

Agricultural Biotechnology International Conference

ABIC 2011 現場紀實

撰文/陳政忻



ABIC 2011簡介

Agricultural Biotechnology International Conference(ABIC) 從 1996 年初次於加拿大 Saskatchewan 省舉辦後，成功獲得各界熱烈的迴響，第二屆 ABIC 於 1998 年再度獵取全球農業生技產業之目光，爾後相繼由北美、歐洲、亞太／澳洲等地輪流舉辦，目的即是推動國際農業生技產業交流，促進技術發展及商業活動。歷屆 ABIC 會議鎖定農業生技相關議題，如植物生技、動物生技、食品生技、海洋生技、生質能源、分子農場、基改法規等領域，提供一深入且精緻的交流平台，讓全球農業生技相關人士快速瞭解現今農業生物技術之發展，故吸引來自世界各地的傑出科學家、業者及研究機構紛紛聚集至此參與這場盛會。

今年 (2011)ABIC 2011 於 9 月 6 日起，連續四天於南非約翰尼斯堡 (Johannesburg) 舉辦，以「Agricultural Biotechnology for Economic Development」為主軸，廣邀全球農業生技領域專家，並規畫五大主題：(1) 生物經濟 (bioeconomy)；(2) 提升農業之基因體學 (genomics for improved agriculture)；生物質工業產品 (bio-based industrial products)；分子農場 (biopharming)；環境及食品安全性評估 - 先驅者 (environmental and food safety evaluation - the new frontier)。

本刊採訪團隊由台灣經濟研究院生物科技產業研究中心孫智麗主任領軍，偕同行政院農業委員會科技處方國運副處長、農業生物技術產業化發展方

案吳金洵總主持人、食品工業發展研究所陳任道研究員等人參加本次會議。以下對於會議活動與重要結論進行報導，提供國內相關人士掌握全球農業生技發展動態。

研討會內容摘要

ABIC 係以研發成果產業化為主軸的研討會，各國研究人員紛紛在本屆研討會發表各種農業生技產業化之成果，充分展現農業生技之多元應用風貌，茲將相關內容整理如下。

(一) 2010年南非基改作物種植概況

過去 13 年來，南非基改作物的種植面積持續增加，至今為全球第 9 大基因改造作物種植國，2010



ABIC 2011大會開幕式



臺灣農業生技代表團

左起行政院農業委員會科技處方國運副處長、食品工業發展研究所陳任道研究員、農業生物技術產業化發展方案吳金洵總主持人、台灣經濟研究院生物科技產業研究中心孫智麗主任、陳政忻專案經理

年種植面積為 220 萬公頃，目前南非當局核准種植的基改作物種類為玉米、大豆及棉花，其中又以玉米為大宗。南非於 1997 年通過 GMO 法案，後於 2006 及 2010 年修法，以因應卡塔赫那生物安全議定書之規範，現正積極發展農業生物技術。

2010 年南非的玉米總種植面積約為 246.6 萬公頃，其中約 189.8 萬公頃係種植基改玉米，約占總栽種面積的 77%。由於本年度穀類存貨滯銷及價格低迷所致，使得玉米市場價格下滑，導致南非基改玉米的栽種面積占比，較 2009 年的 78% 些微下滑。此外，2001-2010 年間，包含黃玉米及白玉米等基改玉米的總種植面積已接近 1,000 萬公頃，2010 年基改白玉米和黃玉米的種植面積各占其總種植面積的 74.9% 及 80.2%。

就轉殖性狀而言，南非基改玉米種植係以轉殖單一 Bt 基因之基改玉米為大宗，共種植 86.6 萬公頃，約占基改玉米總種植面積的 45.6%；其次為 Bt 及耐除草劑性狀之混合型基改玉米，約種植 77.8 萬公頃，約占 41%；最後為耐除草劑性狀，種植約 25.4 萬公頃，占 13.4%。

另就白玉米和黃玉米兩種類而言，白玉米的總種植面積為 152 萬公頃，採用基改作物的栽種面積為 114 萬公頃（約占 74.8%），其中以單一 Bt 基因性狀的基改白玉米為多，約種植 57.1 萬公頃（約占 50.2%），其次則依序為 Bt 及耐除草劑性狀之混合型及耐除草劑性狀基改白玉米，分別種植 47.1 萬公頃及 9.7 萬公頃，各占 41.3% 及 8.5%。

而黃玉米的總種植面積為 94.6 萬公頃，基改黃玉米的種植面積約為 75.9 萬公頃，約占 80.2%，較上一種植期間大幅增加 77.1%；其中以 Bt 及耐除草劑性狀之混合型基改黃玉米為多，約種植 30.7 萬公頃（約占 40.5%），其次則依序為單一 Bt 基因性狀及耐除草劑性狀基改黃玉米，分別種植 29.4 萬公頃及 15.7 萬公頃，各占 38.8% 及 20.7%。

由於人們對於大豆需求的高漲，使得大豆的總種植面積從 2009 年的 27 萬公頃增加至 2010 年的 39 萬公頃，較 2009 年增加 24%。其中，栽種耐除草劑基改大豆的面積高達 33.2 萬公頃，約占該國大豆總種植面積的 85%。此外，2010 年南非約使用 66 種大豆品系，其中 18 種為基改品種，而耐 Roundup Ready (RR) 除草劑的基改大豆逐漸取代耐 RRFlex 除草劑性狀之大豆。

表一 2010年南非基改玉米種植面積概況

	標準值		黃玉米		總計	
	公頃	占比	公頃	占比	公頃	占比
單一Bt基因(Bt)	571,280	50.2%	294,309	38.8%	865,589	45.6%
耐除草劑(HT)	97,040	8.5%	157,171	20.7%	254,211	13.4%
Bt-HT混合型	470,430	41.3%	307,390	40.5%	777,820	41.0%
小計	1,138,750	100.0%	758,870	100.0%	1,897,620	100.0%
總種植面積	1,520,000		946,000		2,466,000	
基改作物占比	74.9%		80.2%		77.0%	

資料來源：International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications, 2011；台灣經濟研究院生物科技產業研究中心整理。

此外，棉花價格高昂，使得南非的棉花種植面積倍增至 1.5 萬公頃，幾乎全都種植基改棉花，且 95% 為混合型基改棉花。另外 5% 則為耐 Roundup Ready (RR) 除草劑之基改棉花，係用於庇護區 (refugia)。

2010 年 MON 89034 及 MON89034 x NK603 兩項基改作物獲得南非當局核准商業化種植，同年，尚批准多項田間試驗進行，如有 5 件單一性狀及 7 件混合型之基改玉米、1 件單一性狀及 5 件混合型之基改棉花、1 件生物強化高粱 (biofortified sorghum)、1 件抗真菌之鮮食葡萄 (table grape)、4 件改良性狀之甘蔗、及 1 件澱粉結構修飾之基改樹薯等之田間試驗申請案。此外，南非當局也核准一種抗病毒之本土球根花卉 *Ornithogalum* 的溫室試驗，顯示南非積極發展農業生物技術之決心。

(二) 香蕉對 21 世紀的貢獻

香蕉為全世界最重要的水果作物，因其為一種適合做為甜點的作物，同時也是日常食用的關鍵膳食，提供人們纖維、避難糧食，甚至是香蕉酒等用途。現今已被馴化的香蕉實質上為無性繁殖株，絕大部分係選自自然界，而非依靠育種而得的，至今僅有少部分以傳統育種方式，選育出的香蕉被釋放於環境中。且由於疾病和害蟲的侵襲，全球香蕉產量有限，因此基因工程技術遂成為香蕉品種改良的選項之一。

澳洲昆士蘭科技大學 (Queensland University of Technology, QUT) 熱帶作物暨生物大宗物資中心 (Centre for Tropical Crops and Biocommodities) 所率領的研究團隊表示，該團隊所執行的香蕉研究計畫分為三個部分，第一為生物營養強化 (biofortification)，係由比爾蓋茲及米蘭達基金會提供所需研究經費；第二則分別針對香蕉 Lady Finger 品種的抗香蕉鐮胞菌萎凋病 (*Fusarium wilt race 1*)、Cavendish 品種的抗鐮胞菌萎凋病 (*Fusarium wilt tropical race 4*)、耐旱、及抗香蕉萎縮病 (banana

bunchy top) 等抗逆境性狀做相關研究與開發；第三則為病毒的鑑定，並進行溫室及田間試驗之評估。

此外，烏干達的民眾面臨缺鐵性貧血 (iron deficiency anemia, IDA) 及維生素 A 缺乏 (vitamin A deficiency, VAD) 兩種微量營養素缺乏 (micronutrient deficiency) 所造成的疾病問題，依據 2006 年的調查顯示，烏干達約有 32-64% 的婦女面臨缺鐵性貧血的侵襲，五歲齡以下的孩童則有 50-80% 罹患此疾病；另外，約有 13-31% 的婦女缺乏維生素 A，五歲齡以下的孩童則有 15-32% 缺乏此一微量營養素。

有鑑於此，QUT 的研究團隊希望透過食物、營養補充品、食品強化 (food fortification)、改變膳食及作物、傳統育種強化、及基因工程技術強化等策略，共同協助解決烏干達人民微量營養素缺乏之問題。

烏干達人平均每人每天約消耗近 1 公斤的香蕉，食用品種包括可用來做為熟食的 East African Highland Banana (EAHB)、可做為甜點的 Sukali Ndizi 及 beer banana。其他如盧安達、蒲隆地、剛果共和國、坦桑尼亞及肯亞等東非國家皆對香蕉有強烈的需求，此外，西非國家普遍種植芭蕉 (plantain)，並將其煮熟食用，顯示對香蕉亦有極高的消費需求。

QUT 遂與烏干達國家農業研究組織 (National Agricultural Research Organisation, NARO) 共同合作開發香蕉新品種，借鏡黃金米 (Golden Rice) 的開發策略，將相關基因轉殖至香蕉，目標增加香蕉的八氫茄紅素合成酶 (phytoene synthase) 含量，以提升香蕉的維生素 A 前驅物生合成 (biosynthesis) 表現量至傳統香蕉的四倍；鐵含量的提升策略則採取提高香蕉之儲鐵蛋白 (ferritin) 表現量，期能較傳統品種增加三倍。另在品種選擇上，則使用烏干達農民所育成栽種之品種 East African Highland Banana (EAHB) 及 Sukali Ndizi。

爾後 QUT 先分別針對 Cavendish (AAA) 及 Lady Finger (AAB) 開發相關技術，在 2009 年 3 月

展開第一次田間試驗，選定澳洲北昆士蘭省的香蕉產業中心(Centre of Australia's banana industry)進行田間試驗，測試 194 個轉殖品系。之後在 2009 年 10 月、12 月及 2010 年 4 月，分別試驗 183 個、437 個及 255 個轉殖品系，總計試驗超過 1,290 個轉殖品系，試驗期間超過三年。而試驗結果顯示，QUT 研究團隊所開發的技術用在 Cavendish 及 Lady Finger 之環境風險極低，因此兩種香蕉的不稔性，故不會造成轉殖基因流布(transgene flow)的問題。

之後 QUT 團隊將轉殖品種技術移轉給烏干達的 NARO，再由 NARO 以 EAHB(AAA) 及 Sukali Ndizi 兩品種進行培育。另外，以 Cavendish (AAA) 及 Lady Finger (AAB) 兩個品種，進行抗病(抗細胞凋亡)基因轉殖試驗，如此一來，便可培育出新一代抗病且富含維生素 A 前驅物與鐵質的香蕉品種，並在烏干達進行田間試驗。

QUT 的團隊另在 2011 年 9 月於澳洲進行抗香蕉鐮胞菌萎凋病(*Fusarium oxysporum* f. sp. *Cubense*, FOC)之基改香蕉的田間試驗，以期最終能協助解決烏干達人民所面臨之微量營養素缺乏的問題。

(三) SNP技術應用於南非國家乳牛基因評估系統之可行性

酪農業者傾向以育種方式，挑選具經濟價值之性狀，改良其畜群的整體表現，提升自身收益。基於上述酪農業者們的需求，南非的國家乳牛遺傳性狀改進計畫著重在重要經濟性狀表現型資料(phenotypic data)之蒐集，以及提供育種價(breeding value, BV)資訊，協助酪農辨別具有種優勢的牛隻。

現在共有荷蘭牛(Holstein)、娟珊牛(Jersey)、愛爾夏牛(Ayrshire)及更賽牛(Guernsey)等四種常見乳牛品種，參與南非國家乳牛遺傳性狀改進計畫。乳牛的重要經濟性狀係考慮產乳量及品質、乳腺健康狀態、繁殖力及外觀，而這些性狀僅表現於母畜，因此若欲挑選公畜勢必得依靠其女兒之性狀

表現來做選拔，故又稱後裔檢定(progeny test)。

然而，以後裔檢定的方式來選拔乳牛畜群是極為昂貴且耗時，平均檢定一頭公牛需耗費 15 萬南非幣，且公牛約需六歲方可進行檢定。此外，受檢定公牛的預選受限於其家族性狀表現，且可信度太低，僅約 25-30%。因此，單一核苷酸多型性(Single Nucleotide Polymorphisms, SNPs)技術便可用來協助加速乳牛之育種。

南非國家乳牛遺傳性狀改進計畫遂分析乳牛基因序列，並挑選重要經濟性狀製作成牛隻 SNP 晶片，藉以確認幼畜是否帶有所需要的基因，又稱為基因選種(genomic selection)。同時基因選種將傳統育種價的觀念導入，以基因組育種價(Genomic Breeding Values)計算基因組中所有遺傳標誌之影響總和，協助育種者選拔優良的品種。由於基因選種可協助育種者清楚確認其遺傳優勢，故近來澳洲、加拿大、愛爾蘭、法國、德國、紐西蘭、荷蘭及美國等，紛紛將基因選種用於其畜禽品種改良計畫。

南非雖然已將 SNPs 技術應用在其乳牛遺傳性狀改進，然而，現階段的成本依舊偏高，建立 1,000 頭畜群的參考族群(reference population)之基因型資料須花費 200 萬南非幣，雖然已比後裔檢定較為便宜許多，但最大挑戰係酪農業者的支持與否。對於南非而言，SNPs 技術雖然可行，但參考族群少卻是值得重視的挑戰。未來產、官、學、研各界應共同成立乳牛 DNA 貯存庫，且須將基因體技術的應用導入年輕動物育種者的訓練，方可使遺傳標記技術進一步發揚光大。

(四) 植物分子農場的挑戰與機會

植物分子農場具有生產多種產品或成為製程平台的潛力，種類多樣化，其優勢包括在速度上，植物分子農場可在一天內生產百萬公克以上的蛋白質；在穩定性方面，當種子貯存在室溫時，其蛋白質可維持數年之久，且轉殖品系之種子也可貯存在主要的種子銀行；另在污染問題方面，植物細胞培養係

在一受控制且不穩的環境下進行；在產量的提升方面，可採用基因轉殖等方式提升產量。

德國 Fraunhofer 分子生物暨應用環境研究所 (Institute for Molecular Biology and Applied Ecology, IME) 於 1991 年起即投入植物分子農場之研究，早期以田間或溫室實驗產量為主。1995 年時面臨開發時程長、低產量、蛋白質表現的不一致、基因靜默 (gene silencing)、隔離設施、法規爭議、及量產化等問題，促使該研究所於 2000 年開發一套系統，以獲得穩定的蛋白質產量，2010 年更發展出自動化系統，至今已有多項蛋白質產品進行相關試驗。

目前利用人類卵巢細胞株 (Chinese Hamster Ovary, CHO) 生產抗 HIV 單株抗體藥物 -2G12 蛋白已通過法規審核程序，並完成臨床一期試驗。Fraunhofer 係以基因轉殖菸草生產 2G12，首先將 SR-1 轉殖菸草於溫室中栽培，而 2G12 蛋白在轉殖菸草質外體 (Apoplasmic) 的表現量約為每公克含 35 μ g。研究團隊表示，基因轉殖菸草從溫室栽

培轉變為 cGMP 工廠面臨數個重要關鍵挑戰，如最初轉殖基因的特徵描述、轉殖株的保存及確效、批少量產能力、蛋白質水解及產品同質化、醣基化 (glycosylation) 議題、適合用作後段採收處理之整合設備等。

研究團隊一一克服上述問題後，認為未來植物分子農場須強化既有平台，以提高產量、穩定性及品質。同時，必須降低產品開發的時程，且要有清楚的法規批准程序。為改善既有平台、獲取高量蛋白質及減少產品開發時程，研究團隊培育一種可快速生長且產量高的菸草品種，稱為「Forever Young」，由於突變使其具有無盡生長之潛力，而可獲得五倍以上的生物質。未來德國 Fraunhofer 將進一步開發更多的植物分子農場蛋白質，並用做疫苗產品。

結語

南非位於非洲大陸最南端、西濱大西洋、南臨印度洋、北接納米比亞、波扎那、辛巴威，東北界莫三比克、史瓦濟蘭、賴索托在其境內。南非總面積 122 萬 3,201 平方公里，約為台灣之 34 倍。依據最新之 2009 年年中南非中央統計局人口估計結果，全國總人口為 4,932 萬人 (其中白人約占 9.2%；黑人約占 79.5%；雜色人約占 8.9%；亞裔人約占 2.5%)。

南非天然資源豐富，產業發展以礦業及能礦上游工業為主，服務業及農林、畜牧業次之；一般財團及企業投資於中、下游加工製造業者仍然有限。故其進出口貿易結構顯示，出口以農礦原物料產品為主，進口以工業產品及民生用品為主。

本次參與 ABIC 2011 大會可發現，南非政府積極發展農業生物技術，除與歐美等先進國家進行農業生技之跨國合作，也協助其鄰近國家發展農業技術，改善生活環境。過去臺灣農業技術根基深厚，協助不少國家發展農業，自身不應妄自菲薄、畫地自限，或許未來可以農業生物技術，協助周遭甚至遠方友邦人民獲得更好的生活。

AgBIO

陳政忻 台灣經濟研究院 生物科技產業研究中心 專案經理

表二 Fraunhofer之候選藥物產品線

標的	體外 (<i>In vitro</i>) 試驗完成	動物模式之試驗免疫原性	動物模式證實有效性
Influenza (vaccine)	✓	✓	Ferrets
Anthrax (vaccine)	✓	✓	Rabbits
Plague (vaccine)	✓	✓	Non-human primates
RSV (vaccine)	✓	✓	Mice
Malaria (vaccine)	✓	✓	Mice
Trypanosomes (vaccine)	✓	✓	Mice & Cattle
HPV (therap. vaccine)	✓	✓	Mice
Influenza mAb (therapeutic/diagnostic)	✓	NA	Mice & Ferrets
Anthrax (therapeutic)	✓	NA	Non-human primates
hGH (therapeutic)	✓	NA	Rats

資料來源：Institute for Molecular Biology and Applied Ecology, IME.