



經濟成長

基改作物面面觀



設計者

臺北市立建國高級中學 童禕珊



國際教育課程主題

全球議題—環境與永續—
綠色革命、生物多樣性



永續發展目標

2 終結飢餓



12 負責任的
生產消費循環



15 陸域生態



學習階段

高二



融入領域/類科

生物、家政

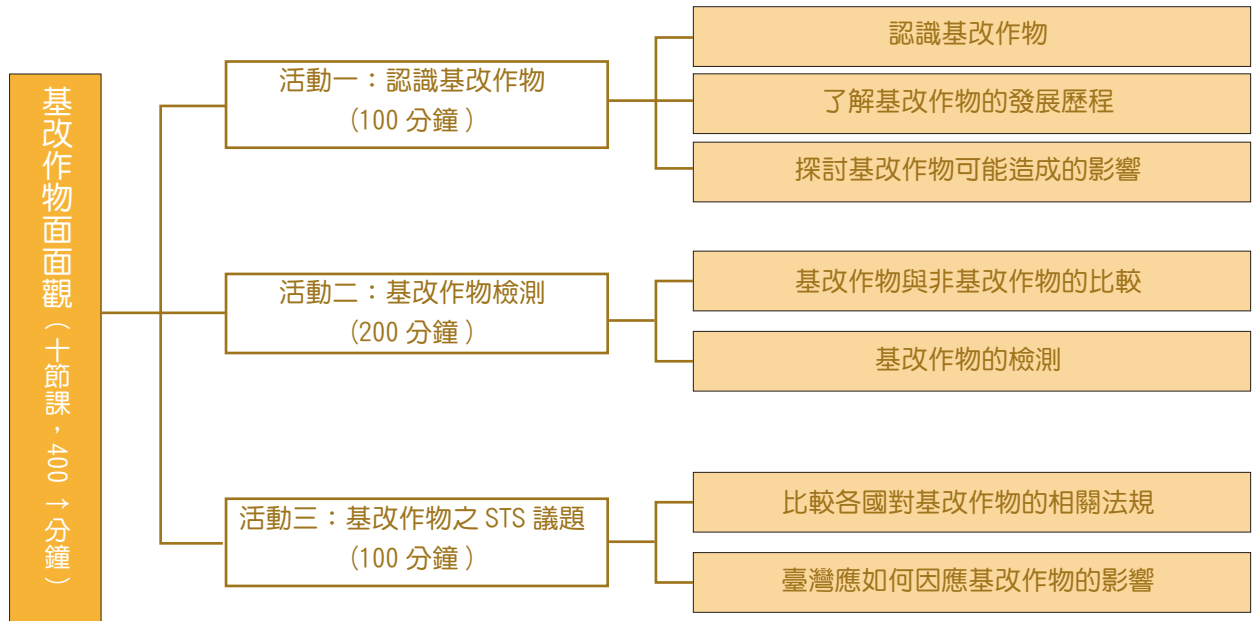


教學時數

八節課
400 分鐘

SDGs 目標	<p>目標 (Goals) :</p> <p>目標 2：消除飢餓，達成糧食安全，改善營養及促進永續農業。</p> <p>2.1 在西元 2030 年前，消除飢餓，確保所有的人，尤其是貧窮與弱勢族群（包括嬰兒），都能夠終年取得安全、營養且足夠的糧食。</p> <p>2.3 在西元 2030 年前，使農村的生產力與小規模糧食生產者的收入增加一倍，尤其是婦女、原住民、家族式農夫、牧民與漁夫，包括讓他們有安全及公平的土地、生產資源、知識、財務服務、市場、增值機會以及非農業就業機會的管道。</p> <p>2.4 在西元 2030 年前，確保可永續發展的糧食生產系統，並實施可災後復原的農村作法，提高產能及生產力，協助維護生態系統，強化適應氣候變遷、極端氣候、乾旱、洪水與其他災害的能力，並漸進改善土地與土壤的品質。</p> <p>目標 12：負責任的生產消費循環</p> <p>12.2 在西元 2030 年以前，實現自然資源的永續管理以及有效率的使用。</p> <p>12.8 在西元 2030 年以前，確保每個地方的人都有永續發展的有關資訊與意識，以及跟大自然和諧共處的生活方式。</p> <p>目標 15：保護及促進陸域生態系的永續利用，永續管理森林，對抗沙漠化，終止及逆轉土地劣化，並遏止生物多樣性的消失。</p> <p>15.6 確保基因資源使用所產生的好處得到公平公正的分享，促進基因資源使用的適當管道。</p>
設計理念	<p>從生物科技的角度來看，基改作物的發展可以解決許多農業上所面臨的困境，以達到減少農藥使用、提高產量、提高產品品質等目的，但其對人類健康及生態平衡卻可能造成隱憂。故此，本教案期待能夠探討在面對全球基改作物產量大增的狀況，我們應該如何來因應？</p> <p>在第一週的課程中，將從認識基改作物開始，介紹基改作物的產生方式（此部分為高二基礎生物 4-4 的課程內容，可以此為基礎，進行課程的延伸討論），進而藉由影片欣賞，帶學生思考為何要發展基改作物，它的產生歷程為何？並討論基改作物可能為人類與環境帶來的影響。</p> <p>在第二週的課程中，會與家政科協同教學，帶學生比較基改作物與非基改作物的差異，並藉由製作豆漿和豆花之過程，帶學生比較兩者所製成的產品之差異，進而討論民眾不易辨別基改作物之相關問題，並藉由上網查資料，了解我國對於基改作物的標示有何規定？在第三週的課程中，將帶學生從抽黃豆的 DNA 開始，利用 PCR、電泳等分子生物的技术，進行基改作物的檢測實驗，讓學生了解政府及學術單位是如何檢測基改作物，以為人民的健康作把關。在第四週的課程中，會藉由小組討論等方式，探討台灣與世界各國對基改作物的規範有何差異？並討論民眾面對基改作物，應抱持什麼態度。作為此課程的總結。</p>
國際教育能力指標	<p>2-3-1 具備探究全球議題之關連性的能力。</p> <p>4-2-1 瞭解全球永續發展之理念並落實於日常生活中。</p>
學習目標	<p>1. 能知道什麼是基改作物。</p> <p>2. 能了解基改作物的發展歷程，並探討基改作物對人類及環境可能造成的影響。</p> <p>3. 能比較基改作物與非基改作物的差異。</p> <p>4. 能藉由實驗操作，學習如何檢測基改作物。</p> <p>能比較台灣及世界各國對基改作物之相關法規，並論民眾對於基改作物應抱持什麼態度。</p> <p>目標 2：「終結饑餓」的學習目標</p> <p>（一）認知學習目標：</p> <p>4. 學生瞭解永續農業的原則，並瞭解需要法律上的權利才能擁有推展永續農業所必要的土地和財產。</p> <p>（二）社會情意學習目標：</p> <p>4. 學生能夠反思自己的價值觀，且在對抗飢餓、營養不良及促進永續農業上，能夠處理不同的價值觀、態度和策略。</p> <p>（三）行動學習目標：</p> <p>5. 學生能夠改變他們的生產和消費習慣，以對戰勝飢餓和促進永續農業貢獻一己之力。</p> <p>目標 12：「負責任的生產消費循環」的學習目標</p> <p>（一）認知學習目標：</p> <p>4. 學生瞭解永續生產和消費的策略和實踐。</p> <p>5. 學生瞭解實現永續消費和生產必然會遭遇的兩難和權衡，以及必要的制度改變。</p> <p>（二）社會情意學習目標：</p> <p>1. 學生能夠傳達生產和消費對永續實踐的需求。</p> <p>4. 學生能夠在腦中勾勒出永續生活的樣貌。</p> <p>5. 學生能夠對自己身為生產者或消費者所產生的行為所造成的環境和社會影響負責。</p> <p>（三）行動學習目標：</p> <p>1. 學生能夠使用現有的永續標準來規劃、實施和評估消費有關活動。</p> <p>5. 學生能夠挑戰消費和生產中的文化和社會方向。</p> <p>目標 13：「氣候變遷對策」的學習目標</p> <p>（三）行動學習目標：</p> <p>5. 學生能夠支援對氣候友好的經濟活動。</p>
探究或行動	<p>1. 了解基改作物，並討論基改作物對人體健康、環境及人類社會的影響。</p> <p>2. 藉由實驗操作比較基改作物與非基改作物的差異，並學習基改作物之檢測方式。</p> <p>3. 比較台灣與世界各國的法規，討論其規範之差異。</p> <p>4. 討論民眾對於基改作物應抱持什麼樣的態度。</p>

壹、教學活動架構



貳、教學活動

學生起點行為：

- 一、已習得基改作物之製作方式。
- 二、已習得基改作物之應用，如製造抗蟲、抗病毒、抗除草劑作物等。

第一週課程：認識基改作物

一、複習基因轉殖技術：確認起點行為（10分鐘）：

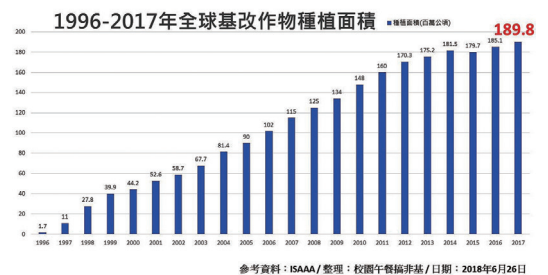
- (一) 影片欣賞：
基因轉殖 <https://www.youtube.com/watch?v=DcID8BQW6Sw>
- (二) 提問：進行基因轉殖技術需要哪些工具有什麼優點？

二、基改作物之發展歷程（20分鐘）：

- (一) 提問：你覺得科學家為何想要進行基因改造？
- (二) 影片欣賞：從余淑美教授的研究歷程，了解基改作物的發展。
基改食物密碼 1：
<https://www.youtube.com/watch?v=IbI4jIuVMQY&list=PL6329503B7BD62225&index=2>
- (三) 討論：
 1. 科學家為什麼想要進行基因改造？
 2. 進行基因轉殖技術對農業生產可產生哪些突破？

(四) 講述：基改作物發展現況：（資料來源：ISAAA、台灣衛生福利部）

1. 2017年，全球種植基改作物的總面積約為1.898億公頃，比2016年全球基改作物種植面積的1.851億公頃，增加約3%。



2. 2017年，全球基改作物種植國家約有24個，比起2016年的26國，少了2國 - 斯洛伐克與捷克。

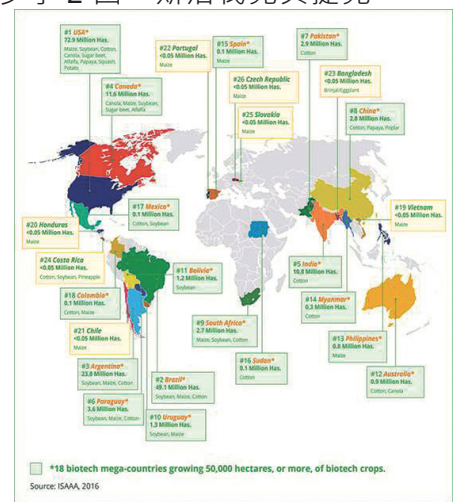
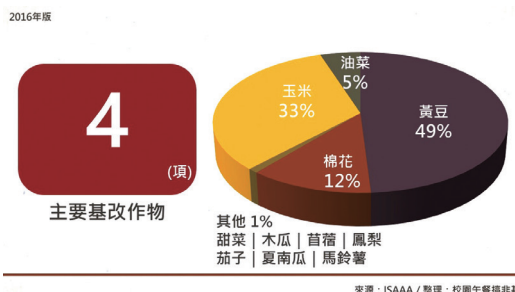
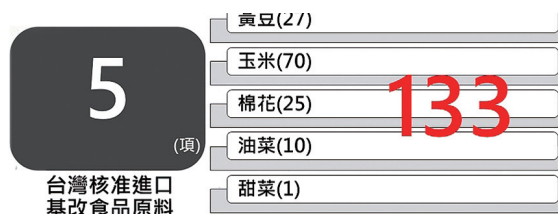


Figure 1. Global Map of Biotech Crop Countries and Mega-Countries in 2016

3. 根據 ISAAA 公告的《2016 全球基因改造作物商業化種植現況》，基改作物的種植面積以黃豆的種植面積最大（佔全球基改作物種植面積的 49%），其他依序為基改玉米、基改棉花、基改油菜等。



4. 截至 2018 年 8 月，台灣核准進口的基改原料增至 133 項。



5. 2015 ~ 2017 年間，台灣非基改與基改黃豆進口量的比較。其中 10% 供人直接食用，90% 供作飼料與榨油之用。

2015-2017年台灣非基改與基改黃豆進口量					
年度	非基改	基因改造	總和(公噸)	非基改比例	直接食用非基改黃豆比例*
2015	71,784	2,618,070	2,689,854	2.67%	26.7%
2016	90,573	2,348,790	2,439,363	3.71%	37.1%
2017	99,279	2,446,735	2,546,014	3.90%	39.0%

*台灣進口黃豆量約有10%供人直接食用，其餘90%供作飼料與榨油之用。
資料來源：財政部關稅署統計資料庫/查詢日期：2018年2月22日/整理：校園午餐攝非基

三、探討基改作物可能的影響（50 分鐘）：

- (一) 影片欣賞：你真的了解基因改造嗎？基因改造隨時發生在你身邊！<https://www.youtube.com/watch?v=2HCqRhUEijY> 請同學在欣賞影片的時，整理出影片中所提到的、對基改作物可能之影響。
- (二) 小組討論：

1. 請各組上網查詢相關資料，並分別從科技發展、農業發展、人體健康、環境保護、人類社會、經濟發展等角度，討論基改作物的利與弊（每組一個角度，分別整理出三種以上

的影響），並將討論結果記錄於小白板上。

2. 由各組上台報告討論的結果。

四、民眾的選擇（20 分鐘）：

- (一) 在了解基改作物後，身為消費者的你會如何選擇？若能以較便宜的價格購買基改作物，你是否會購買？為什麼？
- (二) 影片欣賞：基改與有機的拔河：<https://www.youtube.com/watch?v=DiQo4Zaba2A>

第二週課程：基改作物與非基改作物的比較

一、基改作物（基改黃豆）的辨別（10 分鐘）：

- (一) 觀察：取數瓶不同來源的黃豆，比較其外觀的差異。
- (二) 討論：這些外觀上的差異，消費者是否足以辨別何者為基改黃豆？

二、基改黃豆製品的辨別（80 分鐘）： （結合家政科，於家政教室中進行）

- (一) 實作：
- 各組分別將不同來源的黃豆打為豆漿、作成豆腐或豆花等。
 - 比較不同來源的黃豆所製成的豆製品之口感是否有差別？
- (二) 討論：
- 根據黃豆加工品的外觀與口感上之差異，消費者是否足以辨別何者為基改黃豆所製成的加工品？

註記：

此部分亦可省去製作過程，由老師準備成品，讓學生直接品嚐比較其差異。

三、基改作物的標示方式：

- (一) 觀察：比較不同市售基改黃豆製品的包裝袋有何差別。
- (二) 討論：上網查資料，政府對於基改作物製品的標示有哪些規定？

參考資料

https://www.ntshb.gov.tw/Files/Information/20160419091549_包裝食品含基因改造食品原料標示應遵行事項.pdf

四、影片欣賞（10 分鐘）：

基改食物密碼 2：https://www.youtube.com/watch?v=_4FWYsamI7Y

註記：

以上三個活動，可讓學生了解從外觀和口感並不容易分辨基改黃豆和非基改黃豆；此特性對於民眾的選擇極為不利，故應由政府單位藉由分子的檢測，分辨出作物的類型，並加上明確的標示，以利民眾的選擇。

第三週課程：基改作物的檢測

一、基改作物的檢驗（100 分鐘）：

（一）簡介基改作物的檢測原理。

（二）實驗操作：基改作物的檢測

1. 抽取黃豆的 DNA：

(1) 分別選取非基改黃豆、基改黃豆及未知黃豆樣本各 10 顆

(2) 泡水 10 分鐘後，取出胚來抽取其內的 DNA

2. 聚合酶連鎖反應 (PCR)：放大檢測的基因片段

(1) 將抽取所得之 DNA 以分光光度計定量

(2) 取等量的 DNA，利用聚合酶連鎖反應 (PCR)，放大欲檢測的 DNA 片段 (35S 啟動子、NOS 終止子及 Lectin)

3. 電泳分析：

(1) 利用電泳分離樣本中的 DNA 片段

(2) 以紫外光燈箱讀取檢測結果：可觀察到三種 DNA 片段者為基改黃豆、只能觀察到 Lectin 者為非基改黃豆

（三）結果討論。

註記：

包裝上標示的基改食品若檢測出基改的基因片段，可能原因如下：

1. 根據「包裝食品含基因改造食品原料標示應遵行事項」所示，非基因改造食品原料因採收、儲運或其他因素等非故意攙入基因改造食品原料，且其含量占該項原料百分之三以下者，視為非基因改造食品原料；倘超過百分之三者，視為基因改造

食品原料。

2. 因檢測的基因取自病毒的基因片段，有可能因感染等方式，進入植物的。

第四週課程：基改作物之 STS 議題

一、民眾對基改作物的所抱持的態度為何？

（一）引起動機：背景介紹：

和美國等國，對超過 5000 名受訪者所進行調查結果，發現有 68% 的消費者不願購買含有基改作物的食品。

繼續探討民眾意願的產生原因時，卻發現不同地區民眾不信任基改食品的原因並不相同。在歐洲，消費者擔心基改食品的潛在風險、以及不實的廣告訊息；在美國，宗教因素為消費者的主要考量；在東亞，對健康和環境的影響，是消費者看重的問題。故此，大部分的臺灣消費者願意花比基改食品多 17 ~ 21% 的錢，去選購非基改食品。

<http://www.shs.edu.tw/worksessay/2017/03/2017033111390189.pdf>

（二）提問：

1. 面對基改作物的普及化，你最擔心的問題是什麼？

2. 你希望政府能夠提供民眾哪些協助？

二、比較各國對基改作物的相關法規：

（一）文獻探討：上網查詢三筆以上之相關資料（註明資料來源），整理各國對於基改作物之相關法規（一組一個國家），列舉於小白板上。

（二）分組報告：各組上臺報告各國對基改作物的相關法規，並比較世界各國對基改作物之規範有何差異？

參考資料：

1. 歐盟：

為降低基改作物及其製品對人體健康及環境影響的風險，歐盟對於基改作物採取較為保守的法律規定，除了嚴格管控基因改造作物及其製品之核准與上市外，也強制規定基改作物製品需加以標示。例如：早在 1990 年初，歐盟便已訂定法規，規範基改作物及其製品；並在 2001 年訂出行政指令，規範試驗中之基改作物釋出至環境、或基改作物製品（如：玉米、蕃

茄等) 的上市。此行政指令自 2002 年 10 月開始實施，在此之後，所有的基改作物及其製品在上市或釋出至環境前，均需進行風險評估，以作為核准與否的指標，以期基改作物及其製品能對人體健康及環境，達到「零風險」的管制程度。2003 年 7 月，歐盟又制訂了二項法規，規範基改作物及其製品的上市及標示，此制度自 2004 年 4 月始生效，規範含有基改作物的製品及衍生食品，均需加以標示。只有基改 DNA 及蛋白質之含量小於 0.9%、且為非故意的情況下所導致者，才不需標示。

2. 美國：

美國對基改作物及其製品之規範與歐盟不同，美國認為基改作物為傳統作物的延伸。例如：美國農業部 (FDA) 於 1992 年 5 月 29 日所公告之新品種農產食品之政策 (Statement of Policy: Foods Derived from New Plant Varieties) 便是將基改作物視同於傳統耕作物，認為其於食用上無安全之虞。對於基改作物製品 FDA 則以「實質等同」原則來比較基因作物製品食品與傳統食品，因此未特別規定基改作物製品於上市前必需取得核准，但 FDA 要求廠商在開發基改作物製品的過程中，需隨時向其報告諮詢，以確保產品之安全無虞。近年來，美國消費者對基改作物之抗拒聲浪提高，因此 FDA 強化了對基改作物的管理法規。規定廠商在開發基改作物時，

需要先向 FDA 提出申請，在進行多層次的風險評估、評估其對人體健康及環境影響後，才核准其開發基改作物。

3. 開發中國家

開發中及低度開發國家 (尤其在非洲) 對於基改作物之相關法規較為不足，且多數開發中國家特別重視對進口基改作物之管理。會重視管理進口是因許多開發中國家是傳統農產品的出口國，而市場對於基改作物的安全性有疑慮，因此，農業生產國需透過管控基改作物的進口，確保本身農產品的安全，保障其非基改之農產品的輸出，以回應消費者的期待。

資料來源：

世界主要國家基因改造產品發展政策與法規之比較 <https://www.coa.gov.tw/ws.php?id=10306>

三、政府在制定法規時應考慮哪些面向？

- (一) 文本閱讀：董定融、陳郁文、李宜映 (2013 年 7 月)。由國際基因改造作物發展趨勢探討風險評估思維。
- (二) 根據這篇文章，試著整理政府在制定法規時，應考慮哪些面向。

註記：

此部分的討論可融合地理和公民與社會之課程，從地理科的「人口與糧食」或公民科的「科技倫理與法律」等面向，帶領學生作更深入的討論。

參、學習評量

學習目標	評量方式
認識基改作物	形成性：學習單、分組報告
基改作物檢測實驗	形成性：實驗操作、學習單
基改作物之 STS 議題	形成性：學習單、分組報告

肆、教學資源

一、參考書籍

- (一) 林基興 (2013/09/30)。基因改造的美麗與哀愁。天下文化。
- (二) 陳儒璋、黃嘉琳 (2015年10月)。餐桌上的危機。幸福文化。
- (三) 陳儒璋、黃嘉琳 (2016年10月26日)。基改追追追：揭露全球基改作物入侵生活的真相。幸福文化。
- (四) Jeffrey M. Smith (2017年6月8日)。欺騙的種子：基因改造作物的世紀騙局，揭開生物科技、跨國企業與政府都害怕的謊言與真相 (Seeds of Deception: Exposing Industry and Government Lies About the Safety of the Genetically Engineered Foods You're Eating)。臉譜

二、網站資料

- (一) International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications (ISAAA) (2018)。ISAAA Brief 53-2017: Executive Summary。取自：<http://www.isaaa.org/resources/publications/briefs/53/executivesummary/default.asp>
- (二) 郭華仁 (2018年6月26日)。全球的基改作物栽培 1996~2017。取自 <http://gmo.agron.ntu.edu.tw/product/productWorld.htm>
- (三) 董定融、陳郁文、李宜映 (2013年7月)。由國際基因改造作物發展趨勢探討風險評估思維。取自 <https://www.coa.gov.tw/ws.php?id=2501513>
- (四) 衛福部食品藥物管理署 (2016年5月17日) 基因改造食品檢驗。 <https://www.fda.gov.tw/TC/sitecontent.aspx?sid=3963>
- (五) GMO FILE (2018年6月) 2017年版 | 全球 24 個種植基改作物的國家。取自：<https://nogmolunch.wordpress.com/2018/06/26/2017年版 | 全球 24 個種植基改作物的國家/>
- (六) 高柏璋；葉永濬。基因改造：必要之惡？——企業、政府與消費者的「三體運動」(PDF)。2017-03-31 [2017-05-17]。 <http://www.shs.edu.tw/works/essay/2017/03/2017033111390189.pdf>
- (七) 大愛全球新聞 (2009年3月)。基改食物密碼 1。影片取自 <https://www.youtube.com/watch?v=lb14jluVMQY&list=PL6329503B7BD62225&index=2>
- (八) 大愛全球新聞 (2009年3月)。基改食物密碼 2 影片取自 https://www.youtube.com/watch?v=_4FWYsam17Y
- (九) 孟山都基因改造世界。影片取自：<https://www.youtube.com/playlist?list=PLA600FB55773F0931>
- (十) 【宇宙解碼】07 你真的了解基因改造嗎？基因改造隨時發生在你身邊！影片取自：<https://www.youtube.com/watch?v=2HCqRhUEijY>
- (十一) 獨立特派員 286 集 (2013年3月13日)。基改與有機的拔河。影片取自：<https://www.youtube.com/watch?v=DiQo4Zaba2A>

基改作物面面觀（一） 小組討論學習單

題 目	
1	科學家為什麼想要進行基因改造？
2	進行基因轉殖技術對農業生產可產生哪些突破？
3	基改作物於 _____ 方面的利與弊。
	有利之處
	可能引發的問題

實驗學習單 基改作物面面觀(二)

題 目	
1	請列表比較基改作物與非基改作物的差異。
2	請列表比較基改作物製品與非基改作物製品的差異。
3	請上網查資料，寫出我國對於基改作物製品的標示有何規範？

實驗學習單

題 目

請簡略繪製基改作物檢測方法之流程圖

1

請記錄實驗結果，並對實驗結果進行簡單的討論

2

實驗學習單

題 目

請列舉 _____ (國家) 對基改作物的相關法規。

1

請寫出政府在制定法規時應考慮哪些面向？

2