

中華民國第 59 屆中小學科學展覽會

作品說明書

國小組 生物科

第三名

080321

恰北北超給力—磁極與磁力對種子萌芽生長的
影響

學校名稱：雲林縣古坑鄉東和國民小學

作者： 小六 高明堂 小六 潘澤政 小六 王汝瑄 小六 陳上哲	指導老師： 陳志豪 阮佳瑩
---	-----------------------------

關鍵詞：磁極、磁力、種子萌芽生長

摘要

本實驗主要探討強力磁鐵磁極與磁力對綠豆萌芽生長的影響。植物生長要素有：水分、陽光、空氣和土壤，但對於磁力因素的影響，相關研究資料並不多；所收集到的報告，大多著眼於磁力大小或磁場強度因子，並未考慮到磁極對植物的影響。本實驗嘗試利用強力磁鐵的不同磁極(N 及 S)與不同磁力大小，觀察對綠豆萌芽與生長的影響。在綠豆生長過程中，N 極對於綠豆株長度約有 46.11%的生長促進效果，而 S 極約有 16.07%的生長抑制現象。另以市售標榜「促進血液循環、消除疲勞」之醫療用磁力貼進行檢測與實驗，結果發現磁力貼之皮膚接觸面全為 N 極且亦有促進綠豆萌芽生長的現象，與本實驗結果「N 極促進；S 極抑制」推論，相當一致。

壹、研究動機

在五年級的自然與生活科技課程中曾學習到植物生長的四要素：水分、陽光、空氣和土壤，但除了這四個要素外，是不是還有其他因素會影響到植物的生長？在六年級的課程中，也提到「地球就像個大磁鐵」，那生長在地球上的植物，是不是也會受到磁力的影響呢？

學校曾參加農會的四健會活動，本班參加蔬菜種植作業組，班上同學歡歡喜喜栽種了許多不同種類的蔬菜水果。活動的過程中，在幾乎相同條件操作下，有些同學的蔬果長得又高又壯，有些同學的蔬果卻長得矮矮小小，除了植物生長四要素外，是不是有其他因素可以調控這些蔬菜水果的生長呢？

96 年金沙國小的實驗中，發現綠豆在手機電磁波暴露的次數愈多，其綠豆株愈矮。無獨有偶，106 年新北市中山國中的「Wifi 對種子萌發與生長的影響」科展實驗中，藉由 Wifi 電磁波曝露的有無，來觀察北蔥生長，結果發現 Wifi 電磁波能抑制種子的萌發。但由國外的文獻中，卻發現植物種子暴露在 2000 高斯的磁場強度中，卻能促進發芽與生長，並增加產量。上述國內外實驗的結果，大相逕庭，引發我們對「磁」與植物萌芽生長的關係，產生高度好奇心與研究興趣。

貳、研究目的

為了瞭解「磁」與植物萌芽生長的關係，我們使用相對較容易取得的鐵銹硼強力磁鐵進行綠豆萌芽實驗；除了可以了解大家廣為討論的磁力(磁場強度)的影響外，也可以進一步探討較鮮為人知的磁極(N 極與 S 極)與植物萌芽生長的關係。

為了驗證本研究推論的正確性，我們也分析了市售磁力醫學用品--磁力貼，探討其作用磁極與聲稱功效是否與本實驗觀察到的現象一致，也希望藉此能揭開磁力作用的神秘面紗，並成為未來相關深度研究的試金石。

參、研究設備及器材

一、市售綠豆。



二、綠豆萌芽及生長觀察壓克力架八組。



三、錶玻璃(Φ5cm / Φ8cm)。



四、消毒紗布。



五、塑膠滴管、直尺。



六、磁力計。



七、強力磁鐵(4cm x 2cm x 0.5cm)。



八、市售磁力貼。



九、精密電動天平。



十、IC Measure 2.0.0.161 軟體。

使用線上免費軟體，用以量測綠豆株長度。

十、數位相機、筆記型電腦



十一、小型植物培養箱(透氣；121mm x 94.5mm x 87.5mm)



十二、塑膠夾子

具軟矽膠套，用以夾取已萌發的綠豆，避免傷害根尖。



十三、塑膠培養皿(Φ5cm)



十四、吸管(Φ7.2mm)



十五、避光紙箱(16cm x 16cm x 16cm)

為避免光線因子的干擾，所以整個植物培養箱架設完畢後，會用避光紙箱罩住



十六、紀錄表

恰北北超給力—磁極對種子萌芽的影響

	文字描述	
108/3/17 (日)	今天重新作實驗 大家一起重新討論 每一組十顆豆子 輪流貼布全滿	
108/3/18 (一)	對照三顆發芽 平均長出一果實 N平均長出三顆	對照全發芽 S平均長出九果實 N平均長出十果實
108/3/19 (二)	對照六顆發芽 S平均長出四顆 N平均長出五顆	對照全發芽 S平均長出九顆 N全發芽
108/3/20 (三)	對照七顆發芽 S平均長出四顆 N平均長出五顆	全發芽 極力貼
108/3/21 (四)	對照七顆發芽 S平均長出四顆 N平均長出五顆	全發芽 極力貼
108/3/22 (五)	對照七顆發芽 S平均長出五顆 N平均長出六顆	全發芽 極力貼
108/3/23 (六)	對照七顆發芽 S平均長出六顆 N平均長出七顆	發芽的很高

肆、研究過程或方法

一、第一代壓克力觀察架之組裝與架設

因強力磁鐵在操作時有潛在危險性(夾傷手指或吸引其他鄰近金屬物品)，所以本實驗特別設計綠豆萌芽及生長觀察壓克力架，以上下二片(10cm × 10cm × 0.5cm)之壓克力板夾住強力磁鐵，四角以螺絲固定。在強力磁鐵上可放置錶玻璃(Φ5cm)來盛裝綠豆，以確保綠豆可暴露在強力磁鐵的磁場中，以利後續綠豆枝萌芽與生長的觀察。其裝置如下圖所示(對照組即未放置強力磁鐵)：

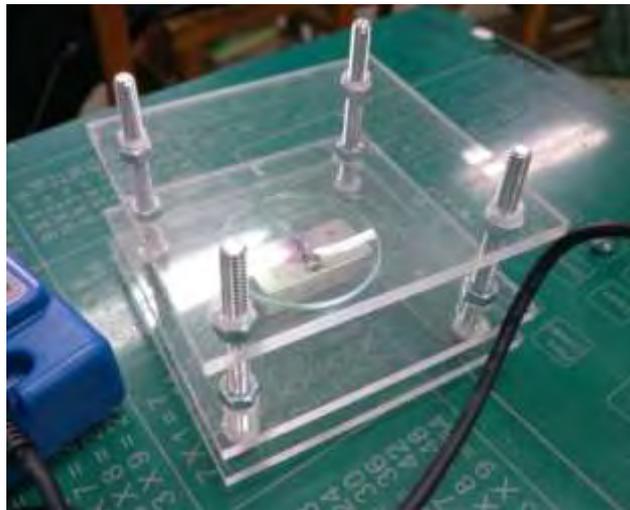


圖 4-1-1 組裝完畢之綠豆萌芽生長之壓克力觀察架

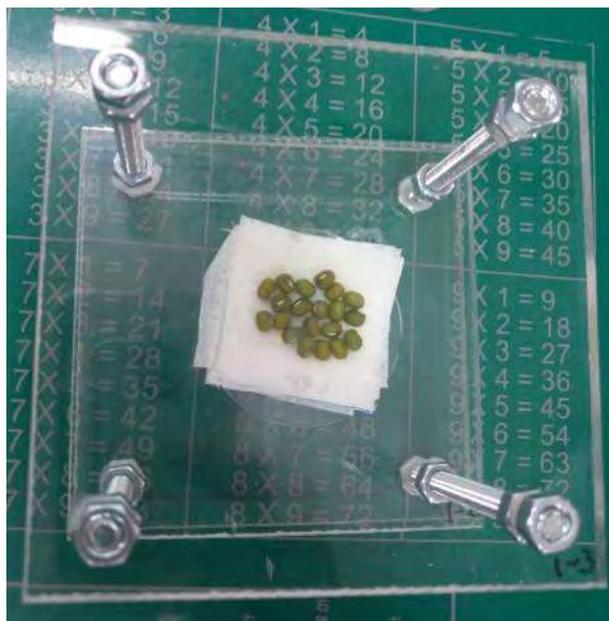


圖 4-1-2 綠豆種子放置於觀察架上之實驗操作情況

二、第二代綠豆培養箱之組裝及架設

雖然第一代的壓克力觀察架可以輕易地觀察到實驗的結果，但在實驗過程中也產生許多問題，需要解決。所以我們針對一些需要改善的問題，製作第二代的植物培養觀察箱。

為避免磁力受到厚壓克力板與錶玻璃的屏蔽，我們改用薄塑膠培養皿代替錶玻璃，而強力磁鐵則直接黏貼於培養皿底部，大幅改善磁力降低的問題。而為了確保培養環境濕度的一致，利用植物培養箱以控制研究環境之蒸散作用。而綠豆生長時常會超出磁鐵的範圍，所以我們參考 54 屆科展作品「”豆”志昂揚 ~ 探討豆芽甜、脆因素及銀芽得來速方法」，使用 10 根直徑 0.72 公分的吸管，在磁鐵面積範圍內組成吸管架，以確保綠豆株在整個實驗中，均保持相同的作用磁力；另外，也能讓綠豆株長得較直，方便後續的量測。最後以避光紙箱將培養箱罩住，避免照光，以防止光線因子的影響。相關設備圖如下所示：



圖 4-2-1 綠豆培養箱內部所需之組裝元件

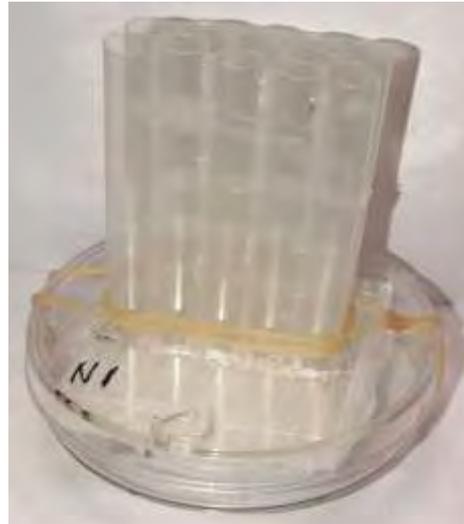


圖 4-2-1 組裝完畢之吸管架、紗布及培養皿



圖 4-2-1 組裝完畢之綠豆培養箱

三、磁極及磁力大小之量測

利用磁力計量測磁鐵之磁極與磁力大小，方法如下：

- (一) 旋轉磁力計歸零旋鈕，將磁力計歸零
- (二) 依磁鐵磁力大小選擇量測區段上限值(2000mT/200mT)
- (三) 將磁力計之探頭(有標示黑點處朝上)平置於磁鐵上方，並於磁鐵上方來回移動
- (四) 尋找穩定之最大磁力值
- (五) 將量測到的磁極(N 極或 S 極)記錄下來
- (六) 記錄磁力大小(或稱磁場強度)，以毫特斯拉(mT)表示(1 毫特斯拉等於 10 高斯； $1\text{mT} = 10\text{G}$)。

操作過程如下圖所示：



圖 4-3 利用磁力計測量磁極、磁性大小

三、不同「磁」條件下對綠豆種子萌芽生長影響之觀察與記錄

(一)利用第一代壓克力觀察架之實驗設計

為瞭解各種不同「磁」條件下(包括磁極與磁力大小)，研究小組以強力磁鐵設計了不同實驗組，來進行實驗。並在重複實驗中做些微調整，以減少實驗誤差，得到最客觀的實驗結果，實驗設計如下表所示：

編號	實驗次序	磁極	磁鐵顆數	磁力大小(mT)*	綠豆(粒)	吸水材質	重複實驗改變原因
SB (S 極 實驗)	1	-	0	0	20	長纖拭鏡紙	
	2				10	消毒紗布	原因 A： 1. 綠豆顆數改為 10

編號	實驗 次序	磁極	磁鐵 顆數	磁力大 小(mT)*	綠豆 (粒)	吸水材質	重複實驗改變原因
對照 組)							粒，更可以確保綠豆萌芽生長過程，都可以在磁鐵的磁力範圍內 2. 因長纖拭鏡紙未消毒，有孳生細菌的疑慮，故改用消毒紗布 3. 長纖拭鏡紙較不利綠豆根系的發展
	3				10	無	原因 B： 改為無吸水材質的理由是為了方便觀察綠豆是否都在磁鐵的磁力範圍內；但此改變並未成功，因為綠豆的根無附著物，容易造成綠豆株傾倒，反不利生長與觀察。
S1	1	S	1	75	20	長纖拭鏡紙	
	2				10	消毒紗布	(同上原因 A)
	3				10	無	(同上原因 B)
S2	1	S	2	152	20	長纖拭鏡紙	
	2				10	消毒紗布	(同上原因 A)
	3				10	無	(同上原因 B)
S3	1	S	3	235	20	長纖拭鏡紙	
	2				10	消毒紗布	(同上原因 A)
	3				10	無	(同上原因 B)
NB (N 極 實驗 對照 組)	1	-	0	0	20	長纖拭鏡紙	
	2				10	消毒紗布	(同上原因 A)
	3				10	無	(同上原因 B)
N1	1	N	1	90	20	長纖拭鏡紙	
	2				10	消毒紗布	(同上原因 A)
	3				10	無	(同上原因 B)
N2	1	N	2	220	20	長纖拭鏡紙	
	2				10	消毒紗布	(同上原因 A)
	3				10	無	(同上原因 B)

編號	實驗次序	磁極	磁鐵顆數	磁力大小(mT)*	綠豆(粒)	吸水材質	重複實驗改變原因
N3	1	N	3	369	20	長纖拭鏡紙	
	2				10	消毒紗布	(同上原因 A)
	3				10	無	(同上原因 B)

(*：磁力大小是隔著直徑 5 公分錶玻璃量測所得)

四、綠豆長度、最大直徑與重量之量測

為了減少發芽率的影響因子，我們利用量測綠豆長度、直徑與重量，來挑選物理條件較相似的綠豆來做實驗。在 50 顆隨機選出的綠豆中，其長度平均為 4.967mm、最大直徑平均為 3.769mm，而重量平均為 0.0709g。因長度與直徑變異較大，且在後續實驗中無法改善發芽率的問題，所以我們決定用重量來挑選後續實驗用的綠豆。在前置實驗中，我們挑選重量介於 0.072-0.078g 之綠豆十顆，經三重覆測試，其發芽率為 100%，故後續實驗(第二代培養箱實驗)均採用此重量範圍的綠豆進行實驗。

五、實驗操作過程如下：

- 1、每天早上 8:00 及下午 3:00 利用量杯裝水，透過汲水滴管為綠豆加水 10c.c.。
- 2、逐日觀察紀錄綠豆種子萌芽顆數、萌芽後豆芽長度等生長變化。



圖 4-5-1 利用量杯裝水，透過塑膠滴管為綠豆加水



圖 4-5-2 逐日觀察紀錄

六、市售磁力貼對綠豆種子萌芽生長影響之觀察與記錄

為進一步驗證磁極與磁力對綠豆種子萌芽生長的影響，我們使用市售磁力貼的磁石來進行實驗，實驗設計如下表所示：

編號	實驗次序	磁極	磁鐵顆數	磁力大小 (mT)#	綠豆(粒)	吸水材質
B (實驗 對照 組)	1	-	0	0	10	消毒紗布
	2				10	無
S1'	1	S	1	21.3	10	消毒紗布
	2				10	無
S2'	1	S	2	41.2	10	消毒紗布
	2				10	無
S3'	1	S	3	45.2	10	消毒紗布
	2				10	無
N1'	1	N	1	29.0	10	消毒紗布
	2				10	無
N2'	1	N	2	38.1	10	消毒紗布
	2				10	無
N3'	1	N	3	43.9	10	消毒紗布
	2				10	無

(#：磁力大小是隔著直徑 8 公分錶玻璃量測所得)

實驗操作方式與強磁鐵的實驗一樣。

伍、研究結果

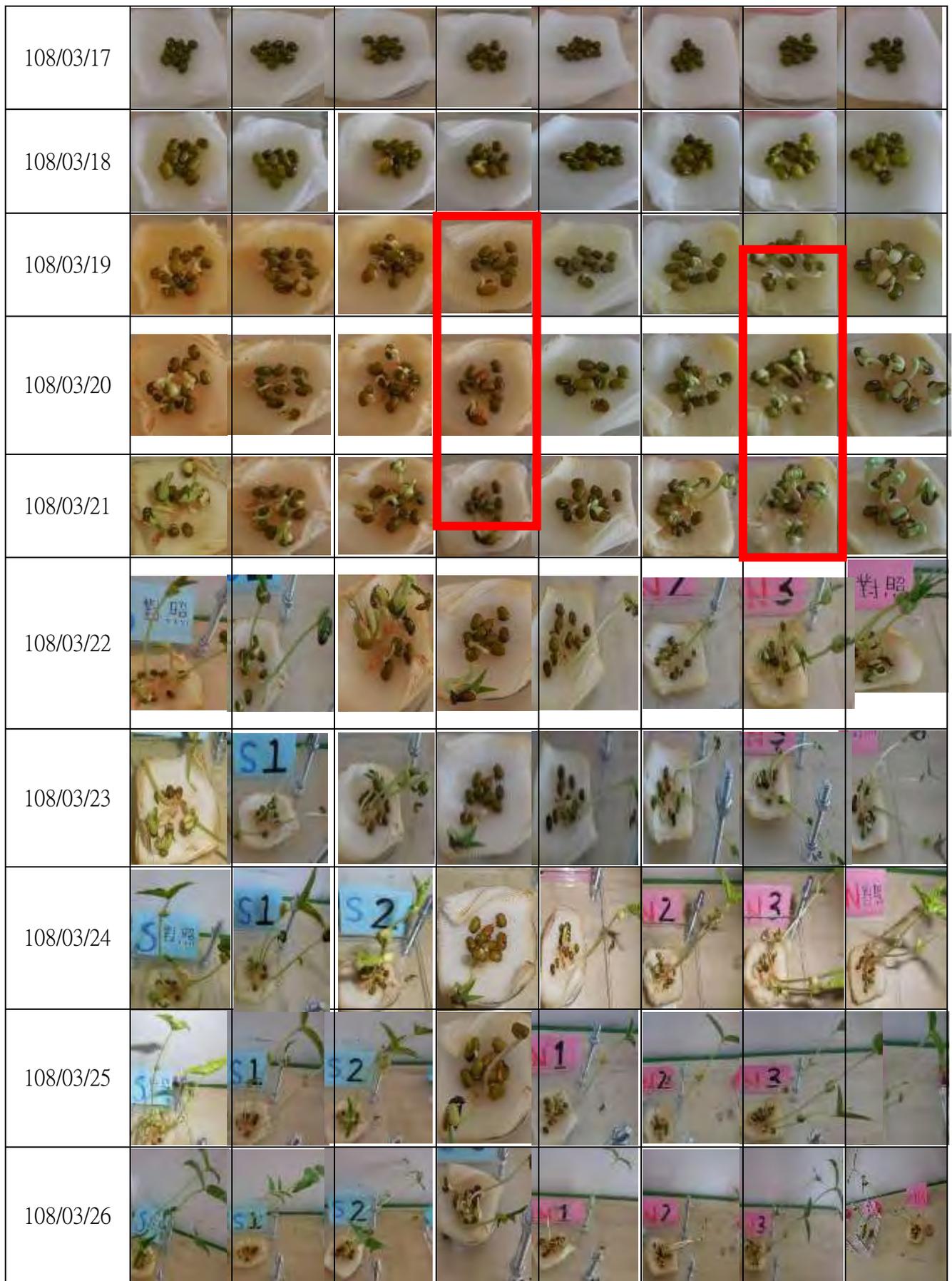
一、以強力磁鐵作用之綠豆萌芽生長情形(使用第一代壓克力觀察架)

以第一代壓克力觀察架進行第一次實驗，結果如下表所示；紅框標示處可見明顯 S 極抑制萌芽與 N 極促進萌芽現象。

組別 時間	BS	S1	S2	S3	N1	N2	N3	BN
108/03/04								
108/03/05								
108/03/06								
108/03/07								
108/03/08								
108/03/09								
108/03/10								
108/03/11								

第二次重覆實驗結果，如下表所示；紅框標示處可見明顯 S 極抑制萌芽與 N 極促進萌芽現象。

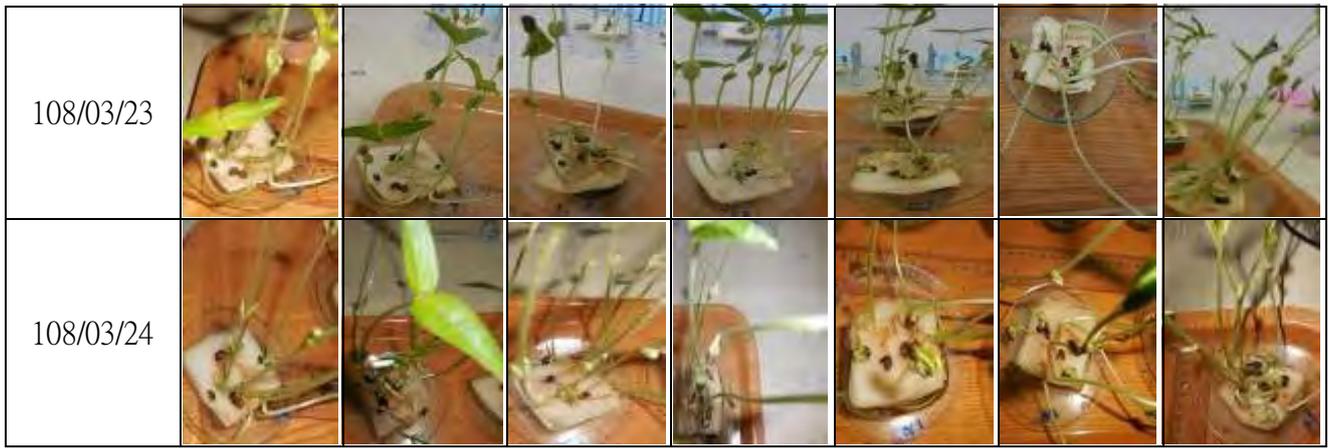
組別 時間	BS	S1	S2	S3	N1	N2	N3	BN





二、以磁力貼磁石作用之綠豆萌芽生長情形

組別 時間	S	S1'	S2'	S3'	N1'	N2'	N3'
108/03/17							
108/03/18							
108/03/19							
108/03/20							
108/03/21							
108/03/22							



三、以強力磁鐵作用之綠豆株長度分析(使用第一代壓克力觀察架)

取強力磁鐵第二次實驗(108.03.17-108.03.31)收成之綠豆株，進行綠豆長度之分析，結果如下：



圖 5-3-1 S 極作用之對照組綠豆株長度 (以 IC Measure 測量)

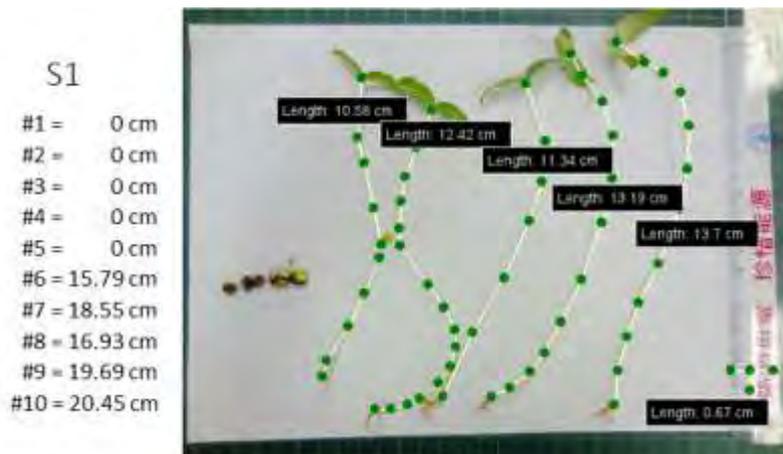


圖 5-3-2 S 極作用之 S1 組實驗的綠豆株長度 (以 IC Measure 測量)

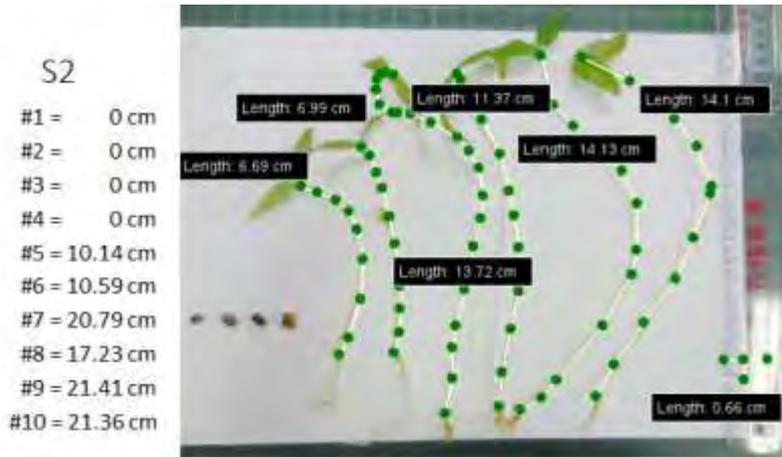


圖 5-3-3 S 極作用之 S2 組實驗的綠豆株長度 (以 IC Measure 測量)

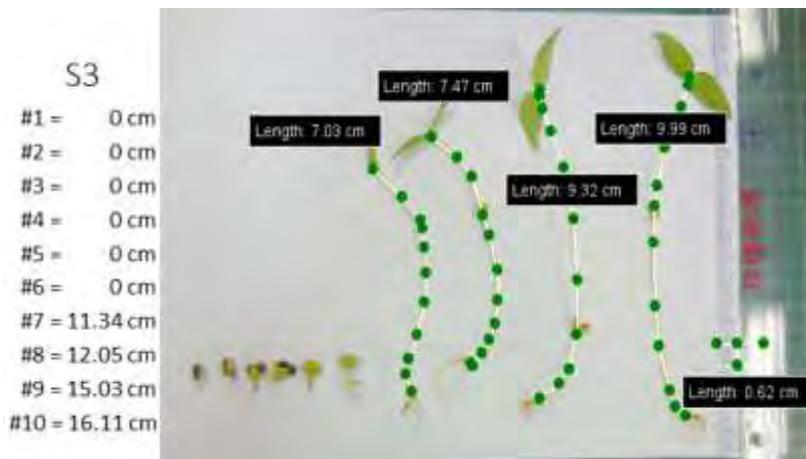


圖 5-3-4 S 極作用之 S3 組實驗的綠豆株長度 (以 IC Measure 測量)

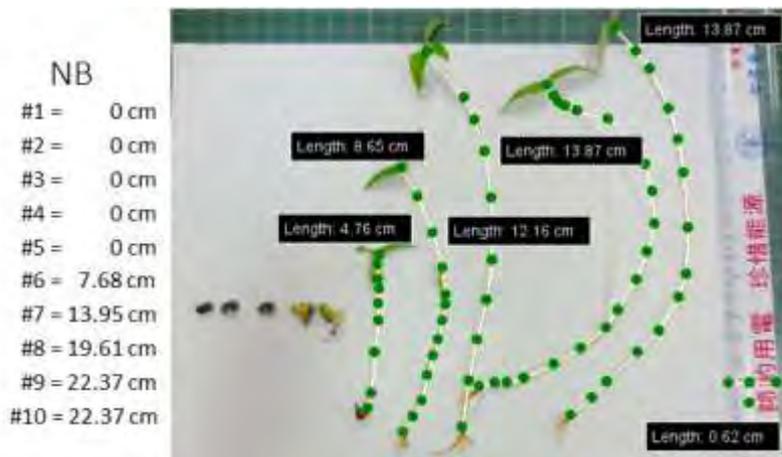


圖 5-3-5 N 極作用之對照組綠豆株長度 (以 IC Measure 測量)

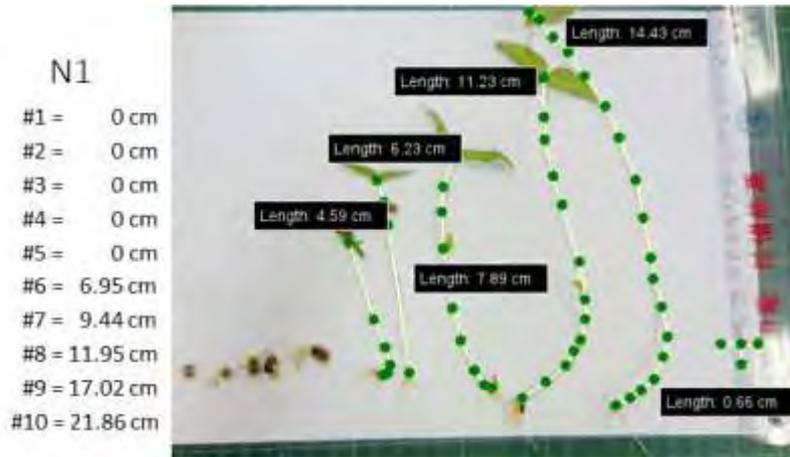


圖 5-3-6 N 極作用之 S1 組實驗的綠豆株長度 (以 IC Measure 測量)



圖 5-3-7 N 極作用之 N2 組實驗的綠豆株長度 (以 IC Measure 測量)

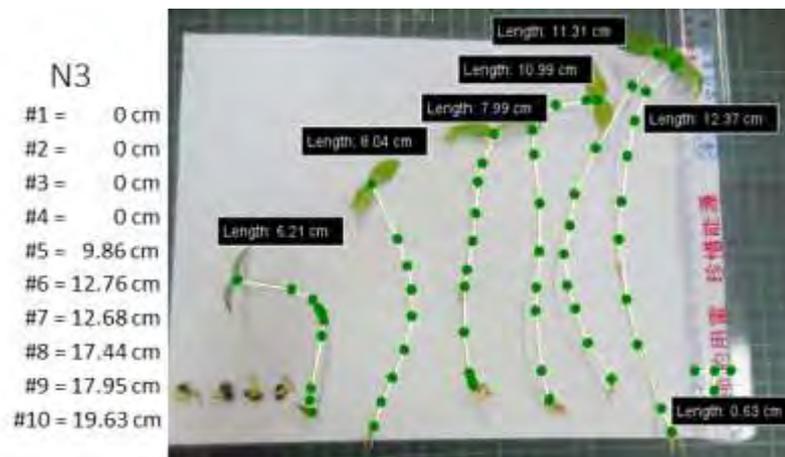


圖 5-3-8 N 極作用之 N3 組實驗的綠豆株長度 (以 IC Measure 測量)

以上數據可整理如下表 5-1、5-2 與圖 5-3-9、圖 5-3-10 所示：

表 5-3-1、綠豆暴露在 S 極與不同磁力下生長情形

綠豆 組別	#1	#2	#3	#4	#5	#6	#7	#8	#9	#10	去頭 二尾 二平 均值	增加 或減 少百 分率
SB	0	0	0	0	0	17.16	18.07	16.97	20.04	20.46	8.70	-
S1	0	0	0	0	0	15.79	18.55	16.93	19.69	20.45	8.55	-1.78
S2	0	0	0	0	10.14	10.59	20.79	17.23	21.41	21.36	9.79	12.55
S3	0	0	0	0	0	0	11.34	12.05	15.03	16.11	3.89	-55.19

表 5-3-2、綠豆暴露在 N 極與不同磁力下生長情形

綠豆 組別	#1	#2	#3	#4	#5	#6	#7	#8	#9	#10	去頭 二尾 二平 均值	增加 或減 少百 分率
NB	0	0	0	0	0	7.68	13.95	19.61	22.37	22.37	6.87	-
N1	0	0	0	0	0	6.95	9.44	11.95	17.02	21.86	4.72	-31.28
N2	0	0	0	0	2.01	6.99	12.87	15.1	19.64	20.7	6.16	-10.35
N3	0	0	0	0	9.86	12.76	12.68	17.44	17.95	19.63	8.79	27.89



圖 5-3-9 綠豆暴露於 S 極下之生長情形(去頭二尾二，取 6 株觀察)

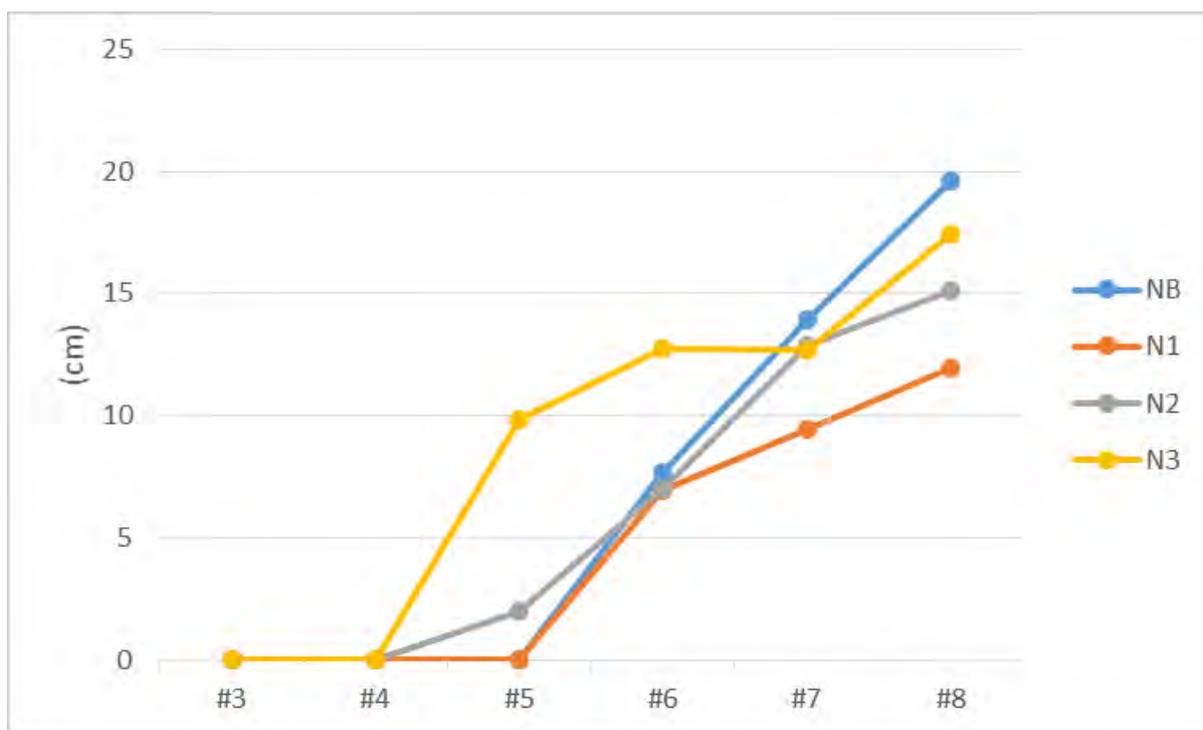


圖 5-3-10 綠豆暴露於 N 極下之生長情形(去頭二尾二，取 6 株觀察)

四、以磁力貼磁石作用之綠豆株長度分析

取磁力貼第一次實驗(108.03.17-108.03.24)收成之綠豆株，進行綠豆長度之分析，結果如下：

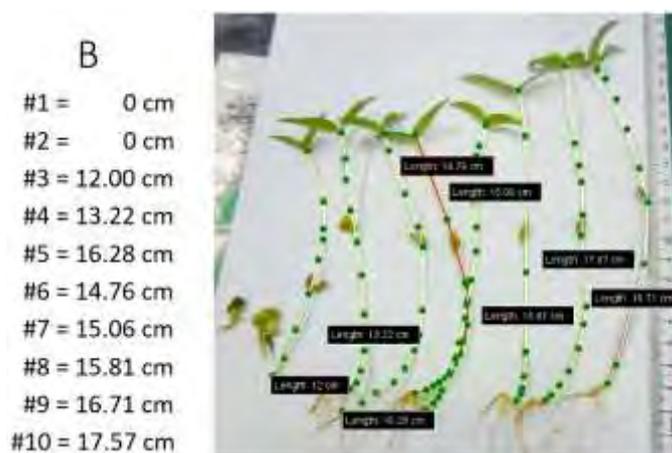


圖 5-4-1 磁力貼作用之對照組綠豆株長度 (以 IC Measure 測量)

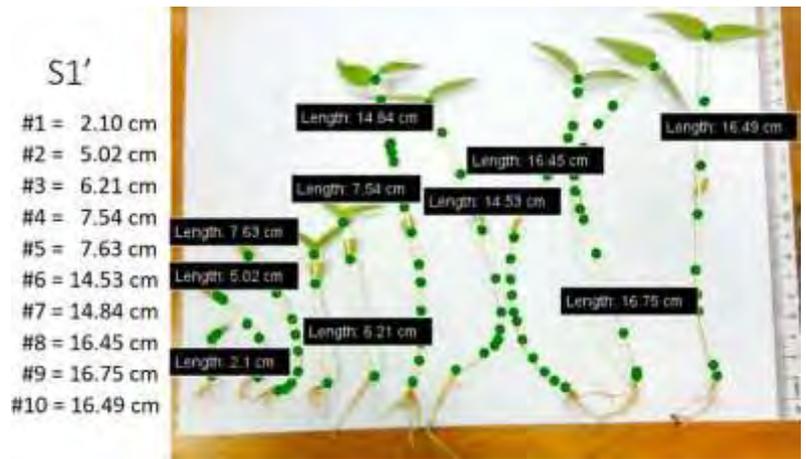


圖 5-4-2 磁力貼 S 極作用之 S1' 組實驗的綠豆株長度 (以 IC Measure 測量)

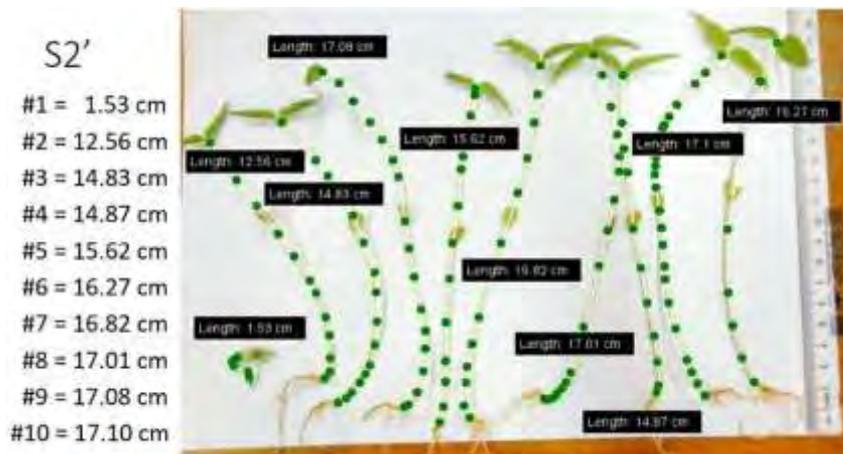


圖 5-4-3 磁力貼 S 極作用之 S2' 組實驗的綠豆株長度 (以 IC Measure 測量)



圖 5-4-4 磁力貼 S 極作用之 S3' 組實驗的綠豆株長度 (以 IC Measure 測量)

N1'

#1 =	0 cm
#2 =	0 cm
#3 =	0 cm
#4 =	5.06 cm
#5 =	9.49 cm
#6 =	15.29 cm
#7 =	13.56 cm
#8 =	16.10 cm
#9 =	17.26 cm
#10 =	18.22 cm

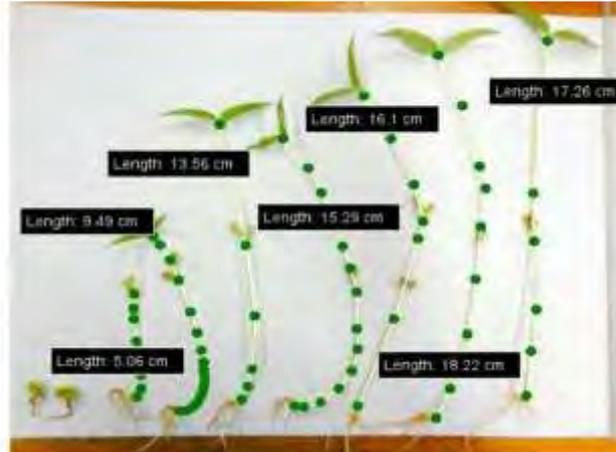


圖 5-4-5 磁力貼 N 極作用之 N1' 組實驗的綠豆株長度 (一粒綠豆腐爛；以 IC Measure 測量)

N2'

#1 =	0 cm
#2 =	0 cm
#3 =	0 cm
#4 =	9.20 cm
#5 =	9.24 cm
#6 =	10.37 cm
#7 =	11.72 cm
#8 =	12.11 cm
#9 =	14.49 cm
#10 =	15.60 cm



圖 5-4-6 磁力貼 N 極作用之 N2' 組實驗的綠豆株長度 (以 IC Measure 測量)

N3'

#1 =	1.58 cm
#2 =	4.06 cm
#3 =	4.34 cm
#4 =	14.60 cm
#5 =	14.84 cm
#6 =	14.94 cm
#7 =	16.45 cm
#8 =	17.24 cm
#9 =	17.36 cm
#10 =	17.72 cm



圖 5-4-7 磁力貼 N 極作用之 N3' 組實驗的綠豆株長度 (以 IC Measure 測量)

以去頭二尾二平均，可得 S3' 組約有 33.97%綠豆株高度縮減現象，但 N3'組之促進作用並不明顯。有可能的原因是磁力貼的磁石呈圓錐狀，其與錶玻璃接觸面積非常小，而導致磁力作用無法發揮效果。

五、以第二代綠豆培養箱實驗結果

經由改良實驗所得之第二代綠豆培養箱之結果，可分為二部分說明。第一部分為萌芽之觀測，第二部分為綠豆株生長之觀測。第一部分實驗，主要想了解在不同磁極與磁力作用下，其萌芽的現象；而第二部分實驗，則取已發芽之綠豆(去除發芽率的問題)，在不同磁極與磁力作用下，進行培養與觀測。其結果如下所示：

(一) 綠豆萌芽實驗



圖 5-1 綠豆在不同磁力與磁極條件下之萌芽狀況 (B, 對照組; N1, N 極, 1780G; N2, N 極, 3088G; S1, S 極, 218G; S2, S 極, 328G。培養時間: 24 小時)

實驗結果顯示，N 極相較於對照組有明顯較長的根尖冒出，且磁力越強根尖愈長；而 S 極結果有很明顯根尖生長抑制的現象，且磁力越強根尖愈短。(此結果已由 IC Measure 做量測確認)

(二) 綠豆株生長實驗

各組實驗結果，如下各圖所示：

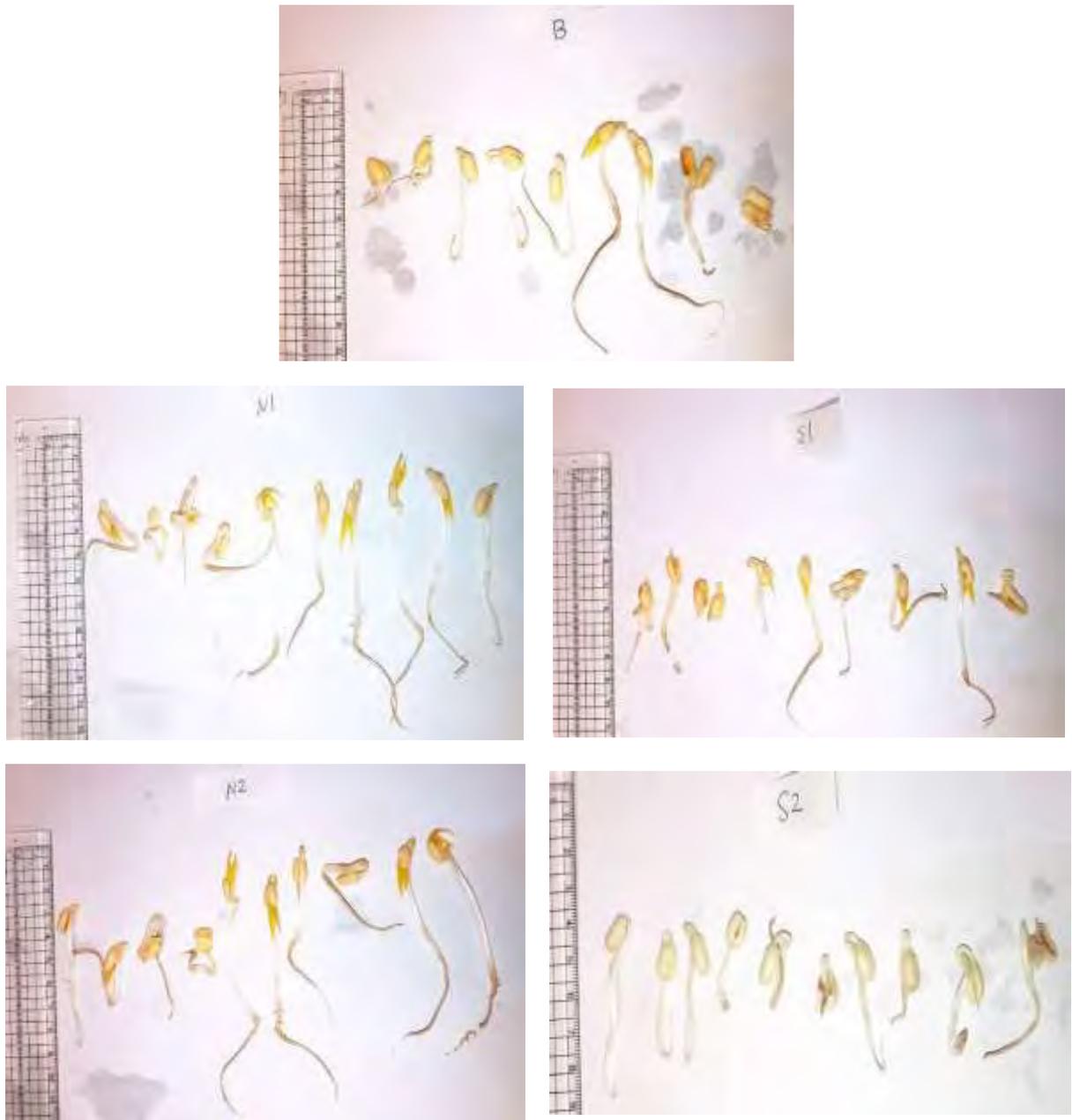


圖 5-2 綠豆株在不同磁力與磁極條件下之生長狀況 (B，對照組；N1，N 極，1780G；N2，N 極，3088G；S1，S 極，218G；S2，S 極，328G。培養時間：72 小時)

(三) 綠豆株以 IC Measure 量測結果

為了估算各組的綠豆株長度，我們使用 IC Measure 進行各組長度量測。各組結果，如下圖、表所示。

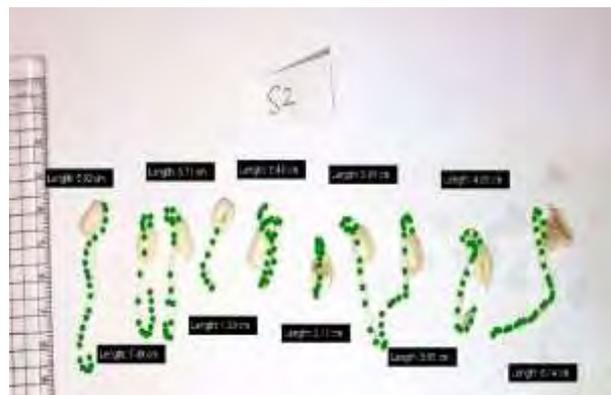
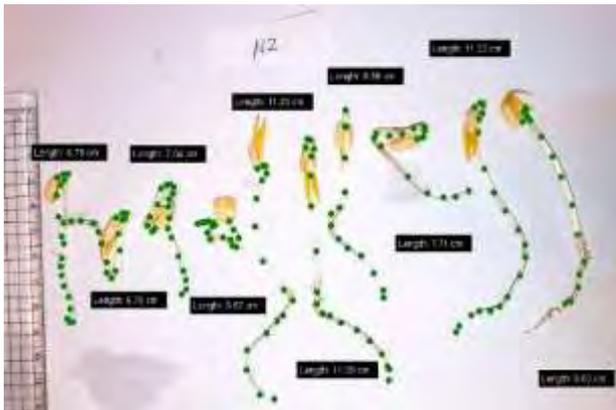
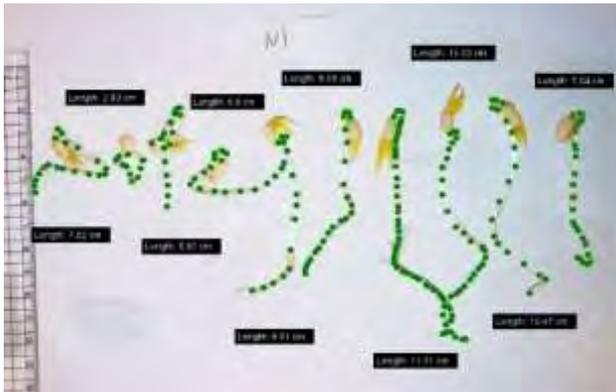
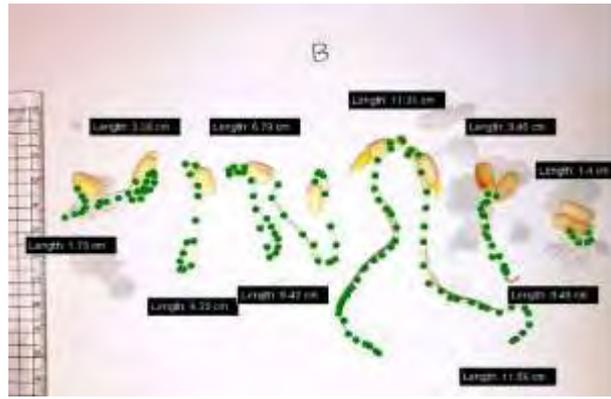


圖 5-3 綠豆株在不同磁力與磁極條件下之 IC Measure 量測結果 (B, 對照組; N1, N 極, 1780G; N2, N 極, 3088G; S1, S 極, 218G; S2, S 極, 328G。培養時間: 72 小時)

表 5-3、綠豆暴露在 N 極與不同磁力下生長情形

綠豆 組別	#1	#2	#3	#4	#5	#6	#7	#8	#9	#10	去頭 尾平 均值	增加或 減少百 分率(%)
B	1.73	5.26	6.22	6.79	8.42	11.31	11.56	3.45	1.4	3.49	5.963	-
N1	7.02	2.83	6.82	6.9	8.01	8.08	11.31	11.03	10.47	7.54	8.001	41.140
N2	6.75	6.75	7.04	3.87	11.32	11.38	8.38	7.71	11.22	9.02	8.344	46.111

S1	2.45	3.65	0.83	2.19	3.58	8.21	6.54	6.29	7.98	4.35	4.607	-20.656
S2	5.92	5.49	5.71	1.93	5.49	2.17	5.91	3.55	4.93	6.14	4.724	-16.070

(因第二代綠豆培養箱實驗已做相當多變因的控制，所以僅去頭尾進行平均)

陸、討論

由實驗結果中，可以得知在強磁鐵的作用下綠豆會受到 N 極促進萌芽極生長，而 S 極則有抑制現象。在第一代壓克力觀察架實驗中，取單一次實驗結果(第二次重覆實驗)，得到 N 極在 369mT (3690G)磁力下，使綠豆株長度增長 27.89%，而 S 極在 235mT (2350G)磁力下，使綠豆株的長度縮短 55.19%。因為綠豆實驗誤差極大，與指導老師討論之後，決定採用較嚴格方式，即去掉最小二株與最大二株，稱為去頭二尾二平均法，以得到較真實的結果。除了單一次的植株長度分析外，我們也仔細觀察三次實驗中綠豆植株每天的變化情形，所以對於「N 極促進、S 極抑制」的結果，頗有信心。除了植株長度外，我們也嘗試利用重量的變化評估 N 極與 S 極對綠豆生長的影響，雖然促進與抑制趨勢存在，但因變化幅度小且誤差太大，無法呈現可靠的結果，故未採用。而由實驗觀察得知，這種磁極促進或抑制現象，在綠豆萌芽的前期，相當明顯，到後期似乎影響力逐漸下降，可能是因為綠豆株長大後個體已漸漸脫離強力磁鐵的影響，所以效果就不顯著；或者因為綠豆生根後互相排擠，有部分的綠豆被擠出磁場的有效範圍，因此無法看到磁力作用的效果。

為了減少上述實驗之缺點，我們思考如何改善，並研發出第二代綠豆培養箱，來進行更精確的實驗。由第二代綠豆培養箱的實驗結果得知，N 極在 308.8mT (3088G)磁力下(N2)，使綠豆株長度增長 46.11%；在 178mT (1780G)磁力下(N1)，綠豆株長度增長 41.14%。而 S 極在 328mT (3280G)磁力下(S2)，使綠豆株的長度縮短 16.07%；S 極在 218mT (2180G)磁力下(S1)，反使綠豆株的長度縮短 20.66%。在 N 極，以 N1 與 N2 而言，二種磁力大小影響促進作用只有 5%，並不明顯；而 S1 與 S2 磁力抑制作用，也只有約 4%左右，也在容許之誤差範圍內。

為了進一步證實「N 極促進、S 極抑制」的推論是正確的，我們選用市面上的人氣商品「益 X 氣」磁力貼，來作進一步實驗。此商品強調具有「促進血液循環、消除疲勞」的效果，而且也特別強調：發燒、急性發炎、扭傷及肌肉拉傷、…、等急性症狀者，不宜使用。這磁

力貼似乎是一項生理機能促進的產品，也由於具有生理機能促進效果，所以在急性發炎的狀況下，反而會得到相反效果。經由我們的測試，磁力貼與皮膚接觸面全為「N 極」，這個發現讓我們對自己的實驗結果，產生更大的信心。雖然我們購買的是號稱 2000G 的強效磁力貼，但實測的結果約只有 13110G，是不是磁力貼在儲架時，有自然退磁現象，需要進一步探討。由磁力貼的綠豆實驗可以得之，依然有 S 極抑制的現象(約 33.97%)，但 N 極促進的效果並不明顯。可能是因為磁力貼磁石的直徑只有 8mm，而且呈圓錐狀，要很精準(不歪斜)地將 N 極黏貼於錶玻璃底面，實在有技術上的困難；而且 N 極與錶玻璃接觸面積非常小，似乎是無法發揮其作用。另外，N3' 的作用磁力只有 43.9mT，由強力磁鐵的實驗經驗得知，這樣的磁力似乎無法讓綠豆的萌芽生長受到影響。

雖然實驗結果很令人振奮，但是有幾點檢討需要提出：

- 一、綠豆實驗存有相當大的誤差：這與綠豆本身、實驗環境與氣溫等因素有著密切關聯，因此必須要有足夠量的重覆實驗，才能得到可靠的結果。為了讓磁力涵蓋整個種子萌芽區域，並增加其敏感性，建議可選用細小種子進行實驗。
- 二、獨立的磁力作用環境：雖然我們已經將實驗用的設置在長條桌上盡量分開，但並無法確保各磁場間沒有交互作用存在，而加大實驗的誤差。
- 三、磁力的阻隔：不管是何種材質，都會讓磁力降低，說明定磁鐵磁力的實驗，必須注意所選用的器具對磁的阻隔性，才能磁力的作用發揮到最大。
- 四、水的供應：雖然一天加水二次，但這給水間隔中，還是無法避免有部分綠豆吃不到水，尤其是天氣熱時，情況更為明顯。

以上只是我們討論出來的幾點，應該還有其他因素會影響實驗，造成誤差。或許，這可以部份說明第一代實驗中 N1、N2、S1 與 S2 組，常出現怪現象，是否都在誤差容許的範圍內，需要以實驗進一步證明。而在第二代實驗中已有明顯改善，但磁力量化的影響，仍須確認。

柒、結論

以綠豆萌芽與生長實驗，可以得到「N 極促進、S 極抑制」的結果。但其作用機轉尚未明朗，需要進一步由高級學術單位進行研究。不過，這項實驗成果，可算是一項新的發現。但是由磁力貼的實驗中，似乎透露「磁」產品的開發業者，早已發現這個祕密，只是基於商業考量未公布出來而已。既然這個現象存在，未來建議可以往醫藥方向開發，我們都希望有

更多的好菌(促進作用)，減少壞菌或病毒的生長(抑制作用)，增加免疫細胞(促進作用)，減少惡性不正常增生的細胞(癌)(抑制作用)等。當然，這都要透過更高深的研究，才能有成果。

捌、參考資料及其他

【教科書】

王美芬(2018)·國小自然與生活科技 五上 第二單元 植物世界面面觀(三版)·新北市：康軒文教事業

王美芬(2019)·國小自然與生活科技 六上 第四單元 電磁作用(三版)·新北市：康軒文教事業

【外文書】

Author, A. A. (year). Book title. Location: Publisher.

K.N.Guruprasad, M.B.Shine and Juhie Joshi (2016), Breeding and Genetic Engineering: The Biology and Biotechnology Research: iConcept Press

(<https://www.iconceptpress.com/book/breeding-and-genetic-engineering--the-biology-and-biotechnology-research/11000137/1309001095.pdf>)

【學位論文】

莊富惠(民 88)。磁場對作物種子萌芽、生長及元素含量之影響。國立臺灣大學園藝學研究所碩士論文，未出版，台北市。

曾竹雄(民 54)。磁場對種子發芽及有關酵素活性影響之研究。國立臺灣大學農業化學研究所碩士論文，未出版，台北市。

【媒體報導，無作者】

她們用北蔥觀察 wifi 對生長的影響 新北市中小學科展中獲獎(民 107 年 5 月 31 日)。自由時報電子報。取自：<https://news.ltn.com.tw/news/life/breakingnews/2443863>

〈北部〉金沙國小學童實驗打手機的綠豆長不高(民 96 年 8 月 19 日)。自由時報電子報。取自：<https://news.ltn.com.tw/news/local/paper/148773>

【科展作品】

甘杰生等六人·鬥志昂揚~探討豆芽甜、脆因素及銀牙得來速方法·中華民國第 54 屆科學展覽會·國小組生活與應用科學科 取自 <https://activity.ntsec.gov.tw/activity/race-1/54/elementary.htm>

【評語】 080321

此作品利用強力磁鐵的不同磁極與不同磁力大小，觀察對綠豆萌芽與生長的影響。結果發現「N極促進；S極抑制」綠豆萌芽與生長的現象。研究的問題相當聚焦、清楚，實驗設計大致上適切，所得的數據量化呈現，結果相當明確，值得鼓勵。討論中對於磁極的影響綠豆種子萌芽生長影響的實驗結果並未做進一步的論述，且樣本數偏少，是較為可惜之處。建議探討的面向可再加廣，如探討植物萌芽生長的順逆磁性、磁力線分布等相關因素，增加立論的依據。亦可用多種植物種子加以比較，若只有針對綠豆進行實驗，不易推論至所有的植物。實驗記錄表應更詳實，呈現實驗數據。

摘要

本實驗主要探討強力磁鐵磁極與磁力對綠豆萌芽生長的影響。植物生長要素有：水分、陽光、空氣和土壤，但對於磁力因素的影響，相關研究資料並不多；所收集到的報告，大多著眼於磁力大小或磁場強度因子，並未考慮到磁極對植物的影響。本實驗嘗試利用強力磁鐵的不同磁極(N及S)與不同磁力大小，觀察對綠豆萌芽與生長的影響。在綠豆生長過程中，N極對於綠豆株長度約有46.11%的生長促進效果，而S極約有46.07%的生長抑制現象。另以市售標榜「促進血液循環、消除疲勞」之醫療用磁力貼進行檢測與實驗，結果發現磁力貼之皮膚接觸面全為N極且亦有促進綠豆萌芽生長的現象，與本實驗結果「N極促進；S極抑制」推論，相當一致。

(關鍵詞：磁極、磁力、種子萌芽生長)

壹、研究動機

在五年級的自然與生活科技課程中曾學習到植物生長的四要素：水分、陽光、空氣和土壤，但除了這四個要素外，是不是還有其他因素會影響到植物的生長？在六年級的課程中，也提到「地球就像個大磁鐵」，那生長在地球上的植物，是不是也會受到磁力的影響呢？

96年金沙國小的實驗中，發現綠豆在手機電磁波暴露的次數愈多，其綠豆株愈矮。無獨有偶，106年新北市中山國中的「Wifi對種子萌發與生長的影響」科展實驗中，藉由Wifi電磁波暴露的有無，來觀察北蔥生長，結果發現Wifi電磁波能抑制種子的萌發。但由國外的文獻中，卻發現植物種子暴露在2000高斯的磁場強度中，卻能促進發芽與生長，並增加產量。上述國內外實驗的結果，大相逕庭，引發我們對「磁」與植物萌芽生長的關係，產生高度好奇心與研究興趣。

貳、研究目的

為了瞭解「磁」與植物萌芽生長的關係，我們使用相對較容易取得的鐵錳鋼強力磁鐵進行綠豆萌芽實驗；除了可以了解大家廣為討論的磁力(磁場強度)的影響外，也可以進一步探討較鮮為人知的磁極(N極與S極)與植物萌芽生長的關係。

為了驗證本研究推論的正確性，我們也分析了市售磁力醫學用品-磁力貼，探討其作用磁極與聲稱功效是否與本實驗觀察到的現象一致，也希望藉此能揭開磁力作用的神秘面紗，並成為未來相關深度研究的試金石。



參、研究設備及器材

- | | | |
|----------------------------|--|-----------------------------------|
| 一、市售綠豆。 | 八、市售磁力貼。 | 十三、塑膠夾子(具軟矽膠套，用以夾取已萌發的綠豆，避免傷害根尖)。 |
| 二、綠豆萌芽及生長觀察壓克力架八組。 | 九、精密電動天平。 | 十四、塑膠培養皿(Φ 5cm)。 |
| 三、錶玻璃(Φ 5cm / Φ 8cm)。 | 十、IC Measure 2.0.0.161軟體。(免費軟體，用以量測綠豆株長度)。 | 十五、吸管(Φ 7.2mm)。 |
| 四、消毒紗布。 | 十一、數位相機、筆記型電腦。 | 十六、避光紙箱(16cm x 16cm x 16cm)。 |
| 五、塑膠滴管、直尺。 | 十二、小型植物培養箱(透氣：121mm x 94.5mm x 87.5mm)。 | 十七、紀錄表。 |
| 六、磁力計。 | | |
| 七、強力磁鐵(4cm x 2cm x 0.5cm)。 | | |

肆、研究過程或方法

一、第一代壓克力觀察架之組裝與架設

因強力磁鐵在操作時有潛在危險性(夾傷手指或吸引其他鄰近金屬物品)，所以本實驗特別設計綠豆萌芽及生長觀察壓克力架，以上下二片(10cm x 10cm x 0.5cm)之壓克力板夾住強力磁鐵，四角以螺絲固定。在強力磁鐵上可放置錶玻璃(Φ 5cm)來盛裝綠豆，以確保綠豆可暴露在強力磁鐵的磁場中，以利後續綠豆枝萌芽與生長的觀察。其裝置如下圖所示(對照組即未放置強力磁鐵)：

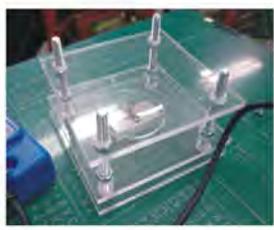


圖1.組裝完畢之綠豆萌芽生長之壓克力觀察架



圖2.綠豆種子放置於觀察架上之實驗操作情況

二、第二代綠豆培養箱之組裝與架設

雖然第一代的壓克力觀察架可以輕易地觀察到實驗的結果，但在實驗過程中也產生許多問題，需要解決。所以我們針對一些需要改善的問題，製作第二代的植物培養觀察箱。相關設備圖如下所示：



圖3.綠豆培養箱內部所需之組裝元件



圖4.組裝完畢之吸管架、紗布及培養皿



圖5.組裝完畢之綠豆培養箱

三、磁極及磁力大小之量測

利用磁力計量測磁鐵之磁極與磁力大小，方法如下：

- (一)旋轉磁力計歸零旋鈕，將磁力計歸零
- (二)依磁鐵磁力大小選擇量測區段上限值(2000mT/200mT)
- (三)將磁力計之探頭(有標示黑點處朝上)平置於磁鐵上方，並於磁鐵上方來回移動
- (四)尋找穩定之最大磁力值
- (五)將量測到的磁極(N極或S極)記錄下來
- (六)記錄磁力大小(或稱磁場強度)，以毫特斯拉(mT)表示(1毫特斯拉等於10高斯；1mT = 10G)。



四、不同「磁」條件下對綠豆種子萌芽生長影響之觀察與記錄

(一)利用第一代壓克力觀察架之實驗設計

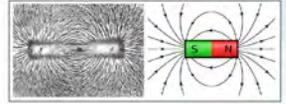
為瞭解各種不同「磁」條件下(包括磁極與磁力大小)，研究小組以強力磁鐵設計了不同實驗組，來進行實驗。並在重複實驗中做些微調整，以減少實驗誤差，得到最客觀的實驗結果。

五、綠豆長度、最大直徑與重量之量測

為了減少發芽率的影響因子，我們利用量測綠豆長度、直徑與重量，來挑選物理條件較相似的綠豆來做實驗。在50顆隨機選出的綠豆中，其長度平均為4.967mm、最大直徑平均為3.769mm，而重量平均為0.0709g。因長度與直徑變異較大，且在後續實驗中無法改善發芽率的問題，所以我們決定用重量來挑選後續實驗用的綠豆。在前置實驗中，我們挑選重量介於0.072-0.078g之綠豆十顆，經三重覆測試，其發芽率為100%，故後續實驗(第二代培養箱實驗)均採用此重量範圍的綠豆進行實驗。

六、實驗操作過程

- 1、每天早上8:00及下午3:00利用量杯裝水，透過汲水滴管為綠豆加水10c.c。
- 2、逐日觀察紀錄綠豆種子萌芽顆數、萌芽後豆芽長度等生長變化。



七、市售磁力貼對綠豆種子萌芽生長影響之觀察與記錄

為進一步驗證磁極與磁力對綠豆種子萌芽生長的影響，我們使用市售磁力貼的磁石(產品標示：2000G)來進行實驗，實驗操作方式與強磁鐵的實驗一樣。

伍、研究結果

一、以強力磁鐵作用之綠豆萌芽生長情形(使用第一代壓力觀察架)

以第一代壓力觀察架進行第一次實驗，結果如下表所示；紅框標示處可見明顯S極抑制萌芽與N極促進萌芽現象。

第二次重覆實驗結果，如下表所示；紅框標示處可見明顯S極抑制萌芽與N極促進萌芽現象。



二、以磁力貼磁石作用之綠豆萌芽生長情形

表1. 使用第一代壓力觀察架之各組綠豆萌芽生長情形(第一次實驗)

組別	S1	S2	S3	N1	N2	N3	BN
1080304							
1080305							
1080306							
1080307							
1080308							
1080309							
1080310							
1080311							

表2. 使用第一代壓力觀察架之各組綠豆萌芽生長情形(第二次實驗)

組別	S1	S2	S3	N1	N2	N3	BN
1080317							
1080318							
1080319							
1080320							
1080321							
1080322							
1080323							
1080324							
1080325							
1080326							
1080327							

表3. 使用磁力貼磁石作用之各組綠豆萌芽生長情形

組別	S	S1'	S2'	S3'	N1'	N2'	N3'
1080317							
1080318							
1080319							
1080320							
1080321							
1080322							
1080323							
1080324							

三、以強力磁鐵作用之綠豆株長度分析(使用第一代壓力觀察架)

取強力磁鐵第二次實驗(108.03.17-108.03.31)收成之綠豆株，進行綠豆長度之分析，結果如下：



圖6-1. S極作用之對照組綠豆株長度(以IC Measure測量)

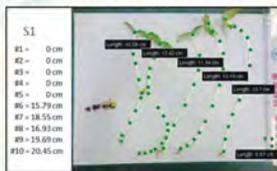


圖6-2. S極作用之S1組實驗的綠豆株長度(以IC Measure測量)

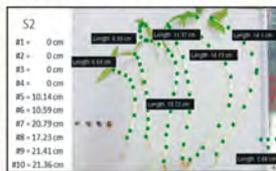


圖6-3. S極作用之S2組實驗的綠豆株長度(以IC Measure測量)



圖6-4. S極作用之S3組實驗的綠豆株長度(以IC Measure測量)



圖6-5. N極作用之對照組綠豆株長度(以IC Measure測量)



圖6-6. N極作用之S1組實驗的綠豆株長度(以IC Measure測量)



圖6-7. N極作用之N2組實驗的綠豆株長度(以IC Measure測量)



圖6-8. N極作用之N3組實驗的綠豆株長度(以IC Measure測量)

以上數據可整理如下表4、5與圖10、圖11所示：

表4. 綠豆暴露於S極與不同磁力下生長情形(使用第一代壓力架)

綠豆組別	#1	#2	#3	#4	#5	#6	#7	#8	#9	#10	去頭二尾二平均值	增加或減少百分率
SB	0	0	0	0	0	17.16	18.07	16.97	20.04	20.46	8.70	-
S1	0	0	0	0	0	15.79	18.55	16.93	19.69	20.45	8.55	-1.78
S2	0	0	0	0	10.14	10.59	20.79	17.23	21.41	21.36	9.79	12.55
S3	0	0	0	0	0	0	11.34	12.05	15.03	16.11	3.89	-55.19



圖7. 綠豆暴露於S極下之生長情形

表5. 綠豆暴露於N極與不同磁力下生長情形(使用第一代壓力架)

綠豆組別	#1	#2	#3	#4	#5	#6	#7	#8	#9	#10	去頭二尾二平均值	增加或減少百分率
NB	0	0	0	0	0	7.68	13.95	19.61	22.37	22.37	6.87	-
N1	0	0	0	0	0	6.95	9.44	11.95	17.02	21.86	4.72	-31.28
N2	0	0	0	0	2.01	6.99	12.87	15.1	19.64	20.7	6.16	-10.35
N3	0	0	0	0	9.86	12.76	12.68	17.44	17.95	19.63	8.79	27.89

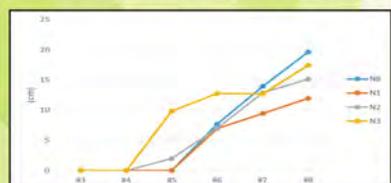


圖8. 綠豆暴露於N極下之生長情形

四、以磁力貼磁石作用之綠豆株長度分析

取磁力貼第一次實驗(108.03.17-108.03.24)收成之綠豆株，進行綠豆長度之分析，以去頭二尾二平均，可得S3'組約有33.97%綠豆株高度縮減現象，但N3'組之促進作用並不明顯。有可能的原因是磁力貼的磁石呈圓錐狀，其與錶玻璃接觸面積非常小，而導致磁力作用無法發揮效果。

五、以第二代綠豆培養箱實驗結果

經由改良實驗所得之第二代綠豆培養箱之結果，可分為二部分說明。第一部分為萌芽之觀測，第二部分為綠豆株生長之觀測。第一部分實驗，主要想了解在不同磁極與磁力作用下，其萌芽的現象；而第二部分實驗，則取已發芽之綠豆(去除發芽率的問題)，在不同磁極與磁力作用下，進行培養與觀測。其結果如下所示：

(一)綠豆萌芽實驗

實驗結果顯示，N極相較於對照組有明顯較長的根尖冒出，且磁力越強根尖愈長；而S極結果有很明顯根尖生長抑制的現象，且磁力越強根尖愈短。(此結果已由IC Measure 做量測確認)

(二)綠豆株生長實驗

各組實驗結果，如下各圖所示：



圖10. 綠豆株在不同磁力與磁極條件下之生長狀況(使用第二代綠豆培養箱)(B, 對照組; N1, N極, 1780G; N2, N極, 3088G; S1, S極, 2180G; S2, S極, 3280G。培養時間: 72小時)

(三)綠豆株以IC Measure量測結果

為了估算各組的綠豆株長度，我們使用IC Measure進行各組長度量測。各組結果，如下圖、表所示。



圖11. 綠豆株在不同磁力與磁極條件下之IC Measure量測結果 (B, 對照組; N1, N極, 1780G; N2, N極, 3088G; S1, S極, 2180G; S2, S極, 3280G。培養時間: 72小時)

表6. 綠豆暴露在不同磁極與不同磁力下生長情形(使用第二代綠豆培養箱)

綠豆組別	#1	#2	#3	#4	#5	#6	#7	#8	#9	#10	去頭尾平均值	增加或減少百分率(%)
B	1.73	5.26	6.22	6.79	8.42	11.31	11.56	3.45	1.4	3.49	5.963	-
N1	7.02	2.83	6.82	6.9	8.01	8.08	11.31	11.03	10.47	7.54	8.001	41.140
N2	6.75	6.75	7.04	3.87	11.32	11.38	8.38	7.71	11.22	9.02	8.344	46.111
S1	2.45	3.65	0.83	2.19	3.58	8.21	6.54	6.29	7.98	4.35	4.607	-20.656
S2	5.92	5.49	5.71	1.93	5.49	2.17	5.91	3.55	4.93	6.14	4.724	-16.070

(因第二代綠豆培養箱實驗已做相當多變因的控制，所以僅去頭尾進行平均)

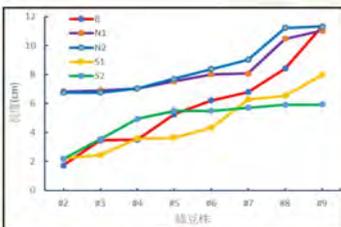


圖12. 綠豆暴露於N與S極下之生長情形(去頭一尾一，取8株觀察；第二代綠豆培養箱實驗)

陸、討論

由實驗結果中，可以得知在強磁鐵的作用下綠豆會受到N極促進萌芽極生長，而S極則有抑制現象。在第一代壓力觀察架實驗中，取單一次實驗結果(第二次重覆實驗)，得到N極在369mT (3690G)磁力下，使綠豆株長度增長27.89%，而S極在235mT (2350G)磁力下，使綠豆株的長度縮短55.19%。

為了減少第一代實驗之缺點，我們思考如何改善，並研發出第二代綠豆培養箱，來進行更精確的實驗。由第二代綠豆培養箱的實驗結果得知，N極在308.8mT (3088G)磁力下(N2)，使綠豆株長度增長46.11%；在178mT (1780G)磁力下(N1)，綠豆株長度增長41.14%。而S極在328mT (3280G)磁力下(S2)，使綠豆株的長度縮短16.07%；S極在218mT (2180G)磁力下(S1)，反使綠豆株的長度縮短20.66%。在N極，以N1與N2而言，二種磁力大小影響促進作用只有5%，並不明顯；而S1與S2磁力抑制作用，也只有約4%左右，也在容許之誤差範圍內。

為了進一步證實「N極促進、S極抑制」的推論是正確的，我們選用市面上的人氣商品「益X氣」磁力貼，來作進一步實驗。此商品強調具有「促進血液循環、消除疲勞」的效果，而且也特別強調：發燒、急性發炎、扭傷及肌肉拉傷、...、等急性症狀者，不宜使用。這磁力貼似乎是一項生理機能促進的產品，也由於具有生理機能促進效果，所以在急性發炎的狀況下，反而會得到相反效果。經由我們的測試，磁力貼與皮膚接觸面全為「N極」，這個發現讓我們對自己的實驗結果，產生更大的信心。

柒、結論

以綠豆萌芽與生長實驗，可以得到「N極促進、S極抑制」的結果。但其作用機轉尚未明朗，需要進一步由高級學術單位進行研究。不過，這項實驗成果，可算是一項新的發現。但是由磁力貼的實驗中，似乎透露「磁」產品的開發業者，早已發現這個秘密，只是基於商業考量未公布出來而已。既然這個現象存在，未來建議可以往醫藥方向開發，我們都希望有更多的好菌(促進作用)，減少壞菌或病毒的生長(抑制作用)，增加免疫細胞(促進作用)，減少惡性不正常增生的細胞(癌)抑制作用等。當然，這都要透過更高深的研究，才能有成果。

