

臺南市 106 年度國小學生獨立研究競賽作品

作品名稱：情『豆』初開~開解豆芽菜成長的秘密

編號： (由承辦單位統一填寫)

摘要

近期食安問題層出不窮，研究群針對豆芽菜的生長進行系統性的實驗，以下為本研究發現：

- 一、泡水量比較—浸泡 150c. c. 的豆芽菜最長，未泡水的豆芽菜最矮小。
- 二、浸泡不同時間之比較—浸泡 24 小時的豆芽菜最長，浸泡 0 小時的豆芽菜最矮小。
- 三、不同容器之比較—成長高度優序為：茶壺>寶特瓶>瀝水籃>塑膠袋>紙杯>塑膠盒>塑膠杯。
- 四、不同見光環境之比較—櫥櫃內的豆芽菜最長，其次是室內的，室外的豆芽菜長得瘦小乾癟。
- 五、不同壓力之比較—五天的實驗中，給予 2 本書的豆芽菜長得最高最好。
- 六、不同密度之比較—密度越高，豆芽菜長得越好。
- 七、不同豆類之比較—成長優劣排序：綠豆>黑豆>紅豆>黃豆。
- 八、不同期待的豆芽菜之比較—成長優劣排序：稱讚組>希望組>喜樂組>嫌惡組>唱衰組>悲哀組>憤怒組。
- 九、不同水溶液的浸泡之比較—成長優劣排序：汽水>水>糖水>醬油>鹽水>醋>小蘇打水。
- 十、不同來源的豆芽菜之比較—自己種的豆芽菜是最新鮮的。
- 十一、最佳種植方式：綠豆芽是最好栽種的，以茶壺為種植容器，放置鋪滿壺底的綠豆，種植前先浸泡水 24 小時最佳，浸泡的水量約莫超過綠豆高度 2 公分，放在不透光的櫥櫃中，給予稱讚與期待，所種植出的豆芽菜將又高又壯又美味。

壹、緒論

一、研究動機

我們其中有位研究者看到一則新聞：○○農產行的負責人蔡○益用低亞硫酸鈉漂白豆芽菜，十多年來已有六千噸黑心豆芽菜被民眾吃下肚；有商人為了讓豆芽菜看起來更白、更漂亮，在種植過程中添加化肥、尿素等肥料，化學物質培育出來的豆芽菜對人體是否安全？這些疑慮與不安，成為我們探究的動力，想了解哪裡買的豆芽菜較安全？自己栽種豆芽菜會很麻煩嗎？因此決定以開解豆芽菜成長的秘密為主題，進行一連串的探索實驗。

二、研究目的：

(一)探討不同變因下，種植的豆芽菜是否有差異。

以下為本實驗的操作變因：

1. 泡水量不同(0c.c.、50 c.c.、100 c.c.、150 c.c.)。
2. 泡水的時間不同(0H、8H、16H、24H)。
3. 不同容器(寶特瓶、杯子、茶壺、盆栽、瀝水籃、鍋子)。
4. 不同見光環境(室外、室內、櫥櫃內)。
5. 給予不同壓力(0本、2本、4本、6本課本)。
6. 不同密度(相同容器放置300、600、900、1200顆)。
7. 不同豆類(紅、黃、綠、黑)。
8. 浸泡不同水溶液(鹽水、糖水、水、汽水、小蘇打水、醋、醬油)。
9. 不同投射刺激(喜樂、悲哀、憤怒、稱讚、希望、唱衰、嫌惡)。

(二)找出在居家環境中，最佳種植豆芽菜的方法。

(三)了解不同來源豆芽菜的品質是否有差異，觀察向度如下：

1. 有無鬚根。
2. 外觀顏色是否有差異。
3. 能否繞指不斷裂。
4. 氣味是否有差異。
5. 不同來源豆芽菜的酸鹼值調查

三、研究工具

- (一)豆類：綠豆、紅豆、黑豆、黃豆。
- (二)容器：寶特瓶、杯子、茶壺、盆栽、瀝水籃、鍋子。
- (三)檢測工具：廣用試紙、研磨棒、電子秤、尺。
- (四)紀錄工具：相機、筆記本、筆、夾鏈袋。
- (五)加壓工具：5年級上下學期綜合課本6本。

貳、文獻探討

一、豆芽菜的功用與營養成分

(一) 避震與軍糧—鄭成功的蚵仔煎傳奇

1661年鄭成功和荷蘭人打仗到一半，端午節到了，以水師為主力的鄭家軍想包粽子祭水神，但米糧被荷蘭人徵收一空，只剩番薯粉。鄭軍和老百姓只好用番薯粉漿把蚵仔、蝦仁和船上最多的豆芽菜，裹成一坨來代替粽子，這道料理成了蚵仔煎的前身。《慢食府城》作者、台南布衣文史工作室負責人—王浩一說：「豆芽菜是避震器，也是船上的蔬菜」。明朝鄭和下西洋時常帶瓷器當外交禮物，為保護瓷器，便在瓷器間放置綠豆，再放水讓它發芽，成為天然的保麗龍，多餘的還能為水師補充蔬食，後來水手們就養成帶綠豆上船的習慣。

(二) 藥用價值

綠豆芽有很高的藥用價值，中醫認為：綠豆芽性涼味甘，不僅能清暑熱、通經脈，還能補腎、利尿、消腫、美肌膚，適用於濕熱鬱滯、食少體倦、熱病煩渴、大便秘結、小便不利、目赤腫痛、口鼻生瘡等患者，還能降血脂和軟化血管。

(三) 營養成分

綠豆發芽為豆芽菜後，雖然澱粉、蛋白質含量變少，礦物質、維生素卻增多，有許多膳食纖維。以下為綠豆芽的營養成分：

1. 維他命 C—綠豆發芽過程釋放大量維他命 C，是奇異果的兩倍、柳丁的五倍。綠豆芽擁有維生素 A、B 群以及鈣、鐵、鉀多種礦物質，可治療壞血病、清除血管壁中膽固醇及脂肪的堆積、防止心血管病變的作用。維生素 C 怕熱，煮得愈久流失愈多，豆芽菜不能生食，想吃到更多維生素 C，需縮短烹調時間，才不會浪費了食材。
2. 核黃素，對口腔潰瘍的人很適合食用。
3. 富含膳食纖維，對便秘患者有幫助，能預防消化道癌症功效。
4. 熱量很低，水分和纖維素含量很高，每 100g 僅有 33 卡熱量，具有低熱量、高膳食纖維的特性，膳食纖維可促進腸道蠕動，協助消化，增加飽足感。

豆芽不只富含鉀，也是高普林的食物，須控制鉀攝取量的患者，記得燙過後再食用，避免飲用湯汁。痛風患者，急性期也暫不要吃豆芽。

二、豆芽菜的種植方式

有兩大原則：過程中保持豆芽潮濕乾淨、盡量不讓豆芽見光，發出來的豆芽較白。若要豆芽長得粗壯，須在發芽過程中適度壓以重物。

(一) 常見的作法—瀝水籃

先準備一底部有排水孔的容器，分為 A 籃+B 籃，因籃底有漏水的洞，只要豆子大於洞口，就不會被水沖走。若有個不透水的籃子 A，配備一個可以透水的籃子 B，將 B 籃置入 A 籃，再用不透光的紙或布或塑膠袋，蓋住籃口亦可種子部分，先用水浸泡約 8~10 小時，使用孔眼適中的瀝水盆、將泡好的綠豆平鋪在盆底，盡量不要重疊。泡過的種子鋪在籃中，再取一蓋子蓋上，以免見光。一天

澆水 3~4 次，待子葉長出，取下蓋子，在不太強的陽光下種植，一天澆水 3~4 次，約長至 7~8 公分即可取出，全程時間約 4~7 天。

(二)常見的作法—大茶壺、鍋具

準備一茶壺，以壺口有蓋子的不鏽鋼壺最佳，或任一種有蓋子的鍋，能遮住光線的容器皆可。以綠豆為例，用量米的杯子約 1/3 杯的綠豆，用 1.5~2 杯量米杯的水量泡水一晚，吸水後綠豆會膨脹。隔天把水倒掉，將膨脹的綠豆放入壺內，每天早、中、晚各淋水一次，將自來水倒入壺內搖一搖再倒掉，將發芽生長中所產生的代謝物質給沖掉。若不淋洗，很容易讓豆芽生長不良，最後發臭腐爛。

三、常見的豆芽菜添加成分

以下為常見的添加成分，簡單介紹如下：

(一)Auxin(植物生長激素)

1. 使細胞伸長；使細胞壁擴大，水分滲透入細胞體內，故細胞壁限制細胞體積之能力降低，細胞可伸長。
2. 改變細胞膜滲透性，結果使氫離子排出，導致細胞壁酸化鬆軟而減少對細胞體積之限制，並吸收鉀離子。
3. 和普通之代謝有關，特別是 Ribosomal RNA(核糖體)生合成有關。
4. 刺激形成層區域之細胞分裂，此影響稱為組織發生，因它會導致許多相似之細胞產生，稱為 Callus(癒合組織)。
5. 可影響細胞產生乙烯。

(二)Cyotkinins(細胞分裂素)

1. 會抑制發根作用。
2. 刺激代謝反應，特別是促進蛋白質合成，可保護代謝反應以免被水解酵素干擾，此影響可降低葉的老化作用。

(三)GA(激勃素)：

1. 影響種子發芽及芽體休眠，這些影響亦和 GA 可代替冷激作用有關。
2. 在器官發生方面，GA 為抑制劑，GA 會妨礙逆分化現象。

(四)雙氧水

(五)無根劑:又稱無根豆芽素，能使豆芽菜細胞快速分裂的激類農藥，同氮肥一樣都有對人體致癌致畸作用。市場上不法商販出售的豆芽都使用了生長素，甚至使用一種“特效無根綠豆芽素”，這種激素沒有農藥登記證，數不合格農藥，對人體非常有害。因這類豆芽賣相特別好看，所以特別吸引顧客購買。

(六)增粗劑:食用鹽與二氧化硫的水溶液，屬工業用鹽。作用與用途為透明水劑類，此藥劑能讓豆芽莖部明顯增粗且短根，讓豆芽橫向生長，品質改善且纖維減少，生長健壯，產量增高，口感更好更脆嫩，一般此藥劑黃豆芽、綠豆芽及黑豆芽生產中都可能使用。

(七)消毒劑:二氧化氯的水溶液，屬工業用。可預防治療芽菜生長過程中的各種病變與防腐，也可用於室內消毒。

(八)漂白劑:作用與用途為透明水劑類，此藥劑能使芽菜產量與品質明顯提高，

能使纖維減少，色質白嫩，並能加速生長速度，同時還有抑制根鬚生長作用，且效果非常明顯。

(九)AB粉：殺菌效果優於增白劑，成分是高錳鉀酸、氯亞明等，俗稱AB粉又稱8904，此藥劑用來生產各種豆芽菜，使其口感好、外觀佳、色澤潔白、時無青草味、無粗纖維感，能讓豆芽風味鮮美。

(十)保鮮粉：對於豆芽生產具有多種功效，如：豆芽上的黑斑、根部發黃、莖瓣發暗、去除異味，增鮮增白等有很明顯的效果，也可以用於其他食品保鮮增白。

(十一)消葉劑：讓豆芽不長葉子，控制豆芽快速生長。

(十二)尿素：作為肥料，在水中的可溶性很高，非常適合加在可溶性的肥料中。

(十三)食品添加劑：作用與用途為保鮮、防腐、延長保存期限……等。

(十四)亞硝酸(氮)

前三種為植物性荷爾蒙，主為促進生長，常見漂白豆芽菜方式是用低亞硫酸鈉或雙氧水，前者有淡硫磺味，後者幾乎沒味道，很難辨識。

四、消除蔬果殘留漂白劑的方法：

(一)先去除根部洗淨後，以流動的小水流浸 15 至 20 分鐘。

(二)勿加鹽巴清洗，農藥或漂白劑可能因此深入蔬菜內。

(三)用開水煮，沸騰時開鍋蓋讓二氧化硫等化學物質揮發。

(四)將食品加水與切成薄片的蒜瓣煮 10 分鐘。

(五)蔬果切片後在室溫置放 1 小時，若變色表示安全無虞。

(六)以冷水浸泡 60 分鐘或以熱水浸泡 30 分鐘，讓二氧化硫溶掉、揮發，但浸泡蔬果的水要倒掉，不可再煮食。

參、研究方法

一、研究步驟

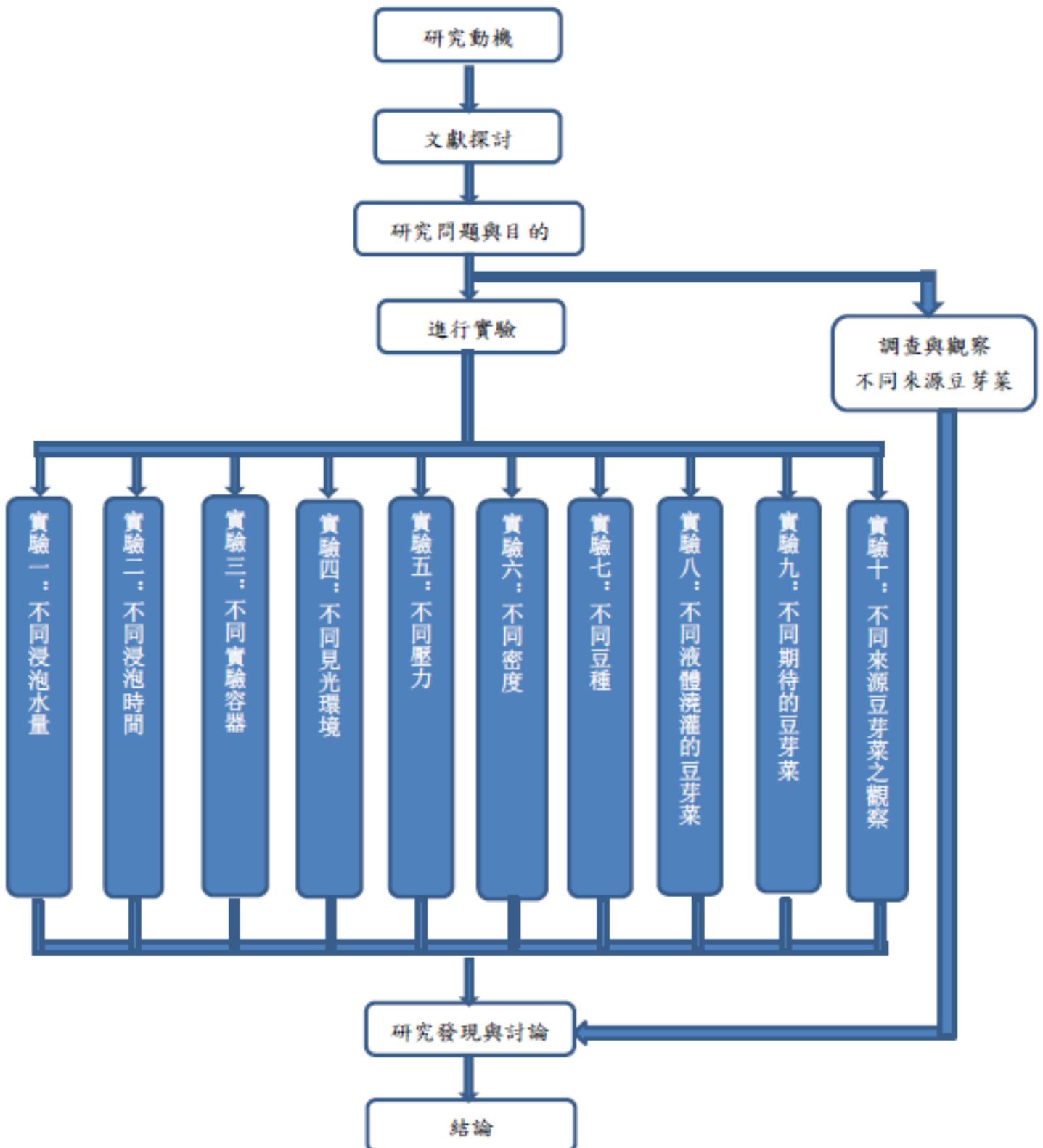


圖 1-研究架構圖

肆、研究結果與討論

一、不同變因下，種植的豆芽菜是否有差異。

實驗一：浸泡不同水量的綠豆，其發芽情形比較

*操作變因：浸泡不同水量—0c. c.、50c. c.、100c. c.、150c. c.。

*控制變因與實驗過程：

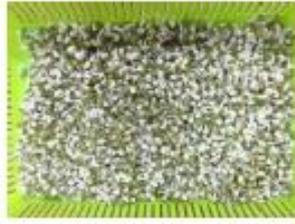
(一)控制變因：每盤含綠豆顆數 1200 顆、以綜合課本 1 本加重、容器使用瀝水籃、綠豆上皆加入一塑膠膜以保護課本不至於讓紙張吸入水分。

(二)實驗過程：

1. 於週一上午 10:00 開始種植。每日的早修、中午、放學前到教室將每盆豆芽過水一次，放置在不透光的環境中。於週四收成。

(三)實驗記錄：每盒取三株測量，取平均豆芽高度、橫切直徑並拍照紀錄。

表四-1 浸泡不同水量的綠豆芽成長紀錄表

	0c. c	50c. c.	100c. c	150c. c.
第一天 11/14				
第二天 11/15				
第三天 11/16				
第四天 11/17				
平均高度(cm)	3.20	7.43	8.27	9.23
橫切直徑(cm)	0.3	0.2	0.2	0.2

*研究發現：

第一天以 0c.c. 的豆子最小，50c.c.、100c.c.、150c.c. 的豆子則依序越來越大顆，且 150c.c. 的豆芽有剩水、其餘的豆芽菜皆無剩下水。第二天 0c.c. 組的豆子膨脹變大，其他三組都冒出了小芽。第三天時，0c.c. 的只長了一點點而已，而 50c.c.、100c.c.、150c.c. 的已經長約 5-6 公分長了。第四天以浸泡 150c.c. 水量的豆芽菜長得最高有部分捲曲，約 8-10 公分，最長有 12 公分；50c.c. 和 100c.c. 的豆芽菜大約介於 7~8 公分，沒浸泡水的綠豆芽最矮。

未先浸泡過水的豆芽菜在第五天收成，高度僅有約 3~4 公分。採收後，我們將鬚根和子葉去除，成為銀芽。四種豆芽菜的味道都一樣，有種青草的味道，較市場賣的豆芽菜清脆香甜。綜觀之，發現：未浸泡水的豆芽菜最矮小，浸泡 150c.c. 水分的豆芽菜長得最長，次為 100c.c.、50c.c.，其比較情形如圖 2。



圖 2-浸泡不同水分的豆芽菜比較

實驗二：浸泡不同時間的綠豆，其發芽情形比較

*操作變因：浸泡不同時間—無泡水、浸泡 8 小時(簡稱 8H)、浸泡 16 小時(簡稱 16H)、浸泡 24 小時(簡稱 24H)。

*控制變因與實驗過程：

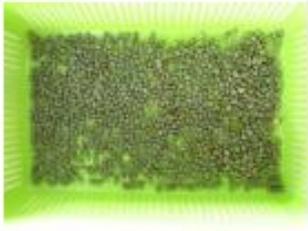
(一)控制變因：每盤有綠豆 1200 顆、皆泡 100c. c. 的水，以綜合課本 1 本加重、容器使用瀝水籃、綠豆上皆加入一塑膠膜以保護課本不至於讓紙張吸入水分。

(二)實驗過程：

1. 於週一上午 10:00 開始種植。每日的早修、中午、放學前到教室將每盆豆芽過水一次，放置在不透光的環境中，於週五收成。

(三)實驗記錄：每盒取三株測量，取平均豆芽高度、橫切直徑並拍照紀錄。

表四-2 浸泡不同時間的綠豆芽成長情形紀錄表

	0H	8H	16H	24H
第一天 11/28				
第二天 11/29				
第三天 11/30				
第四天 12/01				
平均高度(cm)	3.20	6.80	7.20	8.50
橫切直徑(cm)	0.3	0.2	0.2	0.2

*研究發現：

第一天 0H 的豆子完全沒發芽，8H 跟 16H 的豆子發芽情形差不多長，以 24H 的豆子發芽情形最長。第二天 0H 有發一點點小芽，8H、16H、24H 的豆子發芽情

形差不多長。第三天 0H 發芽情況約有 3~4 公分，8H 約有 7~9 公分，16H 約有 8~10 公分，24H 約 11~13 公分。第四天 0H 發芽情況平均有 4~5 公分，8H 約有 8~10 公分，16H 約有 9~11 公分，24H 約 12~14 公分。

整體而言，這次所種的豆芽菜長得比較矮小，但粗細和上次種的豆芽菜相同，一開始泡只有浸泡 16H、24H 的有發一點小芽，之後浸泡 8H、16H、24H 的豆芽就長得差不多高了。每盆豆芽菜皆放置不透光的櫥櫃中，大約高度不到 15 公分，整體看來生長較慢，推估可能受到氣溫下降影響，且口感較上次清脆香甜。對照情形如下圖 3，成長情況由優而劣分別是：24H 組(7~8cm)、16H 組(6~7cm)、8H 組(5~6cm)、0H 組(3~4cm)。

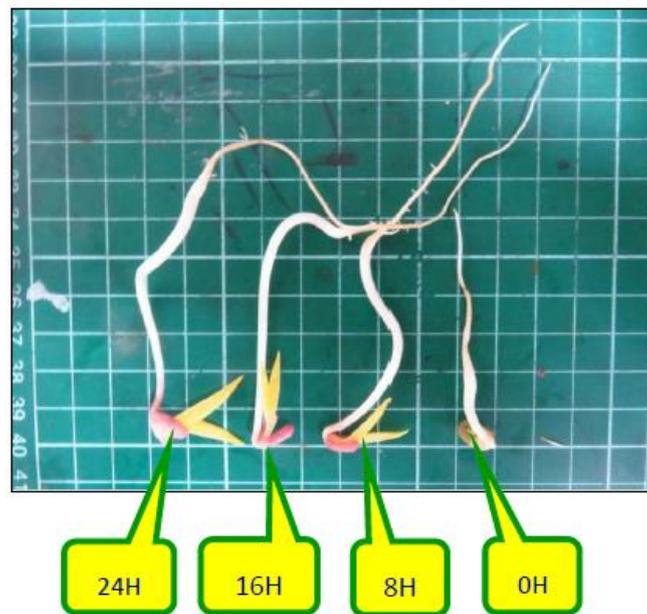


圖 3-不同浸泡時間豆芽菜之比較圖

實驗三：種植不同容器，其發芽情形比較

*操作變因：種植在不同容器中：茶壺、寶特瓶、瀝水籃、塑膠袋、塑膠盆、塑膠杯、紙杯。

*控制變因與實驗過程：

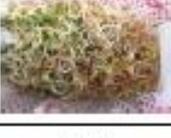
(一)控制變因：每容器中有綠豆 1200 顆、皆泡 100c. c. 的水，無加壓、容器使用寶特瓶、茶壺、瀝水籃、盆栽、臉盆、鍋子、杯子。

(二)實驗過程

1. 週一上午 10:00 開始種植。每日的早修、中午、放學前到教室將每盆豆芽過水一次，放置在不透光的環境中，於週五收成。

(三)實驗記錄：每盒取三株測量，取平均豆芽高度、橫切直徑並拍照紀錄。

表四-3 不同容器的綠豆芽成長紀錄表

	茶壺	寶特瓶	瀝水籃	塑膠袋	塑膠盆	塑膠杯	紙杯
第一天							
第二天							
第三天							
第四天							
第五天							
平均高度 (cm)	7.30	6.20	6.00	5.20	3.00	4.00	5.00
高度優序 排列	1	2	3	4	7	6	5
橫切直徑 (cm)	0.4	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.4
寬度優序 排列	1	1	4	5	5	5	1

實驗四：不同見光環境的綠豆，其發芽情形比較

*操作變因：不同見光環境，分為三處—放置室外、室內以及櫥櫃內(櫥櫃內為不見光環境)。

*控制變因與實驗過程：

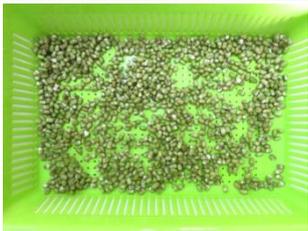
(一)控制變因：每盤含綠豆顆數 1200 顆、皆泡 150c. c. 的水，以綜合課本 1 本加重、容器使用瀝水籃、綠豆上皆加入一塑膠膜以保護課本不至於讓書本吸入水分。

(二)實驗過程：

1. 於週一上午 10:00 開始種植。每日的早修、中午、放學前到教室將每盆豆芽過水一次，於週五收成。

(三)實驗記錄：每盒取三株測量，取平均豆芽高度、橫切直徑並拍照紀錄。

表四-4 不同見光環境的綠豆芽成長紀錄表

	室外的	室內的	櫥櫃內的
第一天			
第二天			
第三天			
第四天			

第五天					
平均高度 (cm)	2.10	5.20	6.57		
橫切直徑 (cm)	0.2	0.25	0.25		
綜合比較					
各組比較					
	室內、室外		室內、櫃內		室外、室內、櫃內

***研究發現：**

第一天室內的豆子和櫥櫃內的豆子都開始發芽了，室外的豆子只發一點小芽。第二天室內的豆子和櫥櫃內的豆子都有膨脹變大，室外的豆子還是小小顆的沒什麼變化。第三天室內的豆子已經長得很長了約有 5~6cm，而櫥櫃內的豆子長的很蓬勃、高度很高，室外的還是很小顆。第四天室內和櫥櫃內的都已經快要收成了，而室外的還是太小顆了。第五天室內的豆子長得非常好，櫥櫃內的最長也最紅，而室外的應該是沒有水份所以外型顯得瘦小乾癟！

實驗五：不同壓力的綠豆，其發芽情形比較

*操作變因：給予不同壓力—壓 0 本書、2 本書、4 本書、6 本書。

*控制變因與實驗過程：

(一)控制變因：每盤含綠豆顆數 1200 顆、皆泡 150c. c. 的水，容器使用瀝水籃、綠豆上皆加入一塑膠膜以保護課本不至於讓紙張吸入水分。

(二)實驗過程：

1. 於週一上午 10:00 開始種植。每日的早修、中午、放學前到教室將每盆豆芽過水一次，放置在不透光的環境中。於週五收成。

(三)實驗記錄：每盒取三株測量，取平均豆芽高度、橫切直徑並拍照紀錄。

表四-5 不同壓力的綠豆芽成長紀錄表

	0 本書	2 本書	4 本書	6 本書
第一天 2/13	第一天皆同，無照片對照			
第二天 2/14				
第三天 2/15				
第四天 2/16				
第五天 2/17				
平均高度(cm)	6.17	8.00	6.67	5.10
橫切直徑(cm)	0.20	0.20	0.25	0.32

*觀察結果：

第一天的時候將泡過水的綠豆放入瀝水籃內，第一、二天還看不出差別，在第三天的時候發現壓 2 本書、4 本書的長得較長，第四天壓 6 本書的已經開始有一點點捲曲。

在第五天收成時，發現 0 本書組，因為沒有壓力所以豆芽菜長得雜亂無章，每一根都纏在一起，長度較長；壓 2 本書的是長得最細，但根是最長的；壓 4

本書的豆芽菜居中；壓 6 本書的豆芽菜因為上面有了太多壓力因此長得很短，不過是最粗的。綜觀之，壓 2 本書的豆芽菜長得最高，4 本書次之，6 本書組的最矮，也就是說給予適時壓力對豆芽菜的成長有幫助，但過多壓力則成長速度較慢。倘若給予較多的時間，觀察壓 6 本書的豆芽菜，也許會長得又粗又長。

實驗六：不同密度空間的綠豆，其發芽情形比較

*操作變因：不同密度—在相同瀝水籃中分別放入 300、600、900、1200 顆綠豆。

*控制變因與實驗過程：

(一)控制變因：浸泡 150c.c. 的水，綠豆上皆加入一塑膠膜以保護課本不至於讓紙張吸入水分。

(二)實驗過程：

1. 於週一上午 10:00 開始種植。每日的早修、中午、放學前到教室將每盆豆芽過水一次，放置在不透光的環境中。於週五收成。

(三)實驗記錄：每盒取三株測量，取平均豆芽高度、橫切直徑並拍照紀錄。

表四-6 不同壓力的綠豆芽成長紀錄表

	300 顆	600 顆	900 顆	1200 顆
第一天				
第二天				
第三天				
第四天				
第五天				
平均高度 (cm)	7.27	9.03	10.27	11.97
橫切直徑 (cm)	0.3-0.5cm	0.3-0.5cm	0.3-0.5cm	0.3-0.5cm

***觀察結果：**

第一天的時候看每盆豆子都有發芽，還看不出什麼差異。第二天時發現 900 顆和 1200 顆的豆芽菜長得比較直，也比較高，可是 300 顆的就長得稍微斜一點點。到了第三天，每盆豆芽的差異已經算滿明顯的，300 顆的豆芽明顯比其他三盆歪，1200 顆的是長的最高最直的，900 顆和 600 顆的情形還差不多。第四天情形和第三天差不多，豆芽都有往上長一點點，但是 300 顆彎得越來越明顯。

第五天收成時發現每一顆豆芽高度雖然不相同，可是寬度都介於 0.3 公分至 0.5 公分之間，300 顆長的歪歪扭扭的，可能是因為空間太大，所以會長歪；600 顆的只有一點點傾斜，900 顆和 1200 顆的都長得很好，但 1200 顆的長得比較直，所以是長得最好的。結論我們發現密度越高，豆芽菜長得越好。

實驗七：不同豆種其發芽情形比較

***操作變因：**不同豆種，分為：綠豆、紅豆、黑豆、黃豆。

***控制變因與實驗過程：**

(一)控制變因：水量、容器的大小、豆子的數量、相同的環境、換水的時間、相同的種植時間和收成時間……

(二) 實驗結果與紀錄：每盒取三株測量，取平均豆芽高度、橫切直徑並拍照紀錄。

表四-7 不同壓力的綠豆芽發芽成果紀錄表

	綠豆	紅豆	黑豆	黃豆
收成當天的實驗結果				
平均高度 (CM)	12	2.8	2.6	0
橫切直徑 (CM)	0.2	0.3	0.3	-

綠豆長得瘦長，是 4 盆裡面長得最好的；紅豆幾乎都有發芽，但成長情形非常的慢；黑豆和紅豆差不多，但發出來的芽比紅豆粗壯些；黃豆是四盆中長得最差的，黃豆不僅沒發芽，而且還發霉了。

整體成長表現是綠豆>黑豆>紅豆>黃豆。

實驗八：不同期待其發芽情形比較

***操作變因：**給予各組不同的提示，分為語意提示組、環境提示組。語意提示組—在每日換水時，給予咒語，分為：稱讚組(咒語：你好棒，你一定是最肥美最好吃的豆芽菜)、希望組(咒語：親愛的豆芽菜，希望你長得又漂亮又好吃)、嫌惡組(咒語：你好爛！根本就是廢物！)、唱衰組(咒語：唉~可憐的豆芽菜，你一定長得又醜又小又難吃！)。

環境提示組—在豆芽菜生長的瀝水籃環境中，放入豆芽，將布置好的提示卡放

置在豆芽菜上方，布置該情緒的情境在培植豆芽菜的瀝水藍上。

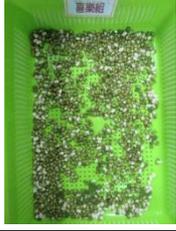
*控制變因與實驗過程：

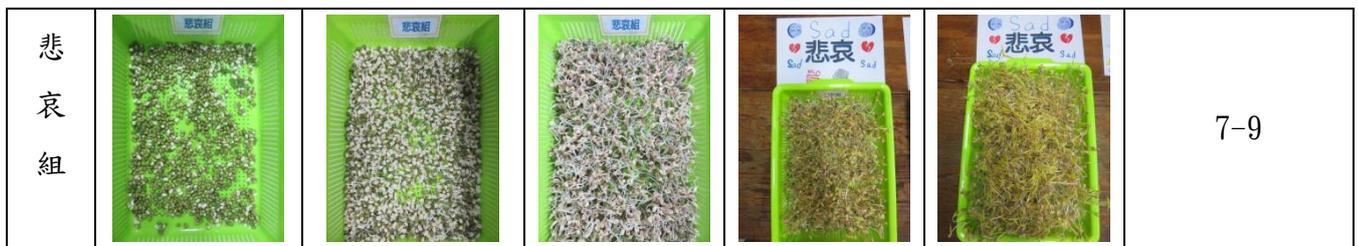
(一)控制變因：定時(早、中、晚)定量(2000c.c.)置入水，待濾乾放入不見光的櫥櫃中。

(二)實驗過程：1.於週一上午10:00開始種植。每日的早修、中午、放學前到教室將每盆豆芽過水一次，放置在不透光的環境中。於週五收成。

(三)實驗記錄：每盒取三株測量，取平均高度、橫切直徑並拍照紀錄。

表四-8 不同期待的綠豆芽成長紀錄表

	第一天	第二天	第三天	第四天	第五天	成長高度(cm)
稱讚組						13-15
希望組						12-14
嫌惡組						10-12
唱衰組						9-11
喜樂組						11-13
憤怒組						8-10



*觀察結果:

第一天無明顯差異，每組綠豆經過浸泡後，略顯腫脹，有些外殼會剝落；第二天沒有太大差異，每組綠豆約成長1~3公分，平均約2.5公分；第三天開始，在環境布置組中看到喜樂組比悲哀組好，悲哀組長得比憤怒組好一些(喜>悲>怒)；而語意提示組長得比環境布置組更好，希望組長得較整齊、稱讚組長得較高，唱衰組長得有些凌亂，而嫌惡組長得非常混亂。整體而言，語意提示組長得比環境布置組高，在語意提示組內的比較，高度上沒有明顯差異，僅有在排列與整體視覺上看到有些差距(希：整齊；稱：高；衰：亂；嫌：凌亂)。第四天的觀察已經可以看到明顯的差異。在環境布置組中，可以看到喜樂組長得較高較整齊、悲哀組長得有點垂頭喪氣的感覺、憤怒組長得最矮、最亂，有點爛爛的感覺。語意提示組中，可以看到稱讚組長得最好、最高、最茂密；希望組長得高度是次高且是全部組別中最整齊的；唱衰組歪七扭八、參差不齊，高矮差異很大；嫌惡組長得亂七八糟，少數較高的豆芽菜會往外延伸、多數是又矮又亂，有長不大的感覺。第五天的實驗結果詳見下表四-9。

表四-9 不同期待之綠豆芽發芽結果摘要表

組別	環境布置組			語意提示組			
	喜樂組	悲哀組	憤怒組	稱讚組	希望組	唱衰組	嫌惡組
圖片對照							
質性描述	看起來很繽紛、喜悅的感覺，長得又高又茂密。	看起來沒精神，整盆看來垂頭喪氣。	看起來要長不長，高度差異很大，整體很凌亂。	看起來很有自信，長得很高，雖有點雜亂，但亂中有序。	希望組長得又高又整齊，但是還是比稱讚組矮一些。	唱衰組雖然長得比較高，但整體卻是垂下去的。	嫌惡組雖然長得很高，但長得較混亂。
平均高度 (cm)	12.67	8.77	8.17	14.00	13.17	10.30	9.87
橫切直徑 (cm)	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
成長優序	3	6	7	1	2	5	4

實驗九：不同水溶液浸泡的綠豆，其發芽情形比較

*操作變因：浸泡不同水溶液，除了清水以外，每種皆為稀釋後的濃度 3% 的水溶液，分別為：水、汽水、糖水、鹽水、醬油、醋、小蘇打水。

(一)控制變因：

1. 容器使用回收塑膠杯，底端打洞，以利排水，並將塑膠杯放入黑色盛水器(外賣飲料放置盒)。
2. 每天同時換水溶液三次，每次放入 60c. c. 的水溶液，待瀝乾後皆放置在不透光的櫥櫃中。

(二)實驗過程：

1. 在正式實驗前，先將各組綠豆加入各種水溶液浸泡 24 小時。
2. 於週一上午 10:00 開始種植。每日的早修、中午、放學前到教室將每盆豆芽過水一次，放置在不透光的環境中。於週五上午收成。

(三)實驗記錄：每盒取三株測量，取平均豆芽高度、橫切直徑並拍照紀錄。

表四-10 浸泡不同水溶液的綠豆芽成長紀錄表

	水	汽水	糖水	醬油	鹽水	醋	小蘇打水
第一天							
第二天							
第三天							
第四天							

第五天							
平均高度 (cm)	18	16.33	0.38	0.4	0	0.6	0
橫切直徑 (cm)	0.3	0.3	0.2	0.2	-	-	-

***觀察結果:**

第一天，在實驗開始前，可觀察到浸泡 24 小時的綠豆，各組表現已有不同。其中以水、汽水組的綠豆吸收水分較多，明顯膨脹；糖水組、醬油組的綠豆有稍微膨脹；鹽水、醋、小蘇打組的綠豆幾乎沒有膨脹，而且小蘇打組的綠豆有部分轉為紅色。

從第二天開始，各組表現已經呈現更明顯的差異。表現最好的是汽水、水，約略已成長 1~2 公分；糖水和醬油組也有發芽的綠豆，約有 0.5~0.8 公分；鹽水組的綠豆完全沒有成長；醋組的綠豆有發霉的現象；而小蘇打組的綠豆已完全轉為紅色，變成紅豆了！

第三天，汽水和水組的綠豆已明顯長得更高了，其汽水長得比水組的綠豆芽更好！糖水和醬油組的綠豆成長得很慢，醋組發霉，小蘇打組成紅色。

第四天，有陸續在成長的有：水、汽水、糖水；呈現停滯成長 0 的有醬油、鹽水，醋組的綠豆發霉情況更顯嚴重，而小蘇打組轉為紅色之後，完全沒反應，且有刺鼻氣味。

到了要採收的第五天，發現：

1. 成長情形由優而劣為：汽水、水、糖水、醬油、鹽水、醋、小蘇打水。
2. 醬油組有醬油發酵的味道，和鹽水組都只有長一點點，沒有持續成長。
3. 醋組發霉很嚴重，有異味。
4. 小蘇打組完全變紅色，並且沒有成長，有些刺鼻味。

二、找出在居家環境中，最佳種植豆芽菜的方法。

綜合本研究實驗結果，研究群針對居家環境的最佳種植豆芽菜方法，提出以下建議：

本研究發現，綠豆芽是最好栽種的豆芽菜，以茶壺為種植容器，放置鋪滿壺底的綠豆，這樣密度比較高，成長情況比較好。種植前先浸泡水 24 小時最佳，不以汽水是因為成本過高，且還要調整濃度，實在不方便。浸泡量約莫超過綠豆高度 2 公分，給予足夠的水分，讓綠豆飽滿。最後放在不透光的櫥櫃中，給予稱讚與期待，所種植出的豆芽菜將又高又壯又美味。

三、不同來源豆芽菜的品質是否有差異。

實驗十一—不同來源豆芽菜比較

*操作變因：不同地方採購的豆芽菜與自種豆芽菜比較(自己栽種、全○、俗俗○賣、家○福)

*實驗過程：

1. 觀察豆芽菜的外觀；
2. 聞豆芽菜的氣味；
3. 測量豆芽菜的 pH 值；
4. 將豆芽菜繞指試探是否會斷裂。

*實驗結果：詳見下表四-11。

表四-11 不同期待的綠豆芽成長紀錄表

	自己栽種的	全○	俗俗○賣	家○福
照片				
外觀	外觀細長，鬚根多	外觀白長且粗有些呈現半透明，且有些微鬚根，標榜有機	外觀較其他組白，較粗壯，無鬚根，標榜不添加漂白劑。	有鬚根
氣味	無味	有淡淡的清香味	無味	草香味
pH 值	7	6-7	6	7
繞指是否會斷裂	不斷裂	不斷裂	斷裂	斷裂

伍、結論

一、實驗結論

我們的實驗自 105 年 11 月開始執行，一直到 106 年 6 月完成，歷經 7 個多月，綜合前述研究結果，研究結論如下：

(一)不同操作變因下，豆芽菜的成長情形比較。

1. 實驗一浸泡不同水量的豆芽菜—未浸泡水的豆芽菜最矮小，浸泡 150c. c. 水分的豆芽菜長得最長，次為 100c. c.、50c. c.。
2. 實驗二浸泡不同時間—成長情況由優而劣分別是：24H 組(7~8cm)、16H 組(6~7cm)、8H 組(5~6cm)、0H 組(3~4cm)，生長較慢，係因受到氣溫下降影響，口感較上次清脆香甜。
3. 實驗三不同實驗容器—整體表現係由茶壺最好、寶特瓶次好、瀝水籃、塑膠袋、紙杯、塑膠杯、塑膠盆等依序排列。
4. 實驗四不同見光環境—室外的豆芽菜小小乾乾的；室內的豆芽菜居中；櫥櫃內的豆芽菜長得最長也最好。
5. 實驗五不同壓力—壓 2 本書的豆芽菜長得最高，4 本書次之，6 本書組的最矮。
6. 實驗六不同密度—密度越高，豆芽菜長得越好。
7. 實驗七不同豆種—綠豆>黑豆>紅豆>黃豆。
8. 實驗八不同期待—在環境布置組中，可以看到喜樂組長得較高較整齊、悲哀組長得有點垂頭喪氣的感覺、憤怒組長得最矮、最亂，有點爛爛的感覺。語意提示組中，可以看到稱讚組長得最好、最高、最茂密；希望組長得高度是次高且是全部組別中最整齊的；唱衰組歪七扭八、參差不齊，高矮差異很大；嫌惡組長得亂七八糟，少數較高的豆芽菜會往外延伸、多數是又矮又亂，有長不大的感覺。
9. 實驗九不同液體—
 - (1)成長情形由優而劣為：汽水、水、糖水、醬油、鹽水、醋、小蘇打水。
 - (2)醬油組有醬油發酵的味道，和鹽水組都只有長一點點，沒有持續成長。
 - (3)醋組發霉很嚴重，有異味。
 - (4)小蘇打組完全變紅色，並且沒有成長，有些刺鼻味。
10. 實驗十一市售豆芽菜長得比較漂亮、粗壯，易斷裂。自售的較細長、新鮮、不易斷裂。

(二)在家居環境中，最佳種植豆芽菜的方法是：

綜合上述研究，發現最佳種植方法是：浸泡 150c. c. 的水、且浸泡 24 小時、在茶壺中、放置在不見光的櫥櫃中、給予適當壓力(2 本書)、同時培育大量的綠豆芽(本研究為 1200 顆)、以綠豆為最好孵育的品種、給予正向的語意刺激(稱讚組)為最好的培育方式。

二、實驗省思

(一)化壓力為助力—豆芽菜有適當的壓力才能長得粗壯，人也是如此，適量的壓力可使人更加發憤、成長。

(二)同儕多刺激，可彼此砥礪—密度高可以刺激豆芽菜成長，人在競爭激烈的環境中也會因應環境豐富的刺激，而增能成長得更好！

(三)語意的提示力量大—許多人因別人的斐短流長而殘害自己，相形之下，稱讚也會使人開心、愉悅，豆芽菜也是如此。

(四)靠自己最好—市售的豆芽菜多少含化學成分，如果可以自己栽種是最好的，若要買市面上的蔬果，一定要仔細清洗，減少外食，因為忙碌的生意人，無法細心清洗豆芽菜，所以想吃到營養安全的豆芽菜，還是靠自己栽種、清洗最可靠！

陸、參考資料

1. 趙筱蓓(2017)。自己種菜，康鑑文化，台北市。
2. 伯格(2011)。小學生最喜歡做的實驗—植物實驗室，湖北少年兒童出版社。
3. 家庭、社會問題(2012年5月16日)。豆芽菜的營養價值【部落格文字資料】。

取自：

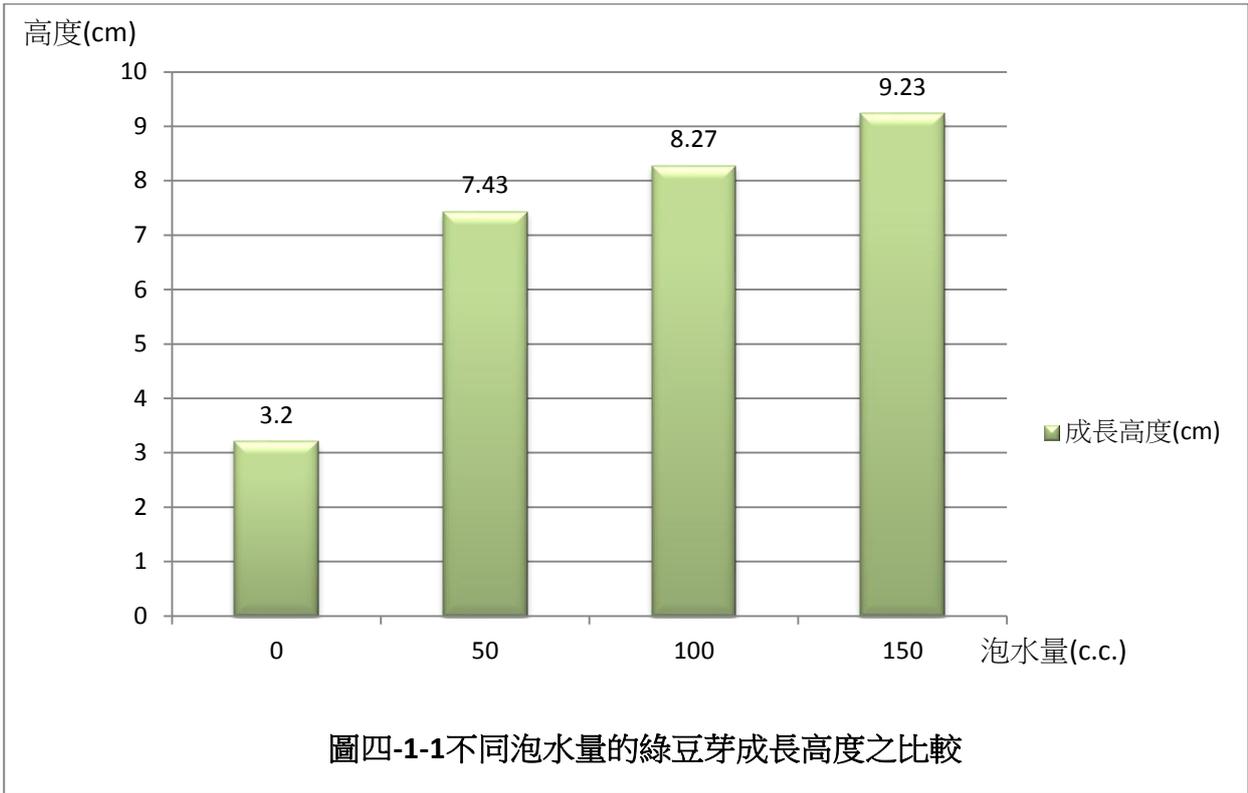
<http://blog.xuite.net/kainet8828/blog/58176803-%E8%B1%86%E8%8A%BD%E8%8F%9C%E7%9A%84%E7%87%9F%E9%A4%8A%E5%83%B9%E5%80%BC>

3. 實現自耕有機芽菜的夢想(2013年1月7日)。常見一般市售的操芽豆類、豆芽菜、芽菜、苗菜可能的添加物彙整【部落格文字資料】。取自：

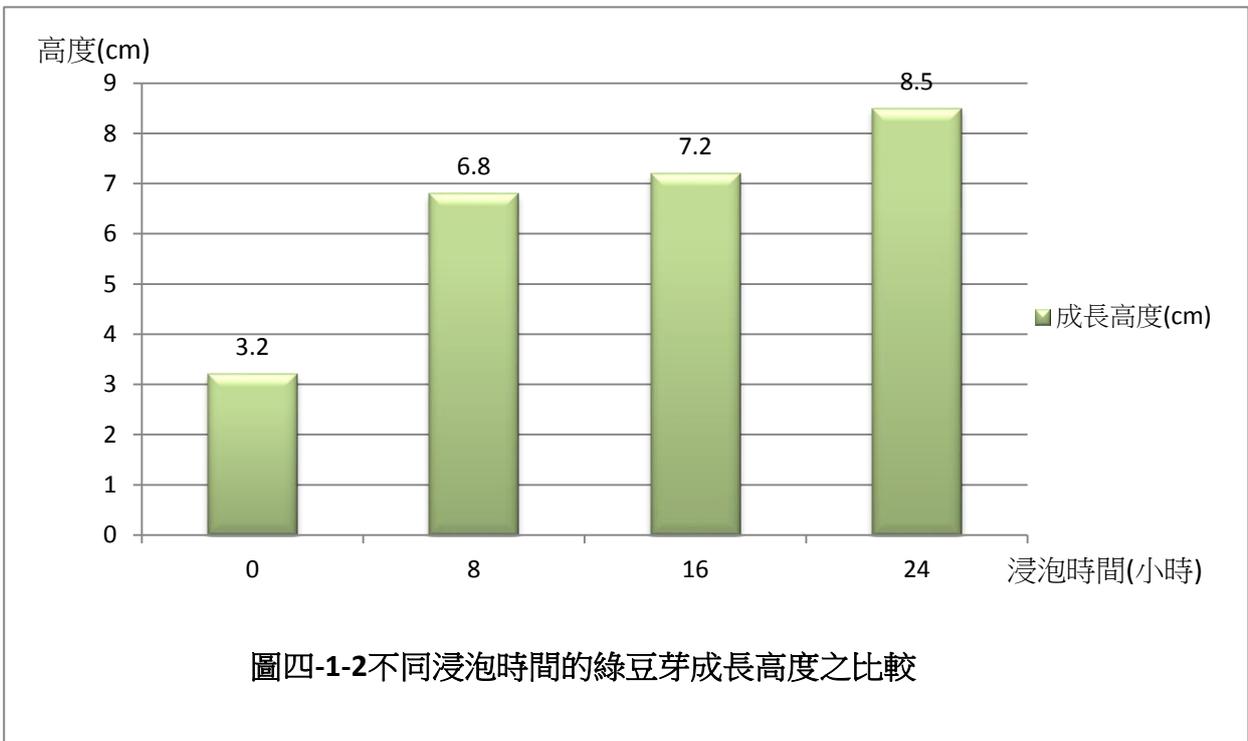
<http://mypaper.pchome.com.tw/ditsangwan/post/1323718799>

《附錄》實驗數據圖示彙編

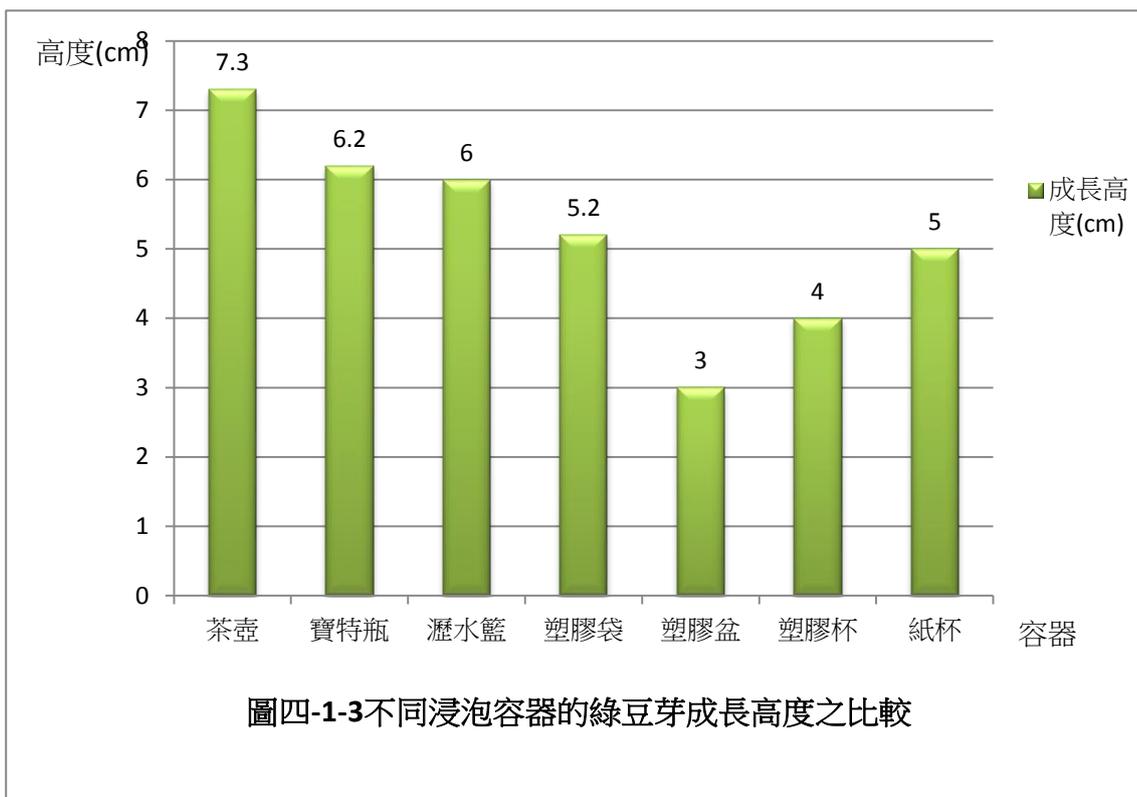
一、不同浸泡水量的綠豆芽成長高度之數據圖示



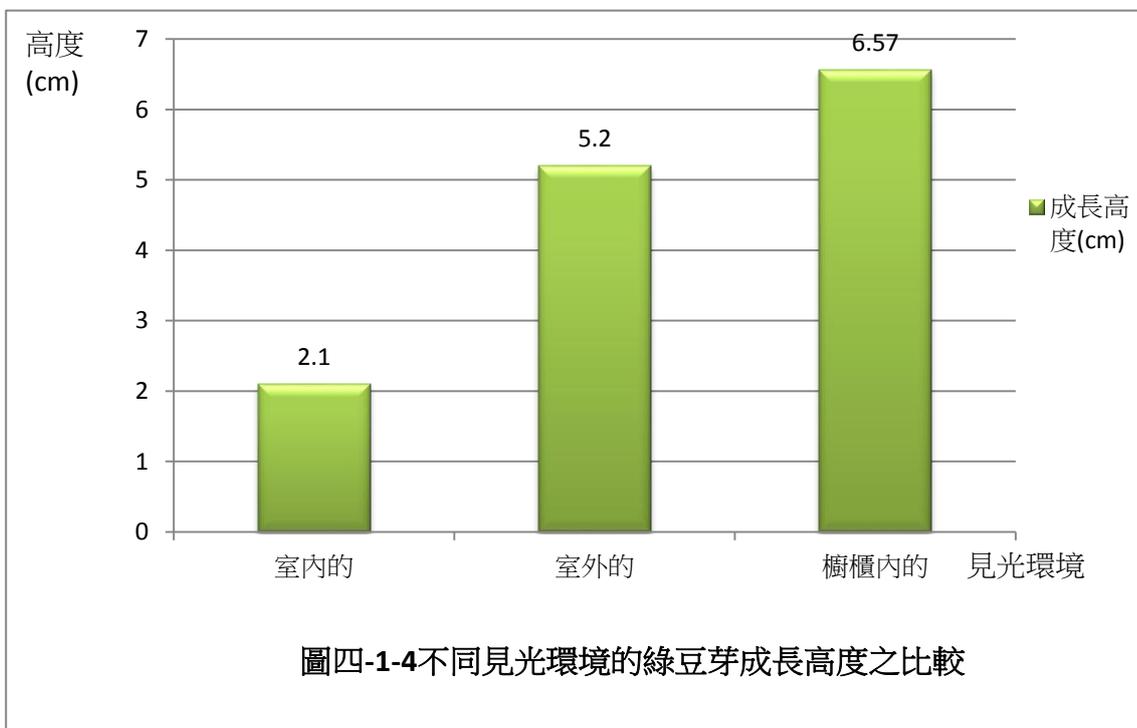
二、不同浸泡時間的綠豆芽成長高度之數據圖示



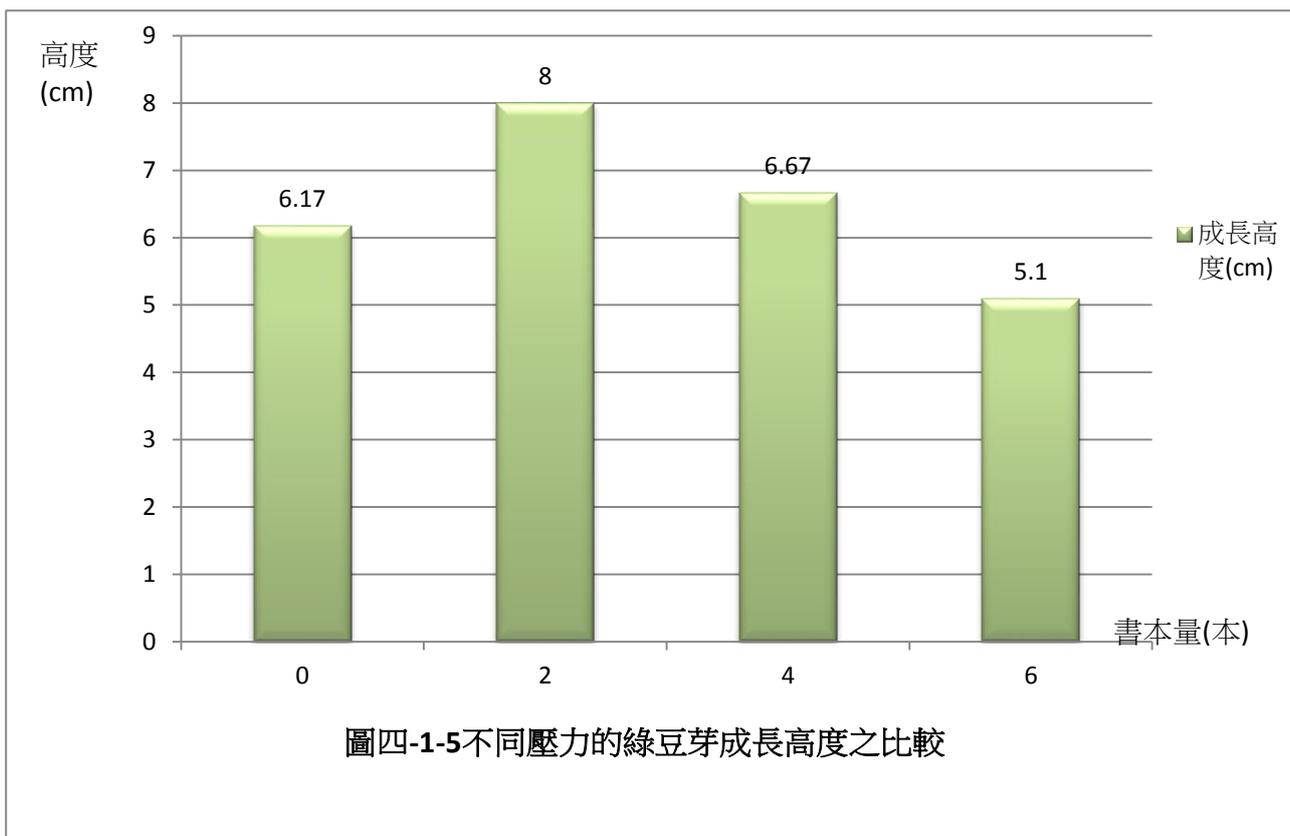
三、不同浸泡容器的綠豆芽成長高度之數據圖示



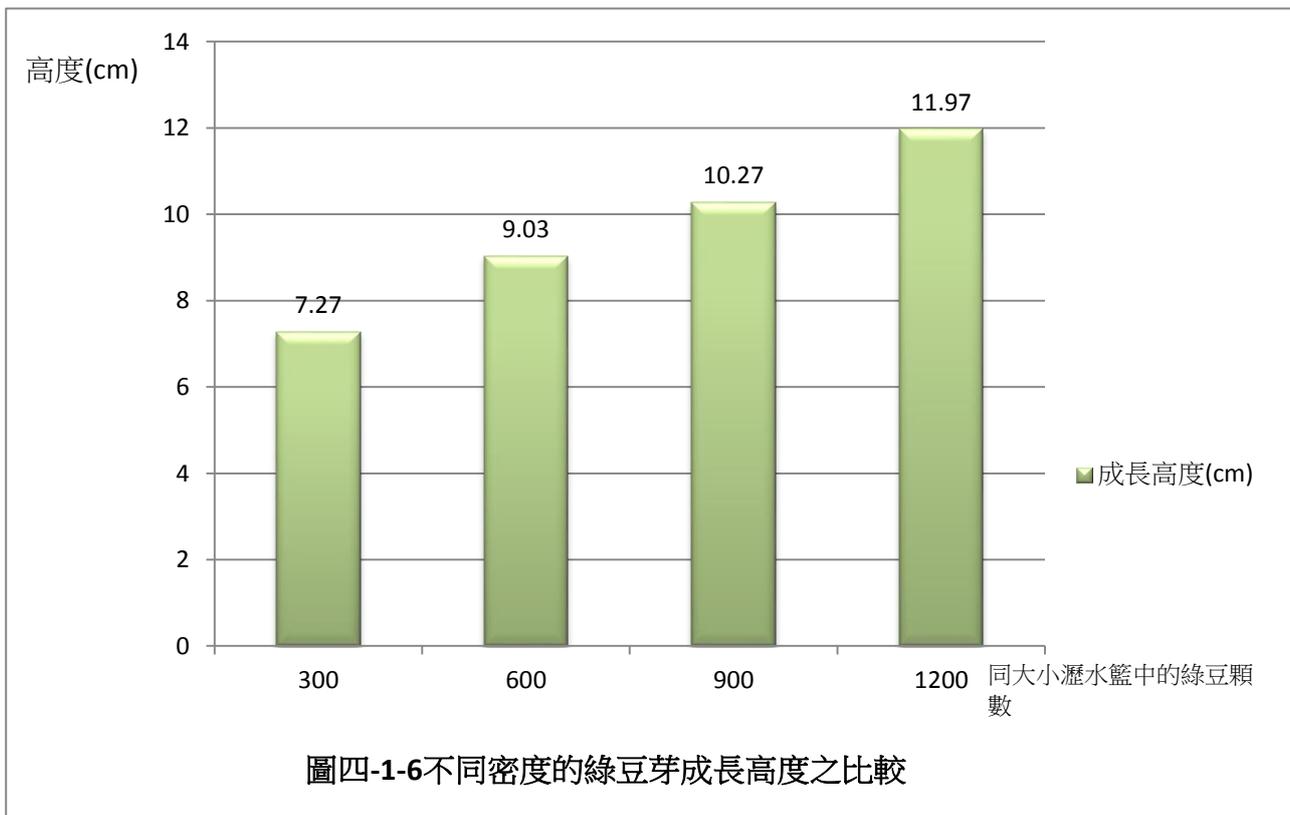
四、不同見光環境的綠豆芽成長高度之數據圖示



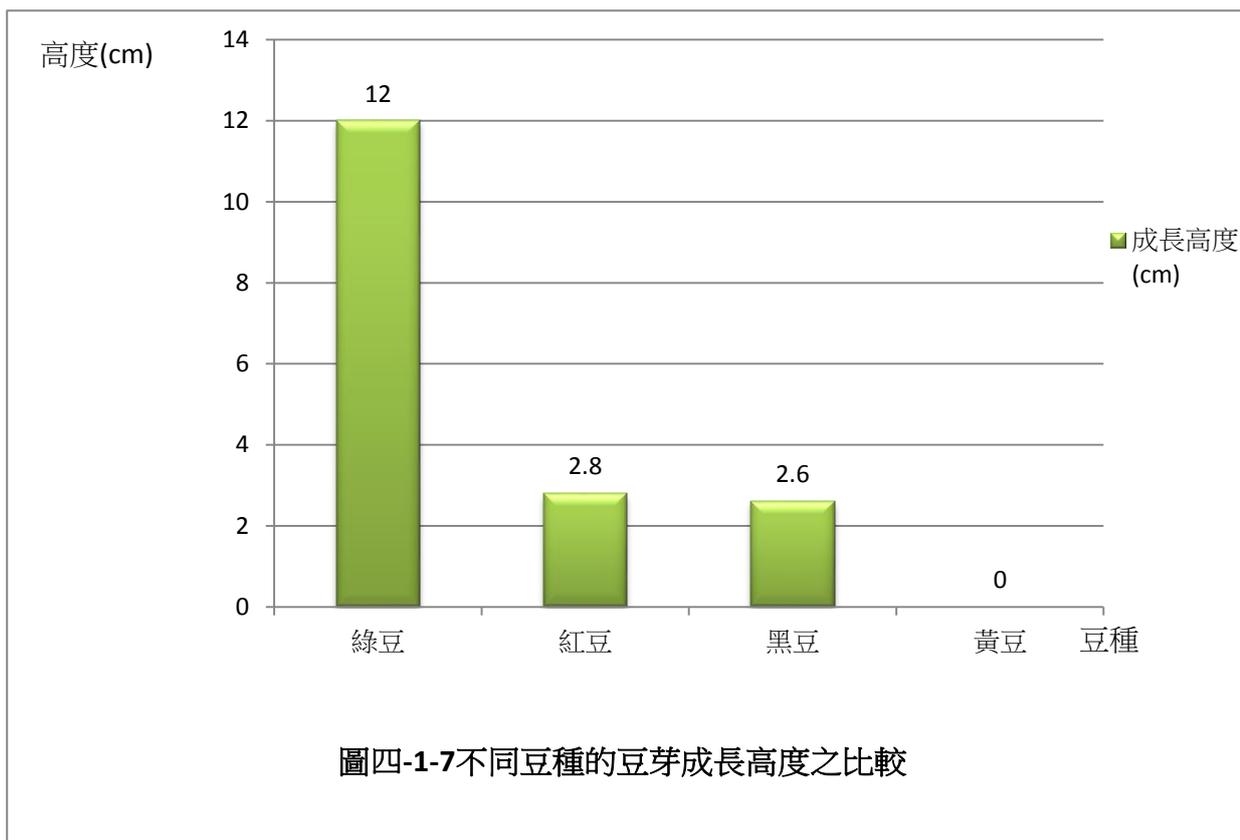
五、不同壓力的綠豆芽成長高度之數據圖示



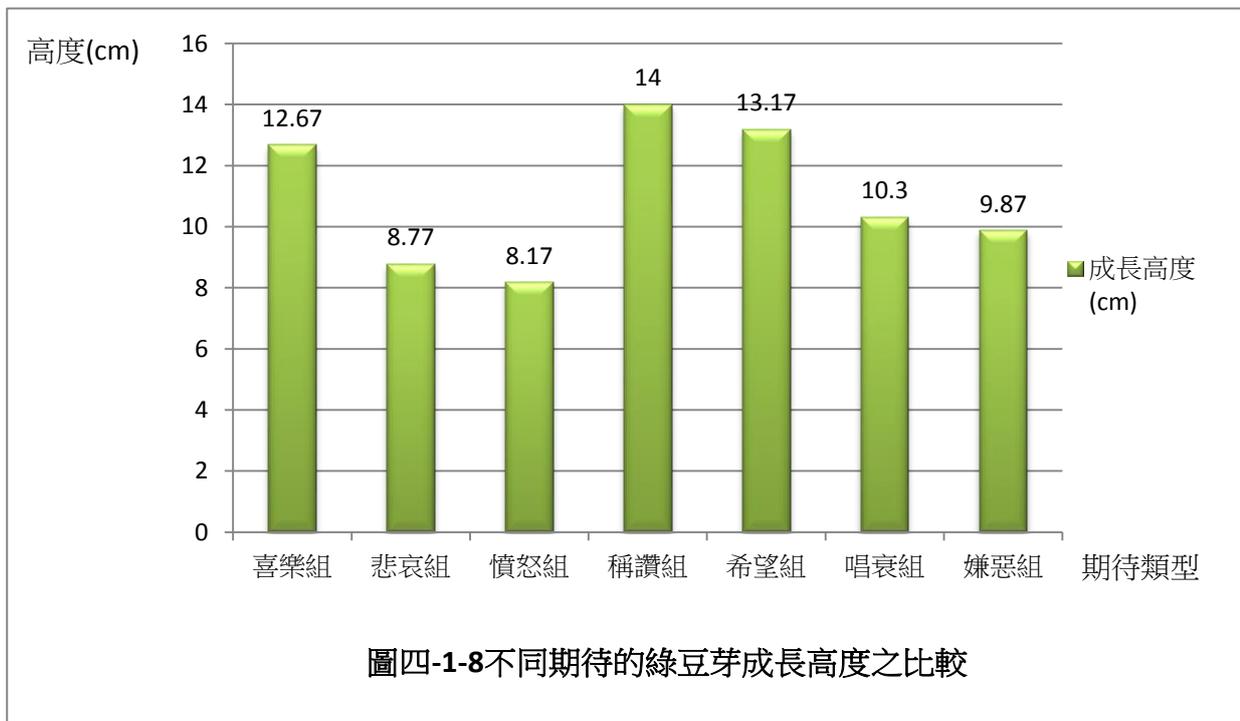
六、不同密度的綠豆芽成長高度之數據圖示



七、不同種類的豆芽成長高度之數據圖示



八、不同期待的綠豆芽成長高度之數據圖示



九、不同水溶液的綠豆芽成長高度之數據圖示

