

基因改造：必要之惡？——企業、政府與消費者的「三體運動」

投稿類別：生物類

篇名：

基因改造：必要之惡？——企業、政府與消費者的「三體運動」

作者：

高柏瑋。武陵高中。高一 1 班

葉永濬。武陵高中。高一 1 班

指導老師：

呂靜如老師

壹●前言

一、研究動機

在普通高中基礎生物課本中，迎接高二學生的第一個主題便是分子生物學。分生不但是現代生物學的核心基礎之一，歷史上更是讓生物脫離本質主義（Essentialism）傳統的重大里程碑。由於班制特殊，我們有幸在高一便得以初窺分生的奧秘。而在分生的國度中，我們最感興趣的便是分子生物學在生活中最常見最直接的應用——「基因改造」。

武陵高中在每年秋天總會舉辦書展，展出許多能激發學生社會關懷和科學素養的書籍。在一次偶然的機會下，我們發現了《基改追追追》這本探討台灣基改的科普書(書目資料附於引用文獻)。此書以獨到的觀點分析了基改在台灣의現狀和在全球引發的健康危機，包括環境、公共衛生、消費者心態、經濟危機等。

而本研究的動機緣起，便是在當天放學後，看到在學校附近有一門庭若市的流動攤販懸掛著「本店使用基改黃豆」的告示。在大眾普遍認知及此書論述中，基因改良食品應該是危險且應該避免食用的食物，但為什麼這家明文公告使用基改的攤販依然生意興隆？訪問正在排隊的幾位同學後，得到的回答不外乎「便宜」、「離學校近」等等。於是我們不禁思考，基改的本質到底是什麼？究竟消費者對「基改」這個看似重要，卻容易被妥協的議題接受度有多高？希望能藉此研究對此書提及之現象更進一步研究，並與目前在學校學的分子生物學相結合。

二、研究目的

(一)探討何謂基因改造。

(二)探究基因改造作物與其加工產品的應用與發展史。

基因改造：必要之惡？——企業、政府與消費者的「三體運動」

(三)研究消費者對基因改造食品的認知與評價。

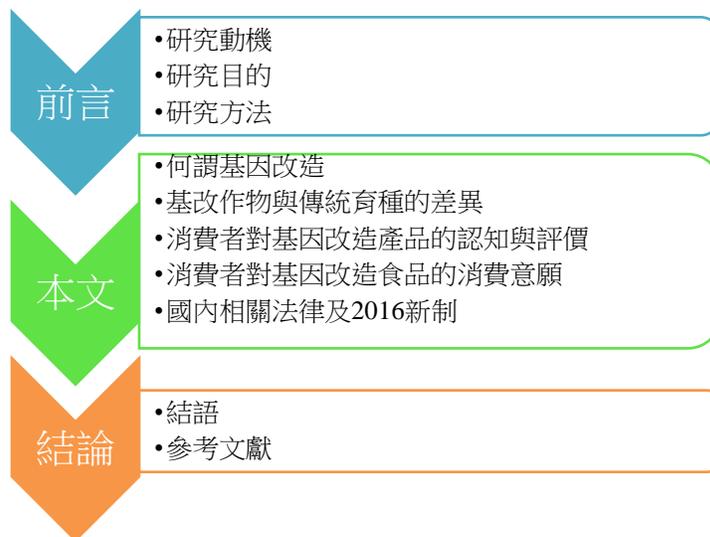
(四)分析消費者對基因改造食品的消費意願。

三、研究方法

本論文運用文獻分析法，利用網路資料庫搜尋各國學者曾經對相關議題發表過的期刊論文、各國政府部門做過的評論和非政府團體(NGO)的報告。(參考文獻見於引註資料)

本論文中對於基因改造之定義乃根據食品安全衛生管理法第三條之「使用基因工程或分子生物技術將遺傳物質轉移或轉殖入活細胞或生物體，產生基因重組現象，使表現具外源基因特性或使自身特定基因無法表現之相關技術。但不包括傳統育種、同科物種之細胞及原生質體融合、雜交、誘變、體外受精、體細胞變異及染色體倍增等技術。」值得注意的是，儘管基因改造的範圍包羅萬象，但本研究將會專注於目前已商業化的基因改造糧食性作物(如小麥、大豆、玉米等)和其加工品(如醬油、豆腐、沙拉油)。

四、大綱



圖一、研究流程目錄

(圖一資料來源：研究者繪製)

貳●正文

一、何謂基因改造

自古以來，人類皆曾試圖在農業行為中獲取利益的極大化。為達成此一目標，如何使植物獲得人類需要的性狀便成了一個重要課題。早期的作法是藉由育種的方式，「人擇」篩選使具備特定性狀的動植物得以繁衍後代，具有常見的例子包括家犬、家貓、蓬萊米等。育種有其限制，首先，交配的品種必須是相同或相近的，再者，改造時間往往耗時十年甚至千年，效率不高。此一瓶頸之突破要等到近代，生物科技進步後，人類才得以直接從 DNA 下手快速有效的挑選中意的性狀，使新的基因改造生物具有預期特定的特質。

在過去數十年中，科學家利用 DNA 重組技術 (RDNA)使作物產生基因轉植，使原本不具備此特性的作物擁有更有用的性狀。顯而易見的，這個誘人的特性使基改在農業、製藥、醫學、食品、外來種防治等方面都成為了不可或缺的角色。改造的範圍也從植物、動物、微生物一路延伸到了病毒。對普羅大眾而言，每天生活中都會碰到的基因改造則屬於發展最悠久的基改作物食品。自 1983 年全世界第一例基因改造作物在美國商業化種植以來，基改作物儼然成為基改科研的活樣板，成功地證明了基改的獲利性及發展性（註 1）。基改作物的最大優勢是其「抗蟲害」和「抗除草劑」的能力；事實上，全世界約 90%的基改作物都是以能減少農肥料支出為賣點（註 2）。

二、基改作物與傳統育種的差異

人類從新石器時代開始使用育種的方式培植符合利益的動物和植物（註 3）。也因為其歷史源遠流長，傳統育種的技術一面倒地被認為是安全、健康的，並獲得消費者普遍的青睞。相較之下，基因改造技術的範圍雖然較廣，但是他商業化的跳躍式研發被認為

基因改造：必要之惡？——企業、政府與消費者的「三體運動」

相較於傳統的作物充滿了很多不安全的因素；而擅自改變生物運作的道德疑慮也受到各方宗教團體的質疑。在此將關基因改造與傳統育種的差異略列如表一：

表一、基改作物與傳統育種的比較

	基改作物	傳統育種
基因來源	依據需求自行選擇特定的基因	僅能利用配子形成和染色體交換之基因組合
產量	較能夠控制	無法準確預估
生理風險	無法預料其中基因對食用後健康的影響	對身體較沒有隱藏性的風險，能安心食用
物種間的限制	可將任意生物基因植入，故無物種間的限制	只有染色體相同之生物才能與其進行雜交，故只能選擇同種生物
對環境影響	突變式的，故對環境可能造成突然且大規模的改變	漸進式的，故對環境影響較小，能夠維持整個自然生態的平衡
開發模式	由少數公司壟斷	多元發展、無一定技術限制

表一資料來源：(註3)(註4)(註5)

三、基因改造的應用與疑慮

基因改造作物已經商業化運作達 34 年，不論是在已開發(佔種植基改國家總數 48%)還是未開發國家(52%)均可看見其蹤影(註5)。從經濟層面來看，支持基改的專家指出，從 1996 年開始，基因改造已帶給全世界的農人 647 億美元的收入(註6)，那麼這些收入是怎麼來的呢？

首先，因為傳統作物需要大量、持續的施肥和除蟲，改採用基改作物後可以減少這種時間和金錢上的浪費。這造成基因改造作物的死亡率(discard rate)比傳統非基改作物來的低。也就是說，採用基改作物將可以提高土地的生產力，降低農民勞動時數，並增加收入（註 7），這對台灣高度集約化的農業型態尤其助益甚大。

此外，藉由提高作物對特定營養素的產量，基改可以增加食物的營養成分，使其營養成分較傳統作物高。常見的例子像是在白米中添加 β 蘿蔔素以避免維生素 A 的缺乏、改善油菜、大豆和玉米中的油脂組成等。但許多環保團體對其是否能解決飢荒表示質疑（註 4）。

當然，這些優點並非毫無代價。基改在技術上的每一項革新背後都是數十億美元的投資與研發；密集的資金成本成為了少數企業壟斷基改作物的利器。而併購風和專利保護使大者更大。目前，全世界最大的五家基改企業在國際種子市場佔有高達 53%（註 4），而他們自 1990 年代後就已停止販售非基改種子，農民幾乎沒有選擇。倘若一旦購買，買到的也是絕育種子，第一年收穫得到的種子無法獲很難在第二年發育，導致農民需每年購買。

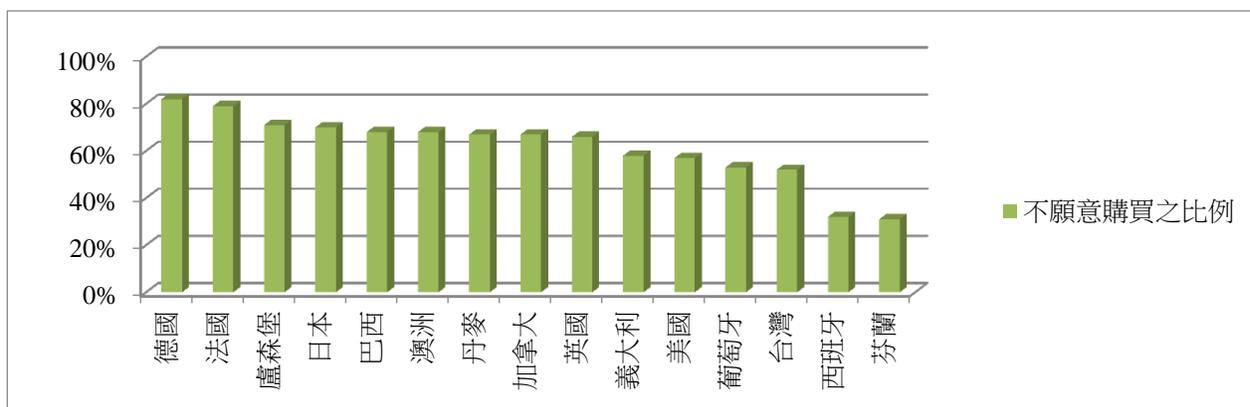
四、消費者對基因改造產品的認知與評價

基於基改在表一中提過的種種疑慮，許多研究均指出基改在市場上得到的消費者信任遠低於傳統食品。舉例來說，在 2000 年，一項在澳洲、巴西、加拿大、法國、德國、日本、英國和美國等八國所實施的大規模調查(超過 5000 名受訪者)中，68%的消費者指出他們將不願意購買已知內成分含有基改的食品（註 8）。另一項在日本施測的問卷中，不願意購買基改食品的比例為 64%（註 9）。根據前人研究，我們歸納出圖二，至於本段段末。

值得注意的是，一篇投稿於 Science 期刊的論文指出了一個有趣的現象：儘管大多數人對生物科技的信心普遍居高，對基因改造食品卻並非如此，且比例相差懸殊（註 10）。且

基因改造：必要之惡？——企業、政府與消費者的「三體運動」

當科學家進行後續研究探討巨大差距的形成原因時，超乎他們意外的是對基改不信任的原因竟然顯示出明顯的區域特性：儘管在全球調查中反對基改者的比例大致相同，他們之所以反對的原因卻大相逕庭。在歐洲，消費者憂慮基改食品的潛在風險和不實的廣告訊息；在美國，消費者的主要考量是宗教原因（註 11）。在東亞，主要的疑慮是健康和環境因素（註 12）。此對健康食安之疑慮在我國尤為明顯：在台灣，當在基改與「較健康」食品間做選擇時，消費者寧願多花 17-21% 的錢來購買非基改食品（註 13）。



圖二、1999-2000 年間各國不願意購買基因改造食品人數

圖二資料來源：研究者參考（註 8）（註 14）繪製，樣本採集方法、大小皆相近

由上圖可知，台灣與歐美國家相比，民眾對基因改造食品的接受度較高。

五、國內基改食品相關法規與標準

在了解基改食品在消費者中所受到的抗拒後，就不難了解為何各國都在立法規範基改的種植與銷售。

對於「種植」基因改造作物的部分，根據《植物品種與種苗法》（註 15）第五十二條規定，「國外引進或國內培育之基因轉殖作物，非經中央許可為田間試驗經審查通過，不得在國內推廣或銷售」。儘管法條上來看，如果能通過審核制度，就能種植基改作物，但在目

基因改造：必要之惡？——企業、政府與消費者的「三體運動」

前台灣尚未允許任何的基因改造作物。細究其原因，除了環保團體的多方遊說與運動之外，還可能是因為由於市場較小且農業獲利不多，因此誘因不高。不過既然國內並無種植基改作物，換言之，消費者日常接觸的基改食品全數來自進口。

在食品「標示」方面，根據我國在 2016 年 1 月 1 日開始採行的新制標示規定：《包裝食品含基因改造食品原料標示應遵行事項》、《食品添加物含基因改造食品原料標示應遵行事項》、《散裝食品含基因改造食品原料標示應遵行事項》，任何包裝食品及食品添加物，只要含有基因改造食品原料，就應該標示「含基因改造」字樣(相較之下，舊制為總重 5% 以上才需標示)。對於經過高層次加工過的基改加工品，如基改豆類所釀成的醬油、沙拉油等，雖然經過層層加工已不含基改過的遺傳物質或蛋白質，仍然建議標記，不過並不具強制力（註 4）。

參、結論

綜上可知，消費者對基改安全性仍有普遍疑慮，此疑慮並直接表現在政府對策上。在研究中，我們發現消費者對基改食品之接度會視其所在地區有所改變，這或與每個地區對基改的既有認知不同有關。也就是說，媒體和科普工作對基改議題的「風向」應有相當的影響。此外，基改對於環境的影響是引響我東亞消費者觀感的因子之一，如果基改對環境的影響越大，越不容易受到消費者的青睞。當然，我們也不能忽略個人健康對消費者的誘因；基改在健康上缺乏承諾是一種大缺憾。

簡單的來說，基因改造議題就像是物理學中的「三體運動」：一點微小的變化就能大幅改變整個系統，猶如基改之於世界經濟和自然環境。同時，無法精確求解的三體運動特性也代表了基改沒有標準答案，需要由這個社會共同承擔負責，隨時調整的特性。

基因改造：必要之惡？——企業、政府與消費者的「三體運動」

在此我們呼籲，基因改造是一個對人類發展有重大影響的新興科技。消費者知的權利應該要被保障，同時政府部門應提供各種基因改造相關資訊，協助民眾在基改和非基改食品之間做出真正自主的選擇。科學研究機構及農業公司也應關注基改的潛在危害因子，以維護地球的健康。

肆、引註資料

註 1：Clive, J., & Anatole K. (1996). *Global Review of the Field Testing and Commercialization of Transgenic Plants: 1986 to 1995*. Manila: International Service for the Acquisition of Agri-biotech.

註 2：Pew Initiative on Food and Biotechnology, Guide to U.S. Regulation of Genetically Modified Food. 2017 年 3 月 29 日，

www.pewtrusts.org/~media/legacy/uploadedfiles/wwwpewtrustsorg/reports/food_and_biotechnology/hhsbiotech0901pdf.pdf

註 3：賈德·戴蒙(2015)。《**槍炮、病菌與鋼鐵：人類社會的命運**》。台北市：時報出版。

註 4：陳儒璋; 黃嘉琳 (2016)。《**基改追追追：揭露全球基改作物入侵生活的真相**》。新北市：幸福文化。

註 5：Bennett, A. B., & Chi-Ham, C., & Barrows, G., & Sexton, S., & Zilberman, D. (2013). Agricultural Biotechnology: Economics, Environment, Ethics, and the Future. *Annual Review Of Environment & Resources. Annual Review of Environment & Resources*, 38, 249-279.

註 6：Graham, B., & Peter, B. (2011). *GM Crops: Global Socio-Economic And Environmental Impacts 1996-2009*. Dorchester, UK: PG Economics Ltd.

註 7：Fernandez-Cornejo Jorge (2014)。Genetically Engineered Crops in United States。《*Economic Research Service*》，1，3-17，2017 年 3 月 29 日，United States Department of Agriculture。

註 8：The Economist。2017 年 3 月 29 日，<http://www.economist.com/node/328311>

註 9：Ouchi, H., & McCluskey, J. J. (2003). Consumer response to genetically modified food products in Japan. *Agricultural and Resource Economics Review.*, 32(2), 222-231.

基因改造：必要之惡？——企業、政府與消費者的「三體運動」

註 1 0 : Darryl, M., & Chen Ng, M. A. (2000). Changing attitudes to biotechnology in Japan. *Nature Biotechnology*, 18, 945-947.

註 1 1 : Knežević, N., Đugum, J., & Frece, J. (2013). The status and prospects for genetically modified crops in Europe. *Journal of Central European Agriculture*, 14(1), 250-260.

註 1 2 : Waste, R. J. (1999)。Biotech: Yes or no?。 *The Washington Post*，10 月 16 日，A18 版。

註 1 3 : Chern, W. S., & Kyrre, R. (2000)。消費者對基因改造有機品之接受度：日本、挪威、台灣與美國之調查結果。 **農業經濟叢刊**，7(1)，1-28。

註 1 4 : 孫智麗(2013)。消費者對於基改食品認知與態度之跨國比較。 **糧食安全與生技**，36，15-29。

註 1 5 : 法務部全國法規資料。2017 年 3 月 29 日，

<http://law.moj.gov.tw/LawClass/LawContent.aspx?PCODE=M0030024>