

出國報告（出國類別：研習）

研習保健植物有效成份研究及培養與 加工技術之提昇

服務機關：行政院農業委員會花蓮區農業改良場

姓名職稱：余德發 副研究員

派赴國家：美國

出國期間：中華民國九十四年十二月三日至十二月十一日

報告日期：中華民國九十五年二月二十七日

內容摘要：

此次為執行 94 年台美合作計畫所需，前往美國農業部 Beltsville 農業中心果樹實驗室及農產品品質與安全實驗室，研習植物體及營養成份分析技術，並將相關技術與觀念引進國內。本次研習期間為 5 天，共研習利用天然化合物處理降低儲藏期農產品的腐爛率、氣相層析分析技術及 ORAC 分析技術，並了解有關美國有機農產品之生產狀況及採收後處理等議題及參觀當地蔬果批發市場蔬果分級作業場。本次研習了解美國農業部在植物體成份及營養成份分析技術方面的進步與發展，並建立起各種抗氧化成分分析之標準作業流程，對國內在植物體及營養成份分析技術上是值得國內學習，透過雙邊合作，可獲得人員訓練與技術提昇之雙重效果。

目 次

摘要-----	1
目次-----	2
壹、目的-----	3
貳、行程-----	4
參、研習內容與心得-----	5
一、研習內容-----	5
二、研習心得-----	12
肆、建議事項-----	15
伍、誌謝-----	15
陸、附錄-----	16

壹、目的

近年來國內外掀起一股生機飲食及養生保健的熱潮，傳統的保健植物再度受到普遍的重視，研究風氣日益盛行，從歐盟的德國、美洲的美國及亞洲的中國、日本及韓國等各國紛紛的成立中草藥相關管理關單及制定規則積極推動中草藥之相關研究。我國根據行政院生物技術產業策略會議中，經專家學者之評估，藥用及保健植物是台灣最具競爭力的生技產業之一，因此、在政府積極鼓勵推動發展下，投入大量人力物力，並協助民間開發研製中草藥。台灣之地理環境特殊及擁有豐富的自然植物資源，是我們發展保健植物之利基，但由於保健植物之使用，仍有部分為著重於個人經驗及口耳相傳的傳統用法上，且保健植物常因為同名異物，同物異名之情形，造成混淆及誤用，欠缺理論及科學數據，且所使用的保健植物原料大部分仰賴進口，無法控制藥材的品質，使得市售保健產品品質良莠不齊，也造成保健植物產品品質受到影響。美國農業部在植物抗氧化成份分，以及植物體成份及營養成份分析技術等方面的研究成果卓著，值得借鏡，透過台美雙方合作，可以獲得人員訓練及技術提昇，因此、引進先進國家的觀念、經驗及技術，發展具有潛力之本土性保健植物，生產合乎安全優質的道地藥材，促進保健植物產業的發展，提昇台灣在全球中草藥市場的競爭力。

貳、行程

本次美國農業部研習期間自民國 94 年 12 月 5 日至 12 月 9 日止共 5 天，行程日期、地點及研習主題等內容簡列如下：

日期	地點	研習主題
12 月 3 日 (星期六)	抵達美國馬里蘭州巴爾的摩市 (Baltimore)	去程
12 月 4 日 (星期日)	前往美國首都華盛頓特區	參訪自然史博館 (Museum of Natural History)
12 月 5 日 (星期一)	1. 農業部 Beltsville 農業中心農產品品質與安全實驗室 2. 馬里蘭州 Laurel 的蔬果批發市場	1. 拜訪 Dr. C.Y. Wang，聽取研究室簡介及介紹有關美國有機農產品之生產狀況及採後處理等議題。 2. 參觀當地批發市場蔬果分級作業場。
12 月 6 日 (星期二)	美國農業部 Beltsville 農業中心農產品品質與安全實驗室	進行「利用天然化合物處理降低儲藏期藍莓的腐爛率」之試驗。
12 月 7 日 (星期三)	美國農業部 Beltsville 農業中心農產品品質與安全實驗室	研習氣相層析 (Gas Chromatography, 簡稱 GC) 分析技術。
12 月 8 日 (星期四)	1. 美國農業部 Beltsville 農業中心果樹實驗室 2. 美國國家農業圖書館 (NAL)	1. 拜訪 Dr. S.Y. Wang，研習保健植物抗氧化能力。 2. 拜訪美國國家農業圖書館。
12 月 9 日 (星期五)	美國農業部 Beltsville 農業中心果樹實驗室	研習 ORAC (Oxygen Radical Absorbance Capacity) 分析技術。
12 月 10 日 ~12 月 11 日 (星期六~星期日)		返國

參、研習內容與心得

一、研習內容

本次奉派前往美國研習主要是為執行台美計畫所需，前往美國農業部合作單位農業部馬里蘭州 Beltsville 農業研究中心 Dr. S.Y.Wang（王石秀瑛博士）之果樹實驗室及 Dr. C.Y. Wang（王健一博士）的農產品品質與安全實驗室，研習植物體成份及營養成份分析技術，並將相關技術及方法引進國內，以增進本場在保健植物方面之研究能力。

12月3日（星期六）傍晚抵達美國馬里蘭州巴爾的摩國際機場（BWI），隨即由服務於美國農業部農業研究中心王健一博士接機，前往住宿之旅館（Holiday Inn hotel）休息。次日（12月4日）是星期日，為例假日，所有公務機關不上班，因此在王博士帶領下，前往美國華盛頓特區參觀自然史博館（Museum of Natural History）。

12月5日前往美國農業部 Beltsville 農業研究中心農產品品質與安全實驗室，拜訪 Dr. C.Y. Wang，聽其士介紹有關美國有機農產品之生產狀況及採後處理等議題，在美國過去十年間有機農產品每年均以 20~25%幅度成長，在 2002 年有機農產品水果及蔬菜銷售金額 14 億 3 仟餘萬元，至 2004 年增加 23 億 7 仟餘萬元，有機農產品在這兩年間銷售金額增加了 65.5%；在歐洲國家中、1985 年從事有機農業生產面積約十萬公頃，到 2002 年有機農業栽培面積則增加到 4 佰 4 拾萬公頃，近年來亦有研究報告指出，有機農產品的成分中包含維他命 C、多酚類及某些礦物質含量均較化學栽培的農產品之含量高，而消費者對有機農產品之期望是吃到沒有施用農藥、化學肥料、抗生素及荷爾蒙之類的農產品，這是有機農產品的特點；期待吃得健康又安全的食物，深深的吸引消費者，所以有機農產品在最近數年間的銷售量快速的成長，需求量大增，怎麼去輔導農民種出更健康更安全的有機農業品，便成爲一個非常重要的課題。因此、有機農業是很值得我們投入人力物力去研究及加以發展的一種栽培模式。

之後 Dr. C.Y. Wang 陪同參觀官能品評室及溫控貯藏設施，這些設施是位於建築物的地下室。其中的官能品評室室內配置有 10 個座位，每次可以容納

10 位品評人員同時進行品評，座位與座位之間由木板隔開，以避免品評員相互干擾；每個座位均各自面向一個窗口，該窗口很特殊具有前、後兩扇隔簾，隔離品評員與研究人員，以減少人為因素所造成之誤差。欲進行品評的農產品由裡面的研究人員事先排好放在窗口內，品評員可任意選擇座位坐好之後，再打開隔簾取出農產品進行。在窗口正上方並有一部電腦供品評員登錄各種感官結果之用，品評員之選擇並非要有經過特殊訓練經歷，反而以一般民眾最好，主要目的是品評的結果要契合一般消費者之喜好，而優良農產品易被民眾所接受。

在地下室另有一間非常龐大的溫控貯藏室，溫控貯藏室可設定不同的溫度，以觀察不同溫度下對農產品的貯藏性影響，溫控貯藏室內亦可以加放封閉式箱子，並加入氧、二氧化碳等氣體進行農產品品質及儲藏性試驗，以觀察氣體的種類或氣體的濃度對農產品品質的影響，了解不同溫度、氣體及濃度貯藏環境下調節農產品的呼吸作用或生理代謝作用，直接降低農產品貯藏時的老化、腐敗，延長貯藏時間，這將對蔬果不耐貯藏的問題，提供一個很理想的解決方法，將蔬果的銷售範圍將會更遠更廣。

下午由 Dr. C.Y. Wang 之助理 Ms. Hilarine Repace 開車一同前往馬里蘭州的月桂樹城市(City of Laurel) 參觀蔬果批發市場，該批發市場主要彙集美國西部、南部及當地蔬果進行批發，蔬果的種類及數量都相當多，一般批發市場都在清晨二~三時進行交易，當我們到達時已經是下午三時，因此我們參觀該批發市場蔬果分級作業場，時值番茄的生產季節，現場以番茄分級作業為主。由於蕃茄的皮薄肉軟，經過機器分級後，必須再以人工篩選，業者雇用許多的工人，細心的在現場一顆顆的檢視蕃茄，將機械分級機無法有效辨別之品質不良、有瑕疵的番茄以人工方式加以淘汰，此舉雖然耗費人力，增加成本，却可因此更有效確保番茄的品質。因 Dr. C.Y. Wang 目前正在進行藍莓(Blueberry) 的儲藏性試驗，我們依照實驗的目的選購了一些藍莓，上車返回農業部 Beltsville 農業研究中心，準備進行相關試驗。

12 月 6 日在 Dr. C.Y. Wang 的農產品品質與安全實驗室，進行「利用天然化合物處理降低儲藏期藍莓的腐爛率」之試驗(Effectiveness of natural compounds on reducing decay of blueberries)。將從蔬果批發市場購買的藍

莓仔細挑選、首先將有傷口、腐爛及未成熟之藍莓淘汰，以成熟完好的藍莓進行試驗，目的是儘量讓每顆藍莓均一完整，使實驗的正確性提高。本試驗是利用天然化合物丁子香酚(99% Eugenol)、薄荷醇(99% Menthol)、麝香草酚(99.5% Thymol)等三種藥品當作天然防腐劑，它們的優點是在空氣中具有容易揮發的特性，且具有殺菌的效果，適當的運用後能達到降低藍莓腐爛的效果。試驗方法是以1公升容積的聚苯乙烯容器內裝約300公克成熟完好的藍莓，在容器的中央放置硬質塑膠材質之小杯子，杯子內依處理別分別放置99% 丁子香酚100毫升、99% 薄荷醇0.1公克、99.5%麝香草酚0.1公克及不處理(對照組)等共四處理，五重複置於5⁰ C的溫控貯藏室放置，由於在上述條件下藥品均可維持二~三星期藥效，且依經驗法則推測需在二星期後才有差異性，因此預計在二星期後再進行藍莓的腐爛率調查。據王博士表示上述藥品為第一次應用在降低儲藏期藍莓的腐爛率上，理論上試驗結果會有一些差異性表現，但此實驗仍在初步試驗，故在藥品使用上濃度都以高劑量測試，等到初步結果穩定後，會挑選其中最好的一兩種，再進行進一步的最適濃度試驗，這是一個十分好的試驗設計，已經建立好一套分析模式，市面上高價位不耐久藏的蔬果種類繁多，每種農產品只要依此試驗挑選最好的防腐天然化合物及其最適濃度，將會是一個十分有用的科技數據，有效解決農產品的貯存與保鮮問題。

12月7日前往美國農業部，由Dr. C.Y. Wang介紹GC (Gas Chromatography) 氣相層析法介紹，在保健植物的成份分析，最常被使用的分析方法為層析法(Chromatography)，層析法主要是將樣品以特殊的溶液攜帶(流動相；mobile phase)，進入層析分離系統，此時如遇到高表面積的固體吸附材質(固定相；stationary phase)，因各種化合物的結構都存有若干差異，會產生有的化合物附著、有的化合物附著性較弱、有的化合物不具有附著性的現象，故在層析系統的比率分配下便依化合物的結構差異性而產生不同的留滯現象；且差異愈大，分離愈容易，最後在偵測器的記錄下，儀器便可以偵測到若干個不同的波峰(Peak)，每個波峰都代表著一種化合物，故層析系統設定得宜下，在短時間內試驗者可以很快了解到該保健植物有多少種成份，及各種成份的含量分配情形。

而 GC (Gas Chromatography) 氣相層析，為層析分析方式的其中一種，有別於 HPLC 的移動相為液體，GC 的移動相為氣體。氣相層析儀會先以高溫將樣品氣化，當多種的化合物流經分離管柱後，因留滯性的不同會被分成許多單一的訊號，如被分離完全，則每個波峰就代表一種化合物。在查閱相關文獻後，可以決定各種有意義的成分，例如 A、B、C、D、E，以這些成分當作標準品，以同樣方法進行氣相層析，試驗者可以知道在該種分析條件下，化合物 A 會在 a 分鐘時偵測出來，其它化合物 B、C、D、E 依次會在時間點 b、c、d、e 被偵測出來，有了這些數據後，試驗者可以以留滯時間來判定原始分析圖譜中波峰所應代表的化合物；層析分析圖譜同時也提供了每個波峰的高度及積分面積，以不同濃度的標準品依濃度對積分面積製作標準曲線，有了各種化合物的標準曲線後，就可推測植物中各化合物的含量分佈情形。

進行氣相層析時包括有以下的裝置：氣體供應器、樣品注入系統 (Injector)、烘箱(Oven)、分離用的管柱(Column)、及偵測器(Detector)等。

樣品注入系統：利用微量注射針(Micro-syringe)將液態或氣態樣品經由矽膠密封墊片注入注射器中（位於管柱頂端），注射器內部的溫度通常維持在 150°C 到 250°C 間，因此待測物立即揮發成氣體，待測物便可被移動相氣體(Carrier gas) 攜帶入管柱中。烘箱：管柱的溫度依需求由烘箱控制，可從約 50-60°C 加熱至約 300°C，烘箱之最高溫度一般以不超過管柱所能耐受的最高溫度為原則。對於精密的分析系統，管柱的溫度是一個重要的變數，因此須將管柱溫度控制在誤差很小的範圍內。管柱：氣相層析管柱可分為填充管柱 (Packed column) 和毛細管柱 (Capillary column) 兩種，前者可分析較大量樣品，而後者所展現的分離效率遠遠超過前者，所以毛細管柱已逐漸取代填充管柱用於氣相層析中。管柱的中間放滿顆粒狀的填充材料，填充材料其表面覆蓋的一層薄膜就是系統中所謂的固定相，在執行分析過程中，此薄膜需具有不被分解或蒸發之熱穩定性。偵測器：目前較常使用的偵測器有熱傳導性偵測器 (Thermal conductivity detector)、火焰離子化偵測器 (flame ionization detector) 等等。理想的偵測器需具有：靈敏度高、穩定性及再現性好、線性範圍廣及容易操作等特性。

GC 及 HPLC 均為昂貴的分析儀器，分析時替換的管柱價位也都在數萬元之間，一般分析實驗室全都配有這些儀器，主要是因為由於它們的靈敏度及精確度高等優良特性，如上列的配件分述，GC 串聯了許多儀器，也就是說單單一件成份分析，必須所有的儀器都達到穩定狀態下，才能進行成份分析，操作此類儀器都必須先讓儀器長時間暖機後，基準線(baseline)達到平穩狀態下才能注入樣品，且所有的連接線都不能有洩漏的現象，測定結果才能準確，才能真正描述保健植物的各種成份含量與分佈。

12月8日前往美國農業中心果樹實驗室拜訪Dr. S.Y. Wang (王石秀瑛博士)。Dr.Y.Wang最近幾年在抗氧化的研究領域方面成績卓著。首先她介紹什麼是自由基(Free radicals)，自由基就是一種帶有一個或多個不成對電子而獨立存在的化學物質，因為它本身很不穩定且極活潑，很容易去搶其它分子的電子，造成其它分子也不穩定，破壞了整個組織的協同性，如以人體細胞為例，當自由基攻擊細胞膜的蛋白質、脂質或醣基後，使其離子化，造成細胞膜的結構瓦解，細胞膜破裂，細胞質、細胞核及其它內容物外露，細胞整個死亡。人體內自由基的來源有外界環境污染因素：包括輻射、紫外線、電磁波、二手煙、高溫。個人不良嗜好：如抽菸、酗酒、吸毒、熬夜。化學物質濫用：包括食品添加物、農藥、除草劑、毒性化學物質、金屬物質。精神狀況：如生活壓力過大、急躁、焦慮、鬱悶、緊張。其它方面：如正常新陳代謝過程中之副產品及白血球之利用自由基來吞噬(Phagocytosis)外來的入侵者外。至於自由基的種類是相當多的，一般可歸納為1. 超氧化物自由基(superoxide anion radical, $O_2^{\cdot-}$)：是人體中最先產生也是最多的一種自由基，這種形態的自由基會誘發其他種類的自由基，連鎖產生各種傷害。2. 過氧化氫(hydrogen peroxide)：由超氧化物自由基代謝後產生，也有可能是由身體其他的吞噬細胞經氧化還原作用而產生，過氧化氫的破壞性最高，故傷害性也較大，且其會通過細胞膜流竄於身體的各部位，而擴大傷害的範圍。3. 羥基自由基(hydroxyl radical)：是破壞力最強的自由基，羥基自由基的產生來源是因為過氧化氫的代謝以及各式輻射線所產生，羥基自由基會攻擊細胞膜造成細胞的死亡 也會攻擊我們所食用的不飽和脂肪酸，造成油脂的過氧化而劣變。4. 單氧自由基

(singlet oxygen)：單氧的活性因離子化而不穩定，變得易攻擊其它分子等。而生物體防禦自由基的系統有抗氧化酵素系統(Antioxidant enzyme system)、非酵素系統的自由基補捉劑(Free radical scavenging)及輔助性系統(Ancillary system)等三種。現今科學進步、科技高度發展，相對的公害問題嚴重，人民暴露於高量的自由基環境中，如何增強人體防禦自由基的機制，便成爲目前重要的課題，根據研究報告指出許多的蔬菜水果等農產品提供很好的抗氧化物質，如維生素C、維生素E、 β 胡蘿蔔素等等。如何生產無農藥污染，且抗氧化物質含量高的農產品，將是提昇農業的一大利器。

下午前往美國國家農業圖書館(National Agriculture Library, NAL)參觀。NAL爲一棟高大建築物，位於美國農業研究中心對面，是美國境內4個國家圖書館之一，館內六樓至十三樓爲藏書閣，藏書非常豐富，爲世界最大的農業圖書館。

12月9日前往果樹實驗室研習ORAC(Oxygen Radical Absorbance Capacity)分析技術。ORAC爲一種十分靈敏的抗氧化力分析方法，它是以偵測螢光的變化情形，來推測作物的抗氧化力。ORAC分析方法是利用螢光偵測儀，試驗中添加一種螢光物質Fluorescein(螢光黃)，其螢光的特性會在遭受自由基(peroxyl radical)攻擊後消失。故一開始以等量的自由基AAPH(2,2'-Azobis(2 amidino-propane) dihydrochloride)放入測試的反應容器中，接下來加入具抗氧化能力的物質(測試的樣品)，反應終了再加入等量的螢光黃，與對照組比對後以剩下的螢光強弱來回推測試物的抗氧化力強弱。而AAPH爲一種水溶性化合物，在水中會自行解離，形成兩個以碳原子爲中心之自由基分子及氮氣。

ORAC的方析方法爲將樣品以50% Acetone萃取，室溫下以400rpm的轉力混勻1小時，在4°C下以5900rpm離心15分鐘、取上清液用ORAC溶液稀釋至適當濃度。接下來在96孔的微量孔盤依序劃分爲測試樣品組(25 μ l樣品溶液 + 150 μ l螢光黃溶液 + 25 μ l AAPH溶液)、標準品組(25 μ l Trolox溶液 + 150 μ l螢光黃溶液 + 25 μ l AAPH溶液)、空白組(25 μ l緩衝溶液 + 150 μ l螢光黃溶液 + 25 μ l AAPH溶液)及儀器歸零組(50 μ l緩衝溶液 + 150 μ l螢光黃溶液)，並分別加25 μ l

樣品溶液、25 μ l Trolox溶液(Trolox為維他命E的相似物，因結構較穩定，故常在抗氧化分析中被當作標準品使用，此時試驗單位以Trolox當量來表示)、25 μ l緩衝溶液及 50 μ l緩衝溶液。開啓 Bio-Tek Precision 2000 程式後，在 coloumn 1 加 20ml螢光黃溶液，執行添加螢光黃溶液按鈕，機器會準確的分注 150 μ l螢光黃溶液在微量孔盤中的每孔洞中，加熱混合後，在coloumn 2 加 10ml AAPH溶液，機器會準確的分注 25 μ l AAPH溶液(儀器歸零組不加)，加熱混合後，進行螢光測定，測定完成後資料再藉由電腦Excel軟體算出樣品萃取溶液中抗氧化物質的能力值。

12月10日(星期六)搭機返國。

二、研習心得

（一）保健植物抗氧化成分分析技術之建立

此行前往美國農業部農業研究中心的果樹實驗室及農產品品質與安全實驗室進行研習、由於王石秀瑛博士和王健一博士在抗氧化的研究領域投下了很大的心力，從抗氧化能力篩選優良保健植物、保健植物耕作環境篩選及保健植物採收後處理，都已建立了不少的分析試驗模式及累積了不小的資料庫。尤其在實驗室進行抗氧化分析技術上，已建立起各種抗氧化成分分析之標準作業流程，因此只要按表定項目操作，即可很快熟悉實驗程序，因此這些標準作業流程的作法是值得我們學習的。

（二）廢棄物之回收及垃圾分類

在美國農業部 Beltsville 農業研究中心實驗室進行各種化學分析，時常使用各種化學藥品進行實驗分析，如保健植物抗氧化能力分析以有機溶劑丙酮、甲醇等作為萃取溶劑，這些化學藥品之空瓶空罐，皆有專用的容器收集，同時實驗室內徹底執行回收資源及塑膠類等垃圾分類，Beltsville 農業研究中心每星期於固定時間派人分別到各實驗室分門別類進行垃圾回收，並集中處理。雖然國內目前正推行資源回收及垃圾分類，但並沒有美國那麼嚴格，資源回收及垃圾分類為世界共同的趨勢，因此美國實驗室對於廢棄物之回收及垃圾分類的作法是值得我們學習的。

（三）農產品產銷履歷制度之建立

食品安全及農漁產品農藥殘留等問題常引起消費者的嚴重關切，國內外對這方面的要求及規範也日漸重視，所謂農產品的產銷履歷就是「追蹤農產品的生產至末端銷售完成的履歷過程」，也就是說從生產到銷貨至消費者手中有可追蹤的記錄。在美國農產品產銷履歷制度建立得非常完善，從批發市場購買之農產品，包裝上都有條碼，可藉由條碼來追蹤農產品的由來始末，包括農產品的生產者（如品種、種植及採收日期等）、負責集貨與行銷通路（超市、量販店及批發市場等）過程，讓消費者可能輕易的了解購買之農產

品在生產、處理加工至流通販售整個過程，消費者可查詢該產品的來源，吃得更加安心。由於國內消費型態之改變，生活水準相對提高，對於食品安全及農漁產品農藥殘留等問題日漸重視，國內近年來亦開始推行農產品產銷履歷制度，因此可藉由美國在實行農產品產銷履歷的經驗，加速國內產銷履歷之推行，提供國人安全與安心的農產品，進而幫助農民和消費者建立更良好的關係。

（四）守法、守時及上班彈性化

在美國農業部 Beltsville 農業研究中心上班之研究人員，常因業務需要而自行調整上班時間，尤其研究人員有時必須提早到田間工作、有時因實驗室需要甚至必須通霄熬夜，彈性化上班將有利於研究工作之順利進行，且因而提高工作效率，只要研究人員上班滿 8 小時即可，無須另行簽核報備及簽到退，完全出自於個人守法守時的精神，作為上班彈性化之規範。

（五）注重安全管理

美國為自由民主的國家，自從美國 911 遭受恐怖攻擊後，所以政府單位及公共場所皆加強安全管理及必要防範措施。在美國農業部 Beltsville 農業研究中心的研究人員皆會核發一張磁卡，作為進出各建築物的通行證，而來自世界各國在此作短、長期訪問研究的農業研究人員，必須先先行至行政大樓辦理登記領取臨時通行證，而此臨時通行證必須每天更換，進出各大樓及實驗室則必須先行通報，在監視系統的監視下才能獲得進入各大樓及實驗室，雖然不方便，却可使在美國農業部農業研究中心工作同仁能安心的在實驗室工作。美國冬季時常因下雪而造成路面積雪，在美國農業部農業研究中心亦會定時定點派人將路面、人行道及各辦公室出入口的積雪加以清除，以防止因積雪路滑而造成不必要意外發生，保障工作人員之人身安全。

(六) 提昇農產品之品質

由於美國的科技及工商業極為發達，人民生活水準也高，因此對於日常生活之品質要求也高，在美國農產運銷公司對於批發上架前之前處理農產品品質要求相對的嚴格，如番茄等果皮較軟、較易損傷之農產品在經過機械式的分級後，必須再以人工篩選，將機械分級機無法有效辨別之品質不良的番茄以人工方式加以選別去除，此舉雖然耗費人力，增加成本，却可因此提高番茄品質，亦可避免因番茄品質不良誘發產生乙烯，導致番茄在運輸過程中提早後熟軟化而喪失商品價值。

(七) 良好的工作環境

美國因為地大物博，人才眾多，研究風氣興盛，研究人員對於試驗的進行要求非常嚴格，雖有助理協助試驗進行，但計畫主持人都會詳細表列各試驗步驟並當面告知助理如何進行試驗，在試驗進行中凡是較重要的試驗步驟都必會親臨處理，以提高試驗的精確性，對於試驗的進行非常謹慎。另外美國農業部擁有世界最大的農業圖書館，對於世界各國的研究成果資料的搜尋，相當方便，同時研究人員的一般行政工作相對的較少，有較多時間進行較深入的試驗研究，提高研究品質。

(八) 環境保護

在美國馬里蘭州的許多公路旁常有是一大片一望無際的森林，當地政府規劃某些特定區域之樹林為保留地，不得開發利用，以供野生動植物生存棲息，並且也具有環境保護的意義，且此類保留地並非在偏僻的深山中，而是在住宅區附近或道路旁。美國農業部農業研究中心前的大草坪內、地勢較低的地方有數個大排水溝，其上鋪設大小不同的石頭藉以過濾因雨水而帶來枯枝樹葉及泥沙，以達到水土保持及環境保護之目的。由這些小地方可看出美國人民對環境保護的重視。

肆、建議事項

- 一、藉由美國在農產品抗氧化分析、植物體成份及營養成份分析技術等方面的經驗及作法，作為國內保健植物的相關產品之研發，如此才能有助於國內保健植物之推廣種植。
- 二、近年來由於生活與消費型態之改變，國人對於農產品品質之要求越來越受重視，因此官能品評室的設立亦相形的重要，並建議以一般民眾作為品評員，品評的結果較能契合一般消費者之喜好，而優良農產品易被民眾所接受。
- 三、為引進國外先技術，應增加研究人員出國研習機會，以吸收國外經驗及新知，增加學術交流機會，並增加研究人員開拓視野及激發潛能的歷練。

伍、誌謝

本次研習經費承中美基金(94 中美-1.4-合-01)與美國農業部之補助，計畫之研提與執行承行政院農業委員會國際處與科技處之協助，在美國期間承蒙美國農業部農業研究中心 Dr. S.Y. Wang(王石秀英博士)與 Dr. C.Y. Wang(王健一博士)多方關照，使得研習計畫能順利進行，謹此致謝。

陸、附錄：相關照片



美國農業部農業中心王健一博士(左)與余德發合照於美國華盛頓特區



美國農業部 Beltsville 農業研究中心總部外觀



美國農業部農業研究中心官能品評室



番茄人工分級作業



利用天然化合物處理降低儲藏期藍莓的腐爛率



植物成份分析所用的相關儀器設備(GC)