嘉義市第 37 屆中小學科學展覽

作品說明書

科別：生物科

組別：國中組

作品名稱：振豆得豆－振動對植物成長與抗逆境的影響

關鍵詞：發芽率、振動、種子

目錄

摘要……2

壹、研究動機……2

貳、研究目的……2

參、研究器材及設備……3

肆、研究過程及方法……4

伍、研究結果……11

陸、討論……26

柒、結論……26

捌、參考資料及其他……27

摘　要

根據文獻資料顯示，振動植物的種子有助於植物的生長，可以讓植物的發芽、生長、甚至是對抗逆境的能力更好。

本實驗先利用頻率產生器輸出對綠豆種子有益成長的振動頻率，接著觀察它的發芽速度，成長後莖的長度，以及模擬未來溫室效應造成的極端氣候，植物必須對抗酸、鹽、乾旱等逆境；經由本實驗結果發現振動綠豆種子對於綠豆生長與抗逆境有幫助，更期待未來可以研究出更多植物種子適合的共振頻率，可以提升氣候惡劣的地區的糧食產量，解決糧食問題。

壹、研究動機

看到新聞報導非洲糧食短缺，我們感到非常心痛，希望能夠幫助他們，但是送食物是個消耗很高卻又成效很低的方法，最好的方法就是釜底抽薪，讓他們種出糧食，問題是非洲氣候惡劣，不利於糧食生長，得要想一個方法解決此問題。

在國中的生物中，我們學到植物的生長與一些特殊因素有關，例如：照光會造成生長激素不均而促進其往光源方向生長。後來我們閱讀了文獻後發現，種子經過振動處理以後的發芽率會上升，而且種子經特定公式計算出來的頻率能有效使細胞膜發生物理生物反應，我們頓時感到燃起一股熊熊的希望，振動是個成本相對較低而能幫助植物生長的方法，於是我們開始設計實驗，希望能研究出提高農作物產率，進一步解決糧食問題！

◎與課程相關單元：【自然與生活科技第一冊南一版】第四單元第三節植物界

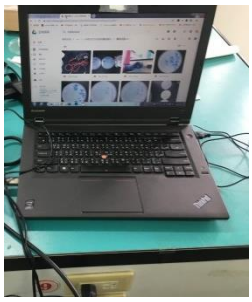
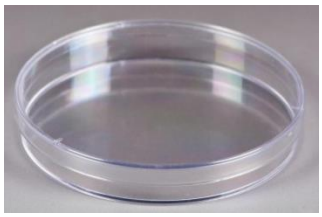
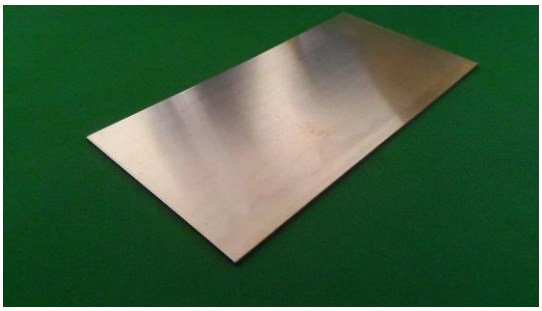
貳、研究目的

一.探討種子經特定頻率振動後，對植物發芽率的影響。

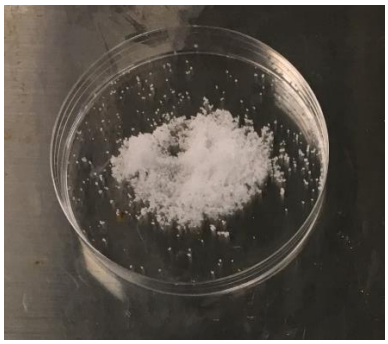
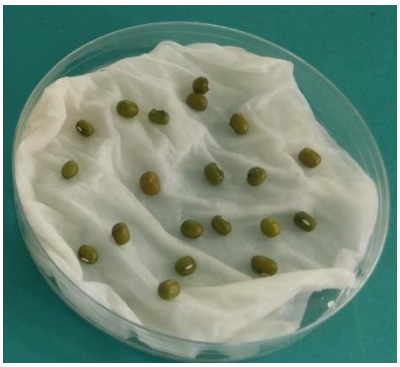
二.探討種子經特定頻率振動後，植物在逆境生長的能力。

參、研究器材及設備

一、實驗器材：

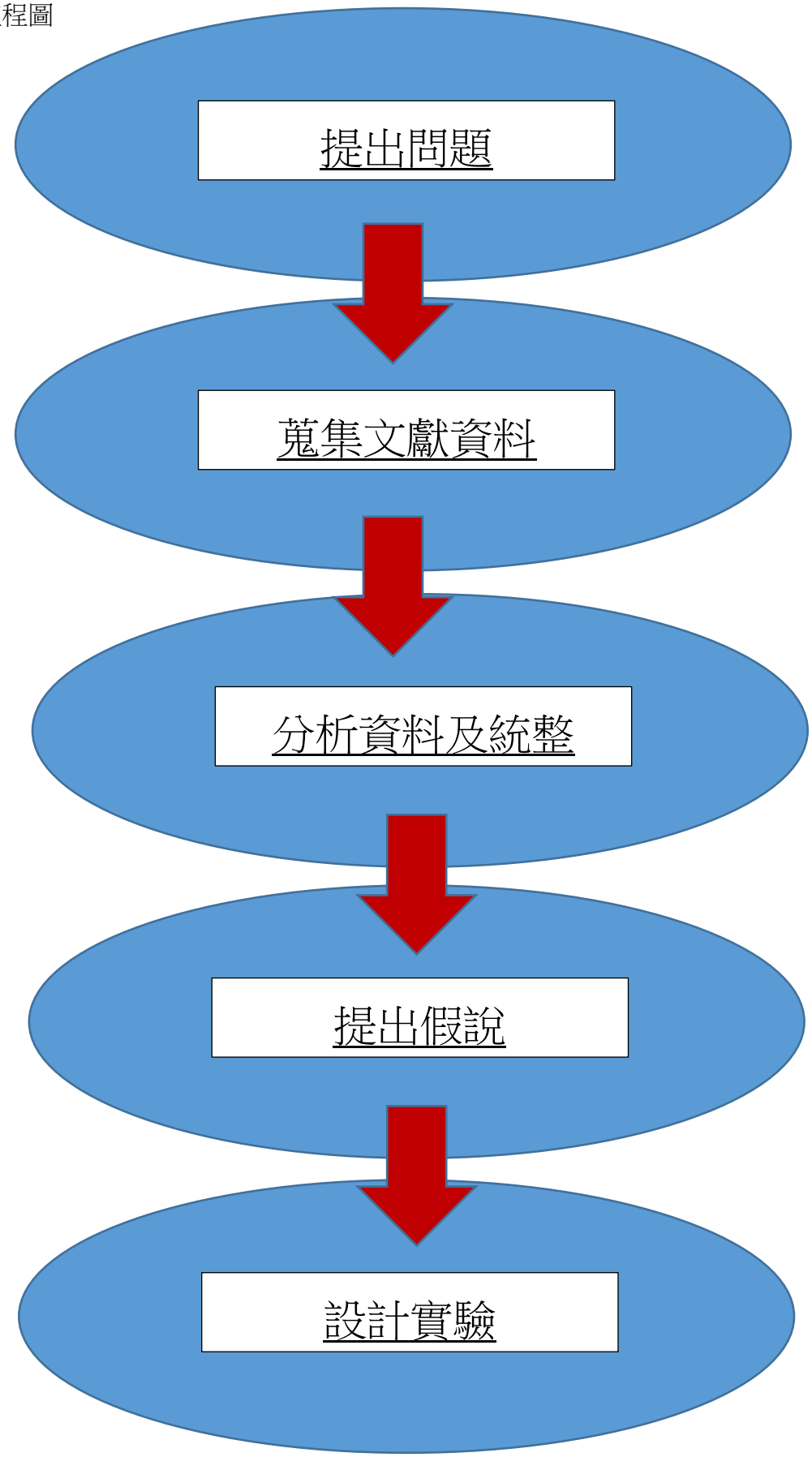
筆電(連接儀器)	頻率產生器(Progen II 4050)	Progen Wizard(控制頻率的程式)
		
培養皿	銲錫槍	銅片
		

二、實驗藥品：

食鹽	硫酸	綠豆
		

肆、 研究過程及方法

一.實驗流程圖



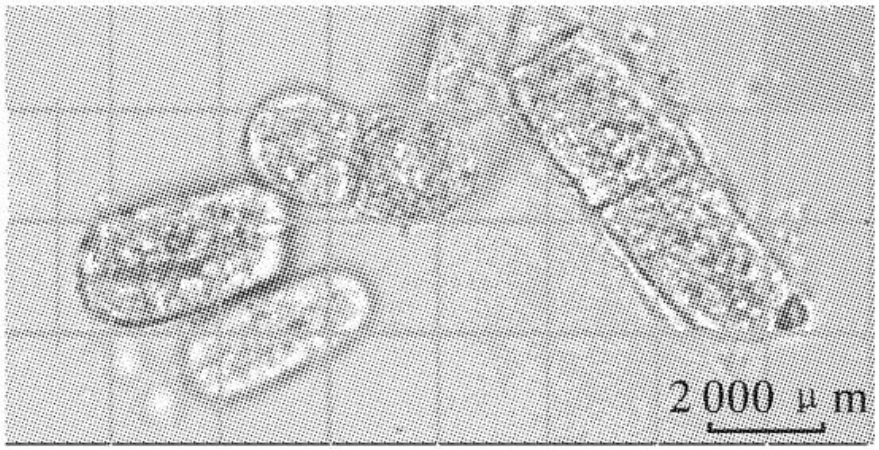
二.研究過程

(一)提出問題：

為什麼超聲波對植物生長會產生影響？

(二)蒐集文獻資料：

關於超聲波育種的資料有陝西師範大學學報上登載的《超聲頻率對植物育種的影響》中提到:「透過建立細胞膜振動模型、理論計算和顯微鏡實驗觀察的方法，以綠豆、絞股藍、丹參為研究對象，探究超聲波頻率對細胞膜振動的影響，進而研究超聲波育種的機理，由植物種子細胞膜表面張力、表面密度，可得出細胞膜的共振頻率，結果表明：綠豆、絞股藍、丹參種子細胞膜的共振頻率分別為 24.767±2.477 kHz、19.051±41.905 kHz 和 19.813±41.983 kHz，與實驗符合，超聲頻率與共振頻率相同時，種子的發芽率提高，發芽週期縮短。」作者也於個人論文中研究超聲波育種，提倡利用超聲波育種的作物解決糧食問題，而且利用公式計算不同植物的頻率。我們根據以上的資料設計實驗……



圖(一) 綠豆胚芽細胞

(三)分析資料與統整

資料分析後主要得到某些植物之頻率，因此從中選擇最易取得、最易培養、生長週期短的綠豆進行實驗；因可能產生誤差之故，所以將每批數量設定高，並重複進行同樣實驗三次，以確保實驗數據之準確。

為了能以精準的頻率振動綠豆，本實驗使用 ProgenII4050 醫用型頻率產生器，並以對應的程式 Progen-Wizard 控制，利用四十九種不同頻率，振動四小時後準備進行後續實驗。

大部分的文獻主要探討為理論上的情況，但我們希望能使此技術更加接近實際使用，因此實驗加入光的變項來增加真實性。

(四)提出假說

根據上述的資料，我們假設特定頻率的振動對特定的植物有加速其生長、發芽之效果，並經由設計、進行實驗證明之。

(五)設計實驗：

1.實驗分組

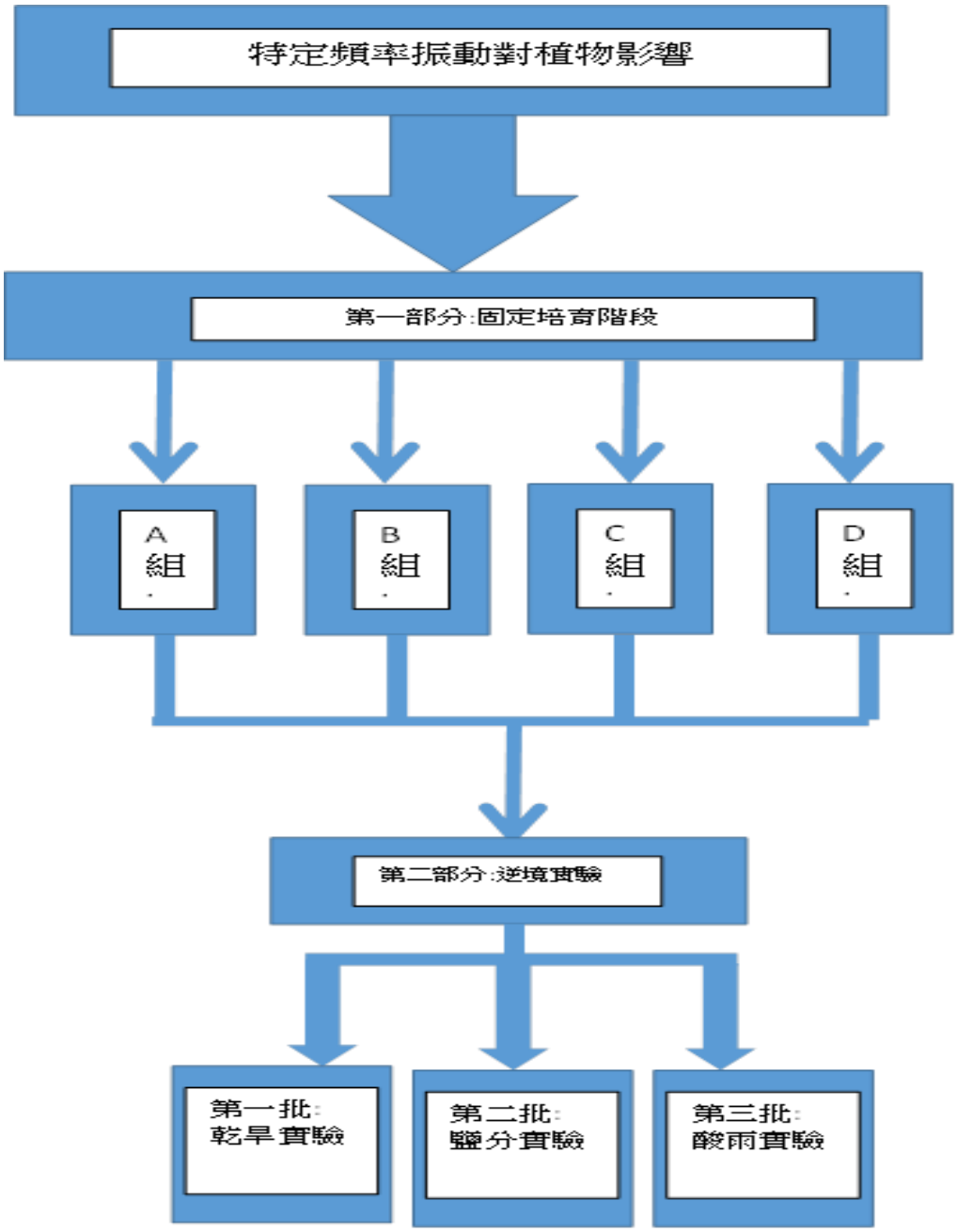
(1)本實驗共分三批，先進行同樣的第一部分後，分別進行不同的第二部分，其中第一部分為培育，第二階段為逆境實驗。第一部分每批分為四組，如下表所示：

組別/項目	顆數	澆水	照光	振動	備註
A 組	20(顆)	5c.c./天	無	有	澆水時間統一為中午12：00，不論振動與否，皆於早上 8：00 種植。
B 組	20(顆)	5c.c./天	無	無	
C 組	20(顆)	5c.c./天	有	有	
D 組	20(顆)	5c.c./天	有	無	

(2)每一批綠豆經培育四天後，於第五天進行第二階段逆境實驗，實驗如下表：

批次/項目	第一部分時間	逆境內容	備註
第一批	48 小時	乾旱(無水)	前 4 天，每兩天 5c.c.， 第五天開始不給水
第二批	48 小時	海水倒灌(鹽水)	重量濃度 3.5%(比照海水濃度)取代水，進行七天實驗
第三批	48 小時	酸雨 (稀釋硫酸)	氫離子莫耳濃度 10^{-4}M，pH 值≒3.8 的硫酸代替水，進行五天

2.分組示意圖



3 二.實驗步驟：

一.第一部分實驗步驟：

(一)取八十顆完好綠豆。

(二)取其中四十顆綠豆，接上頻率產生器，並以特定頻率振動 4 小時。

(三)取振動過的綠豆二十顆放入舖有濕潤衛生紙(含 15mL 的水)的培養皿，並包上鋁箔於外層，以隔絕陽光。

(四)另外二十顆振動過的綠豆也放入另一個條件相同培養皿中，但不在外層包鋁箔；為振動的另外四十顆綠豆亦然如此分組處理，並將四組綠豆統一放於有光照，且通風良好的實驗桌上，並於早上 8：00 與中午 12：00 定期觀察拍照，並於中午 12：00 澆水 5c.c.。

圖(二) 實驗示意圖

二.第二部分：

(一)第一批(抗旱實驗)：

1.經四天第一部分培育，將綠豆苗至於原本環境中(照光繼續照光，不照光繼續置於暗室)。

2.於前四天每兩天給水 5c.c.(第二天中午 12：00 澆水)，於第五天開始不給水，並於第七天測量長度。

3.每天觀察期狀態，並於測量長度後進行實驗分析及討論。

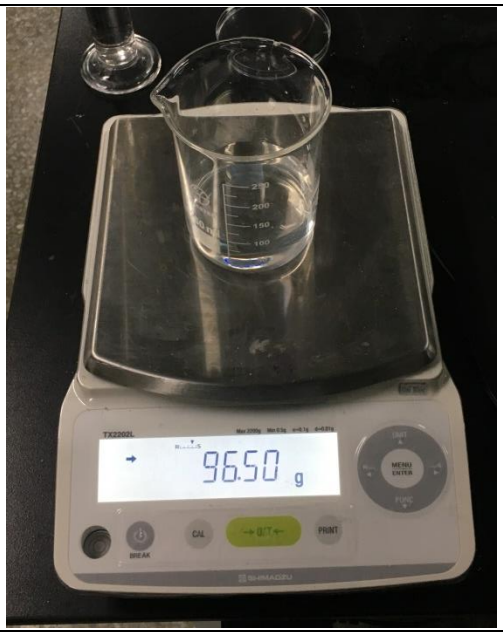
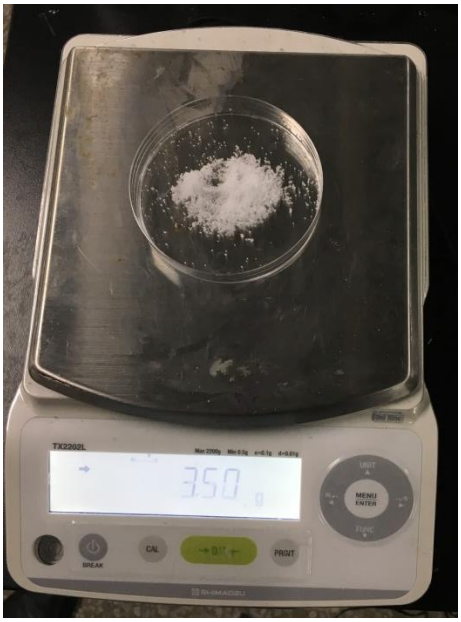
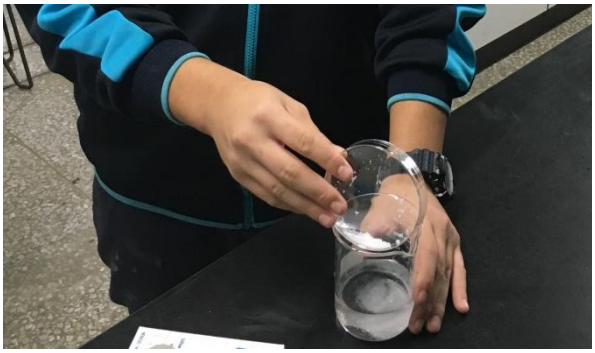
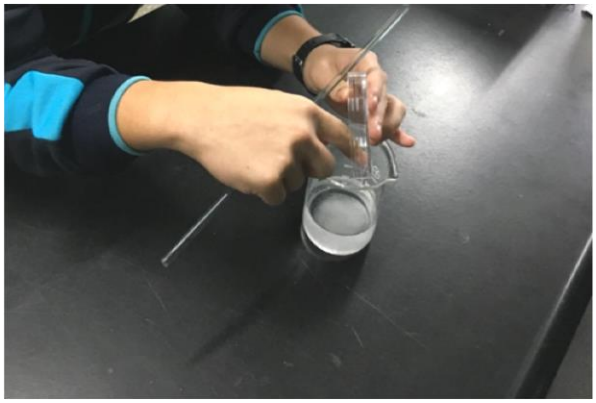
(二)第二批(抗海水實驗)：

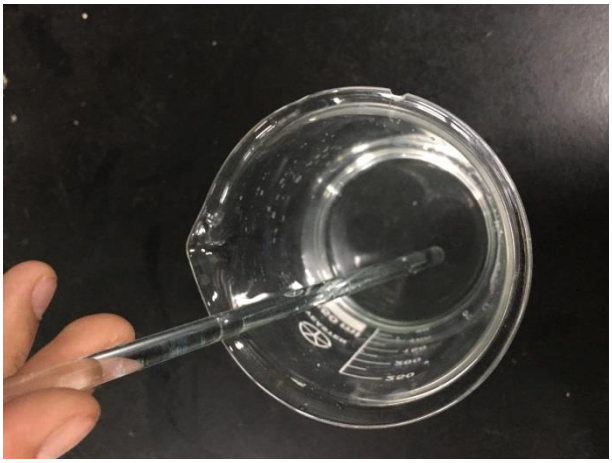
1.取 96.5mL 的水，加上 3.5g 氯化鈉，攪拌使其溶解後，得到 3.5%的鹽水 100mL(同海水濃度)。

2. 經四天第一部分培育，將綠豆苗至於原本環境中(照光繼續照光，不照光繼續置於暗室)。

3.於每天澆水時間(中午 12：00)，澆鹽水 5c.c，.並每天觀察期狀況。

4.於第三天測量其長度，並進行實驗分析及討論。

	
圖(三) 水的重量測量	圖(四) 食鹽的重量測量
	
圖(五) 將食鹽到入水中	圖(六) 確實將所有食鹽倒入水中

	
圖(七) 攪拌使食鹽全部溶解	圖(八)食鹽完全溶於水中

(三)第三批(抗酸雨實驗)：

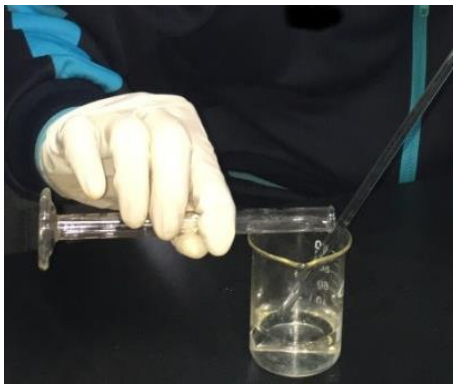
1.取 10mL、18M 的硫酸，加入 170mL 的水，得到 180mL、1M 的硫酸。

2.取 1.稀釋過的 1M 硫酸 90mL，再加入 90mL 的水，得到 0.5M 硫酸溶液(氫離子濃度 1M，pH 值=1)。

3.取 1mL 的 0.5M 硫酸溶液，加入 99mL 的水，得到 100mL 的 2×10^{-3}M 硫酸(氫離子濃度 10-2，pH 值=2)。

4.取 1mL 的 2×10-3M 硫酸溶液，加入 297mL 的水，得到 300mL 的 2×10^{-5}M 硫酸(氫離子濃度 10-4，pH 值=4)。

5.於中午澆水時，加入 5c.c.、pH 值=4 的硫酸，並每日觀察其狀態及記錄。

	
圖(九) 測量水量	圖(十) 將硫酸鹽著玻璃棒到入水中

三.第三部分:成長效率分析

(一)分析莖長度的方法:

1.將入豆長入衛生只以下的部分以及咖啡色部分和鬚根處除去

2.拉直綠豆莖、葉並以最小刻度為 1mm 的尺測量

除去不要的部分	拉直綠豆並測量

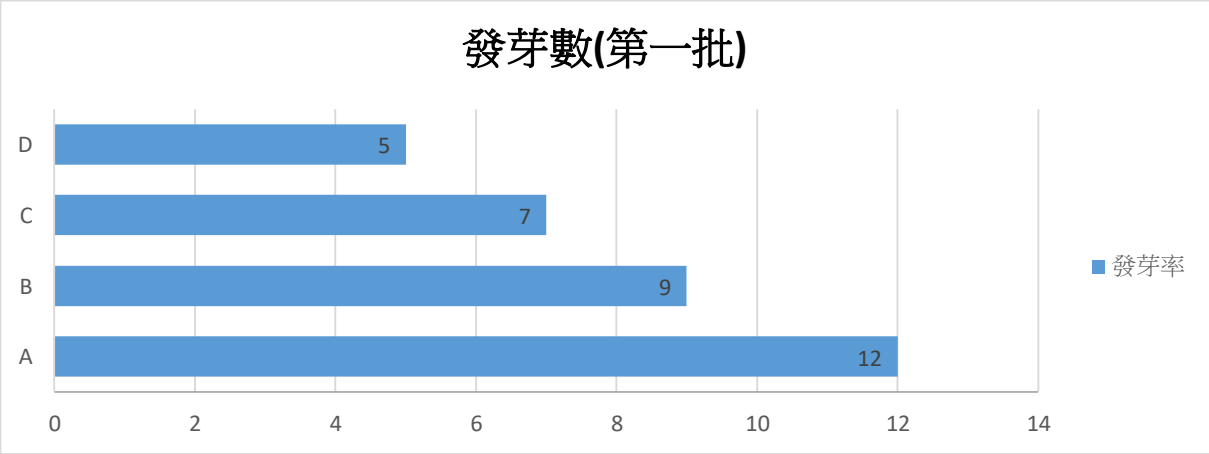
伍、研究結果

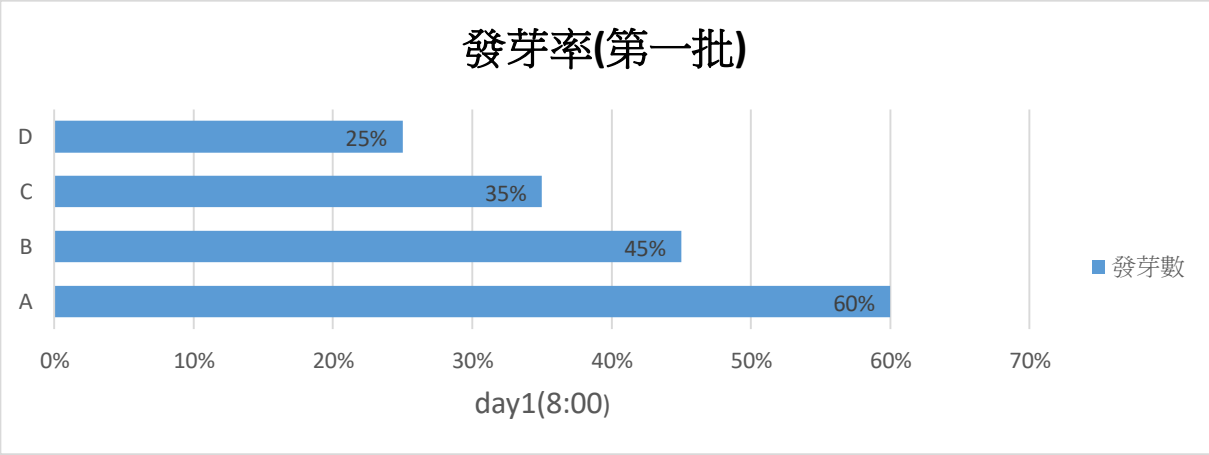
一.第一部分：固定培育階段

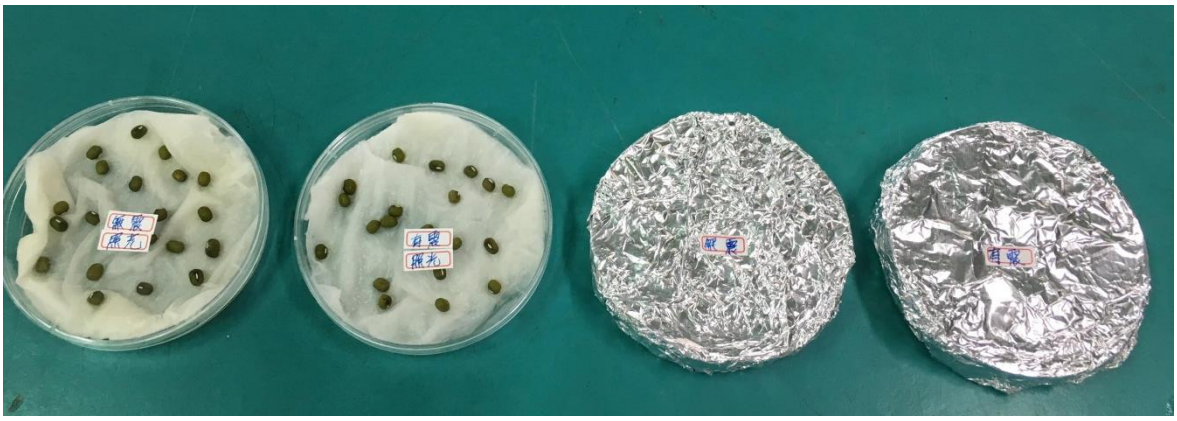
(一)第一天(8：00)

1.第一批：

組別/項目	發芽數	累積發芽率
A(暗房、有振)	12	60%
B(暗房、沒振)	9	45%
C(照光、有振)	7	35%
D(照光、沒振)	5	25%



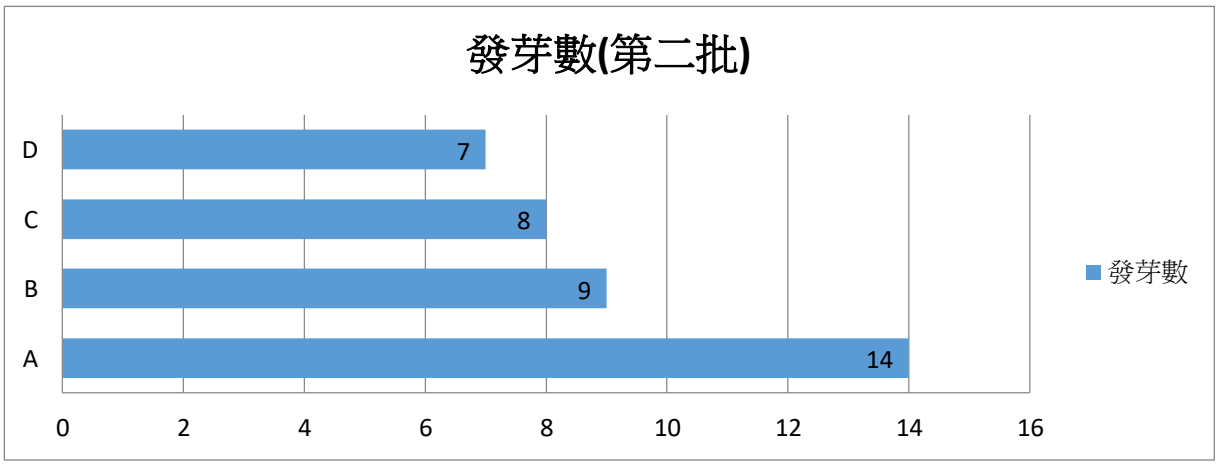


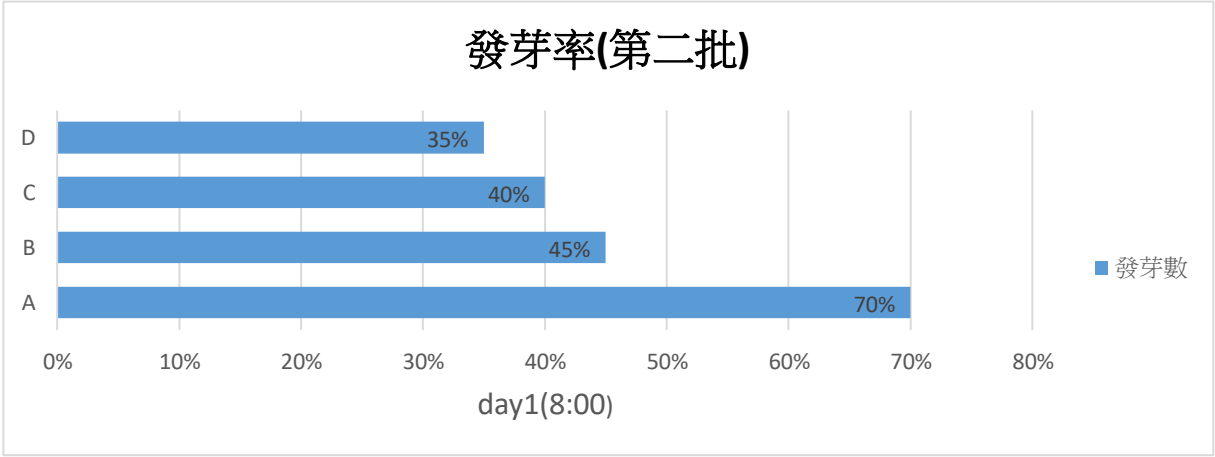


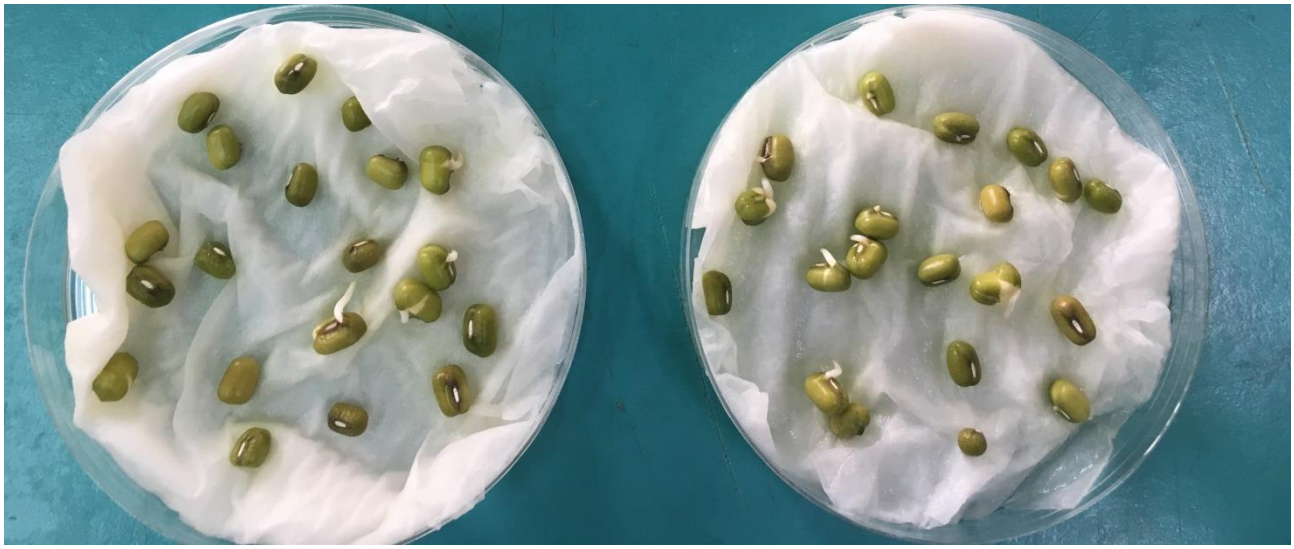
圖(十一) 第一批 第一天 8：00a.m.

2.第二批

組別/項目	發芽數	累積發芽率
A(暗房、有振)	14	70%
B(暗房、沒振)	9	45%
C(照光、有振)	8	40%
D(照光、沒振)	7	35%



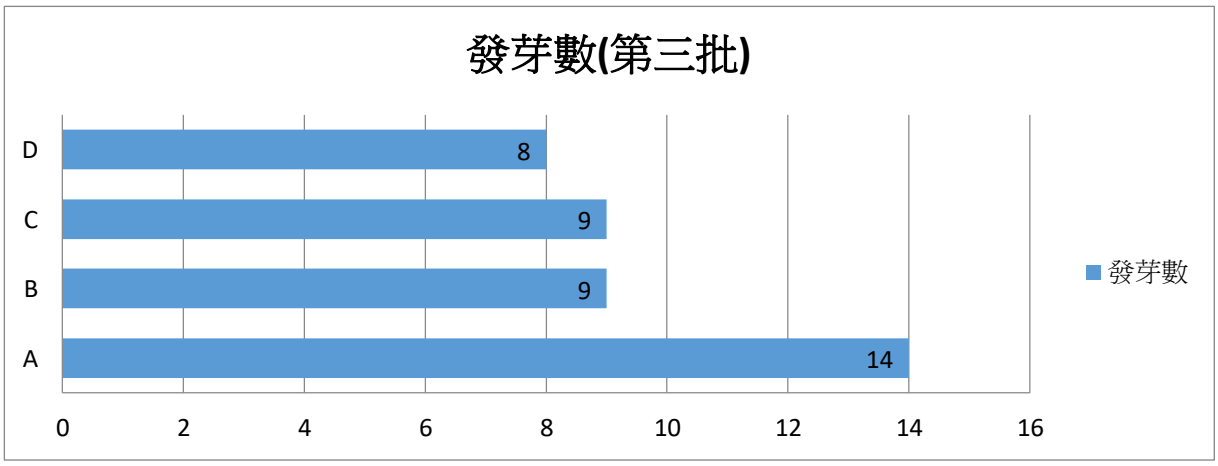


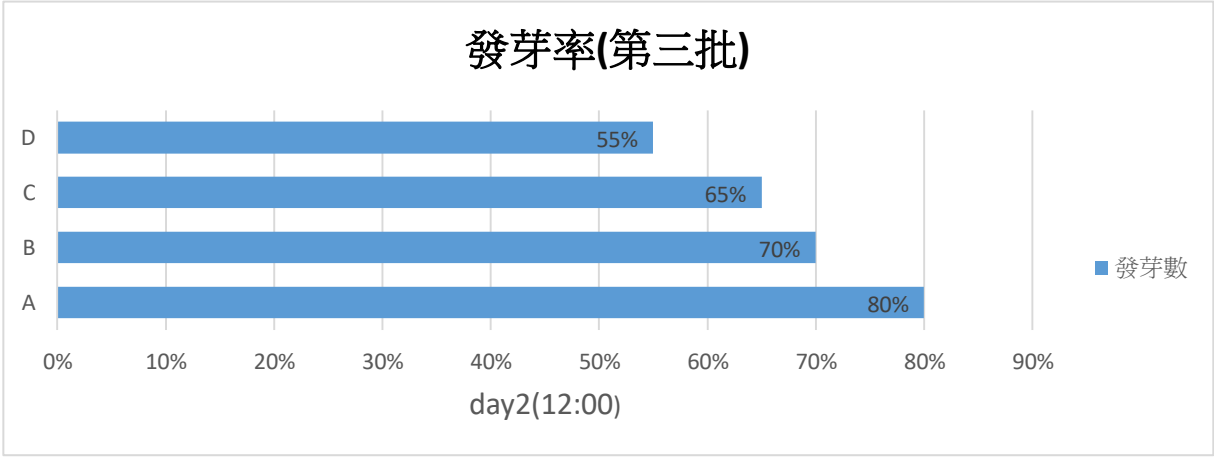


圖(十二) 第二批 第一天 8：00a.m.

3.第三批

組別/項目	發芽數	累積發芽率
A(有振、暗房)	14	70%
B(有振、照光)	9	45%
C(沒振、暗房)	9	45%
D(沒振、照光)	8	40%



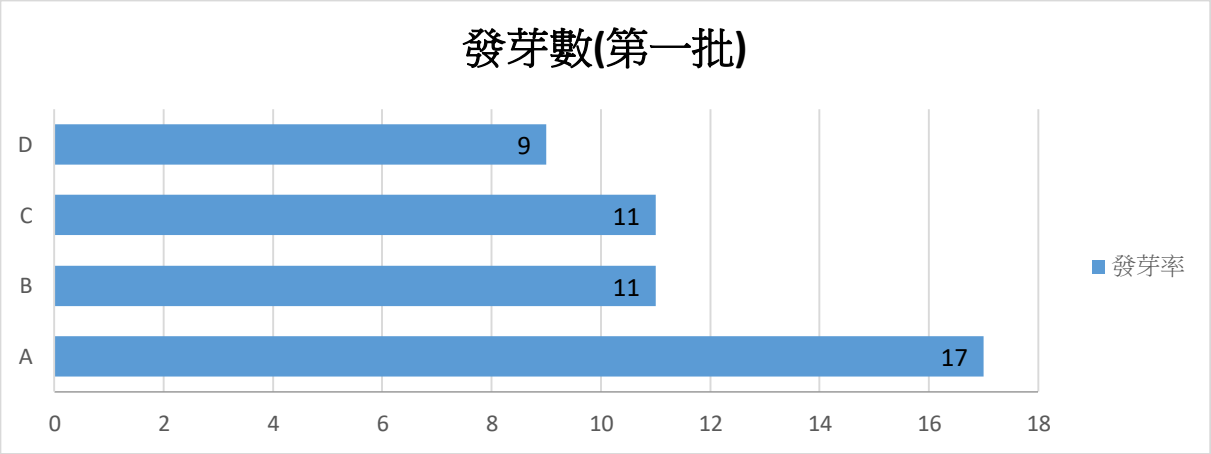


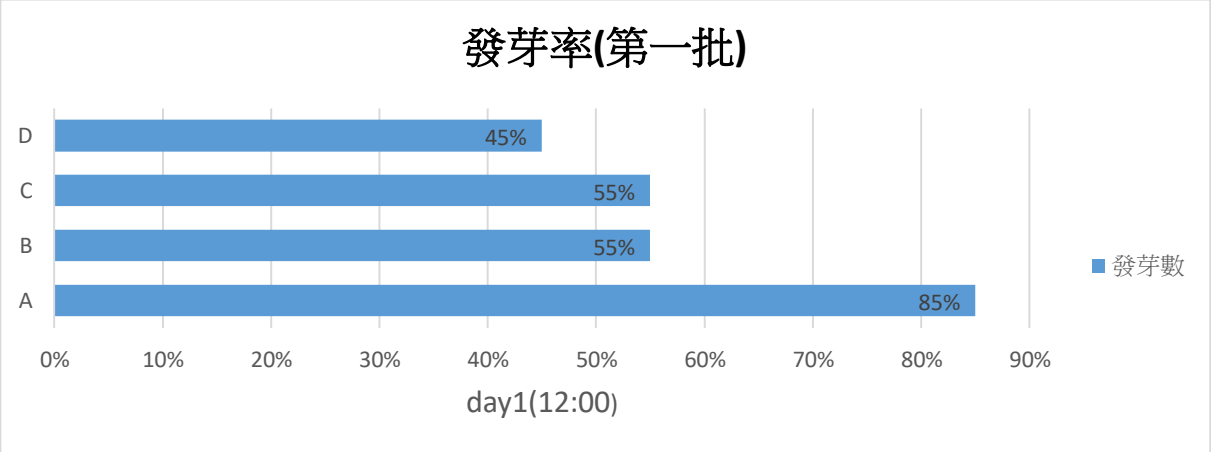
圖(十三) 第三批 第一天 8：00a.m.

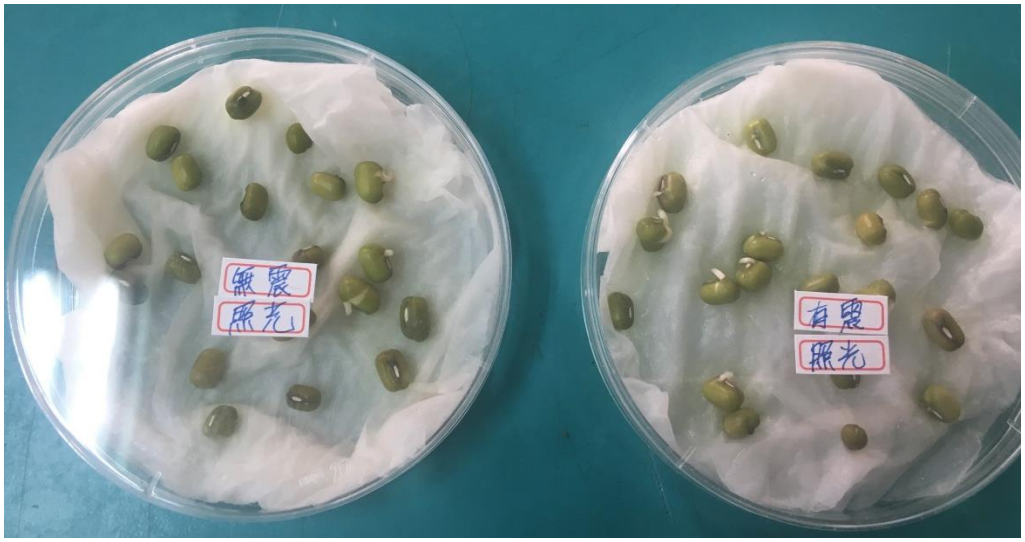
(二).第一天(12：00)

1.第一批

組別/項目	發芽數	累積發芽率
A(有振、暗房)	17	85%
B(有振、照光)	11	55%
C(沒振、暗房)	11	55%
D(沒振、照光)	9	45%



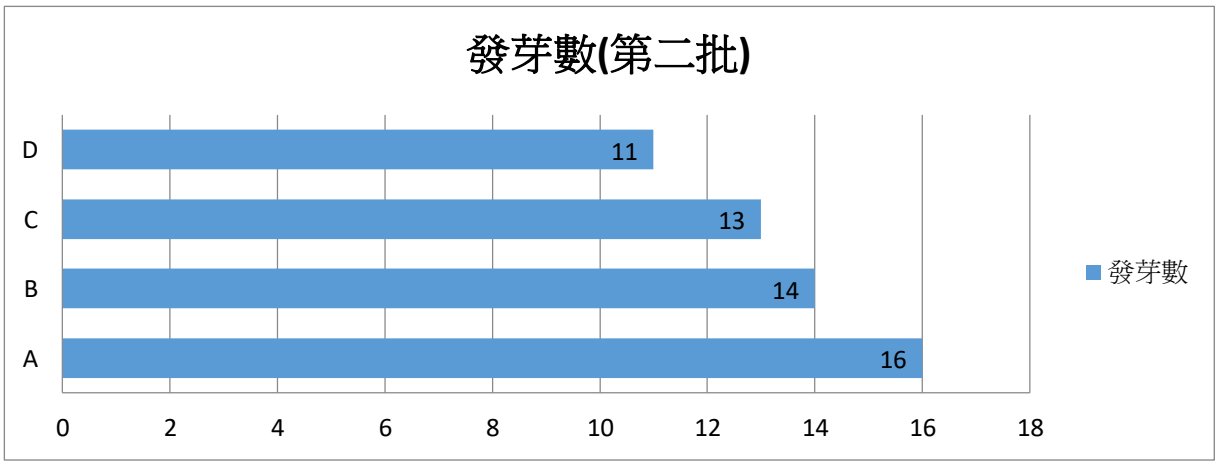


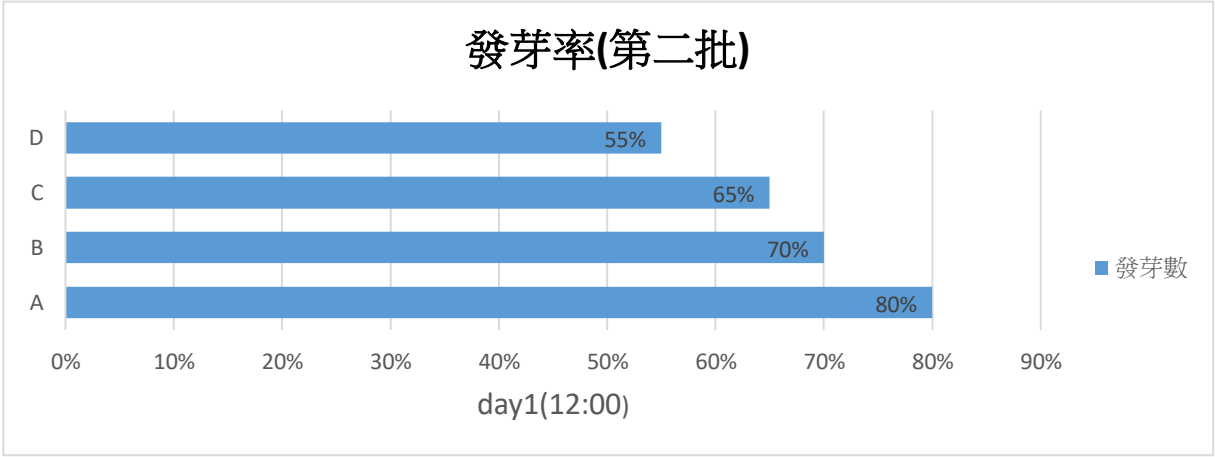


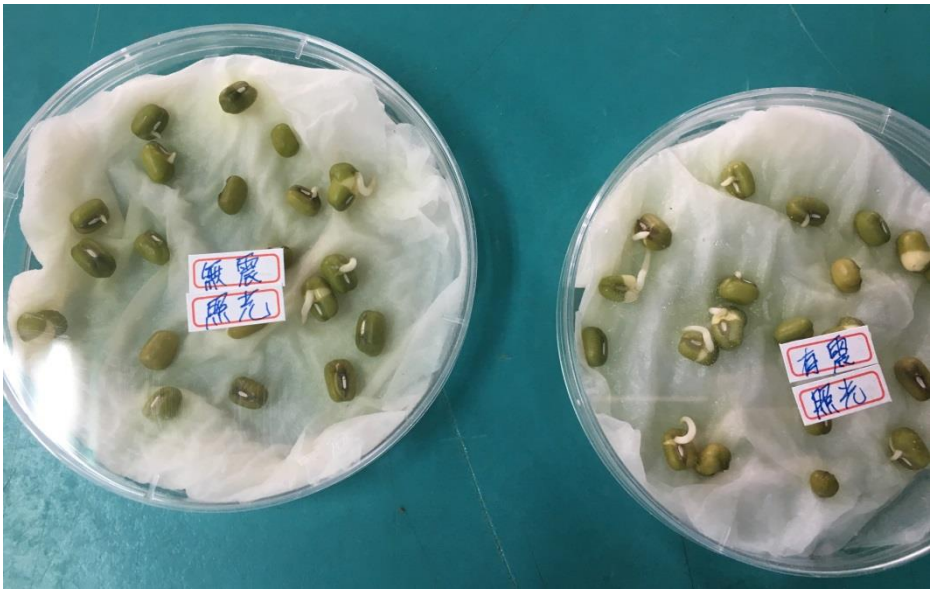
圖(十三) 第一批 第一天 12：00p.m.

2.第二批：

組別/項目	發芽數	累積發芽率
A(暗房、有振)	16	80%
B(暗房、沒振)	14	65%
C(照光、有振)	13	70%
D(照光、沒振)	11	55%



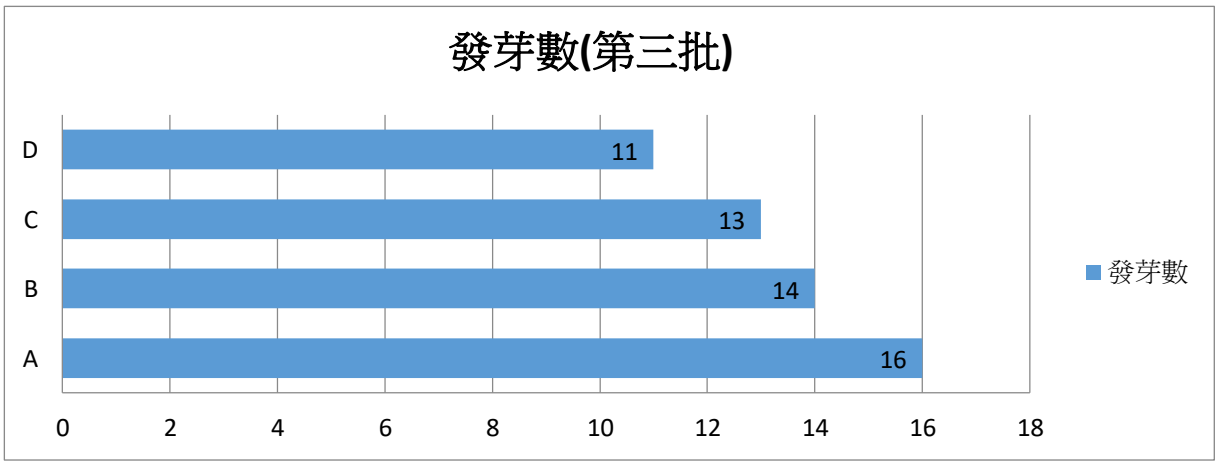


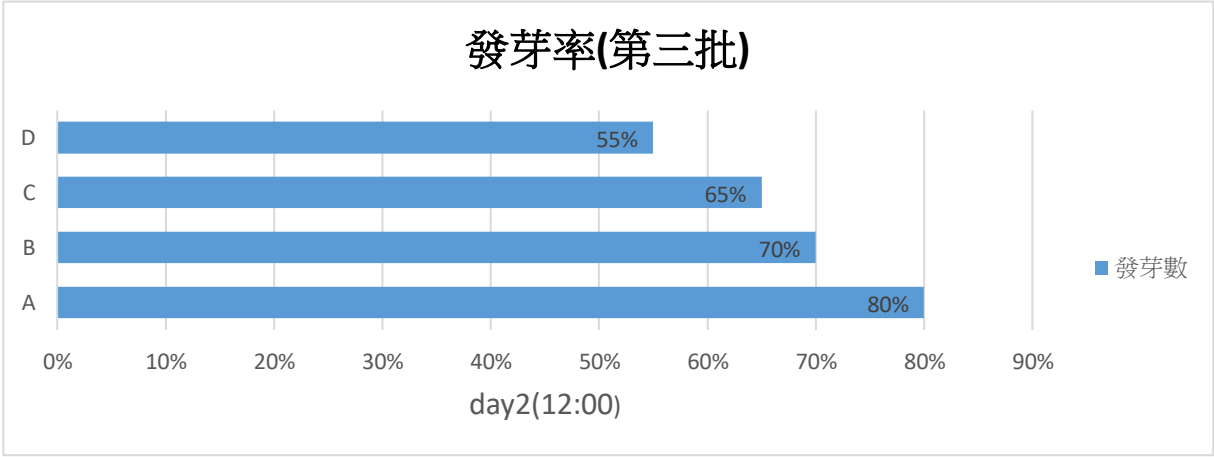


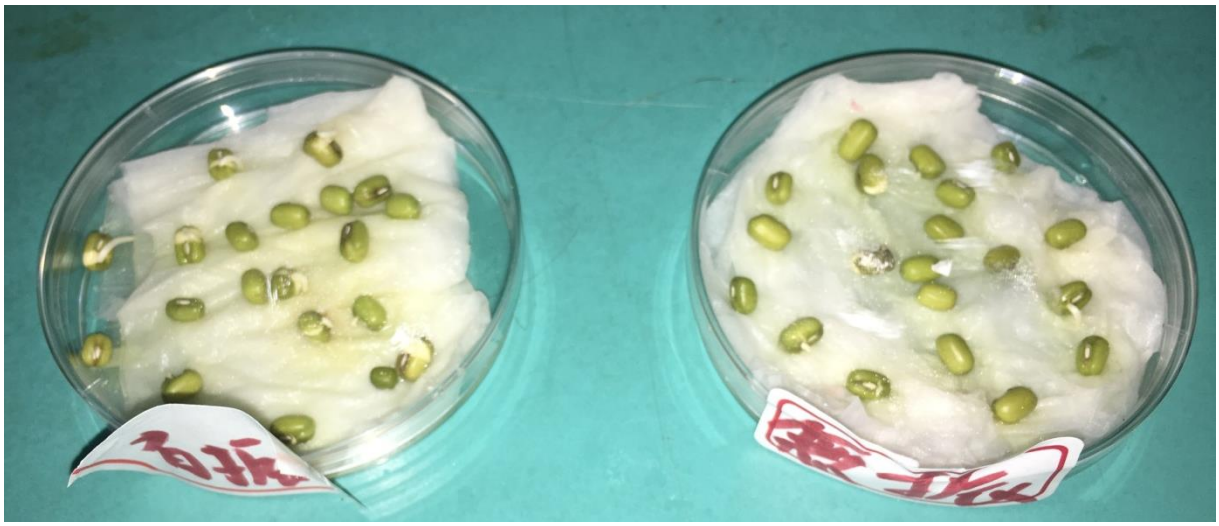
圖(十四) 第二批 第一天 12：00p.m.

3.第三批：

組別/項目	發芽數	累積發芽率
A(暗房、有振)	16	80%
B(暗房、沒振)	14	65%
C(照光、有振)	13	70%
D(照光、沒振)	11	55%





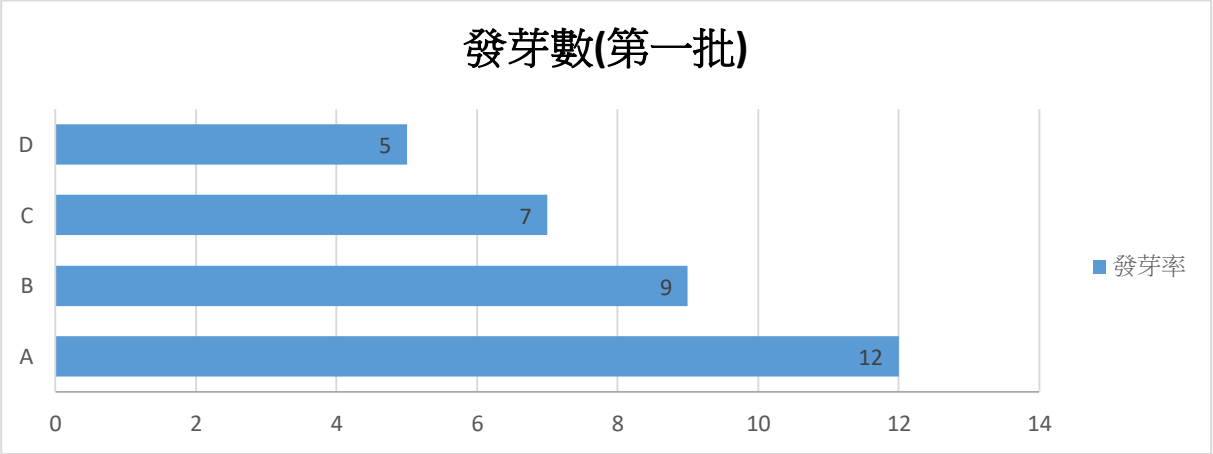


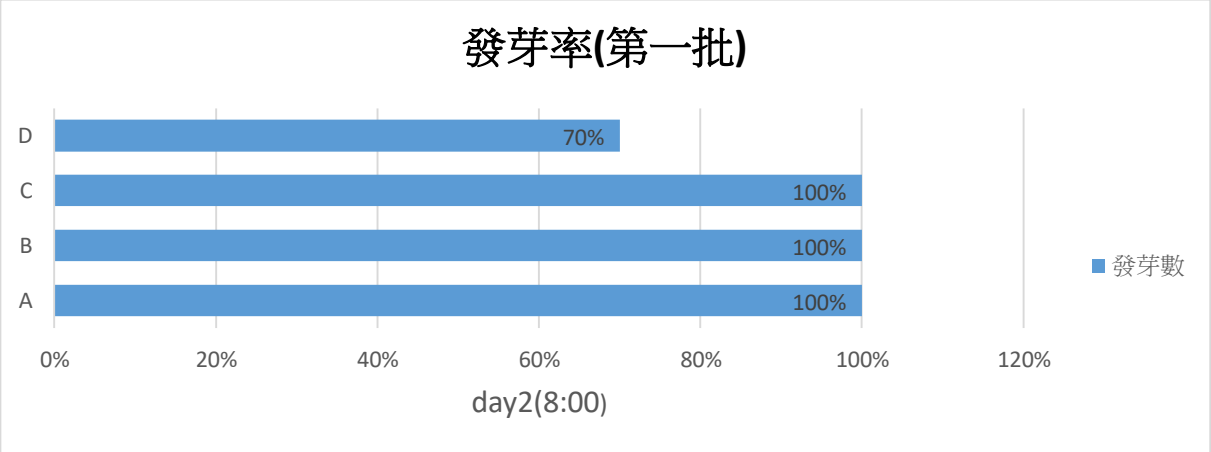
圖(十五) 第三批 第一天 12：00p.m.

(三)第二天(8：00)

1.第一批：

組別/項目	發芽數	累積發芽率
A(暗房、有振)	20	100%
B(暗房、沒振)	20	100%
C(照光、有振)	20	100%
D(照光、沒振)	14	70%

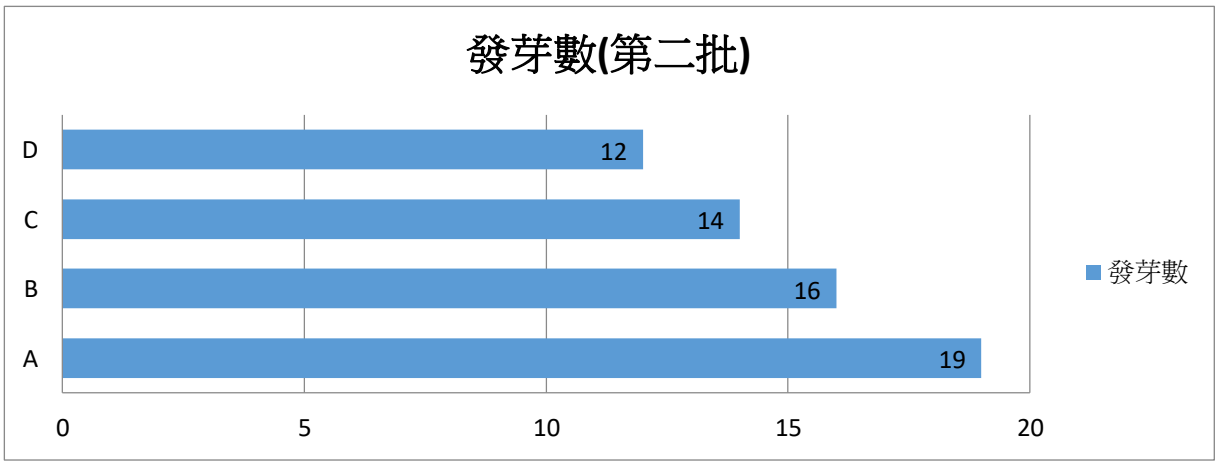


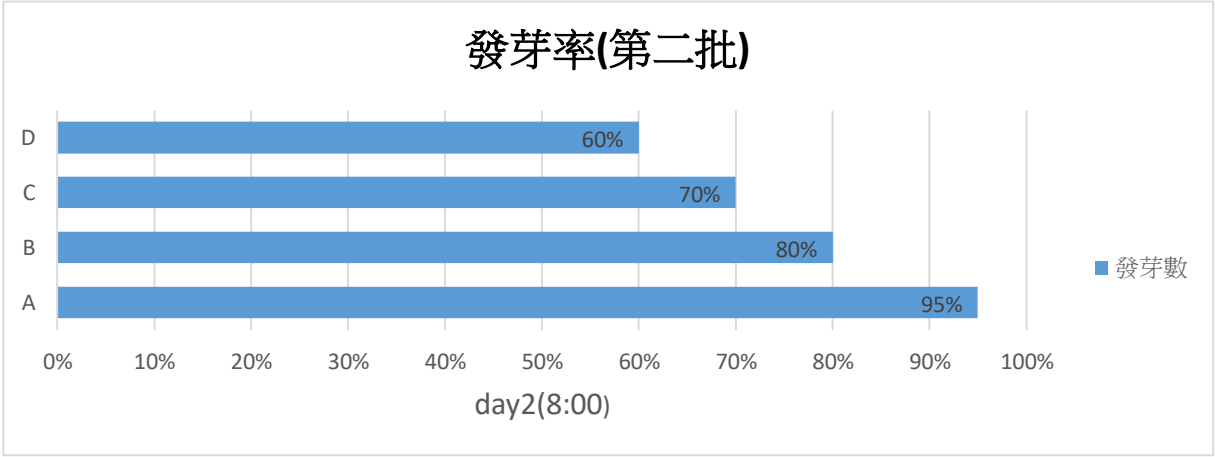


圖(十五) 第一批 第二天 8：00a.m.

2.第二批：

組別/項目	發芽數	累積發芽率
A(暗房、有振)	19	95%
B(暗房、沒振)	16	80%
C(照光、有振)	14	70%
D(照光、沒振)	12	60%

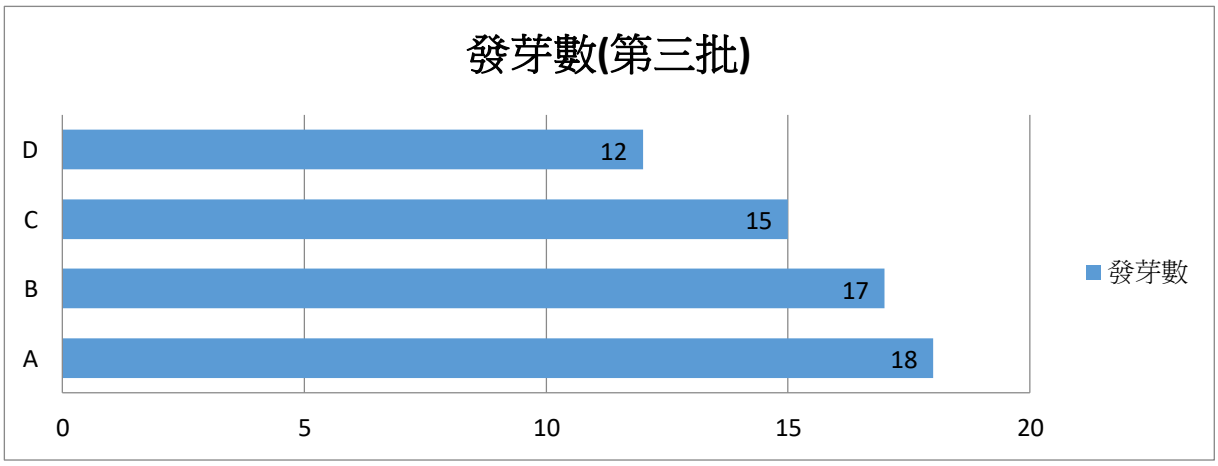


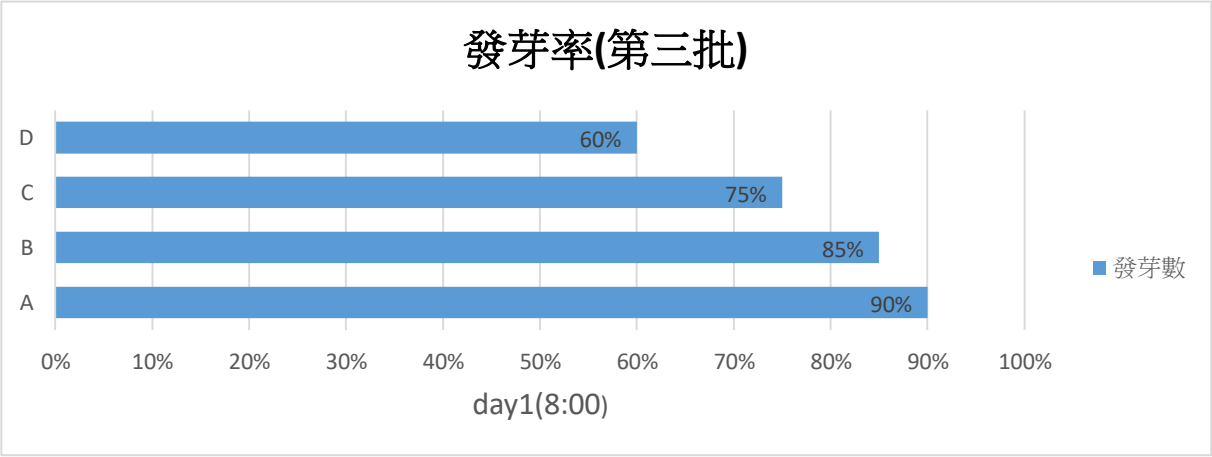


圖(十六) 第二批 第二天 8：00a.m.

3.第三批：

組別/項目	發芽數	累積發芽率
A(暗房、有振)	18	90%
B(暗房、沒振)	17	85%
C(照光、有振)	15	75%
D(照光、沒振)	12	60%



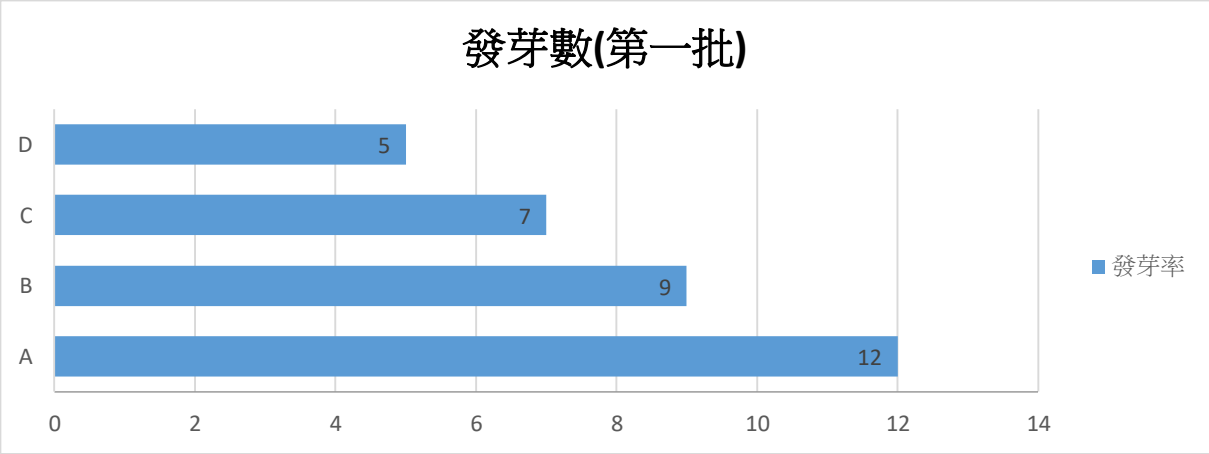


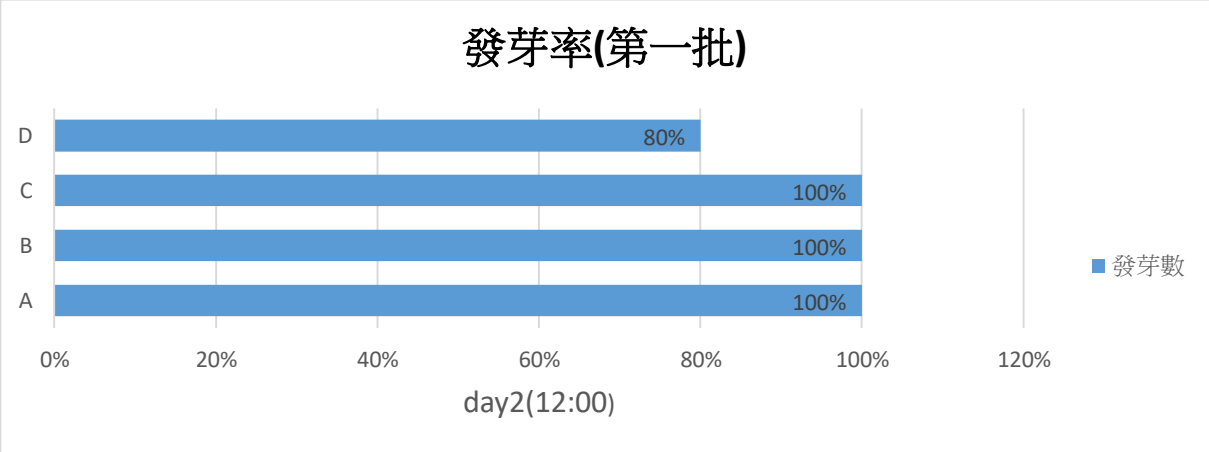
圖(十七) 第三批 第二天 8：00a.m.

(四).第二天(12：00)

1.第一批：

組別/項目	發芽數	累積發芽率
A(暗房、有振)	20	100%
B(暗房、沒振)	20	100%
C(照光、有振)	20	100%
D(照光、沒振)	16	80%

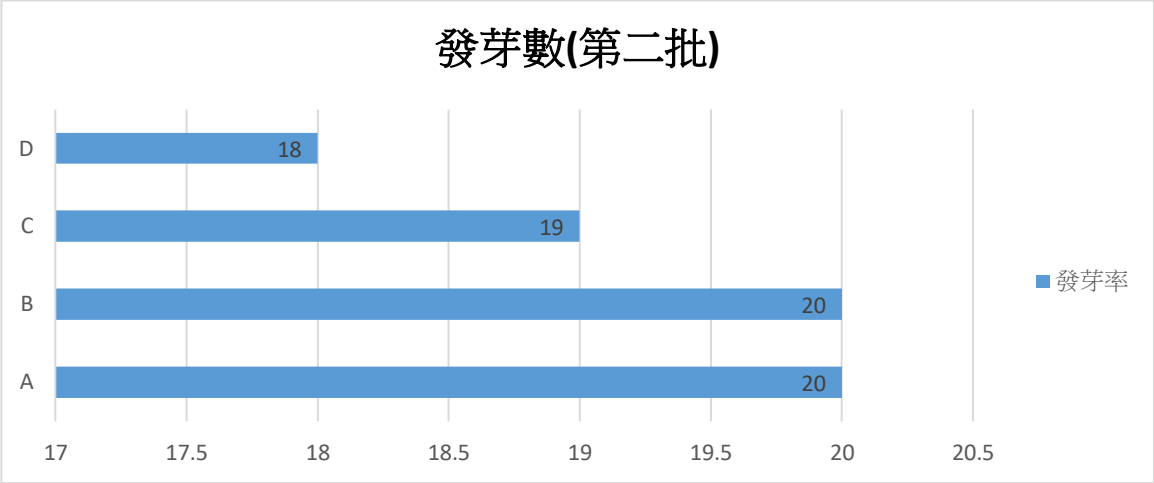


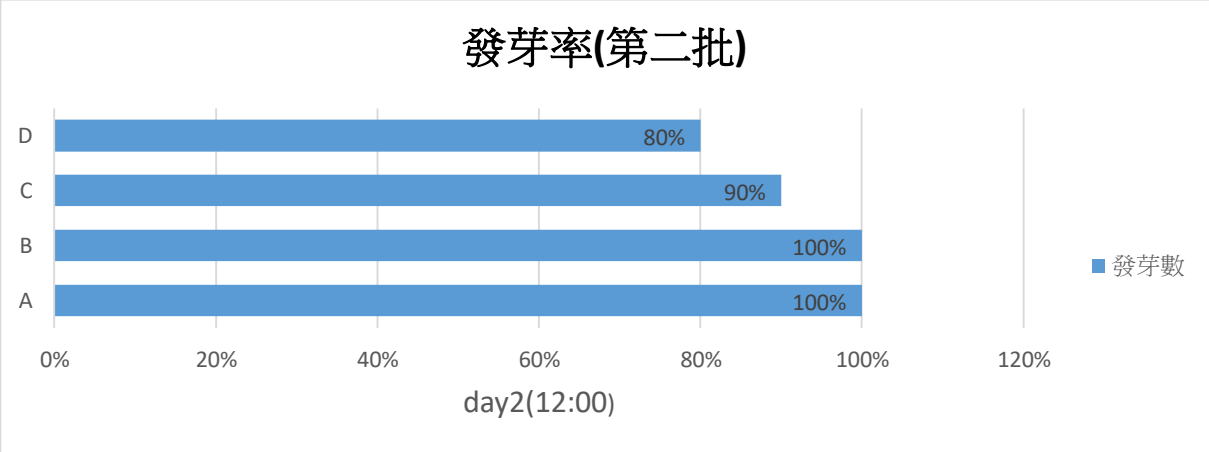


圖(十七) 第一批 第二天 12：00p.m.

2.第二批：

組別/項目	發芽數	累積發芽率
A(暗房、有振)	20	100%
B(暗房、沒振)	20	100%
C(照光、有振)	19	95%
D(照光、沒振)	18	90%

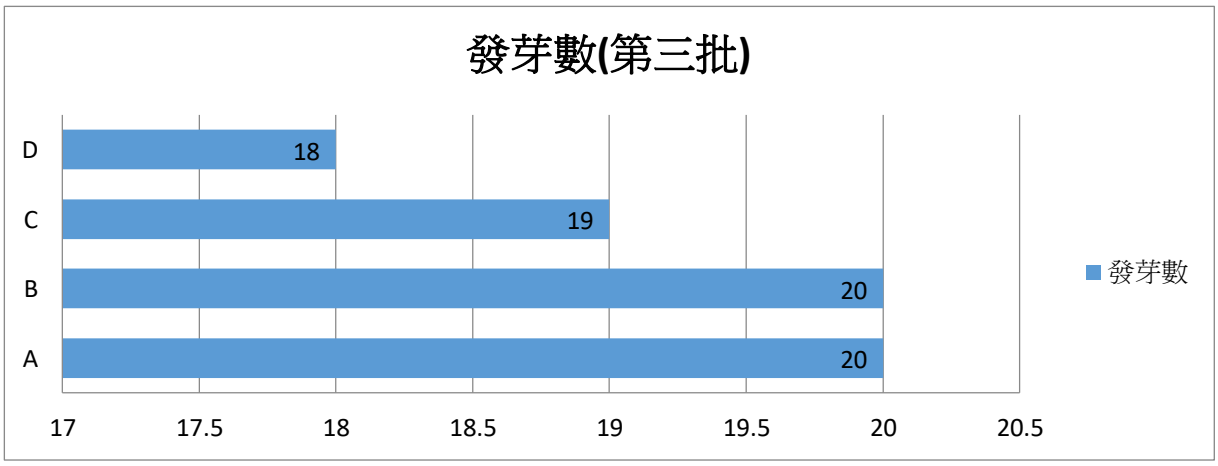


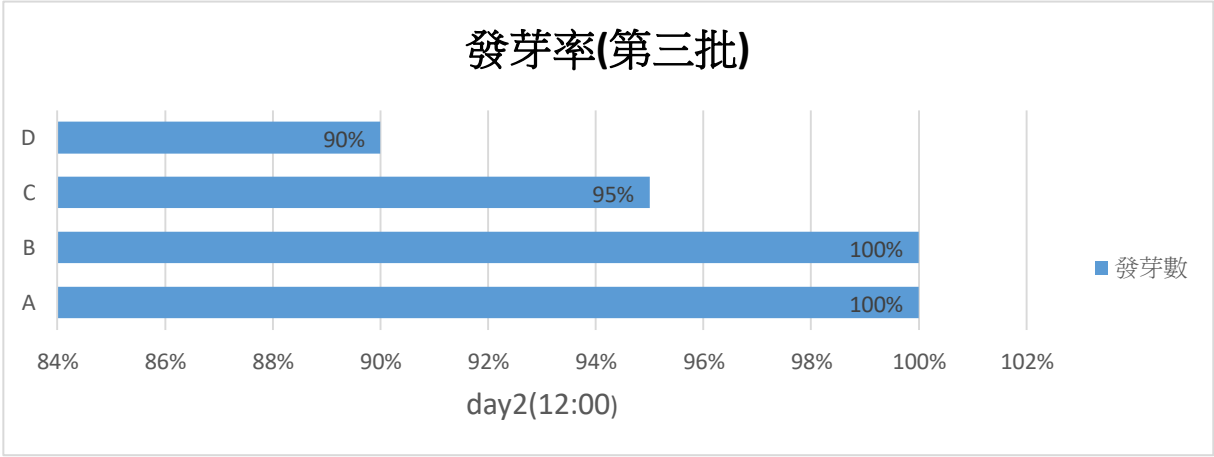


圖(十七) 第二批 第二天 12：00p.m.

3.第三批：

組別/項目	發芽數	累積發芽率
A(暗房、有振)	20	100%
B(暗房、沒振)	20	100%
C(照光、有振)	19	95%
D(照光、沒振)	18	90%





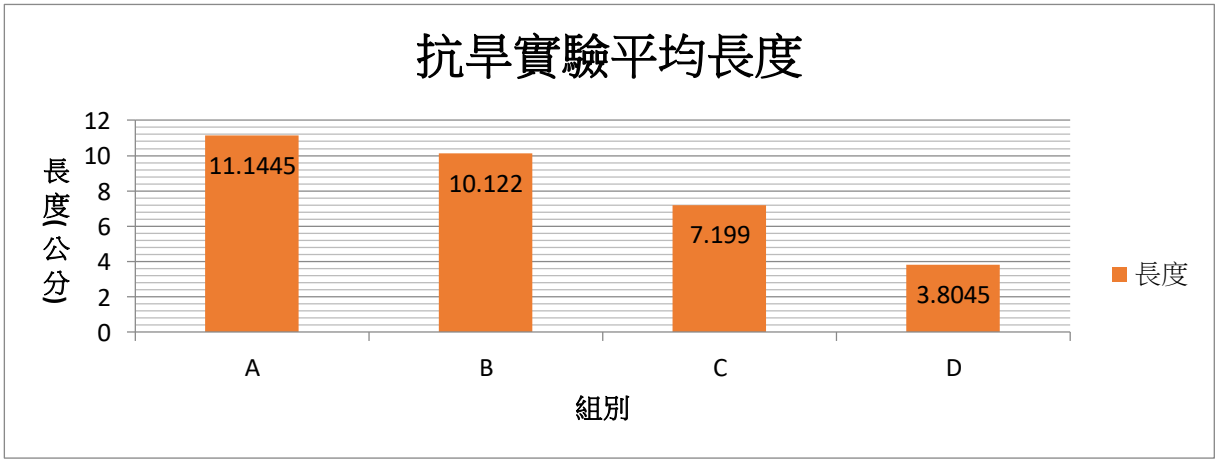
圖(十七) 第三批 第二天 8：00a.m.

二.第二部分：逆境實驗

(一)第一批：(抗旱逆境)

1.長度統計表格

組別	A(暗室有振)	B(暗室沒振)	C(照光有振)	D(照光沒振)
長度(公分)	0.35	1.48	1.33	2.03
	0.51	0.51	1.71	1.72
	1.68	11.34	0.74	2.43
	2.97	0.53	0.67	1.41
	1.61	0.54	1.24	1.28
	19.29	2.61	0.96	0.53
	18.16	16.88	0.61	8.01
	10.52	0.41	13.84	9.43
	14.89	16.37	13.59	6.88
	8.37	19.33	14.36	9.12
	17.33	24.23	12.42	2.52
	18.73	0.57	6.24	9.41
	20.26	0.95	5.94	6.74
	13.81	14.81	8.97	5.63
	18.49	9.13	3.55	3.29
	17.35	15.36	8.67	3.51
	3.12	16.13	10.34	2.15
	7.98	7.24	14.71	0
	19.01	19.66	10.56	0
	8.46	24.36	13.53	0
平均	11.1445	10.122	7.199	3.8045

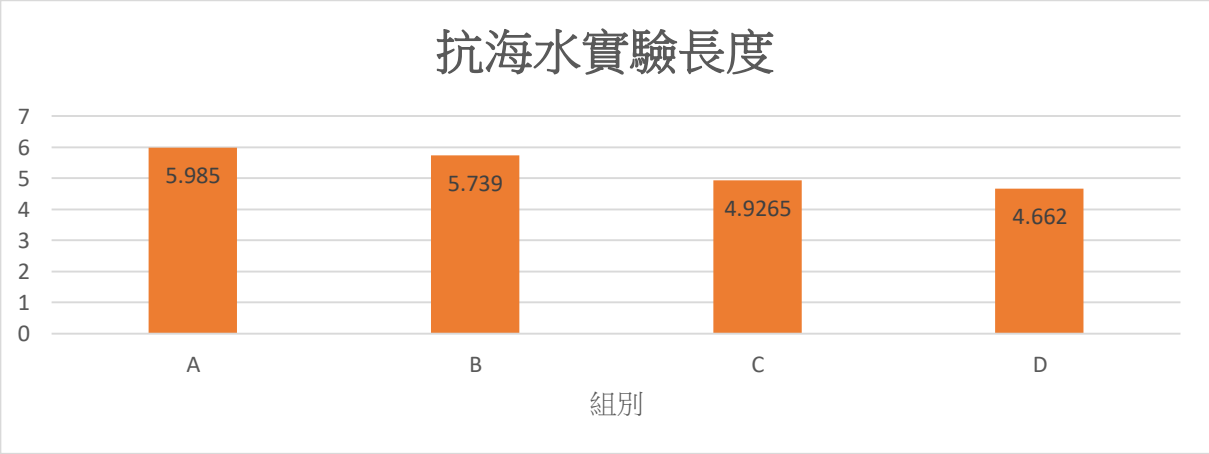


實驗結果：依據上表之實驗數據，我們發現經過振動的綠豆的莖的比對照組長。

(二)第二批：(抗海水實驗)

1.長度統計表格

組別	A(暗室有振)	B(暗室沒振)	C(照光有振)	D(照光沒振)
長度(公分)	5.65	6.75	5.82	0
	8.94	6.66	7.96	2.39
	6.88	6.13	7.34	7.22
	7.88	7.82	5.23	1.38
	7.63	8.89	5.56	4.41
	8.12	5.75	5.07	7.32
	7.07	4.41	8.92	6.51
	3.43	6.72	7.47	3.32
	7.72	5.18	3.91	4.51
	8.08	5.83	3.78	3.65
	4.41	6.92	4.92	5.68
	2.48	5.93	4.12	7.05
	7.59	3.51	3.57	7.51
	6.61	3.95	1.43	7.75
	5.61	5.33	1.85	5.83
	5.59	4.21	4.15	6.78
	5.48	6.04	3.14	5.89
	3.21	5.67	5.28	3.65
	4.59	3.92	2.23	2.39
	2.73	5.16	2.73	0
平均	5.985	5.739	4.499048	4.662

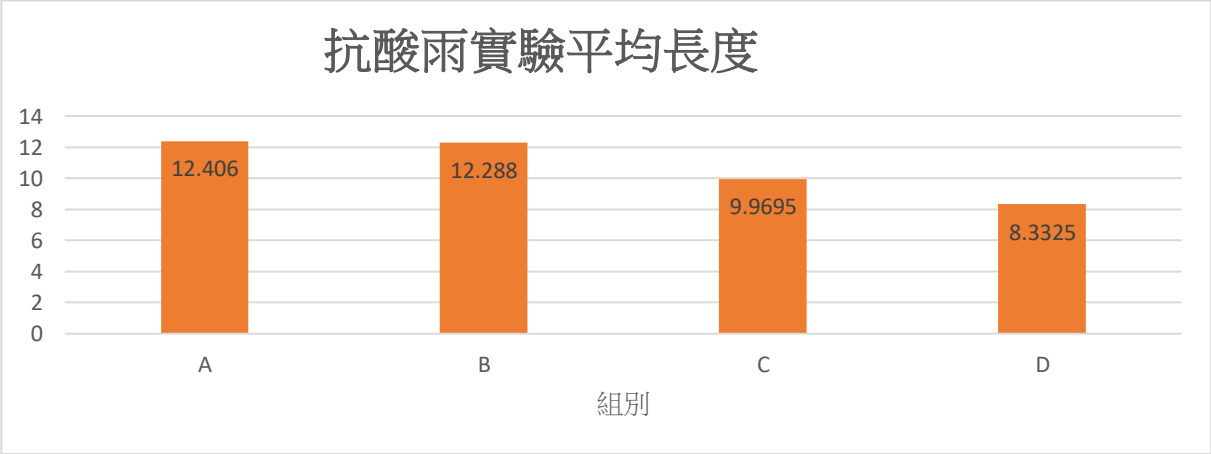


實驗結果：依據上表之實驗數據，我們發現經過振動的綠豆的莖的比對照組長。

(三)第三批：(抗酸雨實驗)

1.長度統計表格

組別	A(暗室有振)	B(暗室沒振)	C(照光有振)	D(照光沒振)
長度(公分)	15.41	8.56	10.46	0
	6.61	14.27	15.42	6.69
	12.79	17.21	14.28	8.23
	7.59	15.32	14.12	13.33
	14.71	13.01	7.56	9.82
	5.82	7.31	11.51	11.24
	14.49	14.99	14.33	6.73
	12.21	11.36	8.01	14.42
	16.02	17.59	15.32	12.49
	13.72	0.74	9.89	11.08
	15.32	10.01	15.12	13.72
	15.56	7.33	7.49	15.78
	14.71	15.02	2.78	13.14
	6.78	13.39	9.63	4.03
	15.89	18.23	6.69	4.19
	13.92	6.32	5.82	5.76
	15.02	11.72	5.46	4.78
	15.01	14.74	0.99	5.51
	10.52	15.31	13.62	5.71
	6.02	13.33	10.89	0
平均	12.406	12.288	9.9695	8.3325



實驗結果：依據上表之實驗數據，我們發現經過振動的綠豆的莖的比對照組長。

陸、 討論

一、依照實驗結果發現，振動植物的種子對植物的發芽速度有成長。

二、植物發芽前，予以特定頻率之振動，可能改變其種子構造，加強其生長、生存的能力，使植物更一生存。

三、根據第二部分的逆境實驗結果發現，經振動的種子成長後，莖的長度普遍比沒振動的長，代表綠豆種子在特定頻率振動後，對逆境(乾旱、海水、酸雨)都有更好的承受力。

四、實驗數據明確指出對植物種子施予特定頻率振動，對植物後續的生長有正向的影響，經數據分析及統計後，可用於證明前文提出假說，進而使假說成立。

柒、結論

一. 實驗結果顯示，對植物種子施予特定頻率振動，對於植物發芽率有提升、生長速度變快、對於逆境的適應力更強等能力。

二. 對植物種子施予特定頻率振動，此種處理方法的植物不只成本低廉且對生態沒有危害。

三. 事實上，在暗室非但不利於發芽，反而會讓發芽速率增加。

四. 未來展望：

(一)應用：可望使用於農業上，使得農民產量增加，尤其是氣候惡劣而不利於植物生長的地區，更可解決當地人民生活問題，不再受糧食問題所苦。

(二)解決：可因應全球人口逐漸上升，糧食逐漸短缺的問題。

(三)發展：可望實現超聲波育種的目標。

捌、 參考資料及其他

1.維芳，曹輝，高立民（2011 年 3 月）・超聲頻率對植物育種的影響・陝西師範大學學報（自然科學報）•取自

http://kreader.cnki.net/Kreader/CatalogViewPage.aspx?dbCode=CJFD&filename=SXSZ201102010&tablename=CJFD2011&compose=&first=1&uid=