



國際農業研討會與展覽

擇列以下即將於 2003 年 11~12 月及 2004 年 1 月間舉辦的國際農業相關研討會，供讀者參考。如欲參加這些活動，其大綱或報名表可電洽活動聯絡人或經由會議所附網站，如未註明聯絡資料之會議請透過 <http://www.agric.org/mtg/2003.html> 查詢。

No	Date	分類	國家	會議內容
1	03/11/5-6	園藝	荷蘭	Greenhouse Technologies, Horticulture and Floriculture International Congress , November 5-6, Amsterdam, The Netherlands
2	03/10-12	植物保護	英國	British Crop Protection Council International Congress – Crop Science & Technology , November 10-12, Glasgow, Scotland, United Kingdom
3	03/11/10	水利	台灣	2003 年國際灌溉排水協會亞洲區域研討會，台北，林思樺(02)22286381 轉 66
4	03/11/10-14	遙測	美國	30th International Symposium on Remote Sensing of Environment , November 10-14, Honolulu, Hawaii, USA
5	03/11/13-14	食品	丹麥	1st European Conference on the Co-existence of Genetically Modified Crops with Conventional and Organic Crops , November 13-14, Helsingør, Denmark
6	03/11/15-17	農業化學	法國	Joint Symposium of Lipids and Cereal Science in Europe , November 15-17, Vichy, France
7	03/11/15-18	食品	斯洛維尼亞共和國	European Dairy Congress 03 , November 15-18, Portoroz, Slovenia
8	03/11/18-20	食品	德國	Food Ingredients Europe, Food Safety and Hygiene , November 18-20, Frankfurt, Germany
9	03/11/18-20	植物保護	以色列	3rd International Workshop on Entomopathogenic Nematodes and their Bacterial Symbionts , November 18-20, Eilat, Israel

10	03/11/19-22	保育	美國	<u>Society for Ecological Restoration International 2003. Assembling the Pieces: Restoration, Design and Landscape Ecology</u> , <i>November 19-22</i> , <u>Austin</u> , Texas, USA
11	03/11/20-23	漁業	美國	<u>2003 Desert Fishes Council Meeting</u> , <i>November 20-23</i> , <u>Death Valley National Park</u> , California, USA
12	03/11/30-03/12/3	園藝	林業	<u>Canadian Weed Science Society Annual Meeting</u> , <i>November 30 - December 3</i> , <u>Halifax</u> , Nova Scotia, Canada
13	03/12/1-5	漁業	紐西蘭	<u>Deep Sea 2003 Conference</u> , <i>December 1-5</i> , <u>Queenstown</u> , New Zealand
14	03/12/1-5	保育	紐西蘭	<u>3rd International Wildlife Management Congress</u> , <i>December 1-5</i> , <u>Christchurch</u> , New Zealand
15	03/12/2-5	林業	印度	<u>4th International Teak Conference: Quality Timber Products of Teak from Sustainable Forest Management</u> , <i>December 2-5</i> , <u>Peechi</u> , Kerala, India
16	03/12/3-5	植物保護	法國	<u>7th International Conference on Plant Diseases. Tomorrow: a New Perspective for Plant Protection</u> , <i>December 3-5</i> , <u>Tours</u> , France
17	03/12/7-11	農業	土耳其	<u>Dahlia Greidinger Symposium 2003: Nutrient, Substrate, and Water Managment in Protected Cropping Systmes</u> , <i>December 7-11</i> , <u>Izmir</u> , Turkey
18	03/12/12	保育	台灣	小花蔓澤蘭研討會，台中，侯福分(04)23302101 轉 602
19	03/12/7-12	食品	摩洛哥	<u>International Symposium on the Safety and Sanitation of Fresh and Processed Fruit and Vegetables</u> , <i>December 7-12</i> , <u>Agadir</u> , Morocco
20	03/12/8-12	植物保護	突尼西亞	<u>Septoria/Stagonospora Diseases of Cereals</u> , <i>December 8-12</i> , <u>Tunis</u> , Tunisia
21	03/12/9-12	水資源管理	美國	National Ground Water Association (NGWA) 2003 Annual Meeting, <i>December 9-12</i> , USA http://www.ngwa.org/e/expo/0312096010.shtml

22	03/11/13-14	農業	丹麥	2003, 1st European Conference on the Co-existence of Genetically Modified Crops with Conventional and Organic Crops. <i>November 13 – 14</i> , Helsingør, Denmark http://www.agrsci.dk/gmcc-03/
23	03/12/13-15	植物 保護	美國	<u>National Fusarium Head Blight Forum</u> , <i>December 13-15</i> , <u>Bloomington</u> , Minnesota, USA
24	03/12/15-18	植物 保護	英國	<u>British Society for Plant Pathology Presidential Meeting</u> , <i>December 15-18</i> , <u>Nottingham</u> , England, United Kingdom
25	04/01/5-6	植物 保護	英國	<u>International Advances in Pesticide Application</u> , <i>January 5-6</i> , <u>Egham</u> , England, United Kingdom
26	04/01/10-14	生物 技術	美國	<u>Plant and Animal Genome XII</u> , <i>January 10-14</i> , <u>San Diego</u> , California, USA
27	04/01/14-16	園藝 展覽	美國	<u>Mid-America Horticultural Trade Show</u> , <i>January 14-16</i> , <u>Chicago</u> , Illinois, USA
28	04/01/21	水土 保持	英國	<u>Controlling the Loss of Soil to Water</u> , <i>January 21</i> , <u>London</u> , England, United Kingdom
29	04/01/26-27	畜牧	美國	<u>International Poultry Scientific Forum</u> , <i>January 26-27</i> , <u>Atlanta</u> , Georgia, USA
30	04/01/26-30	漁業	美國	<u>2004 Ocean Sciences Meeting</u> , <i>January 26-30</i> , <u>Portland</u> , Oregon, USA
31	04/01/26-31	保育	印度	<u>Biodiversity and Natural Products</u> , <i>January 26-31</i> , <u>Delhi</u> , India
32	04/01/27-29	農化	澳洲	<u>International Workshop on Anthocyanins</u> , <i>January 27-29</i> , <u>Sydney</u> , New South Wales, Australia
33	04/01/28-30	畜牧	美國	<u>International Poultry Exposition</u> , <i>January 28-30</i> , <u>Atlanta</u> , Georgia, USA
34	04/01/29-30	保育	美國	<u>4th National Conference on Science, Policy, and the Environment: Water for a Sustainable and Secure Future</u> , <i>January 29-30</i> , <u>Washington</u> , D. C., USA



農業科技網站導覽

農業所包含的領域相當廣泛，舉凡農藝、園藝、林業、漁業及牧業...等，都含括在內，本次網站導覽特將網路上農、林業相關網站擇要介紹。

一. 澳洲農業資訊網(Agriculture.gov.au)



<http://www.agriculture.gov.au/index.cfm>

澳洲農業資訊網由澳洲政府所成立，其目的為集結所有與農業有關的資料及將政府機構所做的服務電子化以供民眾線上查詢，此入口網站主要網羅的項目包含：1. 資源管理：這是為了使農業科技綿延不絕的經營，而作自然資源的管理，包含農業污染、生物多樣性、氣候變化、環境、森林、土地、海洋生態、天災、自然資源、蟲害、鹽分、土壤、植物、水及雜草等。2. 農產品及其產業：涵蓋所有農業工業及農製品的資訊，包含農業工業、農業資訊、農業及獸醫用化學物、動物與動物製品、生物科技、農耕、農藝及草料作物、漁業與水產養殖業、食物與飲料、森林與森林製品、園藝作物、農業有機化、植物與植物製品及傳輸等。3. 農業綜合產業：為農業工業特有的商業資訊，包含農業的商業資訊、農業經濟學、徵人啟事、農業的相關活動訊息、財政、資訊服務、智慧財產權、法律、貿易、職業的健康和安全、專業的服務、隔離和檢驗、賦稅等。目前這個網站所收納的內容及資訊皆來自於：澳洲政府機關網站，包含澳洲法定代理的農業、漁業及林業部門，以及澳洲農業、漁業及林業研究發展的相關機構。(郭春芳提供)

二. Forestry Tasmania



<http://www.forestrytas.com.au/forestrytas/index.html>

塔斯梅尼亞島森林網站提供之資訊包括該地區 1. 最新林業議題 2. 森林經營管理永續發展：經由學者、顧客、員工及週邊居民共同參與森林永續經營管理計畫，參酌環境、社會、經濟之現況，執行森林永續發展計畫，並不斷檢討改進作業方式，以能符合法令及社區之期望 3. 林產物資訊：塔斯梅尼亞島生產大量森林產物包括針葉樹及闊葉樹等林

產物，銷售供給當地工業之需求，加工製成林產成品外銷至國外市場，生產產品的種類依該地區森林之產物種類而定，其中包括該地區開發之林產物新產品 4.諮詢服務：由林業專家提供全方位之森林經營管理策略，其中包括：森林分區管理、製圖，地理資訊應用、森林調查、森林經營管理方案，森林景觀規劃，林業試驗，森林火災管理，社會服務，林業圖書館等 5.森林研究試驗：該島每年投入三百萬美金，進行林業試驗，研究內容以森林生態調查，落實森林永續性經營管理、改良在地森林及造林工作，辦理相關林業專家研討會及提供意見交流 6.森林旅遊：塔斯梅尼亞島森林覆蓋超過 40%，有大比例之森林區劃定為世界種子園區、保護區、國家公園及其他保護區，已有相當大面積之森林已被劃定為州森林，由該地森林管理當局所經營管理 7.合作資訊：合作之主題內容包括：促進經濟收益，依據永續性經營及環境法規標準，開發具有世界競爭力之針闊葉樹森林資源，依據消費者需求，擴增國內外消費市場，分享社區對森林經營管理 8.出版品：年報、生物多樣性保育主題之回顧、森林永續經營管理報導 9.相關站連結：連結資訊包括：原木產銷資訊、設計、建築等，該網站提供林業永續經營管理資訊，對於林業經營者及試驗者有參考價值。(林務局陳麗玉提供)

三. 森林研究 (Forest Research)



http://www.forestry.gov.uk/forest_research

「森林研究」是英國林業委員會的代理機構，也是當地從事林業與樹木研究的主要組織，目的為提供林業之研究、發展及生態調查，並給予權威性的建議以支持林業發展以及落實政府之林業政策。此機構成立於 1997 年 4 月 1 日，由林業委員會的研究部門、技術發展部門以及部分的調查分部所組成。森林研究含有兩個主要的研究單位，一個位於漢普郡的愛麗斯荷特建築 (Alice Holt Lodge)，另一個座落於南愛丁堡的北方研究中心 (Northern Research Station)，研究的方向涵蓋了樹木的品種改良、種子與林木資料的建立、林分經營以及威脅樹木健康的因素等。森林研究主要著重探討的內容為：1. 進一步探索氣候及環境化學對林木健康之影響。2.發展使用對環境無害且較為人道的控制蟲害及治療林木疾病之方法。3.加強瞭解林木經營對環境之影響。4.發展為延續林業經營之改良方法，包含生物多樣性的維護。5.發展既經濟又實惠的林業經營方法。6.藉由降低成本、木材品質的改良、木材總產量的增加以及累積林業資源的資訊而提高林業的商業收益。(郭春芳提供)

四.森林守護網站



<http://fguardians.org/index.htm>

本網站成立於西元 1989 年，網站主要工作目標，是期望經由公共政策之擬定與施行，促進保護及復育東南美本土野生動物及集水區生態之生物多樣性，教育民眾及招募民眾支持保護森林、河流、森林及草生地等乾旱不毛之地。針對劣化生態系及集水區擬定經營計畫，並提倡生物保護理念，加強實施環境保護法令；鼓勵社區參與、支持協力保護他們的林地，進而實施及提升自然資源之保育，以保護整體森林資源之永續利用。森林守護站工作範圍，系導引保護復育東南美、落磯山南方、南大平原之森林、河流、草生地、野生動物保育地及野生地等地區之生物多樣性，以改善貧脊生態系林地及野生地之生物多樣性，並針對瀕臨絕種動物、植物進行復育，保護森林及野生動植物已成為自然資源永續性利用之當務之急。該網站提供資訊包括重要執行計畫：復育瀕臨絕種之野生動物、森林、水生植物等保護計畫、東南美森林之防護計畫、荒野及草生地之防護計畫、放牧改革計畫、河川保育計畫、水資源保護計畫等；另提供最新相關網站、最新發行之新聞雜誌、最新新知、員工資訊、志工、工作機會等相關資訊，該資訊值得關心生態保育之人士與森林經營者參考。（林務局陳麗玉提供）



基因改造食品在歐洲的現況

根據歐盟執委會的研究調查顯示，歐盟國家中有關基因改造食品(GMO)的田間試驗從 1998 年至 2002 年減少了 87%，其中獲得經費的基因改造食品研究件數，由 1998 年的 254 件到 2001 年只剩下 61 件，到了 2002 年更減少到 31 件；在美國則每年有 900 到 1,100 件。在歐洲除了政府單位，歐洲有三分之二的大型農業科學公司 1998 年至 2002 年也取消了至少一半以上有關基因改造食品的研究，造成這樣狀況的原因有三：第一、一些私人公司及研究機構對於研究的合法性並不了解；第二、在歐洲大眾對於基因改造食品的普遍接受度低；第三、對銷售市場的不了解。基因改造食品主要分為兩種，一種為 Output traits：指的是利用生物科技的方式去改良食物或是飼料的品質，增加其可用性。另一種為 Input traits：指的是改造作物基因使其易於管理，例如增加作物的抗蟲性或是抗旱性等等。目前，在歐洲因改造食品田間試驗中有 77%是屬於 Input traits，而只有一項屬於 Output trait；然而在實驗室研究階段的 Output 與 Input traits 的數量是相當的，因此預期在未來五年內，會有更多的像是增加大豆的澱粉含量、增加油菜籽的脂肪酸含量、開花植物花色的改良或是番茄的成熟性狀的改變等等的田間試驗出現。在歐洲，約有 11%的實驗室研究是朝向與健康相關的 Output traits(即所謂的分子農場)，但 Output traits 的田間試驗卻不到 1%，造成的原因是食品工廠廠商對於這一類的生物科技信心不足，反觀美國狀況卻與歐洲完全不同。大部分的歐洲人對於基因改造食品的疑慮是----也許我們增加了作物的小小價值但卻對整個的社會或是自然界造成嚴重傷害。目前，在歐洲生產基因改造食品的廠商必須面對大眾的敵視，所以廠商漸漸的移往海外。

國立成功大學生物科技研究所 顧曉哲摘譯自

Nature biotechnology, 2003, 21: 468-469



啟動稻米開花的基因

植物開花的過程一直是分子遺傳學專家們密切注意的焦點，因為只要能控制植物開花就能為農業帶來無比的利益。在 90 年代末期遺傳學家們發現了植物體內控制植物開花的主要基因。有些農作物需要相當長的日照時間，比如在春末夏初的季節，才能開花結實，有些則正好相反，而稻米就是在日長漸短的秋季開花。日本的研究學者報導他們找到了稻米中三個控制日照的基因，而不受秋季啟動稻米的開花基因限制。將來可以利用其基因的特性使稻米的開花季節延後，以便增加稻米的收成量，甚至開發出「一年四季皆可收成的稻米」。

朱麗蓉參考自 Sunday Herald Sun (Australia) , Sunday, April 27, 2003



丹麥研發自動除草機

丹麥研發出可減少 70% 化學除草劑的用量的除草機。此除草機具有 4 個輪子，使用蓄電池，並備有小型攝影機以掃描土壤，並且搭配電腦軟體讓除草機可辨識雜草的基本組成及形狀（例如：大小、葉子對稱方式等 15 種特徵）。除草機在巡邏整片農地時，會記錄下雜草所在位置，然後僅在每株雜草上注射足以殺死雜草的低劑量農藥。科學家希望藉著此項新技術可以放棄傳統全面噴灑農藥的方法，使用機械選擇性的噴灑農藥，將可以減少 70% 的農藥用量，而且一旦這種機械在某特定區域使用時，還可以搭配 GPS 來準確定位害蟲的位置。目前此項機械已在丹麥及美國的農田進行測試。

林隨摘譯自

http://www.denmark.dk/servlet/page?_pageid=80&_dad=portal30&_schema=PORTAL30&_fsiteid=175&_fid=95414&page_id=1&_feditor=0&folder.p_show_id=95414



利用真空技術控制木材害蟲

專家認為亞洲長角天牛(光肩星天牛, *Anoplophora glabripennis*)是經由寄生於船運包裝的木質材料而傳入美國，因此現行的植物檢疫法中，對用於包裝貨物之進出口木墊板及貨櫃，大都要求進行加熱處理或煙燻，以防治存在於木質包裝材料之害蟲。目前，維吉尼亞州木材技術研發中心正在進行一項真空乾燥計畫，利用真空控制系統可免除使用加熱系統、節約電力、且不會釋出破壞臭氧的化學物質，以作為目前木質材料除蟲的替代方法。該研究中心利用低壓處理將剛砍下的新鮮紅橡木放置於真空的低氧環境中，針對一種長角天牛(*Hylotrupes bajulus*)的幼蟲進行除蟲試驗評估。實驗結果顯示，長角天牛的幼蟲在持續數小時至數天的真空條件下可以達到適當的除蟲控制。由於長角天牛的生存環境與亞洲長角天牛非常相似，因此利用真空技術應該也能有效的防治亞洲長角天牛。

林務局陳麗玉參考自

http://www.eurekalert.org/pub_releases/2003-07/vt-vtd072203.php



紅酒萃取物延長水果保存期限

適量飲用紅酒可以防止心臟病及某些癌症的發生，因紅酒中含有反-白藜蘆醇（*trans-resveratrol*），由於反-白藜蘆醇可殺死水果上的真菌以及一些會導致蔬果、穀類致病的酵母菌及黴菌，所以可以避免蔬果組織受感染，而導致腐敗。西班牙的研究者將蘋果浸泡含反-白藜蘆醇溶液，可將保存期限由 2 週延長至 3 個月，而此技術應用在葡萄上則只能將保存期限由 2 週延長至 4 週。研究者希望可藉反-白藜蘆醇塗布在水果上以防止 *Botrytis cinerea* 黴菌導致葡萄及蘋果腐敗。蘋果經微量的反-白藜蘆醇處理即可防止 *B. cinerea* 危害，使將近 90% 的蘋果在儲存 60 天仍看起來十分新鮮，在 75 天後仍有大部分的蘋果看起來很新鮮，未經處理的則只能儲存 14 天。本研究正陸續研究此成分應用在酪梨、甜椒及番茄的可行性，未來希望可找出便宜的方法生產反-白藜蘆醇，並且在一年半內建立商業化保鮮系統。

朱采雲摘譯自

<http://www.newscientist.com/news/news.jsp?id=ns99993221>

鋪設路面的新素材-海扇貝殼粉

日本北海道產的海扇貝(*Patinopecten yessoensis*)量佔該國總產量的八成，其每年加工生產的扇貝殼廢棄物就高達 20 萬公噸，且會造成很大的廢棄物處理問題。為此，北海道立工業試驗所及北海道士木開發研究所合作，並已開發出利用海扇貝加工製成鋪設路面的素材。鋪設路面素材的瀝青，常需添加石灰粉末作為固定用。而海扇貝外殼的成分與石灰相同，可以成為其代用品。海扇貝殼粉末含有碳酸鈣，形狀呈 0.1 至 0.001mm 之桿狀。至於在費用方面，生產 1 公噸石灰粉末的價格為 6 至 7 千日圓，而生產 1 公噸海扇貝殼粉末則需 1 萬日圓，不過若能量產，其價格可望降低。

國立屏東科技大學水產養殖系葉信平摘譯自

<http://www.fis-net.co.jp/hotnews/actualnew.htm>



扇貝加工取出干貝圖示

(圖片來源：<http://www.fis-net.co.jp/hotnews/actualnew.htm>)



治療與預防牛乳房炎的新方法

高產乳牛如果飼養管理不當易發生乳房炎，乳房炎除了讓酪農減少收入外，亦對牛隻健康造成嚴重威脅，乳房炎是因為細菌侵入牛隻乳腺造成感染，除了會改變牛乳營養成分外，亦會分泌內毒素損害乳腺組織。甚至，如果這些毒素散佈全身，則可能造成器官衰竭和死亡。乳房炎在美國每年即造成 20 億美元的損失，對台灣的影響可能更大，因此應該注重乳房炎的防治。美國農部的科學家 Max Paape 及其同事開發一種新的治療與預防方法，該研究團隊發現於受感染乳牛的牛乳中存在的 CD14-基因製造重組蛋白質，可用以治療並預防大腸桿菌群引起的乳房炎。當注射 CD14 至乳腺中，CD14 可結合細菌的內毒素並傳導訊息給乳腺細胞，致使乳腺細胞分泌某化合物來吸引白血球，清除這些感染的病原菌。實驗證明 CD14 的注射可以 100% 治癒大腸桿菌感染引起的乳房炎。研究亦顯示 CD14 除了會召集殺細菌的免疫細胞外，亦可致使乳牛的乳腺細胞對內毒素更敏感，所以可以盡早撲滅剛滋生的病菌，達到預防乳房炎的效果。未來此基因可被轉殖至乳牛乳腺，所以只會於乳腺細胞中分泌，達防治乳房炎的效果，不過此法對於人體健康的影響則待進一步評估。另外，有 30 至 40% 的乳房炎是由金黃色葡萄球菌所引起，這種感染則必須藉由其他免疫的方法來防治。

國立台灣大學畜產學系丁詩同參考自：

2003/7/8 <http://www.fass.org/fasstrack/>



麵包酵母可去除魚油臭味

魚油富含人體必需的 DHA 及 EPA，其具有降血壓、消炎、抗癌及促進生長發育的作用。然而 EPA、DHA 等脂肪酸容易氧化產生惡臭，在提煉精製過程中必需以水蒸氣吹風方式加以除臭。在魚油加工的過程中，若能添加砂糖或葡萄糖及麵包酵母並靜置 1~2 日，由於酵母菌的作用，不但能夠有效分離魚油中的惡臭物（此惡臭物係由乙醇變化而來），更可以改善魚油的加工流程而大幅降低脫臭的費用。

國立屏東科技大學水產養殖系葉信平摘譯自：

1. <http://www.fis-net.co.jp/Newtec/index-tech.html>
2. http://www.health.nsysu.edu.tw/fdaglobe/fproduct_004.htm



日本首度完成海豚之人工授精

日本於 2002 年 7 月 1 日晚上，在千葉縣鴨川市的水族館「鴨川海洋世界」首度完成海豚之人工授精。利用人工授精讓鯨類生產在全世界僅有 4 例，該水族館表示：「此項技術若能確立，將對稀有種的保存有所貢獻」。該水族館於 2 年前開始引進「反射波診斷裝置」，將超音波儀裝入海豚體內，並利用反射波來判斷排卵時間。香港的水族館在 2001 年 5 月也曾利用相同的裝置，成功地完成全球首度瓶鼻海豚的人工授精與生產。

此次實施人工授精的是雌性的瓶鼻海豚「斯利姆」(估算年齡 36 歲) 和「諾瑪」(估算年齡 18 歲)。除了採取雄的「雷格魯斯」(17 歲) 的精液外，也使用了 1992 年採到而在 1996 年 (估算為 22 歲) 去世的「烏魯夫」的冷凍精液。該水族館約 30 位的研究人員，從 6 月 29 日起即輪流每隔幾小時進行觀察海豚的排卵狀況，並以充滿卵子的卵胞大小達 2 公分以上作為海豚排卵時間的判斷基準。7 月 1 日下午 6 時，在確認此 2 尾海豚的卵胞已達 2.1 公分後，於該晚 11 時左右，研究人員便成功的使用內視鏡將精子注入海豚體內而首度完成日本海豚的人工授精。

郭慶老摘譯自 日本讀賣新聞 2002 年 7 月 2 日



利用菸草生產人類抗狂犬病抗體

英、美研究學者指出遺傳工程菸草能用來生產抗狂犬病病毒的人類免疫球蛋白。狂犬病病毒可透過已被病毒感染的動物咬傷後而傳給人類，其潛伏期可長達數週甚至數年。每年有超過一億人注射免疫球蛋白來預防狂犬病，目前要預防狂犬病僅能靠取自於患有狂犬病的馬或人體內之特殊抗體。但是，馬的抗狂犬病抗體會對人體產生不良反應；再加上從狂犬病患者體內分離抗狂犬病抗體的費用又相當昂貴，以至於全球的抗狂犬病抗體嚴重不足。Hilary Koprowski 與其研究團隊在費城的傑弗遜大學，將抗狂犬病的人類抗體 DNA 序列成功的植入菸草。Koprowski 指出，將轉基因菸草所生產的抗狂犬病抗體進行動物實驗，結果發現，菸草所製造出來的抗狂犬病抗體與狂犬病病毒的結合力和其它來源之抗狂犬病抗體效果相同；此外，菸草所生產之抗體在大鼠體內，抗狂犬病能力和哺乳類或人類抗體同樣有效，而且不會產生不良反應或過敏現象。作者同時指出，利用植物生產抗體不僅安全、便宜，也是最有效率且方便的預防狂犬病方法。

國立台灣大學創新育成中心廖珮如摘譯自

<http://www.newscientist.com/news/news.jsp?id=ns99993790>

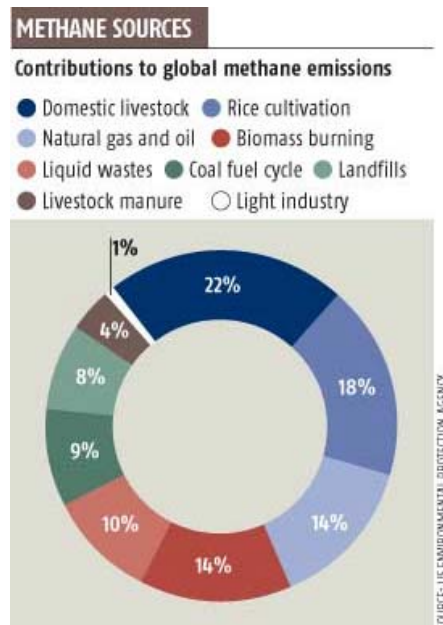
添加魚油於動物飼料可減少甲烷產生

美國環保署指出造成溫室效應的甲烷，有 22% 是由動物產生的，而且是畜牧場惡臭的來源之一。為了有效降低畜牧動物的甲烷產量，研究人員曾嘗試使用高油脂的飼料，但除了造成動物肥胖之外，並無法有效降低甲烷的產生。根據比利時的最新研究指出，在動物飼料裡添加魚油，可減少動物的甲烷產生量進而減輕畜牧場的惡臭，並有助於溫室效應的控制。研究人員在飼料中添加 4% 的魚油，並混入由綿羊前胃所抽出之胃液來進行試驗，試驗結果顯示細菌生成的甲烷量被抑制了 80%；但在實際餵食綿羊的試驗時，抑制效果卻只能達到 25-40%。添加魚油於動物飼料中，除了可以減少甲烷的產生量之外，更可使羊肉含有較高量的 omega-3 脂肪酸及多元不飽和脂肪 (polyunsaturated fats) 而提高肉品的健康價值。動物食用添加魚油的飼料並不會影響動物的消化功能，但這些餵飼魚油而產出的畜產品 (如牛奶、肉) 食用上是否會產生魚腥味則是目前科學家研究的重要議題。

陳小龍參考自

<http://www.newscientist.com/news/news.jsp?id=ns99993492>

Animal Feed Science and Technology Vol.104:41





基因工程製造低咖啡因咖啡

咖啡因會使敏感體質的人產生心悸及血壓上升的現象，因此傳統上是利用加工的方法來降低咖啡豆的咖啡因含量。利用加工方法雖然可以降低咖啡的咖啡因含量，但咖啡的香氣卻容易流失而降低咖啡的品質。相較之下，若能利用 GMO(gene modify organism) 技術生產低咖啡因的咖啡豆，咖啡就不需要額外的加工來降低咖啡因，不但可以保留更多的咖啡香味，更可降低加工成本。目前日本已找出控制咖啡樹合成咖啡因的基因，咖啡因在咖啡樹中需要經過 3 個步驟來合成，研究者利用核醣核酸干擾 RNAi 技術(RNA interference)控制該基因 DNA 合成 mRNA 的步驟，進而減少咖啡因的產生。利用這種 RNA 干擾技術預估可以抑制咖啡樹 50~70%的咖啡因生成，目前從第一年的實驗結果顯示，咖啡樹葉子的咖啡因含量確實只有對照組的 50~70%。由於咖啡樹生成咖啡豆需費時四年，因此這項實驗結果的成功與否仍需後續的觀察。

林隨摘譯自

<http://www.newscientist.com/hottopics/tech/article.jsp?id=99993851&sub=Biotechnology>



基因改造食品之檢測方法

元培科學技術學院食品科學系簡伯容

台灣大學園藝學系

楊馥綺

摘要

基因改造食品主要可區分為基因改造微生物與其產物、基因改造作物與基因改造動物。依基因改造物種與食品之種類的差異而採用不同的檢測方法，其可分為兩個方面，一是以 DNA 為材料之分析方法，另一是以蛋白質為材料之分析方法。各種檢測基因改造食品方法之優缺點各異，乃依基因改造食品分析之目的、材料的種類及型態等，而使用不同的分析方法，其中以聚合酶連鎖反應法 (PCR) 之應用最為廣泛。

前言

基因改造食品乃指利用以基因改造技術處理的生物所製造或生產的食品，此類生物具備某一或某些原來未經改造之生物所沒有的特性，或擁有較原有生物特性更佳之性狀。隨著人類在分子生物領域的研究愈見深入，基因轉殖的技術已廣泛地被應用在農業方面。為了改良作物的產量、對環境的抗性、抗蟲、抗農藥及增加營養成分等優良性質，發展出將其他物種的特殊基因轉入作物的基因體中表現的技術，依此技術所得到的新作物已逐漸被廣為栽種及販賣。由於利用基因工程技術導入作物的基因並無物種界限，可以是微生物、植物或動物來源的基因，因此可能造成大眾對基因改造作物之安全性有所疑慮的重要因素。

目前基因改造作物已廣泛上市，舉例而言，西元 1999 年美國已有超過 45% 的基因改良玉米、大豆及超過 50% 的基因改良棉花被種植，市面上至少有 60% 的食品含有基因改良作物 (genetically modified organisms, GMO) 的成分，其中安全性問題包括基因改造生物對生態環境之影響，及基因改造生物作為食品及飼料用之安全性。除此之外，市場上仍有許多人無法接受基因改造食品，質疑攝取基因改造食品後可能會產生其他副作

用，或是在買賣基因改造作物、食品時需檢測或標示產品中的基因改造成分，因此訂定標準快速方便而有效的基因改造食品檢測方法，將成為各國相關單位的重要課題。

基因改造作物與傳統作物不同之處在於其遺傳物質中被加入了其他的特定基因，此特定基因在目標作物中可正常表現蛋白質，並改變目標作物的表型。常見的分析方法為萃取、純化作物及食品中的蛋白質或 DNA 並為分析之，以判別此作物或食品是否為基因改造作物或基因改造食品。

蛋白質分析方法

對於某些高度加工之食品，其所含的 DNA 可能因高溫加熱等處理而被降解，如醬油、麵包等，或是對於本身不含有 DNA 的食品，如沙拉油、純化大豆卵磷脂、澱粉抽出物等產品，不適合利用 DNA 作為分析之材料，則可純化樣品中所含有的蛋白質來作為分析的對象。

Western blot

西方轉漬法 (western blot) 是高度專一性的定性分析方法，尤其適合分析不可溶的蛋白質。首先將樣品溶解於界面活性劑 (detergent) 及還原劑(reducing agent) 中，以 SDS-PAGE 分離蛋白質，將分離的蛋白質轉漬到固定膜上，以脫脂奶粉將膜上未被蛋白質結合的地方遮蔽，之後再加入能與蛋白質結合的特定抗體，最後利用 Ponceau, silver nitrate, Coomassie 或免疫試劑顯色。靈敏度約為 0.25 ~ 1%，但依材料而異。此方法較適合實驗室中非大量分析之用。

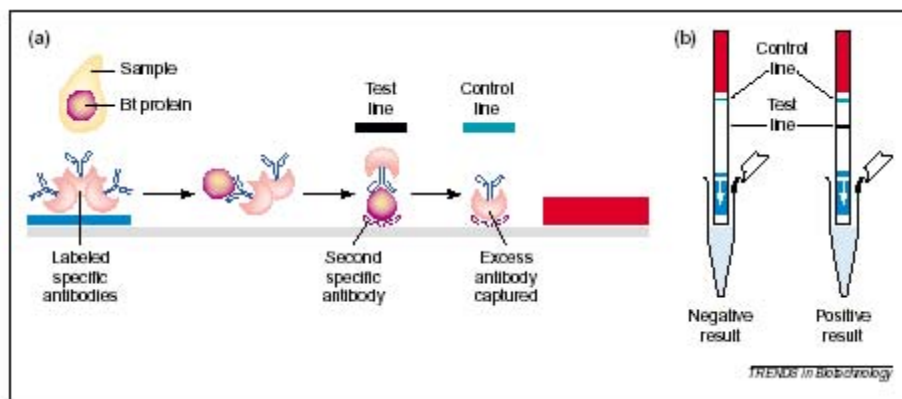
Enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA)

酵素連結免疫分析法 (Enzyme-linked immunosorbent assay, ELISA)，乃利用特定的抗體來偵測已知的蛋白質。常見的設計有兩種，一是 microwell plate (or strip) format，另一是 coated tube format。Microwell plate (or strip) format 可作為定量分析之用，具有高靈敏度，可大量分析，合乎經濟效益，適合實驗室中大量定量分析樣品時使用，分析時不

會破壞蛋白質結構。靈敏度約為 0.25 ~ 1.4% ，此值依材料而異。相較於前者，coated tube format 則較適合田間測試 (field-testing)，主要應用於定性分析，每次測定約需 15 ~ 30 分鐘，以肉眼或判讀器 (reader) 即可得知結果。

Lateral flow strip

此方法是由 ELISA 所衍生的分析技術。在 nitrocellulose strip 上依次結合上已連接呈色物質可抗目標蛋白質之特定抗體，可抗目標蛋白質的第二種特定抗體(test line)，及可與呈色物質結合的物質(control line)。當 strip 的前端接觸到含有轉殖蛋白 (transgenic protein) 的樣品溶液，溶液中的蛋白質即依毛細現象由 strip 前端向終端滲透，最後在 strip 上可看見 test line 與 control line，若是樣品中不含有轉殖蛋白，則只會看見 control line。此分析方法需約 5 ~ 10 分鐘即可得知結果，具實用性，可作為對基因改造食品的初步檢測 (如圖一)。



圖一，Lateral flow strip assay format (courtesy of D. Layton).

(a) 側面圖。說明 lateral flow strip assay format 之要點，並標示出試紙上 control line 與 test line 之相對位置。

(b) 垂直圖。將試紙浸泡入含有 GMO 的微量試管中。並說明正反兩種結果在試紙上之顯示情形。

Abbreviation: Bt. *Bacillus thuringiensis*.

DNA 分析方法

一般殖入作物中的核酸片段，通常為「啟動子 (promoter)、目標基因 (target sequence) 及終結子 (terminator)」的結構，常用的啟動子為 Cauliflower Mosaic Virus 的 35S promoter，終結子則為來自 *Agrobacterium tumefaciens* 的 NOS (nopaline synthase) 終

結子，所以在以 DNA 為偵測對象的分析方法中，通常針對這一段特殊的結構設計探針 (probe) 或引子 (primer)。由於各國對基因改造食品的成分要求不同，且必須考慮到基因改造食品與非基因改造食品混雜之因素，除了傳統的定性分析方法外，目前已逐漸發展出可做定量分析的方法。

Southern blot

南方氏轉漬法 (Southern blot)，將自樣品中純化出的 DNA 固定於 nitrocellulose 或 nylon membranes 上，以已被標示的特定核酸作為探針，與膜上的 DNA 雜合後，再利用放射照相 (radiographically)、螢光顯影 (fluoremetrically) 或是化學磷光 (chemiluminescence) 的方式偵測探針與 DNA 雜合的情形。但因為未將樣品中的 DNA 量放大且只使用一種探針，靈敏度較聚合酶連鎖反應低；較適合實驗室內少量分析樣品時使用。

Qualitative PCR

利用核酸聚合酶與特定的引子，由樣品中萃取出來的 DNA 中某一特定片段放大後，以洋菜膠體電泳依照分子量大小將進行 PCR 所放大的 DNA 片段分離，由於已知被殖入的基因片段的大小，利用電泳膠片的結果與 DNA marker 比較，即可得知樣品中是否含有該特定基因片段。對於這種分析方法，DNA 的萃取及純化為此方法之關鍵步驟。欲分析的 DNA 序列長度至少應有 400 bp 以上。

Quantitative End-point PCR : Quantitative-competitive PCR

QC-PCR 是一種以 PCR 原理所發展出的定量分析法，除了欲分析的目標基因外，尚需作為內標準 (internal standard) 的一段同樣含有目標基因的 linear plasmid DNA。QC-PCR 可同時放大作為內標準的 DNA 與由樣品中萃取而得的 DNA，將兩者 PCR 所得到的產物以洋菜膠體電泳分離後，比對兩者條帶的亮度以得知樣品中目標基因的含
量。雖然在進行 QC-PCR 的過程中，因為作為內標準的 DNA 與目標 DNA 相互競爭的

結果，會導致分析的靈敏度些微下降，但仍在可接受的範圍內。

Exhaustive limiting dilution PCR

將純化出的樣品 DNA 做一系列的稀釋，藉由放大各稀釋倍數的 DNA，以準確測得樣品中目標基因的含量。利用此分析方法可不需要在進行 PCR 時加入 internal standard DNA，但其缺點為容易有被污染的問題。

Quantitative real-time PCR

理論上，經過 PCR 放大的基因片段產量應與時間成對數關係；但實際上，經過 30 ~ 40 個 PCR cycles 後，產量會漸趨平緩。因此，若純粹就最後產量來分析、定量樣品中特定基因的含量，可能無法準確定出差異，real-time PCR 則可以解決這樣的問題。Real-time PCR 可在 PCR 進行的過程中，依照 cycle 的進行定時的測量每個試管中的產量，紀錄各管的 PCR 產量變化情形，以得知各樣品中 GMO 的含量。其中可利用(1) DNA-binding dye SYBR Green I；(2) 標有螢光物質的探針；(3) hydrolysis probe(TaqMan® technology)；(4) 分子標誌以偵測試管中 PCR 產物的變化量。

其他分析方法

Near infrared spectroscopy

某些基因被殖入植物體中後僅改變其構造而不產生特定的蛋白質，無法用傳統分析蛋白質的方法檢測是否為基因改造作物或食品。此時可利用 NIP spectroscopy 分析樣品，樣品不需事先處理。此方法的優點是快速，通常於一分鐘內可得到結果，樣品不需經過繁複的前處理手續，費用較低廉，其缺點是無法分辨混合物。相較於其他化學分析方法，NIR spectroscopy 無法偵測到內部 DNA 或蛋白質的改變，而只能偵測到物質結構上的改變。目前多利用在偵測 Roundup Ready Soybeans (RRS)。

結論

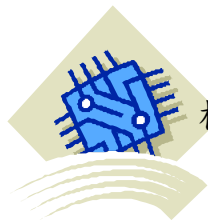
PCR 分析方法靈敏度高，但無法分析不含有 DNA 或 DNA 已斷裂為小片段的樣品。而 ELISA 快速簡便可自動化並進行大量篩選且費用低廉，但缺點是無法分析不含蛋白質或蛋白質被水解之樣品。因此應視分析的樣品決定所使用的分析方法，或是互相配合使用，各種基因改造食品檢測方法之比較如表一。

表一、基因改造食品檢測方法之比較

	蛋白質分析方法				DNA 分析方法		
	Western blot	ELISA	Lateral flow strip	Southern blot	Qualitative PCR	QC-PCR and limiting dilution	Real-time PCR
使用難易度	困難	適中	簡易	困難	困難	困難	困難
特殊設備	需	需	不需	需	需	需	需
靈敏度	高	高	高	中等	非常高	高	高
所需時間	兩天	30 ~ 90 分鐘	1 分鐘	6 小時	1.5 天	2 天	1 天
花費/樣品 (US\$)	150	5	2	150	250	350	450
定量分析	不可	可	不可	不可	不可	可	可
大量分析	不可	可	可	不可	不可	不可	不可
主要使用對象	Acedemic lab	Test facility	Field testing	Acedemic labs	Test facility	Test facility	Test facility

參考文獻

- Ahmed, F.E. Detection of genetically modified organisms in foods. 2002. *TRENDS in Biotechnology*. 25(5) : 215-223.
- Anklam, E., F. Gadani, P. Heinze, H. Pijnenburg, G.V. den Eede. 2002. Analytical methods for detection and determination of genetically modified organisms in agricultural crops and plant-derived food products. *Eur. Food Res. Technol.* 214 : 3-26.
- Brett, G.M., S.J. Chambers, L. Huang, M.R.A. Morgan. 1999. Design and development of immunoassays for detection of proteins. *Food Control*. 10 : 401-406.
- Giovannini, T., L. Concilio. 2002. PCR detection of genetically modified organisms : A review. *Starchl Stärke*. 54 : 321-327.
- Hardegger, M., P. Brodmann, A. Hermann. 1999. Quantitative detection of the 35S promoter and the NOS terminator using quantitative competitive PCR. *Eur. Food Res. Technol.* 209 : 83-87.
- Holst-Jensen, A., S.B. Rønning, A. Løvseth, K.G. Berdal. 2003. PCR technology for screening and quantification of genetically modified organisms (GMOs). *Anal. Bioanal. Chem.* 375 : 985-993.
- Hübner, P., E. Studer, J. Lüthy. 1999. Quantitative competitive PCR for the detection of genetically modified organisms in food. *Food control*. 10 : 353-358.
- Lipp, M., A. Bluth, F. Eyquem, L. Kruse, H. Schimmel, G.V. den Eede, E. Anklam. 2001. Validation of a method based on polymerase chain reaction for the detection of genetically modified organisms in various processed foodstuffs. *Eur. Food Res. Technol.* 212 : 497-504.
- Meter, R. 1999. Development and application of DNA analytical methods for the detection of GMOs in food. *Food Control*. 10 : 391-399.
- Terzi*^t, V., B. Ferrariti, F. Finocchiaroti, N.D. Fonzoti, A.M. Stanca, C. Lamacchia, J. Napier, P.R. Shewry, P. Faccioli. 2003. TaqMan PCR for detection of genetically modified durum wheat. *Journal of Cereal Science*. 37 : 157-163.
- Wurz, A., A. Bluth, P. Zeltz, C. Pfeifer, R. Willmund. 1999. Quantitative analysis of genetically modified organisms (GMO) in processed food by PCR-based methods. *Food Control*. 10 : 385-389.
- Zimmermann, A., J. Lüthy, U. Pauli. 2000. Event specific transgene detection in Bt11 Corn by quantitative PCR at the integration site. *Lebensm.-Wiss. U.-Technol.* 33 : 210-216.



摘要

種子為作物培育的起點，其品質的良莠程度直接影響到作物的產量及品質。根據過去研究顯示，作物病害種類約有 80 % 可經由種子傳播，其中超過 45 種植物病原細菌可經種子傳播，大多數種媒病原細菌僅附著於種子表面，存活期由數月至 1-2 年不等；而有些感染植物維管束之細菌，如十字花科蔬菜黑腐病菌 (*Xanthomonas campestris* pv. *campestris*)，可經由維管束侵入種皮或種子內部組織，並可在種子內存活數年。另外，植物病原真菌藉由種子傳播的例子則更為普遍，而且其寄主範圍往往相當廣泛，能跨越屬甚至科的藩籬感染不同的作物，如炭疽病菌 *Colletotrichum dematium* 可以感染大豆、辣椒、番茄、菠菜等，造成嚴重病害，同時亦可經由辣椒、皇帝豆、菜豆、蛇瓜、豇豆的種子傳播。又如 *Stemphylium botryosum* 可以存在於洋蔥、結球白菜、蘿蔔、甘藍及萵苣等 34 種蔬菜作物種子，此病原可侵入種子內部，在種子發芽時可感染幼苗造成幼苗猝倒死亡，同時也可使洋蔥感染黑腐病。

我國在加入世界貿易組織 (WTO) 之後，面對農產品大量開放進口，各種病害藉由種子傳播侵入之情形愈形嚴重，因此快速準確的種媒病原菌檢測技術，為進出口種子健康檢查之重要工具。

傳統植物病原菌之鑑定主要是根據其形態及生理上的特性，從分離培養病原微生物再以顯微鏡或電子顯微鏡觀察確定病原種類，往往需耗費多日。而近年來分子生物技術的蓬勃發展，則提供了植物病原菌檢測應用之新工具，其中所使用的技術包括核酸雜合反應 (hybridization)、聚合酶片段多形性分析 (restriction fragment length polymorphism, RFLP)、酵素結合免疫吸附測定分析法 (enzyme-linked immunosorbent assay, ELISA) 及聚合酶連鎖反應 (polymerase chain reaction, PCR) 等。於建立分子檢測方法時，除需考量精確性、靈敏度、操作方便性外，針對進出口種子數量龐大及病原菌種類繁多的問題，如何在短時間同時正確的篩檢種媒病原菌，以利進一步採取適當措施，為目前開發植物病原微生物分子檢測技術的重要課題。

生物晶片 (biochip) 是將具有生物活性的生物分子，以微陣列 (microarray) 的排列方

式，利用微面積、高密度方法精確的點製固定在玻璃片或尼龍膜等基質，製成應用於生物化學分析的產品，作用對象可以為基因、蛋白質或細胞組織等。生物晶片的種類依照其特性又可分為基因晶片 (gene-chip，又稱為 DNA-chip)、寡核酸晶片 (oligonucleotide chip)、蛋白質晶片 (protein-chip)、微流體晶片 (microfluidics) 及實驗室晶片 (lab-on-a-chip) 等，目前則以基因晶片和寡核酸晶片的技術發展較為成熟。製作生物晶片的硬體設備包括兩大部分：一為排印系統 (arrayer)，另一為共軛焦雷射掃描系統 (scanner)。由於生物晶片一次可點製上萬個的 DNA 片段，其顯著的功能在於可在微小的面積中即可同時觀察眾多基因的表現，並且也具鑑定診斷的能力。過去檢測基因的分析多是用核酸或蛋白質轉漬反應 (Southern blot、Northern blot、Western blot) 等方法，但這些方法操作一次所能同時檢測的基因數量有限，且較耗時費工，人為上也容易出錯。而生物晶片可以一次檢驗幾千或幾百個基因，不論在檢體上或已知物質上所需的量都是非常的少，且可用電腦進行比對分析，速度快，準確度高，故生物晶片成為目前最受矚目的功能基因研究工具之一。由於生物晶片具有 (1) 大量樣本；(2) 同時進行；(3) 自動化分析等三項特點及 (1) 基因定量；(2) 差異基因搜尋兩項基本特質，交互運用而衍生出諸多應用方式。生物晶片技術對於目前研發快速精確的檢測方式極具應用的潛力，其主要應用在基因檢測、臨床檢驗及研究開發工具三方面，包括醫學診療、農業微生物、環境微生物及國防上的生物武器等，國內在農業微生物方面，相關學術研究單位此刻正積極投入研究中。

現行的生物晶片技術大致採用呈色 (使用尼龍膜) 及螢光 (使用玻璃片) 兩種偵測系統。前者相較於後者的優點有：(1) 兩者偵測敏感度相似，但尼龍材料的點製密度比玻璃片高；(2) 尼龍材質可重複使用，且所需的試劑及耗材少；(3) 點製玻璃材料的晶片，及螢光標示試劑的使用時，均容易受到浮塵的干擾；(4) 避免使用價格較高的螢光標示試劑，及昂貴的螢光偵測儀來讀取螢光值。生物晶片在實用上之缺點在於若選擇之探針特異性不夠，會致使目標物和多個探針結合，造成鑑定上的困擾。未來若能在適當的反應條件下，克服交互雜合反應 (cross-hybridization) 的干擾，將可持續不斷的增加擴充欲檢測目標基因或生物分子的數目，突破目前分子檢測技術僅能針對單一或數個目標物的操作限制。

目前微生物檢測用生物晶片在國內外皆仍屬於開發階段，因為其製作分析成本偏高，推出之產品多屬於市場測試性質，預估在 3-5 年後才具有市場。但由於生物晶片具有分析可信度及精確度高、分析速度快及能同時檢測大量樣本等優點，未來在臨床檢驗或微生物篩檢上仍深具應用潛力。根據國外的報導，利用微陣列雜合反應 (microarray

hybridization) 已建立細菌分類鑑定的應用系統。Anthony 等人指出，利用這種方法可在 4 小時內鑑定引起菌血症的病原菌，並可準確的鑑定出 20 種以上之細菌，包括 *Aeromonas*、*Enterobacter*、*Listeria*、*Pseudomonas*、*Staphylococcus*、*Streptococcus* 等菌屬。Wang 等人則是利用 oligonucleotide DNA microarray 同時檢測並鑑定出上百種病毒。國內工研院生醫中心則以研發高效率量產技術及快速檢驗疾病之 DNA 晶片為主，目前已發展出可檢測 25 種臨床上常見發燒病原菌之晶片，正與醫院合作從事臨床測試。隨著國際貿易的自由化，國內面對農產品進出口貿易量與日俱增，防疫檢疫工作益形繁重，而可藉由種子等繁殖材料傳播之真菌、細菌、病毒等重要病原差異又頗大，倘持續利用傳統單一或僅數種病原之分離檢測鑑定方式則相當耗時，如能以種媒重大病原菌為對象成功開發設計檢測晶片，勢可大幅縮短進出口農產品病原檢測時間，對於完備植物防疫檢疫工作亦將是一大助力。

參考文獻

1. 吳文希。1997。種媒病原檢測。「植物病原鑑定與病害診斷研習會」專刊。中華民國植物病理學會。pp. 1-6.
2. Anthony, R. M., Brown, T. J., and Frence, G. L. 2000. Rapid diagnosis of bacteria by universal amplification of 23S ribosomal DNA followed by hybridization to an oligonucleotide array. *J. Clin. Microbiol.* 38:781-788.
3. Cook, K. L., and Sayler, G. S. 2003. Environmental application of array technology: promise, problems and practicalities. *Curr. Opin. Biotechnol.* 14:311-318.
4. Kingsley, M. T., Straub, T. M., Call, D. R., Daly, D. S., Wunschel, S. C., and Chandler, D. P. 2002. Fingerprinting closely related *Xanthomonas* pathovars with random nonamer oligonucleotide microarrays. *Appl. Environ. Microbiol.* 68:6361-6370.
5. Lockhart, D. J., and Winzeler, E. A. 2000. Genomics, gene expression and DNA arrays. *Nature* 405:827-836.
6. Murray, A. E., Lies, D., Li, G., Nealson, K., and Tiedje, J. M. 2001. DNA/DNA hybridization to microarrays reveals gene-specific differences between closely related microbial genomes. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.* 98:9853-9858.
7. Wilson, K. H., Wilson, W. J., Radosevich, J. L., DeSantis, T. Z., Viswanathan, V. S., Kuczmarski, T. A., and Andersen, G. L. 2002. High-Density Microarray of Small-Subunit Ribosomal DNA Probes. *Appl. Environ. Microbiol.* 68:2535-2541.

8. Yershov, G., Barsky, V., Belgovskiy, A., Kirillov, E., Kreindlin, E., Ivanov, I., Parinov, S., Guschin, D., Drobishev, A., Dubiley, S., and Mirzabekov, A. 1996. DNA analysis and diagnostics on oligonucleotide microchips. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.* 93:4913-4918.
9. Wang, D., Coscoy, L., Zylberberg, M., Avila, P. C., Boushey, H. A., Ganem, D., and DeRisi, J. L. 2002. Microarray-based detection and genotyping of viral pathogens. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.* 99:15687-15692.