

# 中華民國第 55 屆中小學科學展覽會 作品說明書

---

國小組 生物科

080315

受「壓」的豆芽「漢草」好

學校名稱：屏東縣鹽埔鄉振興國民小學

作者： 小六 洪慈韓 小六 許靜怡 小六 張可逸	指導老師： 薛雅純
-----------------------------------	--------------

關鍵詞：綠豆芽、加壓處理

## 摘要

自然生長下的綠豆芽與市售的綠豆芽有很大的不同，好奇心驅使下決定研究如何不使用化學藥物種出粗短的豆芽菜，一開始使用一般有機栽種的方法，在綠豆上施以重物，但長出來的豆芽與對照組無差異，後來發現是氣體造成豆芽粗短，因此栽種綠豆芽時，較不通風的環境是重要的。在顯微鏡下自然生長的綠豆芽莖細胞明顯較香蕉皮 180g 處理的綠豆芽莖細胞小，因此乙烯能使綠豆芽莖細胞擴大而造成粗短的現象。本研究提供了兩種在家有機栽培綠豆芽的兩種方式，重量加壓法：每 75 顆綠豆需要  $3.1\text{g}/\text{cm}^2\sim 4\text{g}/\text{cm}^2$  的壓力，與香蕉皮處理法：每 75 顆綠豆需要 160g~200g 的香蕉皮，這兩種條件所種出來的綠豆芽最接近市售標準，且無化學藥劑殘留的疑慮，且環保方便。

## 壹、研究動機

在五年級上學期，我們使用南一版的自然與生活科技領域課本。當學習到第三單元植物世界時，有一項『植物的繁殖』學習活動。老師細心指導我們利用蔬菜水果的根、莖、葉與果實來繁殖，藉此觀察植物的生長與繁衍情形，這個體驗使平日「只吃米，不知稻穀樣子」的我們見識到植物各部位繁衍後代的魔幻力及更清楚瞭解「環境條件」是如何影響植物的生長結果。

然而，我們在種植綠豆時，發現種植出來的綠豆芽不論外觀形狀或顏色與媽媽從市場買回來的綠豆芽很不一樣！在旺盛的好奇心驅使下，我們請教學校的自然老師，才知道市售的綠豆芽為了滿足消費者的口感喜好與需求，在培植時會加入生長素與漂白水清洗，使它白白胖胖，雖然不致傷害人體，但在講究養生的現代觀念中，愈來愈多人會自行在家培植綠豆芽，兼顧經濟效益與健康，唯一的缺點是自行在家種植的綠豆芽咀嚼較不清脆爽口，口感不佳。

正當我們恍然大悟時，博學多聞的自然老師多說的一句話引起我們濃厚的興趣，她說：「許多生機飲食的教學都是以重物壓綠豆芽來達到粗短的目的！」我們對於以重物壓在綠豆芽上面，就會使綠豆芽較粗短的現象感到十分好奇，但是網站或書籍很少告訴我們壓在綠豆芽上究竟是要用多重的重物？一般僅說用磚塊或石頭，並無明確重量，而這跟我們種豆芽所用器皿的面積或綠豆數量的多寡有沒有關係呢？而究竟是甚麼原因使重物壓在綠豆芽身上就

可以使它變粗短的？這些都令我們感到十分有趣！於是想藉著探討研究，設計一些實驗來觀察它對綠豆芽的影響力，驗證所學，並加以深入。自然老師也非常同意我們的想法，便鼓勵與指導我們做這項研究。

## 貳、研究目的

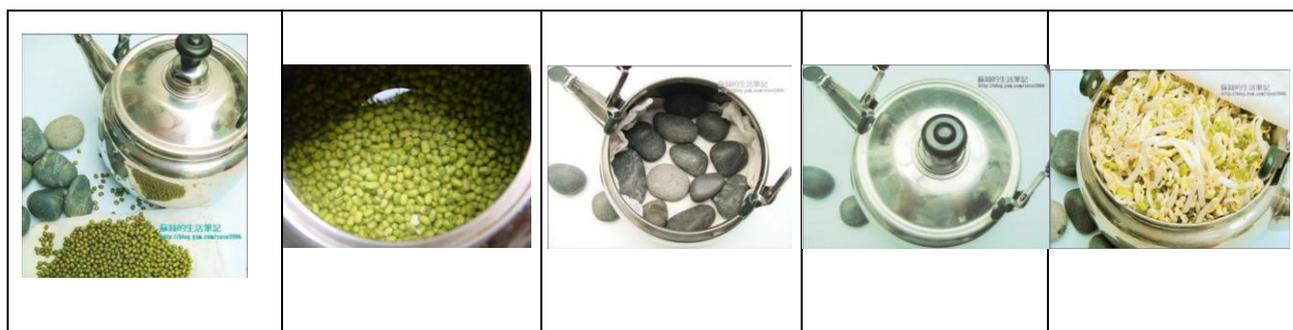
- 一、觀察綠豆芽在自然生長下與市售綠豆芽不同的地方。
- 二、透過實驗操作，找出能使綠豆芽達到市售標準的最適加壓重量。
- 三、探討需要多少重量的香蕉皮能使綠豆芽達到市售綠豆芽的粗細。
- 四、觀察顯微鏡下自然生長的綠豆芽與經乙烯處理下的綠豆芽有何不同。

## 參、文獻探討

### 一、如何在家孵豆芽

我們對如何在家種出又粗又壯的豆芽十分有興趣，因此上網查閱許多資料，發現有許多網站都有教如何在家孵綠豆芽，方法也都大同小異，首先將綠豆浸泡約一晚(8~10小時)，將泡好水的綠豆放入茶壺中，再蓋上濕毛巾，並在毛巾上放上石頭或磚塊，每天澆水兩三次，約一週便可收成，如此便可獲得白白胖胖的綠豆芽了。

對於對綠豆「施加壓力」便可使綠豆變得又矮又胖的方法，我們覺得很有趣，並也感到好奇，為什麼對綠豆施加壓力便可使綠豆芽的莖變粗？如果要在上面施加重量，到底要放多重才能培育出最像市場上賣得綠豆芽？這些都是我們想在試驗中探討的問題。



1.材料：茶壺、綠豆、石頭	2.浸泡綠豆 8~10 小時	3.在綠豆上鋪濕毛巾，並壓上石頭	4.蓋上蓋子，並一天澆兩次水	5.約六天收成
---------------	----------------	------------------	----------------	---------

表 1 一般網路上所教如何在家孵豆芽的流程圖(圖片摘自

<http://blog.yam.com/suse2006/article/23595746>)

## 二、關於乙烯

乙烯(C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>)是一種植物內生的賀爾蒙，大多是植物受傷或老化時會產生，它會使還沒成熟的果實較快成熟，因此常用在促進香蕉或其他水果的後熟，及調節鳳梨開花時期，線香在燃燒時也會產生乙烯，因此水果在祭拜過後容易熟爛的原因就是被線香燃燒所產生的乙烯所催熟了，而許多水果在成熟的過程中也會產生乙烯，這些在熟熟過程中會產生乙烯的水果，稱為「更年性果實」，但這些水果產生乙烯的量也不盡相同，下表將常見的水果產生乙烯的量(20℃下每公斤水果每小時所產生的量)做分類整理：

超低(<0.1)	柑橘 	葡萄 	草莓 	櫻桃 	枇杷 
低(0.1~1)	鳳梨 	樹莓 	西瓜 	柿子 	
適中(1~10)	香蕉 	番茄 	番石榴 	荔枝 	芒果 
高(10~100)	蘋果 	梨 	桃 	奇異果 	木瓜 
超高(>100)	釋迦 	百香果 			

表 2 常見水果產生乙烯量高低比較表

## 肆、研究設備與器材

### 一、材料：

- (一) 綠豆(毛綠種)
- (二) 培植裝置：燕麥罐子、吸管(11mm)、光碟片、熱熔膠、衛生紙、棉線、黏土、天秤、剪刀、香蕉果皮
- (三) 測量裝置：游標卡尺、磅秤、Dino 數位觀察鏡 AM351
- (四) 其他：數位相機、噴霧器、塑膠盤



圖 1 本試驗使用測量工具，由左至右為顯微鏡、游標卡尺、磅秤。

### 二、培植裝置設計：

利用燕麥鐵罐作為綠豆芽生長的遮光裝置，塑膠蓋子作為培養盤，上面鋪上吸水紙巾。我們一開始直接將綠豆鋪在噴濕的紙巾上，但在做加壓試驗時，發現綠豆會容易滾動，而造成長出來的豆芽彎曲，因此我們就想到用吸管作為孵綠豆芽的「巢」，因想要觀察綠豆發芽的情形，因此我們選用透明的吸管。一開始沒經驗而選用細吸管，但發現綠豆在吸水後，體積會漲大為原來的三倍，若用細吸管，綠豆會被吸管口徑卡住而造成生長不易，因此後來我們就選用口徑 11mm 的粗吸管來作為孵綠豆的器材。培植裝置設計如下：

- (一)將吸管剪成長度約 1 公分長短。
- (二)利用熱融膠將修剪過的吸管黏成光碟片大小，每個光碟大小約有 75 個吸管。
- (三)將燕麥罐塑膠蓋上鋪上紙巾，用水噴濕，將吸管盤放置其上。
- (四)將每個吸管内放置一顆綠豆。

(五)在放完綠豆的吸管盤上加上一片光碟片。



圖 2 培植裝置製作所需器材

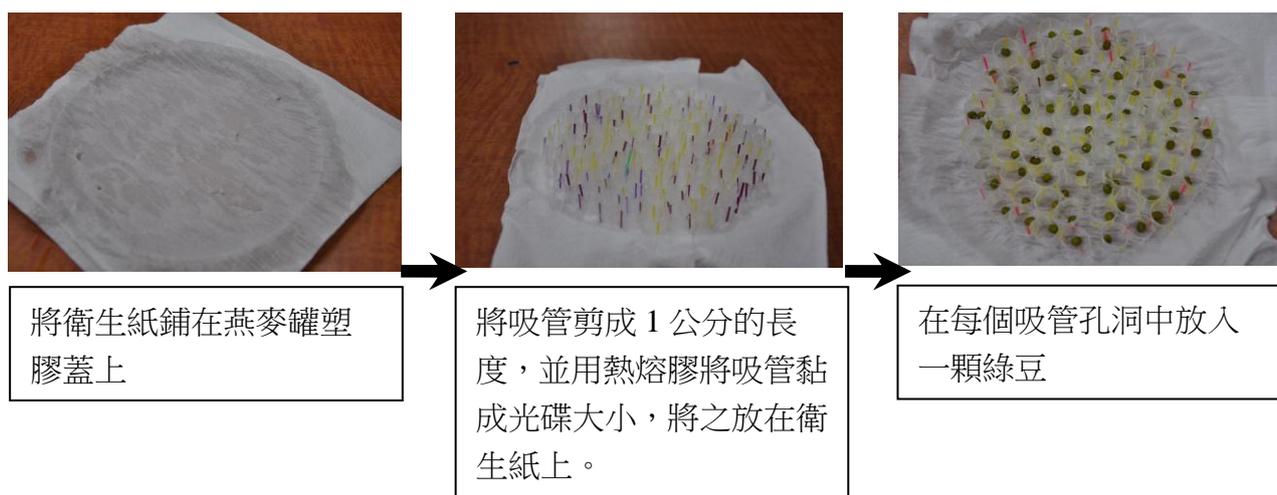


圖 3 培植裝置製作流程

## 伍、研究過程、方法與試驗結果

### 一、觀察自然生長條件下綠豆芽的生長情形

#### (一) 試驗步驟：

- 1.將綠豆洗淨後泡水約 8 小時。
- 2.將浸泡好的綠豆放置在吸管盤中，每根吸管内只放一顆綠豆。

- 3.將光碟片放於放好綠豆的吸管盤上。
- 4.將上述吸管盤放於通風的鐵櫥子內。
- 5.每天澆水三次(早、中、晚各一次)，以使紙巾濕透為原則，並將多餘的水分排空。
- 6.每天中午澆水時觀察並記錄其中 10 株豆芽的生長情形。
- 7.一星期後進行採收，測量、觀察及記錄豆芽的外觀、莖長與莖寬，並將結果做統計。

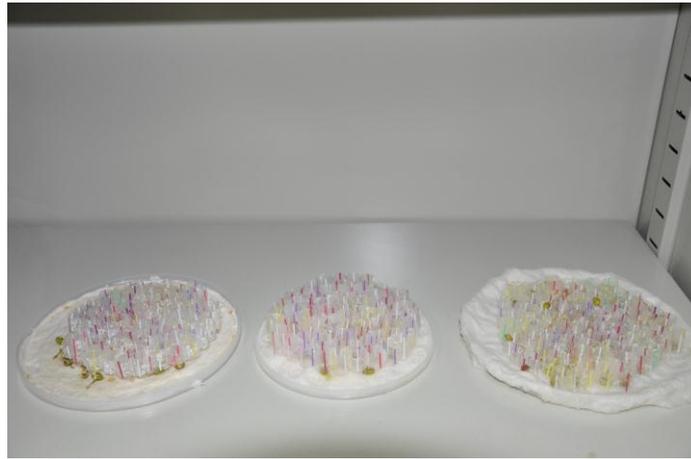


圖 4 在通風鐵櫃中綠豆芽自然生長情形

(二) 試驗結果

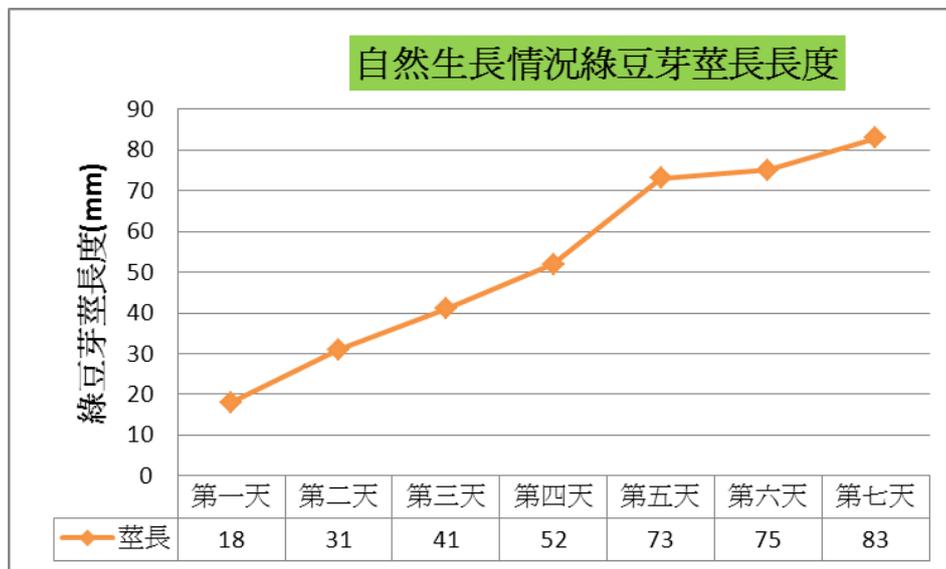


圖 5 自然生長綠豆芽莖長一週變化

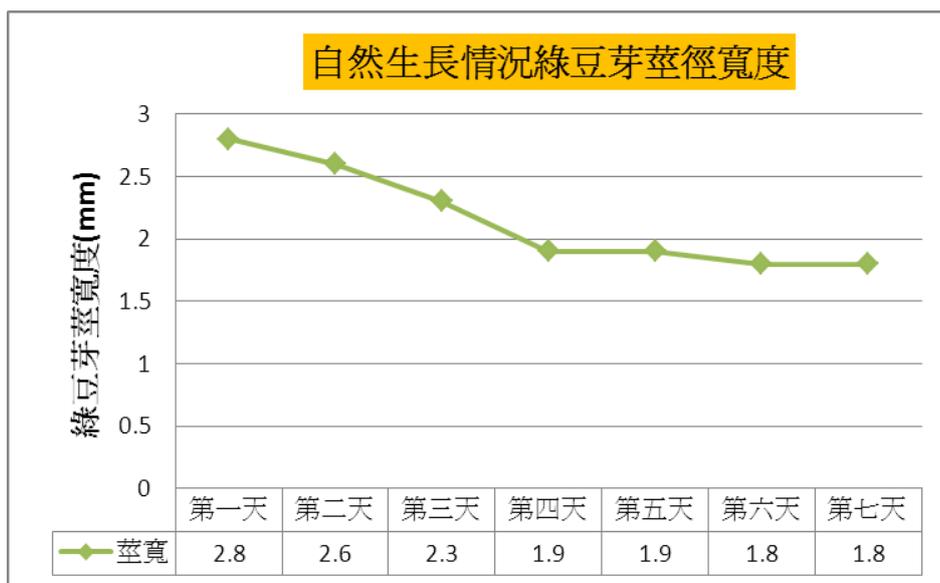


圖 6 自然生長綠豆芽莖寬一週變化

### (三) 我們的發現

- 1.綠豆芽在生長時一開始長度較短，莖徑較粗，隨著長度變長，莖徑就隨之變細。
- 2.綠豆芽在第 4~6 天生長最快，第 6 天後在莖長度與寬度變化不大。
- 3.因採遮光處理，因此莖顏色十分潔白，而長出來的葉子是淡淡的黃綠色(圖 7)。



圖 7 自然生長遮光處理綠豆芽外觀

## 二、將自然生長狀況下的綠豆芽與市售綠豆芽做比較

### (一) 試驗步驟：

1. 觀察自然生長狀況下的綠豆芽與市售綠豆芽在外型上的異同。
2. 測量自然生長狀況下的綠豆芽與市售綠豆芽在莖長，莖寬上的異同。
3. 將測量數據做紀錄與統計分析圖。

### (二) 試驗結果

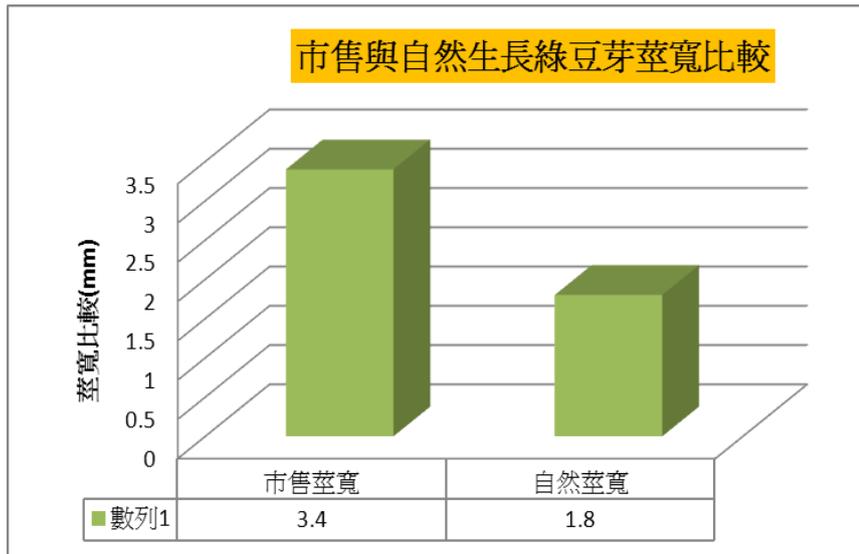


圖 8 市售與自然生長遮光處理綠豆芽莖寬比較

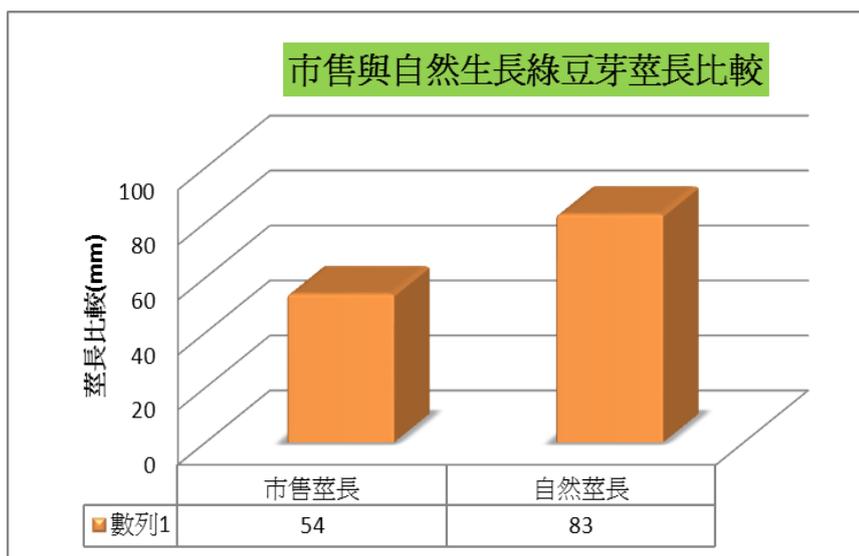


圖 9 市售與自然生長遮光處理綠豆芽莖長比較

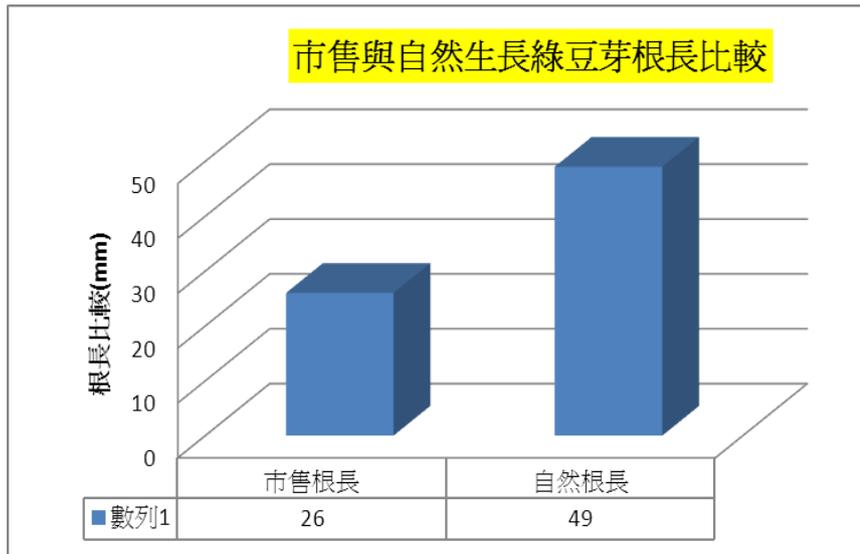


圖 10 市售與自然生長遮光處理綠豆芽根長比較

(三) 我們的發現

- 1.市售的綠豆芽的根長比自然生長狀況下的綠豆芽短很多(圖 11)。
- 2.市售綠豆芽莖寬明顯較粗。
- 3.市售綠豆芽莖長較自然生長的綠豆芽長。
- 4.市售綠豆芽較自然生長的綠豆芽硬挺。
- 5.市售綠豆芽的平均高度約 6~7 公分。

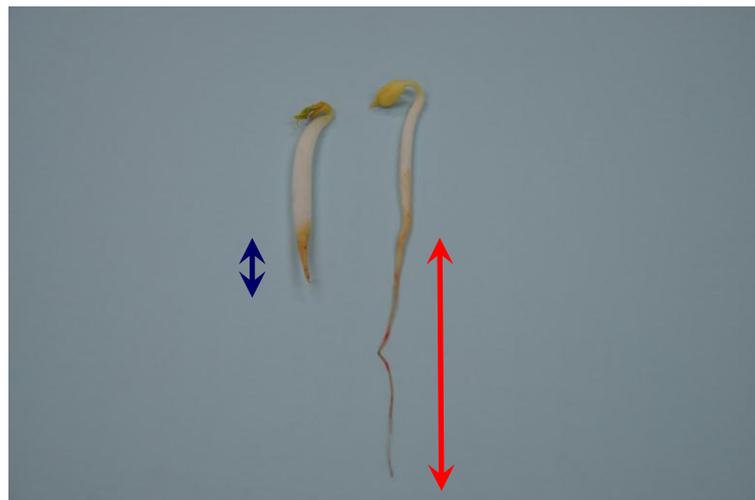


圖 11 市售綠豆芽與自然生長遮光處理綠豆芽根長比較

### 三、找出能使綠豆芽莖寬變粗的最適合加壓重量

#### 試驗三之一

##### (一) 試驗步驟：

- 1.將砝碼分為 50g、100g、150g、200g、250g、300g、350g、400g、450g、500g、550g、600g，共 12 組。
- 2.將步驟 1 的砝碼置於吸管盤的光碟上(圖 12)。
- 3.將上述培養裝置 12 組與一對照組共 13 組一起放入通風鐵櫥子中。
- 4.每日澆水三次(早、中、晚各一次)，以使紙巾濕透為原則，並將多餘的水分排空。
- 5.每天中午澆水時觀察並記錄其中 10 株豆芽的生長情形。
- 6.一週後進行採收，測量、觀察及記錄豆芽的外觀、莖長與莖寬，並將結果做統計。

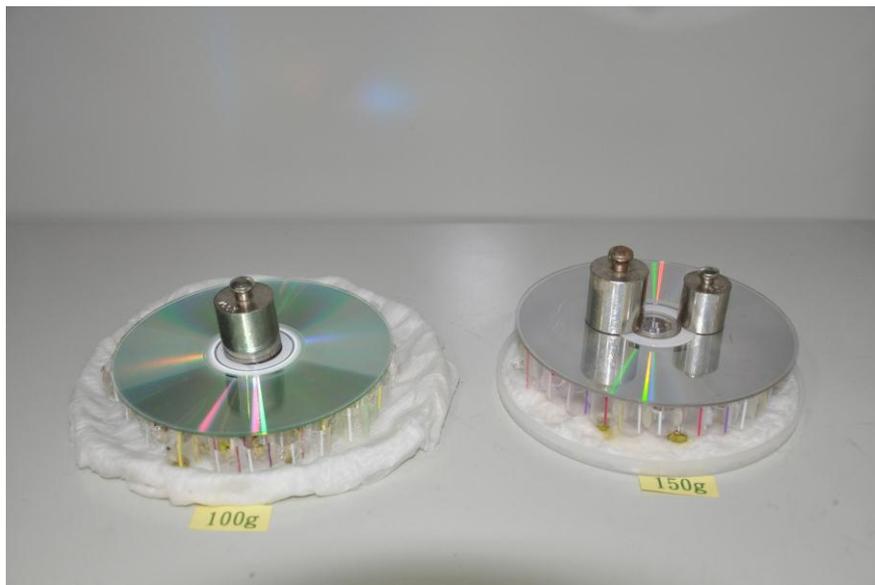


圖 12 將各重量處理砝碼置於光碟片上

(二) 試驗結果：

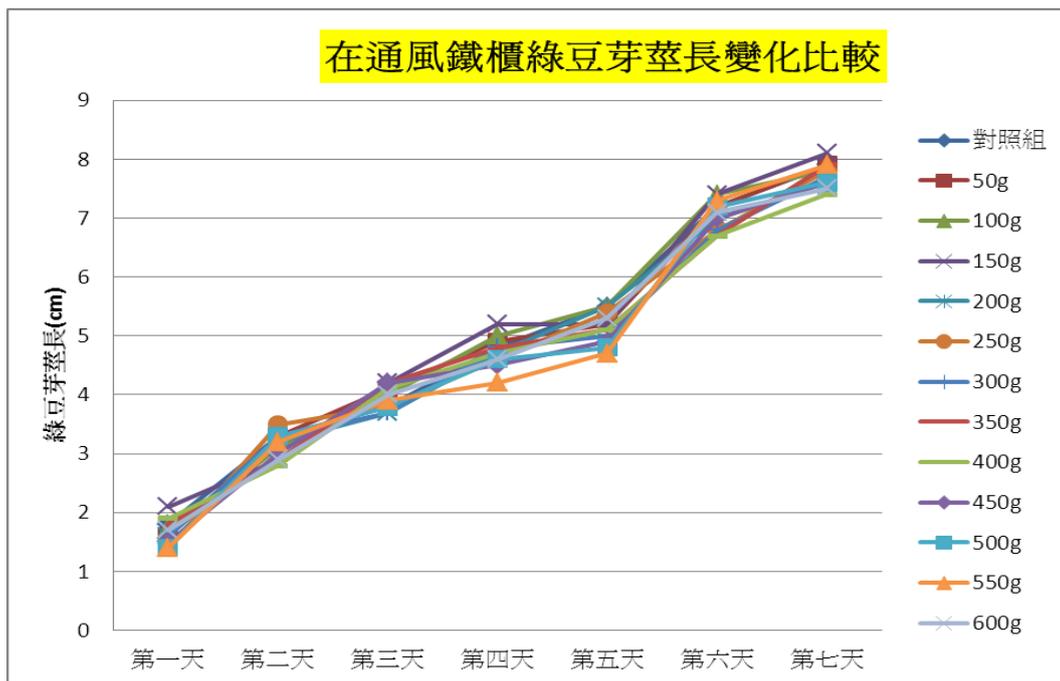


圖 13 在通風鐵櫃各重量處理綠豆芽莖長變化比較折線圖

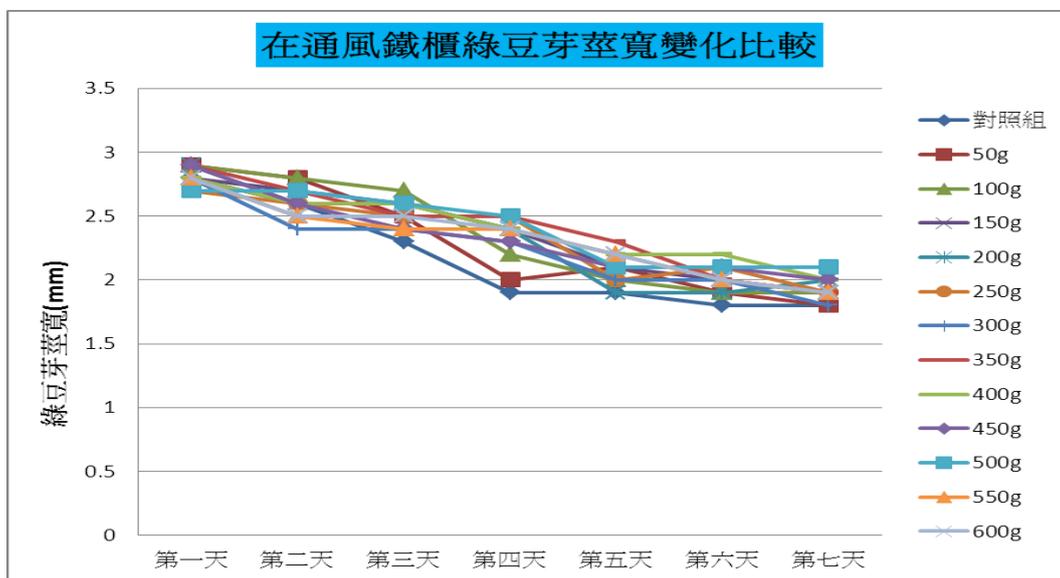


圖 14 在通風鐵櫃各重量處理綠豆芽莖寬變化比較折線圖



圖 15 在通風鐵櫃中各重量處理綠豆芽生長情況

(三) 我們發現與發想：

1. 十二組加壓處理的豆芽生長情形與對照組差別不大。

**發想** → 許多文獻中顯示加壓可使綠豆芽的莖寬變粗，且家庭培育法也利用磚頭加壓，為何我們這次試驗得到的結果綠豆芽的變化差異不大？苦惱之餘，再次查閱相關資料，發現許多教人有機孵豆芽的方法都是將豆子放在通風性不是很好的裝置中，如加蓋的茶壺或鍋子，因此我們推測是否是因加壓而使綠豆芽產生某種氣體，然後這種氣體才使豆芽莖寬變粗，而非加壓重力本身？而我們將試驗裝置放在通風良好的鐵櫃中，因此這種氣體作用在豆芽因濃度變低了，而使作用不明顯，為證明我們的推論，因此我們決定用燕麥的鐵罐子罩住吸管盤(圖 15)，這樣一來不僅能遮光，也能形成較不通風的生長環境，若我們的推論是正確的，那綠豆芽的莖長與莖寬應會與自然生長情況有明顯差異才對。



圖 16 利用燕麥罐倒過來罩住培植裝置，形成遮光較密閉生長環境

2.因砝碼底部面積較小，因此放在光碟片上時，綠豆苗長高速度不一，會將光碟片舉高，造成砝碼滑動，甚至掉落的情況。

**發想** → 因此我們在下個試驗便想改用黏土，將黏土分為我們想要的重量，並將之捏成較扁的長方體，使其與光碟片的接觸面積變大，且黏土本身材質有一點黏性，與光碟片的摩擦力大，綠豆芽將之舉高時，不易產生滑動，而造成施力不均的情況。



圖 17 將黏土切成處理的克數，取代砝碼壓在光碟片上

## 試驗三之二

### (一) 試驗步驟：

- 1.利用黏土與電子秤將黏土分為 50g、100g、150g、200g、250g、300g、350g、400g、450g、500g、550g、600g，共 12 組。
- 2.將步驟 1 的黏土置於吸管盤的光碟上。
- 3.將上述培養裝置 12 組與一對照組共 13 組罩上燕麥鐵罐。
- 4.每日澆水三次(早、中、晚各一次)，以使紙巾濕透為原則，並將多餘的水分排空。
- 5.每天中午澆水時觀察並記錄其中 10 株豆芽的生長情形。
- 6.一周後進行採收，測量、觀察及記錄豆芽的外觀、莖長與莖寬，並將結果做統計。



圖 18 將各重量處理改以同重量的黏土代替



圖 19 在各培植裝置外罩上燕麥鐵罐

(二) 試驗結果

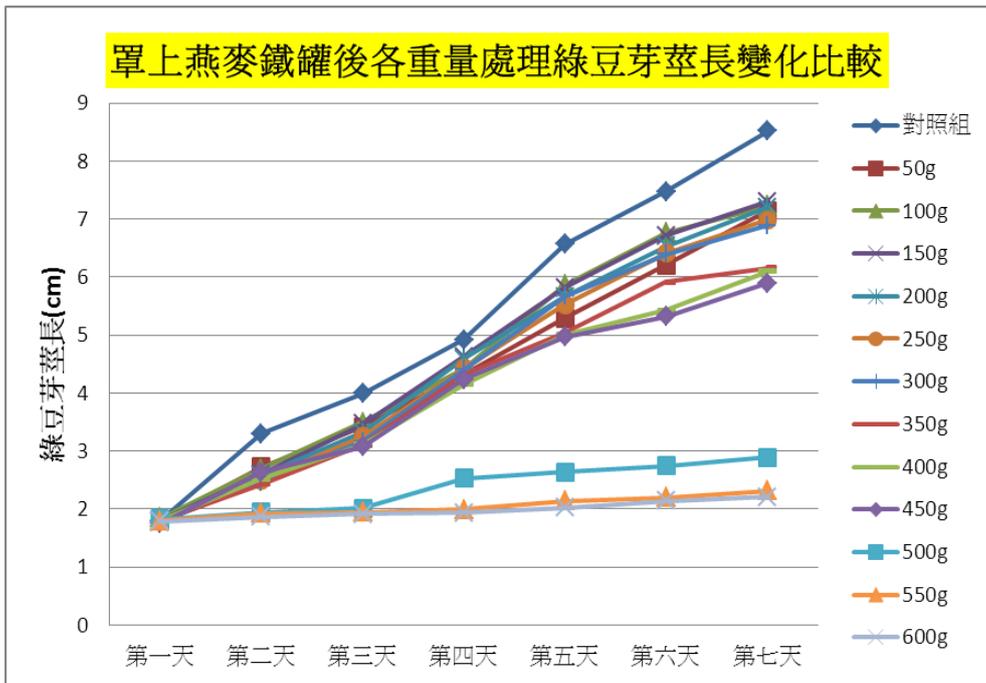


圖 20 罩上燕麥鐵罐後各重量處理綠豆芽莖長變化比較折線圖

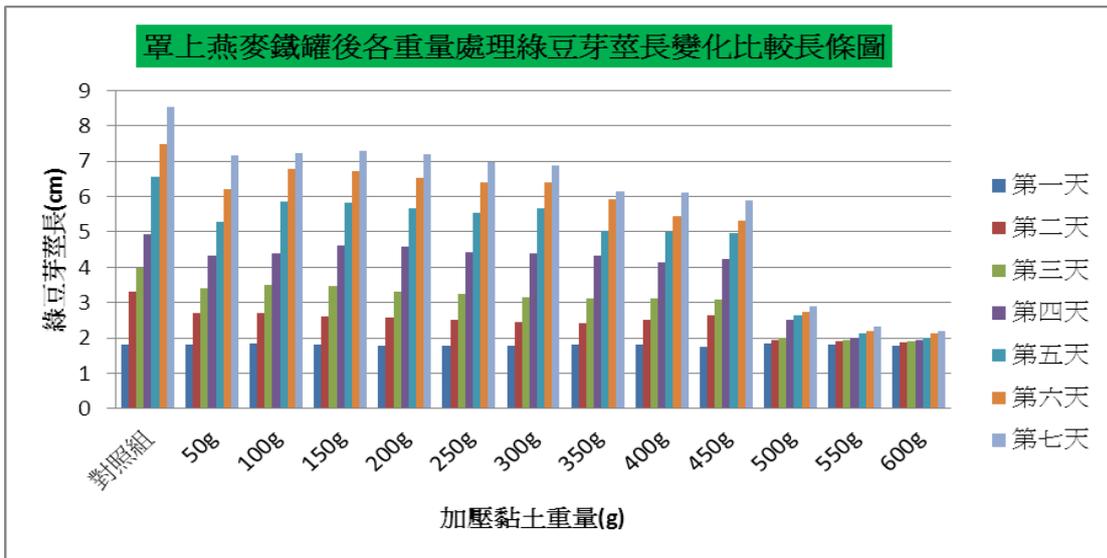


圖 21 罩上燕麥鐵罐後各重量處理綠豆芽莖長變化比較長條圖

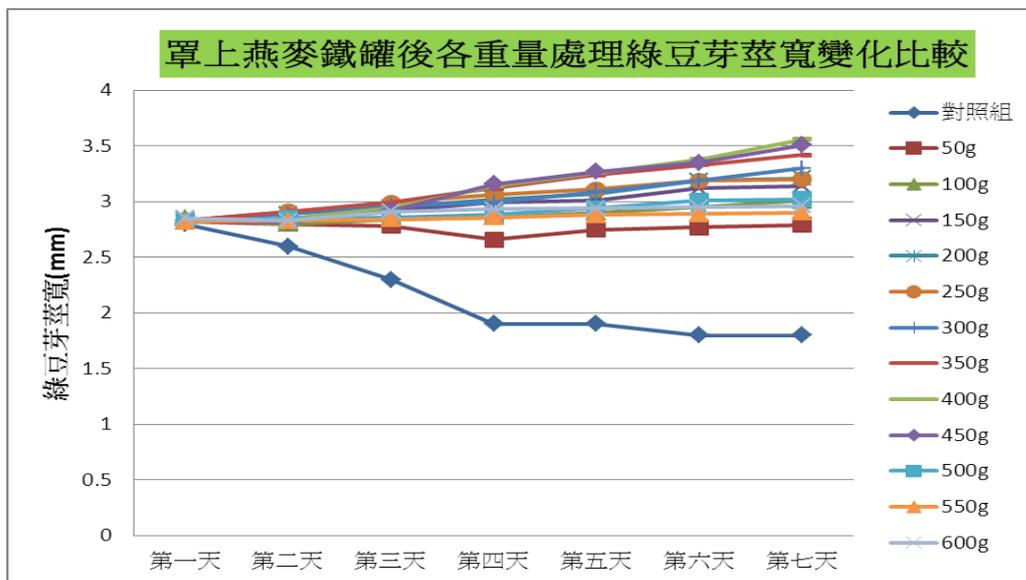


圖 22 罩上燕麥鐵罐後各重量處理綠豆芽莖寬變化比較折線圖

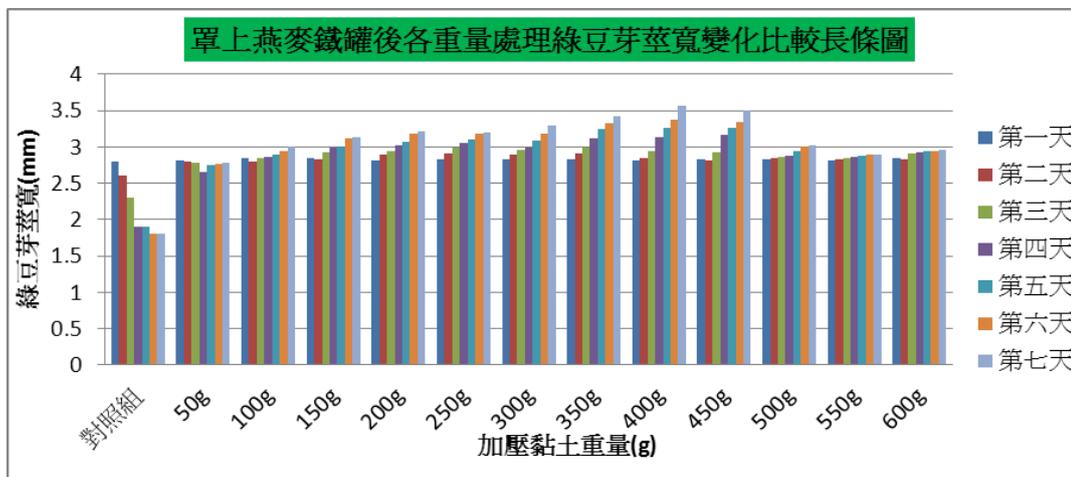


圖 23 單上燕麥鐵罐後各重量處理綠豆芽莖寬變化比較長條圖



圖 24 單上燕麥罐後各重量處理綠豆芽生長情形

### (三) 我們的發現

1. 加壓的黏土重量在 350g~450g 左右的綠豆芽的莖長與莖寬會最接近市售綠豆芽的標準。
2. 加壓黏土的重量若超過 500g，重量越重綠豆芽的莖長越短。
3. 加壓黏土的重量若超過 500g，莖長變化顯得十分平緩。

- 3.加壓後，綠豆芽葉子與白色的莖連接部分的頂端會形成 U 字彎鉤，若重量越重(圖 22)，彎鉤會形成 S 型的彎鉤。
- 4.加壓重量超過 500g 時，綠豆芽的生長似乎被抑制，莖長度與其他處理組別相比，顯得十分短。
- 5.加壓生長的綠豆芽，在靠近根部的地方會十分膨大，且加壓重量越重，膨大情況越明顯(圖 22)。



圖 25 經重量處理的綠豆芽具有 U 型彎鉤頂端

- 6.加壓生長的綠豆芽在靠近根部的地方會有一條棕色的線條，但市售的綠豆芽靠近根部的地方並無此現象，為何有這種差異?我們覺得既好奇又有趣!
- 7.除了對照組與重量處理 50g 的綠豆芽莖寬是逐日下降外，經重量處理 100g 處理的綠豆芽莖寬皆是逐日上升。
- 8.從莖長長條圖中可發現，隨著重量處理克數處理越多，綠豆芽莖長的成長幅度越平緩。

#### (四) 我們的推測：

- 1.罩了鐵罐後的綠豆芽生長情形會隨著重量不同而不同，且與對照組差異頗大，這與試驗三之一的結果有很大的不同。這證實了我們之前的推測：會造成如此差異應該是綠豆芽生長時若受到重量壓力，會產生某種氣體，使莖寬變粗，若生長時處於通風的

環境，就會使這個氣體的作用減少。我們查閱相關資料發現，在生產綠豆芽時，除了噴灑生長素外，有些農民會使用乙烯這種氣體讓綠豆芽變粗，但生長素不會讓植物芽體頂端產生彎鉤，而乙烯會讓植物的芽頂端產生彎鉤，這點與我們的實驗發現吻合，因此我們推測應該是加壓使綠豆產生乙烯，乙烯再使豆芽莖寬變粗的。

### 如何驗證我們的推論？

為了驗證我們的推測，因此我們小組就想直接使用乙烯噴灑在綠豆芽上，但乙烯是氣體要如何使用？我們上網查閱相關資料，發現農民常使用「乙烯利」或「益收素」來作為乙烯的產生，但去農藥行時，卻鮮少商家進貨，且我們很難利用現在有知識及設備稀釋「乙烯利」或「益收素」，因此我們放棄這種直接噴灑乙烯的方式。查閱相關資料發現，很多水果在成熟或受傷時會釋放乙烯，包括：蘋果、奇異果、香蕉、百香果...等，而利用水果的克數來達到控制乙烯處理量的方法對我們而言是容易的，若此方式可行，將來要運用在家庭生產上也方便無毒，且環保，恰巧我們做試驗的時候正逢香蕉生產過剩的時候，因此我們靈機一動，想到使用香蕉皮作為我們試驗中釋放乙烯的物品，因此我們採用試驗四驗證我們的推測。

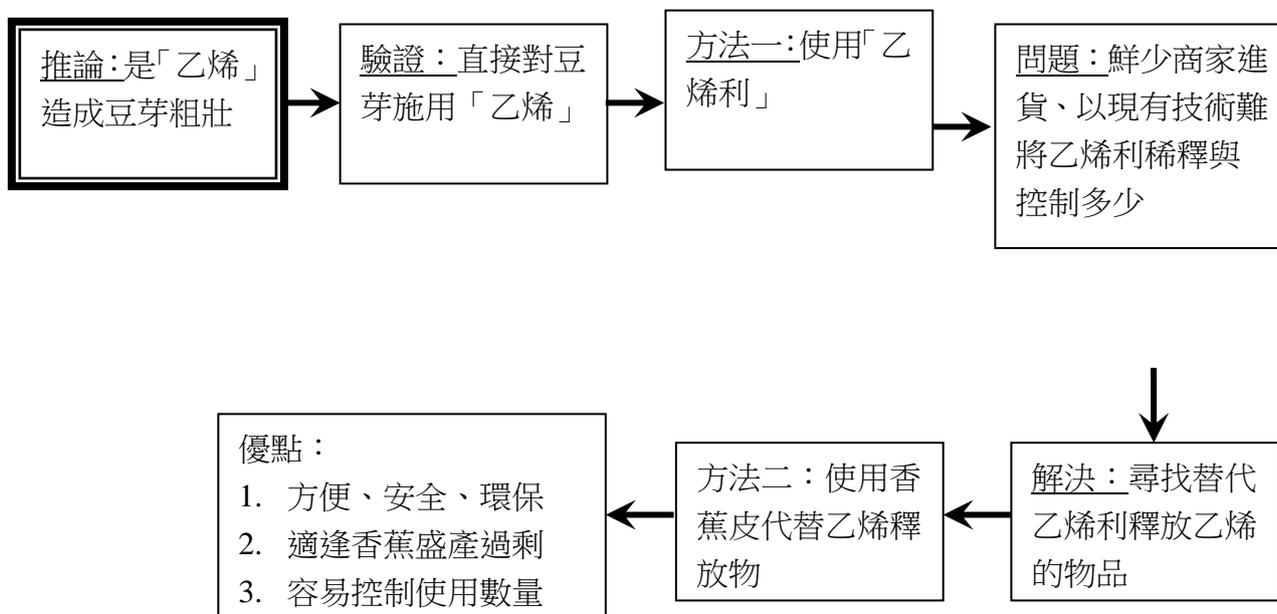


圖 26 問題解決過程流程圖

#### 四、找出與加壓重量相對應效果的香蕉果皮重量

##### (一) 試驗步驟：

- 1.將香蕉吃完後果皮留下，用剪刀將果皮剪成約 7~8 公分的長度，分別用磅秤秤出 20g、40g、60g、80g、100g、120g、140g、160g、180g、200g、220g、240g，共 12 組。
- 2.將上述秤好的香蕉皮用棉線捆好，用膠帶黏在燕麥鐵罐的底部。
- 3.與試驗三相同的培養裝置 12 組與一對照組共 13 組罩上黏有香蕉皮的燕麥鐵罐。
- 4.每日澆水三次(早、中、晚各一次)，以使紙巾濕透為原則，並將多餘的水分排空。
- 5.每天中午澆水時觀察並記錄其中 10 株豆芽的生長情形。
- 6.一週後進行採收，測量、觀察及記錄豆芽的外觀、莖長與莖寬，並將結果做統計。



將香蕉皮秤重



用棉線將香蕉皮串好



將串好的香蕉皮固定在燕麥鐵罐底部

圖 27 試驗四香蕉皮處理製作流程



圖 26 將各處理蓋上燕麥鐵罐

(二) 試驗結果：

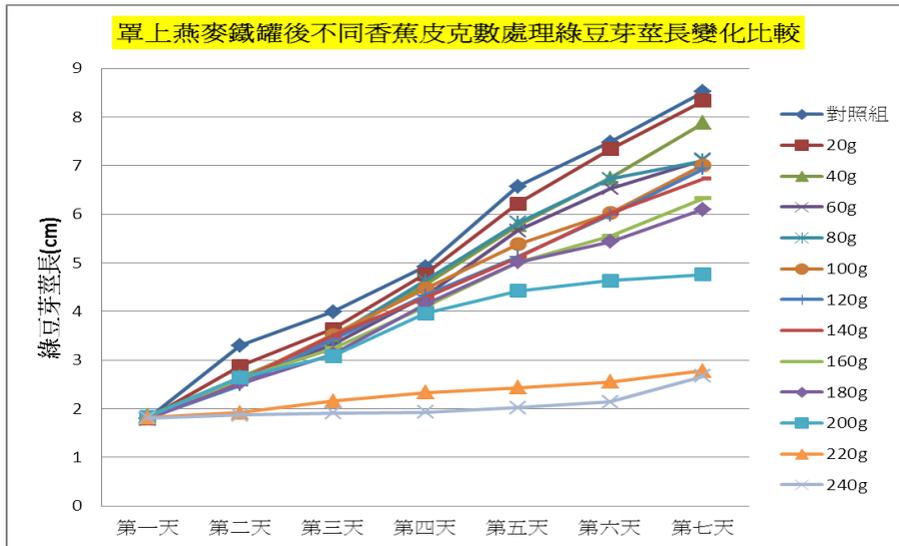


圖 27 罩上燕麥罐後不同香蕉皮克數處理綠豆芽莖長變化比較折線圖

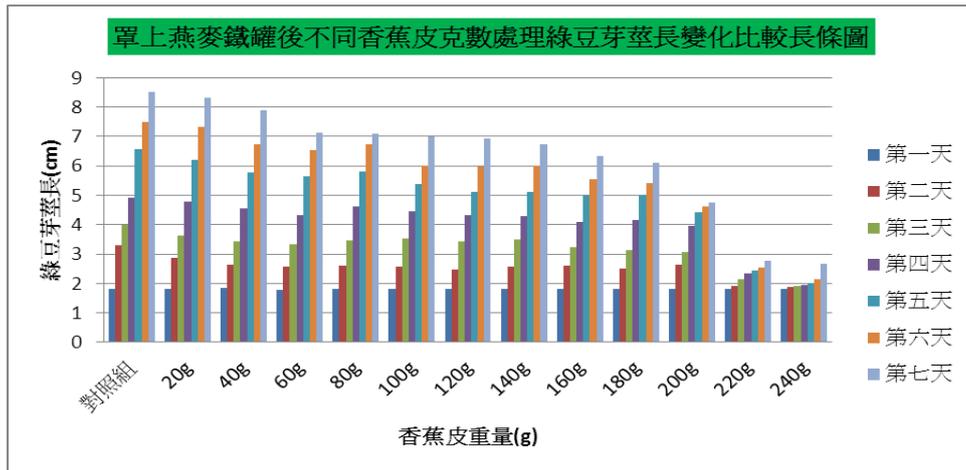


圖 28 罩上燕麥鐵罐後不同香蕉皮克數處理綠豆芽莖長變化比較長條圖

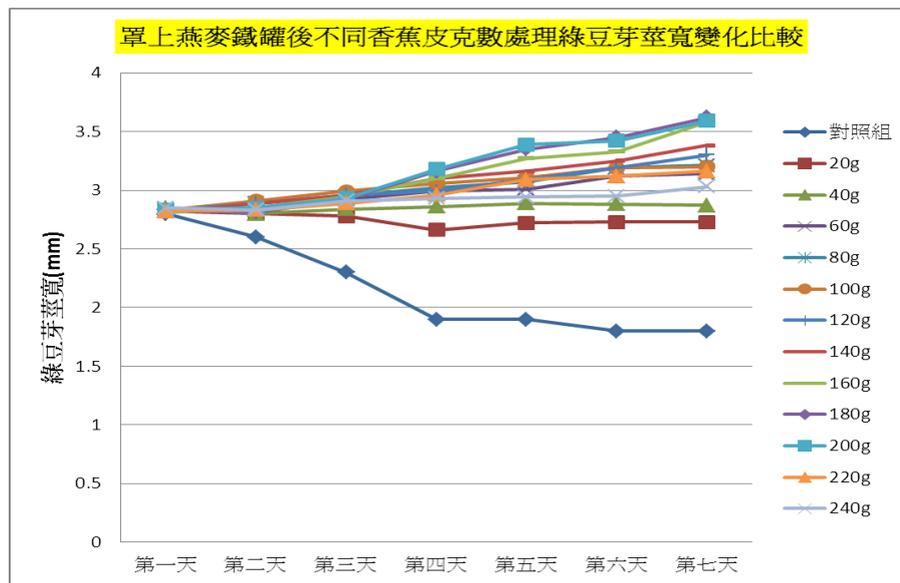


圖 29 罩上燕麥鐵罐後不同香蕉皮克數處理綠豆芽莖寬變化比較折線圖

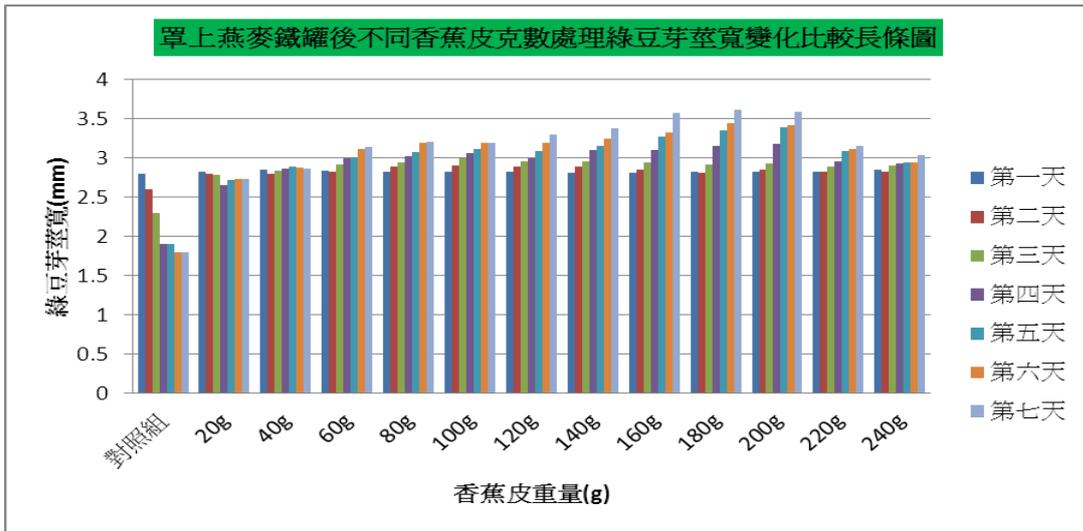


圖 30 罩上燕麥罐後不同香蕉皮克數處理綠豆芽莖寬變化比較長條圖



圖 31 重量處理與香蕉皮處理綠豆芽生長情況比較

(三) 我們的發現：

- 1.香蕉皮的重量在 160g~200g 綠豆芽生長的莖寬最接近市售的綠豆芽，與試驗三之二加壓重量 350g~450g 的結果最為近似。
- 2.與試驗三之二的結果雷同，香蕉皮重量在 220g 以上，綠豆芽的莖長就越來越短，似乎生長被抑制。
- 3.與試驗三之二的結果雷同，香蕉皮重量在 220g 以上，綠豆芽的莖寬就幾乎維持不變，增加的幅度平緩。
- 4.香蕉皮越多，綠豆芽的莖寬就越寬，莖長就越短。
- 5.除了對照組與香蕉皮 50g 處理的綠豆芽莖寬是逐日下降外，經香蕉皮 100g 處理的綠豆芽莖寬皆是逐日上升。
- 6.從莖長長條圖中可發現，隨著香蕉皮克數處理越多，綠豆芽莖長的成長幅度越平緩。

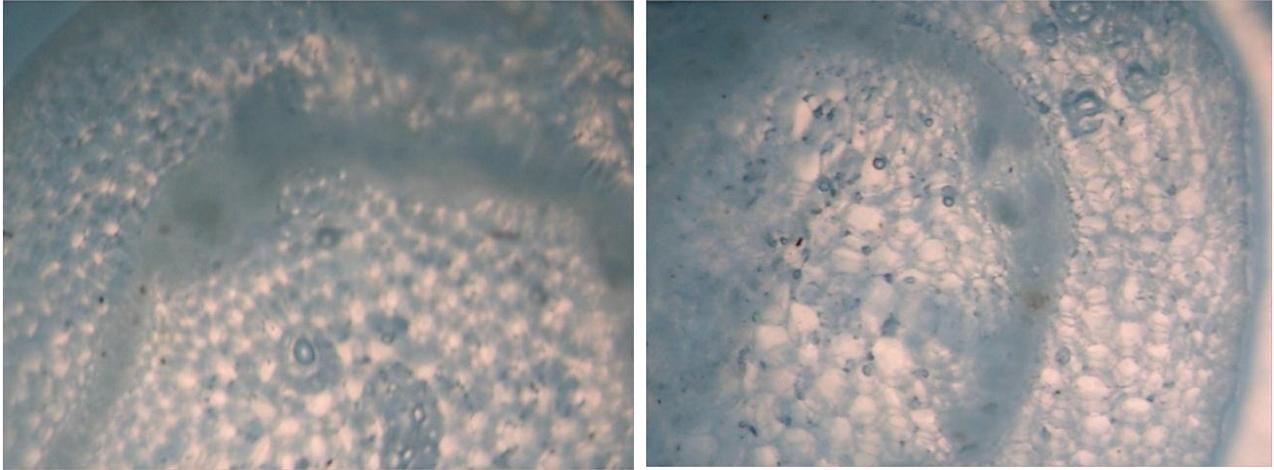
五、利用顯微鏡觀察自然生長與 180g 香蕉皮處理的綠豆芽莖橫切面

(一) 試驗步驟：

- 1.取自然生長與 180g 香蕉皮處理的綠豆芽各一。
- 2.利用刀片將上述兩處理的綠豆芽製成經橫切薄片。
- 3.將上述置好的橫切薄片放在顯微鏡下，用 100x~200x 的鏡頭觀察。
- 4.使用攝影功能將所看到的影像拍成相片。

(二) 試驗結果：

觀察到的顯微影像如下：



自然生長下豆芽莖橫切

180g 香蕉皮處理之豆芽莖橫切

圖 32 自然生長與香蕉皮處理下豆芽顯微鏡觀察影像

(三) 我們的發現：

- 1.在顯微鏡下看到許多一格一格的小洞，自然老師說那就是豆芽莖的細胞。
- 2.在顯微鏡下，我們發現自然生長下的豆芽莖細胞明顯較 180g 香蕉皮處理下的豆芽莖細胞小，排列也較緊密，細胞內的顏色似乎也較 180g 香蕉皮處理下的豆芽深。

## 陸、討論與結論

- 一、一般市售的綠豆芽長度大約 5~6 公分，粗約 3 公厘多，因我們做試驗時是冬天，溫度較低，若加壓或用香蕉皮處理，約需七天左右。
- 二、我們種出來的綠豆芽，無論是哪種處理，綠豆芽的根都很長，約 4~5 公分，有的還與莖差不多長，但市售的綠豆芽根卻比我們短得多，推測除了採收時為了販賣方便將之修短的原因外，**另一個可能是市售綠豆芽在栽種時可能是使用乙烯以外的藥品，因此造成根特別短的現象。**
- 三、在家庭栽種時，綠豆上面所施壓的重物接觸面積應大一些，否則綠豆芽生長的速度不均，

會使施壓重物傾斜或掉落，而造成施力不均的情況。

四、在使用重物處理的試驗中，我們發現在光碟片大小的培植裝置上施加 350g~450g 的重量，長出來的綠豆芽與市售的最接近，若我們自己要在家孵豆芽的話，因所使用的培植容器與綠豆數目都不盡相同，因此我們計算單位面積所需的重量及我們所使用的綠豆數目，這樣就可以依照這樣的比例種出最接近市售的豆芽菜了！



(1)光碟片大小：光碟片是正圓形，它的半徑剛好是 6 公分，因此以圓周率 3.14 計算，它的面積剛好是 113.04 平方公分。

(2)最適合的壓力：我們要計算每單位面積所承受的重量，這就是所承受壓力，即  $350\text{g}/113.04\text{cm}^2 \sim 450\text{g}/113.04\text{cm}^2$ ，因此最適合的壓力便是約  $3.1\text{g}/\text{cm}^2 \sim 4\text{g}/\text{cm}^2$ 。

(3)考慮綠豆數目：我們控制一個光碟片可黏 75 個吸管，故一個光碟片大小的培植裝置可放 75 顆綠豆，因此每 75 顆綠豆需要  $3.1\text{g}/\text{cm}^2 \sim 4\text{g}/\text{cm}^2$  的壓力。

五、我們在試驗三之一時，將各重量處理的綠豆放在通風的櫥櫃，種出來的綠豆芽無論在莖長或莖寬都與對照組差不多，與我們所查的資料不符，因此我們再把網路上教人如何在家孵豆芽的方法看一次，發現這些方法都教人把綠豆放在加蓋的茶壺或鍋子中，一開始我們認為加蓋子是為了遮光，因此我們將培植裝置放在可遮光但通風的櫥櫃，沒想到種出來的豆芽一點也沒變粗短，與對照組差不多。後來我們靈機一動，想到或許加蓋子不只有遮光的目的，我們推測綠豆芽受到壓力後會產生某種氣體，而這種氣體才是使它變粗短的主因，因此在試驗三之二就使用燕麥罐子將每個重量處理個別罩住，形成較不通風的環境，果然長出來的綠豆芽隨著重量的加重，長出來的豆芽就越粗短，由此證明我們的推測：綠豆芽受到重量加壓後會產生某種氣體，而這種氣體是造成綠豆芽粗短的主因。所以網路上教人將綠豆放在加蓋的茶壺或鍋子中，不僅是為了遮光，還有能形成不通風的環境，是這種氣體作用在綠豆芽的濃度不被稀釋。

六、我們確定是氣體造成綠豆芽粗短的原因後，對是何種氣體感到十分好奇，觀察試驗三之二種出來的豆芽頂端有特別的 U 行彎鉤，這是對照組沒有的現象，於是查閱相關資料，發現「乙烯」這種氣體會使植物芽體頂端形成 U 型的彎鉤，因此我們推測應該是乙烯造

成綠豆芽粗短的主因，因此在試驗四，我們直接使用會釋放乙烯的香蕉皮，發現在沒加壓的情形下，不同重量的香蕉皮也會造成綠豆芽莖長與莖寬不同的狀況，香蕉皮放越多，綠豆芽的莖長越短，莖寬越粗，這點與試驗三之二的結果很像，加壓重量越重，綠豆芽越粗短，且過了一定的重量或香蕉皮量後，綠豆芽的莖長似乎就不太變化，因此我們認為加壓重量越重，綠豆芽所產生的乙烯越多。

七、根據試驗四，若要在家孵豆芽不使用重量加壓的方法，而欲使用香蕉果皮時，最適合的量應該是每 75 顆綠豆需要 160g~200g 的香蕉皮。

八、在自然生長情況下，綠豆芽的莖長會越來越長，莖的寬度是越來越短；但經重物處理或放置香蕉皮處理的綠豆芽，莖長高的速度較慢，生長折線圖的斜率也較自然生長的綠豆芽平緩，且重量處理 500g 以上、香蕉皮放置 220g 以上，綠豆芽的長度大約從的三天開始就幾乎差不多，莖的長度竟與自然生長下第二天差不多，但莖寬比自然生長下的綠豆芽寬多了，因此我們認為或許乙烯會抑制綠豆芽長高，但促使它變粗。

九、在顯微鏡下，自然生長的綠豆芽莖細胞明顯比經香蕉皮 180g 處理的綠豆芽莖細胞小，且排列較緊密，因此我們認為乙烯會使莖細胞變大，因此在外觀看起來就比較粗了。

## 柒、參考文獻

黃寶節、董宜鈞、洪國欽、鍾初弘。1997。種子發芽真有趣。國立科學教育館-中華民國第 37 屆中小學科學展覽作品集。

鄭玉男、李政聿、陳杏雯。2005，綠豆芽增肥計畫。國立科學教育館-中華民國第 45 屆中小學科學展覽作品集。

湛克終。1987。植物荷爾蒙劑之功效與應用四版。台北市，財團法人豐年社出版部，P14-23。

黃彥琳的文字坊。2011。教你在家孵豆芽。udn 部落格網址：

<http://blog.udn.com/yenlinhuang40/3213039>。

蘇絲的生活筆記。2011。綠豆芽 在家自己孵。Yam 天空部落格網址：

<http://blog.yam.com/suse2006/article/23595746>。

## 【評語】 080315

作品探討綠豆芽生長，題材具生活化亦有趣味性。

實驗設計宜再加強嚴謹度思考各項變因的合理性。