傳統中藥材則按植物部位分類，分為根、根莖、果、花、皮、種子、葉、全草、藤木等九類。統計各類中藥材分析結果的最高、最低、平均以及中間值。圖五依照統計資料來看，285 個常用中藥材之植物部位分類，以根所佔比率最大為 39.6% 樣品數目 113 個，其次為根莖 21.1% 樣品數目 60 個，果為 11.2% 樣品數目 32 個，花為 4.6% 樣品數目 13 個，皮為 10.9% 樣品數目 31 個，種子為 2.1% 樣品數目 6 個，葉為 2.8% 樣品數目 8 個，全草為 4.2% 樣品數目 12 個，藤木為 1.4% 樣品數目 4 個。上述所有樣本之砷、鎘、鉻、銅、汞、鎳、鉛、及鋅等八種重金屬元素除汞之含量均在 0.1μg/g 或遠低於 0.1μg/g 因此不予討論外，砷等七種重金屬元素則選擇各種部位樣品作為代表，統計最高、最低、平均以及中間值。綜合觀察

其平均值結果可作製定標準之參考如表（二），至於中間值與平均值之間的差異，依照標準分配率曲線分佈，可以看出測定值是朝正或負值偏向的趨勢。由於 285 個樣品分類後太多，因此取用根莖類的 60 個樣品作為代表，將鉻等七種重金屬元素製作長條圖如圖六至圖十二，方便閱覽與比較，長條頂端號碼則為樣品之編號，如有需要可查閱表（一）加以對照。

（二）、分析結果之品質保證

為確保分析結果之精確性，於不同批次試樣分析時亦以類似中藥材之標準參考物質¹⁴（Standard Reference Materials）松針、桃葉等試樣，在每批次中藥材分析過程中參考量測。表（三）為其統計結果，顯示執行分析時與標準參考物同一程序進行量測，得致良好的準確性與公信度。本計畫分析量測執行時均有品保程序可供查核，且每次儀器測定者除提供原始數據外，更需填數據查核表，並由另一數據品保管制人員檢查數據正確性，並且於二個相同編號之試樣作重覆性測試與量測，如有異常值（相差太大時）則再重新取樣、處理與量測，以求其正確性。

以感應耦合電漿質譜法行分析量測時，對於鎳、鉻、銅、鋅、鎘、鉛等六種中藥材微量元素定量時，經過 3 次測定結果，其精確性之可信度區間介於 1.1-14.4 % 之間，砷與汞以中子活化分析結果，則介於 0.1-8.1% 之間，此分析誤差，符合品保之需求。

表（三）是以標準參考物質（Standard Reference Materials）松針、桃葉等標準試樣，在每一批次中參與測試所得結果，共取得五次加以評估。可信度區間（Confidence Interval In Terms Of %, $P=0.05$ ）是取其 95% 可信度誤差除以確認值而以百分率表示。Upper CI 是平均值加可信度誤差，Lower CI 是平均值減可信度誤差。

（三）、硃砂之原料與成品分析

硃砂主要之分析目的原為探討其主成分，經與中藥廠研商瞭解製

造過程並取回原料與成品詳加分析後，以 X 光繞射分析確定主成分為硫化汞如圖十三，其化合物模式之線條與樣品測試所得線條完全相符，而金屬汞之線條卻不相符合。因此可確認其主成分為硫化汞。

硃砂原料與成品之不純物元素經感應耦合電漿光譜法定量分析後如表（四）所列，發現硃砂成品中所含重金屬鐵、鎘、鉛、鈣均有濃集現象，經初步探討，應為研磨過程中研磨球本身磨損所導入之污染。圖十四為陶瓷研磨球使用前後之比照圖片，白色未使用之滾球平均直徑為 2.1 公分，使用後變成淡咖啡色，且平均直徑減為 1.5 公分，可明顯看出隨硃砂製程之研磨程序而損耗陶瓷材質之滾球。研磨球經 X-Ray 螢光定性分析結果，其主要成分為鋁、矽、鈣，次成分為鐵、鉛、鎘等，而這些元素均在研磨球磨損時，摻進硃砂成品當中。在硃砂成品中鉛、鎘、鐵、及鈣的濃度增加，與研磨球經 X-Ray 螢光定性分析結果所含成分相符，可以證明成品中污染不純物來自研磨製程。

(四)、本土藥材之分析研究

種植一般作物或藥用植物的生長環境，若遭到來自水源、施肥及空氣落塵等重金屬污染，又被植物吸收，將造成重金屬積存於植物的根、莖、葉和果實中。有害之重金屬，如鎘、鉛、汞，以及其他各種重金屬如銅、鋅、鎳、砷、鉻及錳等，在土壤中移動性小，極易在土壤中累積，藉由植物體之吸收及被人類食用而進入人體，重金屬元素在人體中的代謝不但緩慢，且一般重金屬其危害濃度均較低，在人體中微量濃度即顯現毒性，所以將嚴重危害人體健康¹⁵。基於上述理由，必須瞭解藥材及土壤間濃度關係作為未來栽種之參考依據。但進口藥材之土壤不易獲得，只有本土藥材在環境中土壤可以採集得到，因此與農試所洽商合作，由劉新裕教授提供金線蓮、山藥、高氏柴胡等本土藥材以及栽培土壤進行合作研究。經中子活化法及感應耦合電漿光譜/質譜法分析結果如表（五）所顯示，其中金線蓮、山藥之銅、

鋅、鎳、鉻、鎘、鉻分析值與劉教授所發表論文中測定結果大略相同^{15,16}。土壤樣品則首次由本實驗室執行分析。經比對金線蓮、山藥、柴胡與栽培土壤之重金屬分析結果，有下列數項發現：

1. 金線蓮所含重金屬銅、鎘之量比土壤含量較高，有濃集現象。
2. 山藥、柴胡雖無濃集現象，但柴胡之根、莖、葉所吸收含重金屬各不相同。
3. 測定之重金屬雖有初步結果，但由於樣本數量太少，需深入比對以確定濃集效應。

肆、結論與建議

1. 累計之中藥材微量元素分析資料庫已達 285 個樣品，另將 285 個傳統中藥材則按植物部位分類，分為根、根莖、果、花、皮、種子、葉、全草、藤木等九類。統計各類中藥材分析結果的最高、最低、平均以及中間值，以維持分析之代表性，目前所建立之分析資料庫對未來中醫藥委員會制定中藥材重金屬含量限制標準可提供參考。
2. 中子活化法不需要前處理，而且偵測靈敏度最佳，多元素同時分析，但是因為分析設施並不普及，可以作為最終比對之方法及交叉比對分析之用。感應耦合電漿光譜/質譜法經使用標準參考物質來加以鑑定比較其重金屬分析結果，其精確性之可信度區間介於 1.1-14.4% 之間。砷與汞另以中子活化分析結果比對，則介於 0.1-8.1% 之間。此分析誤差均能符合品保之需求。微波消化技術配合原子吸收光譜法分析中藥材之微量重金屬，已於去年計畫中實驗證明具良好之精確度，且為目前各藥廠現有之儀具。在不增添藥廠預算負擔之下，實為值得加以推廣普及之技術方法。
3. 金線蓮所含重金屬銅、鎘之量比土壤含量較高，有濃集現象。山藥、柴胡雖無濃集現象，但柴胡之根、莖、葉所吸收含重金屬各不相同。測定

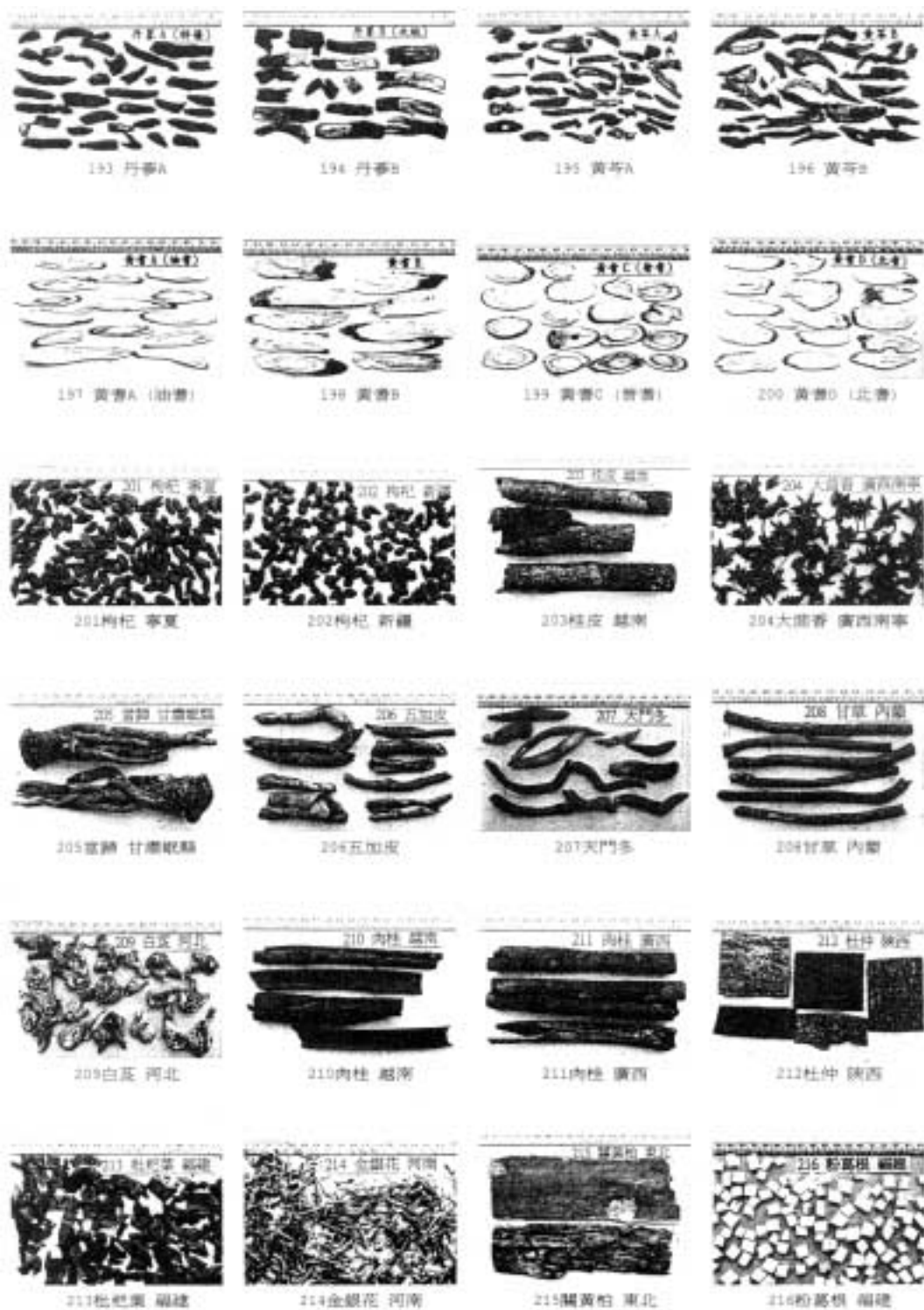
之重金屬雖有初步結果，但由於樣本數量太少，需作廣泛採樣，深入比對以確定濃集效應。

4. 硃砂原料與成品之不純物元素經感應耦合電漿光譜法定量分析，發現硃砂成品中所含重金屬鐵、鎘、鉛、鈣均有濃集現象，經初步探討，應為研磨過程中研磨球所導入之污染。
5. 建議對於本土藥材及硃砂所作結果與發現，成立專案計畫繼續加以深入研究，以探討環境對中藥材生長之影響及業界生產製程所造成重金屬不純物增加原因，加以改善。

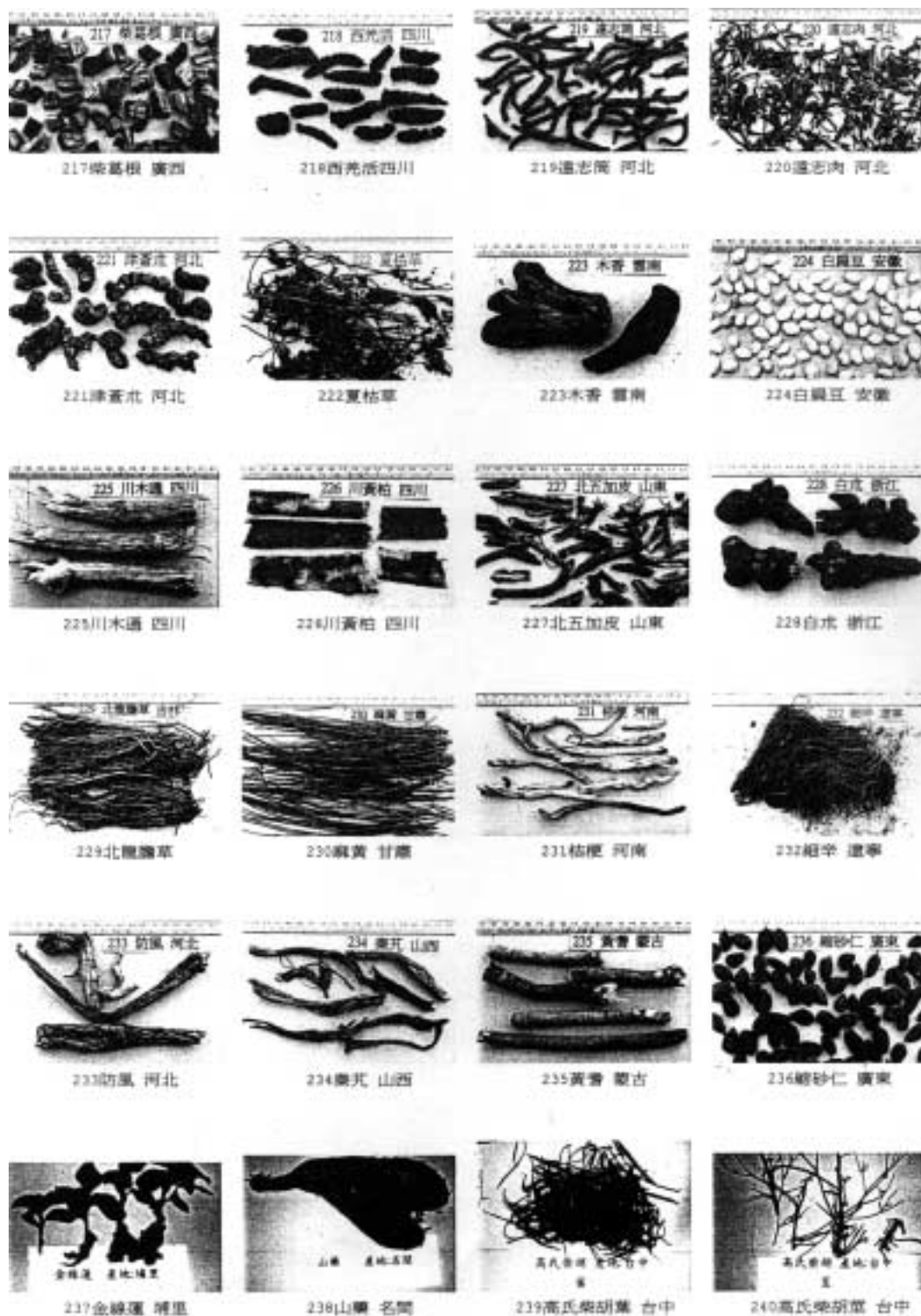
伍、參考文獻

1. 曹治權、孫作民、孫愛貞、應志功、王興文，“微量元素與中醫藥”中國中醫藥出版社（1996）。
2. 單運峰，“酸雨、大氣污染與植物”中國環境科學出版社（1993）。
3. 林建業，呂錫璋，門立中，“中子活化分析法及超微量分析技術檢驗中藥微量重金屬”，INER-T2711（2001）。
4. 行政院衛生署中醫藥委員會八十八年度中醫藥科技研究發展計畫申請作業手冊，行政院衛生署中醫藥委員會編印，民國 86 年 12 月。
5. 中子活化分析實驗室著，“中子活化分析在環境學、生物學和地質學中的應用”，原子能出版社（1992）。
6. C. F. Wang, M. J. Duo, E. E. Chang, J. Y. Yang, " Essential and Toxic Trace Elements in Chinese Medicine ", J. of Radioanal and Nucl. Chem. 211, 333（1996）。
7. S. M. Liu, C. Chung, J. T. Chuang, C. F. Wang, N. K. Aras, " Daily dietary intake of minor and trace elements by upper social groups in Taiwan ", J. of Radioanal and Nucl. Chem. 150,397（1991）。
8. C. F. Wang, C. H. Ke, J. Y. Yang, " Determination of trace elements in

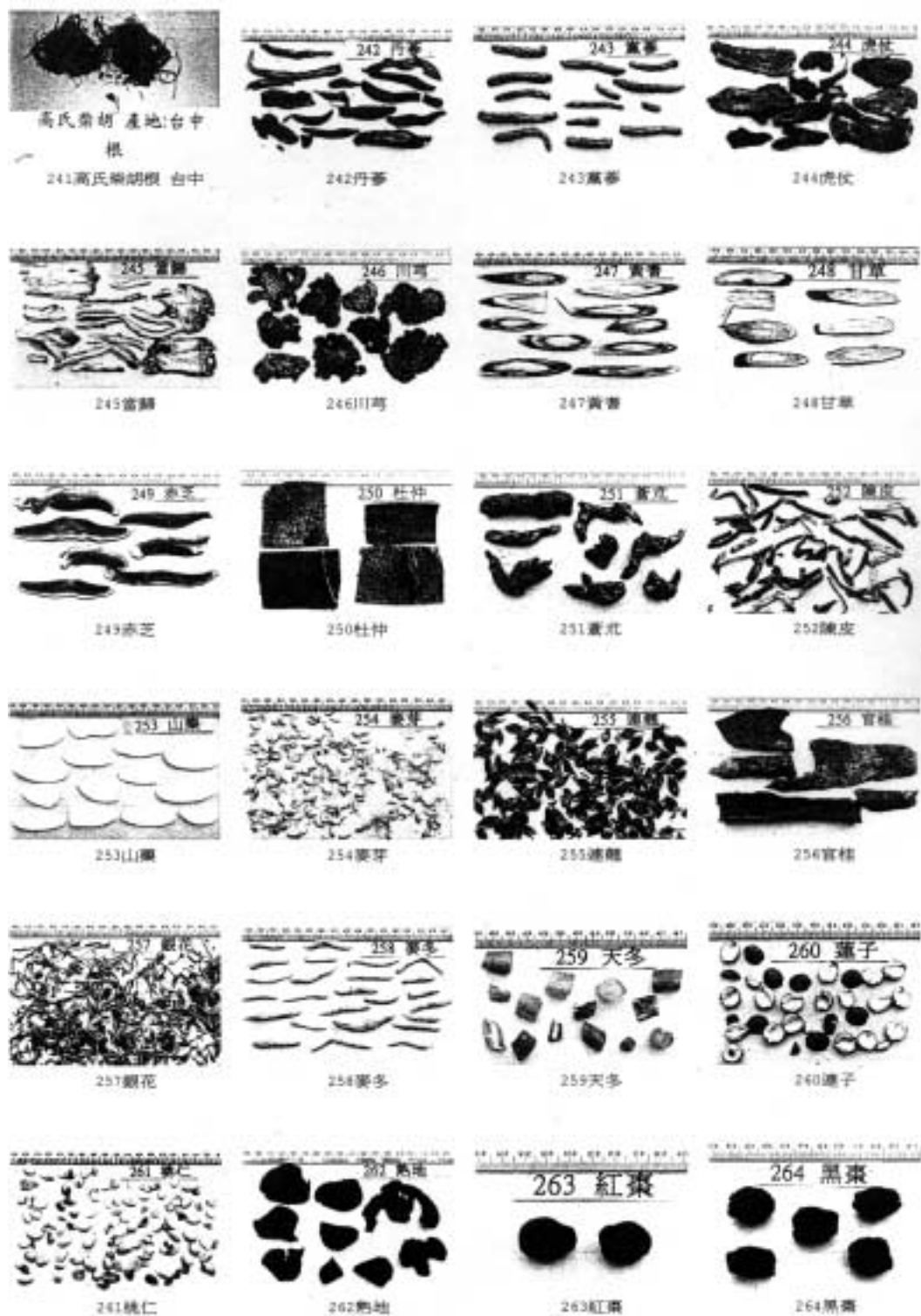
- drinking tea by various analytical techniques ", J. of Radioanal and Nucl. Chem.173,195 (1993) 。
9. C. F. Wang, E. E. Chang, P. C. Chiang, N.K. Aras, " Analytical Procedures on multi-element determinations of airborne particles for receptor model use ", Analyst, 120, 2521 (1995) 。
10. 行政院衛生署中醫藥委員會，八十八上半年度委託研究計畫成果報告 (編號 CCMP88-CP-004) 。
11. 陳焜熒， “原色常用中藥圖鑑” ，南天書局 (1980) 。
12. 陳焜熒， “原色中藥飲片圖鑑” ，南天書局 (1980) 。
13. 洪禎微， “新編中國醫學辭典” ，立得出版社 (1983) 。
14. NIST Standard Reference Materials Catalog, U. S. Department of Commerce, National Institute of Standards and Technology, NIST Special Publication 260.
15. 劉新裕，朱戢良，林義恭，張同吳，王招月， “保健用藥用植物之重金屬元素分析” ，中華農業研究第四十九卷第二期，28 (2000) 。
16. 劉新裕，張同吳，王招月，張愛華，王順成， “金線蓮之品種特性與急毒性研究” ，中華農業研究第四十七卷第三期，242 (1998) 。



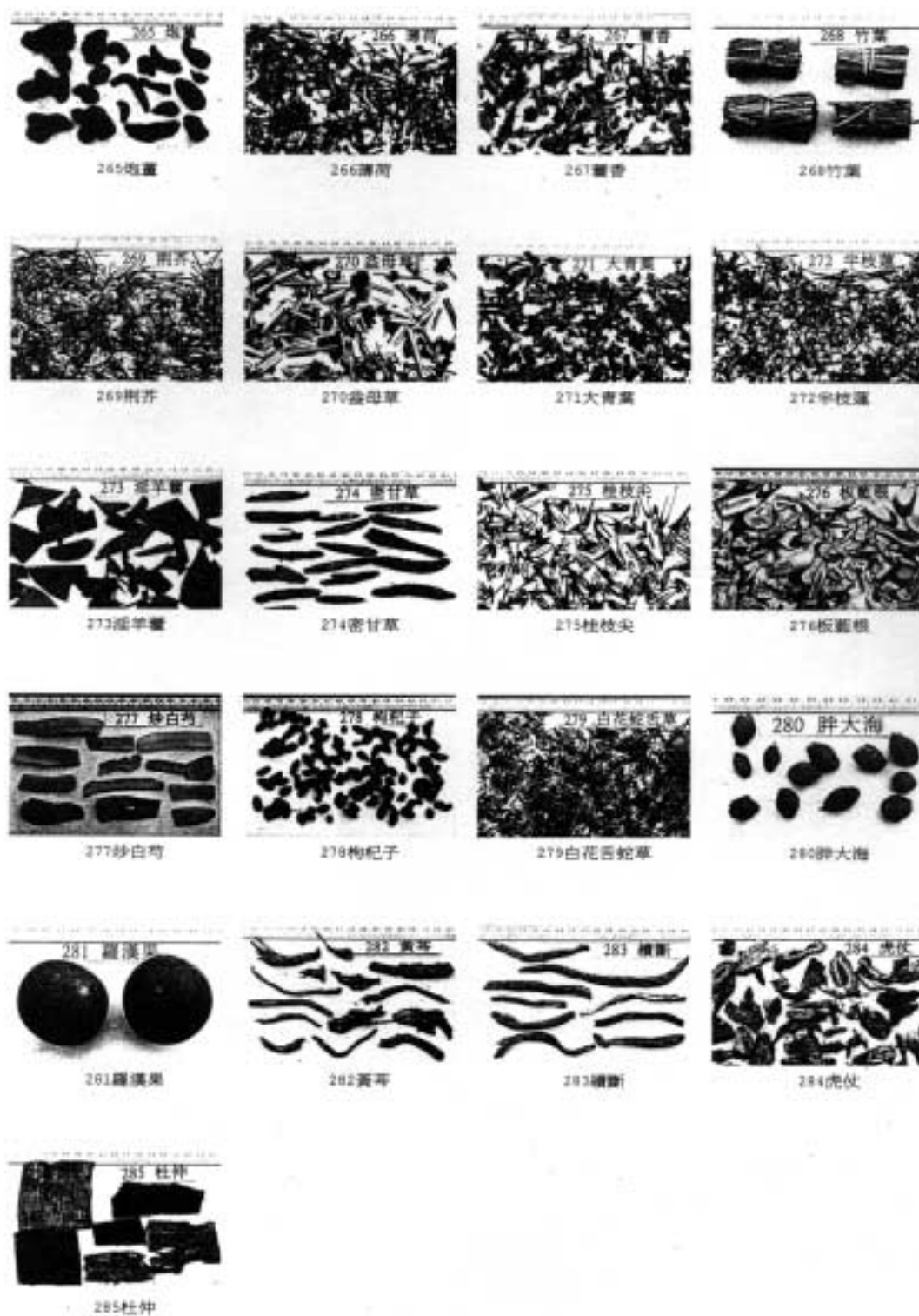
圖一、201~216 中藥材外觀照片



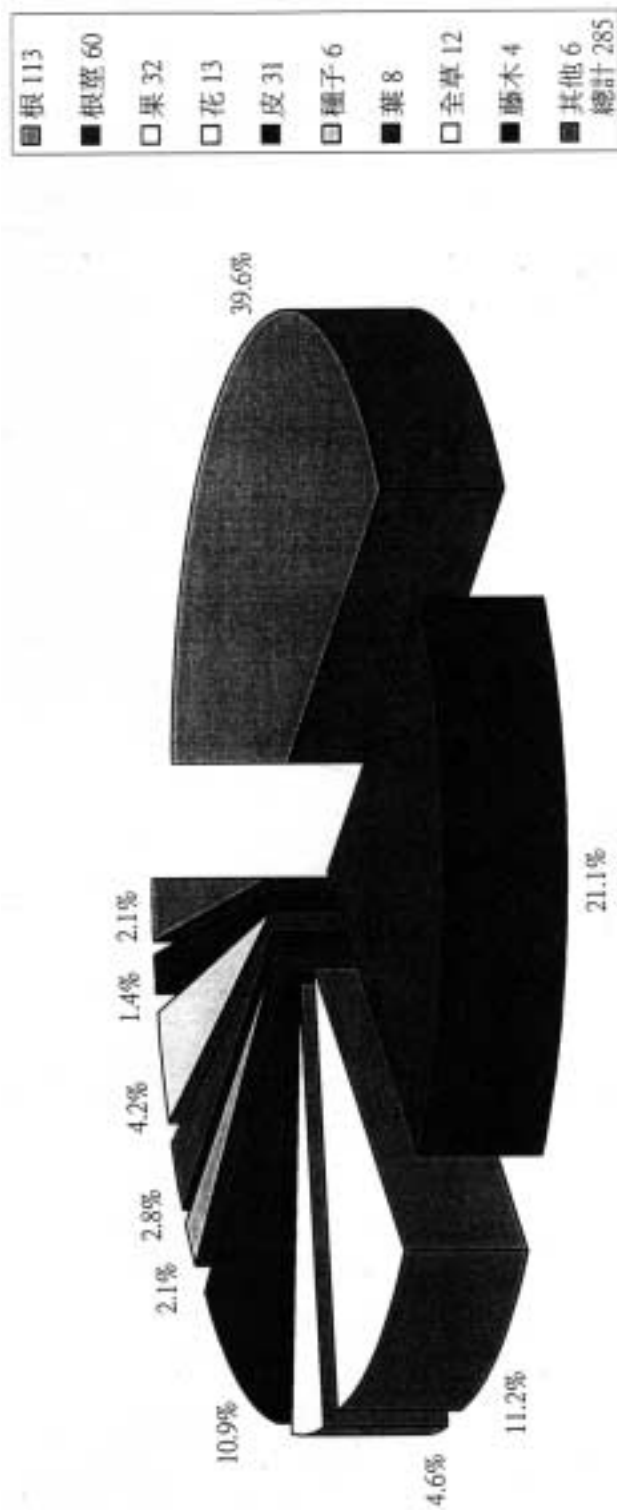
圖二、217~240 中藥材外觀照片



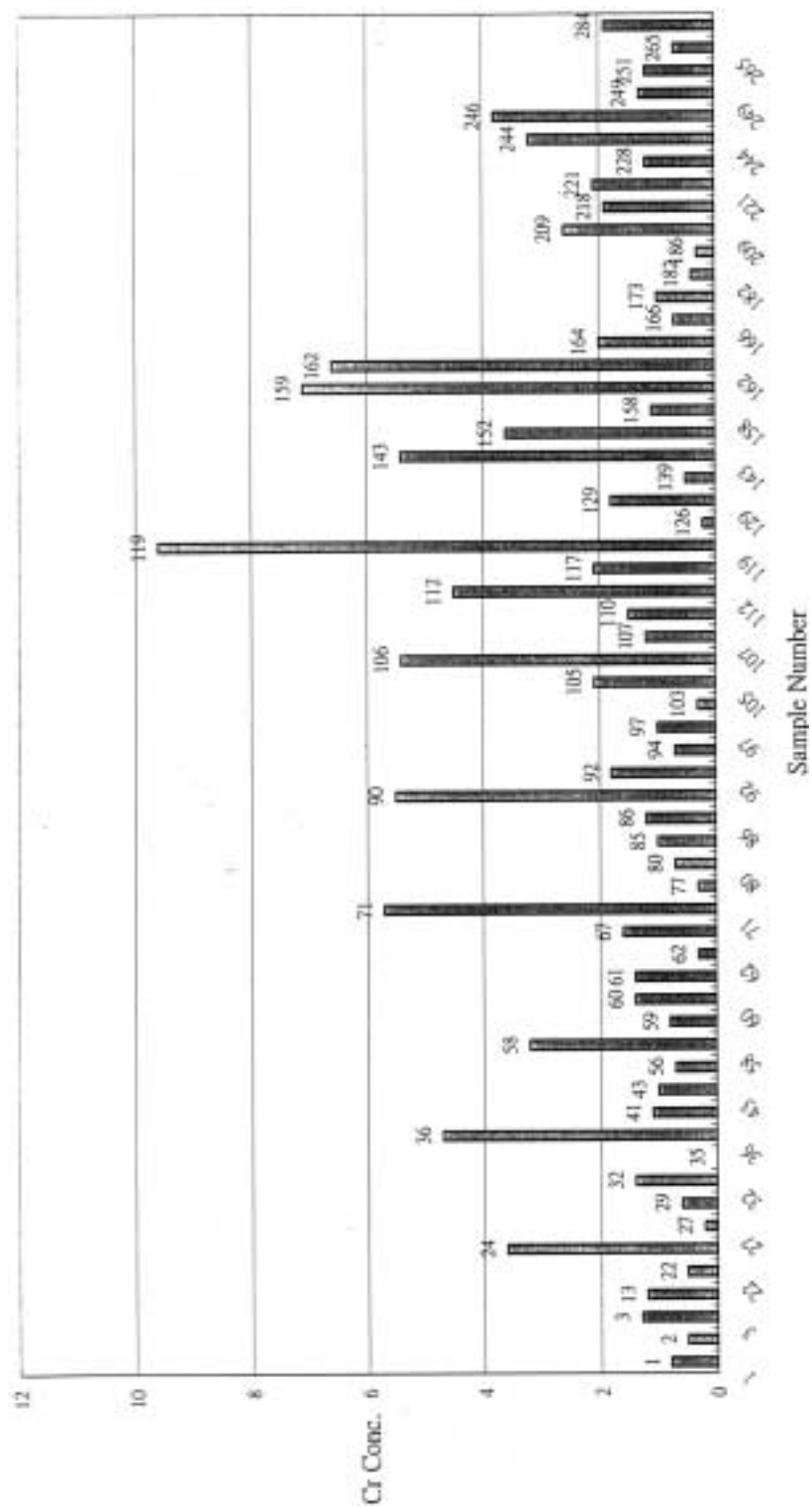
圖三、241~264 中藥材外觀照片



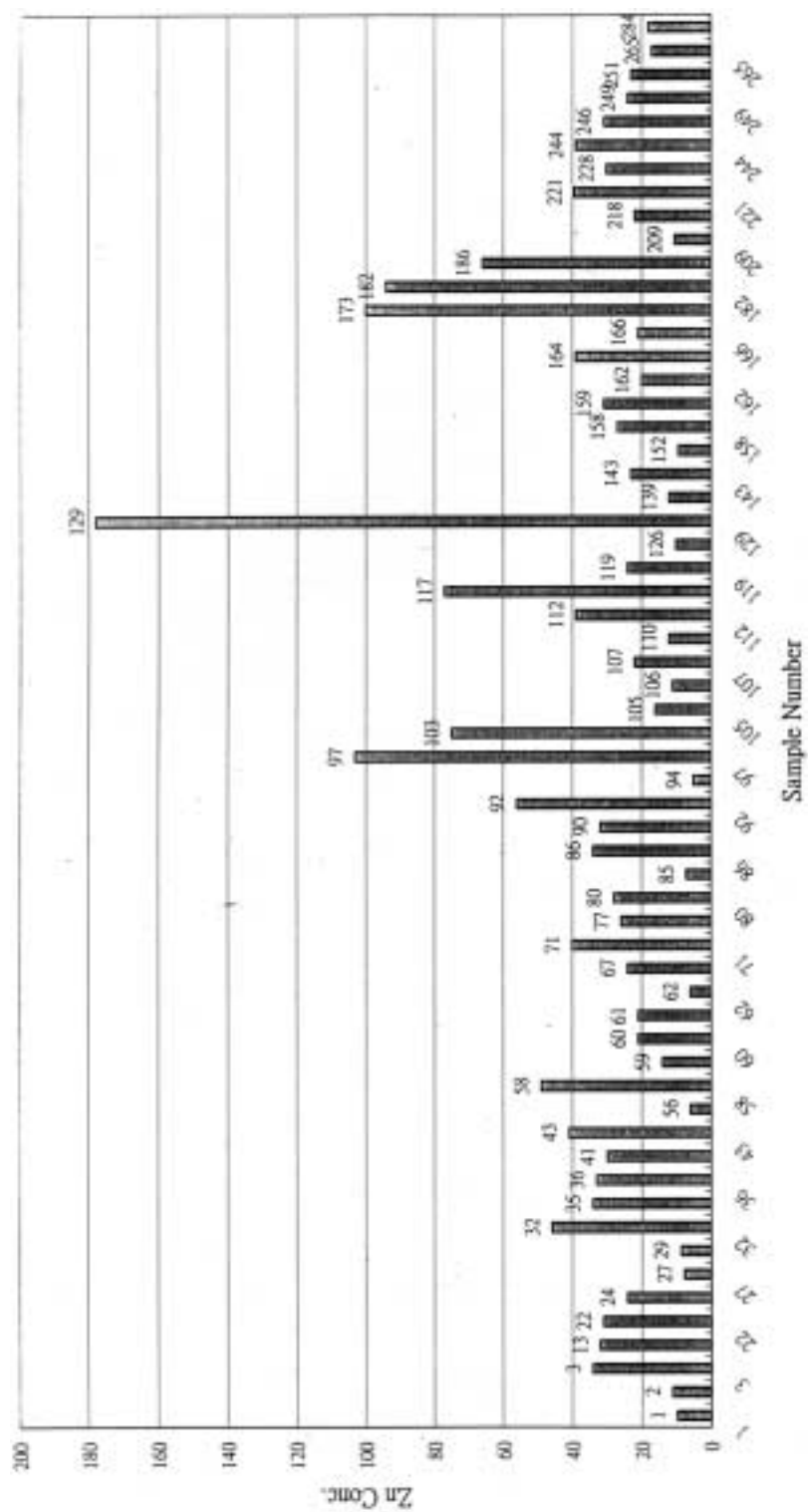
圖四、265~285 中藥材外觀照片

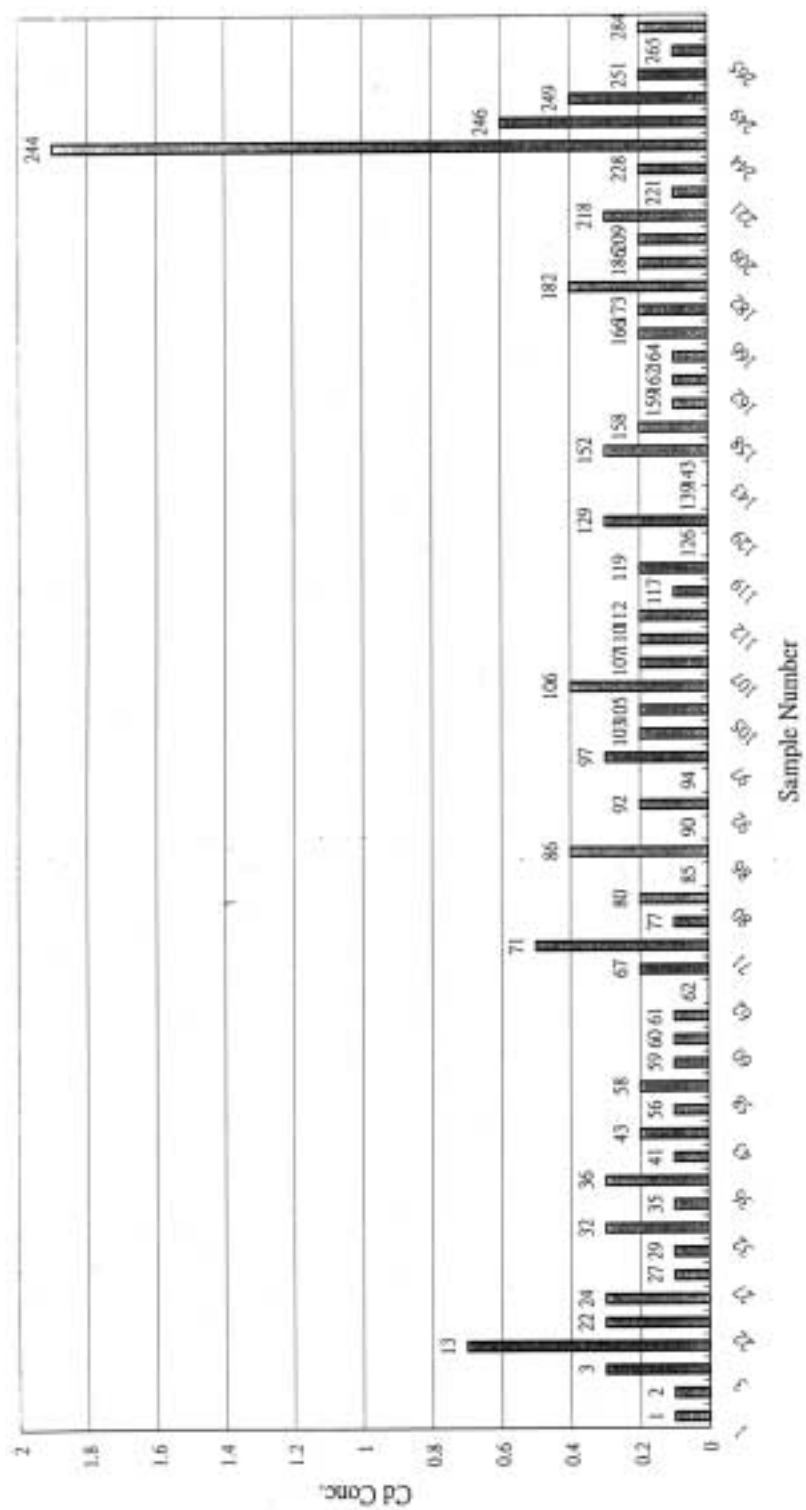


圖五、285 個傳統中藥材取用植物部位分類圖

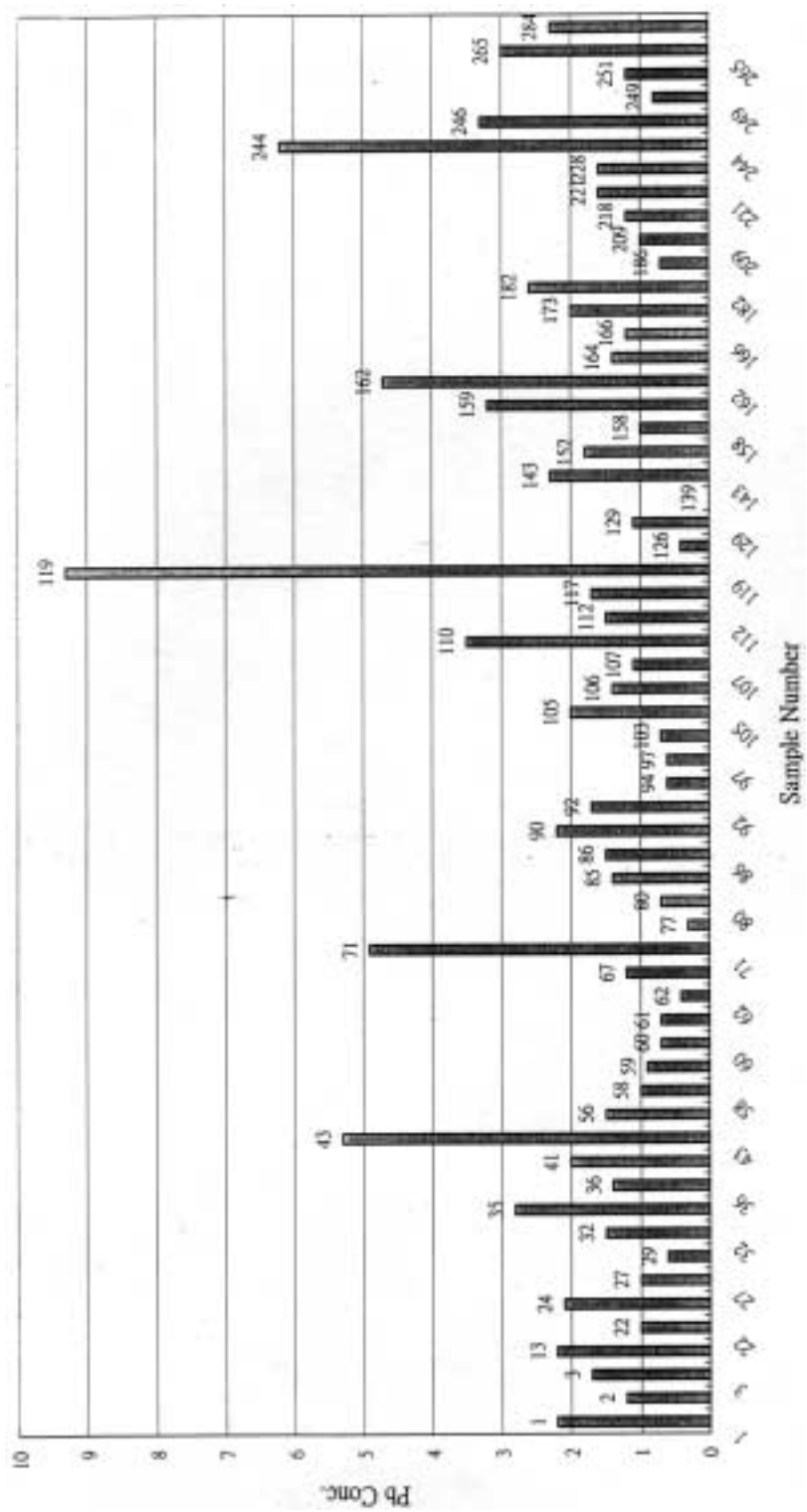


圖六、根莖類常用中藥材之鉻含量圖

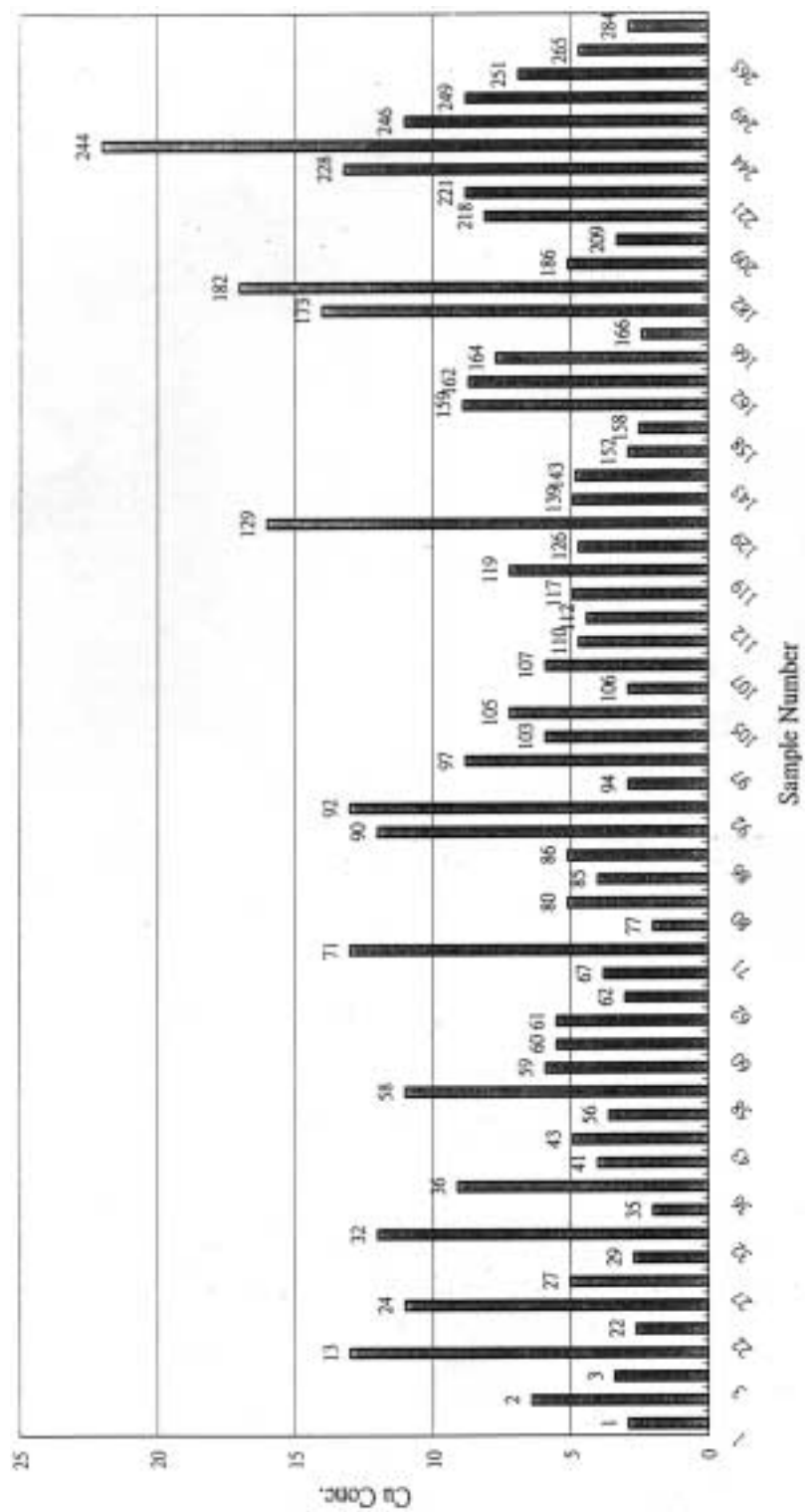




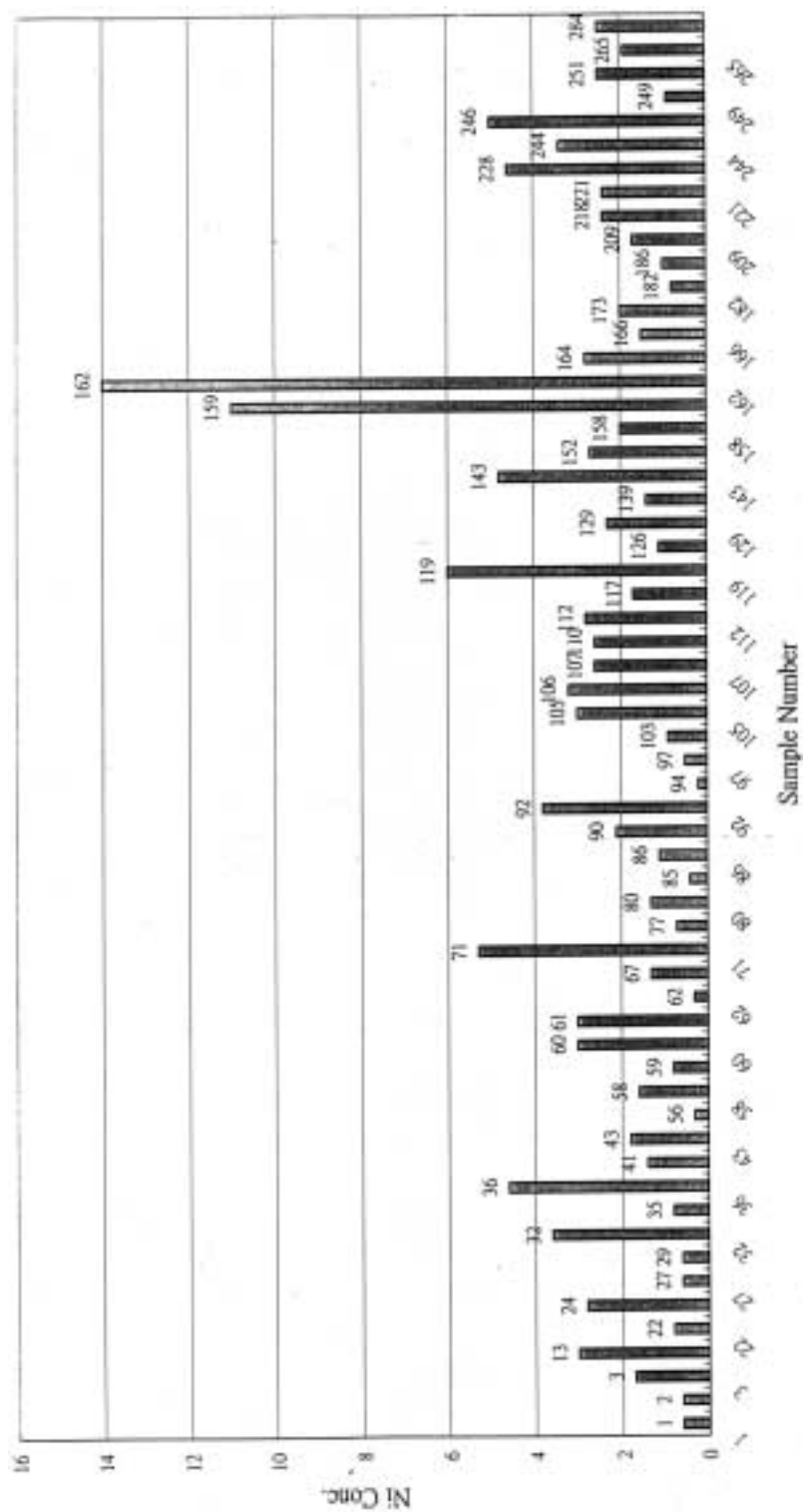
圖八、根莖類常用中藥材之鎘含量圖



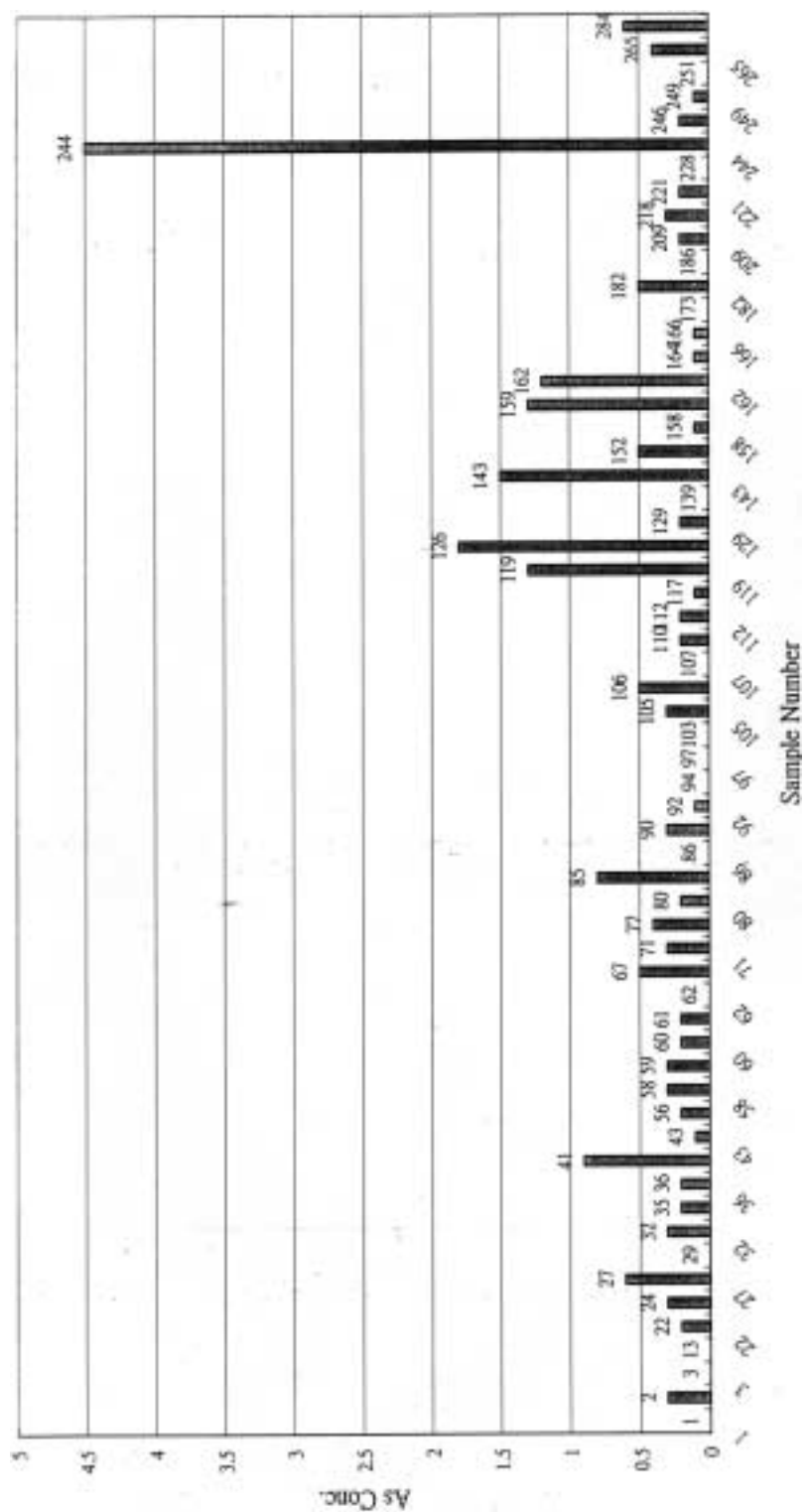
圖九、根莖類常用中藥材之鉛含量圖



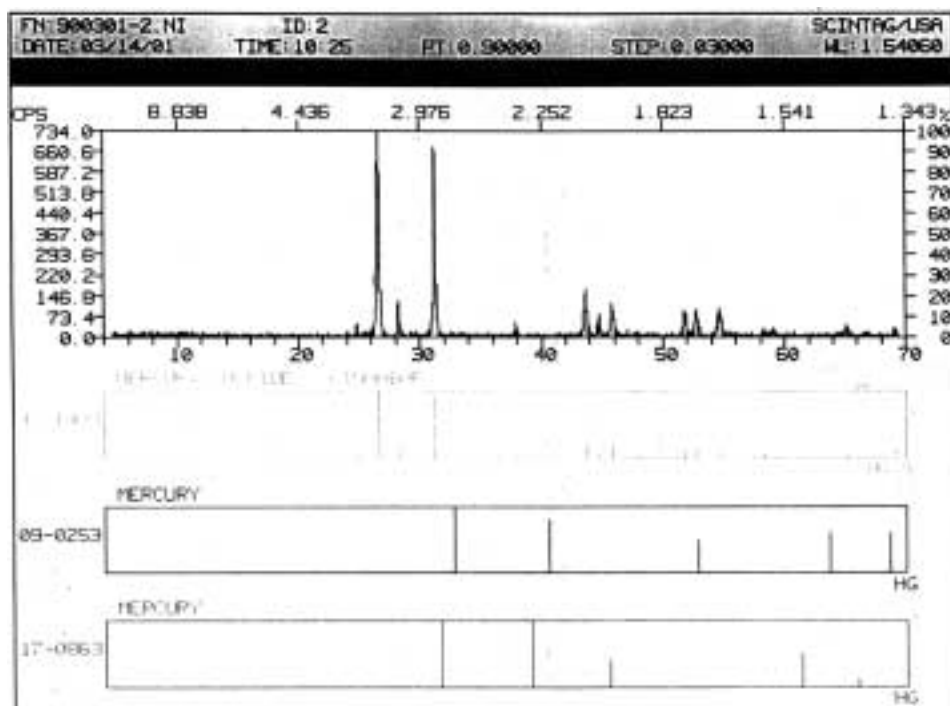
圖十、根莖類常用中藥材之銅含量圖



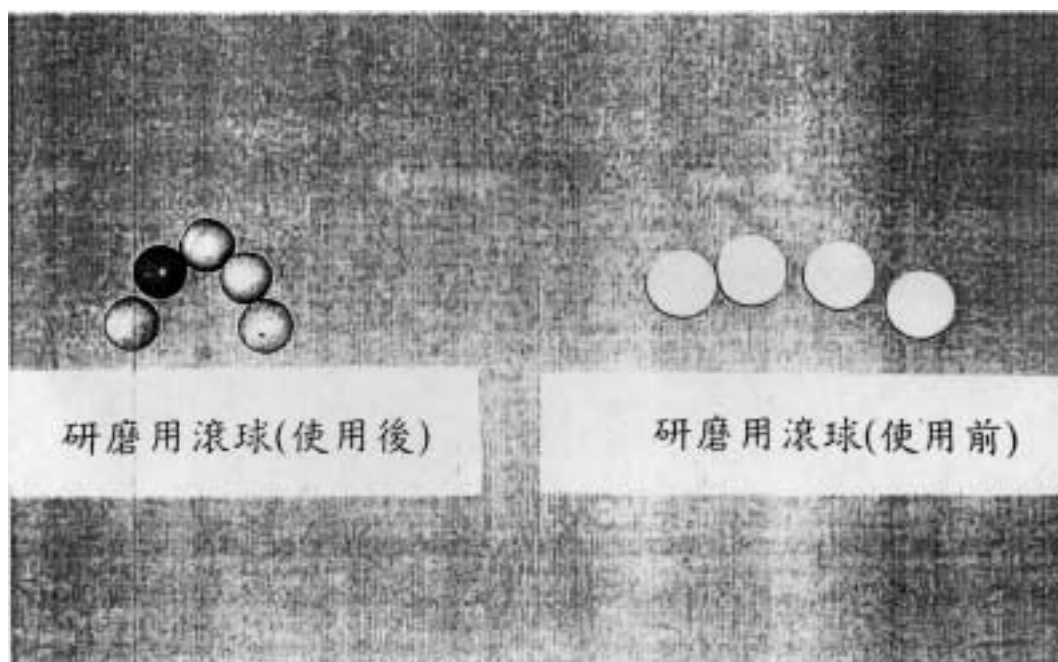
圖十一、根莖類常用中藥材之鎳含量圖



圖十二、根莖類常用中藥材之砷含量圖



圖十三、珠砂試樣之 X 光繞射分析圖譜



圖十四、陶瓷研磨球使用前後比較圖片

表一、中藥材微量元素分析結果($\mu\text{g/g}$)										
編號	產地藥名		Cr	Zn	Cd	Pb	Cu	Ni	As	Hg
1	浙江	茯苓	0.8	9.7	0.1	2.2	2.9	0.6	<0.1	<0.1
2	廣西	山藥	0.5	11	0.1	1.2	6.4	0.6	0.3	<0.1
3	浙江	延胡索	1.3	34	0.3	1.7	3.4	1.7	<0.1	<0.1
4	內蒙	桔梗	1.3	25	0.2	1.9	5.3	1.2	<0.1	<0.1
5	甘肅	晉書	2.5	15	0.2	1.3	5.9	2.7	0.2	<0.1
6	山東	山楂	3.4	7.2	0.2	0.8	5.2	2.2	<0.1	<0.1
7	河北	杏仁	1.2	61	0.4	2.0	11	2.0	<0.1	<0.1
8	四川	麥門冬	1.2	7.2	0.2	2.4	2.6	1.0	0.3	<0.1
9	遼寧	五味子	3.0	215	0.4	1.6	7.3	5.0	0.2	<0.1
10	內蒙	枸杞子	1.4	30	0.2	1.9	12	2.4	0.8	<0.1
11	四川	續斷	5.2	48	0.4	2.7	12	3.1	0.4	<0.1
12	甘肅	當歸	4.1	24	0.2	1.8	8.6	1.7	0.2	<0.1
13	浙江	白朮	1.2	32	0.7	2.2	13	3.0	<0.1	<0.1
14	安徽	丹參	2.8	20	0.2	2.4	8.5	1.8	0.3	<0.1
15	安徽	白芍	0.9	15	0.1	1.9	4.5	1.3	0.1	<0.1
16	四川	枳殼	1.6	17	0.3	2.7	3.7	1.8	<0.1	<0.1
17	山西	黃芩	1.5	20	0.2	2.2	12	1.9	0.1	<0.1
18	內蒙	赤芍	4.9	32	0.2	2.6	4.3	5.3	0.2	<0.1
19	四川	白芷	4.5	26	0.3	2.5	12	3.6	0.9	<0.1
20	吉林	人參	1.0	15	0.2	1.6	6.2	1.8	1.5	<0.1
21	陝西	柴胡	16	29	0.2	1.8	7.4	4.9	0.4	<0.1
22	浙江	浙貝母	0.5	31	0.3	1.0	2.6	0.8	0.2	<0.1
23	安徽	牡丹皮	1.6	15	0.5	3.5	6.7	1.3	0.3	<0.1
24	四川	川芎	3.6	24	0.3	2.1	11	2.8	0.3	<0.1
25	甘肅	晉書	1.0	19	0.1	0.8	6.7	3.4	0.2	<0.1
26	內蒙	赤芍	1.1	33	0.1	0.7	3.4	3.1	0.2	<0.1
27	河北	山藥	0.2	7.6	0.1	1.0	5.0	0.6	0.6	<0.1
28	安徽	牡丹皮	1.1	21	0.6	3.8	8.1	1.5	0.8	<0.1
29	浙江	茯苓	0.6	8.5	0.1	0.6	2.7	0.6	<0.1	<0.1
30	甘肅	當歸	2.8	36	0.1	1.5	10	1.5	0.4	<0.1
31	陝西	柴胡	8.1	42	0.2	1.7	8.2	3.1	0.6	<0.1
32	浙江	白朮	1.4	46	0.3	1.5	12	3.6	0.3	<0.1
33	吉林	人參	0.6	16	0.2	0.8	5.9	1.4	0.4	<0.1
34	河南	金銀花	16	24	0.1	7.1	15	8.0	10	<0.1
35	浙江	浙貝母	<0.1	34	0.1	2.8	2.0	0.8	0.2	<0.1
36	四川	川芎	4.7	33	0.3	1.4	9.1	4.6	0.2	<0.1
37	江蘇	丹參	4.3	28	0.1	5.0	11	2.2	0.4	<0.1
38	四川	白芷	1.5	22	<0.1	3.9	9.7	1.6	0.2	<0.1
39	山西	黃芩	11	26	<0.1	3.2	7.1	5.4	0.4	<0.1
40	廣東	廣橘皮	1.3	14	0.1	5.9	3.6	1.1	0.2	<0.1
41	東北	桔梗	1.1	30	0.1	2.0	4.0	1.4	0.9	<0.1
42	河北	杏仁	1.0	48	0.2	1.3	12	0.8	0.4	<0.1
43	浙江	延胡索	1.0	41	0.2	5.3	4.9	1.8	0.1	<0.1
44	安徽	葛根	1.7	12	0.1	1.6	3.4	1.2	<0.1	<0.1
45	山西	黃芩	1.1	20	<0.1	1.8	9.0	1.1	0.2	<0.1
46	四川	續斷	9.7	51	0.2	2.8	13	9.0	1.3	<0.1
47	遼寧	五味子	2.1	21	<0.1	1.9	5.7	3.4	0.5	<0.1
48	河南	枸杞子	2.9	5.8	0.2	1.1	13	2.1	<0.1	<0.1
49	四川	麥門冬	2.4	7.0	0.1	1.3	3.6	1.8	0.1	<0.1
50	山東	山楂	1.4	10	<0.1	1.3	4.5	1.8	2.2	<0.1

51	江西	枳殼	1.4	8.8	<0.1	0.9	3.5	1.6	0.8	<0.1
52	安徽	白芍	0.2	19	<0.1	1.2	4.2	1.3	0.3	<0.1
53	安徽	葛根	0.8	11	0.2	1.1	2.9	0.7	<0.1	<0.1
54	山東	山楂	1.6	8.8	<0.1	1.7	4.3	1.9	1.4	<0.1
55	河北	杏仁	0.4	41	<0.1	0.7	7.1	1.0	1.2	<0.1
56	廣西	山藥	0.7	5.9	0.1	1.5	3.6	0.3	0.2	<0.1
57	四川	枳殼	1.4	7.1	<0.1	0.6	2.9	0.9	0.5	<0.1
58	甘肅	當歸	3.2	49	0.2	1.0	11	1.6	0.3	<0.1
59	吉林	人參	0.8	14	0.1	0.9	5.9	0.8	0.3	<0.1
60	甘肅	晉書	1.4	21	0.1	0.7	5.5	3.0	0.2	<0.1
61	浙江	茯苓	0.3	5.9	<0.1	0.4	3.0	0.3	<0.1	<0.1
62	浙江	白朮	1.6	60	0.1	0.7	17	2.3	0.1	<0.1
63	安徽	白芍	0.7	20	<0.1	0.4	4.3	0.8	0.1	<0.1
64	安徽	丹參	3.3	30	<0.1	1.5	11	2.2	0.6	<0.1
65	四川	白芷	1.5	21	<0.1	0.7	10	1.0	0.9	<0.1
66	湖南	續斷	12	79	0.4	4.8	16	6.1	1.7	<0.1
67	內蒙	桔梗	1.6	24	0.2	1.2	3.8	1.3	0.5	<0.1
68	東北	赤芍	0.7	24	0.1	0.7	2.7	2.0	0.1	<0.1
69	陝西	柴胡	5.4	38	0.1	1.8	8.3	3.6	0.7	<0.1
70	山西	黃耆	1.6	18	0.1	1.5	4.6	3.6	0.1	<0.1
71	四川	川芎	5.7	40	0.5	4.9	13	5.3	0.3	<0.1
72	山東	黃芩	1.6	18	0.2	0.6	8.8	1.1	0.2	<0.1
73	遼寧	五味子	1.1	28	<0.1	1.6	4.7	2.9	0.1	<0.1
74	內蒙	枸杞子	0.8	16	0.1	0.4	9.6	1.0	0.2	<0.1
75	安徽	牡丹皮	1.6	21	0.6	4.9	8.5	1.3	0.7	<0.1
76	河南	金銀花	2.7	29	0.1	11	12	3.2	0.2	<0.1
77	浙江	浙貝母	0.3	26	0.1	0.3	2.0	0.7	0.4	<0.1
78	福建	廣橘皮	1.5	12	<0.1	2.0	9.3	1.1	0.3	0.3
79	四川	麥門冬	0.4	7.8	0.1	0.9	2.8	0.6	<0.1	<0.1
80	浙江	延胡索	0.7	28	0.2	0.7	5.1	1.3	0.2	<0.1
81	懷慶	地黃	5.4	20	<0.1	1.1	5.2	2.5	0.7	<0.1
82		黃耆	2.4	13	<0.1	0.9	5.0	4.7	0.1	<0.1
83		黃芩	3.2	15	<0.1	1.1	8.3	1.6	0.3	<0.1
84	山西	黃耆(野)	3.7	18	0.1	0.9	4.7	4.6	<0.1	<0.1
85		山藥	1.0	7.0	<0.1	1.4	4.0	0.4	0.8	<0.1
86		生延胡	1.2	34	0.4	1.5	5.1	1.1	<0.1	<0.1
87		牡丹皮	2.5	10	<0.1	0.7	3.3	0.1	0.5	<0.1
88		生地黃	4.0	16	<0.1	1.3	4.4	1.7	0.3	<0.1
89	雲南	川七	4.6	21	<0.1	1.7	5.5	2.3	4.2	<0.1
90	四川	川芎	5.5	32	<0.1	2.2	12	2.1	0.3	<0.1
91		白芍	1.2	16	<0.1	0.2	4.1	0.8	0.1	<0.1
92	浙江	白朮	1.8	56	0.2	1.7	13	3.8	0.1	<0.1
93		白皮書	3.2	19	<0.1	0.4	4.5	2.6	0.2	<0.1
94		茯苓	0.7	5.0	<0.1	0.6	2.9	0.2	<0.1	<0.1
95		柴胡	6.4	37	0.1	1.5	8.3	3.4	0.6	<0.1
96		橘皮(大)	1.7	11	<0.1	1.1	2.7	0.3	0.2	<0.1
97		澤瀉	1.0	103	0.3	0.6	8.8	0.5	<0.1	<0.1
98		當歸	3.7	27	<0.1	0.6	9.5	0.8	0.3	<0.1
99		荷葉	1.0	18	0.1	1.1	8.3	2.1	0.4	<0.1
100		防風	4.7	34	<0.1	0.6	13	3.6	0.3	<0.1
101		射干	4.3	27	0.8	2.0	6.8	3.1	0.6	<0.1
102		薤白	1.7	17	<0.1	1.5	3.2	1.3	0.6	<0.1
103	江西	澤瀉	0.3	75	0.2	0.7	5.9	0.9	<0.1	<0.1

104		艾葉	3.4	32	0.2	15	14	4.8	0.8	<0.1
105		羌活	2.1	16	0.2	2.0	7.2	3.0	0.3	<0.1
106		白芨	5.4	11	0.4	1.4	2.9	3.2	0.5	<0.1
107		蒼朮	1.2	22	0.2	1.1	5.9	2.6	<0.1	<0.1
108		獨活	6.2	21	0.3	2.2	10	5.3	1.1	<0.1
109		甘草	1.2	11	0.1	0.6	3.2	1.5	0.3	<0.1
110		桑枝	1.5	12	0.2	3.5	4.7	2.6	0.2	<0.1
111	廣西	桂枝	1.3	46	0.4	1.3	9.0	1.6	<0.1	<0.1
112		知母	4.5	39	0.2	1.5	4.4	2.8	0.2	<0.1
113		杜仲	3.6	11	0.5	3.4	3.7	2.2	0.3	<0.1
114		槐花	1.6	34	<0.1	1.1	11	2.9	<0.1	<0.1
115		厚朴	1.9	12	0.1	1.7	2.4	1.3	<0.1	<0.1
116	雲南	川七	2.7	29	0.1	1.3	3.1	2.6	1.9	<0.1
117		莪朮	2.1	77	0.1	1.7	4.9	1.7	0.1	<0.1
118	越南	肉桂	1.1	15	0.2	3.2	5.4	1.5	<0.1	<0.1
119		升麻	9.6	24	0.2	9.3	7.2	6.0	1.3	<0.1
120	河北	紅棗	0.5	9.0	<0.1	1.0	3.1	0.7	<0.1	<0.1
121	山東	黑棗	0.8	9.0	<0.1	0.5	2.7	0.9	<0.1	<0.1
122	廣西	黃柏	0.9	12	<0.1	1.3	4.8	5.0	0.2	<0.1
123		竹茹	1.7	12	0.1	0.9	3.2	2.4	<0.1	<0.1
124		本	3.3	23	0.2	1.7	7.9	4.9	0.3	<0.1
125		香附	3.3	22	<0.1	0.8	2.0	3.0	0.2	<0.1
126		藕節	0.2	10	<0.1	0.4	4.7	1.1	1.8	<0.1
127		遠志	9.8	25	<0.1	1.1	7.7	7.4	1.1	<0.1
128		木通	0.8	19	0.1	2.0	3.3	0.9	0.3	<0.1
129	湖北	黃連	1.8	178	0.3	1.1	16	2.3	0.2	<0.1
130		白茅根	9.7	18	<0.1	<0.6	3.2	4.5	0.1	<0.1
131		枇杷葉	1.5	30	0.6	5.7	6.7	1.8	0.3	<0.1
132		荆三棱	0.9	15	<0.1	<0.6	1.4	2.0	0.1	<0.1
133		天門冬	0.5	11	0.2	<0.6	4.9	0.8	3.5	<0.1
134	美國	西洋參	2.2	16	<0.1	<0.6	4.7	4.1	0.1	<0.1
135		何首烏	0.9	5.2	<0.1	<0.6	3.2	2.0	<0.1	<0.1
136	廣西	穀精草	5.0	38	0.6	<0.6	5.1	2.4	0.6	<0.1
137	浙江	杭菊花	1.0	24	0.3	1.6	7.0	3.2	0.2	<0.1
138	廣西	夏枯草	20	43	0.2	10	9.0	16	1.3	<0.1
139		山慈姑	0.5	12	<0.1	<0.6	4.9	1.4	<0.1	<0.1
140		大青葉	2.3	55	<0.1	2.1	7.1	3.0	1.3	<0.1
141		骨碎補	2.4	39	0.2	3.0	4.9	1.3	0.3	<0.1
142		桑寄生	1.4	65	0.6	2.1	9.5	1.2	0.1	<0.1
143		石菖蒲	5.4	23	<0.1	2.3	4.8	4.8	1.5	<0.1
144		明黨參	0.6	9.7	<0.1	<0.6	3.5	0.2	<0.1	<0.1
145		玫瑰花	1.1	19	<0.1	2.2	6.0	1.9	0.1	<0.1
146		五加皮	4.7	11	<0.1	1.8	7.5	1.9	0.4	<0.1
147	廣西	八角茴香	1.0	13	<0.1	2.6	8.7	3.7	0.8	<0.1
148		南板藍根	0.6	19	<0.1	2.0	4.1	1.3	0.1	<0.1
149		北板藍根	5.2	29	<0.1	1.2	3.0	2.3	0.4	<0.1
150		大黃	1.2	9.2	0.1	1.8	2.9	8.8	<0.1	<0.1
151		白芍	1.0	16	<0.1	1.1	4.9	2.3	<0.1	<0.1
152		白芨	3.6	9.2	0.3	1.8	2.9	2.7	0.5	0.2
153		川七	3.7	39	0.2	20	6.9	8.4	7.2	<0.1
154	雲南	川七	2.9	25	0.2	1.8	4.7	3.8	3.4	<0.1
155		生地	2.3	16	0.1	2.0	5.2	3.1	0.5	<0.1
156		砂仁	6.9	68	0.1	2.1	11	18	<0.1	<0.1

157		杜仲	4.1	25	0.3	12	10	4.2	0.5	<0.1
158		珠貝	1.1	27	0.2	1.0	2.5	2.0	0.1	<0.1
159		羌活	7.1	31	0.1	3.2	8.9	11	1.3	<0.1
160		肉桂	1.4	15	0.2	14	6.8	2.2	0.1	<0.1
161		桔梗	2.0	21	<0.1	1.3	4.8	2.0	<0.1	<0.1
162		遠志	6.6	20	0.1	4.7	8.7	14	1.2	<0.1
163		甘草	3.2	12	<0.1	1.4	4.5	2.7	0.3	<0.1
164		蒼朮	2.0	39	0.1	1.4	7.7	2.8	0.1	<0.1
165		連翹	1.8	16	<0.1	8.7	7.7	1.9	0.6	<0.1
166		浙貝	0.7	21	0.2	1.2	2.4	1.5	0.1	<0.1
167		黃芩	1.9	19	<0.1	1.8	7.5	5.5	0.3	<0.1
168		黃柏	1.5	14	0.1	2.2	5.2	3.8	0.1	<0.1
169		荆芥	3.7	21	0.2	2.9	8.8	8.8	0.3	<0.1
170		藤	1.9	45	0.2	3.7	8.9	3.0	0.2	<0.1
171		當歸	3.2	28	<0.1	1.4	8.4	2.7	0.4	<0.1
172		黨參	2.9	22	<0.1	1.6	7.7	3.6	0.4	<0.1
173		澤瀉	1.0	100	0.2	2.0	14	2.0	<0.1	<0.1
174		天門冬	1.5	16	<0.1	1.7	5.1	2.2	0.6	<0.1
175		五加皮	6.0	15	<0.1	2.5	8.0	4.8	0.7	<0.1
176		吳茱萸	2.0	20	0.2	1.7	12	2.7	0.3	<0.1
177		益母草	2.9	47	0.3	6.1	12	3.9	0.9	<0.1
178		夏枯草	14	58	0.2	16	11	13	1.7	<0.1
179		酸棗仁	1.2	80	<0.1	1.1	16	3.3	<0.1	<0.1
180		枇杷葉	2.1	38	0.8	9.0	7.1	5.6	0.6	<0.1
181	*	茯苓	0.4	5.7	<0.1	0.6	2.1	0.8	<0.1	<0.1
182	*	山藥	0.4	94	0.4	2.6	17	0.8	0.5	<0.1
183	*	牡丹皮	1.3	11	<0.1	0.6	3.6	2.6	0.1	<0.1
184	*	熟地黃	3.3	11	<0.1	1.1	3.4	3.5	0.4	<0.1
185	*	山茱萸	1.7	8.3	<0.1	1.1	3.0	1.7	0.2	<0.1
186	*	澤瀉	0.3	66	0.2	0.7	5.1	1.0	<0.1	<0.1
187	A	六味地黃丸	1.2	49	0.2	1.1	6.1	1.8	0.3	<0.1
188	B	六味地黃丸	3.6	32	0.1	1.4	5.1	2.0	1.0	<0.1
189	C	六味地黃丸	3.1	14	<0.1	0.6	3.1	1.8	0.3	<0.1
190	D	六味地黃丸	1.9	14	<0.1	0.7	3.2	2.1	0.3	<0.1
191	E	六味地黃丸	1.3	28	<0.1	1.0	3.1	1.6	0.3	<0.1
192	F	六味地黃丸	0.7	11	<0.1	1.0	3.2	1.0	0.4	<0.1
193	*	丹參A	2.0	20	<0.1	0.6	6.9	1.6	0.1	<0.1
194	*	丹參B	1.4	30	<0.1	0.6	9.4	1.4	0.1	<0.1
195	*	黃芩A	2.0	16	<0.1	1.0	7.0	1.7	0.1	<0.1
196	*	黃芩B	1.6	16	<0.1	0.9	7.6	1.3	0.1	<0.1
197	*	黃芩C	1.4	37	<0.1	1.0	9.9	2.6	0.1	<0.1
198	*	黃芩B	1.4	18	<0.1	0.6	6.3	3.6	0.1	<0.1
199	*	黃芩C	1.3	18	<0.1	0.6	6.5	4.1	<0.1	<0.1
200	*	黃芩D	1.8	25	<0.1	0.5	3.8	4.0	0.1	<0.1
201	寧夏	枸杞	1.6	17	0.1	2.9	8.6	1.6	<0.1	<0.1
202	新疆	枸杞	1.7	28	0.1	5.5	8.2	2.6	0.1	<0.1
203	越南	桂皮	0.7	9.1	0.2	5.2	3.9	0.9	0.1	<0.1
204	廣西南寧	大茴香	1.2	15	0.1	1.8	7.8	6.6	0.1	<0.1
205	甘肅岷縣	當歸	3.5	26	0.1	1.9	8.1	2.1	0.4	<0.1
206		五加皮	4.8	13	0.1	1.2	6.8	2.6	0.5	0.2
207		天門冬	2.0	19	0.2	2.7	4.7	1.6	4.7	<0.1
208	內蒙	甘草	3.1	15	0.1	1.1	7.1	2.4	0.6	0.1
209	河北	白芨	2.6	10	0.2	1.0	3.3	1.7	0.2	<0.1

210	越南	肉桂	1.6	12	0.4	11	5.0	1.4	0.1	<0.1
211	廣西	肉桂	1.6	12	0.4	12	5.1	1.5	0.2	<0.1
212	陝西	杜仲	4.4	28	0.4	10	5.3	2.6	0.6	<0.1
213	福建	琵琶葉	2.1	35	1.0	12	7.6	2.5	0.9	<0.1
214	河南	金銀花	2.8	35	0.1	4.5	13	3.2	0.6	<0.1
215	東北	關黃柏	1.2	6.8	0.1	1.0	2.8	1.7	0.1	<0.1
216	福建	粉葛根	0.7	9.6	0.1	0.7	3.8	1.3	0.6	<0.1
217	廣西	紫葛根	3.5	18	0.2	2.2	6.8	4.2	0.2	<0.1
218	四川	西羌活	1.9	22	0.3	1.2	8.1	2.4	0.3	<0.1
219	河北	遠志筒	2.6	25	0.1	2.7	12	3.2	1.4	<0.1
220	河北	遠志肉	19	29	0.1	19	8.8	8.2	2.2	<0.1
221	河北	津蒼朮	2.1	39	0.1	1.6	8.8	2.4	0.2	<0.1
222		夏枯草	14	49	0.1	6.1	12	7.7	1.5	<0.1
223	雲南	木香	2.5	40	0.4	1.9	13	2.2	0.4	<0.1
224	安徽	白扁豆	0.4	31	<0.1	0.2	8.4	3.0	<0.1	<0.1
225	四川	川木通	1.1	70	0.1	3.6	6.8	0.8	<0.1	<0.1
226	四川	川黃柏	0.7	6.4	0.1	1.0	2.2	1.4	0.1	<0.1
227	山東	白五加皮	8.8	16	0.1	2.4	7.0	3.8	0.7	<0.1
228	浙江	白朮	1.2	30	0.2	1.6	13	4.6	<0.1	<0.1
229		北龍膽草	4.7	23	0.5	1.6	6.0	3.4	0.2	<0.1
230	甘肅	麻黃	1.5	12	0.1	2.4	2.8	1.4	0.1	<0.1
231	河南	桔梗	2.4	18	0.1	0.8	3.4	1.2	0.7	<0.1
232	遼寧	細辛	17	48	0.6	11	7.1	28	2.2	<0.1
233	河北	防風	6.3	31	0.3	1.8	12	4.2	0.7	<0.1
234	山西	秦朮	8.5	28	0.2	2.8	13	6.7	1.1	<0.1
235	蒙古	黃耆	2.6	30	0.1	0.6	6.1	2.4	0.2	<0.1
236	廣東	縮砂仁	6.2	57	0.1	1.6	11	5.0	0.2	<0.1
237	埔里	金線蓮	8.8	37	0.3	4.5	56	3.0	1.8	0.6
238	名間	山藥	1.1	13	0.1	0.9	7.0	0.6	<0.1	<0.1
239	台中	高氏柴胡葉	4.9	33	0.1	3.4	7.8	4.1	0.4	<0.1
240	台中	高氏柴胡莖	2.4	50	0.3	2.9	10	3.4	0.1	<0.1
241	台中	高氏柴胡根	14.8	59	0.3	1.3	19	9.4	0.2	<0.1
242		丹參	3.2	34	0.3	1.2	12	3.3	<0.1	<0.1
243		黨參	1.1	99	0.1	0.9	5.0	1.3	<0.1	<0.1
244		虎杖	3.2	39	1.9	6.2	22	3.4	4.5	<0.1
245		當歸	1.6	29	0.2	0.8	9.0	1.6	0.6	<0.1
246		川芎	3.8	31	0.6	3.3	11	5.0	0.2	<0.1
247		黃耆	1.3	22	0.2	1.4	7.7	3.6	0.3	<0.1
248		甘草	1.6	15	0.1	0.9	6.9	1.9	0.2	<0.1
249		赤芝	1.3	24	0.4	0.8	8.8	0.9	0.1	<0.1
250		杜仲	3.6	15	0.4	8.1	3.9	1.9	0.6	<0.1
251		蒼朮	1.2	23	0.2	1.2	6.9	2.5	<0.1	<0.1
252		陳皮	1.6	20	0.1	2.7	4.5	1.2	0.4	<0.1
253		山藥	0.7	8.3	0.1	1.1	4.0	0.5	0.2	<0.1
254		麥芽	1.0	37	0.2	1.2	6.8	0.6	<0.1	<0.1
255		連翹	1.8	17	0.2	12	7.4	1.3	0.3	<0.1
256		官桂	1.6	7.9	0.6	2.9	3.6	1.2	<0.1	<0.1
257		銀花	2.4	32	0.1	4.0	12	2.6	0.4	<0.1
258		麥冬	0.8	8.8	0.1	0.6	3.0	0.7	<0.1	<0.1
259		天冬	0.7	23	0.1	1.0	5.2	0.7	0.7	<0.1
260		蓮子	0.7	32	0.2	1.2	12	2.3	<0.1	<0.1
261		桃仁	1.8	44	0.1	1.3	11	1.9	<0.1	<0.1
262		熟地	1.7	14	0.1	1.4	4.5	1.1	0.3	<0.1

263		紅棗	1.6	40	0.5	3.5	4.1	1.9	<0.1	<0.1
264		黑棗	1.0	7.0	0.1	0.6	3.1	1.1	<0.1	<0.1
265		炮薑	0.7	17	0.1	3.0	4.7	1.9	0.4	<0.1
266		薄荷	5.4	31	0.1	3.4	13	4.3	0.6	<0.1
267		藿香	9.1	47	0.1	3.1	16	6.1	0.9	<0.1
268		竹葉	5.5	42	0.1	6.0	4.2	3.5	0.7	<0.1
269		荊芥	5.1	33	0.2	5.4	11	3.2	0.7	<0.1
270		益母草	3.6	28	0.1	4.7	8.6	2.8	0.7	<0.1
271		大青葉	1.2	33	0.1	3.5	7.7	3.7	0.2	<0.1
272		半枝蓮	4.8	28	0.2	5.3	9.6	3.6	1.1	<0.1
273		淫羊藿	3.1	27	0.2	9.2	5.3	2.0	1.0	<0.1
274		密甘草	1.6	10	0.1	1.0	4.2	1.7	0.1	<0.1
275		桂枝尖	2.4	40	0.3	13	10	2.0	0.3	<0.1
276		板藍根	4.4	36	0.2	3.3	4.5	2.9	0.1	<0.1
277		炒白芍	0.8	14	0.1	3.7	4.0	1.1	<0.1	<0.1
278		枸杞子	5.1	29	0.2	1.5	13	1.8	<0.1	<0.1
279		白花蛇舌草	11	50	0.1	1.9	7.2	3.9	2.0	<0.1
280		胖大海	5.5	50	0.3	2.3	10	1.8	<0.1	<0.1
281		羅漢果	6.5	28	0.2	2.2	8.3	2.9	<0.1	<0.1
282	*	黃芩	1.9	20	0.1	2.5	14	1.9	0.2	<0.1
283	*	續斷	7.1	36	0.1	2.8	8.9	6.0	0.3	<0.1
284	*	虎仗	1.9	18	0.2	2.3	2.9	2.5	0.6	<0.1
285	*	杜仲	4.2	26	0.5	3.8	3.5	1.6	0.4	<0.1
最低值			0.2	5.0	<0.1	0.2	1.4	0.1	<0.1	<0.1
最高值			20	215	2.0	20	56	28	10	0.6
平均值			2.96	27.49	0.24	2.68	7.19	2.84	0.63	<0.1
*: 市售										

表二、中藥材重金屬元素分析結果 (µg/g)

Zn											
	根 (113)	根莖 (60)	果 (32)	花 (13)	皮 (31)	種子 (6)	葉 (8)	全草 (12)	藤木 (4)	其他 (6)	
最高值	99.0	178.0	215.0	58.0	46.0	80.0	55.0	65.0	69.7	49.0	
最低值	3.4	5.0	5.8	5.7	6.4	30.7	17.0	8.7	12.0	11.0	
中間值	20.0	25.0	17.2	34.0	14.0	46.0	33.3	29.5	32.0	21.0	
平均值	22.8	32.9	28	33.7	16.3	50.8	33.3	32	36.4	24.7	
As											
	根 (113)	根莖 (60)	果 (32)	花 (13)	皮 (31)	種子 (6)	葉 (8)	全草 (12)	藤木 (4)	其他 (6)	
最高值	7.2	4.5	2.2	10.0	1.4	1.2	1.3	2.0	0.3	1.0	
最低值	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.3	0.1	<0.1	0.3	
中間值	0.3	0.2	0.1	0.6	0.3	<0.1	0.7	0.7	0.1	0.3	
平均值	0.6	0.4	0.3	1.4	0.4	0.3	0.7	0.8	0.2	0.4	
Pb											
	根 (113)	根莖 (60)	果 (32)	花 (13)	皮 (31)	種子 (6)	葉 (8)	全草 (12)	藤木 (4)	其他 (6)	
最高值	20.0	9.3	12.0	16.0	14.0	2.0	15.0	9.2	3.7	1.4	
最低值	0.2	0.3	0.4	<0.6	0.6	0.2	1.1	1.9	0.9	0.6	
中間值	1.3	1.5	1.7	4.0	3.2	1.2	5.9	4.0	2.8	1.0	
平均值	1.9	1.9	2.3	5.2	4.9	1.1	6.5	4.3	2.6	1.0	
Cu											
	根 (113)	根莖 (60)	果 (32)	花 (13)	皮 (31)	種子 (6)	葉 (8)	全草 (12)	藤木 (4)	其他 (6)	
最高值	16.0	22.0	13.0	16.0	11.5	16.0	14.0	13.0	8.9	6.1	
最低值	1.2	2.0	2.7	2.1	2.2	7.1	3.2	2.8	3.2	3.1	
中間值	5.9	5.3	7.4	11.0	5.2	11.0	7.1	8.7	5.1	3.2	
平均值	6.4	6.9	7.2	10.1	5.8	10.9	7.3	8.5	5.6	4	

Cr										
	根 (113)	根莖 (60)	果 (32)	花 (13)	皮 (31)	種子 (6)	葉 (8)	全草 (12)	藤木 (4)	其他 (6)
最高値	18.8	9.6	6.9	20.0	8.8	1.8	5.5	11.0	1.9	3.6
最低値	0.2	<0.1	0.5	0.4	0.7	0.4	1.0	1.2	0.8	0.7
中間値	2.2	1.3	1.6	2.8	1.6	1.1	2.1	3.4	1.4	1.6
平均値	3.2	2.0	2.3	6.9	2.5	1.0	2.4	3.4	1.4	2.0
Cd										
	根 (113)	根莖 (60)	果 (32)	花 (13)	皮 (31)	種子 (6)	葉 (8)	全草 (12)	藤木 (4)	其他 (6)
最高値	0.8	1.9	0.5	0.6	0.6	0.4	1.0	0.6	0.2	2.0
最低値	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.1	0.1	<0.1
中間値	0.1	0.2	0.1	0.1	0.2	0.1	0.2	0.2	0.1	<0.1
平均値	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.2	0.4	0.2	0.1	0.4
Ni										
	根 (113)	根莖 (60)	果 (32)	花 (13)	皮 (31)	種子 (6)	葉 (8)	全草 (12)	藤木 (4)	其他 (6)
最高値	28.4	14.0	18.0	16.0	5.0	3.3	5.6	8.8	3.0	2.1
最低値	0.2	0.2	0.6	0.8	0.1	0.8	1.3	1.2	0.8	1.0
中間値	2.2	2.0	1.9	3.2	1.6	2.0	2.8	3.4	1.7	1.8
平均値	2.9	2.4	2.7	5.5	2.0	2.0	3.1	3.4	1.8	1.7

表三、標準參考物質測定時 95%可信度區間

Cd													
SRM	name	value 1 (ppm)	value 2 (ppm)	value 3 (ppm)	value 4 (ppm)	value 5 (ppm)	Average	certified value (ppm)	95% CI (+/-)	Upper CI	Lower CI	CI ITO %	
1547	Peach leaves	0.04	0.03	0.05	0.06	0.01	0.04	0.026	0.0053	0.043	0.033	14.1	
1571	Orchard leaves	0.10	0.10	0.10	0.11	0.12	0.11	0.11	0.0025	0.11	0.10	2.3	
1575	Pine needles	0.16	0.25	0.20	0.20	0.26	0.21	0.20	0.0114	0.23	0.20	5.3	
Pb													
SRM	name	value 1 (ppm)	value 2 (ppm)	value 3 (ppm)	value 4 (ppm)	value 5 (ppm)	Average	certified value	95% CI (+/-)	Upper CI	Lower CI	CI ITO %	
1547	Peach leaves	1.1	0.9	1.2	1.3	1.3	1.2	0.87	0.0468	1.2	1.1	4.0	
1571	Orchard leaves	49.9	38.9	46.7	50.0	51.0	47.3	45.0	1.3807	48.7	45.9	2.9	
1575	Pine needles	11.0	10.2	11.4	10.0	11.0	10.7	10.8	0.1649	10.9	10.6	1.5	
Cr													
SRM	name	value 1 (ppm)	value 2 (ppm)	value 3 (ppm)	value 4 (ppm)	value 5 (ppm)	Average	certified value	95% CI (+/-)	Upper CI	Lower CI	CI ITO %	
1547	Peach leaves	1.1	1.1	1.2	0.9	0.8	1.0	1.0	0.0421	1.1	1.0	4.1	
1571	Orchard leaves	2.2	2.0	2.4	2.0	2.1	2.1	2.3	0.0465	2.2	2.1	2.2	
1575	Pine needles	3.0	2.4	2.2	2.6	2.9	2.6	2.6	0.0930	2.7	2.5	3.6	
Ni													
SRM	name	value 1 (ppm)	value 2 (ppm)	value 3 (ppm)	value 4 (ppm)	value 5 (ppm)	Average	certified value	95% CI (+/-)	Upper CI	Lower CI	CI ITO %	
1547	Peach leaves	0.6	0.6	0.8	1.0	1.1	0.8	0.69	0.0634	0.9	0.8	7.7	
1571	Orchard leaves	1.6	1.9	0.8	1.3	2.1	1.5	1.3	0.1426	1.7	1.4	9.3	
1575	Pine needles	2.6	3.6	4.3	3.7	4.1	3.7	3.5	0.1829	3.8	3.5	5.0	
Cu													
SRM	name	value 1 (ppm)	value 2 (ppm)	value 3 (ppm)	value 4 (ppm)	value 5 (ppm)	Average	certified value	95% CI (+/-)	Upper CI	Lower CI	CI ITO %	
1547	Peach leaves	3.3	3.4	3.8	3.7	3.4	3.5	3.7	0.0603	3.6	3.5	1.7	
1571	Orchard leaves	10.7	11.4	10.7	10.3	10.0	10.6	12.0	0.1463	10.8	10.5	1.4	
1575	Pine needles	2.9	2.8	3.0	2.8	3.2	2.9	3.0	0.0465	3.0	2.9	1.6	
Zn													
SRM	name	value 1 (ppm)	value 2 (ppm)	value 3 (ppm)	value 4 (ppm)	value 5 (ppm)	Average	certified value	95% CI (+/-)	Upper CI	Lower CI	CI ITO %	
1547	Peach leaves	17.6	18.5	17.3	16.8	18.3	17.7	17.9	0.1956	17.9	17.5	1.1	
1571	Orchard leaves	26.9	23.6	28.7	23.0	24.0	25.2	25.0	0.6806	25.9	24.6	2.7	

表四、硃砂之不純物元素分析（濃度單位 $\mu\text{g/g}$ ）

	Zn	Pb	Cd	Ni	Fe	Cr	Cu	Ca	Sb
原料 1	216	38	20	2.0	102	1.3	4.2		250
原料 2	2330	43	7	1.8	333	0.7	17	1335	127
平均值	1273	41	14	1.9	218	1.0	11	1335	189
成品 1	2046	272	83	1.9	704	1.4	8.4		203
成品 2	2443	390	91	2.0	843	1.0	9.4	3733	314
平均值	2245	331	87	2.0	774	1.2	8.9	3733	259

表五、本土藥材及其土壤之微量元素分析結果（ $\mu\text{g/g}$ ）

元素 本土藥材	Cd	Pb	Cr	Ni	Cu	Zn	Hg	As
1. 金線蓮	0.3	4.5	8.8	2.4	55.8	37.0	0.6	1.8
2. 栽培土壤	0.2	14.3	45.0	12.8	27.8	48.8	----	4.7
1. 山藥	0.1	0.9	1.1	0.6	6.6	13.0	<0.1	<0.1
2. 栽培土壤	0.1	26.2	52.5	18.9	21.6	69.5	----	4.4
1. 柴胡葉	0.1	3.5	4.9	4.1	7.8	33.1	<0.1	0.4
2. 柴胡莖	0.3	2.4	2.5	3.4	11.5	50.4	<0.1	0.1
3. 柴胡根	0.3	1.3	14.8	9.4	18.8	58.6	<0.1	0.2
4. 栽培土壤	0.2	29.1	54.1	21.9	20.6	92.3	----	8.5

--- 以中子活化分析法測定汞時，背景複雜無法判定能量值。

