

出國報告（出國類別：研習）

機能性畜產品之開發

服務機關：行政院農業委員會畜產試驗所

姓名職稱：林幼君 助理研究員

派赴國家：美國

出國期間：101年6月24日至101年7月7日

報告日期：101年9月1日

摘 要

本計畫緣由為加強國際農業科技合作，於101年度進行之台美國際合作計畫，由畜產試驗所研究人員前往美國進行短期研究，並於同年度邀請美方專家Y. Martin Lo訪台，進行為期12天的學術演講及業界參訪行程。赴美行程主要包括前往參加2012年食品科技國際年會暨食品展(Institute of Food Technologists, IFT)研習有關食品科技研究的國際趨勢與發展，及機能性食品當前的研究方向；另赴美國馬里蘭大學營養與食品科學研究所食品生物加工工程實驗室(University of Maryland, Department of Nutrition & Food Science, Food Bioprocess Engineering Lab)進行動物副產品濃縮萃取技術及微生物機能性物質產製技術研習；以及前往美國食品藥物管理局食品安全中心進行Electron Spin Resonance (ESR)偵測脂肪氧化技術觀摩實習。本計畫在國外專家與相關研究人員指導下，進行研究技術分享與學術討論，同時藉由雙邊參訪行程強化國際合作，提升我國於機能性禽畜產品開發之深度與廣度。

目 次

	頁次
摘要 -----	II
壹、 目的 -----	1
貳、 過程 -----	2
參、 心得與建議 -----	7
肆、 附件 (照片) -----	10

壹、目的

食物原料中，大部分的畜產品如肉、乳及蛋產品被歸類屬於食品中蛋白質來源，不僅如此，這些動物性食品包含許多生物價值，同時也是許多營養物質的優良來源。令人遺憾的是消費者對於這些畜禽產品，往往與對健康造成負擔等負面形象劃上等號。然而事實上這些食物對於人類健康的維持，扮演著重要角色。近年來，機能性的食品廣受消費者的注目，這類食物泛指不僅維持生命所需，同時亦涵蓋著對健康有益的食品，其定義為：「食品或其成分可以在基本的營養素之外對特定人群提供增進健康的好處」(IFT, 2007)。機能性食品的開發主要是將食品所附有的特定生理機能，透過各種試驗分析方法得到驗證，成為具有改善健康與調節生理機能的食品，因此在食品研發上成為新興的趨勢。

美國馬里蘭大學（University of Maryland）位於華盛頓特區附近，其農業食品科學與營養學系（Department of Nutrition & Food Science）在食品科學研究上頗負盛名，同時因地利之便與美國農業部研究開發交流頻繁，在國際學術領域上亦居領先地位，而其研究經驗與關鍵技術值得學習與交流。畜試所加工組多年來於禽畜加工產品研發上已有相當成果，無論是乳、肉、蛋製品皆有獨特的產品開發，若能輔以該校在食品機能性開發的先進經驗與國際趨勢，對本所未來在畜產品開發的研究方向與分析表現均有莫大助益。藉由台美雙方研究機構的參訪、座談與研究經驗交流，了解美國有機禽畜產品及機能性產品開發的相關研究與趨勢，作為我國相關研究的借鏡與參考。

貳、過程

一、邀請國外專家來訪行程:

(一)邀請專家: 美國馬里蘭大學營養與食品科學系副教授 Y. Martin Lo。

(二)參訪行程:

時間			起訖地點	活動內容
月	日	星期		
3	18	日	美國華盛頓特區 (Washington DC) -桃園機場	自美國華盛頓起飛，於 20:45 抵達台灣桃園機場。
	19	一	本所 (畜產試驗所)	食品相關議題演講: 講題: 1. Food safety risk assessment in global food supplies. 2. Life cycle analysis on carbon footprint of food.
	20	二	屏東-台灣農畜股份有限公司	參觀台畜公司肉製品生產工廠，針對生產製程相關問題進行討論。
	21	三	台南-統一股份有限公司	前往台南永康統一股份有限公司食品安全中心進行參訪，及前往該公司新市廠區進行食品安全講座。
	22	四		
	23	五	台北-國立台灣大學	與台大食科系教授討論食品相關議題
	24	六	台中-東海大學	與東海大學教授討論食品相關議題
	25	日		
	26	一	台北-國立師範大學	進行專題演講與討論:Life cycle analysis on carbon footprint of food.
	27	二	台北-國立台灣大學	與台大動科系教授討論食品相關議題，並進行專題演講。
	28	三	新竹-國立清華大學	進行專題演講與討論: Knowing the boundaries of science: how much science do we need?
	29	四	桃園機場-返回美國華盛頓特區	於桃園機場搭乘聯合航空班機返回美國華盛頓特區

二、出國研習行程:

本次赴美國馬里蘭大學等地研習「機能性畜產品之開發」計畫行程如下表:

時間			起訖地點	活動內容
月	日	星期		

6	24	日	桃園機場- 拉斯維加斯(Las Vegas)	搭乘長榮航空 BR219 班機飛往日本成田機場轉機，隨後搭乘美國航空 AA170 班機飛往洛杉磯轉機，最後搭乘美國航空 AA1585 班機前往拉斯維加斯。
	25	一	拉斯維加斯(Las Vegas)	參加 2012 國際食品科技學術研討會暨食品展(Institute of Food Technologists Annual Meeting & Food Expo)
	26	二		
	27	三		
	28	四	華盛頓特區 (Washing DC) 美國馬里蘭大學 University of Maryland	前往馬里蘭大學營養與食品科學研究所食品生物加工工程實驗室(University of Maryland, Department of Nutrition & Food Science, Food Bioprocess Engineering Lab)，進行動物副產品濃縮萃取技術及機能性微生物篩選技術研習。
	29	五		
30	六			
7	1	日	華盛頓特區 (Washing DC) 美國食品藥物管理局 (U.S. Food and Drug Administration, FDA)	前往美國食品藥物管理局食品安全實驗室進行 Electron Spin Resonance (ESR)偵測脂肪氧化技術研習。
	2	一		
	3	二	華盛頓特區 (Washington, DC)-本所	自華盛頓特區杜勒斯機場(IAD)搭乘美國航空 AA2193 班機前往德州達拉斯機場轉機，隨後搭乘美國航空 AA61 班機前往日本成田機場轉機，最後搭乘日本航空 JL809 班機飛往桃園機場並返回本所
	4	三		
	5	四		
	6	五	華盛頓特區 (Washington, DC)-本所	自華盛頓特區杜勒斯機場(IAD)搭乘美國航空 AA2193 班機前往德州達拉斯機場轉機，隨後搭乘美國航空 AA61 班機前往日本成田機場轉機，最後搭乘日本航空 JL809 班機飛往桃園機場並返回本所
	7	六		

三、研習重點:

(一) 邀請國外專家來訪:

1. 進行食品相關議題巡迴演講

本計畫邀請美方專家 Y. Martin Lo 訪台，進行為期 12 天的參訪行程，在學術演講部分，分別於本所（新化總所）、國立台灣大學、國立清華大學及國立師範大學等學術單位進行 4 場專題演講活動；講題包括「全球糧食供給下食品安全的風險評估」及「生命週期評估應用於食品碳足跡分析」，以及科學研究相關主題「Knowing the boundaries of science: how much science do we need?」，超過三百人次參與聆聽，進行食品領域新知相互交流工作。

2. 參觀食品公司並進行資訊交流

除學術單位外，本次參訪行程同時包括統一股份有限公司及台灣農畜股份有限公司。由統一公司進行公司簡介、食品安全中心參訪及統一新市廠區員工專題演講 及交流討論，內容針對機能性食品開發過程的問題交流，及企業面臨食品安全的危機處理等相關議題。在台灣農畜股份有限公司部分，前往參觀該公司於屏東的肉品加工工廠，探討生產動線及產品改進。

(二) 赴美國馬里蘭大學等地研習:

1. 參加2012國際食品科技學術研討會暨食品展

國際食品科技學術研討會暨食品展 (International Food Technology Expo, IFT) 自1940年起至今，為舉辦超過70年的全球最大食品年會，本年度於美國時間6月25-28日，於內華達州拉斯維加斯城市盛大舉行。參展廠商與人員來自全球100多個國家，不僅分享新產品的資訊，同時透過不同展場主題進行學習激盪與成長。舉凡食品相關領域包括食品化學、食品工程、食品微生物、食品加工與包裝、食品安全與防禦，以及相關健康與營養資訊、食品相關政策與法律等資訊，均獨立成為專題會議，進行為期四天的討論。

2. 馬里蘭大學營養與食品科學研究所食品生物加工工程實驗室

生物加工工程實驗室在Dr. Y. Martin Lo副教授的帶領下，進行食品生物工程相關研究，Dr. Lo在微生物發酵工程與食品安全議題研究上，具有相當成功的研究成果，本次研習重點主要在於機能性微生物篩選技術及功能性微生物活性物質產製與萃取技術。針對機能性菌株應用於發酵乳製品的開發上，為增加功能性產品種類，本計畫在產品開發部分，預計針對菌株功能特性篩選技術及微生物活性位置及成分純化技術進行研習，在製程上透過該實驗室經驗，對於批次發酵菌數次方管控及乾燥保存技術進行研習與與參考。在研習過程中除技術研習之外，同時與該實驗室碩博士及研究同仁進行專題討論，同時介紹本所研究概況與重點並交換研究心得。

技術交流如下:免疫調節機能性菌株篩選平台

於馬里蘭大學參訪時，針對篩菌平台之初步模式進行學習交流，其此部分試驗觀察小鼠餵食不同濃度之乳酸菌對於次級淋巴組織之影響。位於腸道免疫細胞

經由淋巴循環或血液循環到達脾臟，進而對脾臟中大量的B細胞、T細胞與單核球（monocyte）進行活化，觀察脾臟系統性免疫反應之影響。建議實驗動物以不同菌數之乳酸菌連續餵食28日（可依試驗與實驗動物模式進行修正），犧牲實驗動物取得脾臟細胞之後，分離整體脾臟細胞觀察細胞激素分泌情形、活性分析與表面抗原分析；進一步探討其中之T細胞，以mitogen進行刺激，探討T細胞之細胞激素分泌情況。且因調節型T細胞（regulatory T cell, T reg）之表現攸關於生物體免疫平衡之重要角色，因此亦著重於 Treg 細胞的數量是否於餵食後之表現。此次主要觀察其犧牲動物與細胞分離之過程，經過討論詢問，亦瞭解其後續分析項目，已做為初步確認菌種之免疫調節功效。

後續分析項目：

(1) 脾臟細胞代謝活性分析

本實驗所採用之 MTT(3-(4,5-dimethylthiazol-2-yl)-2,5-diphenyl tetrazolium bromide) 法為活細胞染色法，活細胞粒腺體內酵素（succinate dehydrogenase）以MTT 試劑為受質作用，使淡黃色 MTT 試劑變為藍黑色之 formazan，若脾臟細胞受到樣品刺激而增殖，增殖程度愈大則活細胞數愈多，可測得較高之吸光值，以此法能測定脾臟細胞之增殖能力，亦為細胞代謝活性之指標。

(2) 脾臟細胞之細胞激素分泌之測定

以細胞激素 ELISA-kit 分析細胞培養液中各種細胞激素分泌情況，測定種類含 IL(interleukin)-1 β 、IL-2、IL-10、IL-12、IFN (interferon) - γ 與TNF(tumor necrosis factor)- α 。不同細胞激素其對於生物體中的免疫系統扮演不同角色，如IFN- γ 與IL-12 為前發炎反應重要參與因子，可活化吞噬細胞、NK細胞與白血球，令其進行毒殺與吞噬外來細菌或病毒，對於抗感染有卓越的貢獻；同時此兩細胞激素可抑制第一型過敏反應相關細胞激素，進而達到改善臨床症狀之目的。

(3) 脾臟細胞表面抗原分析

可利用流式細胞儀分析脾臟細胞表面抗原，分別計算出脾臟中T細胞、輔助型T細胞、毒殺型T細胞及B細胞之比例。

(4) Treg 細胞之分析

由餵食乳酸菌後實驗動物之脾臟細胞之中，以 MAC 系統分離Th細胞，再藉由其表面抗原，以流式細胞儀觀察其中 Treg 之表現數量是否於餵食乳酸菌之後有所提升。

3. 美國食品藥物管理局食品安全實驗室

Dr. Lo 長期與美國食品藥物管理局進行合作，故本次參訪行程有機會前往該局附屬之食品安全大樓，參觀食品安全實驗室。該中心屬全球知名食品藥物管理單位，結合各食品研究領域菁英於此。由於美國食品來源通路廣泛，結合全球不同國家生產之食品，對於食品安全的管控尤其重要，加上近年來多起食品安全事件爆發，使該中心在安全管控上肩負重要責任。本次參訪重點為利用電子自旋共振法（Electron Spin Resonance, ESR）偵測脂肪氧化技術，因畜產品開發上脂肪氧化問題造成產品品質損害，該中心利用ESR方法測定溶氧濃度，基於雙分子氧氣（O₂）和自旋標記（穩定狀態自由基）之間的碰撞，依據O₂的順磁性（paramagnetic），自旋標記與O₂的碰撞會產生轉換，因此若樣品具有不成對電子存在的粒子，便可表現磁共振的現象。利用此方法可偵測畜產品中氧化物質，包括氫過氧化物（hydroperoxides），羰基化合物（carbonyls），碳氫化合物（hydrocarbons）及環氧化物（epoxides）等影響感官的因子。

參、心得與建議

近年來食品與健康一直是社會大眾關注的議題，全球健康訴求食品市場產值約1,500億美元，機能性食品佔了約4成的市場，隨著各食品大廠、生技公司甚至藥廠相繼投入研發，進而衍生出各式各樣的機能性食品，食品之保健因子與保健成分為核心的研發過程中，範圍包含醫學、營養、保健、化學、生物化學、分子生物學、食品加工、食品化學與食品包裝等領域。機能性乳品亦是其中的一大族群，其核心功效來源即是益生菌菌種，隨著科學研究的進展，特定的菌種可發揮訴求的功能性已是廣為接受的知識。在臺灣，以食品工業研究所生物資源保存中心菌種的銷售情況，即每年可銷售500餘批的菌種之現象，顯示國內益生菌研究屬蓬勃發展，隨著本次研習的重點著眼於此，其研習心得與對國內機能性乳品現況的分析如下：

一、機能性乳品之宣稱紛亂

無論於IFT研討會及馬里蘭大學參訪的行程中觀察，在功能驗證方面，機能性乳品的訴求已有許多平台與文獻進行發表，包含免疫調節、胃腸功能改善、調節血脂、護肝、調節血糖、減輕腫瘤等功能訴求中，機能性乳品均需完整的科學試驗證實其功效。目前台灣健康食品認證的規範中，機能性乳品主要藉由保健食品小綠人標章作為產品機能性進行認證，標章取得過程多數以動物實驗（大鼠與小鼠）證據以宣稱功效，然而產品上市階段缺乏進一步製造流程監控，及缺乏對該產品機能性之定期驗證，其過程可能導致產品失效或缺乏科學數據而淪於宣稱；部分無申請健康食品認證的產品，可能未經嚴謹的科學試驗，或僅以少量細胞實驗間接證明功效，反以渲染手法進行行銷，可能使消費市場產生劣幣驅逐良幣的現象，增加消費者挑選產品之難度，甚至對機能性產品失去信心。

二、機能性乳品之菌種鑑定問題

如前所述，機能性乳品或益生菌產品中，特定菌種之篩選為最重要研發關鍵技術。世界衛生組織 (World Health Organization, WHO) 在 2002 年對於益生菌的定義所言，功效來源於特定菌株 (strain) 而非菌種 (species)，只有經過實驗室的試驗篩選，方可確認其特定訴求與功效；而此次研習過程中，亦發現國外對於

菌株功能特性篩選技術之重視與發展。但台灣機能性乳品市場中，存在著部分產品菌種標示不明的潛在問題，主要原因為法規管理不明與科學技術之障礙。由於菌種鑑定目前仍以定序方式為公認指標，然而產品屬於多樣混合物狀態，需利用 DNA 萃取方式確認其鑑別穩定性，此情況下更難以規範監控業者所添加菌種是否屬實，菌種是否變異或正確添加狀態下，亦直接影響其宣稱之機能性。

三、機能性乳品之菌種活性

目前機能性乳品仍以腸胃道保健為主，此訴求往往搭配活菌菌數為重要指標，其理論主要建立在活菌可定殖腸道進而改善平衡腸道微生物菌相，然而活菌數的監控如同上述菌種標示問題，亦有窒礙難行之處。業者於產品宣稱的活菌數可能僅侷限於產品添加之初，而後續包裝、運送與架儲過程中，可能影響菌種活性的因素則缺乏相關控管制度。以菌種包埋技術為例，台灣機能性乳品現況中，業者發展多項菌種包覆技術，如藉由冷凍乾燥過程，可完整保持菌種活性，另有於後端製程中，利用微膠囊進行包覆，提高菌種的存活率，以保留高菌數進入人體。然而部分包埋技術的開發缺乏實證性與穩定性，同時相關法規與檢驗方式缺乏應對規範；再者包覆技術材料的管控，若以機密或專利為由不進行完整公開，亦可能衍生產品的安全性問題。

四、安全性評估

此次 IFT 的議題中，特別關注感染性微生物 *E coli. O157* 之危害與防治，儘管機能性乳品或益生菌產品受感染性微生物的污染機率低，但亦由此窺探並省思機能性產品之安全性評估的完整性。台灣的健康食品法規中，安全性評估可分為四個類別，主要係針對過去長期食用之安全性考量，因此考量的因素包括：食用目的、食用方式、製造加工方法、製造流程、最終產品形式、攝食量及其他足以影響長期食用安全性之因素等。機能性乳品因主要功能性成分為益生菌，在長年的應用與研究下，通常具有公認安全 (Generally Recognized As Safe, GRAS) 的特性。益生菌在台灣法規的分類中，屬於健康食品第一類 (產品之原料為傳統食用，且以通常加工食品形式供食者，得免提供毒性測試資料) 或第二類 (產品之原料為傳統食用，而非以通常加工食品形式供食者，應檢具基因毒性試驗及 28 天餵食毒性試驗等二項資料)，雖特性符合但易忽略後端加工製程。以 100 年國內

益生菌產品受到塑化劑事件嚴重打擊為例，加工製程中賦形劑添加過程疏於品質把關，導致國人健康危害之風險產生。除上述原料與菌種監控疏失案例之外，由前端原料到後續的加工製程訂定出一套完整的規範，才能讓保健產品發揮其優良立意與功效，增進國人健康。

肆、附件 (照片)



圖 1. Dr. Y. Martin Lo 前往台灣農畜公司聽取簡報



圖 2. Dr. Y. Martin Lo 率本所加工組同仁與台灣農畜公司員工進行意見交流



圖 3. Dr. Y. Martin Lo 於統一公司聽取公司簡介



圖 4. Dr. Y. Martin Lo 率本所加工組同仁與統一公司進行意見交流



圖 5. Dr. Y. Martin Lo 與本組同仁及統一企業代表於統一新市廠合影



圖 6. Dr. Y. Martin Lo 於統一公司進行專題演講



圖 7. 參加 2012 美國國際食品科技學術研討會暨食品展



圖 8. 美國 IFT 食品展展區



圖 9. 美國 IFT 展場中新型機能性產品發表



圖 10. 馬里蘭大學營養與食品科學研究所外觀



圖 11. 與營養科學教授 Dr. Robert T Jackson 合影



圖 12. 機能性物質萃取分離過程



圖 13.樣品物性流變分析



圖 14.樣品水活性分析測定



圖 15. 食品表面張力測量儀

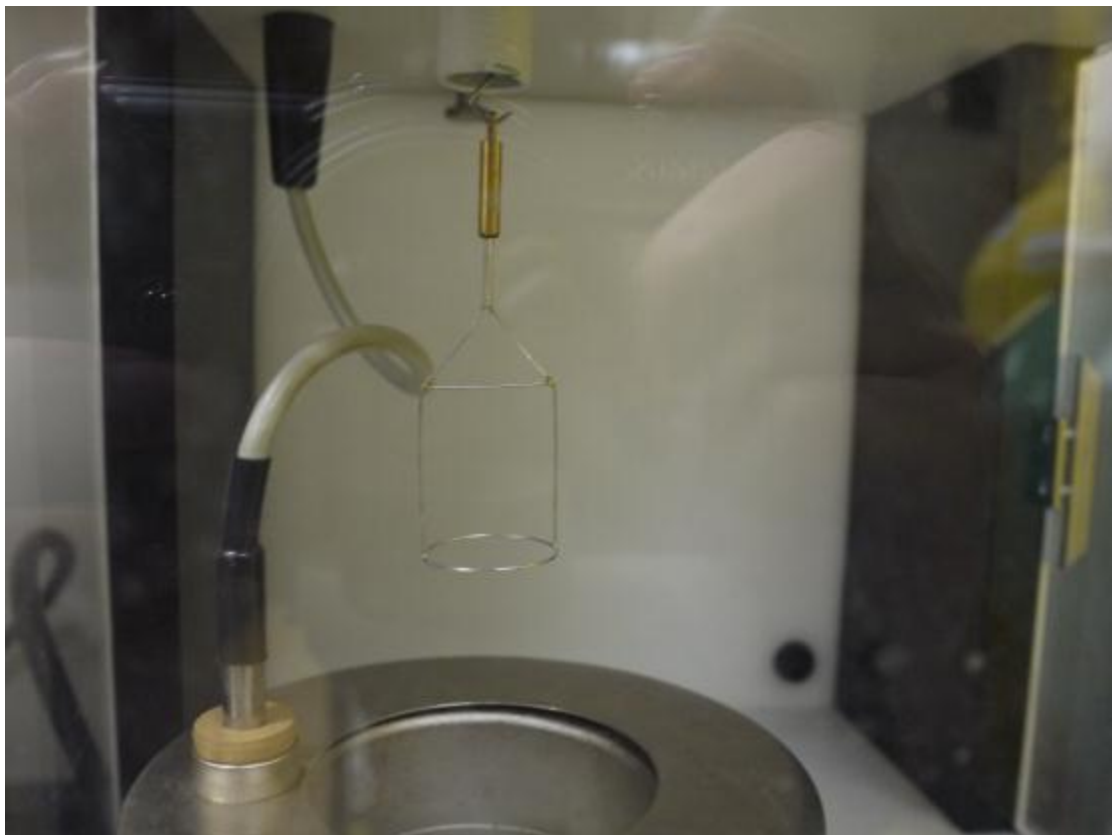


圖 16. 表面張力測量儀感應分析

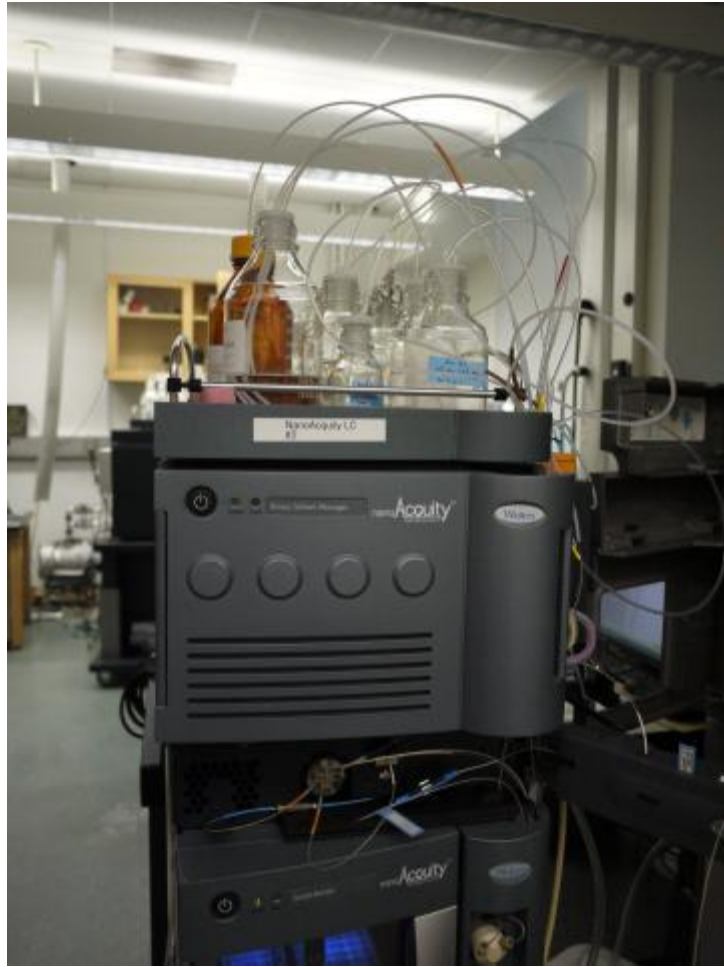


圖 17. FDA 實驗室奈米尺度 (2 微米以下) 顆粒極致高效能液相層析分析



圖 18. 奈米極致高效能液相層析連接二維離子阱質譜儀



圖 19. 電子自旋共振儀 (電子順磁共振儀)



圖 20. 脂肪氧化物質樣品處理



圖 21. 脂肪氧化物質樣品分析收集



圖 22. FDA 食品病原菌研究實驗室參觀



圖 23. Ibis T5000 生物感應器可迅速識別新型微生物

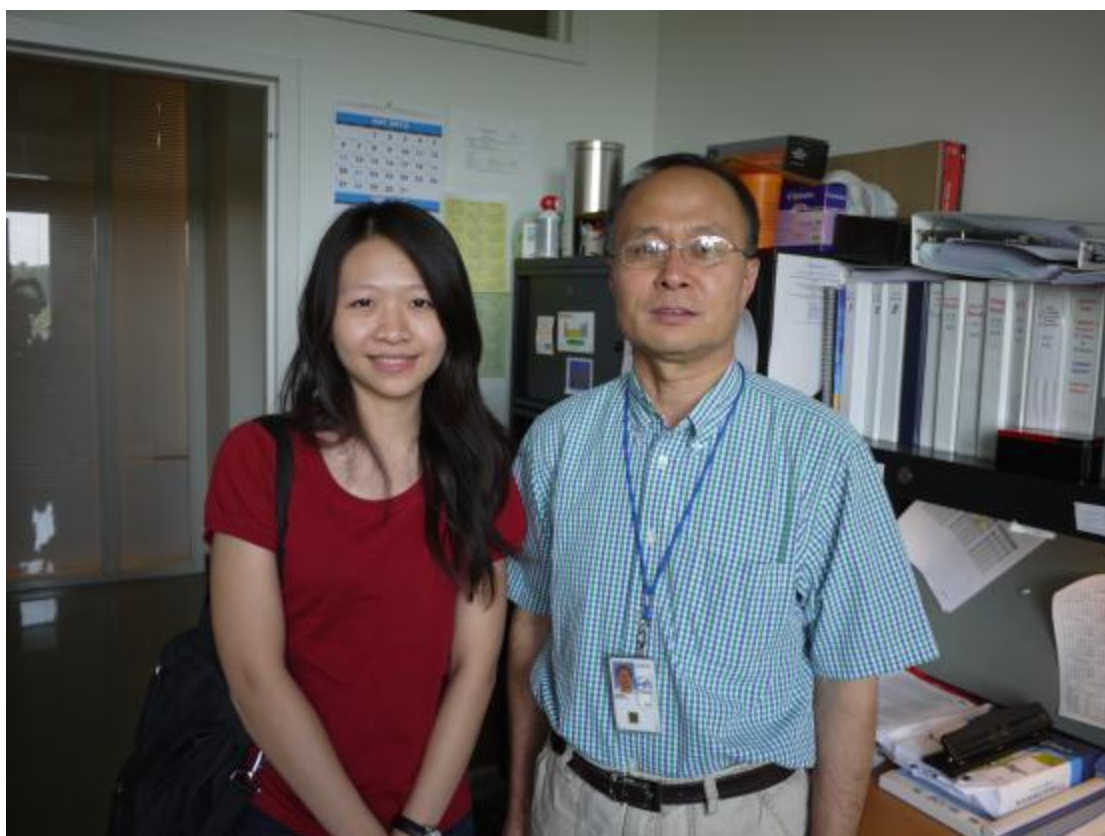


圖 24. 與 Bioanalytical Chemistry 專家 Dr. Perry G. Wang 合影



圖 25. 與食品奈米技術專家 Dr. Jun-Jie Yin 及 Dr. Y. Martin Lo 於 FDA 合影