

2016 年全球基改作物發展概況

陳哲仁¹、張惠如²、周明燕²

一、前言

自 1996 年開啓基因改造 (Genetically Modified, 簡稱基改) 作物商業化栽培以來, 已邁入第 21 個年頭, 在過去的 20 年間已累積有 20 億公頃的基改作物種植面積, 其中半數為基改大豆、6 億公頃的基改玉米、3 億公頃的基改棉花以及 1 億公頃的基改油菜, 供應全球 74 億人口日常生活所需。研究指出: 面對 2050 年及 2100 年未來人口的增長預測, 在有限的耕地面積預估還需提高 50% 及 70% 的糧食產量, 才能滿足糧食需求, 這是生產上的巨大挑戰,

因此基改作物的使用仍是不可或缺的解決方案之一。本篇內容主要依據國際農業生物技術應用推廣協會 (International service for the acquisition of agri-biotech Application, ISAAA) 公布之資料為基礎, 整理 2016 年全球的基改作物概況提供各界參考。

二、2016 年基改作物栽植現況

根據 ISAAA 組織基改作物許可資料庫 (GM Approval Database, 截至 2017/06/19 為止) 全球共有 29 種作物計 493 件基改作物品系 (表一), 從國際間許可的基改品系用途 (不含花卉), 計有 1,777 項用於食品、

表一、全球基因改造作物品種與品項

作物別	基改品系數	作物別	基改品系數
<i>Zea mays</i> L. / 玉米	232	<i>Cucumis melo</i> / 洋香瓜	2
<i>Gossypium hirsutum</i> L. / 棉花	58	<i>Populus</i> sp. / 白楊	2
<i>Solanum tuberosum</i> L. / 馬鈴薯	47	<i>Rosa hybrida</i> / 玫瑰	2
<i>Brassica napus</i> / 油菜籽	39	<i>Cucurbita pepo</i> / 櫛瓜	2
<i>Glycine max</i> L. / 大豆	36	<i>Nicotiana tabacum</i> L. / 菸草	2
<i>Dianthus caryophyllus</i> / 康乃馨	19	<i>Phaseolus vulgaris</i> / 四季豆	1
<i>Lycopersicon esculentum</i> / 番茄	11	<i>Agrostis stolonifera</i> / 匍匐剪股穎	1
<i>Oryza sativa</i> L. / 水稻	7	<i>Solanum melongena</i> / 茄子	1
<i>Alfalfa</i> / 紫花苜蓿	5	<i>Eucalyptus</i> sp. / 尤加利	1
<i>Brassica rapa</i> / 油菜	4	<i>Linum usitatissimum</i> L. / 亞麻	1
<i>Carica papaya</i> / 番木瓜	4	<i>Prunus domestica</i> / 歐洲李	1
<i>Cichorium intybus</i> / 菊苣	3	<i>Capsicum annuum</i> / 甜椒	1
<i>Beta vulgaris</i> / 甜菜	3	<i>Triticum aestivum</i> / 小麥	1
<i>Saccharum</i> sp. / 甘蔗	3	<i>Petunia hybrida</i> / 矮牽牛	1
<i>Malus x Domestica</i> / 蘋果	3		

* 截至 2017/06/19 為止

¹ 種苗改良繁殖場生物技術課 助理研究員

² 種苗改良繁殖場生物技術課 副研究員

產業動態

1,238 項用於飼料以及 753 項獲得栽培許可。直到 2016 年底全球基改作物種植面積已達 1.851 億公頃，栽培面積再創歷史新高，較前一年度增長 3%，2015 年是迄今唯一栽培面積降低的年度，推論應該是受到原物料價格低迷而影響農民種植意願，綜觀整體發展仍是持續增長的趨勢。

全球共有 19 個開發中國家及 9 個已開發國家種植基改作物，基改作物於開發中國家種植 9,960 萬公頃，已開發國家種植 8,550 萬公頃，約有 1 千 8 百萬民農友參與種植基改作物 (圖 1)。基改作物主要栽種國家仍以美國 (39%) 及巴西為首 (27%) 為首 (表二)，前五大種植國家栽培面積占全

表二、2015-2016 年全球主要基因改造作物種植國家 (單位：百萬公頃)

	Country	2015	%	2016	%	+/-	%
1	USA*	70.9	39	72.9	39	2.0	3%
2	Brazil*	44.2	25	49.1	27	4.9	11%
3	Argentina*	24.5	14	23.8	13	-0.7	-3%
4	Canada*	11.0	6	11.6	6	0.6	5%
5	India*	11.6	6	10.8	6	-0.8	-7%
6	Paraguay*	3.6	2	3.6	2	0	0%
7	Pakistan*	2.9	2	2.9	2	0	0%
8	China*	3.7	2	2.8	2	-0.9	-24%
9	South Africa*	2.3	1	2.7	1	0.4	17%
10	Uruguay*	1.4	1	1.3	1	-0.1	-7%
11	Bolivia*	1.1	1	1.2	1	0.1	9%
12	Australia*	0.7	<1	0.9	<1	0.2	29%
13	Philippines*	0.7	<1	0.8	<1	0.1	14%
14	Myanmar*	0.3	<1	0.3	<1	0	0
15	Spain*	0.1	<1	0.1	<1	0.1	0
16	Sudan*	0.1	<1	0.1	<1	0.1	0
17	Mexico*	0.1	<1	0.1	<1	0.1	0
18	Colombia*	0.1	<1	0.1	<1	<0.1	<0.1
19	Vietnam	<0.1	<1	<0.1	<1	<0.1	<0.1
20	Honduras	<0.1	<1	<0.1	<1	<0.1	<0.1
21	Chile	<0.1	<1	<0.1	<1	<0.1	<0.1
22	Portugal	<0.1	<1	<0.1	<1	<0.1	<0.1
23	Bangladesh	<0.1	<1	<0.1	<1	<0.1	<0.1
24	Costa Rica	<0.1	<1	<0.1	<1	<0.1	<0.1
25	Slovakia	<0.1	<1	<0.1	<1	<0.1	<0.1
26	Czech Republic	<0.1	<1	<0.1	<1	<0.1	<0.1
27	Burkina Faso	0.5	<1	--	--	--	--
28	Romania	<0.1	<1	--	--	--	--
	Total	179.7	100	185.1	100	5.4	3.0

* Biotech mega-countries growing 50,000 hectares or more

** Rounded-off to the nearest hundred thousand or more

球面積 91%，主要集中在美洲地區。作物種類包括大豆 (50%)、玉米 (33%)、棉花 (12%)、油菜 (5%) 以及其他 (甜菜、苜蓿、木瓜、馬鈴薯、茄子以及櫛瓜) (表三)，在花卉方面則有日本已種植 6 年的藍色基改玫瑰及澳洲和哥倫比亞種植基改康乃馨。

據估計全球大豆種植面積中有 78% 採用基改品種 (91.4 百萬公頃)、棉花種植面積中有 64% 採用基改品種 (22.3 百萬公頃)、

玉米種植面積中有 26% 採用基改品種 (60.6 百萬公頃) 以及油菜種植面積中有 24% 採用基改品種 (8.5 百萬公頃) (圖 2)。而國內主要的非基改大豆進口國加拿大，大豆生產中就有 94% 面積是基改大豆品種，非基改大豆僅占 6% 的栽培面積。一般品種在抗除草劑、抗病性與抗逆境能力未有突破性改進前，可預期基改品種仍是大面積栽培與國際流通商品的主要類別。

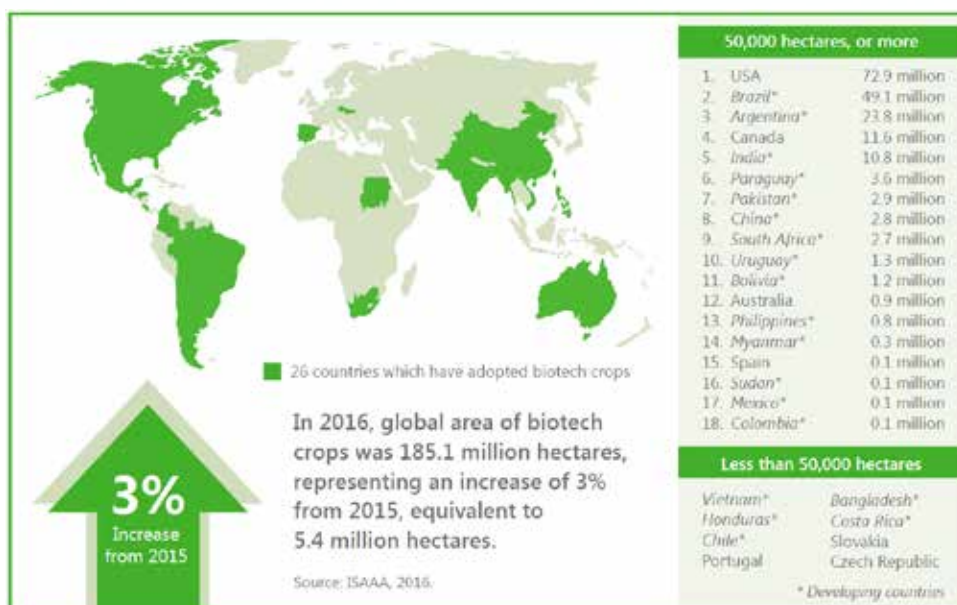


圖 1、2016 年全球基因改造作物種植國家分佈

表三、2015-2016 年全球主要基因改造作物種植面積 (單位：百萬公頃)

Crops	2015	%	2016	%	+/-	%
Soybean	92.1	51	91.4	50	-0.7	-1.0
Maize	53.6	30	60.6	33	+7.0	+13.0
Cotton	24.0	13	22.3	12	-1.7	-7.0
Canola	8.5	5	8.6	5	+0.1	+1.0
Sugar beet	0.5	<1	0.5	<1	0	0
Alfalfa	1.0	<1	1.2	<1	+0.2	+20.0
Papaya	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Others	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Total	179.7	100	185.1	100	+5.4	+3.0

三、基改作物種類

提高作物除草劑及害蟲之抗性一直是農民的主要需求。有高達 47% 的基改種植面積是具有除草劑抗性的，而隨著產品與技術的開發，有越來越多同時改變 2 個以上的特性的複合品系 (stacked) 被種植，2016 年新增了 29% 複合品系種植面積，多於抗除草劑和抗蟲基改作物減少面積的總合 (圖 3)。基改作物品系的選擇已邁入第三代。第一代基改作物 (1996-2005 年) 主要改變單一性狀，如提升除草劑抗性或具有抗蟲特性；第二代基改作物 (2006-2015 年) 則是進一步將不同基改品系組合成複合品系，同時強化不同性狀，以減少生產成本及簡化耕作流程，就我國衛福部許可品系為例，同時有 6 種不同的單一品系組合在一複合品系中；自 2016 年進入第三代的基改作物應用，不再僅談生產成本，更強調營養健康與產品品質，例如高不飽和脂肪酸和具有 omega-3 脂肪酸大豆、低還原醣和油炸後減少致癌物產生的馬鈴薯以及切開不褐化可延長櫥架壽命的蘋果，即日起都將陸續出現在大眾的消費選擇中。此外，新一代的基因編輯 (gene edit) 修飾作物也已經上市，基因編輯修飾技術不再導入其他物種的外源基因，以專一性的 DNA 修飾達到性狀改變目的，在特定使用方式下，美國及加拿大並不將基因編輯修飾作物視為基改作物，不過歐盟以

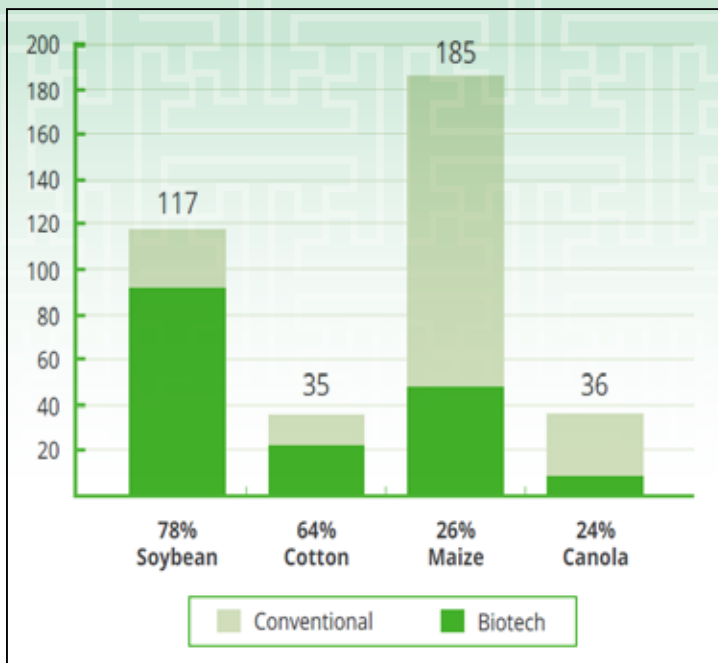


圖 2、2016 年全球四大基因改造作物栽培面積比重 (單位：百萬公頃)

及鄰近的日本，對於基因編輯修飾作物是否該視為基改或傳統作物仍未有定論，未來發展值得我方持續關注。

物 (2006-2015 年) 則是進一步將不同基改品系組合成複合品系，同時強化不同性狀，以減少生產成本及簡化耕作流程，就我國衛福部許可品系為例，同時有 6 種不同的單一品系組合在一複合品系中；自 2016 年進入第三代的基改作物應用，不再僅談生產成本，更強調營養健康與產品品質，例如高不飽和脂肪酸和具有 omega-3 脂肪酸大豆、低還原醣和油炸後減少致癌物產生的馬鈴薯以及切開不褐化可延長櫥架壽命的蘋果，即日起都將陸續出現在大眾的消費選擇中。此外，新一代的基因編輯 (gene edit) 修飾作物也已經上市，基因編輯修飾技術不再導入其他物種的外源基因，以專一性的 DNA 修飾達到性狀改變目的，在特定使用方式下，美國及加拿大並不將基因編輯修飾作物視為基改作物，不過歐盟以

四、基改作物產值

2016 年全球基改種子產值 158 億美元，較前一年度增長 3%，與栽培面積增長相當，約莫佔全球商業種子市值 35%，而終端產品收入約為種子售價的 10 倍。在基改作物的前 20 年創造高達 1,678 億美元收益，其中 28% 來自於降低田間耕作、殺蟲劑使用以及勞動力的生產成本，另外 72% 源自於產量增加，20 年間共有 5.74 億公噸的農產品生產，單 2015 年即有 154 億美元收益與 6,580 公噸的農產品。使用抗除草劑和抗蟲基改品種，有助減少直接和間接的蟲害損失，研究指出以 2014 年基改大豆為例，評估顯示提高 9.4% 產量，此外，

在水稻、小麥以及馬鈴薯這三項的糧食作物也已開發抗病、抗蟲、提高產量與減少損耗的基改品種。另一項的研究報告指出基改作物可以減少 37% 的殺蟲劑施用、增加 22% 的產量以及提高農民 68% 收益。雖然基改作物對開發中與已開發國家農民有正面助益，但開發中國家種植面積高於已開發國家 8%，收入卻僅占基改作物總收益的 28%，多數的獲利 (72%，含智財收入) 還是由少數種子公司與國家寡佔。

五、基改作物的安全性檢討

2016 年是一個重要的一年。基改黃金米是公益性基金會爲了改善非洲艱困地區的兒童營養並拯救生命，贊助國際稻米研究中心開發的產品。位於菲律賓的黃金米隔離試驗田遭到綠色和平組織人員侵入搗毀，引發學界強烈反彈，由 124 位諾貝爾醫學、化學、物理學得獎者爲主與經濟、文學以及和平獎得主連名支持基改作物，並呼籲綠色和平組織立即停止本案黃金米毀損與其他基改作物的干擾作爲。同年也有包括美國國家科學院、法國科學院、英國皇家醫學組織以及世界衛生組織等多個聲譽顯赫專業國際學術團體，皆提出聲明指出，在基改作物第一個 20 年，基改作物各種表現與傳統作物無異，對人體健康沒

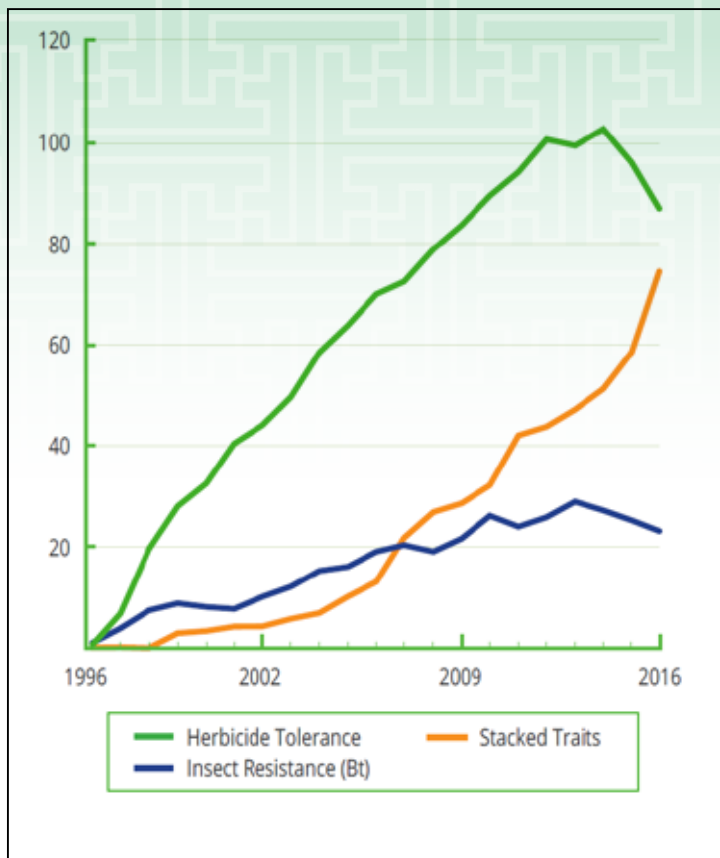


圖 3、2016 年全球基因改造作物特性利用情形

有可實證的不良影響，是學研界目前最具體客觀的共識。

六、結語

基改作物的種植面積受到國際原物料價格、生質燃油需求、飼料需求、環境條件與國家政策等多方因素影響，且種植作物的種類與品系受到主要栽培國家選擇而呈消長。由於我國並未許可任何的基改作物種植，且大量仰賴進口大宗穀物，因此，對於國內栽培與進口農產品品質監控需要持續執行，以確保達成非基改大糧倉政策目標。