

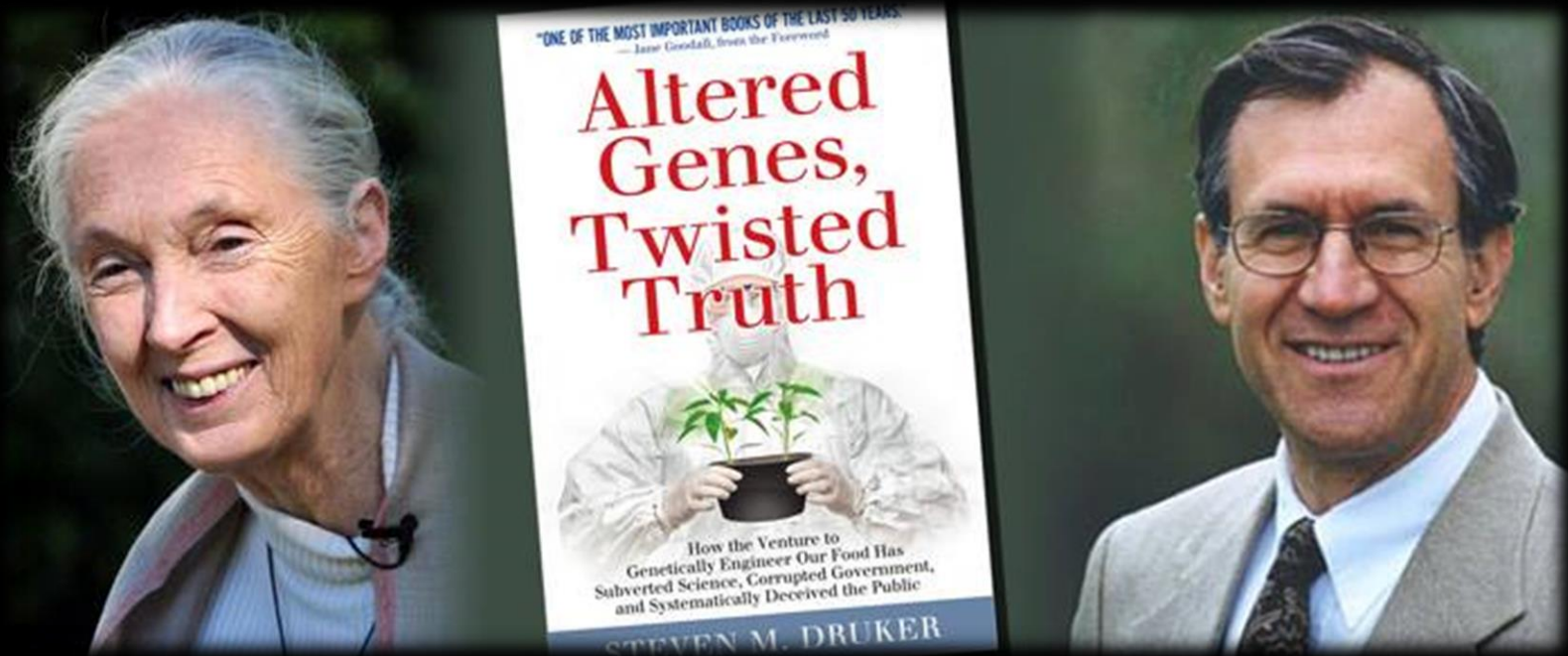
交大科法學院跨領域座談會 2015-07-10
「基因改造科技與基因改造食品之管理」

基因改造產品的 科學、經濟與社會省思

台灣大學農藝學系
郭華仁

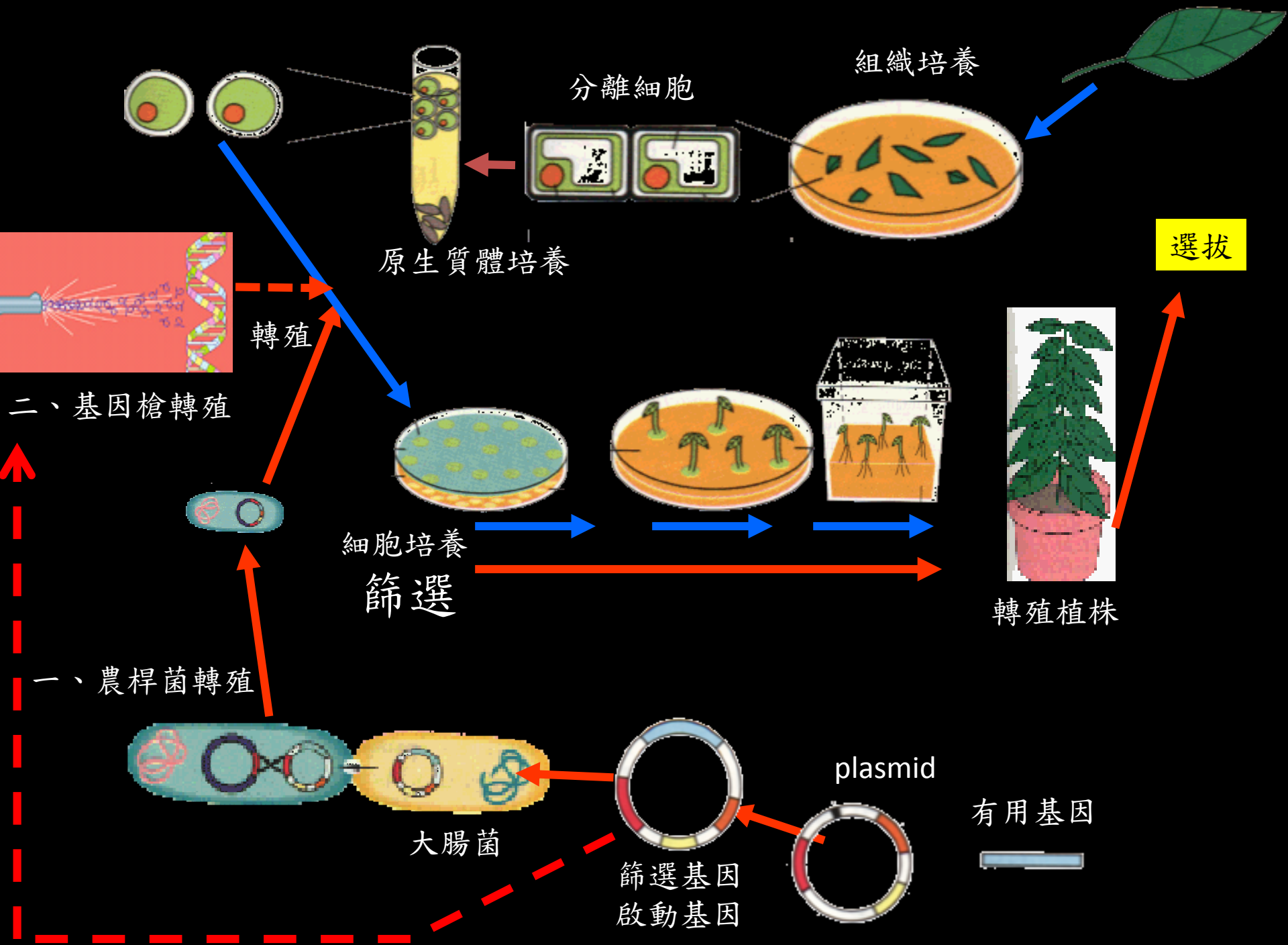
Steven M. Druker: 公益律師，現任Alliance for Bio-Integrity副主任

- Juris Doctor, 1969 – 1972, School of Law, University of California, Berkeley
- B.A., Philosophy Major, 1964 – 1968, University of California, Berkeley



2015-03-20

珍·古德女爵士序新書《變造的基因.扭曲的真相》：「五十年來最重要書籍之一，是關心地球生物、後代子孫的人都要看的一本書。作者Steven Druker是為勇者，有資格獲得諾貝爾獎。」





選拔

$T_1, T_2 \sim T_5$
轉入基因穩定地表現

An event 轉殖項

申請專利

田間評估試驗

食品安全試驗

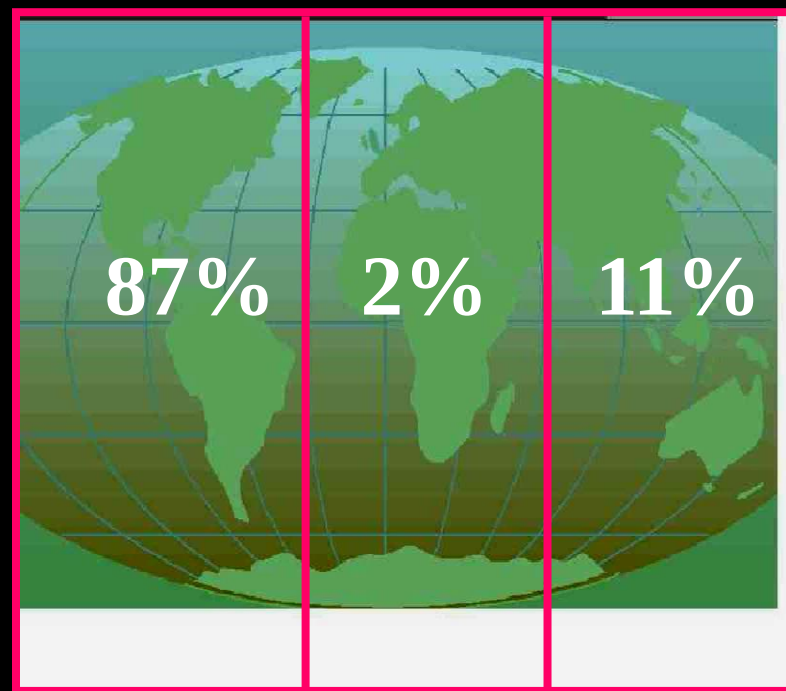
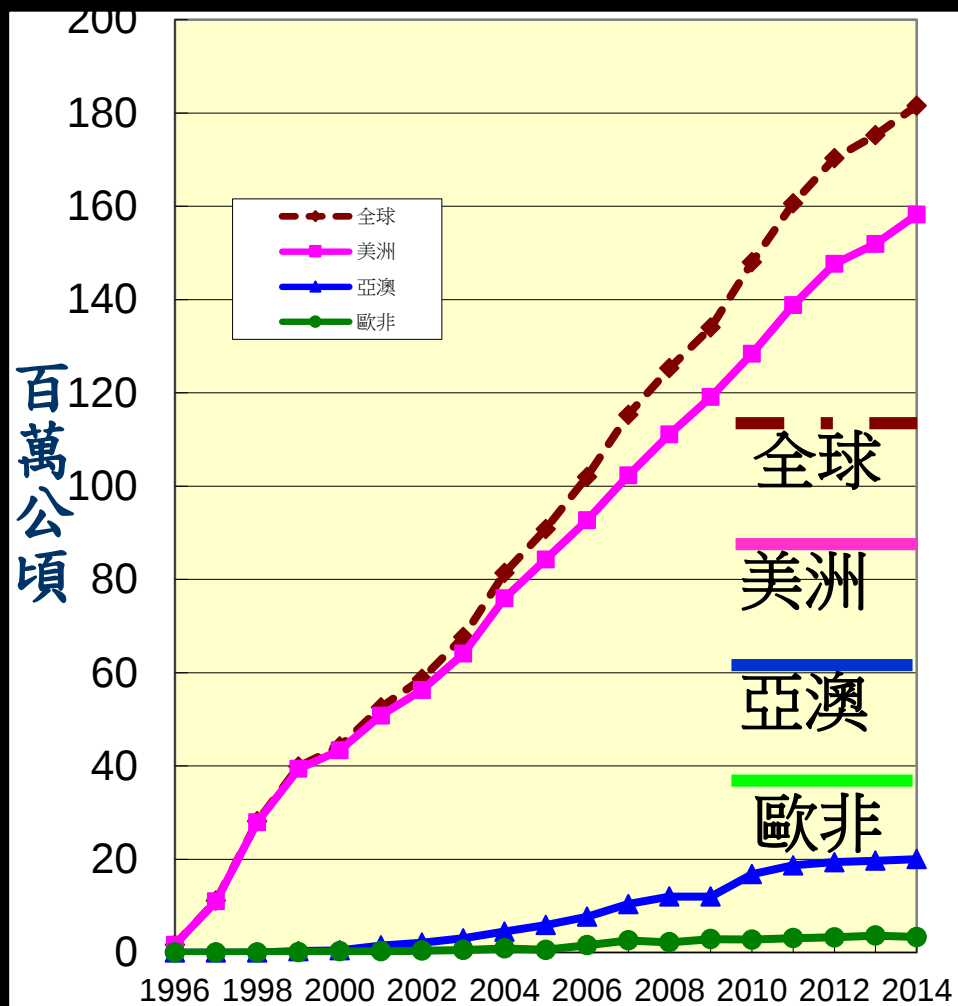
- 外源基因
- 新的蛋白質
- 啟動基因
- 篩選基因

通過

商業販賣

回交至其品栽培品種

基改作物全球面積 by Continents (%)

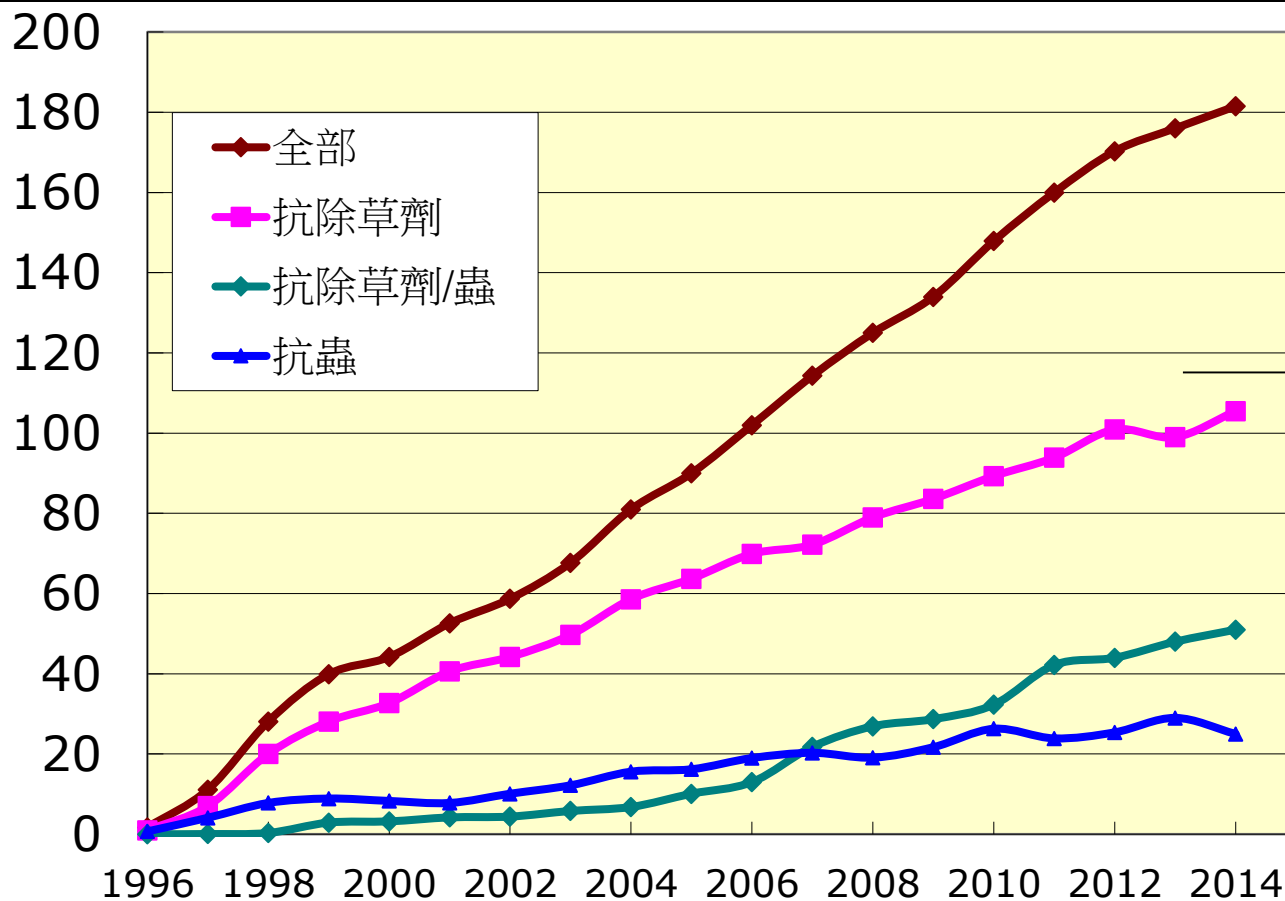


(數據來自 C. James, 2015)

C. James 2015 Global status of commercialized biotech/GM Crops: 2014. ISAAA Briefs 49-2014, International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications, Ithaca, NY.

基改作物全球面積 by trait (millions of hectares)

百萬公頃



1.815億公頃

~99.9 %

抗除草劑 58.1%

抗蟲/除草劑 28.1%

抗蟲 13.8%

(數據來自 C. James, 2015)

基改作物的政治經濟學

基改研發需要花大錢

Goodman M & Carson M (2000) Reality vs. myth: Corn breeding, exotics, and genetic engineering. *Proc. of the 55th Annual Corn & Sorghum Research Conference*, Chicago, IL. 55: 149–72.

Table 5. Relative costs of development of an exotic line vs. a transgenic line.

	Exotic	Transgenic
Choice of Source/Discovery	14,000	1,000,000
Breeding/Modification	38,000	100,000
Efficacy Testing		50,000
Transformation of Model Species		50,000
Construct Comparisons		50,000
Maize Transformation		50,000
Backcrossing		1,200
TOTAL COSTS	52,000	1,301,200

不包括以下費用：

種原取得、品種權/專利授權費、健康/環境風險評估費

Table 3. Total time required before sales can safely begin.

Exotic

12 Seasons, 9 of which must be summer.

Transgene:

16 Seasons, 6 of which must be summer.

CONCLUSION:

Both approaches require 10 years minimum, if no complications are encountered.

Table 4. Why must a new transgene require more than a decade for deployment?

1. Gene product expression must be optimized
2. Multiple constructs must be developed, transformed, and tested (often in *E. coli*, tobacco or *Arabidopsis*).
3. Toxicity/allergen testing must be done.
4. Six seasons of backcrossing (the potential exists to reduce this to 3 by Marker Assisted Selection) to various elite lines must be completed, accompanied by performance trials of lines on a *per se* basis.
5. Various USDA/EPA/APHIS and perhaps FDA regulatory hurdles must be overcome. (Allow a minimum of 1 year, if non-controversial; 5 years *minimum* otherwise - remember Star-Link).
6. If customer satisfaction is to be protected and legal liabilities minimized, standard and customary product testing must follow prior to sales. (This means 3 years of multiple-location small plot trials of each potential transgenic hybrid and two years of widespread strip trials).

基改研發需要時間長

公司	轉殖項	48 玉米	18 油菜	16 棉花	9 大豆	7 小麥	6 番茄	5 水稻	4 馬鈴薯	3 甜菜	1 向日葵	1 鷹嘴豆
Monsanto	40	18	5	7	2	1	2	0	4	1		
Bayer CropSci.	22	5	10		4			2		1		
Pioneer Hi-Bred	11.5	7	3	0.5	1							
BASF	11	1				5		3			1	1
Syngenta Seeds	11	10		1								
DOW AgroSci.	8.5	4		4.5								

6家(18%)

104(78%)

33家

133

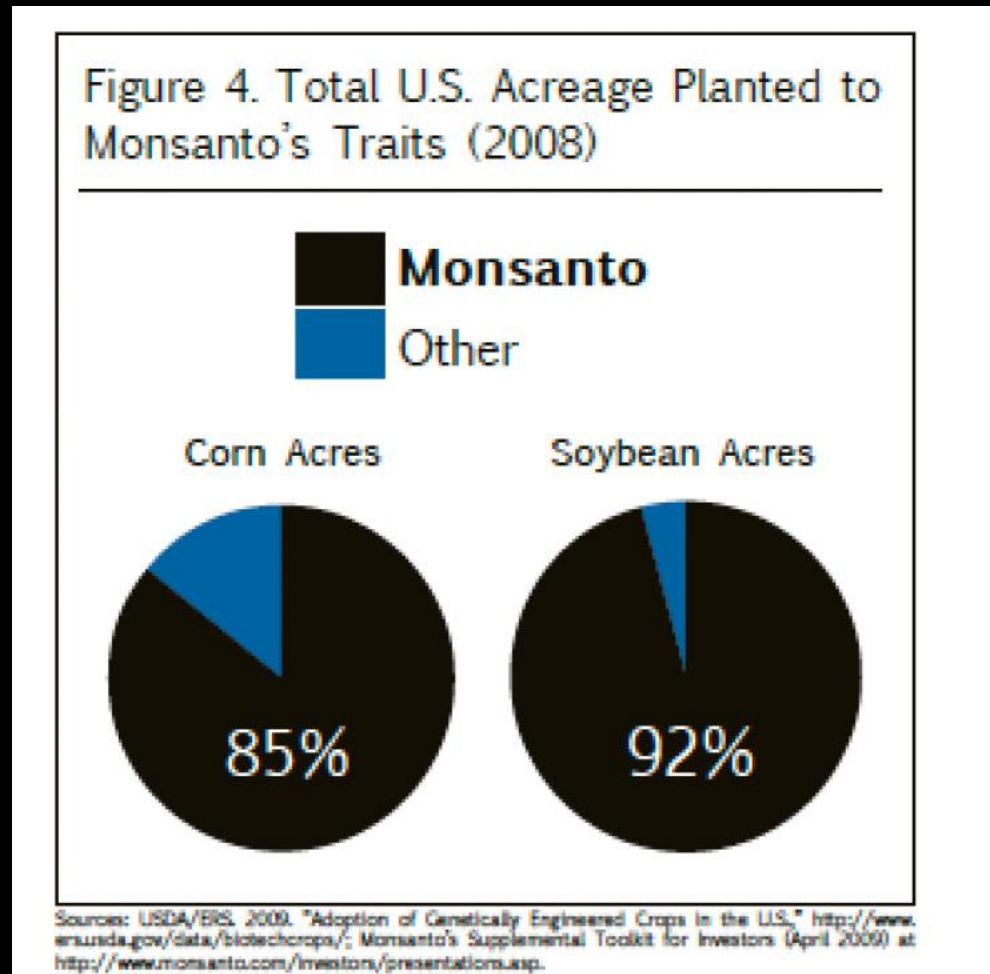
石竹、南瓜3

菸草2

木瓜、甜瓜、苦苣、苜蓿、匍莖翦股

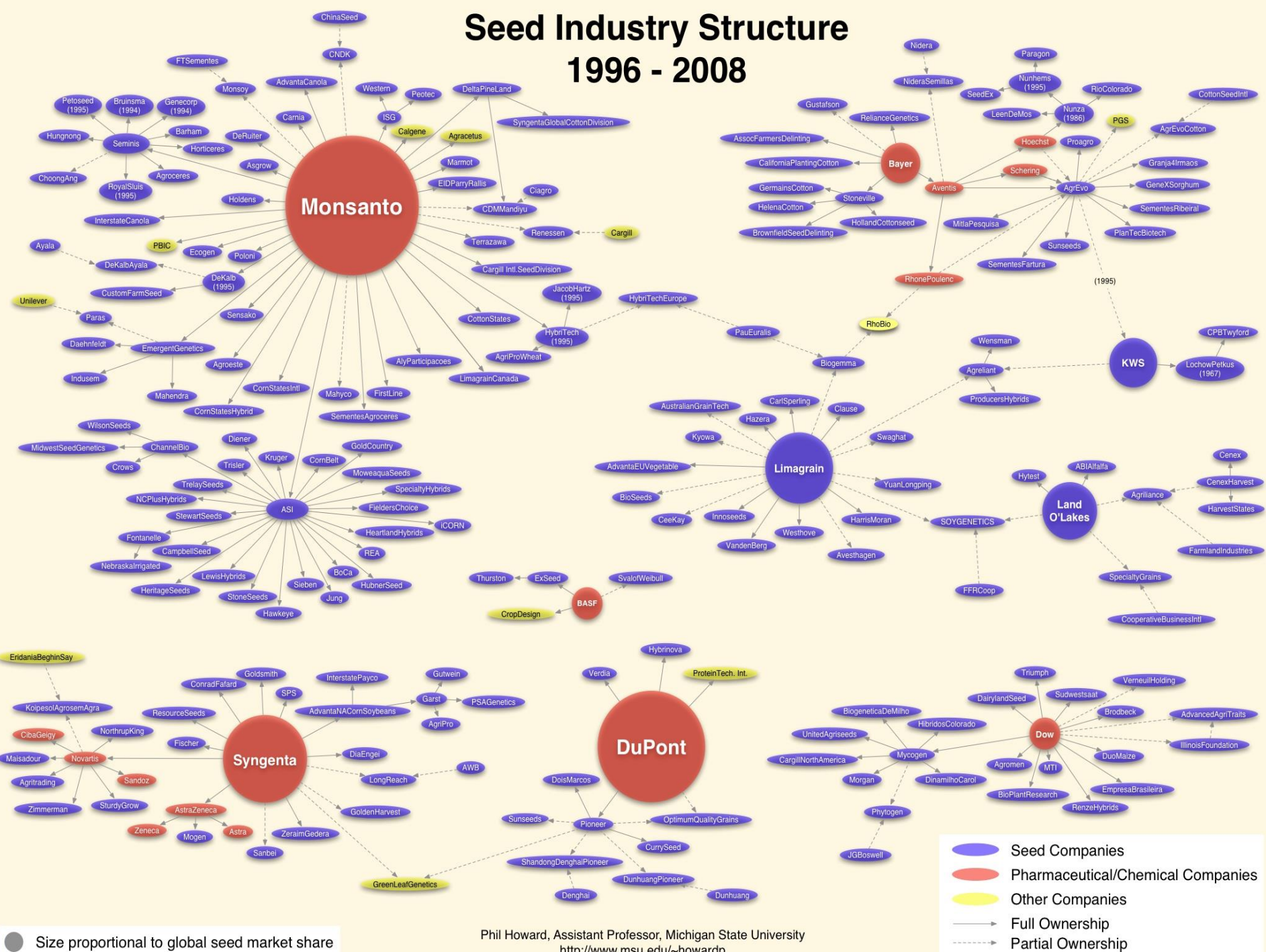
穎、李子、亞麻 1

基改種子市占率 (USA)



C. Then 2013 20 Years of commercial cultivation in the United States: a critical assessment. Testbiotech, Munich.

Seed Industry Structure 1996 - 2008



孟山都保護條款

H.R. 933決議案 Section 735

即使法院依法裁定某基改種子有健康風險，不得種植，企業仍然可以要求暫時種植，讓公司有時間完成審核程序。

THE MONSANTO PROTECTION ACT

SENATOR BARBARA
MIKULSKI (D-MD)



(202) 224-4654

SENATOR DEBBIE
STABENOW (D-MI)



(202) 224-4822

SENATOR MARK
PRYOR (D-AR)



(202) 224-2353

These Senators worked diligently to slip this rider into the Agricultural Appropriations Bill, without appropriate review by the Agricultural or Judiciary Committees. Congress then voted yes to the entire Act, in order to 'avert a government shutdown'.

The biotech rider, aka The Monsanto Protection Act, assists **Monsanto, Syngenta, Dow Agrosciences, BASF, Bayer, and DuPont.**

OccupyWallStreet on Facebook



I SIGNED IT ON MARCH 26, 2013

2010年美國法院認為孟山都基改甜菜的審核，環境風險評估沒做好，判決立即停止生產種子。但美國農部不予理會，還是允許種植，所持理由是美國甜菜種子97%都是孟山都所販賣，因此若禁止孟山都生產基改種子，美國農民將無甜菜種子可以種。

基改作物經政府審核
食品安全無虞？

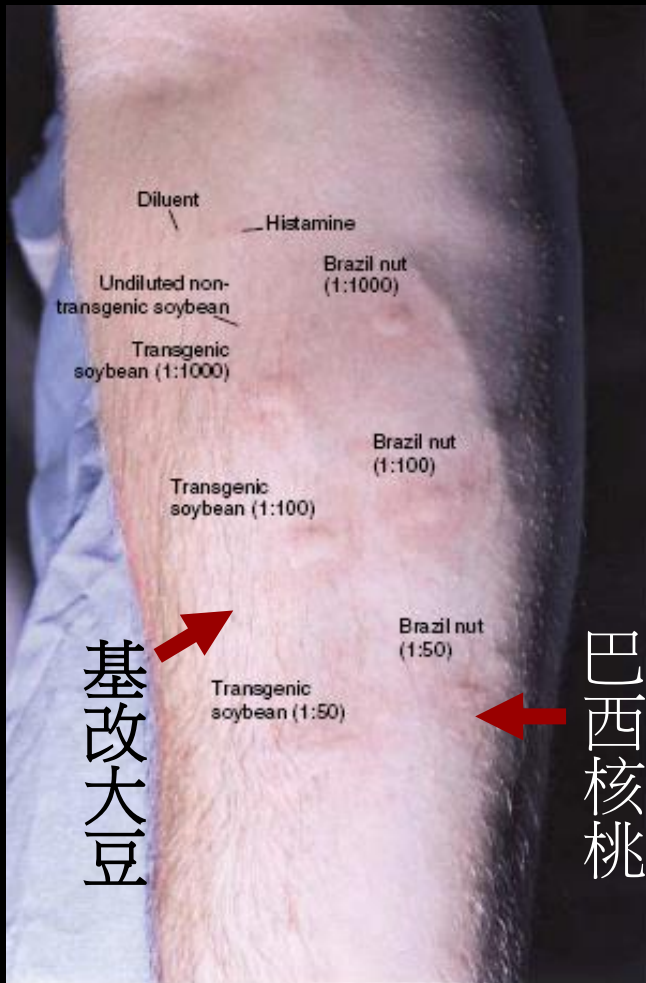
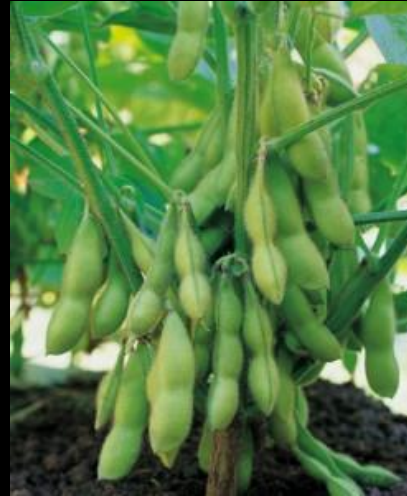
Pioneer Hi-Bred International (DuPont)

甲硫胺酸

大豆



巴西核桃



Nordlee *et al.*, 1996 Identification of a Brazil-nut allergen in transgenic soybeans. *New England Journal of Medicine* 334: 688-92.

- 1938: 美國訂立食品、藥物與化妝品法(FFDCA, Federal Food, Drug, and Cosmetic Act)
- 1958: 食品添加劑修正案(Food Additive Amendment)

先假設添加物有害，要求業主提供證據證明無害，方能核准販售使用。該修正案有但書，若一般認為無害者 (GRAS, generally recognized as safe)，得以免除證明。

21 CFR Sec. 170.30(b): 若經過嚴格的科學程序確定為安全，且得到專家們的共識者，亦不用依法證明。所謂一般認為，**需要基於已發表的研究**。

- 1986 雷根政府推出：生物科技規範整合架構(Coordinated Framework for Regulation of Biotechnology)

其理論基礎是認為基因改造技術與傳統育種沒有兩樣，因此是安全的，不需特別管制。然而這個行政命令畢竟無法律位階，因此依法還不能對基改生物鬆綁。

- 1991 FDA設置了政策委員會，並且聘任孟山都公司的人馬Michael Taylor擔任副主委。
- 1992 FDA推出：由新植物品種衍生食品之政策聲明(Statement of Policy: Foods Derived from New Plant Varieties

將基改作物所產生的新物質視為添加物，但是否可算為無害的**GRAS**，則讓廠商根據FDA提出的準則去自行檢測。根據檢測結果**若廠商認為符合GRAS，告知FDA後該產品就不用再做任何管制，包括不用標示。**

此宣示一方面讓基改食品容易過關，另一方面又維持政府依法評估，有在照顧消費者健康的假象。

實則廠商只提供報告書給FDA，FDA**並沒有**要求廠商提供**原始試驗數據**，也沒有要求其報告需要**事先發表**，明顯違反食品添加劑安全性的法律規範。

FDA署內科學家對於「基改食品符合GRAS」相當
有意見

<http://biointegrity.org/24-fda-documents>

微生物專家 Dr. Louis Pribyl、
毒物學小組的 Dr. E.J. Mathewa、
添加物評估分組的 Dr. Carl B. Johnson、
獸醫用藥中心主任 Dr. Gerald B.
Guest、

以及食品化學技術組等。

- 1998: Steven Druker 與Alliance for Bio-Integrity八位教授連袂
狀告FDA違法與罔顧人民健康。



Colleen Kollar-Kotelly
District Court for the District of Columbia

Judge Colleen Kollar-Kotelly

- 採簡易判決(summary judgment)：沒有事實爭議，只有法律爭議。
- 主要爭議「FDA的認定基改食品為GRAS是否合法」

根據行政法，只能就1992年FDA認定基改食品屬於GRAS，當時的證據來判決FDA當年是否違法，因此原告八位學者在1998年所提的證據在法律上乃為無關。

- 針對FDA內部研究人員的反對意見報告書

FDA的研究人員「官階不夠高」，高層文官不需根據其意見來做決策。

FDA認定基改食品是否安全的試驗準則

- 針對轉殖基因所產生毒蛋白是否具有致過敏性，做法是培養該基因來源的細菌，萃取出毒蛋白，加入非基改飼料。試驗時間不超過3個月。

有重大缺失

理論基礎: One Gene One Enzyme

轉殖基因具有目的外的其他作用

- 多數基因具多效性 (pleiotropic)，可能產生其他未知作用
- 許多蛋白質具有多項活性
- 大多號稱無用基因(junk DNA)都能被轉譯，所得RNA可能具複雜的控制功能
- 同一基因在細菌上與在真核物體上，所產生的蛋白質不盡相同
- 因此隨機插入的轉殖基因，再加上旁邊的啟動基因，可能產生未知的作用

商業化生產基改作物的不良經驗

- 增加農藥的總用量
- 造成超級雜草與超級害蟲
- 造成偷種事件
- 造成汙染事件
- 造成專利糾紛
- 造成第三世界國家小農受害

美國1996-2011年除草劑多用 2億3900萬公斤
殺蟲劑少用 5600萬公斤

Benbrook, C.M. 2012 Impacts of genetically engineered crops on pesticide use in the U.S. -- the first sixteen years.

Environmental Sciences Europe 24: 24. doi:10.1186/2190-4715-24-24

超級雜草
超級害蟲



超級雜草：刺莧的直莖變粗

美國1996年開始種三大基改作物後，除草劑用量的增長

Figure 6. Total Glyphosate Applications on Corn, Cotton, Soybeans
(IN MILLION LBS)

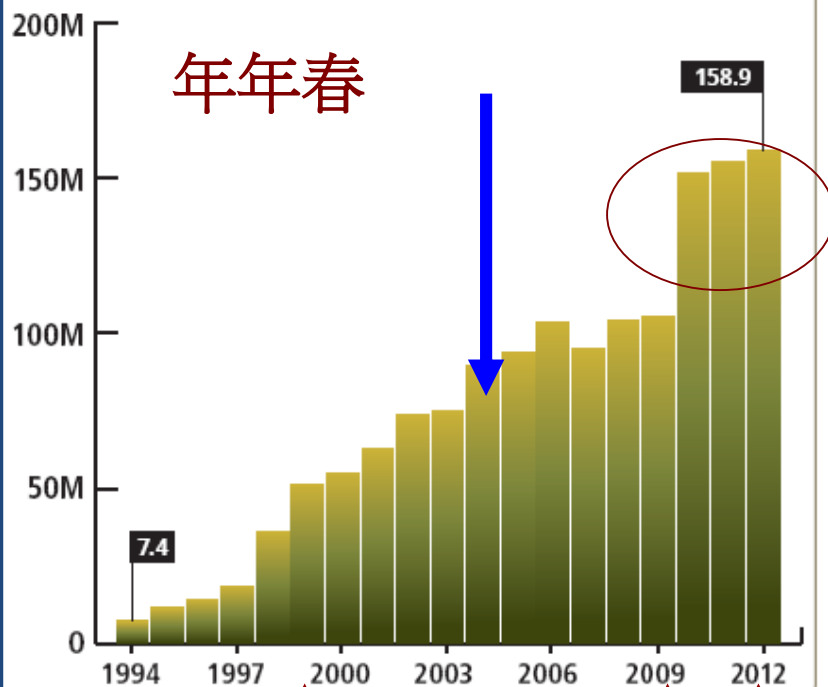
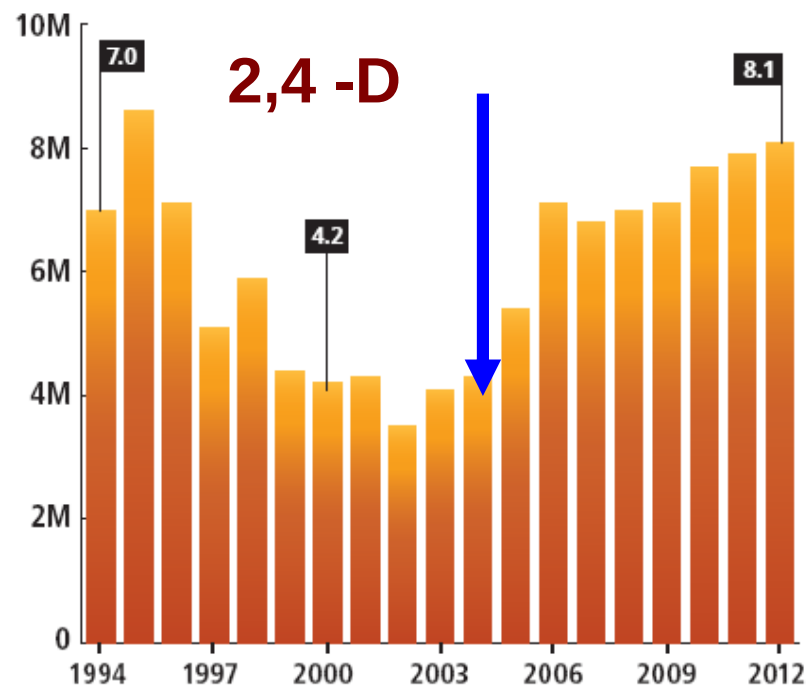


Figure 7. Total 2,4-D Applications on Corn, Cotton, Soybeans
(IN MILLION LBS)

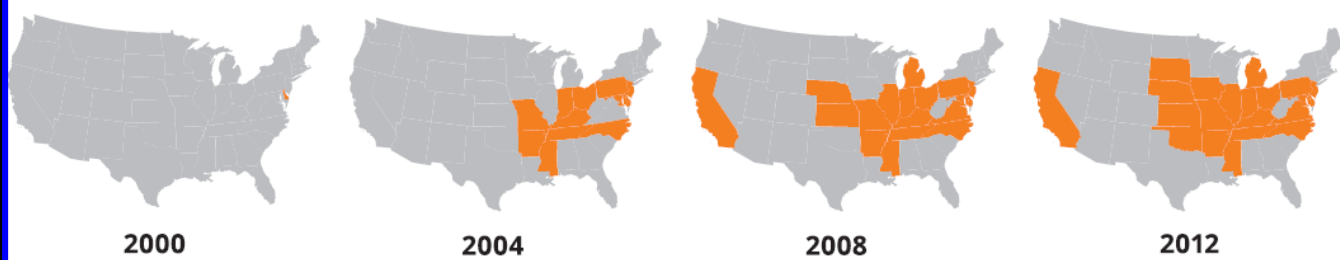


55%

90%

92%

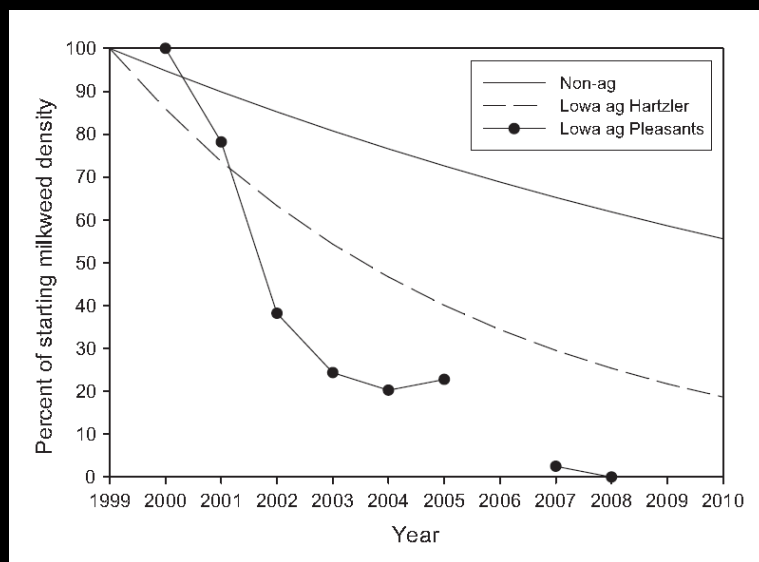
基改黃豆佔有率



抗年年春雜草
出現地區

Food & Water Watch,
2013

帝王斑蝶



ppm

2014/1 ~ 2015/3 進口黃豆批的嘉磷賽殘留量(食藥署數據)

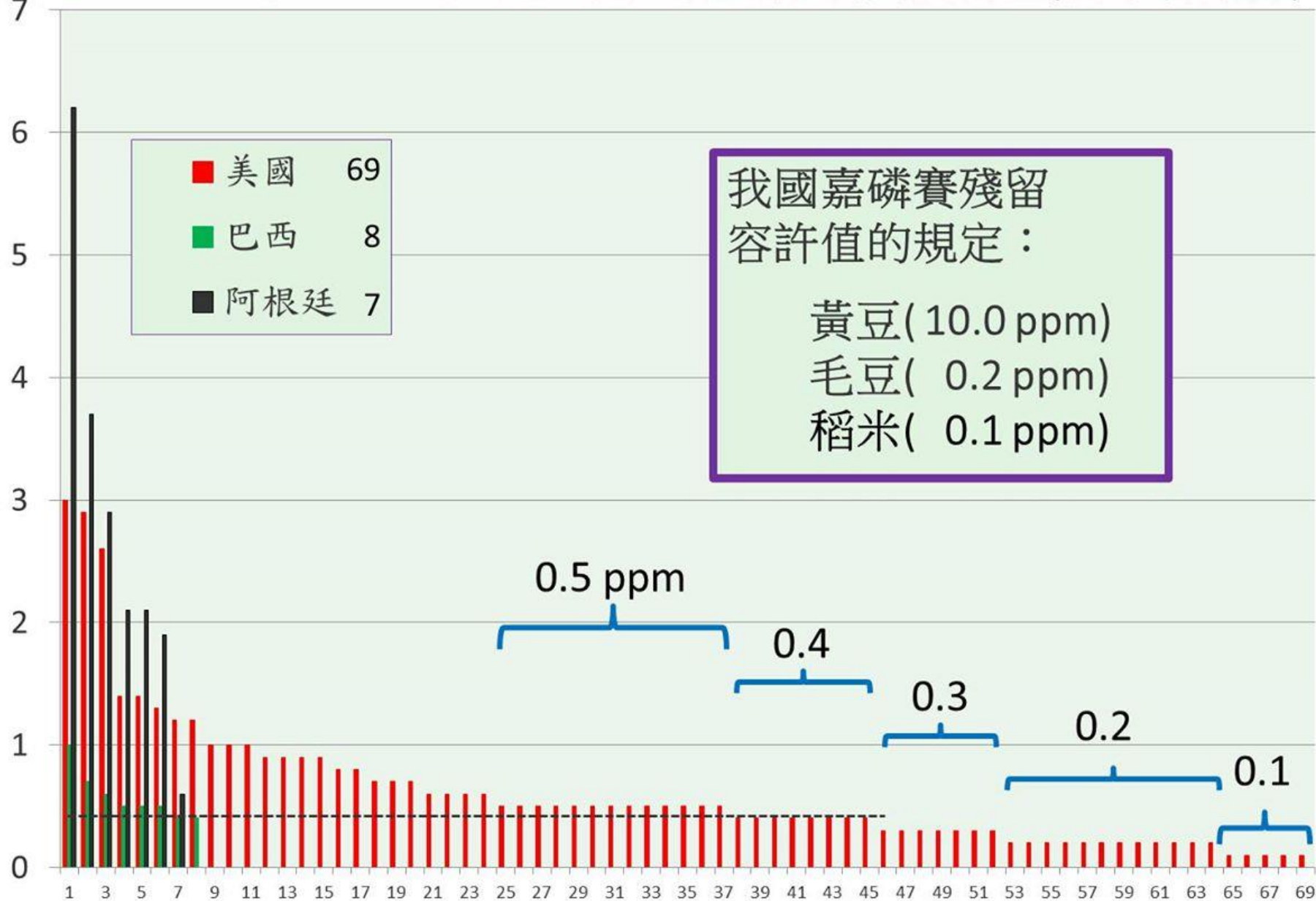
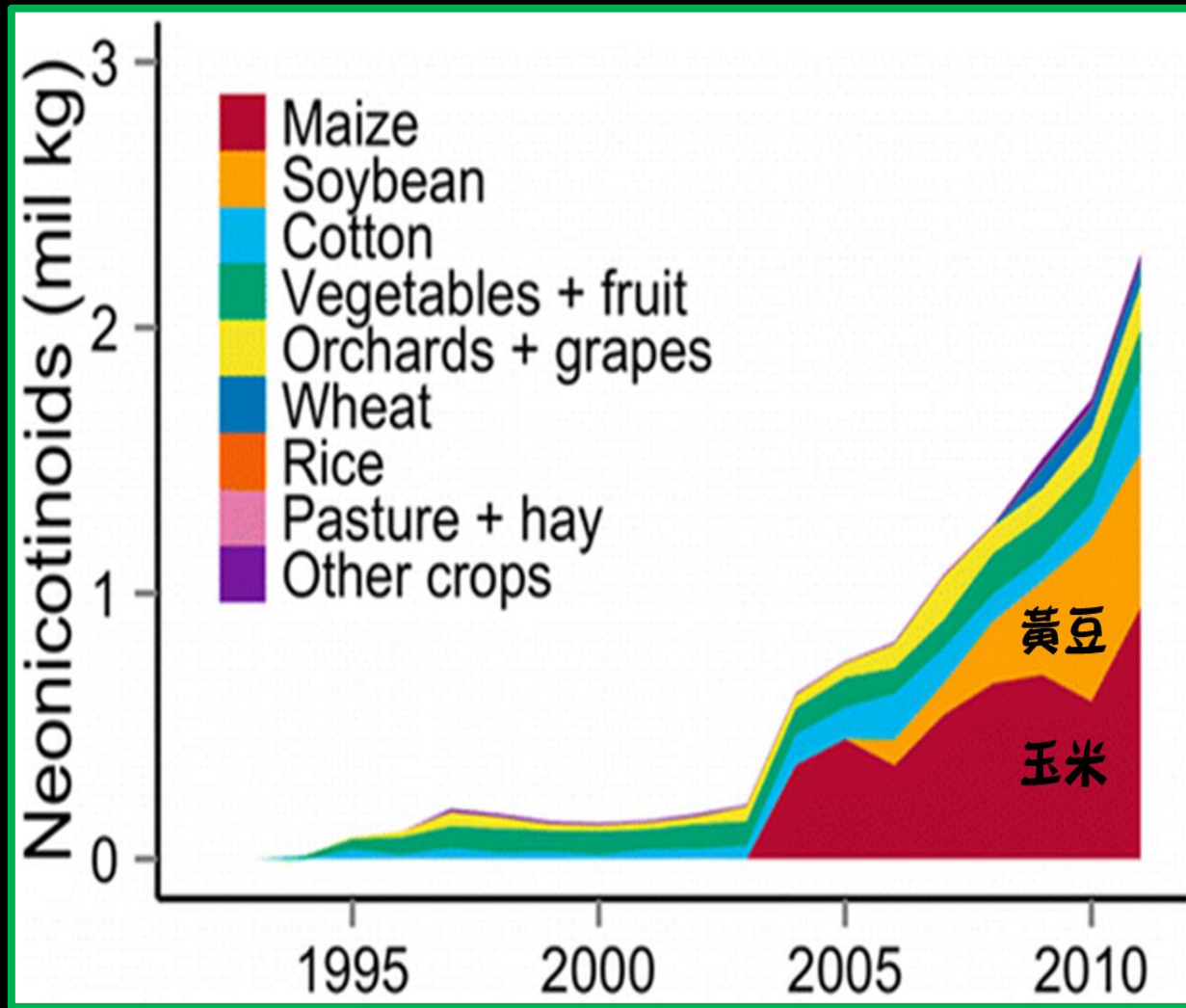


Figure 5: Bt-resistant Insects Across the Globe



Network, Canadian Biotechnology Action, *et al.* 2015 Are GM crops better for the environment? CBAN, Ottawa.

近十年美國基改作物田間差蟲劑用量大增



基改藥廠將種子裹了類尼古丁農藥粉出售。當然種子裹藥粉的錢就轉嫁給農民了。農民其實也無法拒絕，因為要種基改種子就得買裹了藥粉的。

Douglas, R.D. and J.F. Tooker 2015 Large-scale deployment of seed treatments has driven rapid increase in use of neonicotinoid insecticides and preemptive pest management in U.S. field crops. *Environ. Sci. Technol.*, 2015, 49: 5088–5097.

引起紛爭的基改汙染、偷種事件

2000-2013 玉米：美國 Starlink基改玉米事件

Aventis 損失在 1億到10億美元，後來被拜耳併購

2002-2003 玉米：美國 Prodigen製藥基改玉米事件

2004-2006 玉米：美國 Bt10基改玉米事件

Syngenta 判賠37.5萬美元

2006-2011 稻米：美國基改稻米 LLRICE 601事件

Bayer 判賠7.5億美元

2013-2014 小麥：美國基改小麥事件

Monsanto 損失275萬美元

2009-2012 亞麻：加拿大 Triffid亞麻事件

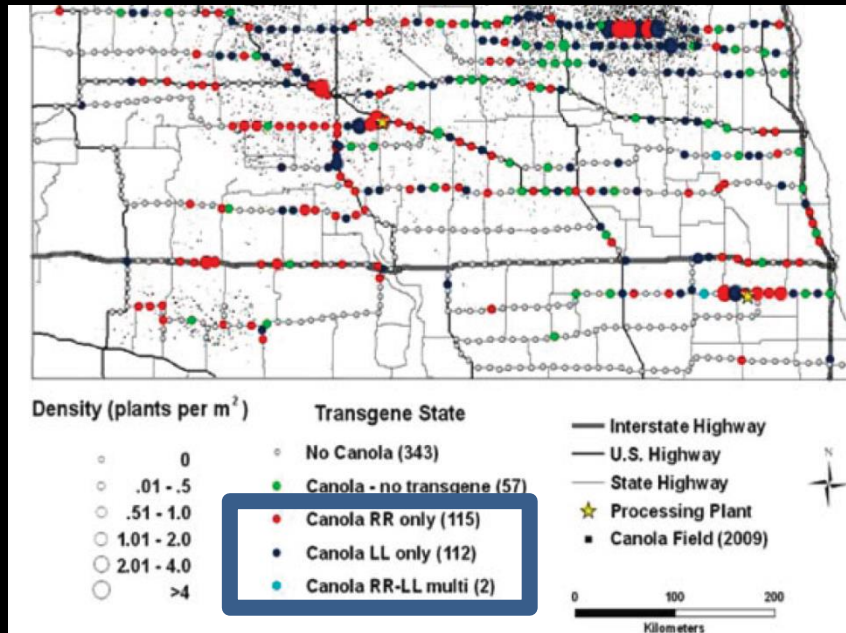
2005-2014 稻米：中國基改稻米 Bt63違法偷種事件

2009-2010 木瓜：中國基改木瓜違法偷種事件

2003-2008 木瓜：台灣木瓜違法偷種事件

2003-2008 木瓜：泰國基改木瓜違法偷種事件

油菜：美國北達科達州



玉米：墨西哥



瑞士：油菜



Bauer-Panskus *et al.*, 2013 Transgene Escape: Global atlas of uncontrolled spread of genetically engineered plants. Testbiotech, Munich.

基改作物專利引起的紛爭

專利：孟山都 vs 美國農民

- ◆ 到2012-08孟山都提出142件農民侵權/違反協定訴訟案，涉案農民410位，農民企業56家。
- ◆ 定案有72件，孟山都獲賠總額為\$ 23,675,821。(最少者5,600美元；最高者3,052,800美元。
- ◆ 向農民提出索賠的案件(未上法院)約3,000件。
- ◆ 私下和解金約120,594,230美元。

Center for Food Safety 2012 *Monsanto v. U.S. Farmers*
2012 Update. CFS, Washington, DC.

企業大肆進軍南美洲
小農原住民被迫離家
廣種基改黃豆做外銷

受苦的是廣大農民

沙
戮
農
場

殺戮農場：餵養企業化農場的戰爭(The Killing Fields - the battle to feed factory farms)



YouTube 紀錄片

Food and Water Watch et al., 2009 *Killing Fields: The Battle to Feed Factory Farms*.

《願祢受讚頌： 眷顧吾等居所》



ENCYCLICAL LETTER
LAUDATO SI'
OF THE HOLY FATHER
FRANCIS
ON CARE FOR OUR COMMON HOME

- 基改作物即使對某些地區有經濟上的好處，但不應忽視其缺失。
- 許多地區在引入基改作物後，讓農業生產集中於少數人之手，多數的小農逐漸消失，他們失去耕地，無法繼續務農，被迫搬入都市簡陋居所，當臨時工辛苦過活。
- 廣種基改作物破壞複雜的農地生態系，降低生產多樣性，並且傷害到目前與將來的地方經濟。
- 在若干國家基改作物讓大公司壟斷種子與其他農用資材，不能留種使得農民更形無法自主。
- 基改議題相當複雜，應有足夠的經費來進行不受大公司控制的、跨領域的研究，來探討各層面的影響。

郭華仁 

whjkuo@ntu.edu.tw

台灣大學 農藝學系

種子研究室

<http://seed.agron.ntu.edu.tw>

<http://gmo.agron.ntu.edu.tw>