

全球農業生技產業發展現況與趨勢

撰文/余祁暉·李盼·陳子婷·游舒婷

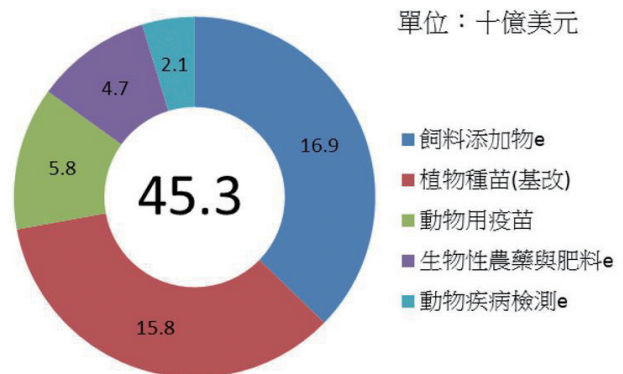
生物科技產業自 1980 年代起步以來至今仍迅速發展，而當生物技術直接與間接帶動之產業占 GDP 50% 時，便意味著生物經濟 (Bioeconomy) 時代的來臨。美國時代周刊曾預言：「2020 年全球將進入生物經濟時代，在不久的將來，生物經濟壯大至資訊經濟的 10 倍」。現今世界各國亦紛紛提出以生物經濟為主軸之策略規劃，如美國積極進行生物經濟跨領域研究，強化人才培育、基因體科技應用及生物技術創新發展，並策略布局海外市場；法國強調基因體研究及生技跨領域之應用，並擬定生物經濟相關優惠稅制；德國成立創新聯盟著重環境友善，發展再生資源應用，並鼓勵國際合作及創投投資；日本加強創新研究，並重點發展農村、生質能源以及環保再利用之技術；英國發展重點主要為生物能源、農業科學及農業科技；加拿大則以再生資源與生物資材研究、生物能源為重點項目。

國際農業生技產業發展現況

目前全球農業生技主要市場包括植物種苗 (基改種子)、飼料添加物、動物用疫苗、生物性農藥與肥料及動物疾病檢測等，據此推估 2016 年農業生技領域全球市場規模共約 453 億美元 (圖一)。

2016 年基改作物市場規模達 158 億美元，較 2015 年成長 3%，約占全球商用種子市場 35%，其中以基改玉米為最大宗，佔總產值 53.1%。基改作物自 1996 年在美國上市以來，迄今已發展逾 20 年，2016 年全球基改作物種植面積達 1.85 億公頃，較

2015 年成長 3%，栽培基改作物之前五大國仍為美國、巴西、阿根廷、加拿大及印度，惟栽培基改作物之國家由 2015 年 28 國降為 26 國。除大宗作物外，2016 年美國農業部評估核准抗褐化蘋果「北極富士蘋果 (Arctic® Fuji apples)」上市，北極富士蘋果為奧克納根特種水果公司 (Okanagan Specialty Fruits Inc., OSF) 所開發，是繼其開發出北極金冠蘋果 (Arctic® Golden) 及北極澳洲青蘋果 (Arctic® Granny) 後之第三種抗褐化蘋果；另繼美國核准基改鮭魚安全可食用後，加拿大亦於 2016 年核准販售美國 AquaBounty 公司研發的基因改造鮭魚，成為加拿大首度核准供人食用的基改動物。



^e表推估值

資料來源：ISAAA、BCC Research、Kalorama Information、Dolcera Analysis、Grand View Research、marketsandmarkets;台灣經濟研究院生物科技產業研究中心整理推估。

圖一 全球農業生技主要市場規模

近年來全球快速發展新興育種技術 (New plant breeding techniques, NPBTs)，如 CRISPR、TALENs、ZFN、ODM 等，該等技術較傳統基因轉殖技術成本低，且運用更為快速。此外，其最終產物並無外源基因片段，並有可能自然發生，因此將較無基改爭議，對於新興育種技術應用於動植物新品種及種苗產業化之推廣上極為有利，目前主要國家相關管理模式現況如表一所示。美國目前已有 CRISPR 抗褐化蘑菇、ODM 耐除草劑油菜籽品種 SU Canola 確認不屬基改作物而無需管制，可直接上市販售。

2016 年全球動物飼料添加物市場推估為 169 億美元，因應全球減(停)用預防性抗生素的管理趨勢，以及人類對肉品需求的增加，非藥物飼料添加物及多功能飼料添加物產品市場亦持續成長，並朝向取代抗生素之新穎成分、多功能飼料添加物產品及寵物保健產品等趨勢發展。此外，近年陸續爆發的動物疾病也使肉類相關產品受到嚴厲的監管，尤其是美國與歐盟，更是嚴格要求符合飼料相關法律規定，為了維持飼料品質並使動物免於疾病，更進而帶動整體飼料添加物的市場需求量。飼料添加物市場成長趨勢顯見於中國、印度、巴西、俄羅斯與

南亞等對肉品需求持續增加之新興國家，飼料添加物以使用物種分類大致可分為豬、家禽、牛、水產等用途，近年來由於食用白肉的族群逐漸增加，導致家禽的飼料添加物需求增加，占整體市場的 38%，預估年複合成長率為 4.2%；豬用及牛用飼料添加物合計占整體市場的 54%，主要市場為美國、歐洲及拉丁美洲地區；水產部分，預計 2020 年全球水產用飼料添加物市場將達到 11 億美元，年複合成長率為 4.1%。未來飼料添加物產業面臨之挑戰則包括：飼料原料短缺、法規及規範之複雜性逐漸增加、替代性產品的競爭日趨激烈、須建立畜牧業者對飼料添加物產品之信心、畜牧疾病造成需求動盪等。

2016 年全球動物用疫苗市場規模推估為 58 億美元，以歐美國家市場為主，約占全球市場近 8 成。全球對畜禽及水產產品需求量持續成長，畜禽及水產養殖朝密集化發展，使疾病發生風險增高，根據世界動物衛生組織 (OIE) 估計，動物疾病每年造成全球 20% 經濟動物死亡，產值損失高達 3 千億美元。對於過去使用動物用抗生素所帶來的細菌抗藥性問題，OIE 與歐洲藥物管理局 (European Medicines Agency, EMA)，皆提出以動物疫苗作

表一 主要國家新興育種技術管理模式現況

| 國別 | 管理模式現況 |
|----|---|
| 歐盟 | 執委會於2007年籌組新興技術委員會(NTWG)針對NPBTs管理模式進行討論，2011年初步結論認為產物不含人為插入之特定基因片段即為非基改(如 ZFN-1、ZFN-2等)；執委會內部機構JRC委員會則建議由可檢測性決定是否納入基改管理範疇。歐盟預定達成共識後發佈新興植物育種技術法律意見書。 |
| 美國 | 美國官方立場是以最終產品(product-based)進行生物技術管理，ZFN-1、ZFN-2、TALENs已被認定不屬基改技術而無需管制。雖然大多數的新興育種技術目前仍在評估中，但ZFN-3很可能會被認為是基因改造。而同源基因轉殖技術的申請案可能會以個案評估。 |
| 澳洲 | 2014年澳洲專家工作小組認為當技術包含導入新的基因，此類技術相當於基因改造。而用於靶向性突變的技術，包括 ODM、SDN-1及SDN-2，則因導入的變化通常較小、可定義、可預測結果，視為非基改。而育種過程中使用基因工程技術，但轉殖DNA不存在於最終的產品，如反向育種，則因相當於傳統育種不被視為基因改造。 |
| 日本 | 日本基改生物的定義涉及過程與產品，但實務上，任何不含轉殖基因的產品皆不被認為是基改生物；此外，除非另有證明，否則利用生物技術衍生的產物並不被視為是基改生物。日本主管機構也以相同的思維規範NPBTs及其產物，除非另有證明新興育種技術是以基改處理，否則新興育種技術的產物不被視為是基改生物。 |
| 中國 | 中國基因改造生物包含廣泛地基於過程的定義，包括源於基因改造生物的產品也被認為是基因改造法規管轄範圍等規定。由於 NPBTs 技術仍處於研究階段，目前此類技術在中國商業應用的管理狀態尚未討論。 |

資料來源：各國法規資料庫、朱文深(2016)；台灣經濟研究院生物科技產業研究中心整理分析。

為「提升動物健康，替代抗菌劑使用」之措施。利用動物用疫苗建立完善防疫措施，可有效防治疾病發生，並減少藥品使用，以維護食品安全及穩定供應民生需求之重要工具。全球各大疫苗廠商未來發展乃普遍著重在基因體學的運用，如重組蛋白質疫苗、核酸疫苗等分子疫苗開發，或是針對抗原上特定基因或胺基酸進行優化調整的減毒疫苗等。

2016 年生物性農藥與肥料全球市場規模推估為 47 億美元，在全球有機農業發展及安全用藥與合理化施肥觀念興起之趨勢下，生物性農藥與肥料以安全性高、對環境友善及較無殘毒或污染問題等特性蓬勃發展，目前年成長率超過 10%。儘管生物性農藥發展初期是以中小型生技公司為投入主力，但現今跨國農化大廠已開始增加生物性農藥與肥料之布局，例如近年 Bayer CropScience 收購以色列 AgroGreen 的生物性殺真菌劑與殺線蟲劑產品，Syngenta 收購開發 Afla-Guard 生物性農藥的美國 Circle One Global 公司等，可見化學農藥巨擘已不再漠視這塊快速成長的市場，此趨勢也為研發型生技公司注入活水。

迄 2016 年全球動物疾病診斷市場推估約 21 億美元，動物疾病檢測可即時掌握疫病發展趨勢並針對重大疫病進行監測，避免疫病爆發造成農業嚴重損失，影響漁畜產品供給，目前市場雖以歐美國家為主，但亞洲為經濟動物重要生產地區，在密集養殖趨勢下，更需做好疾病防治工作，因此預期未來將有突破性成長，尤其需注意經濟動物疾病檢測市場成長動能易受疾病發生及經濟景氣影響，因此在經營策略上，必須建立快速因應能力。

我國農業生技產業發展現況

我國農業之產業發展特色，以農民生產農產品的經濟型產業為主，近年來在政府推動下，逐漸形成企業化結構及生產專區聚落。根據行政院農業委員會之農業指標及農業貿易統計，2015 年國內農業生產總值約為新臺幣 5,009 億元，其中農產產值為 2,444 億元，林業產值為 2.4 億元，漁業產值為 923

億元，畜禽業為 1,639 億元，2015 年國內出口產值則達 1,545 億元，約占國內農業總產值之 30.8%。

我國動植物新品種及種苗產業具熱帶及亞熱帶品種育種優勢，產業界仍持續提升創新研發能量，以快速因應市場快速變動之需求，如農友種苗股份有限公司開發作物優良特性分子標誌、番茄黃化捲葉病毒病分子標誌與高通量基因型分析平臺等、欣樺種苗貿易有限公司選育優質小果南瓜與耐熱小胡瓜品種、允豐收生物科技股份有限公司開發新型油茶種苗嫁接技術、書香醜翻文創股份有限公司開發優質油茶種苗快速繁殖技術、元進莊企業股份有限公司開發優質鴨禽品種、立瑞畜產有限公司建立友善土雞核心種原場及峰漁股份有限公司研發淺蜆種苗量產技術等，逐步提升產業競爭優勢。

臺灣長期投入生命科學研究，已奠定農業基因體發展與應用之基礎，如統一企業股份有限公司與臺灣大學及瑞基海洋生物科技股份有限公司合作，開發草蝦優良特性、分子親源鑑定等標誌技術，並建立生物安全管制系統與種蝦基因體資料庫，利用優良特性分子標誌技術選育特定形質之草蝦親本及子代，目前已於越南蝦餐養場進行量產，每年產量達 40 億尾；其他業者亦開始應用農業基因體技術，如欣樺種苗貿易有限公司建立花椰菜自交不親和性及雄不稔性基因之分子標誌、中華民國養羊協會開發改善山羊生長性狀之基因型快速檢測平臺、基龍米克斯生物科技股份有限公司生科開發單分子禽流感病毒檢測及昕穎生醫技術股份有限公司發展蝦類早期死亡綜合症及急性肝胰臟壞死綜合症 (acute hepatopancreatic necrosis disease, AHPND) 檢測平臺等，顯示我國業者已成功應用基因體技術於加速優質品種選育、開發疾病快速監控與鑑定產品。

臺灣地處熱帶及亞熱帶交界，且海拔落差高，具多樣化氣候環境及微生物相，孕育出豐富多樣的本土菌種以發展動植物健康管理產業，如行政院農業委員會農業藥物毒物試驗所與福壽實業股份有限公司合作建立本土第一支庫斯蘇力菌 E911，其後亦

開發鮎澤蘇力菌 AB12，強化夜蛾科及螟蛾科等害蟲之防治效果，並積極開發液化澱粉芽孢桿菌 P-2-2 防治水稻病害、木黴菌 TCT103 防治白絹病、液化澱粉芽孢桿菌 *Bacillus amyloliquefaciens* PMB01 應用於動物飼料添加物等產品；生合生物科技有限公司則建立完整的菌種庫，使用菌種優化系統，全方位提升菌株功能，開發禽畜水產、青貯飼料產品。除此之外，如台灣肥料股份有限公司開發新型次量微量要素肥料、百泰生物科技股份有限公司研發十字花科蔬菜害蟲小菜蛾之黑殭菌製劑、嘉農企業股份有限公司開發枯草桿菌 KHY8 防治芒果黑斑病及光桿菌防治葉蟎、青農生物科技有限公司發展水稻及蔬果用之固氮溶磷菌群生物性肥料、桔園生技有限公司開發納豆菌及真菌發酵產物之新式飼料添加物、信東動物藥品股份有限公司發展黑酵母 β -葡聚醣於動物保健品、辰和科技藥業股份有限公司開發恩諾沙星 (Enrofloxacin) 微乳化注射液劑型技術等，以布局國內外動植物保健品市場。

在再生循環資材應用領域，國內每年產生的農產廢棄物總量約為 500 萬公噸，以掩埋（含就地翻耕）、焚燒、堆肥、製成飼料等處理方式為主，農產廢棄物再利用比率約 55%。國內業者如特克斯科技股份有限公司與行政院農業委員會臺中區農業改良場合作，以微生物技術搭配發酵設備，快速將禽畜糞便轉化為有機質肥料，並已於中國大陸及馬來西亞等布局國際專利；其他業者如雍元畜牧場開發農畜廢棄物資源化應用、靚水堂生物科技股份有限公司發展抗菌茶塑膠複合材、臺南市養豬協進會應用批次活性污泥法處理養豬廢水、酪多精生物科技股份有限公司以好氧微生物配合智慧型控制系統處理禽畜廢棄物等，乃應用生物科技以應用加值、節能減碳、零廢棄物為目標，不僅可創造產業優勢，亦促進我國循環農業之發展。

隨著國民生活品質提高，農業生產的目的已提升至吃得安全、健康，並且講究養身與延年益壽，為了滿足不同消費族群以及龐大市場的需求，國內

產業端整合相關農業技術，開發安全、具功效之「機能性產品」，如麥德凱生科股份有限公司開發具抗老化之菇類保健食品、科達製藥股份有限公司進行菇類抗憂鬱保健食品之開發、群悅生醫科技有限公司投入大花咸豐草機能性成分安全生產與萃取技術優化研究、奕青莊園研發機能性水稻產品、捷希生技股份有限公司開發香蕉及柳橙功能性膳食纖維技術等。此外亦有針對地方特產作物之保健產品研發，如星科生物科技股份有限公司進行餘甘子降血糖產品製程優化與量產、玉富生物科技股份有限公司開發東部地區保健作物之降血糖機能性保健產品研發、原茶工坊開發澎湖地區作物香菇茶飲品製程優化與產品研發、潤泉國際企業有限公司進行安全杭菊生產技術及多元化產品開發等。在外用產品部分，良楡植物素生化科技有限公司投入葵花籽皮膚保養產品製程優化技術、大江生醫股份有限公司從事臺灣紅藜抗老美容機能性產品開發、安芳美容科技股份有限公司建立愛玉子淨白機能性產品之製程優化及量產產品開發技術、蔻麗雅娜國際有限公司開發臺灣紅豆杉萃取液外用保養品及敷料產品等。產品開發上將結合產、官、學、研、醫，進行跨界合作開發，構築完備的生產端技術支援體系。

結語

面對全球貿易自由化趨勢，為維持我國農產業競爭力，行政院農業委員會長期投入資源強化我國農業生技產業發展，並研發創新技術以因應人均可耕地不足、氣候變遷、人口老化及資源匱乏等問題，目前國內農業出口產值約占國內生產值之 30.8%，顯示我國農業具高度潛能與未來發展性，若加上農業生技的發展及運用，將促使我國農業朝「進攻型農業」邁進，創造臺灣農業新價值。

AgBIO

| | | | |
|-----|----------|------------|------|
| 余祜暉 | 台灣經濟研究院 | 生物科技產業研究中心 | 總監 |
| 李盼 | 台灣經濟研究院 | 生物科技產業研究中心 | 專案經理 |
| 陳子婷 | 行政院農業委員會 | 科技處 | 技士 |
| 游舒婷 | 行政院農業委員會 | 科技處 | 技士 |