

臺灣二〇〇四年國際科學展覽會

科 別：植物學科

作品名稱：安培植物假說

學 校：臺北市立內湖高級中學

作 者：鄭芝宣

作者簡介



我是鄭芝宜，就讀於臺北市立內湖高級中學二年級，平常的興趣是看看書、運動，喜歡探索大自然，課餘之時也喜愛參與社團活動，目前為內湖高中拂風手語社活動組組長。

從小學的時候就讀於小學的資優班，那時候就訓練了很多做專題的方法以及獨立思考的能力。國中的時候也就讀於數理資優班，更為我做科學方面的研究提供了很多的資源。也許是一直以來受到資優教育下所培養出的科學研究能力，才為我奠定良好的根基。

對我來說，對於學科知識的瞭解主要是從實驗中去學習體認，如此才會有更為加倍的效果。即使課本中條列式的知識沒有記牢，我仍是喜歡體驗實驗中

的過程，因為我相信：「重要的是過程，而不是目的。」

對於未來，我希望能進入大學與自然科學領域相關的學系，繼續從事研究工作。

台灣 2004 年國際科學展覽會研究報告書目錄

作品名稱：安培植物假說

作品說明書目錄-----	P.1
英文摘要-----	P.2
中文摘要-----	P.3
一、前言-----	P.4
(一)研究動機-----	P.4
(二)研究目的-----	P.5
二、研究方法或過程-----	P.6
(一)設備器材-----	P.6
(二)研究方法-----	P.7
三、研究結果與討論-----	P.12
(一)研究結果-----	P.12
(二)討論-----	P.15
四、結論與應用-----	P.20
(一)結論-----	P.20
(二)應用-----	P.20
五、參考文獻-----	P.21
圖-----	P.22

英文摘要 (Abstract)

It has been mentioned that the plants will grow faster in the electronic or magnetic field in the book of “the secret life of plants”, I learned about the knowledge and methods of how to produce the electromagnetic field just now, I use the screw wire to produce electromagnetic field and control the direction by the Amplifier's rule to investigate the growing speed of green beans under electromagnetic field in those different temperature.

In this experiment, I use the wire to screwed around the ironed bowl, and make different electric current to generate different strength of electromagnetic field, the results indicate that (1) The faster growing speed will only exist in some strength of electromagnetic field, (2) The higher ironed bowls that full of screwed wire will result in the faster growing speed, (3) It will not need electromagnetic field all days, (4) The green beans will grow fast in those north magnetic pole than those in south magnetic pole, (5) The effect of electromagnetic field to increase growing speed will be significant in higher room temperature.

中文摘要

在「植物的秘密生命」這本書中提到植物在電場或磁場中會生長的更好，我最近正好學到了電磁場如何產生，以及一些產生電磁場的方法，所以本研究即利用螺形管線圈來產生均勻的電磁場，並用運用安培右手定則來控制磁場產生的方向，來探討電磁場在不同條件下對實驗植物—綠豆生長的影響。

本實驗使用銅質線圈纏繞鐵碗的方式，且通入不同大小電流來改變磁場的強度，以探討對實驗植物—綠豆生長的影響。

本研究所得到的結果顯示：(1)綠豆在通入電流 50mA 時所產生的電磁場可促使綠豆達到最好的生長效果；(2)栽培綠豆環境中所架設的電磁場較高，可使綠豆表現出較為明顯的生長速率；(3)促進綠豆的生長並不需要二十四小時都通入電流；(4)綠豆在 N 極朝上的電磁場中生長的速率較 S 極朝上的磁場中要快；(5)在較低溫度環境中，電磁場促進綠豆生長的效應較為顯著。

一、前言

(一)研究動機

在高一時期，閱讀了一本課外讀物～植物的秘密生命。其中，曾指出植物的生長受到電與磁的影響後，會產生出許多的特殊現象，使我感到十分好奇也非常疑惑。

在「植物的秘密生命」這本書中提到一位芬蘭科學家—藍斯特洛姆，從西元 1868～1884 年間到挪威北部與拉普蘭的副極地區進行了四次的遠征之旅。身為極光與地球磁性專家的他認為，在此種緯度地區植物生長茂盛，並非如一般人所說是因為夏天的白晝長，而是源於他所說的「強烈電力之呈現---北極光」的影響。藍斯特洛姆曾解釋說：「植物的尖凸處作用如避雷針，會收集空中的電促進空中與地上電荷的交流」。

洛吉爵士更進一步將藍斯特洛姆實驗中的一些不良因素排除，如植物長高時需將金屬網絡往上抬，結果發現小麥在一個生長季節裡就達到每畝增產 40% 的成績。

但是西元 1845 年，在英國倫敦農藝學家梭里的研究報告—「電對於植物生長之影響」中，梭里在植物的上方拉起金屬線進行實驗，並把金屬線的另一端埋入土裡，使用了各種穀類、蔬菜、花卉，總共做了七十次實驗，結果只有十九種植物因此受益，受害的植物也幾乎一樣多。這種互相矛盾的實驗結果顯示：通電的量、質及時間長短對每種植物都會產生不同的影響。

而在高中基礎物理課程中，我學習到在通了電流的導線周圍會產生磁場，而纏繞漆包線的螺形管線圈中，將會產生很均勻的磁場，且其磁場的方向可使用安培右手定則來決定，因此本實驗研究便是將植物生長與電流效應、電磁場的產生相互結合，探討對於植物的生長有何不同程度的影響。

(二)研究目的

在本實驗中改變以下的條件，來探討電磁場對實驗植物—綠豆生長的影響：

- 1.通入電流後對綠豆的生長有何影響？
- 2.泥土中摻鐵粉通電後所產生的磁場對綠豆生長的影響為何？
- 3.通入電流時間的長短對綠豆生長的影響為何？
- 4.改變通入電流大小所產生的電磁場對綠豆生長的影響為何？
- 5.種植綠豆的鐵碗高度不同對綠豆生長的影響為何？
- 6.電磁場來源的遠近對綠豆生長的影響為何？
- 7.電磁場方向的差異對綠豆生長的影響為何？
- 8.漆包線圈間的纏繞距離對綠豆生長的影響為何？
- 9.通入電流的時段差異對綠豆生長的影響為何？
- 10.在同一電磁場強度下，不同溫度下對綠豆生的影響為何？

二、研究方法或過程

(一)設備器材：

鐵碗、漆包線、鱷魚夾、導線、六段式變壓器、毫安培計、伏特計、培養土、綠豆、量筒、溫度計、刻度尺、電阻、鐵粉、塑膠碗、延長線、定時器、鐵片、剪刀、電工膠帶、美工刀、鏟子、灑水噴霧器 等(彩圖一～二)，實驗裝置如彩圖三～彩圖四。



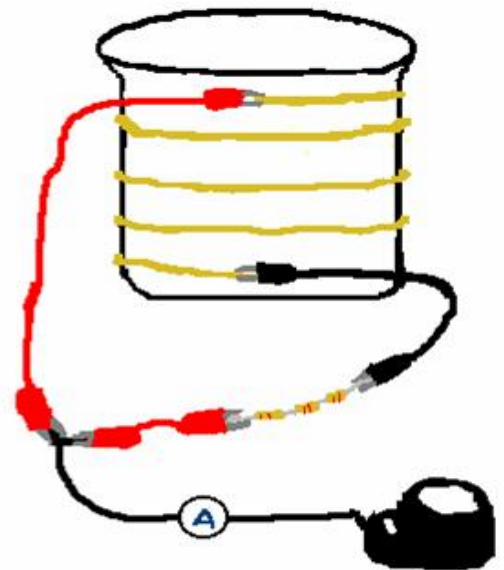
彩圖一、實驗所使用的器材



彩圖二、鐵碗、漆包線及培養土



彩圖三、實驗裝置



彩圖四、實驗裝置示意圖

(二)研究方法：

1. 泥土中摻加鐵粉通入電流產生的磁場對綠豆生長的影響（N 極朝上）

(1).分別在編號 A、B、C、D 的四組鐵碗(高度 10.0 公分，直徑 14.5 公分)和對照組 E 組之塑膠碗(高度 10.0 公分，直徑 13.0 公分)內，分別平均分配等量的營養土及鐵粉，並分別注入等量 20ml 的水。

(2).在鐵碗及塑膠碗內分別以每碗 5 顆的分配比例，依照順序定植於鐵碗及塑膠碗的孔穴中。

(3).分別在鐵碗外圍纏繞三圈等方向的漆包線，通入電流 (110 毫安培，mA)。

(4).處理情形：A 組⇒為通入電流並加入鐵粉的鐵碗。

B 組⇒為通入電流但並不加入鐵粉的鐵碗。

C 組⇒為無通入電流但加入鐵粉的鐵碗。

D 組⇒為無通入電流且不加入鐵粉的鐵碗。

E 組⇒為無通入電流且不加入鐵粉的塑膠碗。

(5).觀察並紀錄綠豆的萌發率及生長情形。

2. 通入電流產生磁場時間的長短對綠豆的影響（N 極朝上）

(1).分別在編號 A、B、C、D 的四組鐵碗和對照組 E 組之塑膠碗內，平均分配等量的營養土，並分別注入等量 20ml 的水。

(2).在鐵碗及塑膠碗內分別以每碗 5 顆的分配比例，依照順序定植於鐵碗及塑膠碗的孔穴中。

(3).分別在鐵碗外圍纏繞三圈等方向的漆包線，通入電流(110 毫安培，mA)。

(4).處理情形：A 組⇒為通入電流 2 小時的鐵碗。

B 組⇒為通入電流 4 小時的鐵碗。

C 組⇒為通電入流 6 小時的鐵碗。

D 組⇒為通入電流 24 小時的鐵碗。

E 組⇒為無通入電的塑膠碗。

(5).觀察並紀錄綠豆的萌發率及生長情形。

3. 改變電流大小所產生的電磁場對綠豆生長的影響 (N 極朝上)

(1).分別在編號 A、B、C、D 的四組鐵碗和對照組 E 組之鐵碗內，平均分配等量的營養土，
並分別注入等量 20ml 的水。

(2).在鐵碗內分別以每碗 5 顆的分配比例，依照順序定植於鐵碗的孔穴中。

(3).分別在鐵碗外圍纏繞三圈漆包線。

(4).在變壓器的導線中夾上鐵片，在接上 4 條導線分別連上不同歐姆的電阻之後，接上漆包線，
通入電流(毫安培，mA)。

(5).處理情形：A 組⇒為通入 100mA 電流的鐵碗。

B 組⇒為通入 50mA 電流的鐵碗。

C 組⇒為通入 33.3mA 電流的鐵碗。

D 組⇒為通入 25mA 電流的鐵碗。

E 組⇒為無通入電流的鐵碗。

(6).觀察並紀錄綠豆的萌發率及生長情形。

4. 種植綠豆的鐵碗高度差異對綠豆生長的影響 (N 極朝上)

(1).以高度 10 公分、直徑 14.5 公分的鐵碗為 A 組，高度 4.5 公分、直徑 11.0 公分的鐵碗為 B 組，

分別於 A 組及 B 組編號的鐵碗內，平均分配等量的營養土，並分別注入等量 20ml 的水。

(2).在鐵碗內分別以每碗 5 顆的分配比例，依照順序定植於鐵碗的孔穴中。

(3).分別在鐵碗外圍纏繞三圈等方向的漆包線，

通入電流(110 毫安培，mA)。

(4).設備裝置：(彩圖五～六)

A 組⇒高度 10 公分，直徑 14.5 公分的鐵碗

B 組⇒高度 4.5 公分，直徑 11.0 公分的鐵碗

(5).觀察並紀錄綠豆的萌發率及生長情形。



彩圖五、左：A 組鐵碗 右：B 組鐵碗 (側視)



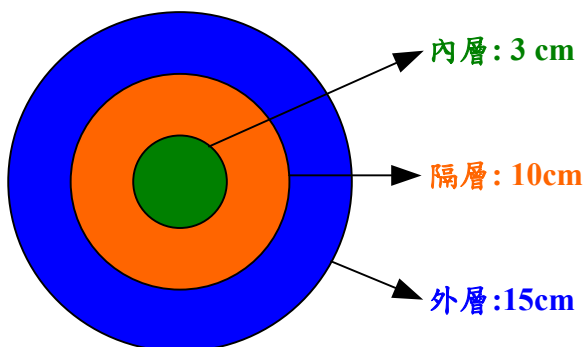
彩圖六、左：A 組鐵碗 右：B 組鐵碗 (俯視)

5. 距離電磁場的遠近對綠豆生長的影響(N 極朝上)

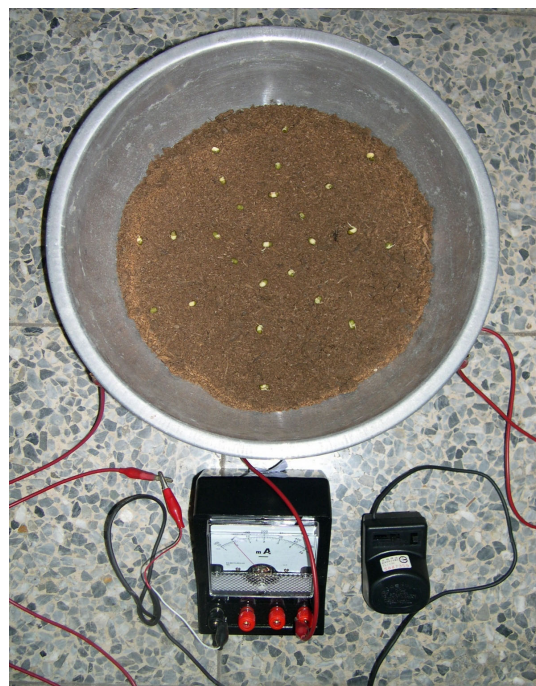
(1).把一鐵盆(高度：12.5 公分，直徑 38 公分)分兩層

(2).每一層均植入八顆綠豆(彩圖七～八)

(3).觀察並紀錄綠豆的萌發率及生長情形。



彩圖七、距離電磁場遠近裝置示意圖



彩圖八、距離電磁場遠近實驗裝置圖

6. 改變電磁場的方向對綠豆生長的影響

(1).分別在編號 A 組及 B 組的等高度(10 公分)鐵碗內，平均分配等量的營養土，

並分別注入等量 20ml 的水。

(2).在鐵碗內分別以每碗 5 顆的分配比例，依照順序定植於鐵碗的孔穴中。

(3).分別將鐵碗外圍纏繞三圈等方向的漆包線，通入電流(110 毫安培，mA)。

(4).改變變壓器的正負極，使之電流的流向相反。

(5).處理情形：A 組⇒電流方向為逆時針（即為 N 極朝上）的鐵碗。

B 組⇒電流方向為順時針（即為 N 極朝下）的鐵碗。

(6).觀察並紀錄綠豆的萌發率及生長情形。

7.鐵碗高度相同(10 公分)但纏繞的漆包線圈距離間隔相異時對綠豆生長的影響(N 極朝上)

(1).分別在編號 A、B、C、D、E 的五組鐵碗內，平均分配等量的營養土，

並分別注入等量 20ml 的水。

(2).在鐵碗內分別以每碗 5 顆的分配比例，依照順序定植於鐵碗的孔穴中。

(3).分別在不同圈數與線圈之間距離相異的鐵碗上，通入電流（110 毫安培，mA）。

(4).處理情形：

A 組⇒鐵碗外圍繞滿漆包線圈(間距 0 cm，彩圖九)。

B 組⇒鐵碗外圍線圈與線圈之間的距離為 0.5 公分。

C 組⇒鐵碗外圍線圈與線圈之間的距離為 1.0 公分。

D 組⇒鐵碗外圍線圈與線圈之間的距離為 2.0 公分。



彩圖九、鐵碗外圍繞滿漆包線

E 組⇒鐵碗外圍線圈與線圈之間的距離為 3.0 公分。

(5).觀察並紀錄綠豆的萌發率及生長情形。

8. 通入電流產生磁場的時段對綠豆生長的影響(N 極朝上)

(1).分別在編號 A、B、C 的三組鐵碗和對照組 D 組之鐵碗內，平均分配等量的營養土，

並分別注入等量 20ml 的水。

(2).在鐵碗內分別以每碗 5 顆的分配比例，依照順序定植於鐵碗的孔穴中。

(3).將接於定時器上之變壓器導線與鐵碗外圍之漆包線圈連結，通上電流(110 毫安培，mA)。

(4).處理情形：

A 組⇒鐵碗通上電流的時間為 AM 10：00～PM 01：00。

B 組⇒鐵碗通上電流的時間為 PM 01：00～PM 04：00。

C 組⇒鐵碗通上電流的時間為 PM 04：00～PM 07：00。

D 組⇒為無通電流的鐵碗。

(5).觀察並紀錄綠豆的萌發率及生長情形。

9.不同的溫度電磁場效應對綠豆生長的影響

分為兩部分進行：

(1).在不同季節溫度下進行漆包線圈距離間隔相異對綠豆生長的影響。

(2).在不同季節溫度下進行改變電磁場方向對綠豆生長的影響。

三、研究結果與討論

(一)研究結果：

1. 泥土中摻加鐵粉通入電流產生的磁場對綠豆生長的影響 (N 極朝上)

在 A、B、C、D 四組的實驗鐵碗和對照組 E 組塑膠碗中，以 A 組(加入鐵粉且通入電流)的綠豆生長最好(平均高度為 9.00 cm)，其次為 B 組(通電流但並不加入鐵粉)的綠豆(平均高度為 8.50 cm)，綠豆生長最差的則是 C 組(平均高度只有 1.00 cm) (圖一)。

2. 通入電流產生磁場時間的長短對綠豆的影響 (N 極朝上)

在 A、B、C、D 四組的實驗鐵碗和對照組 E 組塑膠碗中，以 B 組(通入電流 4 小時)的綠豆生長最好(平均高度為 19.00 cm)，其次為 A 組(通入電流 2 小時)及 C 組(通入電流 6 小時)的綠豆(平均高度為 18.00 cm)，綠豆生長較差的則是 E 組(平均高度為 10.00 cm) (圖二)。

3. 改變電流大小所產生的電磁場對綠豆生長的影響 (N 極朝上)

在 A、B、C、D 四組的實驗鐵碗和對照組 E 組鐵碗中，以 B 組(通入 50mA 電流)的綠豆生長最好(平均高度為 24.00 cm)，其次為 A 組(通入 100mA 電流)及 C 組(通入 33.3mA 電流)的綠豆(平均高度為 21.50 cm)，綠豆生長最差的則是 E 組(平均高度只有 1.30 cm) (圖三)。

4. 種植綠豆的鐵碗高度差異對綠豆生長的影響 (N 極朝上)

以 A 組(高度 10 公分的鐵碗)的綠豆生長高度較佳(平均高度為 20.34 cm)，B 組(高度 4.5 公分的鐵碗)的綠豆生長高度則較差(平均高度為 16.66 cm) (圖四)。

5. 距離電磁場的遠近對綠豆生長的影響 (N 極朝上)

生長於電磁場內層的綠豆高度平均為 21.18 cm，外層的綠豆生長高度平均為 20.22 cm，

由結果可得知：距離電磁場的遠近對於綠豆的生長並無顯著影響（圖五）。

6. 改變電磁場的方向對綠豆生長的影響

綠豆於 A 組(電流方向為逆時針，即 N 極朝上)鐵碗中生長較佳(平均高度為 13.75 cm)，生長

於 B 組(電流方向為順時針，即 N 極朝下)鐵碗中的綠豆則較差(平均高度為 10.24 cm) (圖六)。

7. 鐵碗高度相同(10 公分)但纏繞的漆包線圈距離間隔相異時對綠豆生長的影響(N 極朝上)

在 A、B、C、D、E 五組的實驗鐵碗中，以 A 組(鐵碗外圍繞滿漆包線圈)的綠豆生長最好

(平均高度為 20.20 cm)，其次為 B 組(鐵碗外圍線圈與線圈之間的距離為 0.5 公分)的綠豆(平

均高度為 17.15 cm)，綠豆生長最差的則是 D 組(平均高度只有 6.70 cm) (圖七)。

8. 通入電流產生磁場的時段對綠豆生長的影響(N 極朝上)

在編號 A、B、C 的三組鐵碗和對照組 D 組之鐵碗中，以 B 組(通上電流的時間為 PM 01：

00~PM 04：00)的綠豆生長最好(平均高度為 18.20 cm)，其次為 A 組(通上電流的時間為 AM

10：00~PM 01：00)的綠豆(平均高度為 17.40 cm) (圖八)。

9. 不同的溫度電磁場效應對綠豆生長的影響

(1). 在不同季節溫度下進行漆包線圈距離間隔相異對綠豆生長的影響

在低溫情況下(18.0°C)：生長高度最好的是種植於鐵碗外圍漆包線圈距離間隔為 0 cm 的綠豆(平均高度為 20.20 cm)，其次為鐵碗外圍漆包線圈距離間隔為 0.5 cm 的綠豆(平均高度為 17.15 cm) (圖九)。

在高溫形況下(28.0°C)：生長高度較佳的是種植於鐵碗外圍漆包線圈距離間隔為 1.00 cm 的綠豆(平均高度為 16.77 cm)，其次為鐵碗外圍漆包線圈距離間隔為 0.0 cm 的綠豆(平均高度為 16.28 cm) (圖九)。

(2).在不同季節溫度下進行**改變電磁場方向**對綠豆生長的影響

在低溫情況下(20.8°C)：於電磁場 N 極朝上的綠豆其生長較佳(平均高度為 13.75 cm)，而於電磁場 N 極朝下的綠豆其生長則較差(平均高度為 10.24 cm)。

在高溫形況下(32.0°C)：於電磁場 N 極朝上的綠豆其生長較佳(平均高度為 19.10 cm)，而於電磁場 N 極朝下的綠豆其生長則較差(平均高度為 17.02 cm)。

(二)討論：

1. 泥土中摻加鐵粉通入電流產生的磁場對綠豆生長的影響（N 極朝上）：

泥土中加入鐵粉並通入電流後的磁場對綠豆的生長有促進的效應，推論其原因可能是與電磁場的產生有關。灑入鐵粉通入電流的綠豆，受到電磁場的影響較大，加上磁場分布也較為均勻，所以加入鐵粉又通入電流的綠豆其生長速率最快(測得的高度是 9.0cm)。而我們也發現若在不通入電流卻加了鐵粉的綠豆反而生長最慢(測得的高度高度是 1.0cm)，推測其原因，應該是根部在初萌芽之時，於鐵粉與泥土以 1：1 混合的情況下較不易生長，且鐵粉的固態形式不能被綠豆吸收。

此外，在不通入電流的情況下，原本我們預期鐵碗也許會受到微弱地磁的影響，而使得綠豆的生長比會塑膠盆中要好。但實驗結果卻與我們所預期的相反。在不通入電流的情況下，塑膠盆中的綠豆(測得高度是 7.0cm)比鐵盆好(測得高度是 3.0cm)。我們認為這可能是進行這項實驗的時間是在 12 月中旬，當時的室溫(平均約 19.7°C)已較低，而鐵的材質易導電卻也易導熱，在外界溫度較低的情況下，可能種植於鐵碗中的綠豆反而較不容易保溫，所以會有如此生長緩慢的結果。

2. 通入電流產生磁場時間的長短對綠豆的影響（N 極朝上）

實驗結果顯示：通入電流時間約在六小時以內，會使得綠豆有較好的生長效果。推測其原因：若將植物通入電流就可能好比是植物生長的一種運動，而植物也只需要一段適當的時間去做運動，其餘時間也會想歇息。如綠豆二十四小時連續通入電流將會比通入電流數小時所得的生長效果還要差。因此由實驗結果推知，通入電流四小時對實驗植物—綠豆

而言，是個比較適當的時間，因此能夠促其產生較佳的生長速率。

3. 改變電流大小所產生的電磁場對綠豆生長的影響（N 極朝上）

由實驗結果我們可以清楚地觀察到，實驗植物通入電流的大小似乎有個最理想的值，而這個值正是 50 毫安培(mA)。而通入電流後的實驗植物，不論電流大小，都比沒通入電流的綠豆生長還要好。

4. 種植綠豆的鐵碗高度差異對綠豆生長的影響（N 極朝上）

A 組(高度 10 公分的鐵碗)的綠豆生長高度較 B 組(高度 4.5 公分的鐵碗) 的綠豆生長高度為佳，我們的推論是，種植於高碗中的綠豆受到磁場影響之高度範圍大於矮碗，所以當綠豆長高時，種植在高碗中的綠豆可繼續接受電磁場效應的影響，但種植在矮碗中的綠豆卻沒有這項電磁場效應的條件了。

5. 距離電磁場的遠近對綠豆生長的影響（N 極朝上）

在距離電磁場的遠近對綠豆生長的影響的實驗中，我們使用底面積較大的鐵盆並將綠豆分為內層和外層來種植，發現內、外層的綠豆的平均高度並沒有明顯的差異，也間接證明內、外層的電磁場差異並不大(即證明由漆包線纏繞而成的線圈產生的是均勻磁場)！

6. 改變電磁場的方向對綠豆生長的影響

實驗結果顯示，於通電磁場方向為 N 朝上的綠豆生長速率是較佳的，我們推測其原因

是植物對環境的刺激應都存有著向性，故實驗植物綠豆可能存在著某種對磁場的向性，因而促使實驗植物—綠豆在 N 極朝上的磁場中有較好的生長效果。

7.鐵碗高度相同(10 公分)但纏繞的漆包線圈距離間隔相異時對綠豆生長的影響(N 極朝上)

於同一高度的鐵碗纏繞不同的漆包線圈數對綠豆生長的影響之實驗中得知，漆包線纏繞間距為 0.0cm 的鐵碗中綠豆生長最好，推論其原因也是與電磁場大小因素有密切的關係。因為單位長度內，越多線圈數，所產生的磁場也就比較大，對綠豆生長速度有促進的效應。

8. 通入電流產生磁場的時段對綠豆生長的影響(N 極朝上)

從通入電流時段的實驗結果得知，我們發現對照組(D 組)和實驗組(A、B、C 三組)的數據並沒有明顯差異，這與之前的實驗結果有著很大的不同。我們認為這有可能是此實驗進行的時間是在五月中旬，於室溫較高的情況下使得通電產生電磁場加速綠豆生長的效應並沒有顯現。

若單就實驗組(A、B、C 三組)的數據來判斷，應以 PM01：00~04：00 期間(B 組)通入電流的效果最好，但與 A 組(通入電流時間 AM10：00~PM01：00)差異並不大。反觀 PM04：00 ~PM07：00 期間(C 組)通入電流效果與前兩組有較大的差異。在 C 組的通電時段中，有一部分時間是太陽已經下山，此與實驗 2.通入電流產生磁場時間長短對綠豆的影響的實驗結果相符，即連續二十四小時日夜均通入電流，其仍無法有效的促進綠豆生長，反而會產生一些抑制與干擾的負面效果，推測此結果因與實驗植物本身的生物時鐘有密切的關連。

9.不同的溫度電磁場效應對綠豆生長的影響

為了探討電磁場加速綠豆生長的效應在不同溫度下的效果，我們藉由兩部分的實驗來說明：第一部分是漆包線間圈纏繞距離的實驗，在兩個不同季節(溫度差異)中各進行一次實驗，比較這兩次實驗的結果。一次是在 10 月下旬較溫度較低(18°C)的情況下進行的，另一次則是在四月中旬溫度較高(28°C)的情況下進行的。從研究結果(圖九)中可以明顯清楚的觀察到：在低溫情況下，電磁場的大小對綠豆生長速率有較明顯的影響效應產生，也就是在低溫的情況下，越大的電磁場對綠豆的生長速率越有顯著正面促進的成效；若在高溫的情況下，則綠豆的生長速率已經夠快，此時電磁場的促進綠豆成長效應就較無法顯現。

第二部分是藉由改變磁場方向探討對綠豆生長的影響，在兩個不同季節(溫度差異)中各進行一次實驗。第一次是在三月上旬(平均溫度 20.8°C)，第二次是在八月中旬(平均室溫 32°C)。在研究結果的圖表中(圖十)可發現，在較低室溫的情況下(平均溫度 20.8°C)，N 極朝上和 N 極朝下的綠豆生長速度差異較大，而高溫的情況下則差異較不明顯。

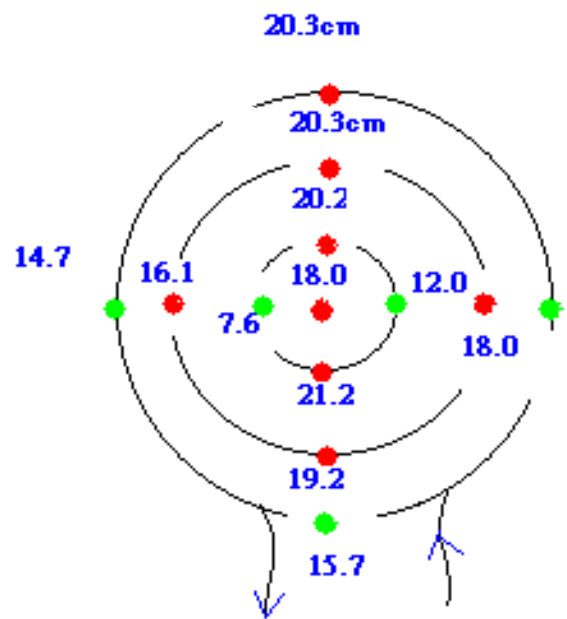
綜合以上兩部分的實驗結果(圖九～圖十)，可充分證明當溫度升高的時候，會減弱外加電磁場對綠豆生長影響的效應！

在上述各項的實驗過程當中，每一項實驗都進行都非常順利。但是，唯有在進行距離電磁場的遠近對綠豆生長的影響這個實驗中(彩圖十)，我們發現到兩個奇怪的現象(彩圖十一)，其中一個現象是在種植綠豆中，距離電流來源出入口最近的那顆綠豆生長的特別慢(其後再追蹤其他實驗也發現有相同的現象)，後來我們將這盆中所有綠豆的高度和它們在盆中的位置用小畫家畫出來之後，發現除了最矮的那顆綠豆之外，還有一個很奇怪的現象，就

是以中心的那顆綠豆劃分垂直和水平方向的綠豆群，發現垂直方向的綠豆都長的比較高,而水平方向的綠豆都長的比較矮，對於這樣奇特現象的產生，我重複做了數次相同的實驗，所得到的結果仍都一樣，但卻無法理解這樣的情況究竟是什麼因素所造成的，所以這部分仍有待繼續更深入的研究！



彩圖十、距離電磁場的遠近對綠豆生長影響之實驗裝置



彩圖十一、距離電磁場遠近對綠豆生長產生的奇特結果示意圖

四、結論與應用

(一)結論：

我們發現下列條件中的綠豆，生長情形較為一般的綠豆更加優良，其條件如下：

- 1.泥土中加入鐵粉並通入電流後的磁場對綠豆的生長有促進的效應。
- 2.通入電流時間約四小時，會使得綠豆有較好的生長效果。
- 3.通入 50mA 的電流，可促使綠豆達到最好的生長效果。
- 4.使用高的鐵碗通入電流，會促使綠豆有較佳的生長效果。
- 5.種植於電磁場方向為 N 極朝上的綠豆，具有較佳的生長速率。
- 6.鐵碗外圍漆包線圈纏繞緊密(間隔距離為 0 cm)，可促使綠豆有較佳的生長效果。
- 7.在 PM01：00~PM04：00 期間通入電流，可促使綠豆有較好的生長效應。
- 8.低溫度對綠豆外加電磁場會有較佳的加速生長效應。

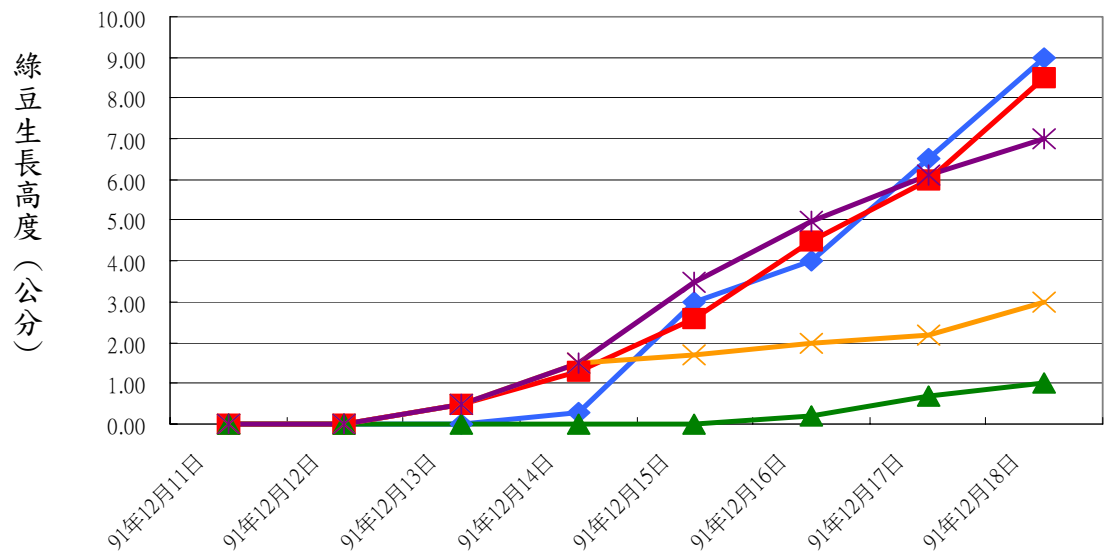
以上條件即為本實驗研究出之電與磁對於植物生長最有利的通電變因。

(二)應用：

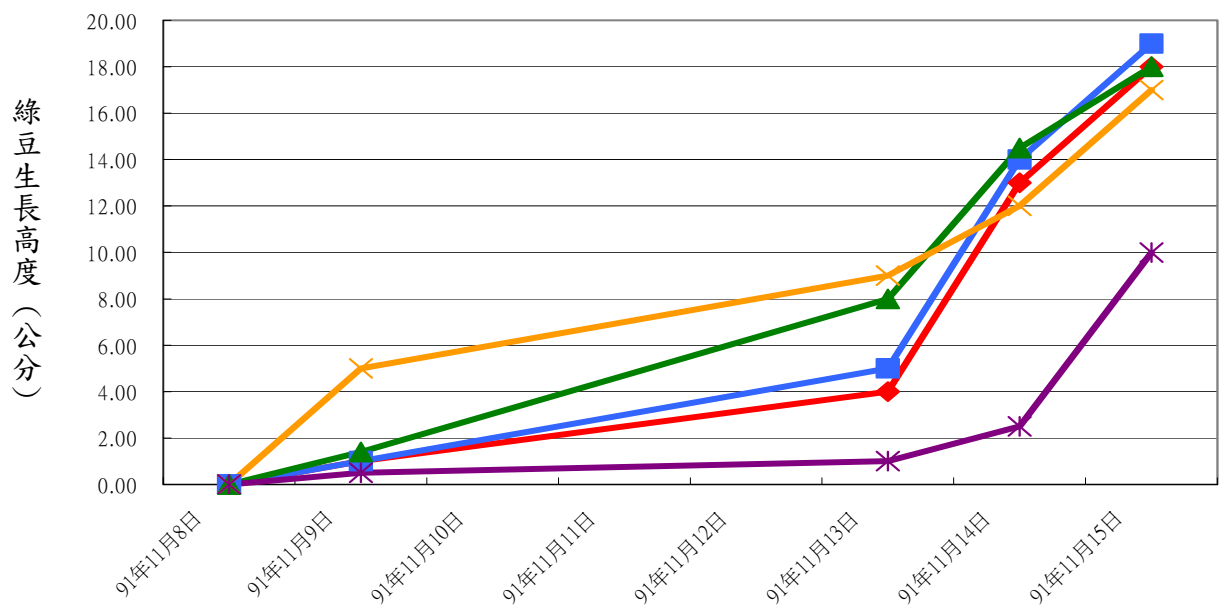
從我們的實驗中可以發現，若在低溫的情況下,利用外加電磁場可以幫助綠豆的生長，我們從「植物的秘密生命」這本書中可以得到這樣的訊息。但是書中對於如何進行實驗並沒有詳細的敘述，我們利用高中基礎物理課本中學過的「安培右手定則」以及有關的電磁場原理和方法來進行這樣的實驗。從本研究結果中，我們可以很肯定的利用如此簡單技術於冬季時協助促進農業植物或是稀有植物的栽種，亦可以利用這樣的技術來作為家庭農業的一種輔助技巧，相信對他們將會有多一種正面的幫助。

五、參考文獻

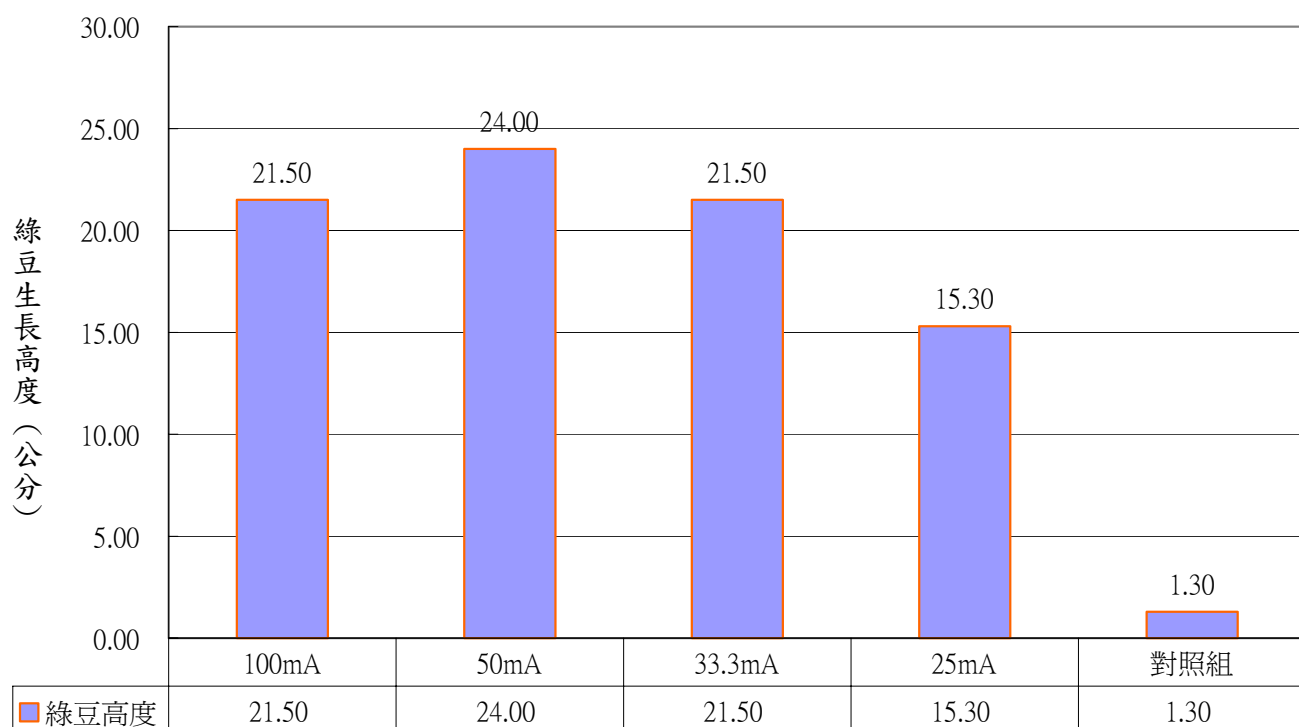
- (一).朱億真、黃耀瑋、蕭筠濤 2000 年，看不見的魔力-電磁場對植物的影響，
高雄市第四十屆中小學科學展覽作品。
- (二).林明瑞 主編 2002 年，高級中學－基礎物理，南一書局，258 頁。
- (三).林明瑞 主編 2002 年，高級中學－物理上冊，南一書局，257 頁。
- (四).彼得·湯京士(Peter Tompkins)、克里斯多福·柏德(Christopher Bird) 著，薛絢 譯
1998 年，植物的秘密生命，台灣商務印書館，370 頁。
- (五).施河 主編 2002 年，高級中學－生命科學上冊，南一書局，138 頁。
- (六).施河 主編 2001 年，高級中學－生物上冊，南一書局，253 頁。
- (七).劉吉 編 1991 年，物理定律與物理學家，謙謙出版社，103 頁。.



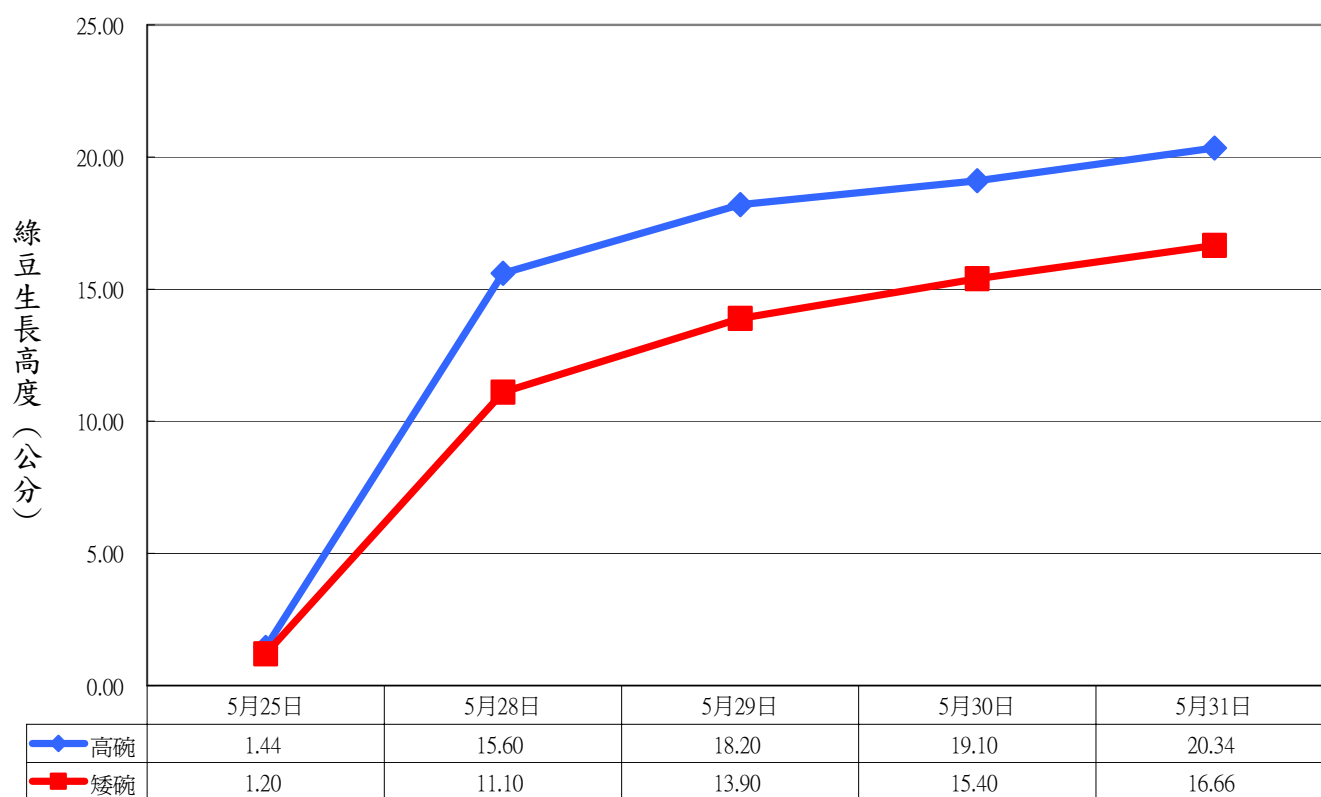
圖一、泥土中摻加鐵粉通入電流產生的磁場對綠豆生長的影響（N極朝上）



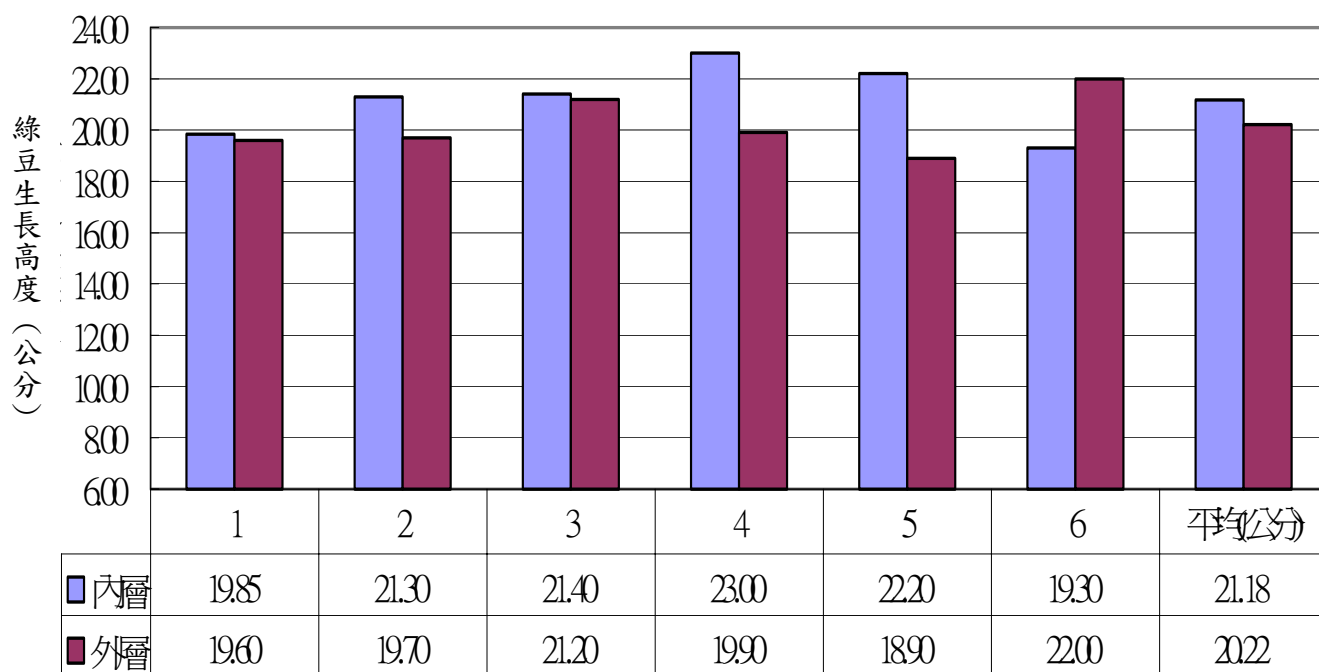
圖二、通入電流產生磁場時間的長短對綠豆的影響（N極朝上）



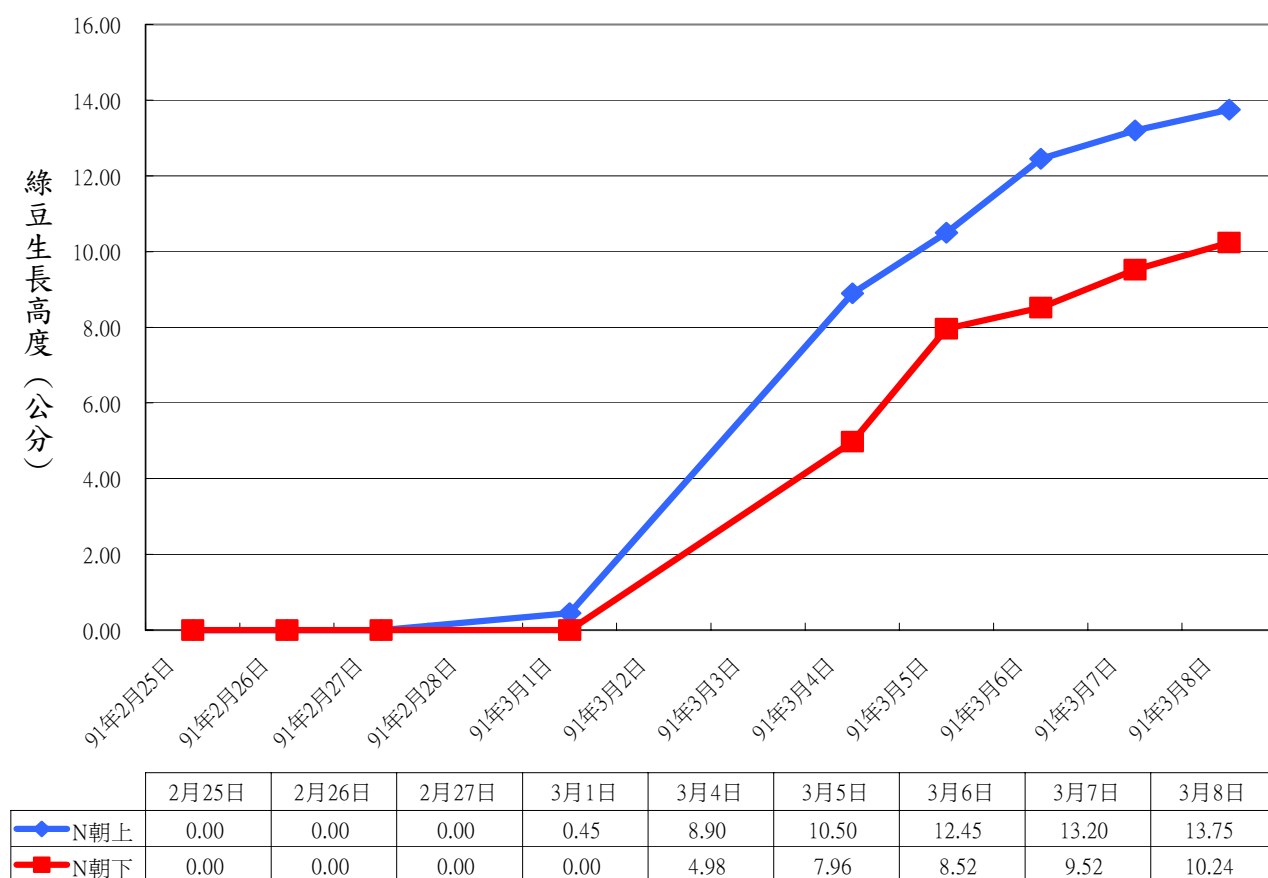
圖三、改變電流大小所產生的電磁場對綠豆生長的影響 (N 極朝上)



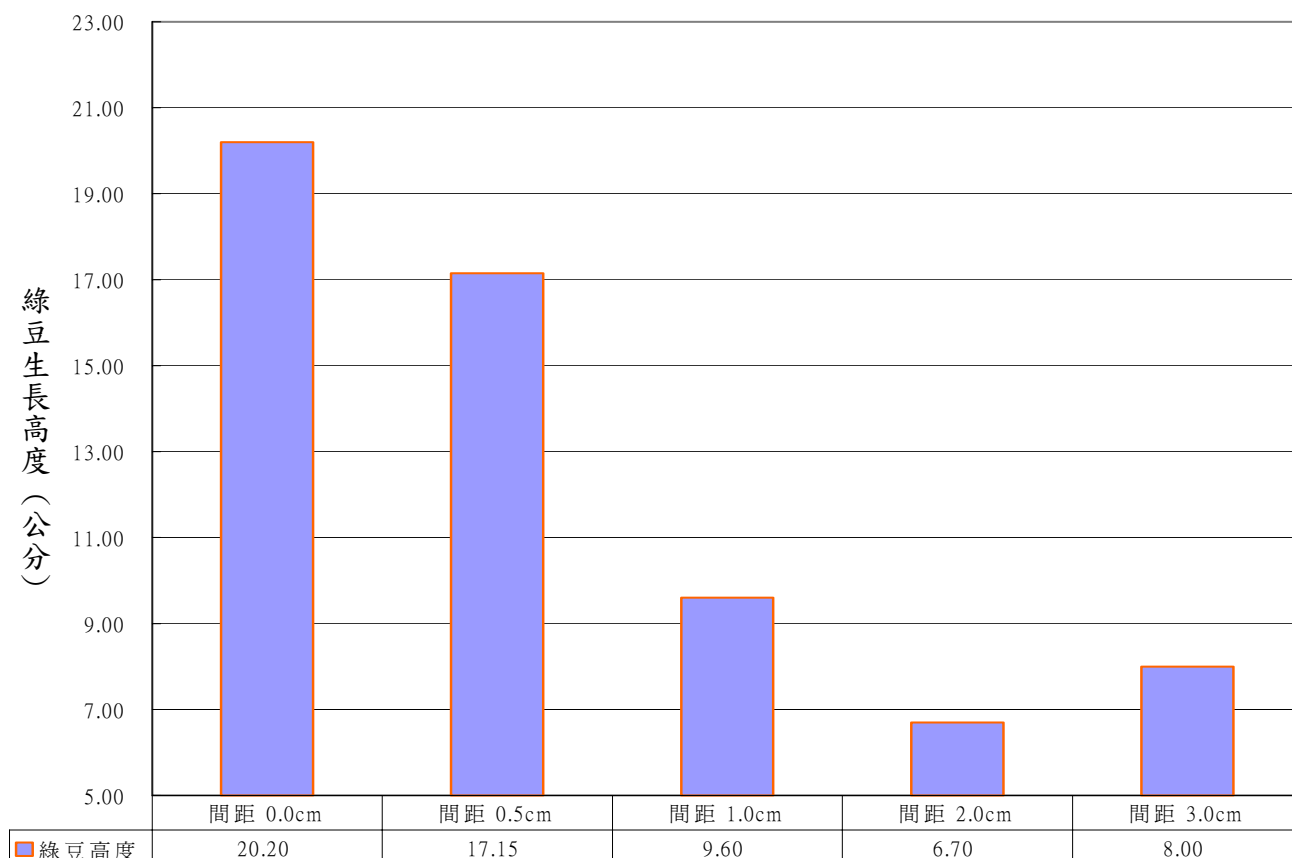
圖四、種植綠豆的鐵碗高度差異對綠豆生長的影響 (N 極朝上)



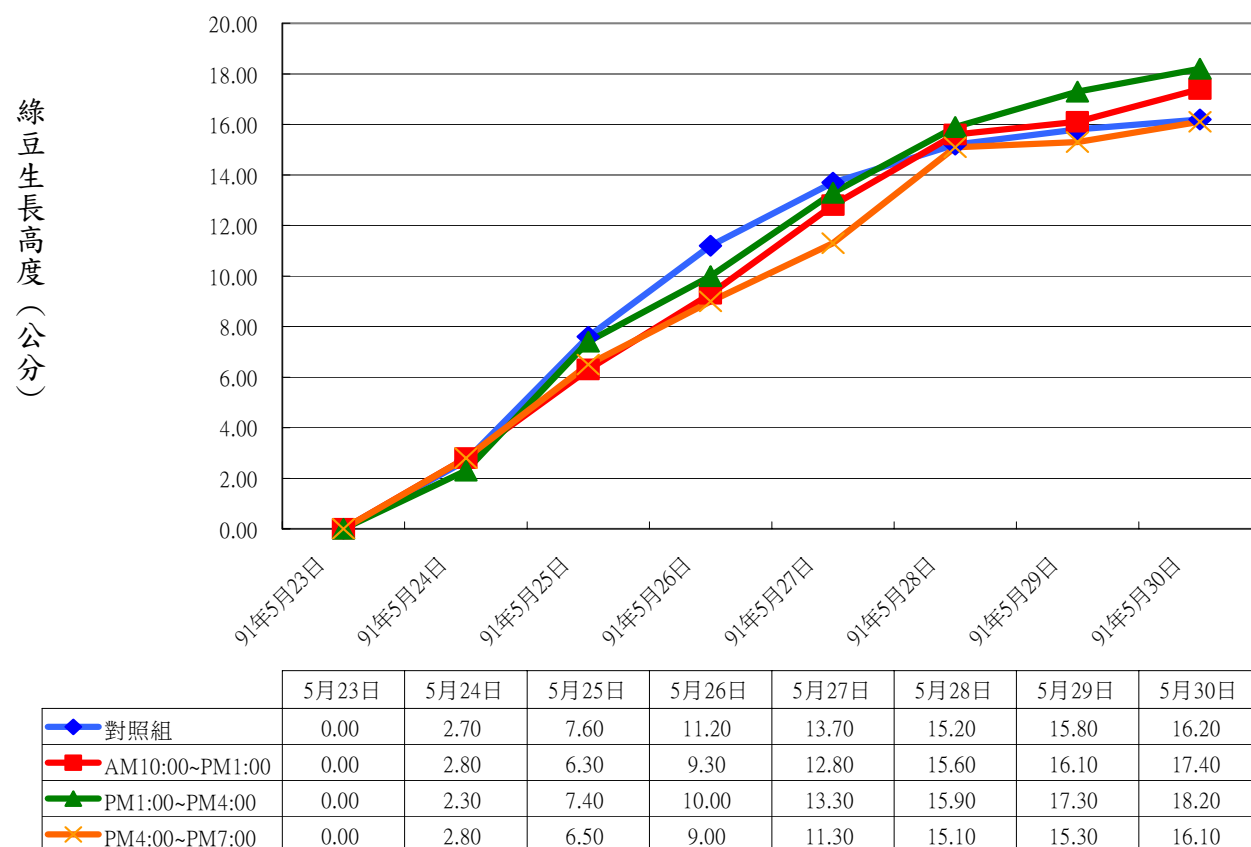
圖五、距離電磁場的遠近對綠豆生長的影響（N極朝上）



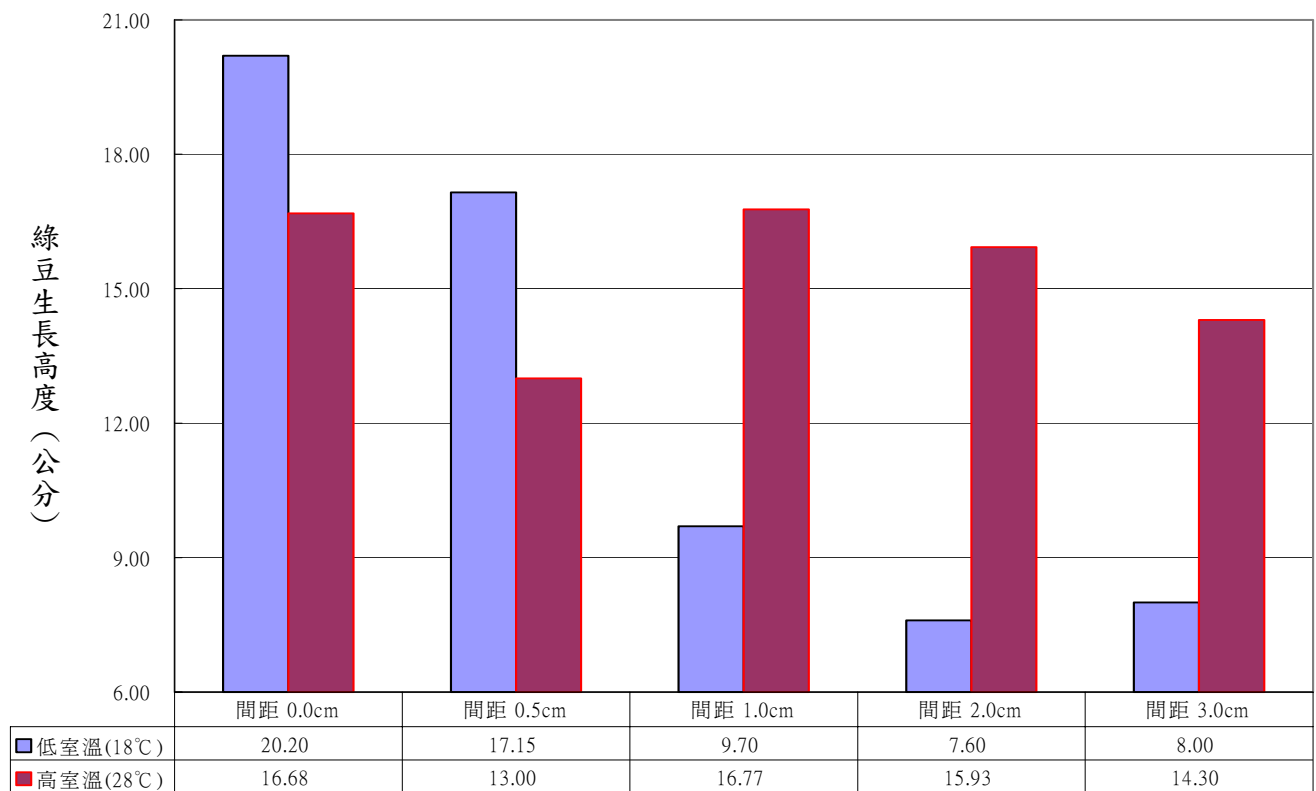
圖六、改變電磁場的方向對綠豆生長的影響（N極朝上）



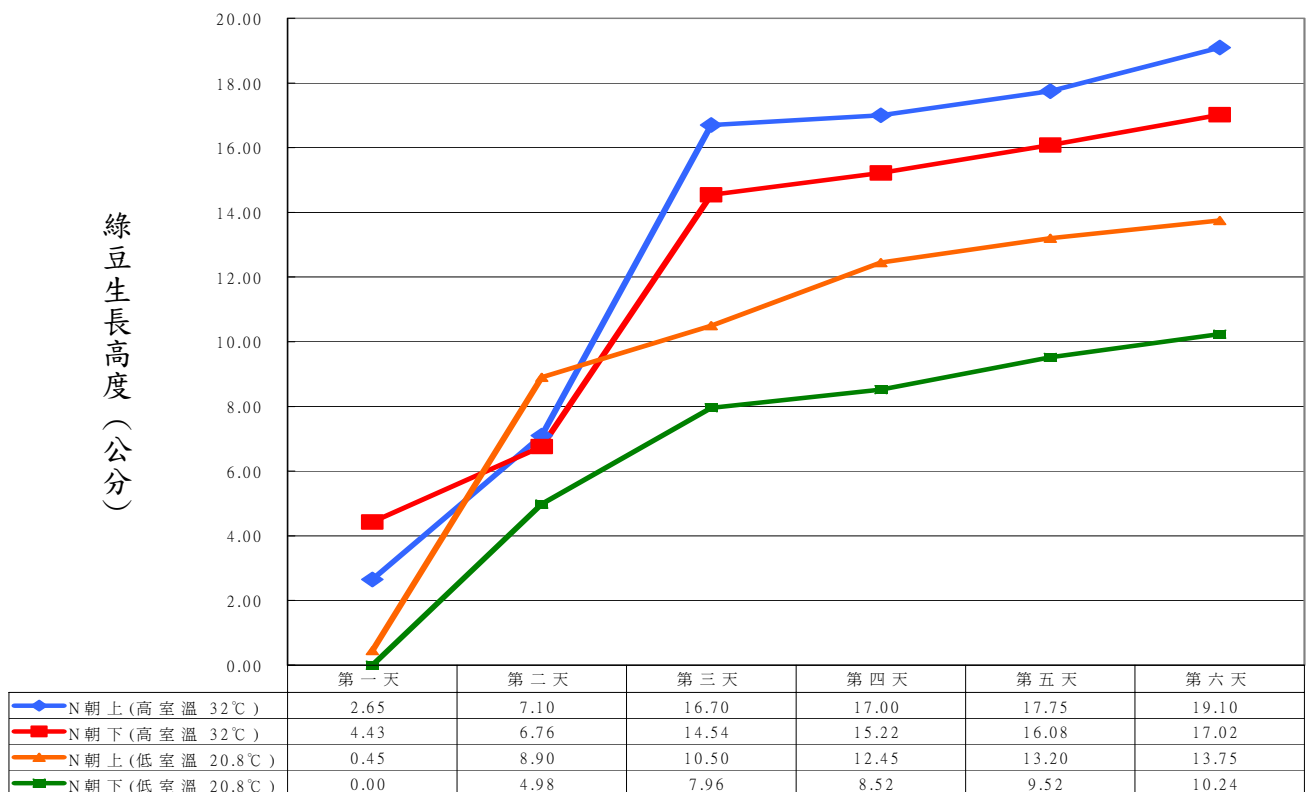
圖七、鐵碗高度相同但纏繞的漆包線圈距離間隔相異時對綠豆生長的影響（N 極朝上）



圖八、通入電流產生磁場的時段對綠豆生長的影響（N 極朝上）



圖九、不同的室溫電磁場效應對綠豆生長的影響（漆包線圈距離間隔相異）



圖十、不同的室溫電磁場效應對綠豆生長的影響（改變電磁場方向）