

伊利沙伯中學舊生會中學
二零一二年尋找自然的故事
研究計劃書



研究題目：
基改木瓜何處尋？

組員：陳國鉞、何俊健、王耀德、余敏怡（team 49）全為中五學生

摘要

在這個研究計劃中，我們對元朗區錦田一帶的木瓜進行研究，從而了解當地的木瓜有多少是曾經基因改造的。並且希望透過一些較便宜的用品及化學材料，進行基因改造農作物的研究。

根據我們的研究，錦田水頭村、水尾村以及大江埔村一帶地區的基改木瓜百分比約為 40%。根據木瓜花的解剖及花粉外觀，木瓜花有蟲媒及風媒特徵，增加了基因污染的潛在風險。

1. 背景資料：

1.1 何為基因改造作物？

基因改造 (Genetically modified, GM) 作物是以人工的方式將一物種的基因插入另一種植物的基因組(Genome)內，以達至增加產量、防治病蟲害或增加營養等效果。

1.2 何為選取木瓜作為研究對象？

在這個研究計劃中，我們選取木瓜作為研究對象，主要原因有五方面：

第一：木瓜一種常見的基因改造作物

木瓜很容易感染木瓜輪點病毒，這種病毒會令木瓜樹的葉變黃縮小、較難開花結果等問題，嚴重威脅到木瓜的產量。為了解決這個問題，科學家便研究抗輪點病毒的基因改造木瓜（基改木瓜），結果研究成功，病毒的問題得以解決。

第二：木瓜為本港其中一種常用食材

在香港，木瓜是用途非常廣泛的食材之一，不論是甜品、湯水，都少不了以木瓜作為材料，我們希望本研究結果能提供更多資料給市民參考。

第三：本港曾有進行類似實驗，可供參考

根據漁農自然護理署於 2010 至 2011 年在本港超級市場以及菜市場購買的 31 個木瓜樣本中，發現當中有 12 個、約 4 成的外地進口木瓜曾接受過基因改造。而本地木瓜的樣本方面，10 個樣本有 4 個結果呈陽性，百分比亦為 4 成，跟入口木瓜相若。市民大眾對基改木瓜問題並不認識，然而基改木瓜對市民健康、生態環境的潛在風險不容忽視，消費者亦選擇的權利。

第四：本港有不少的農夫及郊區居民亦會種植木瓜

我們首次的野外考察已發現流浮山以及夏村一帶，木瓜是一種十分普遍的作物，木瓜受基因污染的風險亦是不容忽視。我們希望本研究結果能提供更多資料給農夫及郊區居民參考。

第五：參考基因改造生物（管制釋出條例）作出跟進研究

根據基因改造生物（管制釋出條例），市民不能種植任何接受過基因改造的植物。然而一般市民根本無法辨識曾接受基改的農作物，亦不能排除農作物被基因污染的可能性。除了可能觸犯法例外，有機農場亦不能種植基改農作物，否則會被取消認證，甚至觸犯法例。在這情況，我們希望了解木瓜的種植情況，及以一些較簡單的方法，去協助測試基改木瓜以至其他農作物。

1.3 木瓜的基本資料

木瓜源自美洲熱帶地區，一般高 2 至 3 米，葉大，葉柄長而且中空（引用資料 2）。正因為其生長快、結果早和產量高的特點，令木瓜吸引不少農夫種植。而木瓜傳粉的方法為風媒及蟲媒（引用資料 5），參與的昆蟲為蜜蜂（引用資料 8），其影響範圍受到很多因素的影響，例如地形、濕度等等。以蟲媒計，木瓜的傳粉範圍一般為 500 米內。（引用資料 7）

1.4 使用商用的基因改造套裝與否

為了測試樣本木瓜是否有基因改造，我們原本想使用一些市面上能測試基因改造的商用套裝去進行測試，但該套裝十分昂貴，一套(只能進行 8 個樣本)售價約為港幣 2000 元至 3000 元，對一般中學學校及學生來說真的十分昂貴。於是我們便參考文獻和資詢我本的理科老師及其他專家，尋找其他可行及較廉宜的方法去進行測試，最後我們得到一位港大的研究生陳先生的幫助，他建議我們進行以下將介紹的實驗以代替價格高昂的基因改造檢驗套裝。

我們會透過陽性控制和陰性控制的結果來判斷這個實驗是否可行（陽性控制顯示到擴增片段，而陰性控制則沒有擴增片段）。若我們可成功完成實驗，並取得成功，我們可以把這種便宜但同樣準確的試驗基因改造的方法，推廣給予農民與及有意進行類似研究的人士，如中學老師及學生。而有機農民也不需礙於測試價格高昂，而對基因改造測試卻步，令他們不能確定自己的作物有否基因改造，從而有機會種植了基因改造作物而觸犯法例。

1.5 為何選擇錦田區的木瓜取研究對象？

我們主要的考察地點是位於新界元朗區東面的錦田。這裏有不少農地，亦有很多有機農場。我們可以不只研究郊區中基因改造的木瓜的普遍程度，還可以研究對於研究木瓜於個別有機農場的距離，從而推斷該有機農場是否適合種植無基因污染木瓜。

2. 研究目的：

- 了解綿田、流浮山、元朗廈村以及大埔等鄉郊種植木瓜的情況；
- 測試以下實驗能否準確鑒定木瓜是否為基因改造；
- 測試綿田一帶的基改木瓜的普遍程度。

3. 研究方法：

基因改造測試實驗的設計及理論：

大部分已知的基改作物，其目標基因通常都帶有 35S 啟動子基因。因此只要我們在測試木瓜樣本中是否帶有 35S 啟動子基因，便可以斷定該樣本是否曾經基因改造。

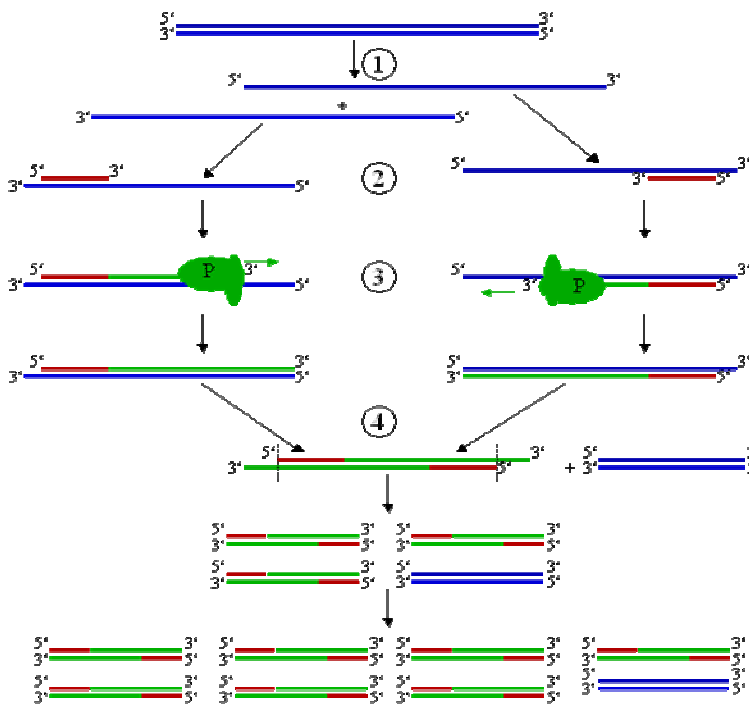
3.1 進行聚合酶鏈式反應的原理

當我們搜集了木瓜樣本後，就從中提取木瓜樣本的 DNA。之後我們就將木瓜樣本的 DNA，配合 35S 的前置和反置引物進行聚合酶鏈式反應（Polymerase chain reaction，下稱 PCR）。

所謂的 PCR 是用於擴增一小段已知的 DNA 片段，主要涉及以下三個過程：

- (1) 變性：先利用高溫（94°C）使雙鏈 DNA 分離。高溫將連接兩條 DNA 鏈的氫鍵打斷，僅以單鏈形式存在。
- (2) 引物退火：引物在較低溫的情況下（50°C），可黏附到單鏈的模板 DNA。
- (3) 延長：DNA 聚合酶由降溫時結合上的引物開始沿着 DNA 鏈合成互補鏈（延長）。步驟時間依賴於聚合酶以及需要合成的 DNA 片斷長度。

上述步驟重複多個循環後，會以 4°C 儲存產物。



圖為聚合酶鏈鎖反應簡圖 (1) 94°C 高溫下使雙股 DNA 打開 (2) 在約 50°C 下讓引物與 DNA 配對 (3) 在 72°C DNA 延長 (P=聚合酶). (4) 第一循環完成，做出的兩段雙股 DNA 又可當作下一個循環模板，這樣每次循環都使得擴增的 DNA 片段加倍。(引自維基百科)

所謂的引物，它的功能就是指出 DNA 複製的開始點，令 DNA 聚合酶只複製特定的 DNA 片段，令該 DNA 片段的數量以幾何級數增長，方便進行電泳。

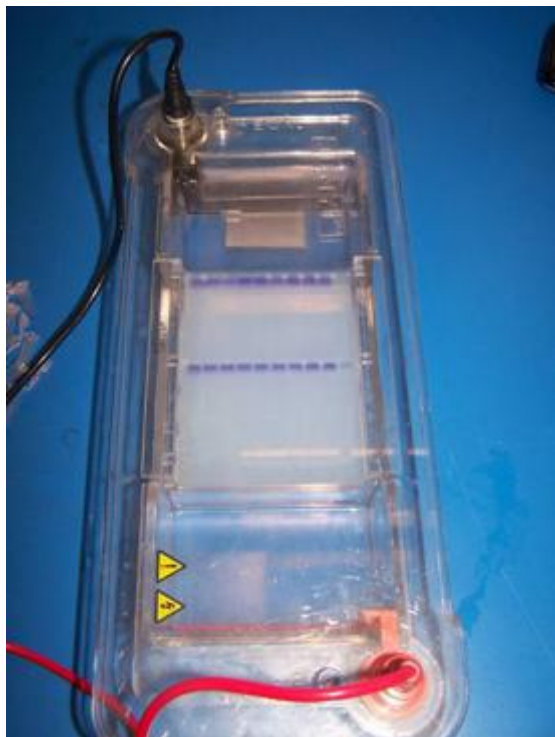
換言之，當一個木瓜樣本 DNA 配合 35S 的前置和反置引物進行 PCR 後，若果該木瓜樣本 DNA 中有 35S 啟動子，它就能被 35S 的前置和反置引物複製出很多的 35S 改基因片段，相反，若果若果該木瓜樣本 DNA 中沒有 35S 啟動子，它就不會被 35s 的前置和反置引物複製出任何的 35S 改基因片段。

為了知道能否成功提取木瓜樣本的 DNA，我們亦另外再用木瓜樣本的 DNA 配合前置和反置植物通用 (UniversalPrimers) 引物去進行 PCR。通用植物引物可擴增葉綠體 DNA 內的某段 DNA，所有植物的葉綠體均具有與這片段極為相近的 DNA 序列，但各種植物所擴增的 DNA 片長短均有差異。如果能夠成功從木瓜葉提取出 DNA，通用植物引物會成功複製該 DNA 片段，相反，如果沒有提取該木瓜的 DNA，通用植物引物會不會複製任何該 DNA 片段。

在是次研究，我們會從木瓜葉提取 DNA 後，並分別進行兩組 PCR，以 35S 或通用植物的前置和反置引物，去擴增 DNA 片段，從而得知木瓜是否為基因改造。

3.2 凝膠電泳的原理

當 PCR 完成後，我們就會將以上這些樣本進行凝膠電泳。凝膠是指用來分離不同大小的 DNA 分子基質，而凝膠上會有多個加樣孔。將擴增後的 DNA 樣本加進凝膠上的加樣孔，可進行凝膠電泳。



←圖為電泳凝膠的過程，凝膠上多個加樣孔，注入了各個樣本後就能駁上電源，就能進行凝膠電泳

由於DNA是帶負極，在電泳的過程中就會移向正極，但由於瓊脂凝膠的分子會阻礙DNA分子的移動，DNA分子越小，阻力越小，所以較小的DNA片段會走得越遠。而在是次研究的PCR的過程物所擴增的DNA片段的大小如下：

引物	所擴增的DNA片段長度
通用植物引物	600bp (鹼基對)
35S啟動子引物	566bp

在電泳凝膠的過程中，各個加樣孔中的DNA片段會據其大小而去到其相應位置，而由於DNA被染色，經過凝膠染色和褪色後，各個DNA樣本的擴增片段就會出現在凝膠，而我們就能透過分析以上各個DNA樣本的擴增片段得知木瓜樣本的基因中有沒有 35S啟動子，從而得知該樣本有沒有基因改造。

3.3 如何分析實驗結果

在這次研究中，一個凝膠將分為上、下兩部分，分別為混合了通用植物引物的樣本，以及混合了 35S 啟動子引物的樣本，兩者皆有 DNA 分子標記、陽性對照以及陰性對照。

在凝膠電泳的過程中，於 DNA 標記條帶的分子大小已知。它們可用作估量其他樣本所擴增的 DNA 大小。

陽性控制是用一個已被肯定為基因改造的樣本來進行凝膠電泳，目的是證明凝膠電泳的過程成功進行。

陰性控制是以水代替樣本來進行凝膠電泳，目的是證明樣本並沒有被基因改造 DNA 所污染。

下表可用作說明觀察結果的方法：

步驟	推斷的問題	若有	若無
1	陰性控制的擴增片段有否呈現？	實驗失敗，原因可能是 PCR 管內的混合物可能受污染，因為陰性控制的欄位不應出現擴增片段。	至 2
2	陽性控制的擴增片段有否呈現？	至 3	實驗失敗，因為陽性控制是用一個已被肯定為基因改造的樣本來進行 PCR，所以陽性控制的欄位必定出現擴增片段。問題可能出自酶、PCR 程序的設定、底物的分量等。
3	某混合了通用植物引物的樣本的擴增片段有否呈現？	至 4	實驗失敗，原因可能未能提取足夠分量的植物 DNA。通用植物引物識別的是該樣本本身的植物基因，所以該欄位中應出現擴增片段。
4	某混合了 35S 啟動子引物的樣本的擴增片段有否呈現？	該樣本是基因改造作物	該樣本很大可能並非基因改造作物。不過由於本研究只擴增 35S 啟動子基因，而仍有少部分基改植物並沒有這基因，所以仍不能百分百確定。

4. 進行實驗

4.1 野外考察

一：元朗廈村及流浮山草莓園

二：大埔林村及大埔梧桐寨

考察目的：確認木瓜樹在鄉村、郊野等地方是否非常普遍，以令定題更具說服力。

考察結果：於元朗廈村、流浮山以及大埔，我們不難發現幾乎每家每戶都有木瓜的蹤影。雖然不能確定全部的木瓜都是村民自行種植，還是木瓜自然繁衍，但可以肯定的是木瓜於郊區十分普遍。

第三次考察地點：

錦田大江埔村及水頭村及水尾村

考察目的：搜集木瓜葉樣本。

考察結果：我們於錦田大江埔村以及水頭、水尾村分別搜集到 5 個及 4 個的樣本，餘下的一個樣本於水頭村入口的錦泰路路邊。而且，此行亦發現有機農場數量很多，大江埔村內大約有接近 6 個有機農場，包括水頭村的音樂農莊在內。整個採集樣本的範圍內不出 2 公里，便有一個甚至多個有機農場，如此木瓜的花粉便能輕易的飄到或被昆蟲帶到有機農場，造成基因污染，令有機農場難以種植木瓜。



上圖為樣本 2



上圖為樣本 8

我們分別在錦田大江埔村、水頭村以及水尾村搜集了共 10 個樣本，而樣本均為隨機於馬路及村路上蒐集，而且距離最接近的有機農場不多於 500 米。我們利用 Google Map 來量度樣本搜集地點與附近農場的最近距離。我們把它們編號，詳見下表：

編號	位置	種子來源	與不多於500米的農場的距離（農場編號）
1	坤記桃花場旁（治河路）	自行留種	467米（一）
2	大江埔村 P17 電線桿對面	自行留種	67米（二）、200米（三）
3	水頭村入口（廢屋旁）	不詳	400米（一）
4	大江埔村 199 號附近	不詳	267米（三）、467米（二）
5	音樂農莊旁	自行留種	67米（一）
6	音樂農莊前 500 米	不詳	333米（一）
7	音樂農莊前 200 米	不詳	133米（一）
8	錦泰路	不詳	467米（一）、500米（二）
9	大江埔村入口	不詳	200米（二）、400米（三）
10	大江埔村入口	不詳	67米（二）、267米（三）

我們用地圖去指出取集樣本的位置和有機農莊的位置：



上圖為取樣位置（水頭村、水尾村、大江埔村）全圖
 黃點為木瓜樣本的採集位置及其樣本編號
 紅色長方形為有機農場的位置
 中國數字一為音樂農莊、二為吳平有機農場、三為花花世界有機農場

4.2 進行基因改造測試實驗

以下是基因改造測試實驗的概括步驟：

1. 提取 DNA
2. 進行聚合酶鏈式反應
3. 進行凝膠電泳
4. 凝膠染色、顯色及觀察結果



上圖為離心機



上圖為 PCR 擴增儀

儀器：

研鉢、離心機、PCR 管、基因擴增儀、凝膠電泳裝置、微量移液管、異丙醇、鹽水、蒸餾水、清潔劑、甲基藍染劑、瓊脂、master 混合劑、1.5 ml 離心管

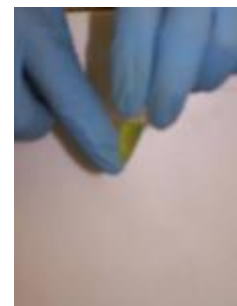
詳細實驗過程：

● 提取基因

1. 將 1 g 的木瓜葉剪碎，並放至研鉢中
2. 加入提取液(成分包括 0.5M 鹽水、蒸餾水和 10% 清潔劑)至研鉢中
3. 利用碾槌將樣本磨爛
4. 抽出 1 ml 樣本(不包括渣滓)至 1.5 ml 離心管 A
5. 將離心管 A 放入離心機中，以 13000rpm 轉動 2 分鐘
6. 從離心管 A 中抽取 700 ul 上清液至另一 1.5 ml 離心管 B
7. 將離心管 B 放入離心機中，以 13000rpm 轉動 2 分鐘
8. 從離心管 B 中抽取 400 ul 上清液至另一 1.5 ml 離心管 C
9. 加入 400 ul 冷藏過的異丙醇(-20°C)至離心管 C 並混和，等待 2 分鐘
10. 將離心管 C 放入離心機中，以 13000rpm 轉動 5 分鐘
11. 抽走所有上清液，只保留餘下的部分
12. 離心管蓋保持開啟，風乾 10 分鐘
13. 以 100 ul 蒸餾水重覆沖洗試管壁



上圖為步驟 3



上圖為步驟 9

● 進行 PCR (聚合酶鏈式反應)

14. 抽取 2.5 ul DNA 樣本至 PCR 管 A。
15. 加入 22.5 ul Master 混合劑至 PCR 管 A 中，利用混合劑當中的引物和 PCR 擴增儀把當中的基因擴增至適當的數量(同時亦準備兩支 PCR 管作為陽性控制和陰性控制，在陽性控制的 PCR 管會加入 2.5 ul 已知有基因改造的樣本和 22.5 ul 的 Master 混合劑，而在陰性控制的 PCR 管就只會加入 2.5 ul 的蒸餾水和 22.5 ul 的 Master 混合劑，而它們亦都會放在 PCR 擴增儀進行擴增程序)

而當中的 PCR 擴增的步驟如下：

步驟	功用	溫度 (度)	持續期間	循環 (次)
起初變性	變性	94	3 分鐘	1
PCR 擴增	變性	94	30 秒	48
	退火	50	30 秒	48
	延伸	72	45 秒	48
最後延伸	延伸	72	5 分鐘	1
冷凍	冷凍	4	直至取出	1

總 PCR 擴增需時：約 92 分鐘

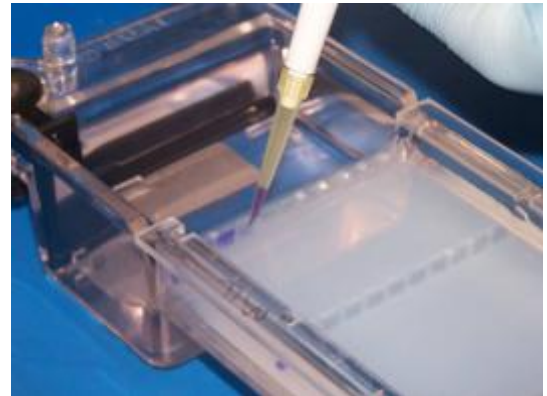
- 進行凝膠電泳

16. PCR 完成後，把所有 PCR 管取出，然後將 5 ul DNA 上樣染料加入至 PCR 管 A
17. 將 DNA 轉移至電泳凝膠的加樣孔中，接通電路，並進行凝膠電泳

下圖為步驟 16



下圖為步驟 17



18. 等待約 30 分鐘，將凝膠取出，放至膠盒內。

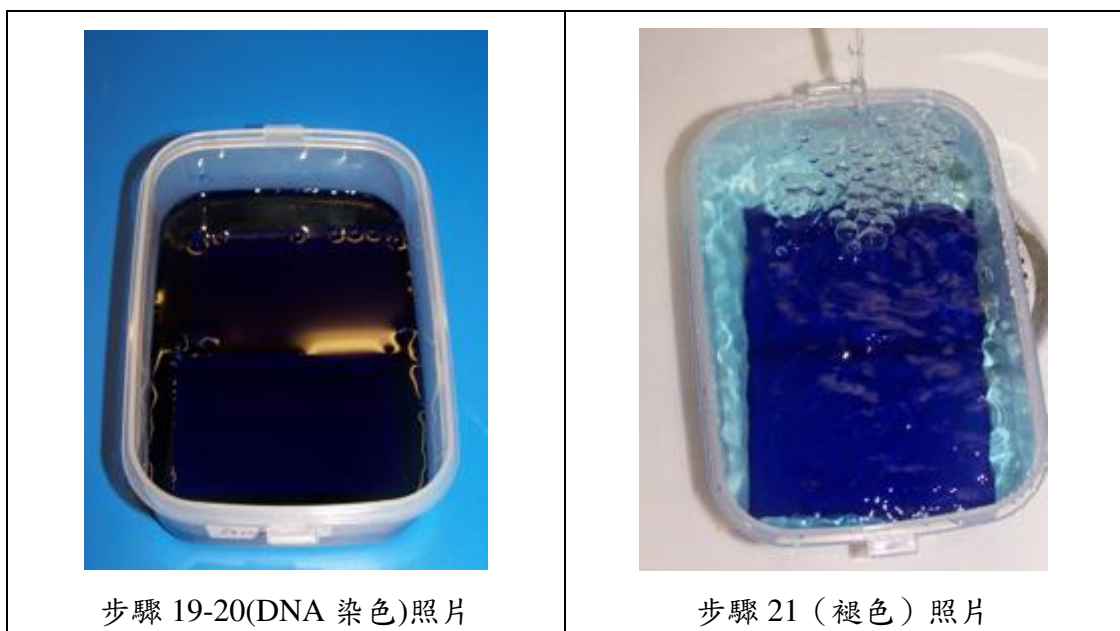
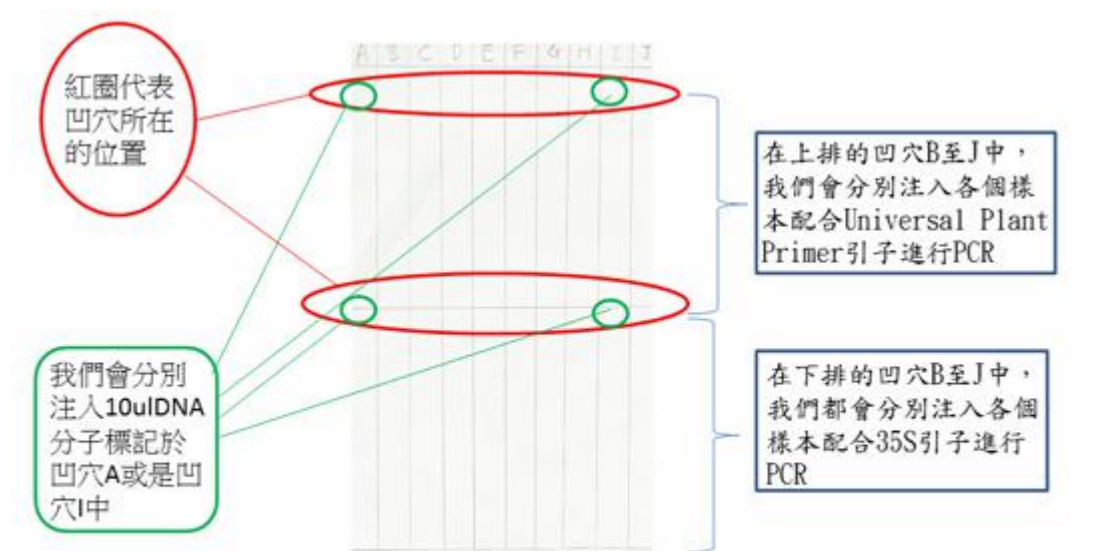
- 凝膠染色

19. 將甲基藍染劑加入至膠盒內，並要蓋過凝膠少許
20. 進行過夜凝膠染色

- 腿色

21. 隔天用水沖洗凝膠，直至凝膠的背景褪色


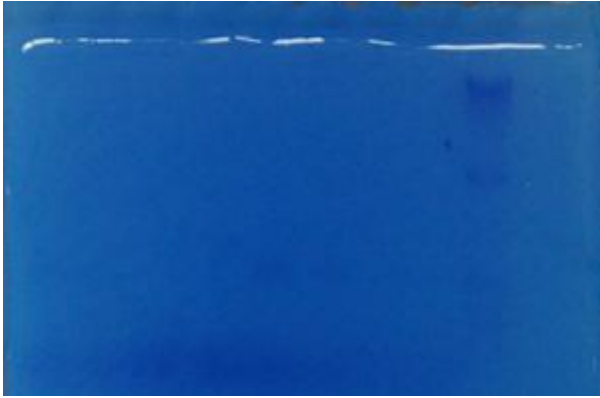
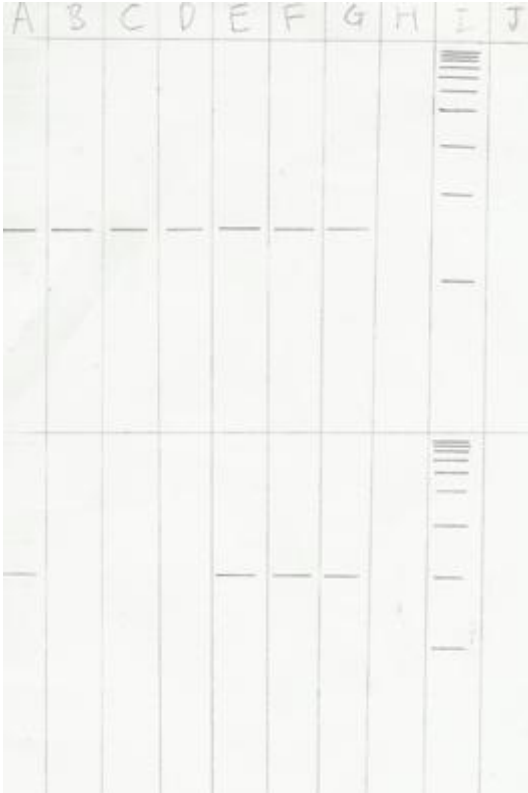
我們會按照次序將 DNA 和染料的混合物注射在加樣孔上，我們亦都會放上 DNA 分子標記 (DNA marker)在兩個加樣孔中以作比較，而凝膠的注射次序如下：



4.3 木瓜花粉粒的觀察

將木瓜花收集後，利用毛筆將花粉粒置於載玻片的水上，再蓋上蓋玻片，然後利用顯微鏡觀察木瓜花粉粒的外觀及拍照。

5. 實驗結果：

<p style="text-align: center;">A B C D E F G H I J</p> 	<p>上圖為樣本 1-6 混合通用植物引物的電泳結果</p> <p>下圖為樣本 1-6 混合啟動子引物的電泳結果</p> <p style="text-align: center;">上圖</p> <p>A. DNA 分子標記 B. 木瓜編號 1+通用植物引物 C. 木瓜編號 2+通用植物引物 D. 木瓜編號 3+通用植物引物 E. 木瓜編號 4+通用植物引物 F. 木瓜編號 5+通用植物引物 G. 木瓜編號 6+通用植物引物 H. 陽性控制 I. 陰性控制 J. 空</p>
	<p style="text-align: center;">下圖</p> <p>A. DNA 分子標記 B. 木瓜編號 1+35S 引物 C. 木瓜編號 2+35S 引物 D. 木瓜編號 3+35S 引物 E. 木瓜編號 4+35S 引物 F. 木瓜編號 5+35S 引物 G. 木瓜編號 6+35S 引物 H. 陽性控制 I. 陰性控制 J. 空</p>
<p style="text-align: center;">A B C D E F G H I J</p> 	<p style="text-align: center;">下圖</p> <p>實驗結果示意圖。因為背景顏色太深，照片未能呈現所有 DNA 條帶，所以繪畫此圖展示結果。</p>

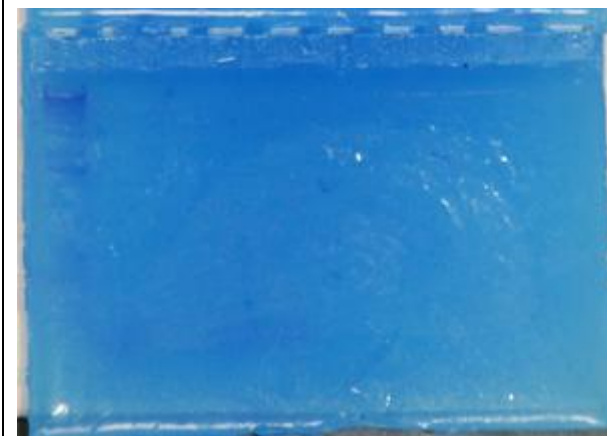


上圖為樣本 7-10 混合 Universal Primers 引物的電泳結果

下圖為樣本 7-10 混合啟動子引物的電泳結果

上圖

- A. DNA 分子標記
- B. 木瓜編號 7+通用植物引物
- C. 木瓜編號 8+通用植物引物
- D. 木瓜編號 9+通用植物引物
- E. 木瓜編號 10+通用植物引物
- F. 陽性控制
- G. 陰性控制
- H. 空
- I. 空
- J. 空

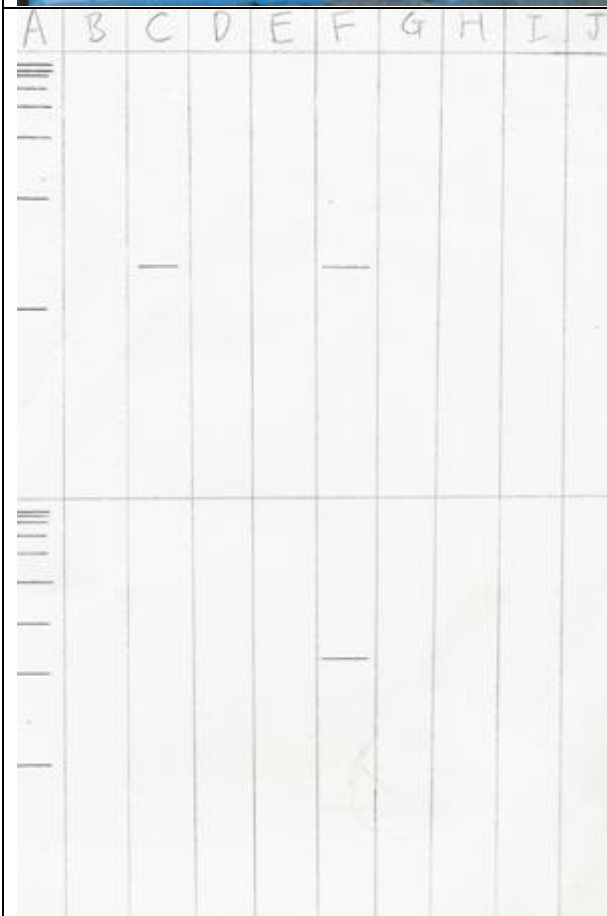


下圖

- A. DNA 分子標記
- B. 木瓜編號 7+35S 引物
- C. 木瓜編號 8+35S 引物
- D. 木瓜編號 9+35S 引物
- E. 木瓜編號 10+35S 引物
- F. 陽性控制
- G. 陰性控制
- H. 空
- I. 空
- J. 空

下圖

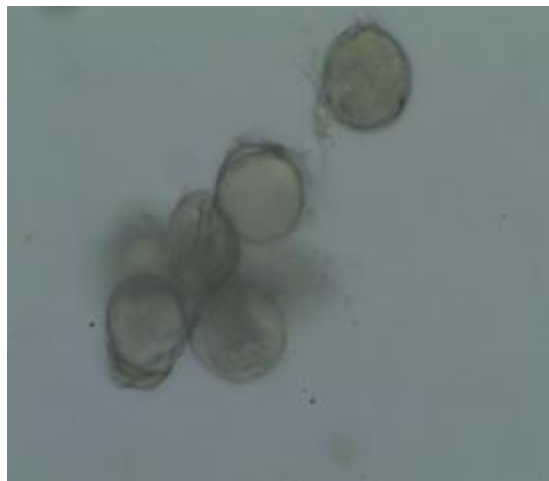
實驗結果示意圖。因為背景顏色太深，照片未能呈現所有 DNA 條帶，所以繪畫此圖展示結果。



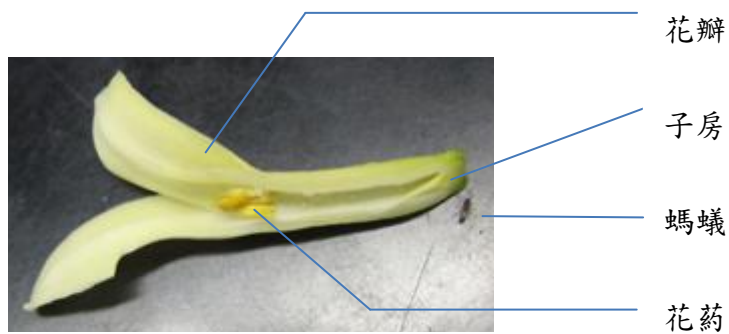
我們將以上結果用下表作出總結：

樣本	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
結果	陽性	陰性	陰性	陰性	陽性	陽性	陰性	沒有結果	沒有結果	沒有結果

木瓜花及花粉粒的觀察



木瓜花粉的顯微照片



在觀察的過和中，可發現木瓜花（全長 45 mm）內發現了螞蟻。

6. 討論

在是次測試中，我們成功利用一般中學的設備提取木瓜葉的 DNA，結果令人鼓舞。從老師得知提取植物 DNA 及進行 PCR 測試的試劑盒費用高昂，約 2000 多港幣的試劑盒只能做 8 個樣本，平均每個樣本需約 300 元。而我們現時所用的 DNA 提取液費用只是數十元，但可進行大量的 DNA 提取，可解決學校進行同類實驗時資金不足的問題。加上市面上的引物製作費只需要數十元一對，Taq 聚合酶及其他底物亦只是數百元，並可進行數百次 PCR，我們這次實驗可算是十分經濟，平均每個樣本只需約 1 至 2 元。(我校已裝置了 PCR 機、電泳儀、移液器、電源、電泳槽等，屬一次性投資。)

此外編號為 1、5、6 的木瓜葉樣本都受到基因污染，占全部有結果顯示的樣本為約 42.9%，與漁護署的研究結果相若。不過由於樣本數目較少，要進行更多測試才能確認香港郊區基改木瓜比率。

從我們對木瓜花的觀察，它比一般風媒花大，其雄蕊及雌蕊亦沒有外露於花瓣外，可判斷木瓜花為蟲媒花。木瓜花內的螞蟻也可能是木瓜的授粉媒介之一。另外從木瓜的花粉粒的顯微照片所示，木瓜花粉粒外表圓滑，亦帶有風媒的特徵，所以亦可能可以由風傳播花粉。這與文獻所示吻合。所以我們相信木瓜的花粉可透過昆蟲及風傳送到附近的木瓜植株。

由於木瓜花粉可能透昆蟲及風傳送，加上從我們的結果得悉基改木瓜比率可以高達 4 成，基改木瓜的花粉可傳送至非基改木瓜的花，從而造成基因污染。我們曾訪問過錦田的居民，有些木瓜是由他們自行留種，這也增加了木瓜受基因污染的可能性。

事實上，樣本 5 和 6 與在水頭村的有機農場（音樂農莊）的距離接近，分別距離為 67 米和 333 米。由於木瓜可以透過蜜蜂傳粉，範圍約為 500 米內（引自資料 7 和 8）。而且授粉距離愈長，授粉的機會愈低（引自資料 7）。而 67 米和 333 米是蜜蜂可以觸及的範圍。因為該 2 個木瓜樣本能透過傳播花粉，污染有樹農場的木瓜樹的基因，所以若音樂農莊打算種植有機木瓜的話，木瓜便有機會受到基因污染。而且木瓜花粉亦是風媒的，所以其情況將會更不明朗。

至於另外兩個有機農場，吳平有機農場和花花世界有機農場附近 500 米都沒有被基因改造的木瓜樣本，所以他們可以考慮種植有機木瓜。但礙於地形及涉及私人地方，我們沒法完全蒐集有機農場方圓 500 米的所有木瓜的樹葉樣本，所有這次實驗有欠全面。

我們必須正視基因污染的潛在風險，包括會否形成超級雜草、減少生物多樣性等。而我們現時無法得知其他農作物的基改比率，長遠對環境、公共衛生、有機農業發展、基因改造生物（管制釋出條例）的執法等等都會帶來衝擊。

另外，在這次實驗中，有 3 個木瓜葉樣本 DNA 沒有結果顯示，這是由於提取 DNA 的步驟出現局限，其問題亦可能為提取液份量過少或是磨爛樣本的程度不足。其解決方法為：增加提取液份量以及用更長時間磨爛樣本。

我們建議可優化進行 DNA 提取的步驟，並測試更多不同植物及不同部分的組織，以了解我們的方法能否有效提取植物 DNA。此外我們亦必須測試更多木瓜樣本，以驗證香港基改木瓜的百分比。我們亦可嘗試同時間利用兩對引物進行 PCR，以節省時間及開支。

7. 結論：

- 根據我們的研究，錦田水頭村、水尾村以及大江埔村一帶地區的基改木瓜百分比約為 40%。根據木瓜花的解剖及花粉外觀，木瓜花有蟲媒及風媒特徵，增加了基因污染的潛在風險。
- 以上自行研究的實驗可以成功代替傳統的基因改造檢驗套裝，因為陽性控制顯示到擴增片段，而陰性控制則沒有擴增片段。
- 音樂農莊不應種植有機木瓜，而吳平有機農場和花花世界有機農場則可以考慮種植有機木瓜。

8. 參考資料：

8.1. 網站

1. 音樂農莊網頁、<http://www.musicfarm.com.hk/index2.html>、2011
2. 番木瓜、中國作物種質信息網、<http://icgr.caas.net.cn/kp/番木瓜.htm>、2005
3. 聚合酶鏈式反應、維基百科、<http://zh.wikipedia.org/wiki/聚合酶鏈式反應>
4. 凝膠電泳、維基百科、<http://zh.wikipedia.org/wiki/凝膠電泳>
5. 番木瓜、維基百科、<http://zh.wikipedia.org/wiki/番木瓜>
6. 基因擴增技術 (PCR)、基因診斷與性傳播疾病等三節、<http://big5.39kf.com/cooperate/book/05/48/2006-01-15-166564.shtml>
7. 農作物制種應用蜜蜂授粉增產技術、楊陵區科技信息中心、<https://mail.google.com/mail/?tab=wm#inbox/1364f9483f18aa3e>
8. 蜜蜂授粉簡介、苗栗區農業改良場全球資訊網、http://mdares.coa.gov.tw/files/web_articles_files/mdares/895/124.pdf

8.2 文獻

9. 《利用多目標 PCR 檢測基因改造木瓜》、高雄區農業改良場研究彙報第 16 卷第 4 期、Research Bulletin of KDARES Vol.16(4)、陳富永蔡奇助陳國憲王雲平楊藹華
10. 木瓜病害及其防治、嘉義農專推廣簡訊第 32 期、16-17-1989、蔡竹固
11. 傳粉生物學的理論與應用研究、2011、王雙全 朱朝東 羅毅波
12. 香港基因改造生物調查結果、漁農署、2010-2011