

# 中華民國第 58 屆中小學科學展覽會 作品說明書

---

國中組 生物科

第三名

030324

Wifi 對種子萌發與生長的影響—以北蔥為例

學校名稱：新北市立中山國民中學

作者：  國一 李昀儒  國一 周聿庭  國一 賴婕云	指導老師：  隋奇融  蘇彥學
---	-----------------------------

關鍵詞：北蔥、Wifi 電磁波、萌發與生長

## 摘要

本研究探討北蔥(*Allium schoenoprasum* Linn.)在播種前與播種後經 Wifi 照射處理 72 小時，是否對種子萌發與胚根的生長造成影響。本研究利用 Wifi 分享器與 ESP8266 無線網卡建置具有 2.4GHz 電磁波的環境，發現北蔥種子經 Wifi 處理後，萌發率和胚根的生長均受到抑制。本研究以澱粉洋菜膠與 dns 試劑二種方式檢測澱粉酶活性，發現經過 Wifi 處理的種子澱粉酶活性皆降低。透過醋酸地衣紅細胞染色觀察細胞分裂，觀察到對照組胚根正在進行細胞分裂的數量較經 Wifi 處理的實驗組數量多。

## 壹、研究動機

新聞有報導過「電磁波對人體會產生致癌物」及「電磁波照多了對頭腦有影響」。基於對這些問題的好奇，我們開始著手查詢有關電磁波的資料。在查資料的過程當中，我們發現可視的太陽光、看不見卻與生活息息相關的手機訊號、無線網路、微波爐等，都是電磁波。在科展群傑廳和瀏覽期刊進行文獻閱讀時，我們看到全國中小學科展曾有研究是 Wifi 對線蟲的生命週期以及氧化壓力的影響(巫珮奇&黃鈞暘, 2010)。此外，我們找到國外期刊的研究 Ayhan Akbal et al. (2010)是在探討手機電波對小扁豆的細胞分裂是否有變異。

近年來流行智慧手機、平板電腦及物聯網裝置，都是利用無線網路 Wifi 進行通訊。Wifi 普遍藉由頻率為 2.45GHz 的電磁波進行訊號的傳遞，於是我們好奇，Wifi 電磁波是否會對生物造成影響。我們希望藉由國小曾做過的種子萌發的經驗，來探討 Wifi 電磁波對植物種子的影響。七年級上學期學過酵素後，我們認為可以比較經 Wifi 電磁波處理後，澱粉酶酵素的活性是否被影響。北蔥生長期短、胚根質地柔軟以及容易取得，因此我們選擇以北蔥作為模式生物進行實驗

## 貳、研究目的

- 一、探討北蔥種子播種前與播種後照射 Wifi 環境中萌發的情形。
- 二、探討北蔥種子播種前與播種後照射 Wifi 環境中胚根生長的情形。
- 三、探討北蔥種子播種前與播種後照射 Wifi 環境中澱粉酵素的活性。
- 四、探討北蔥種子播種前與播種後照射 Wifi 環境中胚根細胞分裂的情形。

## 參、研究設備及器材

### 一、研究設備及器材

#### (一) 設備及器材

表 3.1、設備及器材

儀器名稱	器材名稱	藥品名稱
ESP8266	玻片	鹽酸
Wifi 分享器	剪刀	水
顯微鏡	鑷子	冰醋酸
溫度計	鋁箔紙	95%酒精
電子秤	培養皿	醋酸地衣紅
加熱板	濾紙	澱粉
風扇	籃子	洋菜粉
加熱板	滴管	碘液
分光光度計	攪拌棒	dns 試劑
離心機	燒杯	$\alpha$ -amylase
恆溫箱	鋼盆	
	試管	
	試管架	
	比色管	

#### (二)Wifi

Wi-Fi 是一種電磁波，頻率約 2.4 GHz。裝在市面上的許多產品，如：個人電腦、遊戲機、MP3 播放器、智慧型手機、平板電腦、印表機、筆記型電腦以及其他週邊裝置。

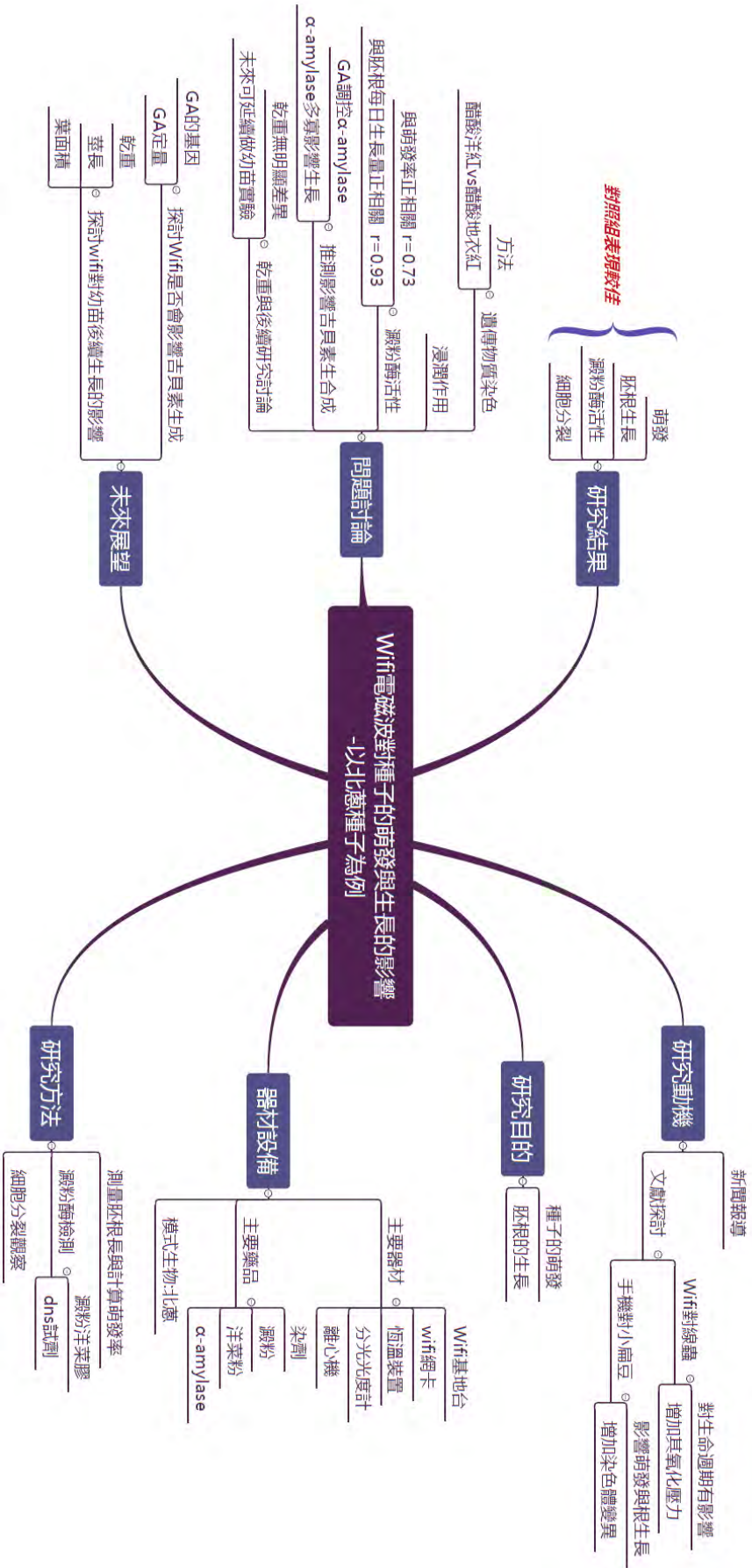
#### (三)ESP8266 說明

ESP8266 是一款超低功耗的 Wifi 透傳模組，也是一個微型處理器。擁有競爭力的封裝大小和超低能耗特點，專為移動裝置和物聯網應用設計，可將用戶的物理裝置連線到 Wi-Fi 無線網路上，進行互聯網或區域網路通訊，實現聯網功能。ESP8266 運行在 72.2Mbps 下，射頻的匯出功率一般為 15dBm，大約是 32mW。本實驗利用 ESP8266 做為無線網路卡，每兩秒能對無線網路分享器傳出一個要求封包，並等待接收回應封包。

### 二、實驗植物

北蔥(*Allium schoenoprasum* Linn.)是一種百合科(*Liliaceae*)蔥屬(*Allium*)植物，莖是卵狀圓柱形，葉 1~2 枚，光滑，管狀，中空，以台灣北部栽培最多，故名北蔥。由於耐熱、耐濕，種子又適合繁殖於 23~30°C 間，十分適合栽種。北蔥的根較細，萌發時間短，方便觀察。

# 肆、研究過程及方法



一、心智圖

## 二、流程圖

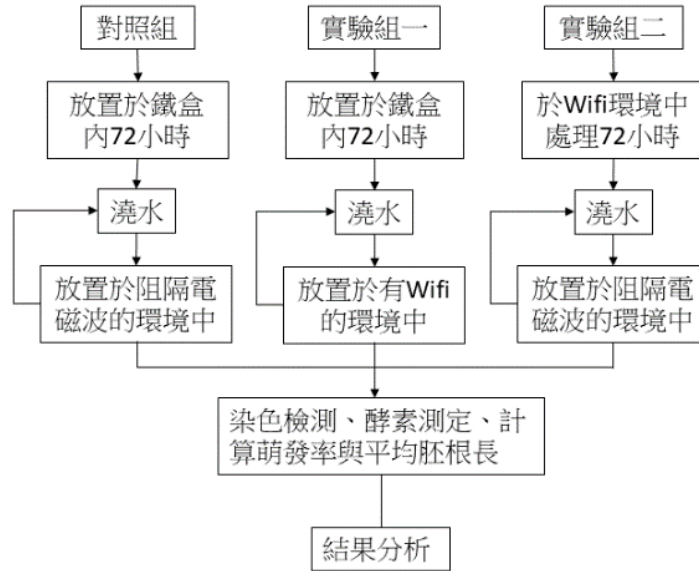


圖 4.1、研究流程

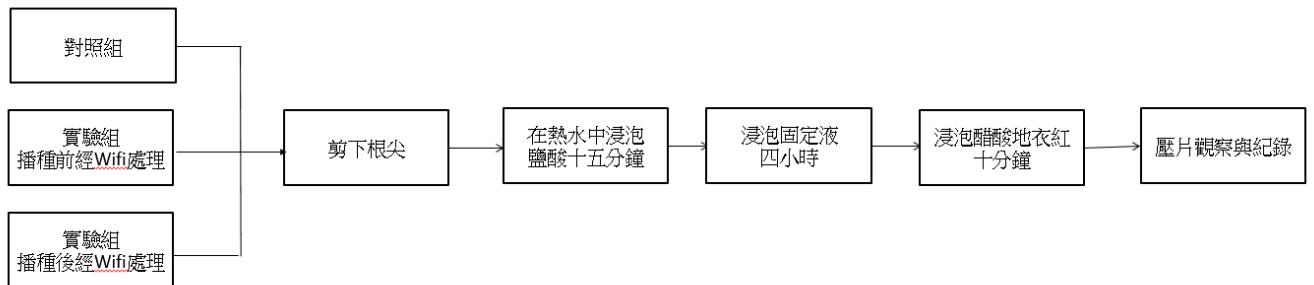


圖 4.2、根尖染色流程

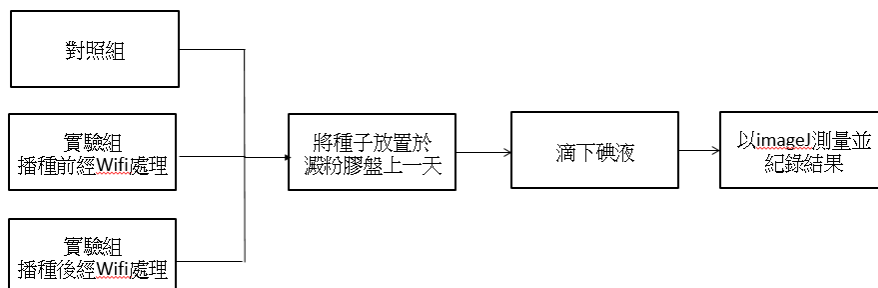


圖 4.3、澱粉洋菜膠檢測澱粉酶活性

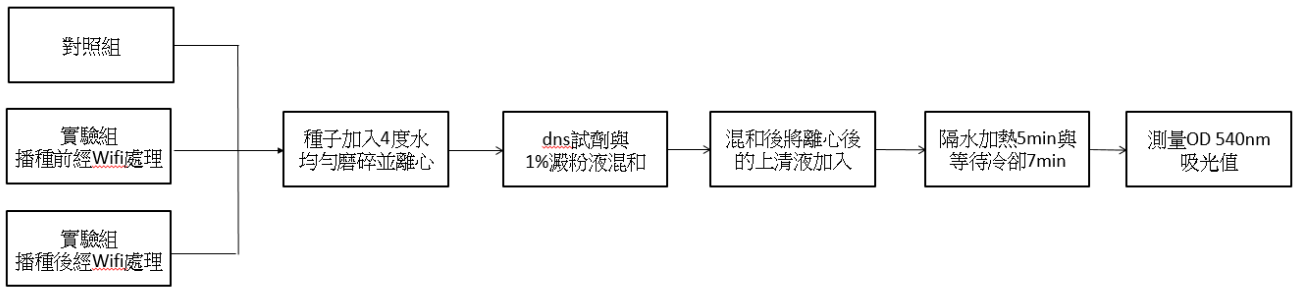


圖 4.4、dns 試劑檢測  $\alpha$ -amylase 濃度流程

### 三、說明

#### (一)環境的建置

環境因子		電磁波	
溫度	攝氏 25 度	網卡數量	4 個
光線	無光環境	網卡功率	15dBm(32mW)
澆水量	每日固定	網卡距離	10cm

表 3.2、建置環境

- (1)利用 Esp8266 網卡和包覆鋁箔的保麗龍箱建置一個 Wifi 環境。
- (2)利用保鮮膜包住培養皿，防止水分散失太快，並於保鮮膜上戳洞，使空氣流通。
- (3)使用濾紙鋪在培養皿底部。



圖 4.5、照射 Wifi 環境，A. Wifi 分享器 B. 風扇 C. 種子種植處 D. Wifi 網卡 E. 溫度計。

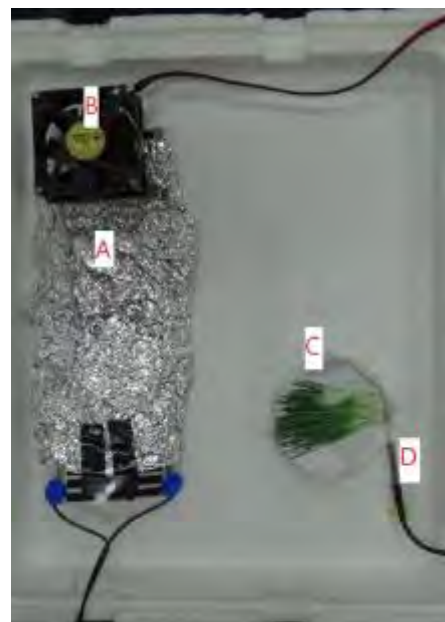


圖 4.6、無照射 Wifi 環境，A. 加熱板 B. 風扇 C. 北蔥種子種植處 D. 溫度計



圖 4.7、照射 Wifi 環境，使用保麗龍箱，並用鋁箔包覆內壁，保持溫度恆定及防止電磁波外溢。



圖 4.8、無照射 Wifi 環境，使用保麗龍箱，並用鋁箔包覆內壁，保持溫度恆定及防止電磁波外溢。



圖 4.9、整體環境配置，A. 無 Wifi 環境、B. 有 Wifi 環境、C. 溫度監控設備。



圖 4.10、溫度監控設備，可偵測兩個環境的溫度。若溫度不同時，開啟加熱板，使兩邊溫度相同。

## (二) 測量胚根長

(1) 以 ImageJ 開啟待測量的照片。

(2) 以照片中尺的一公分為基準，以 set scale 功能將相片畫素轉換成公分。

(3) 測量每一個種子的發芽胚根長度。

(4) 各組數據間比較皆採用雙尾 T 檢定， $\alpha$  值 0.05， $p$  值  $< 0.05$  時達統計顯著差異。



### (三)計算萌發率

- (1)利用紀錄時的照片計算種子總數與萌發數。
- (2)以萌發數除以總種植種子數目計算萌發率

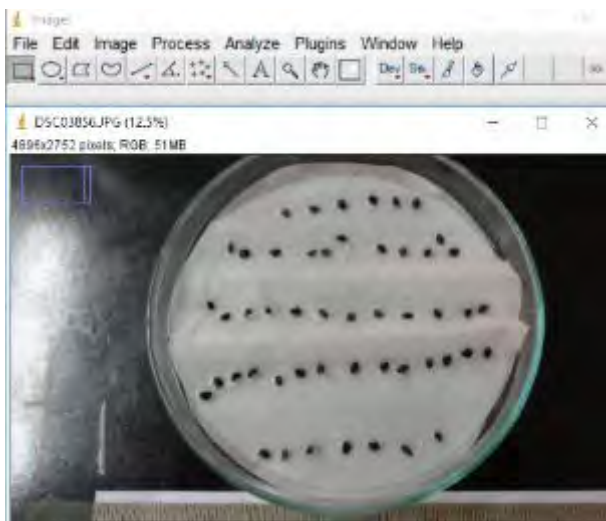


圖 4.11、使用 ImageJ 開啟紀錄的照片

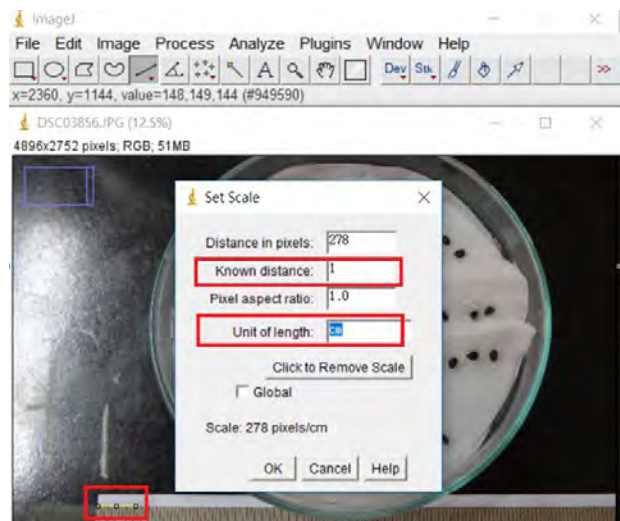


圖 4.12、畫一條直線與一公分刻度，利用 set scale 功能將畫素與公分做連結。

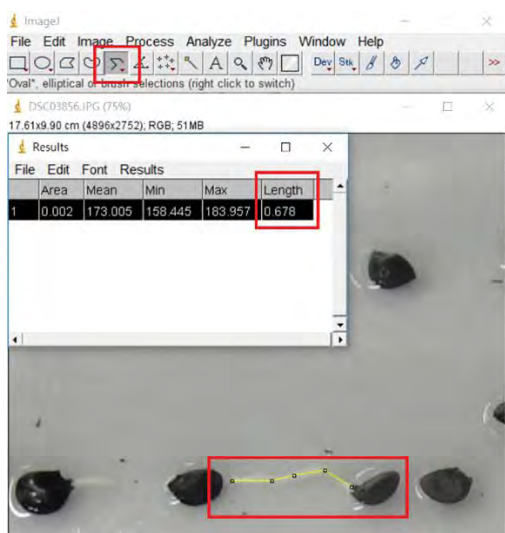


圖 4.13、ImageJ 描繪工具，測量胚根長度。

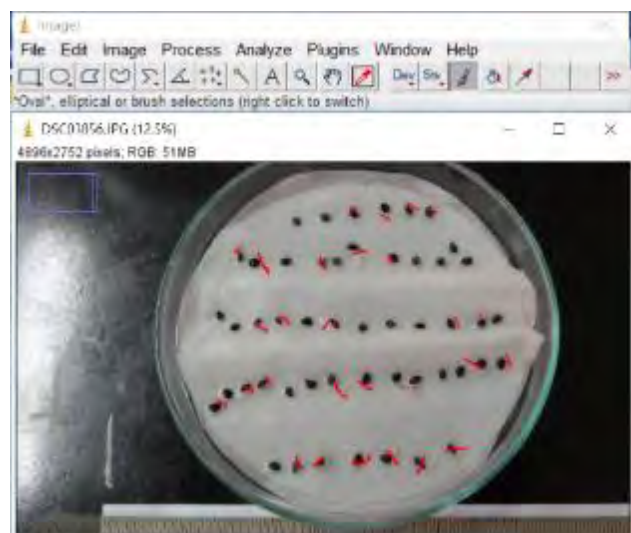


圖 4.14、利用 ImageJ 的畫記工具，計算萌已萌發的種子數。

### (四)澱粉酵素活性檢測

- (1)將 2.5g 的洋菜膠、0.5g 的澱粉與 100ml 的純水，放入燒杯中。
- (2)使用加熱板與攪拌子加熱和攪拌。
- (3)加熱至洋菜膠完全溶解後，倒入 15ml 至培養皿中。
- (4)取 30 個已發芽的北蔥，10 個為一組，壓碎種子部分，並平鋪在培養皿上。
- (5)經過一日之後，將北蔥移除，並滴入碘液。



(6) 移除多餘的碘液，並拍照。

(7) 使用 ImageJ 測量非藍色區域的面積大小。

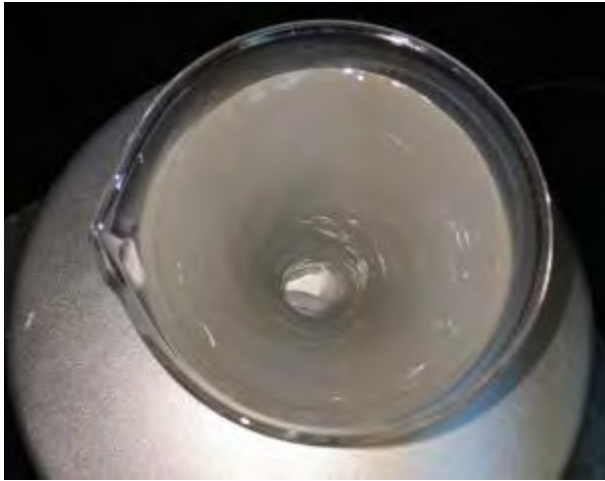


圖 4.15、將洋菜粉、澱粉、蒸餾水與攪拌子放在加熱板上進行加熱與攪拌。

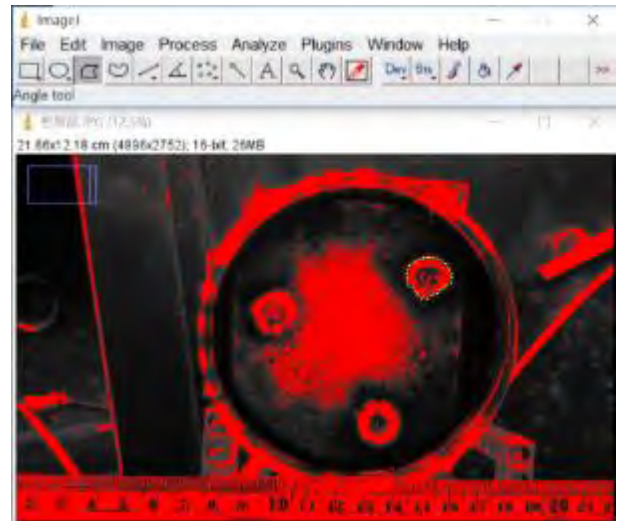


圖 4.16、將畫素與長度做連結後，描繪出非藍黑色的區塊，即無澱粉區域的面積。

(五) 利用 dns 試劑檢測  $\alpha$ -amylase 濃度

(1) 製作  $\alpha$ -amylase 與 OD 540nm 吸光值檢量線

1. 配製 1%、0.5%、0.25%、0.125%、0.0625%、0.03125% 之  $\alpha$ -amylase 溶液。
2. 配製 1% 澱粉溶液。
3. 將 dns 試劑加入澱粉溶液與  $\alpha$ -amylase 溶液。
4. 一分鐘後，隔水加熱五分鐘。
5. 取出降溫七分鐘。
6. 放入分光光度計測量吸光值。

(2) 測定種子  $\alpha$ -amylase 含量

1. 將 15 個種子與 10ml 攝氏 4 度冰水，用研鉢磨碎。
2. 將磨過的種子到入離心管中，放入離心機使殘渣沉澱取得上清液。
3. 將 dns 試劑加入澱粉溶液與上清液。
4. 一分鐘後，隔水加熱五分鐘。
5. 加熱五分後，取出降溫七分鐘。
6. 放入分光光度計測量 OD 540nm 吸光值。

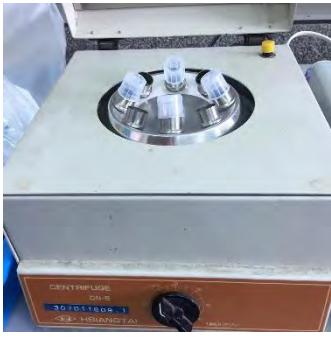


圖 4.17、離心取得上清液



圖 4.18、測定 OD 540nm

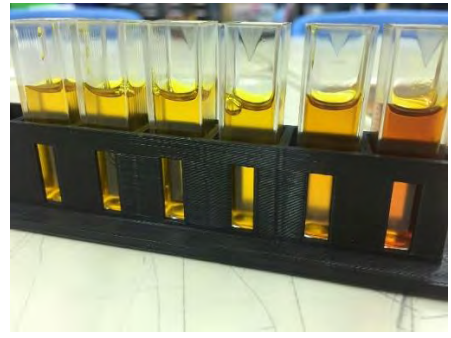


圖 4.19、隔水加熱後溶液

#### (六)染色觀察細胞分裂

- (1)於中午 12:30 剪下種子胚根根尖約 0.5 公分。
- (2)浸泡鹽酸，並在鐵盆中盛裝熱水浸泡約 15 分鐘。
- (3)浸泡於 Carony 固定液 4 小時。
- (4)移至醋酸地衣紅浸泡約 10 分鐘。
- (5)將染色後的組織壓片用顯微鏡觀察。
- (6)計算正在進行細胞分裂的細胞數量。

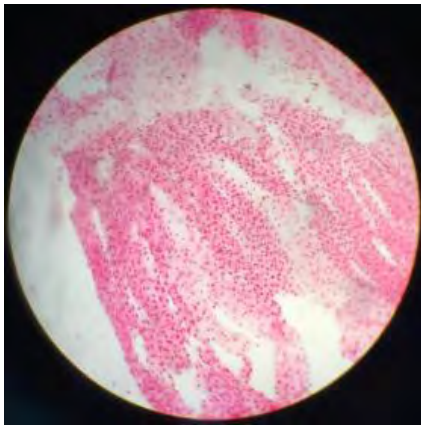


圖 4.20、將根尖壓片後的圖，倍率 40x。



圖 4.21、將根尖壓片後的圖，倍率 400x。

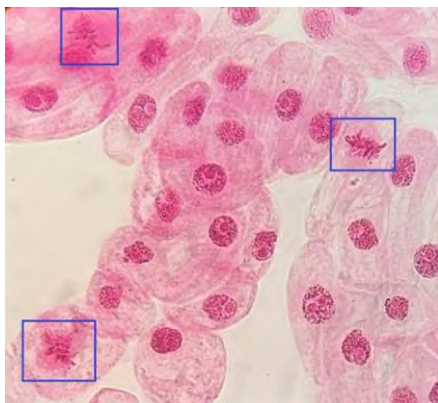


圖 4.22、正在進行細胞分裂的根尖細胞。

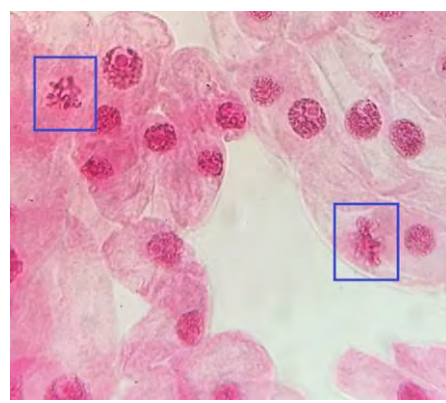


圖 4.23、正在進行細胞分裂的根尖細胞。

## 伍、研究結果

本研究以 Wifi 網卡與 Wifi 分享器建置 Wifi 電磁波的環境，將種子置入做處理後，進行種子萌發與胚根長做紀錄與測量。

### 一、北蔥種子播種前照射 Wifi 與播種後照射 Wifi 的萌發情形

經 Wifi 處理後的北蔥種子，萌發率均較對照組低。以播種後經 Wifi 處理的實驗組的萌發率與對照組差異最大，分別於第三天與對照組相差 6.9% 及第四天相差 6.7%。

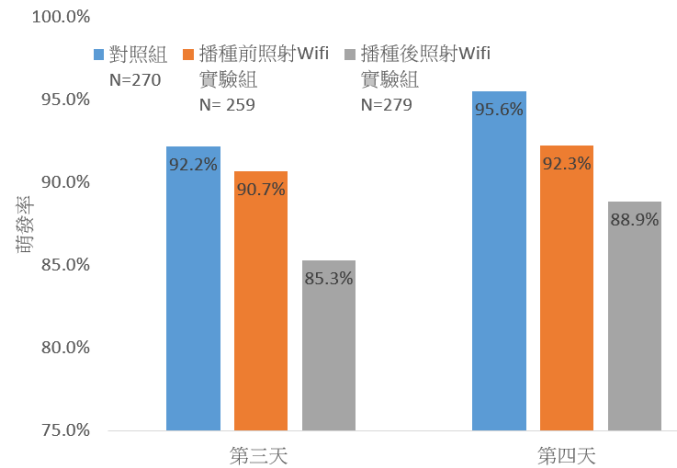


圖 5.1、每日萌發率。

### 二、北蔥種子播種前照射 Wifi 與播種後照射 Wifi 的胚根生長情形

經過 Wifi 處理過的種子，在第二天平均胚根長與標準誤無顯著差異。由圖可知，第三天與第四天對照組的胚根長度皆較實驗組長。各組胚根生長情形之比較的統計方法以雙尾 T 檢定， $\alpha$  值為 0.05， $p$  值  $< 0.05$  即為統計顯著差異。在第三天與第四天時，對照組與實驗組胚根生長的情形皆達統計上顯著差異。

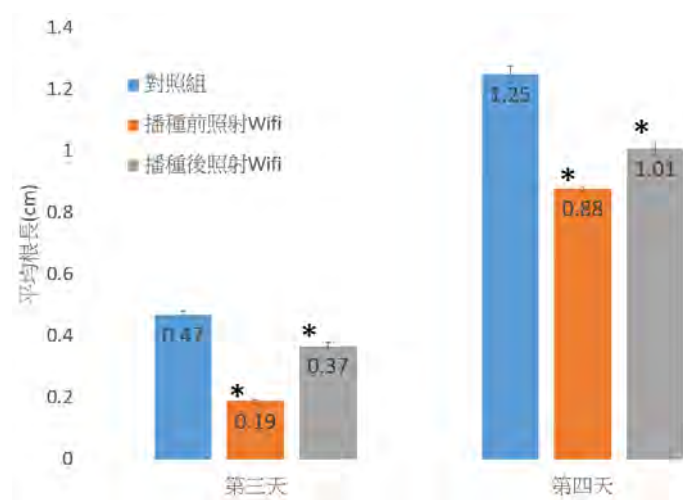


圖 5.2、每日平均胚根長(平均  $\pm$  標準誤)

\* 表示與對照組相比，進行雙尾 T 檢定，達統計上顯著差異( $p$  值  $< 0.05$ )。

### 三、北蔥種子播種前照射 Wifi 與播種後照射 Wifi 的澱粉酶活性

將對照組與實驗組的種子壓碎後移至澱粉洋菜膠上一日，使用碘液染色檢測澱粉。從圖可知第三天與第四天的種子以對照組分解澱粉的能力最好。

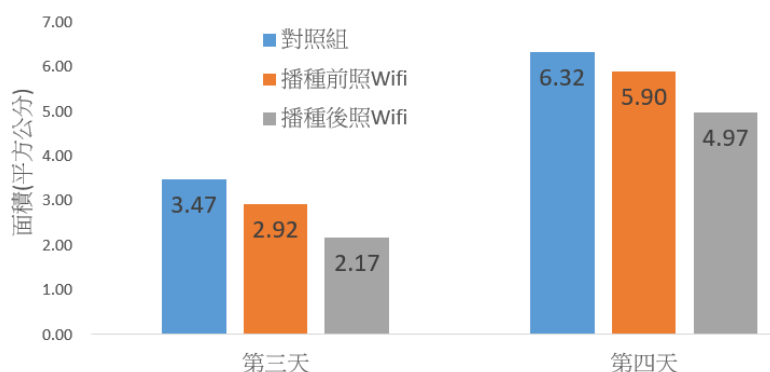


圖 5.3、澱粉洋菜膠褐色面積。

我們想要更精確的測定酵素活性，使用 dns 試劑檢測澱粉酶。將定量的  $\alpha$ -amylase 與 dns 試劑做出的 OD 540nm 吸光值與  $\alpha$ -amylase 濃度的檢量線。並於第二天與第四天處理北蔥種子檢驗其 OD 540nm，並以檢量線推測其  $\alpha$ -amylase 濃度。由表 5.1 可知對照組的  $\alpha$ -amylase 濃度皆比實驗組高。

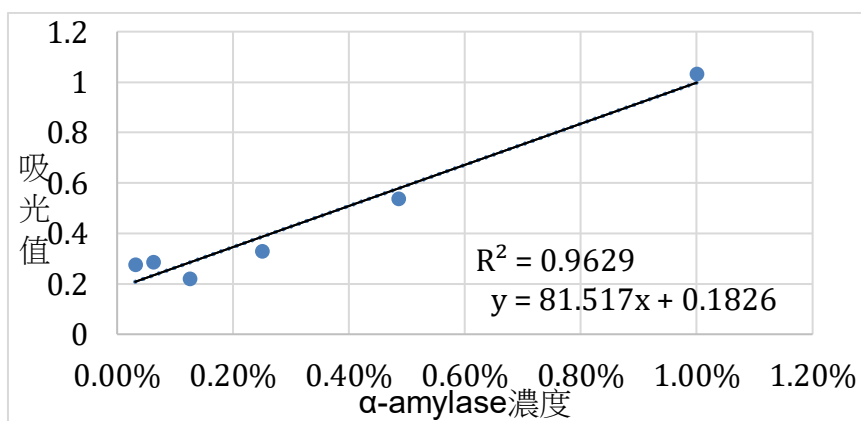


圖 5.4、 $\alpha$ -amylase 與 OD 540nm 吸光值檢量線

組別	項目	第二天	第四天
對照組	Abs	0.366	0.413
	$\alpha$ -amylase	0.22%	0.28%
播種前經 Wifi 處理 72 小時	Abs	0.29	0.34
	$\alpha$ -amylase	0.13%	0.19%
播種後經 Wifi 處理 72 小時	Abs	0.277	0.342
	$\alpha$ -amylase	0.12%	0.20%

表 5.1、OD 540nm 吸光值與澱粉酶



#### 四、北蔥種子播種前照射 Wifi 與播種後照射 Wifi 的細胞分裂情形

將第四天的北蔥種子取下胚根，使用醋酸地衣紅處理染色，觀察胚根細胞分裂的情形，記錄下處於細胞分裂狀態的細胞數目。從表可知，對照組與實驗組正在進行細胞分裂的數量出現有些許差距，對照組出現的數量較多。

組別	細胞分裂數目	
	第二天	第四天
對照組 N=4000	3	11
實驗組播種前照射 Wifi N=4000	0	5
實驗組播種後照射 Wifi N=4000	1	1

表 5.2、對照組與實驗組的細胞分裂數

## 陸、討論

### 一、染色遺傳物質的方法討論：

植物細胞壁是纖維素構成，鹽酸能夠軟化纖維素，以利後續的壓片觀察。Carnoy 固定液能使染色體內的蛋白質更容易被醋酸地衣紅染色。一開始我們是使用醋酸洋紅來進行染色實驗，可是由於醋酸洋紅的染色時間較醋酸地衣紅長，所以改用醋酸地衣紅來進行染色實驗，以下是醋酸洋紅和醋酸地衣紅的比較表。

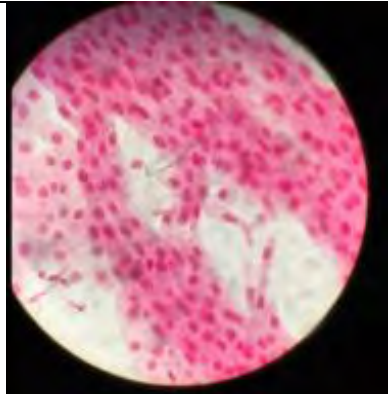
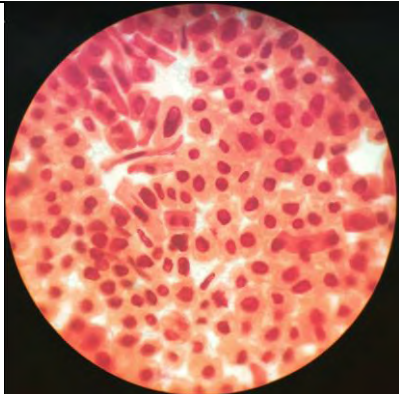
比較項目	醋酸洋紅	醋酸地衣紅
染色時間	144 小時	10 分鐘
藥劑使用量	20ml	蓋過種子量
泡固定液時間	24 小時	4 小時
染色結果		

表 6.1、醋酸洋紅與醋酸地衣紅比較

## 二、胚根細胞分裂日週期性：

最初在做遺傳物質染色觀察時，是在每日下午 5 時將胚根取下，浸泡鹽酸與 Carnoy 固定液。然而我們發現能觀察到的數量極少，經查詢文獻後得知同屬於蔥屬的洋蔥，其細胞分裂具有日週期性。經我們實驗後也發現，中午 12 時至 13 時之間的細胞分裂較容易被觀察，因此後續的實驗都是中午取下種子的胚根。

## 三、種子萌發受到浸潤作用的影響：

由下表可知，第二天的萌發率約 20%，而第三、四天皆超過 85%。我們得知種子萌發受到浸潤的影響，種子經水充分的浸泡，軟化種皮後，讓種子的胚能夠順利吸到水分，促進種子發芽。因此在實驗結果中，我們將第一天到第二天這 24 小時，視為浸潤時間。從第三天起開始進行萌發率及胚根生長的統計與分析。

時間	第一天	第二天	第三天	第四天
對照組 N=270	0.0%	21.9%	92.2%	95.6%
播種前照射 Wifi 實驗組 N= 259	0.0%	19.7%	90.7%	92.3%
播種後照射 Wifi 實驗組 N=279	0.0%	20.4%	85.3%	88.9%

表 6.2、播種後萌發率統計

## 四、Wifi 電磁波對種子乾重影響以及後續研究方向：

將第四天的種子放入烘箱中，烘乾後秤得種子乾重，並求其平均值。由下表可知，對照組與實驗組的種子乾重差異不明顯。我們認為乾重較適合用於幼苗的組織有葉綠體後，能開始行光合作用製造醣類，若是 Wifi 能對幼苗的發育與生長有影響，則乾重則會出現較大的差異。

	平均重量(公克)
對照組	0.0052
播種後經 Wifi 處理	0.0052
播種前經 Wifi 處理	0.0044

表 6.3、種子乾重



### 五、萌發率與澱粉酶活性檢測的結果是否有相關：

將所有萌發率與其對應的澱粉酶，分解澱粉的面積做迴歸分析，得相關係數 0.73，為高度正相關。由圖可知，澱粉酶活性確實與萌發率有相關性，也可推測 Wifi 電磁波影響澱粉酶的分解能力，導致萌發率受到抑制。

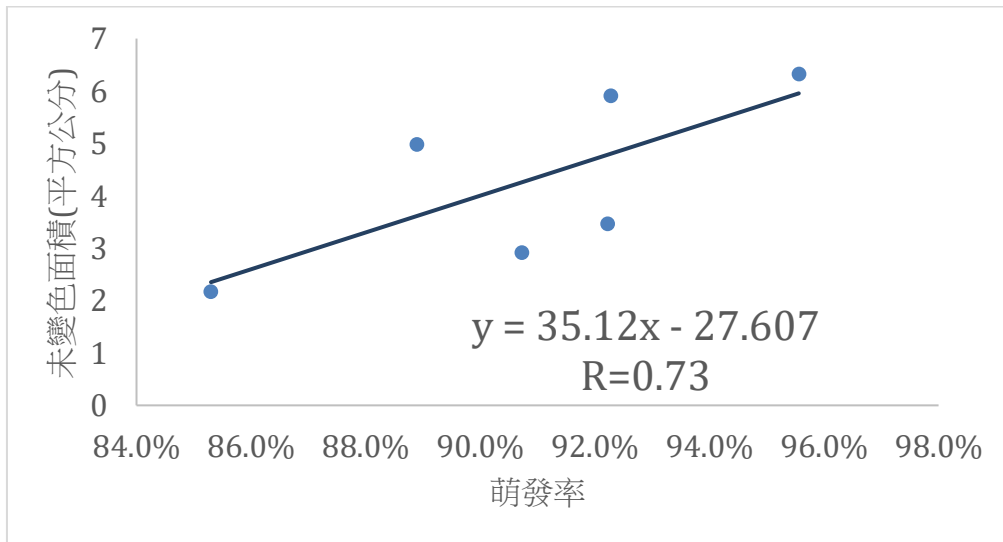


圖 6.1、萌發率與其對應的澱粉酶分解澱粉的面積散佈圖與回歸線

### 六、平均胚根長的每日生長量與澱粉酶活性檢測的結果是否有相關：

將每一組的每日平均胚根長生長量與其對應的澱粉酶，分解澱粉的面積做迴歸分析，得相關係數 0.93，為高度正相關。由圖和表可知，胚根長每日平均生長量，與澱粉酶的分解能力有高度正相關。也可推測，Wifi 影響澱粉酶的分解能力，導致胚根的生長受到抑制。

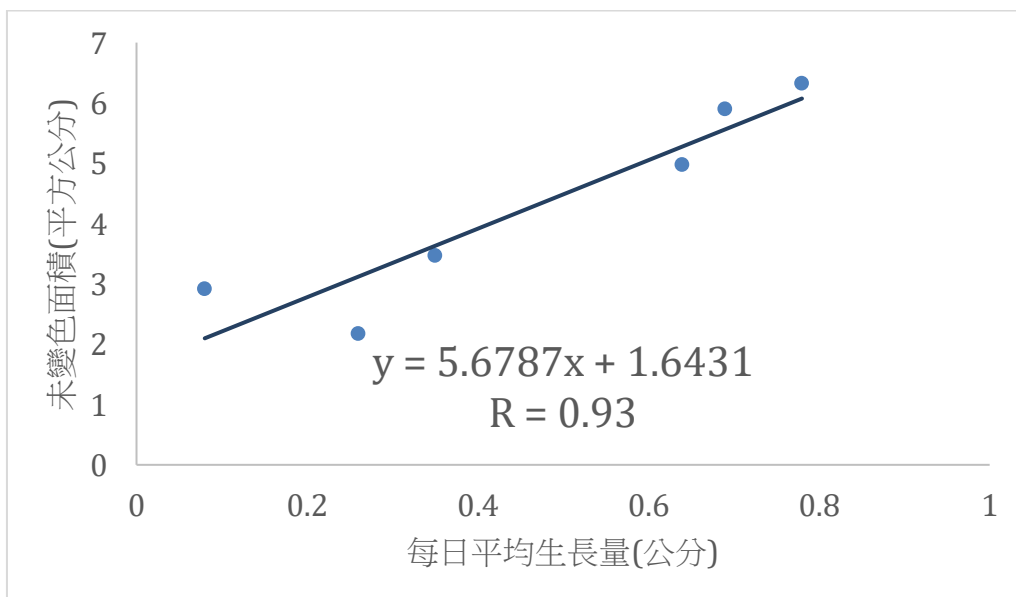


圖 6.2、每日平均生長量與其對應的澱粉酶分解澱粉的面積散佈圖與回歸線

## 七、Wifi 電磁波對種子吉貝素的影響：

吉貝素能打破種子休眠，促進種子內的養分分解功能。萌發中的種子，胚會產生吉貝素，調節糊粉層細胞產生澱粉酶等酵素，促進胚乳中的大分子分解成小分子養分，提供種子萌發與生長所需。本研究中發現沒有經 Wifi 處理的對照組種子萌發率、胚根生長、澱粉酶量及細胞分裂數量皆較實驗組佳，故推測 Wifi 電磁波會影響胚生合成吉貝素。

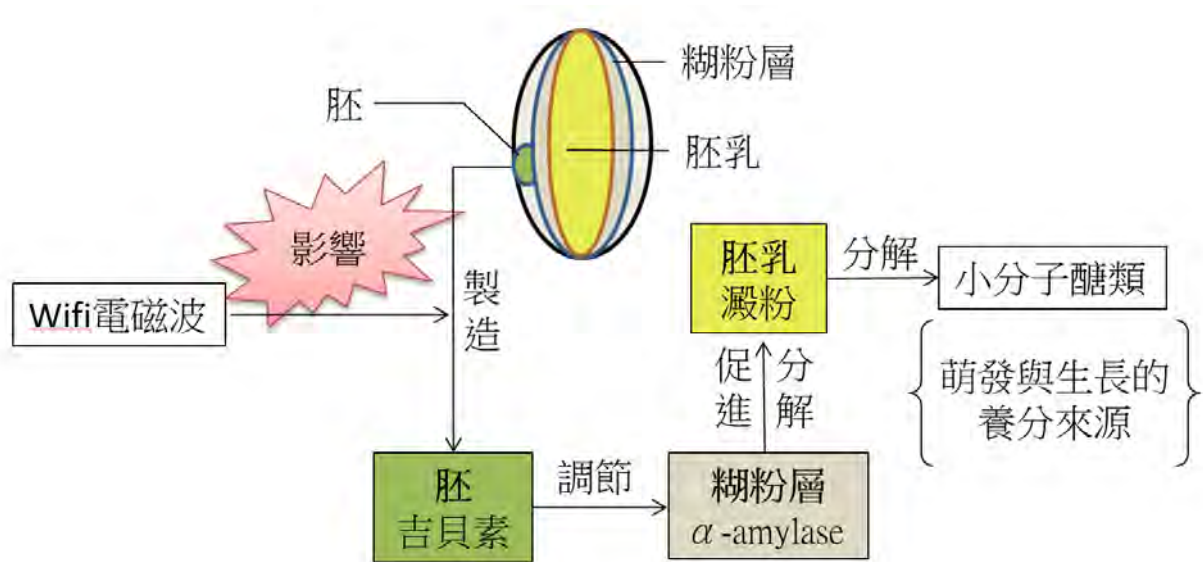


圖 6.3、Wifi 對種子萌發與生長影響示意圖

## 八、未來展望

- (一)探討 Wifi 是否會影響吉貝素的生合成，例如吉貝素基因的表現量。
- (二)探討 Wifi 是否會影響幼苗的發育和生長，例如追蹤其 7 日後、14 日後…等的乾重。
- (三)探討 Wifi 影響種子萌發與生長的機轉，並推廣到其他的生物種上。

## 柒、結論

- 一、Wifi 電磁波具有抑制種子萌發與生長的效果。於播種前或播種後將北蔥種子經 Wifi 處理，抑制北蔥的萌發率與胚根的生長。
- 二、播種前經 Wifi 處理或播種後經 Wifi 處理的抑制程度不同，萌發率為播種後處理最低，而胚根生長情形則以播種前處理最差。
- 三、經 Wifi 處理的種子，其澱粉酶的分解能力及含量降低，影響大分子養分的分解，導致萌發率與胚根生長較差，也造成胚根分生細胞正在進行細胞分裂的數量較少。

## 捌、參考資料及其他

- AkbalAyhan, KiranYasar, SahinAhmet, Turgut-BalikDilek, & BalikH.Hasan. (2012). Effects of Electromagnetic Waves Emitted by Mobile Phones on Germination, Root Growth, and Root Tip Cell Mitotic Division of *Lens culinaris Medik.* *Pol. J. Environ. Stud.*
- ESPRESSIF. (2017). ESP8266 WiFi 模組用戶手冊 .
- 行政院農委會. (2016). 台灣栽培青蔥品種-北蔥、四季蔥、大蔥. 擷取自 行政院農委會青蔥主題館.
- 巫珮奇, & 黃鈞暘. (2010). 無線寬頻 WiMAX 2.4GHz 電磁波對線蟲老化的影響. 中華民國第 50 屆中小學科學展覽會.
- 張寶元. (2002). 洋蔥根尖細胞有絲分裂的周期性. *中學生物教學雜誌*.
- 清華大學高中生命科學人才培育計畫. (2011). 植物種子澱粉酶活性測定.

## 【評語】 030324

本研究探究電磁波對植物種子萌芽及生長的影響，由於電磁波的當代應用非常廣泛，故本研究的成果可能對科學及人類社會產生具影響力的貢獻。建議作者應對前人研究更廣泛的搜尋與參考，對自然界的電磁波基本強度與範圍有基本的認識，方能有助於實驗設計的適當性。此外，根據現有資料及推測圖 6.3 WIFI 對種子萌芽與生長的作用示意圖，顯然證據上不充分，宜再補強。

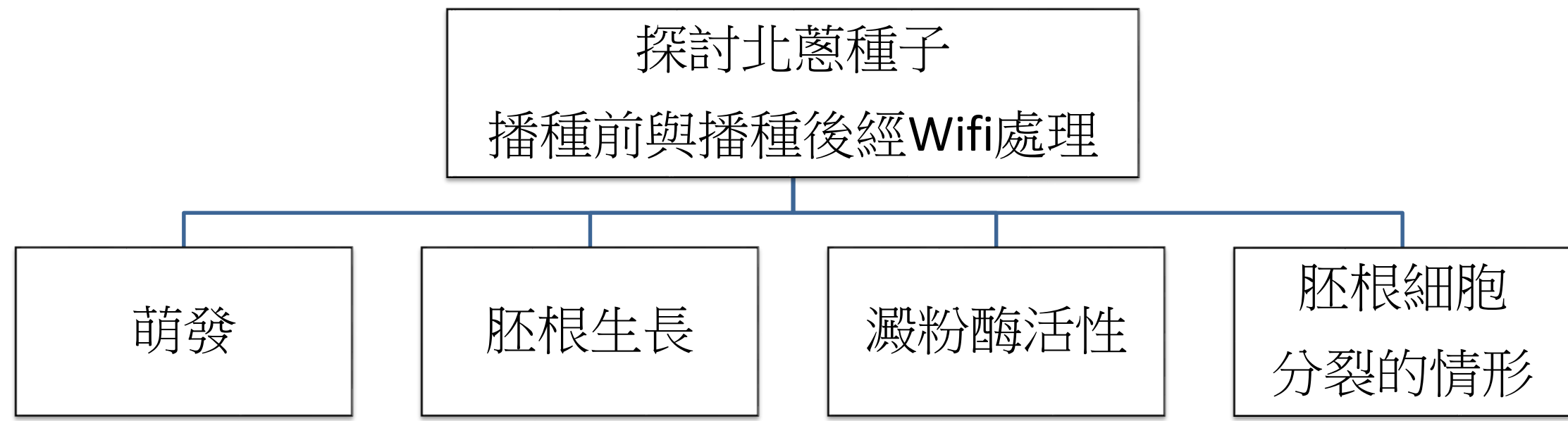


## 壹、研究動機

新聞有報導過「電磁波對人體會產生致癌物」及「電磁波照多了對頭腦有影響」。基於對這些問題的好奇，我們開始著手查詢有關電磁波的資料。在查資料的過程當中，我們發現可視的太陽光、看不見卻與生活息息相關的手機訊號、無線網路、微波爐等，都是電磁波。在科展群傑廳和瀏覽期刊進行文獻閱讀時，我們看到全國中小學科展曾有研究是Wifi對線蟲的生命週期以及氧化壓力的影響(巫珮奇&黃鈞暘, 2010)。此外，我們找到國外期刊的研究Ayhan Akbal et al. (2010)是在探討手機電磁波對小扁豆的細胞分裂是否有變異。

近年來流行智慧手機、平板電腦及物聯網裝置，都是利用無線網路Wifi進行通訊。Wifi普遍藉由頻率為2.45GHz的電磁波進行訊號的傳遞，於是我們好奇，Wifi電磁波是否會對生物造成影響。我們希望藉由國小曾做過的種子萌發的經驗，來探討Wifi電磁波對植物種子的影響。七年級上學期學過酵素後，我們認為可以比較經Wifi電磁波處理後，澱粉酶酵素的活性是否被影響。北蔥生長期短、胚根質地柔軟以及容易取得，因此我們選擇以北蔥作為模式生物進行實驗。

## 貳、研究目的



## 參、研究設備及器材

環境因子		電磁波	
溫度	攝氏25度	網卡數量	4個
光線	無光環境	網卡功率	32mW
澆水量	每日固定	網卡距離	10cm

表3.1、環境參數

## 肆、研究過程及方法

### 一、對照組與實驗組

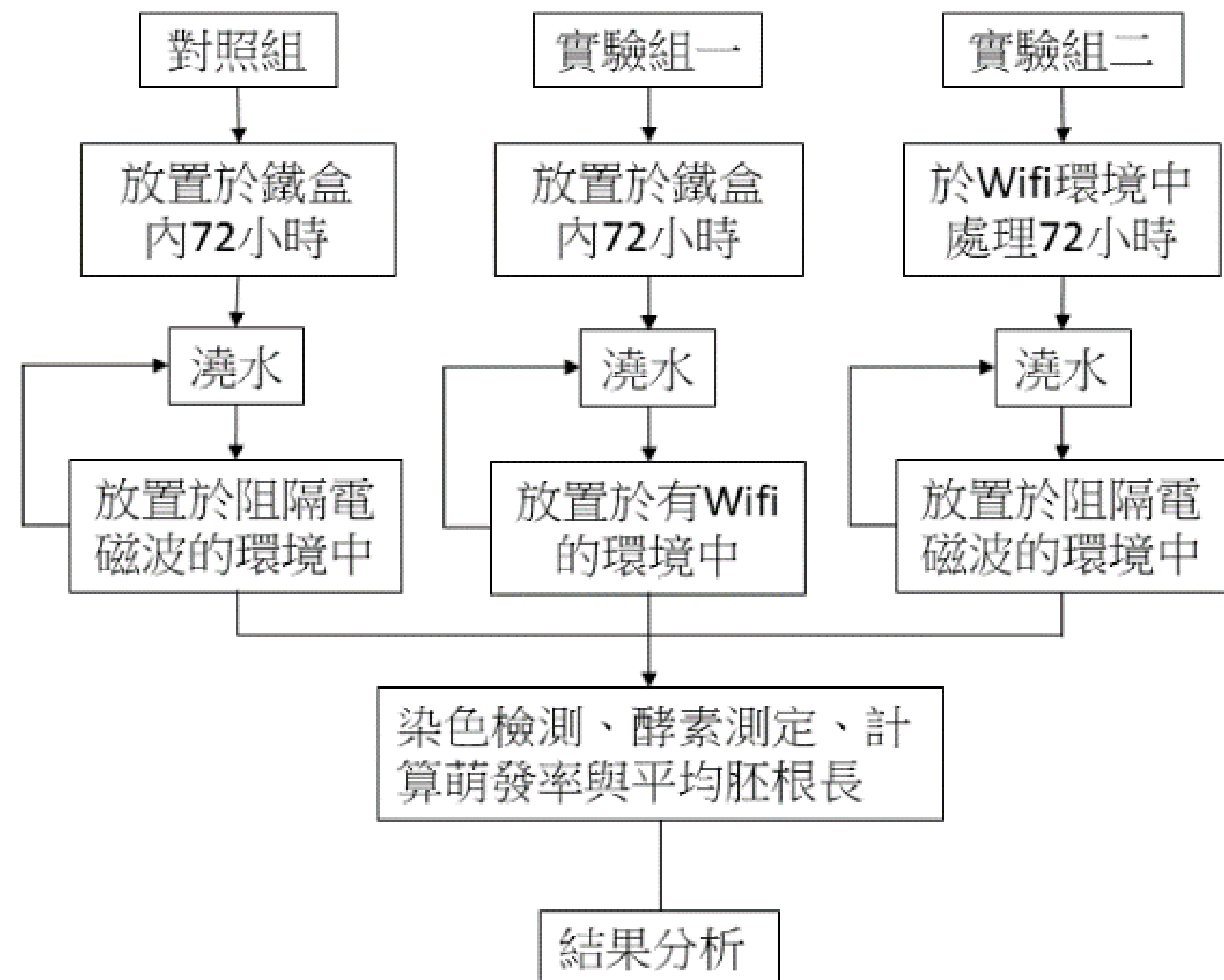


圖4.1、對照組與實驗組之流程圖

### 二、北蔥萌發與生長環境設置

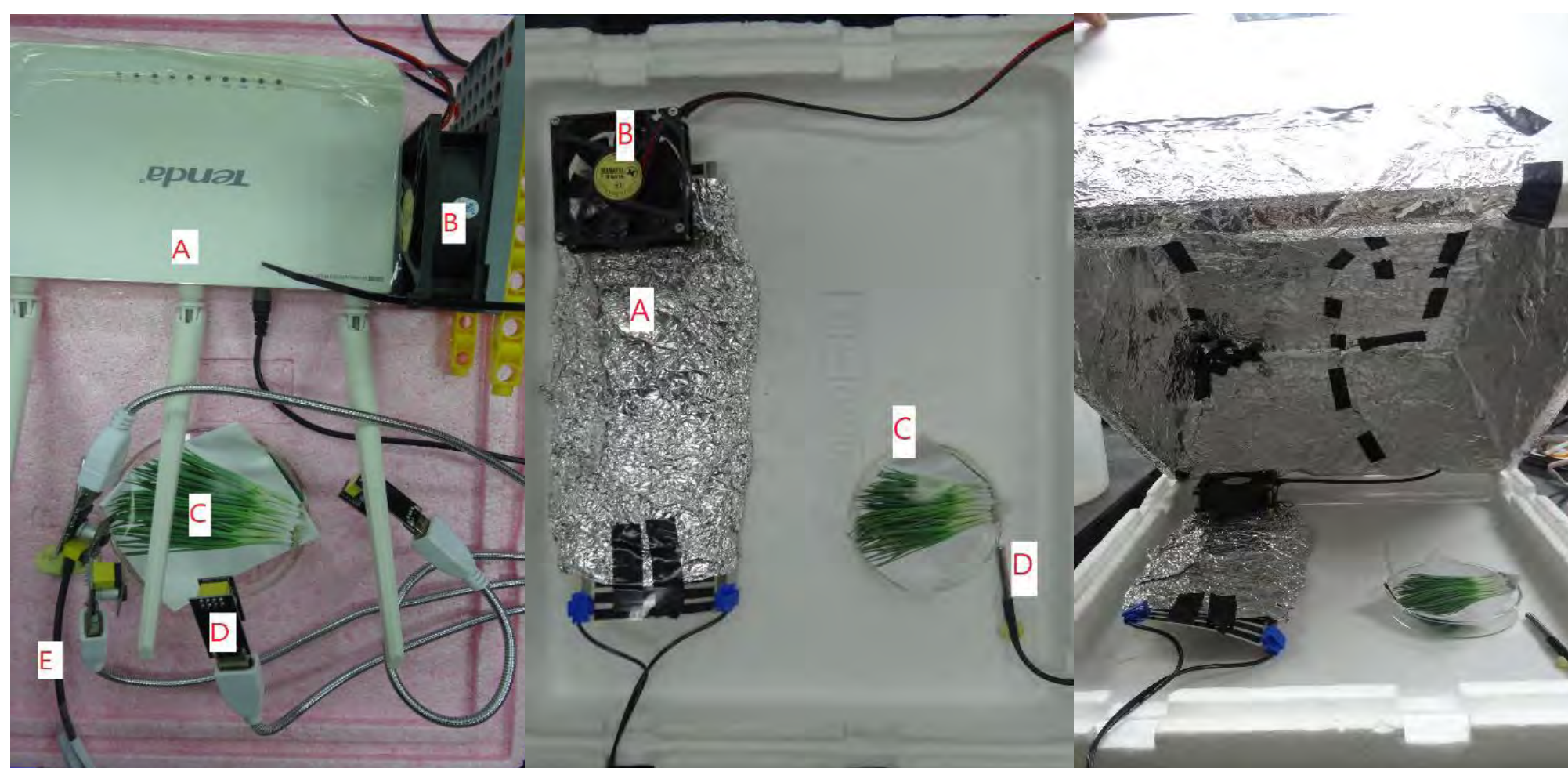


圖4.2、萌發環境使用保麗龍箱，鋁箔包覆內壁，保持溫度恆定及防止電磁波干擾。



圖4.3、溫度控制設備，若溫度不同時，開啟加熱板，使兩邊溫度相同。

### 三、測量胚根長與計算萌發率

- (1)以ImageJ開啟待測量的照片。
- (2)以set scale功能將相片畫素轉換成公分。
- (3)測量每一個種子的發芽胚根長度。
- (4)利用紀錄時的照片計算種子總數與萌發數。
- (5)各組數據間比較皆採用雙尾T檢定， $\alpha$  值 0.05， $p$  值 <0.05 時達統計顯著差異。

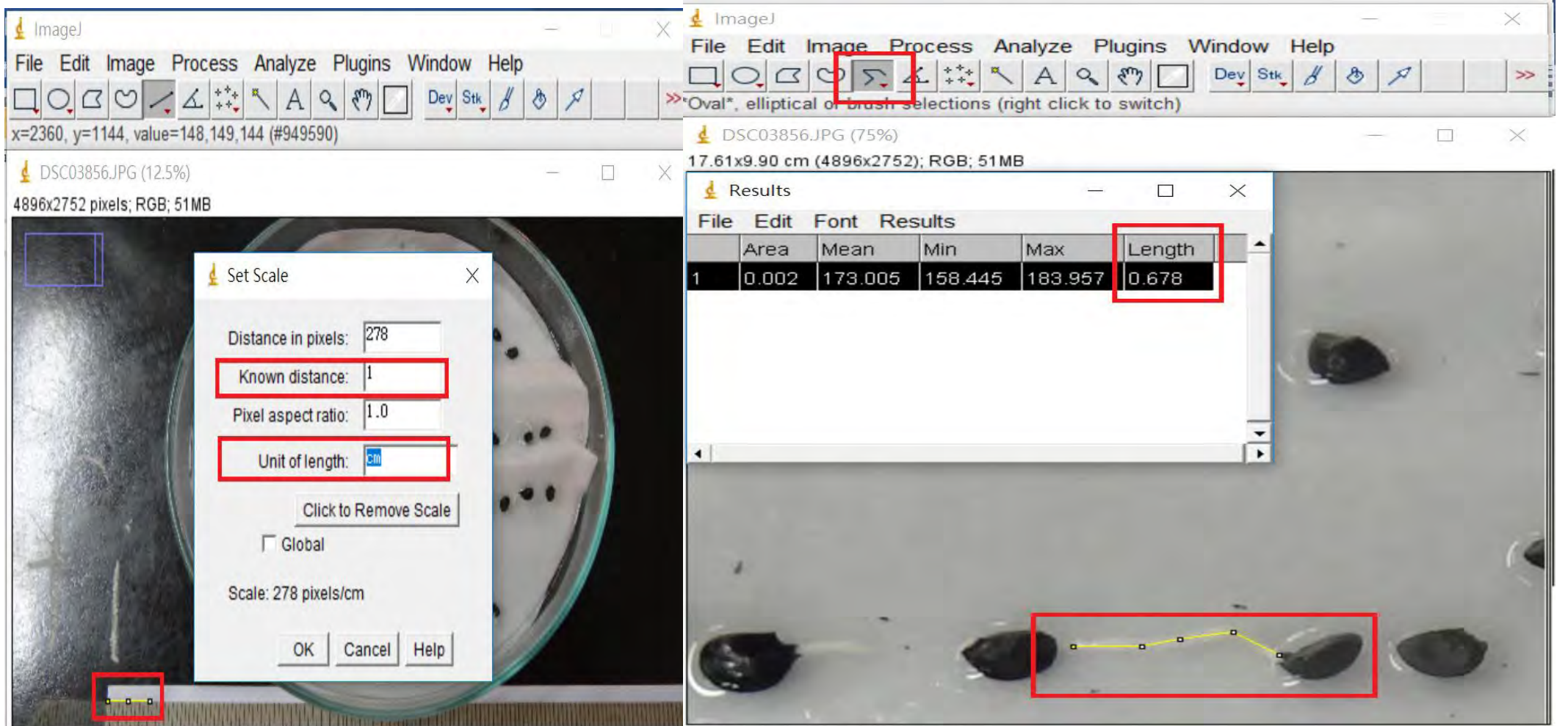


圖4.4、測量胚根長與計算萌發率

### 四、澱粉酶活性檢測

- (1)加熱至洋菜膠完全溶解後，倒入15ml至培養皿中。
- (2)取30個已發芽的北蔥，10個為一組，壓碎種子部分，並平鋪在培養皿上。
- (3)經過一日之後，將北蔥移除，並滴入碘液。
- (4)移除多餘的碘液，並拍照。
- (5)使用ImageJ測量非藍色區域的面積大小。

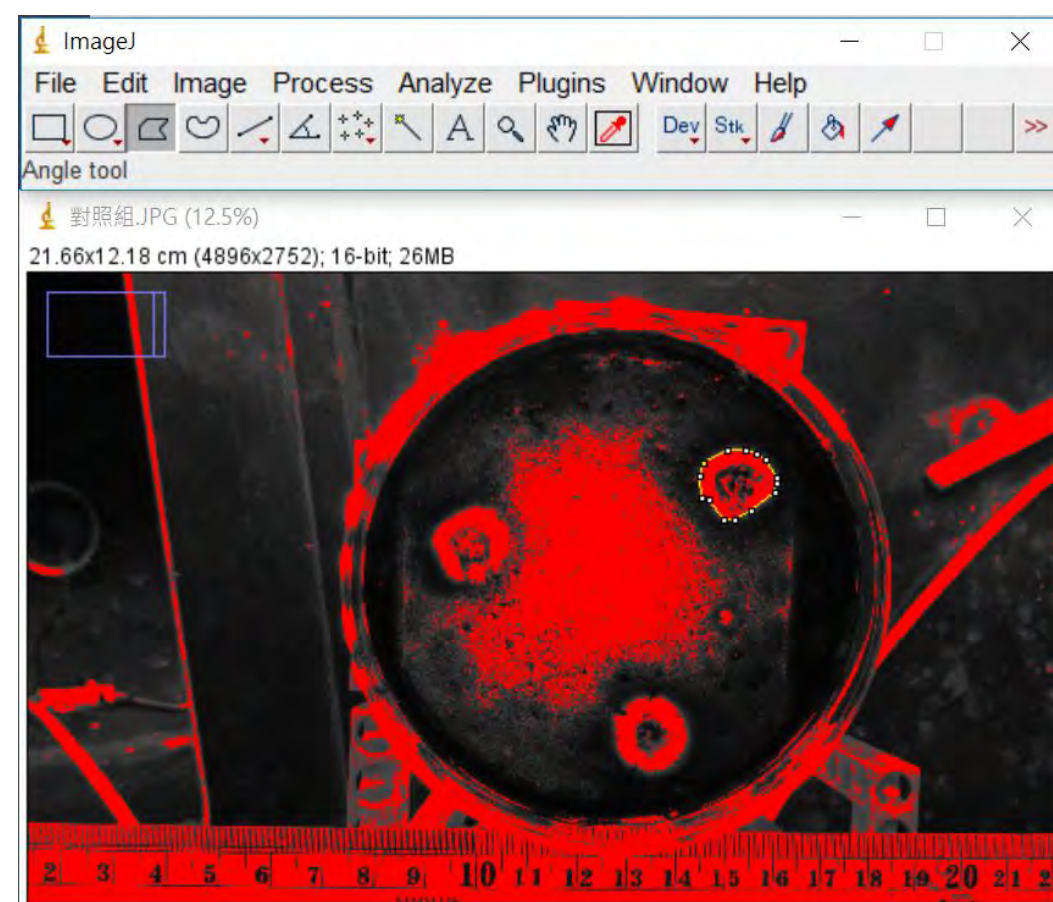


圖4.5、計算紅色區塊面積，即無澱粉區域的面積。

### 五、利用dns試劑檢測 $\alpha$ -amylase濃度

#### 1.製作 $\alpha$ -amylase與OD 540nm吸光值檢量線

- (1)配製1%、0.5%、0.25%、0.125%、0.0625%、0.03125%之 $\alpha$ -amylase溶液。
- (2)配製1%澱粉溶液。
- (3)將dns試劑加入澱粉溶液與 $\alpha$ -amylase溶液。
- (4)隔水加熱後，取出降溫。
- (5)放入分光光度計測量OD 540nm吸光值。



圖4.6、測OD 540nm

#### 2.測定種子 $\alpha$ -amylase含量

- (1)將15個種子與10ml攝氏4度冰水，用研鉢磨碎。
- (2)將磨過的種子到入離心管中，放入離心機使殘渣沉澱取得上清液。
- (3)將dns試劑加入澱粉溶液與上清液。
- (4)一分鐘後，隔水加熱五分鐘。
- (5)加熱五分後，取出降溫七分鐘。
- (6)放入分光光度計測量OD 540nm吸光值。

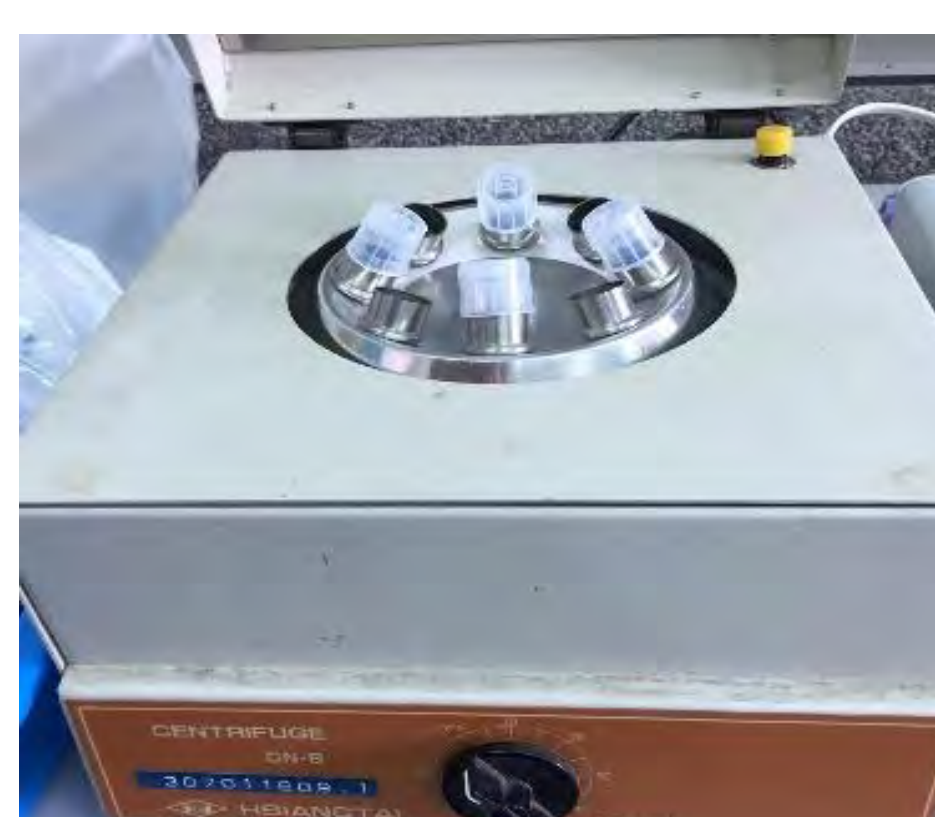


圖4.7、離心取上清液



圖4.8、隔水加熱後等待降溫



## 六、染色觀察細胞分裂

- (1)剪下種子胚根根尖約0.5公分。
- (2)浸泡鹽酸，並在鐵盆中盛裝熱水浸泡約15分鐘，使壓片較容易。
- (3)浸泡於Carony固定液1日。
- (4)移至醋酸洋紅浸泡約6日。
- (5)將染色後的組織壓片用顯微鏡觀察。
- (6)計算正在進行細胞分裂的細胞數量。

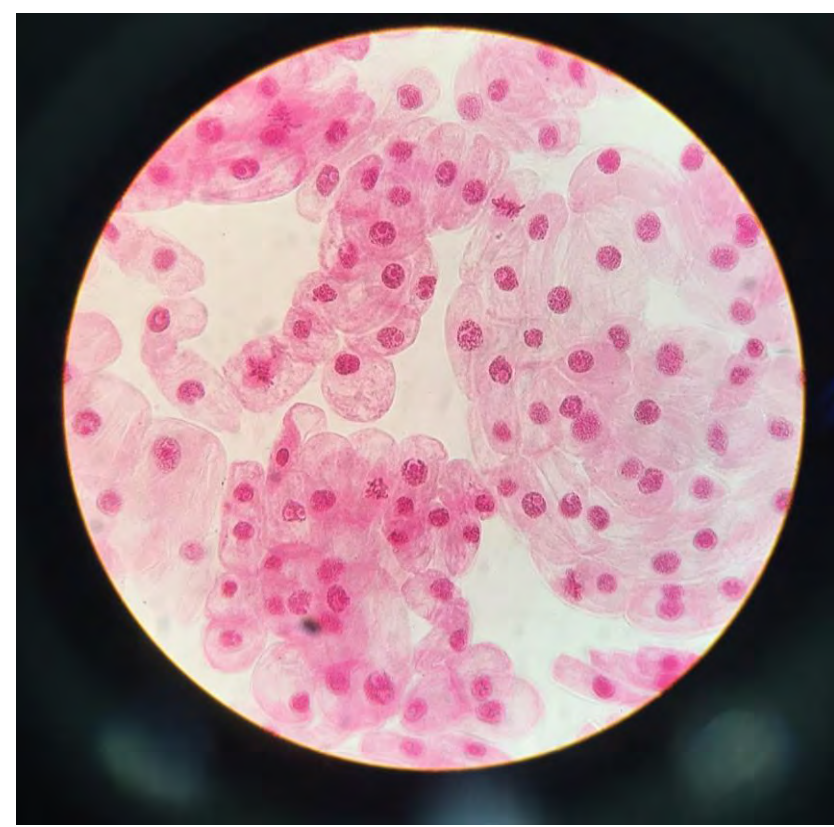
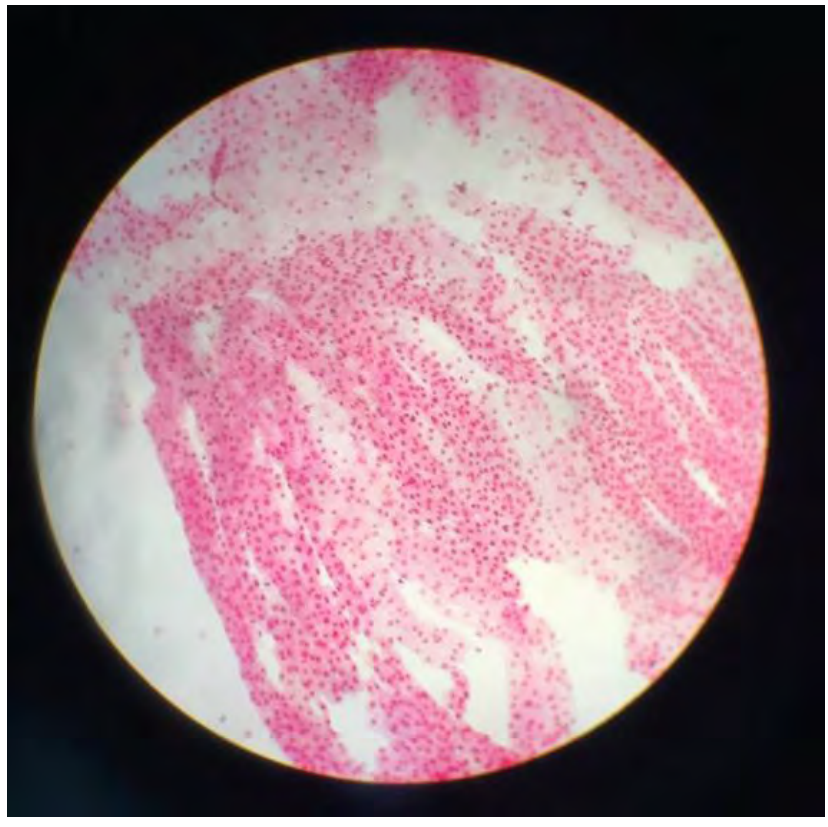


圖4.8、根尖壓片，放大倍率40x 圖4.9、根尖壓片，放大倍率100x

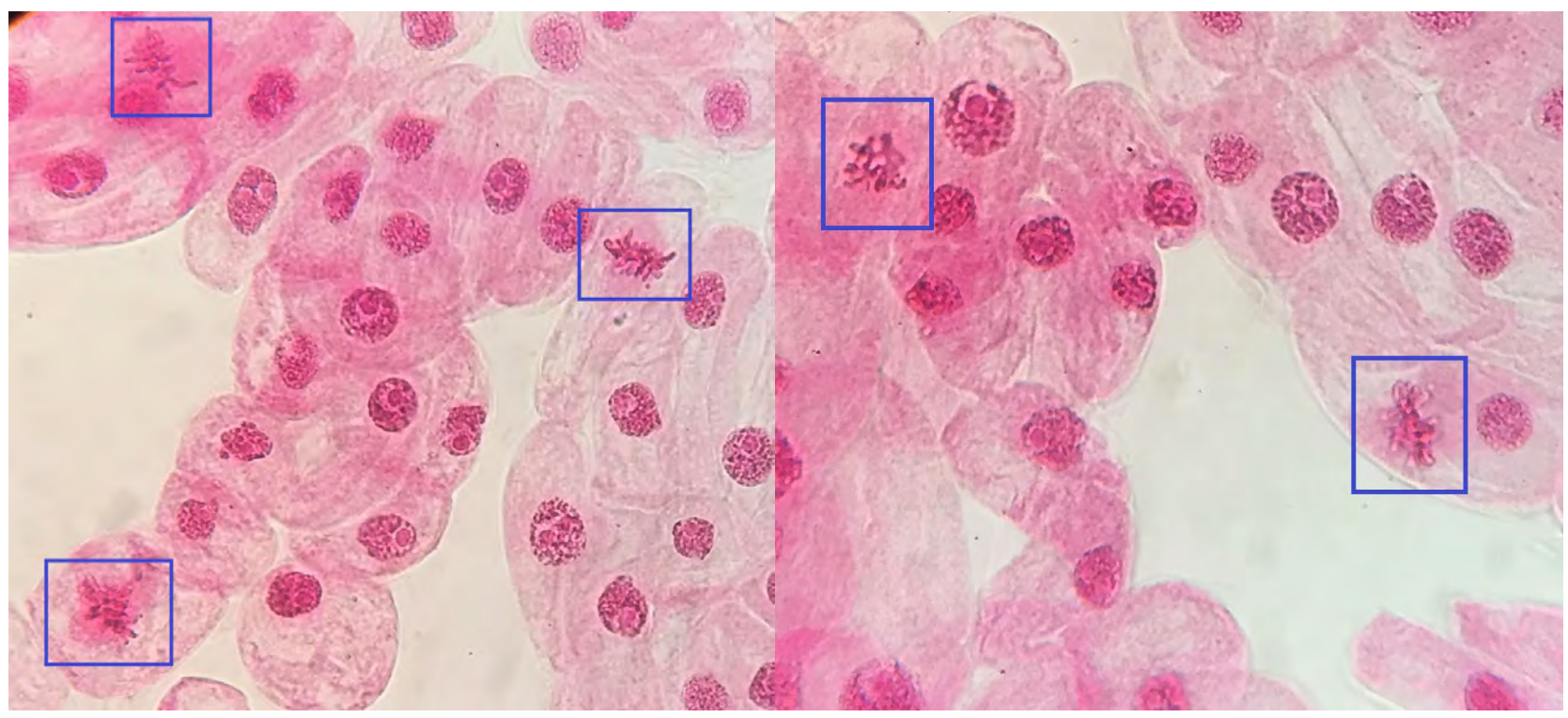


圖4.10、觀察正在進行細胞分裂的根尖細胞，並計算數量。

## 伍、研究結果

### 一、播種前照射Wifi與播種後照射Wifi的萌發情形

經Wifi照射過後的北蔥種子，**無論是播種前處理72小時，或是播種後開始處理，萌發率均較對照組低。**

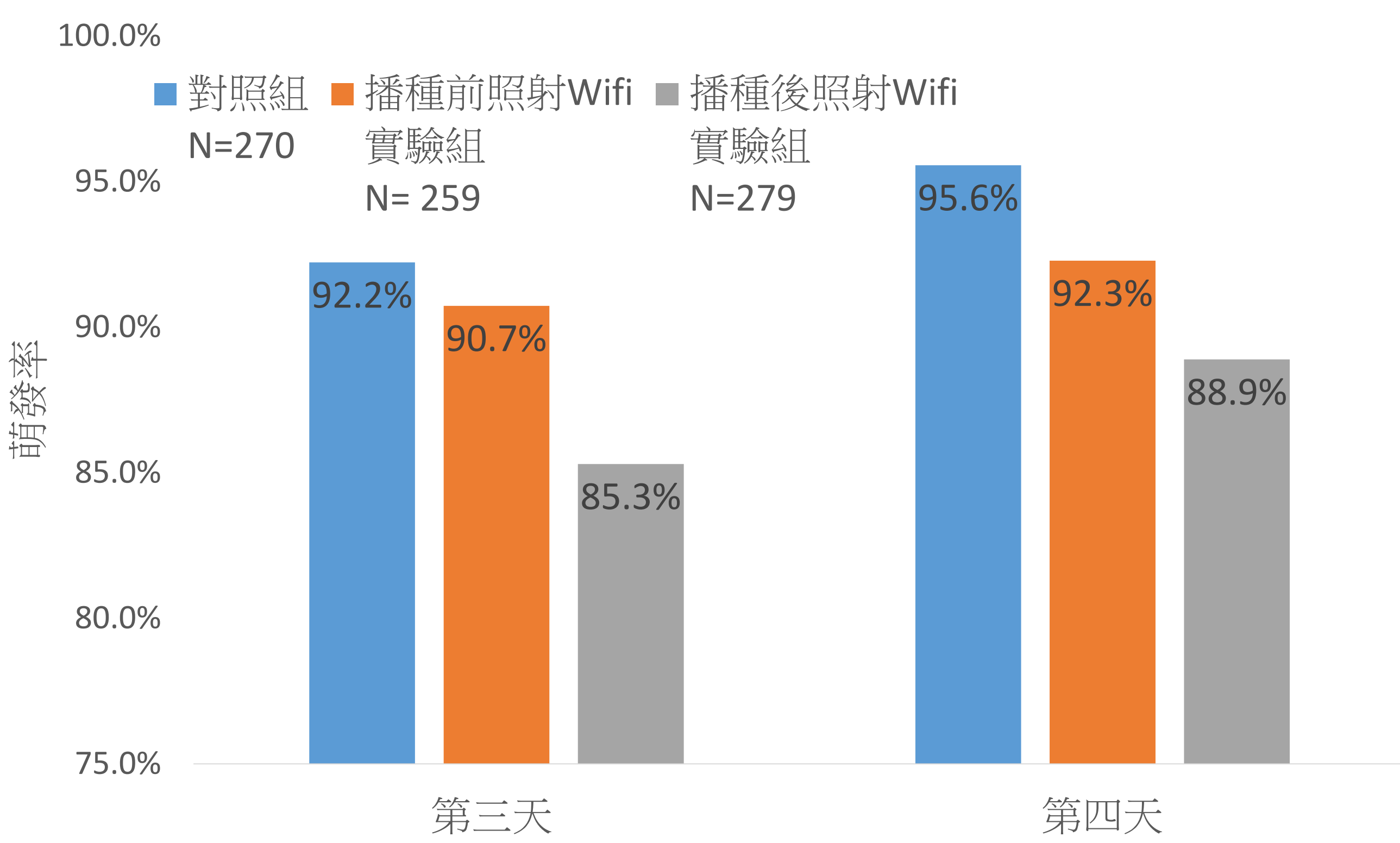


圖5.1、對照組與實驗組每日萌發率。

### 二、播種前照射Wifi與播種後照射Wifi的胚根生長情形

經過Wifi處理過的種子，在第二天平均胚根長與標準誤無顯著差異。由圖可知，第三天與第四天對照組的胚根長度皆較實驗組長。各組胚根生長情形之比較的統計方法以雙尾T檢定， $\alpha$ 值為0.05， $p$ 值<0.05即為統計顯著差異。**在第三天與第四天時，對照組與實驗組胚根生長的情形皆達統計上顯著差異。**

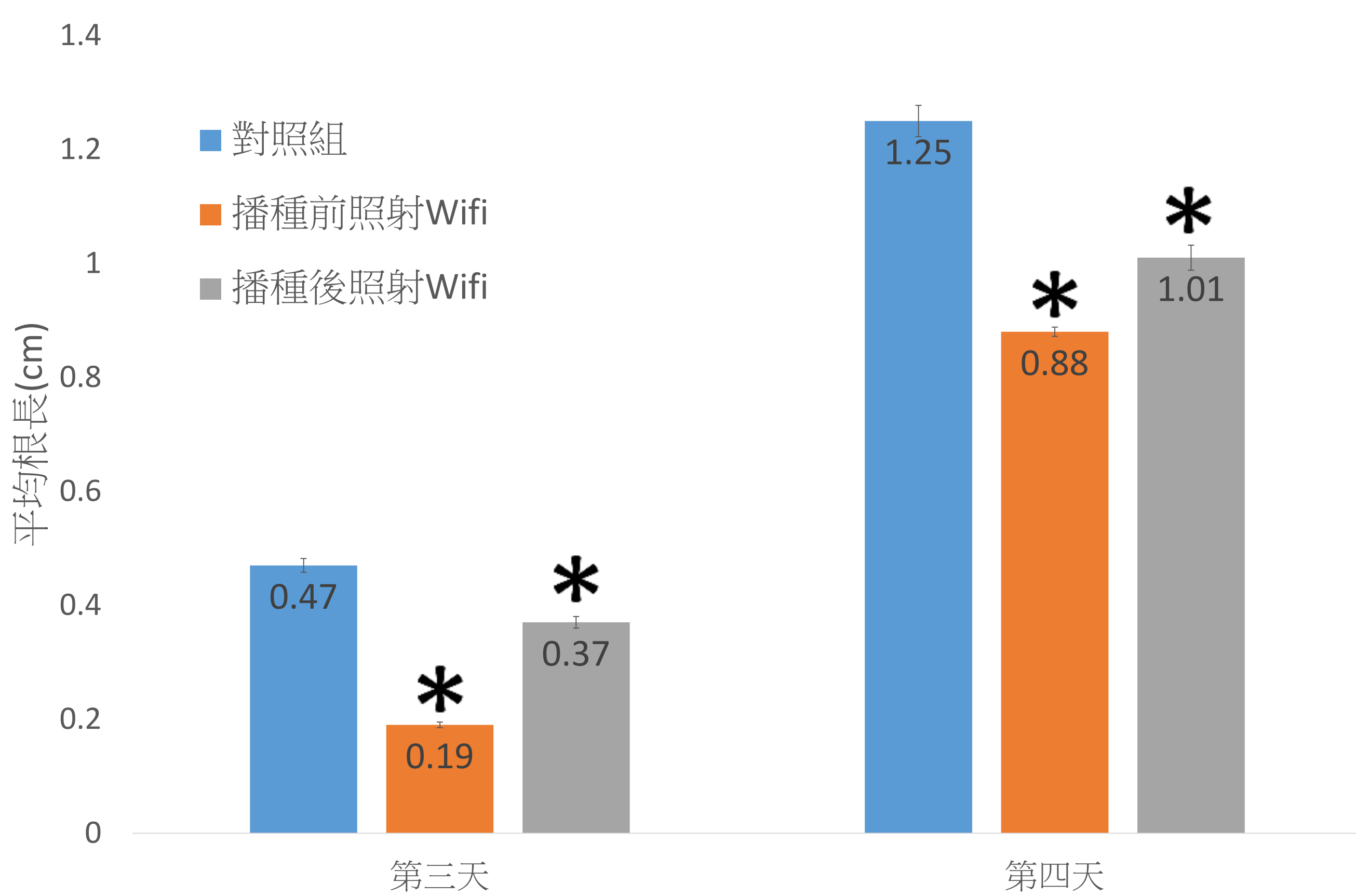


圖5.2、對照組與實驗組每日平均胚根長(平均±標準誤)

\*表示與對照組相比，進行雙尾T檢定，達統計上顯著差異( $p$ 值<0.05)

### 三、播種前照射Wifi與播種後照射Wifi的澱粉酶活性

經過Wifi處理過的種子，在第二天平均胚根長與標準誤無顯著差異。由圖可知，第三天與第四天對照組的胚根長度皆較實驗組長。各組胚根生長情形之比較的統計方法以雙尾T檢定， $\alpha$ 值為0.05， $p$ 值<0.05即為統計顯著差異。在第三天與第四天時，對照組與實驗組胚根生長的情形皆達統計上顯著差異。

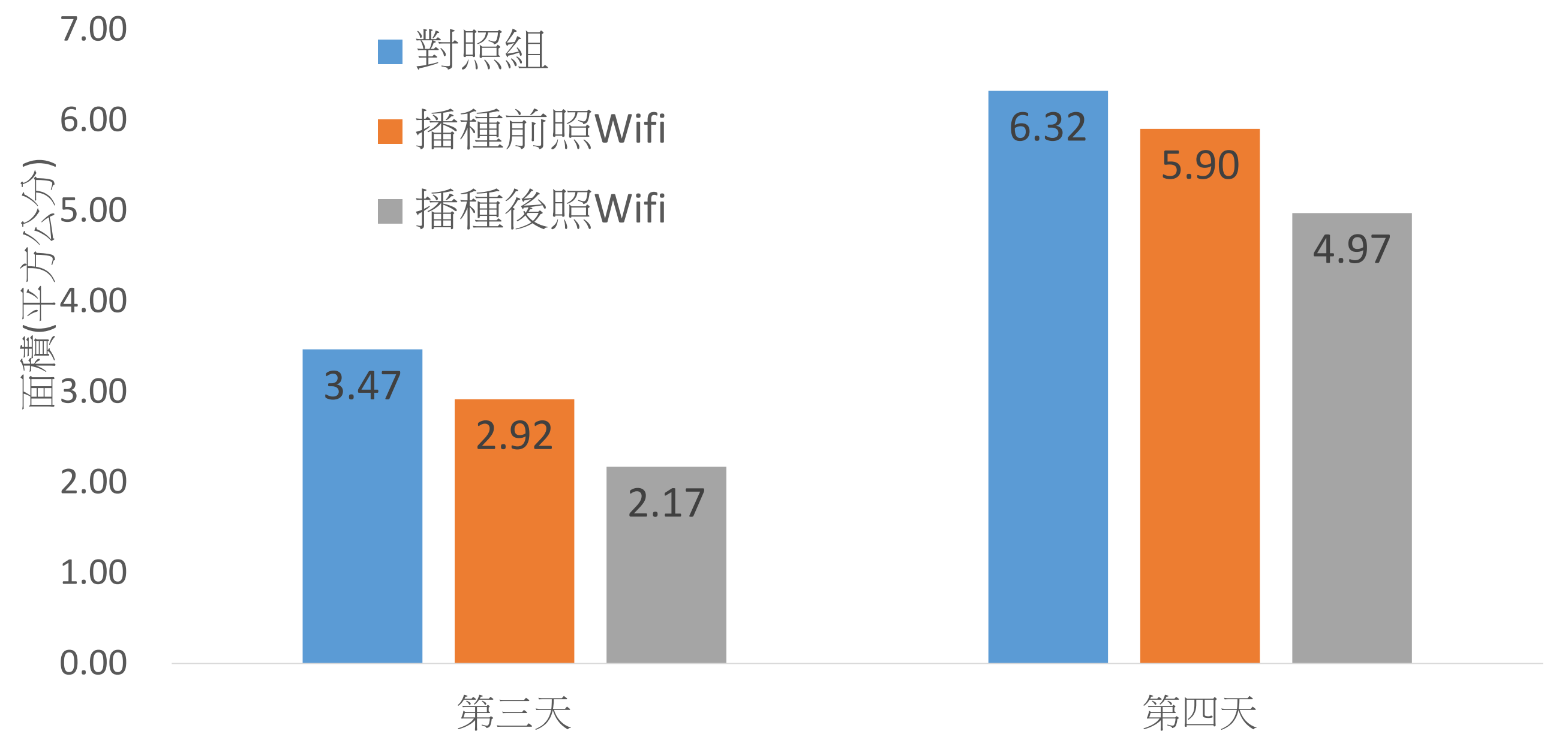


圖5.3、澱粉洋菜膠褐色面積。

我們想要更精確的測定酵素活性，使用dns試劑檢測澱粉酶。將定量的 $\alpha$ -amylase與dns試劑做出的OD 540nm吸光值與 $\alpha$ -amylase濃度的檢量線。第二天與第四天處理北蔥種子檢驗其OD 540nm，並以檢量線推測其 $\alpha$ -amylase濃度。由表5.1可知對照組的 $\alpha$ -amylase濃度皆比實驗組高。

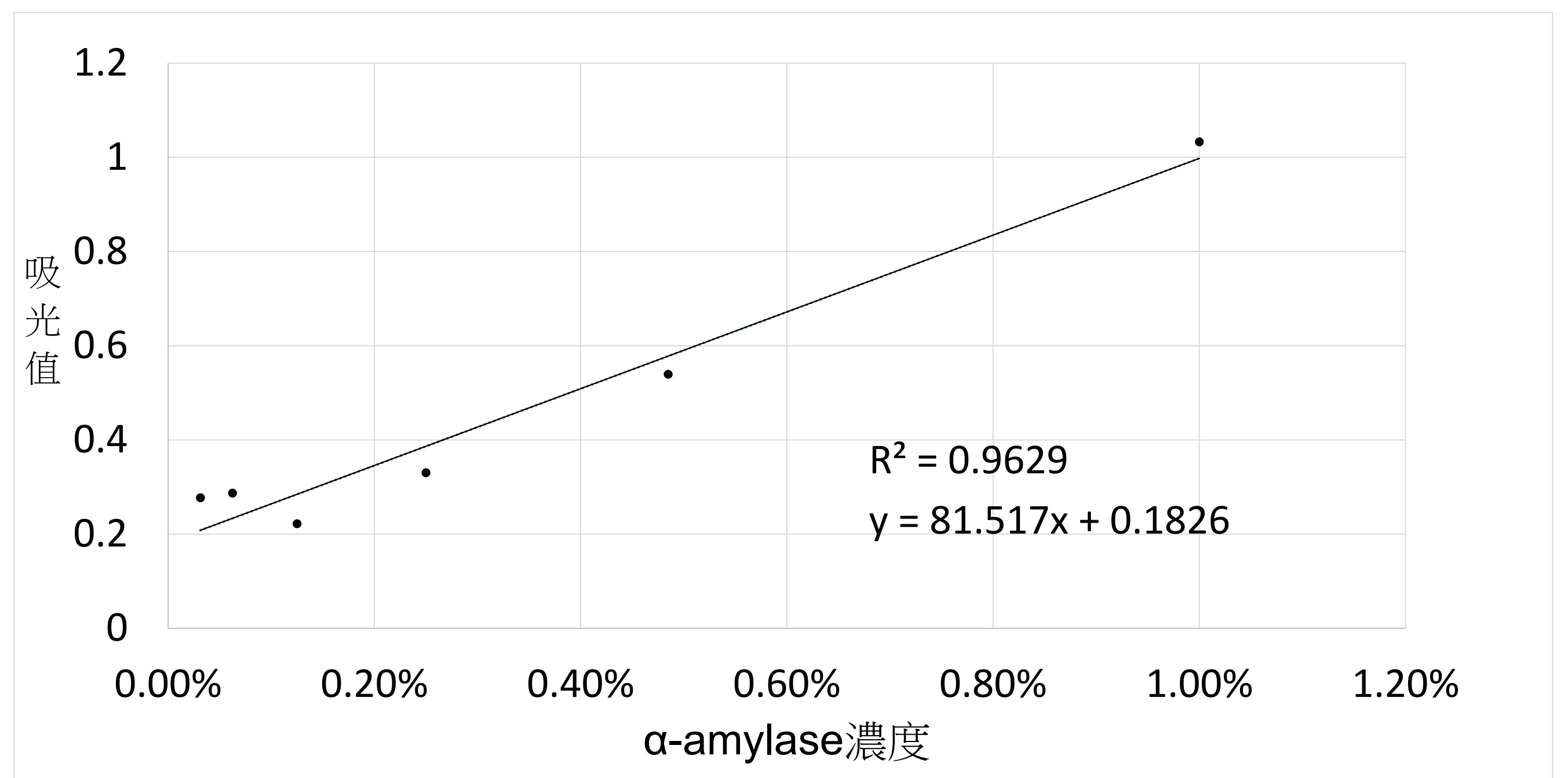


圖5.4、 $\alpha$ -amylase與OD 540nm吸光值檢量線

藉由dns試劑與分光光度計我們測量出對照組與實驗組中 $\alpha$ -amylase濃度。無論是第二天或是第四天，對照組的 $\alpha$ -amylase濃度都比實驗組高。

組別	項目	第二天	第四天
對照組	吸光值	0.366	0.413
	$\alpha$ -amylase濃度	0.22%	0.28%
播種前經Wifi處理72小時	吸光值	0.290	0.340
	$\alpha$ -amylase濃度	0.13%	0.19%
播種後經Wifi處理72小時	吸光值	0.2	0.342
	$\alpha$ -amylase濃度	0.12%	0.20%

表5.1、OD 540nm吸光值與澱粉酶

### 四、北蔥種子播種前照射Wifi與播種後照射Wifi的細胞分裂情形

將第二天與四天的北蔥種子取下胚根，觀察胚根細胞分裂的情形。從表可知，對照組與實驗組正在進行細胞分裂的數量出現有些許差距，對照組出現的數量較多。

組別	細胞分裂數目	
	第二天	第四天
對照組 N=4000	3	11
實驗組播種前照射Wifi N=4000	0	5
實驗組播種後照射Wifi N=4000	1	1

表5.2、對照組與實驗組細胞分裂數。



# 陸、討論

## 一、染色遺傳物質的方法討論：

植物細胞壁是纖維素構成，鹽酸能夠軟化纖維素，以利後續的壓片觀察。Carnoy固定液能使染色體內的蛋白質更容易被醋酸地衣紅染色。一開始我們是使用醋酸洋紅來進行染色實驗，但由於醋酸地衣紅染色條件較佳，所以改用醋酸地衣紅來進行染色實驗。

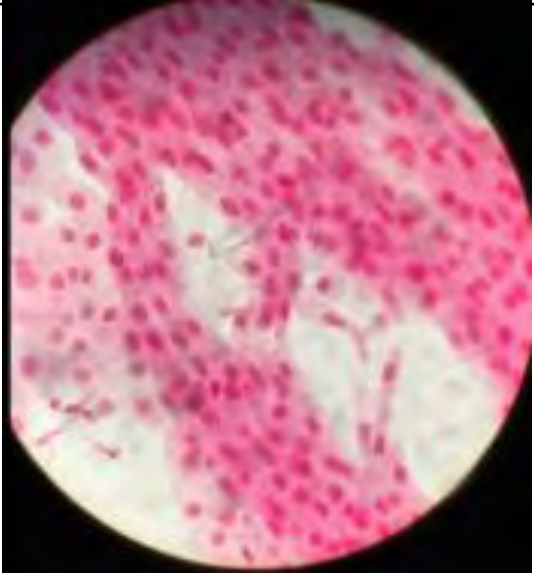
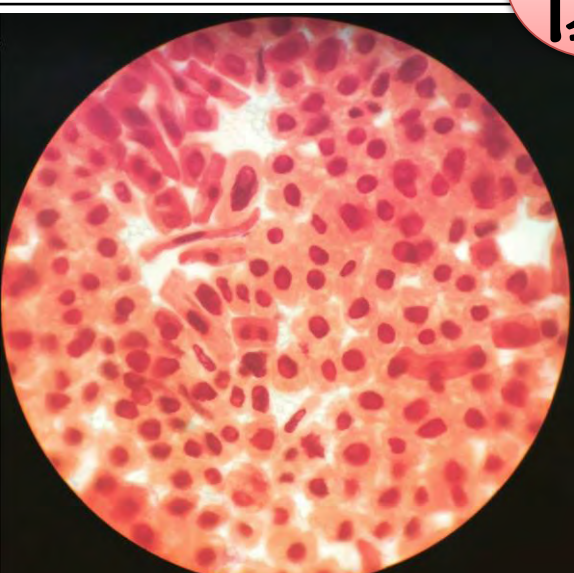
比較項目	醋酸洋紅	醋酸地衣紅
染色時間	144小時	10分鐘 <b>優</b>
藥劑使用量	20ml	蓋過種子量 <b>優</b>
泡固定液時間	24小時	4小時 <b>優</b>
染色結果		

表6.1、醋酸洋紅和醋酸地衣紅的比較表。

## 二、種子萌發受到浸潤作用的影響：

第二天的萌發率約20%，而第三、四天皆超過85%。我們得知種子萌發受到浸潤的影響，種子經水充分的浸泡，軟化種皮後，讓種子的胚能夠順利吸到水分，促進種子發芽。因此在實驗結果中，我們將第一天到第二天這24小時，視為浸潤時間。從第三天起開始進行萌發率及胚根生長的統計與分析。

## 三、Wifi電磁波對種子乾重影響以及後續研究方向：

將第四天的種子放入烘箱中，烘乾後秤得種子乾重，並求其平均值。由下表可知，對照組與實驗組的種子乾重差異不明顯。我們認為乾重較適合用於幼苗的組織有葉綠體後，能開始行光合作用製造醣類，若是Wifi能對幼苗的發育與生長有影響，則乾重則會出現較大的差異。

組別	平均重量(公克)
對照組	0.0052
播種後經Wifi處理	0.0052
播種前經Wifi處理	0.0044

表6.3、種子乾重

## 四、萌發率及每日平均胚根長生長量與澱粉酶活性檢測的結果是否有相關：

將萌發率與其對應澱粉酶分解洋菜膠中的澱粉的面積做迴歸分析，以及將每一組的每日平均胚根長生長量與其對應澱粉酶分解洋菜膠中的澱粉的面積做迴歸分析。由下兩圖推測，Wifi影響種子內的澱粉酶的分解能力，導致萌發率以及胚根的生長均受到抑制。

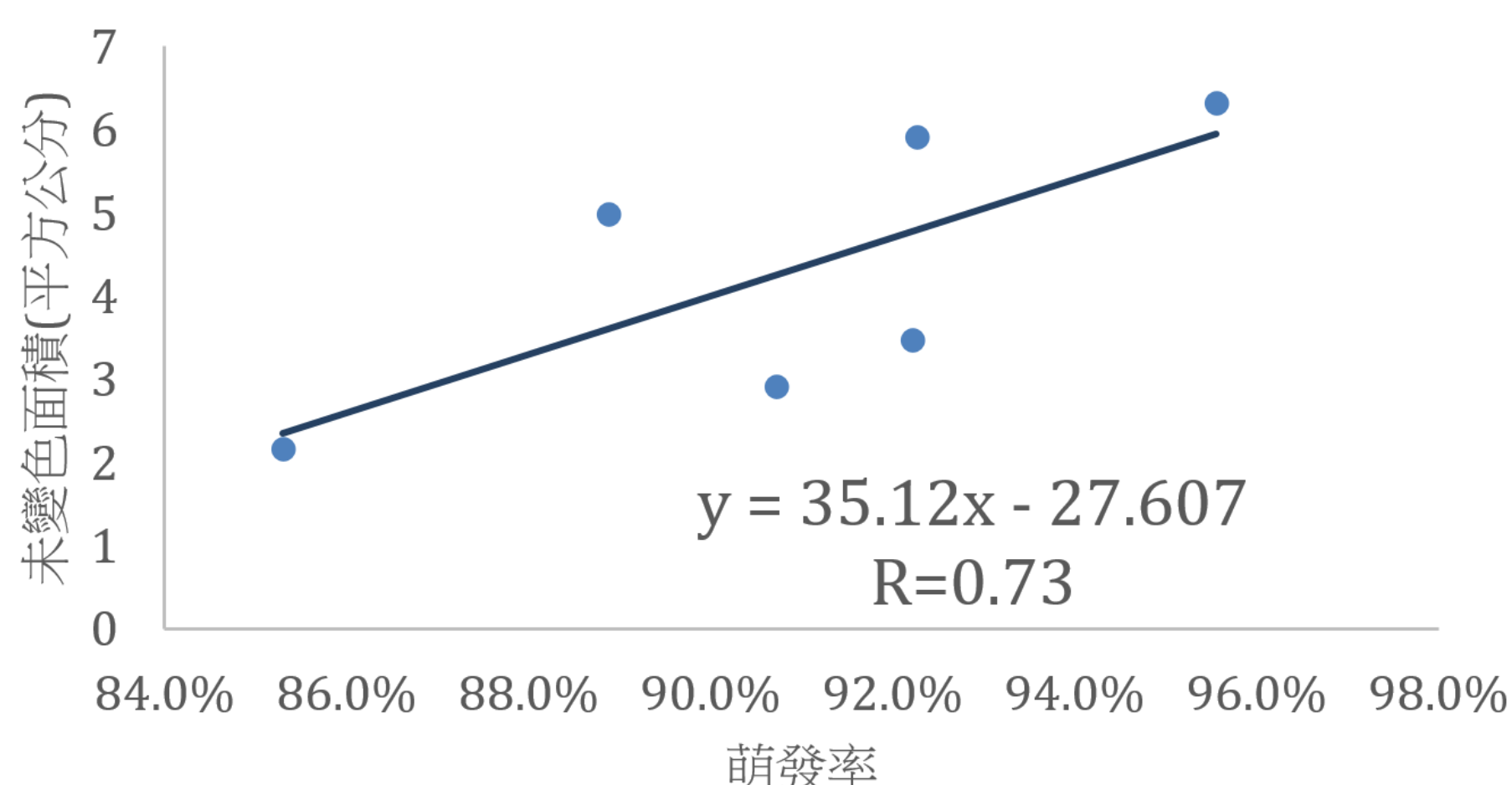


圖6.1、萌發率與分解澱粉的面積關係圖

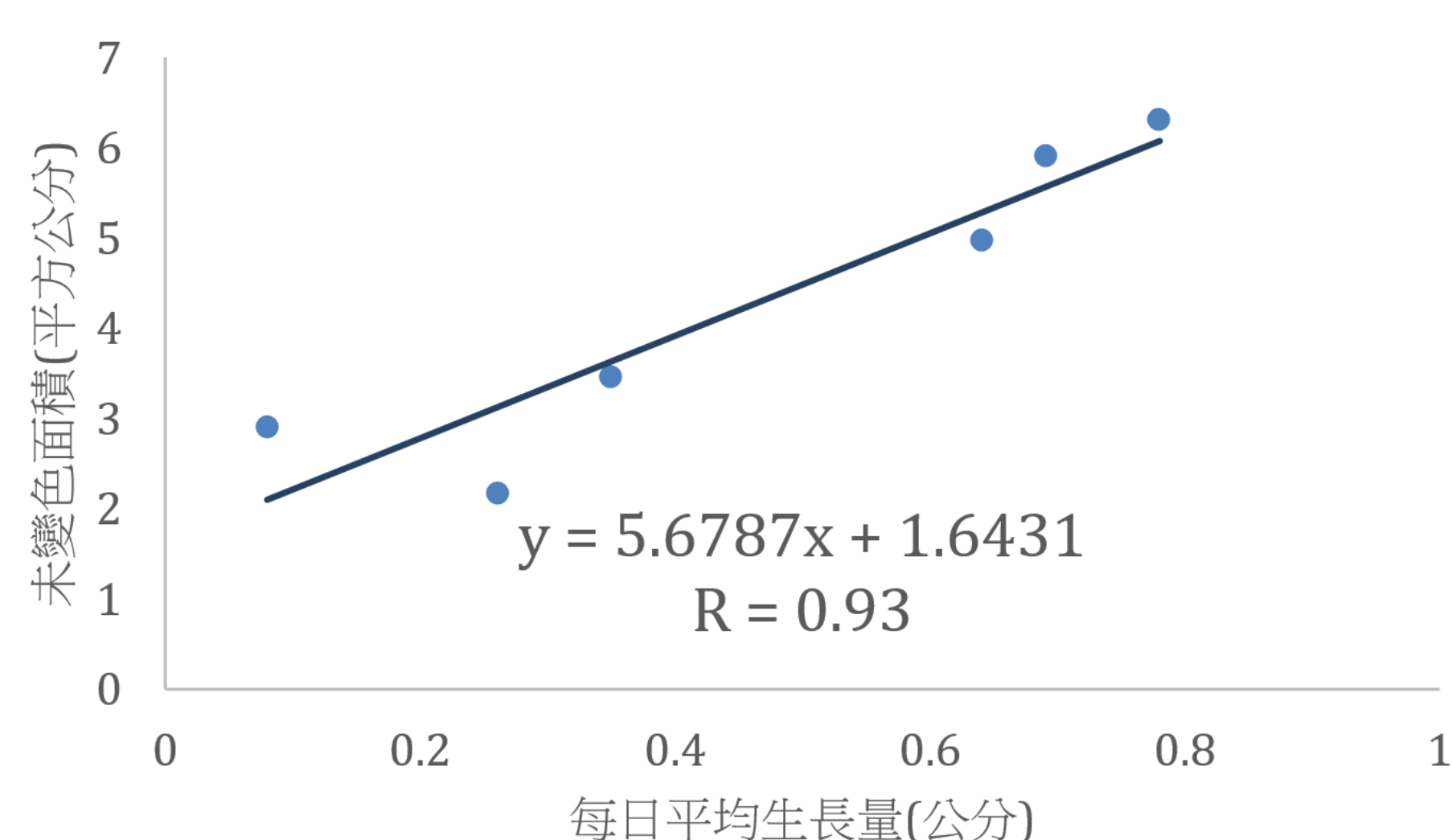


圖6.2、每日平均生長量與分解澱粉的面積關係圖

## 六、Wifi電磁波對種子吉貝素的影響：

吉貝素能打破種子休眠，促進種子內的養分分解功能。萌發中的種子，胚會產生吉貝素，調節糊粉層細胞產生澱粉酶等酵素，促進胚乳中的大分子分解成小分子養分，提供種子萌發與生長所需。本研究中發現沒有經Wifi處理的對照組種子萌發率、胚根生長、澱粉酶量及細胞分裂數量皆較實驗組佳，故推測Wifi電磁波會影響胚生合成吉貝素。

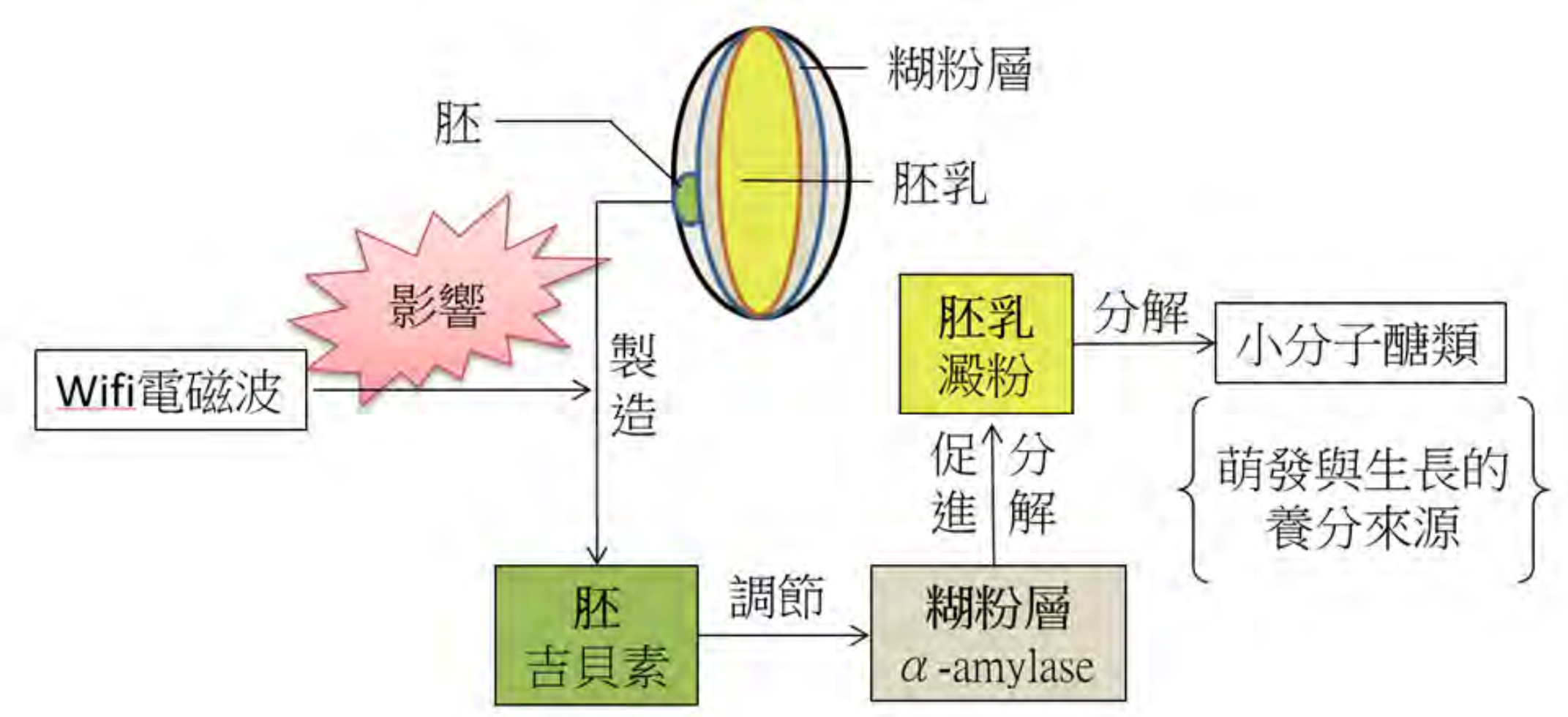


圖6.3、Wifi對種子萌發與生長影響示意圖

## 柒、結論

一、Wifi電磁波具有抑制種子萌發與生長的效果。於播種前或播種後將北蔥種子經Wifi處理，抑制北蔥的萌發率與胚根的生長。

二、播種前經Wifi處理或播種後經Wifi處理的抑制程度不同，萌發率為播種後處理最低，而胚根生長情形則以播種前處理最差。

三、經Wifi處理的種子，其澱粉酶的分解能力或含量降低，影響澱粉水解，導致萌發率與胚根生長較差，也造成胚根分生細胞正在進行細胞分裂的數量較少。

## 捌、未來展望

(一)探討Wifi是否會影響吉貝素的生合成，例如吉貝素基因的表現量。

(二)探討Wifi是否會影響幼苗的發育和生長，例如追蹤其7日後、14日後...等的乾重。

## 玖、參考資料及其他

一、AkbalAyhan (2012). Effects of Electromagnetic Waves Emitted by Mobile Phones on Germination, Root Growth, and Root Tip Cell Mitotic Division of Lens culinaris Medik. Pol. J. Environ. Stud.

二、ESPRESSIF. (2017). ESP8266 WiFi模組用戶手冊.

三、行政院農委會. (2016). 台灣栽培青蔥品種-北蔥、四季蔥、大蔥. 擷取自 行政院農委會青蔥主題館.

四、巫珮奇, & 黃鈞暘. (2010). 無線寬頻WiMAX 2.4GHz電磁波對線蟲老化的影響. 中華民國第50屆中小學科學展覽會.

五、張寶元. (2002). 洋葱根尖細胞有絲分裂的周期性. 中學生物教學雜誌.

六、清華大學高中生命科學人才培育計畫. (2011). 植物種子澱粉酶活性測定.