

中華民國 第 49 屆中小學科學展覽會

作品說明書

國中組 生物科

最佳團隊合作獎

030320

手機電磁波對果蠅生長發育之研究

學校名稱：雲林縣私立維多利亞雙語中小學

作者： 國二 蔡典圻 國二 蔡宜呈 國二 林育丞 國二 賴涵餘	指導老師： 周威廷
---	------------------

關鍵詞：電磁波、果蠅、羽化

手機電磁波對果蠅生長發育之研究

摘要

以果蠅作為實驗對象，果蠅生命週期短、飼養繁殖容易，以其生命週期為主要實驗對象。把裝著果蠅的寶特瓶放在兩支手機中間，然後以同一支手機作為電磁波發射器，另一支為電磁波接收器的方式開始撥打實驗。每天記錄結果，持續記錄十四天。結果發現手機電磁波對果蠅的影響甚大，主要為生命週期的羽化率延後 10.6%、死亡率高達 18.0%，並且藉各種變因的設計、實驗，提供了電磁波器材使用方式參考，以降低科技對人的傷害。

壹、研究動機

手機普及的當今，幾乎是人手一機，手機成為生活用品，手機電磁波對人體是否產生影響？新聞網路上不乏關於電磁波使人致病或是居住在基地台附近的居民身體經常出現一些不適的報導。我們想知道，電磁波是否如資料(俞，2006)中那樣的具影響力？電磁波對生物體的影響多大？不同使用方式之手機電磁波，對生物體是否有著極大的差異？是否可以改變人們使用手機及其他電磁波器材的使用方式？於是我們設計了電磁波對果蠅生發育的實驗。

貳、研究目的

- 一、了解電磁波對果蠅生長發育是否有影響。
- 二、了解手機在不同的使用狀況下其電磁波對果蠅的影響。
- 三、如何將所得結果應用在生活上，如何降低電磁波所造成的危害。

參、研究設備及器材

- 一、果蠅以及其供應生態系：捕捉到的果蠅，精篩選後確認為黑腹果蠅 (*Drosophila melanogaster*)。飼養果蠅(楊，2004)(圖三十二)：邊長 50 公分正方體昆蟲飼養箱一個 (作為供應生態系，為往後所有實驗所採用之物種)、培養皿 3 個、保麗龍盒 1 個、足量水果。
- 二、電磁波實驗(圖二十九)：手機 4 支 (撥打組：Sony Ericsson K 550i, SAR 值 1.25W/kg、接收組：Samsung SGH-J608 SAR 值 0.48W/kg, 各二支)、圓形 (實驗改良前) 及六角形 (實驗改良後) 透明度高之相同寶特瓶約 30 個 (對半切開的底座部份)、紗布約 30 張、橡皮筋約 20 條、高頻電磁波檢測器 1 臺。
- 三、挑蛆至寶特瓶的工具(圖三十)：毛筆 1 支、培養皿 2 個、足量水果、寶特瓶 20 個。
- 四、製作抓果蠅陷阱及實驗用寶特瓶(圖三十一)：寶特瓶 24 個、奇異筆 1 支、美工刀 1 把、剪刀 1 把；麻醉果蠅：乙醚 1 瓶 (500 毫升)、保鮮膜 1 張、衛生紙數張、大塑膠袋 1 個、毛筆 1 支。
- 五、電腦軟體：由 Microsoft 提供之軟體及應用程式。結果統計及圖表：Microsoft Office 2003 Excel 統計軟體、文書編輯及製表：Microsoft Office 2003 Word 文書編輯軟體等。

肆、研究過程或方法

一、實驗條件：以撥打組的手機撥打接收組的手機，以不接起的方式實驗 14 天，觀察電磁波對果蠅產生的影響。實驗結果以圖表統計出每組之平均羽化天數、平均死亡率，再比較各組別之總平均羽化天數，平均死亡率。

(一)每瓶果蠅實驗組皆以 Sony Ericsson 牌撥打組手機撥打 Sam sung 牌接收組手手機。

(二)每組實驗組（包括各變因實驗組及電磁波對照組）均用相同的手機品牌、型號及滿格電力進行實驗。

(三)每個寶特瓶中均放入 5 隻蛆及相同的水果（8.0 公克）。

(四)每日實驗地點、時間固定，實驗期間無中斷日。(假日照常實驗)

(五)盡量保持控制變因的一致性，例如撥打手機時要將手機關靜音、以碼表或電子表計時、每兩次撥打間旋轉 60°、不可因為對照組不需撥打電磁波而與其他組別有不同的儲存方式等，以降低實驗之誤差。

二、實驗組別種類以及說明：

(一)對照組：不加以撥打任何手機電磁波

(二)電磁波對照組：使用手機距離瓶子 1 公分，撥 30 次，一次撥打 10 秒（標準量）

(三)次數變因實驗組：使用手機距離瓶子 1 公分，撥 60 次，一次撥打 10 秒（次數加倍）

(四)時間變因實驗組：使用手機距離瓶子 1 公分，撥 30 次，一次撥打 20 秒（時間加倍）

(五)距離變因實驗組：使用手機距離瓶子 5 公分，撥 30 次，一次撥打 10 秒（距離增加）

註：以上各組（對照組外）撥打時每次之間隔 2 秒，並旋轉寶特瓶 60°。

三、實驗後對於各組數據的比較：

(一) 電磁波對照組與對照組的比較：比較有無電磁波對果蠅的影響 以及其影響程度。
（此時電磁波對照組為本比較之「實驗組」）

(二) 次數變因實驗組與電磁波對照組的比較：比較使用手機的次數是否會對果蠅造成影響 以及其影響程度。

(三) 時間變因實驗組與電磁波對照組的比較：比較使用手機的時間是否會對果蠅造成影響 以及其影響程度。

(四) 距離變因實驗組與電磁波對照組的比較：比較使用手機的距離是否會對果蠅造成影響 以及其影響程度。

(五) 次數變因實驗組與時間變因實驗組的比較：比較在使用手機的總時間固定的情況下，手機剛撥打的時段 以及其後續的時段對於果蠅的影響 以及程度。

(六) 對照組、電磁波對照組與次數變因實驗組的比較：在其他變因相同下，比較撥打次數為 0:1:2 時對果蠅的影響程度。

(七) 對照組、電磁波對照組與時間變因實驗組的比較：在其他變因相同下，比較撥打時間為 0:1:2 時對果蠅的影響程度。

三、挑蛆的步驟：(流程一)

首先將飼養箱內附有裝有水果及蛆的保利龍盒拿出。若有蛆就用沾濕的毛筆把蛆挑起來放入培養皿內準備實驗。

四、製作陷阱的步驟：(流程二)

首先取一個寶特瓶，並用美工刀將寶特瓶切割成兩半。將底座的部份割兩個開口，以方便果蠅進出。最後再將寶特瓶的上下部份重疊套在一起，並放入水果，以捕捉果蠅，發現捕捉到果蠅後可立即將兩半瓶合起，防果蠅飛走。

五、麻醉過程：(流程三)

- (一)首先用脫脂棉花或衛生紙沾一些乙醚，並快速的放入飼養箱內，減少乙醚的揮發，以免導致效果不佳。接著迅速以大塑膠袋套住整個飼養箱，構成密閉空間。
- (二)放入約 3 至 5 分鐘後，稍微掀開塑膠袋檢查果蠅是否被麻醉。輕拍飼養箱，檢查是否有些果蠅已麻醉只是仍停在飼養箱上。
- (三)如果大部分的果蠅仍具有活動力才能再繼續放入沾有乙醚的棉花，否則果蠅將因為乙醚濃度太強，導致大量死亡的情況產生。
- (四)果蠅麻醉後以沾濕的毛筆沾取適量的果蠅至其他飼養箱中。

六、實驗步驟：(流程四、五、六、七)

(一) 對照組：

- 1.不加以波打任何電磁波。
- 2.與其他組一同存放、移動，以減少誤差。

(二) 電磁波對照組：

- 1.將實驗瓶與手機取出，放置於實驗地點。
- 2.調整手機與實驗瓶間的距離（1 公分）並檢查週遭環境，避免被風吹倒。
- 3.對準碼表或電子錶秒數，開始撥打（響 10 秒，打 30 次，中間間隔 2 秒）。
4. 每 5 次撥打，旋轉六角寶特瓶之一角角度（ 60° ）。

(三).次數變因實驗組：

- 1.將實驗瓶與手機取出，放置於實驗地點。
- 2.調整手機與實驗瓶間的距離（1 公分）並檢查週遭環境，避免被風吹倒。
- 3.對準碼表或電子錶秒數，開始撥打（響 10 秒，打 60 次，中間間隔 2 秒）。
4. 每 5 次撥打，旋轉六角寶特瓶之一角角度（ 60° ）。

(四).時間變因實驗組：

- 1.將實驗瓶與手機取出，放置於實驗地點。
- 2.調整手機與實驗瓶間的距離（1 公分）並檢查週遭環境，避免被風吹倒。
- 3.對準碼表或電子錶秒數，開始撥打（響 20 秒，打 30 次，中間間隔 2 秒）。
- 4.每 5 次撥打，旋轉六角寶特瓶之一角角度（ 60° ）。

(五).距離變因實驗組：

- 1.將實驗瓶與手機取出，放置於實驗地點。
- 2.調整手機與實驗瓶間的距離（5 公分）並檢查週遭環境，避免被風吹倒。
- 3.對準碼表或電子錶秒數，開始撥打（響 10 秒，打 30 次，中間間隔 2 秒）。
- 4.每 5 次撥打，旋轉六角寶特瓶之一角角度（ 60° ）。

七、各組實驗規格設計之原因：

- (一)次數設為 30、60 次的原因：顧及實驗之方便以及相當之結果差距，決定於對照組使用 30 次，實驗組使用 60 次。
- (二)時間設為 10、20 秒之原因：為了配合實驗所需之結果，配合次數之變因為 1:2，探討次數加倍與時間加倍對果蠅的影響。
- (三)距離設為 1、5cm 之原因：考慮到寶特瓶內仍有數公分之移動空間以及電磁波的強度與距離之平方成反比，故決定對照組 1 公分、實驗組 5 公分。
- (四)蛆的數目為 5 隻之原因：原本考慮於每組放置 10 隻蛆，以降低誤差，但後來考慮到供應生態系內安全存活數量、同時可能遭遇之意外，還有顧及抓取、實驗、以及

觀察、記錄的方便性，且本實驗總共實驗多次，得到多組數據，誤差應不會因此而明顯加大，因此決定放置 5 隻為宜。

八、實驗設計：

(一)為什麼使用手機實驗時要以手機尾部對著瓶內的果蠅打？

本實驗所採用之手機，發訊部（天線 Antenna）皆位於手機下方（目前市面上之手機大部分皆為如此），以尾端對著果蠅撥打一方面可以減少誤差，一方面可以使結果差距加大。

(二)為什麼每個人都要做一系列的對照組以及實驗組，而非做多瓶同一組對照組或實驗組？

每個人實驗的習慣不同，例如一日內撥打之時段、存放、移動條件等因素，可能會影響到某一種特定變因的趨勢，因此，分開實驗可以的低此種實驗誤差，使實驗結果更加準確。

(三)我們如何取得基因相似之黑腹果蠅來實驗以減少誤差？

先由抓到的黑腹果蠅中取數對公母果蠅進行交配（麻醉後挑選），再由其子代重複上述動作多次，並觀察無異狀後，放入供應生態系中，並大量繁衍，依據生物學，供應生態系內的果蠅基因會越來越相近。先觀察無異狀以及取數對來交配的原因是為了避免意外死亡或繁衍出不良基因（如殘翅或疾病等）之果蠅，以利實驗過程果蠅來源穩定性。

(四)為何要旋轉寶特瓶？

為了避免手機撥打時，電磁波集中於較靠近手機之蛹，於每打 5 次旋轉六角寶特瓶之其一角角度（60°），以減少誤差。

伍、研究結果：

說明：數據 1：平均羽化天數（單位：天） 數據 2：死亡率（單位：%）

所有數據皆由最末位數之下位數四捨五入表示

(一)第一期實驗結果：

數據 D1：

- | | | |
|-------------|-------|-----------|
| (一)對照組： | 6.8 天 | 死亡率：0.0% |
| (二)電磁波對照組： | 7.8 天 | 死亡率：0.0% |
| (三)次數變因實驗組： | 6.0 天 | 死亡率：80.0% |
| (四)時間變因實驗組： | 8.2 天 | 死亡率：0.0% |
| (五)距離變因實驗組： | 7.0 天 | 死亡率：0.0% |

（請參考表一、圖一、圖二）

數據 TJ1：

- | | | |
|-------------|-------|-----------|
| (一)對照組： | 6.8 天 | 死亡率：0.0% |
| (二)電磁波對照組： | 8.6 天 | 死亡率：0.0% |
| (三)次數變因實驗組： | 8.5 天 | 死亡率：20.0% |
| (四)時間變因實驗組： | 7.5 天 | 死亡率：20.0% |
| (五)距離變因實驗組： | 7.0 天 | 死亡率：0.0% |

（請參考表二、圖三、圖四）

數據 J1：

- (一)對照組： 7.0 天 死亡率：0.0%
 - (二)電磁波對照組： 8.8 天 死亡率：20.0%
 - (三)次數變因實驗組： 9.4 天 死亡率：0.0%
 - (四)時間變因實驗組： 9.0 天 死亡率：0.0%
 - (五)距離變因實驗組： 7.2 天 死亡率：0.0%
- (請參考表三、圖五、圖六)

(二) 第二期實驗結果：

數據 D2：

- (一)對照組： 5.4 天 死亡率：0.0%
 - (二)電磁波對照組： 5.8 天 死亡率：0.0%
 - (三)次數變因實驗組： 10.0 天 死亡率：60.0%
 - (四)時間變因實驗組： 4.8 天 死亡率：0.0%
 - (五)距離變因實驗組： 6.6 天 死亡率：0.0%
- (請參考表四、圖七、圖八)

數據 TJ2：

- (一)對照組： 6.0 天 死亡率：0.0%
 - (二)電磁波對照組： 7.6 天 死亡率：0.0%
 - (三)次數變因實驗組： 8.6 天 死亡率：0.0%
 - (四)時間變因實驗組： 8.0 天 死亡率：0.0%
 - (五)距離變因實驗組： 6.0 天 死亡率：0.0%
- (請參考表五、圖九、圖十)

數據 J2：

- (一)對照組： 6.4 天 死亡率：0.0%
 - (二)電磁波對照組： 7.2 天 死亡率：0.0%
 - (三)次數變因實驗組： 無
 - (四)時間變因實驗組： 7.4 天 死亡率：0.0%
 - (五)距離變因實驗組： 無
- (請參考表六、圖十一、圖十二)

(三) 第三期實驗結果：

數據 D3：

- (一)對照組： 7.2 天 死亡率：0.0%
- (二)電磁波對照組： 5.4 天 死亡率：0.0%
- (三)次數變因實驗組： 3.6 天 死亡率：0.0%
- (四)時間變因實驗組： 3.6 天 死亡率：0.0%
- (五)距離變因實驗組： 4.6 天 死亡率：0.0%

(請參考表七、圖十三、圖十四) - 5 -

數據 TJ3：

- (一)對照組： 6.6 天 死亡率：0.0%
 - (二)電磁波對照組： 7.6 天 死亡率：0.0%
 - (三)次數變因實驗組： 8.2 天 死亡率：0.0%
 - (四)時間變因實驗組： 7.8 天 死亡率：0.0%
 - (五)距離變因實驗組： 6.6 天 死亡率：0.0%
- (請參考表八、圖十五、圖十六)

數據 J3：

- (一)對照組： 7.0 天 死亡率：0.0%
 - (二)電磁波對照組： 7.4 天 死亡率：0.0%
 - (三)次數變因實驗組： 8.2 天 死亡率：0.0%
 - (四)時間變因實驗組： 8.0 天 死亡率：0.0%
 - (五)距離變因實驗組： 6.6 天 死亡率：0.0%
- (請參考表九、圖十七、圖十八)

(四) 第四期實驗結果：

數據 D4：

- (一)對照組： 3.0 天 死亡率：0.0%
 - (二)電磁波對照組： 3.5 天 死亡率：0.0%
 - (三)次數變因實驗組： 3.4 天 死亡率：20.0%
 - (四)時間變因實驗組： 3.5 天 死亡率：0.0%
 - (五)距離變因實驗組： 3.7 天 死亡率：0.0%
- (請參考表十一、圖二十一、圖二十二)

數據 TJ4：

- (一)對照組： 5.0 天 死亡率：0.0%
 - (二)電磁波對照組： 4.8 天 死亡率：0.0%
 - (三)次數變因實驗組： 5.4 天 死亡率：0.0%
 - (四)時間變因實驗組： 5.2 天 死亡率：0.0%
 - (五)距離變因實驗組： 4.6 天 死亡率：0.0%
- (請參考表十、圖十九、圖二十)

(五) 總平均：

- (一)對照組： 6.08 天 死亡率：0.0%
 - (二)電磁波對照組： 6.73 天 死亡率：2.0%
 - (三)次數變因實驗組： 7.13 天 死亡率：18.0%
 - (四)時間變因實驗組： 6.56 天 死亡率：2.0%
 - (五)距離變因實驗組： 5.99 天 死亡率：0.0%
- (請參考表十二、圖二十三、圖二十五)

(六) 正常化總平均：

- (一) 對照組： 5.91 天 死亡率：0.0%
 - (二) 電磁波對照組： 6.90 天 死亡率：2.0%
 - (三) 次數變因實驗組： 7.39 天 死亡率：18.0%
 - (四) 時間變因實驗組： 7.00 天 死亡率：2.0%
 - (五) 距離變因實驗組： 5.96 天 死亡率：0.0%
- (請參考表十二、圖二十四、圖二十六)

陸、討論：

一、實驗數據：（所有數據皆由最末位數之下位數四捨五入表示）

(一) 電磁波對照組與對照組的比較：

電磁波對照組較對照組，平均羽化天數慢 0.99 天（以生命週期 14 天換算，平均羽化時間延遲 7.1%），死亡率多 2.0%。由此可知，電磁波對果蠅的生長發育確實有延遲的影響。初步結論：電磁波會影響到生物的生長發育。（請參考表十二、圖二十四、二十六、二十八）

(二) 次數變因實驗組與電磁波對照組的比較：

次數變因實驗組較電磁波對照組，平均羽化天數慢 0.49 天（以生命週期 14 天換算，平均羽化時間延遲 3.5%），死亡率多 16.0%。由此可知，手機使用的次數增加會對果蠅有更大之影響。初步結論：使用程度、頻率越高，對果蠅的影響越大，電磁波的使用次數、頻率會影響對生物的影響程度。（請參考表十二、圖二十四、二十六、二十八）

(三) 時間變因實驗組與電磁波對照組的比較：

時間變因實驗組較電磁波對照組，平均羽化天數慢 0.10 天（以生命週期 14 天換算，平均羽化時間延遲 0.7%），死亡率相等。由此可知，手機使用的時間增加會對果蠅有更大之影響，但是手機接通後的電磁波較小，因此差異不大。初步結論：手機剛通撥打、通訊時，電磁波是較高的。（請參考表十二、圖二十四、二十六、二十八）

(四) 距離變因實驗組與電磁波對照組的比較：

距離變因實驗組較電磁波對照組，平均羽化天數較快 0.94 天（以生命週期 14 天換算，平均羽化時間早 6.7%），死亡率少 2.0%。由此可知，遠離使用手機的距離對果蠅的影響會變小很多。初步結論：手機距離生物越遠，影響越小，而且結果差距大。（請參考表十二、圖二十四、二十六、二十八）

(五) 次數變因實驗組與時間變因實驗組的比較：

次數變因實驗組較時間變因實驗組（已設計總撥打時間一樣），平均羽化天數較慢 0.39 天（以生命週期 14 天換算，平均羽化時間延遲 2.8%），死亡率多 16.0%。由此可知，手機剛撥打時的電磁波是最強的。初步結論：通話數比較通話時間，通話數對生物的影響遠大於通話時間的影響。（請參考表十二、圖二十四、二十六、二十八）

(六) 對照組、電磁波對照組與次數變因實驗組的比較：

三組實驗組撥打的次數比為 0:1:2，電磁波對照組較對照組，平均羽化天數慢 0.99 天（以生命週期 14 天換算，平均羽化時間延遲 7.1%），死亡率增 2.0%；次數變因實驗組較對照組，平均羽化天數慢 1.48 天（以生命週期 14 天換算，平均羽化時間延遲 10.6%），死亡率增 18.0%。由此可證，手機的使用次數增加，果蠅的羽化延遲越多，但趨勢不呈正比，有遞緩的現象；死亡率也增加，但趨勢不成正比，有遞增的趨勢。初步結論：手機撥打的次數對生物有一定的影響力，並在某一程度會造成極大影響。（請參考表十二、圖二十四、二十六、二十八）

(七) 對照組、電磁波對照組與時間變因實驗組的比較：三組實驗組撥打的時間比為 0:1:2，電磁波對照組較對照組，均羽化天數慢 0.99 天（以生命週期 14 天換算，平均羽化時間延遲 7.1%），死亡率增 2.0%；時間變因實驗組較對照組，平均羽化天數慢 1.09 天（以生命週期 14 天換算，平均羽化時間延遲 7.8%），死亡率增 2.0%。由此可證，手機的使用次數越增加，對果蠅的羽化延遲越多，但趨勢不呈正比，有遞緩的現象；死亡率則相同。初步結論：手機撥打的時間增長對果蠅的影響較小。（請參考表十二、圖二十四、二十六、二十八）

二、遇到的問題：

- (一)如何使果蠅度過冬天：連接傳統白熾燈泡於飼養箱兩側底部以達到熱對流效果。燈泡外圍以鋁箔紙包覆，減少熱輻射散失。(圖二十六)
- (二)蛹無法羽化：飼養果蠅期間有蛹出現但果蠅隻數不增反減，在討論後有可能是加水方式導致。原本加水方式是灑水在飼養箱上使水穿過網目自然滴落。此舉可能打壞蛹前端的呼吸絲。改變加水方式後情況馬上改善。
- (三)麻醉果蠅：第一次麻醉時，因沒有經驗，所以使用了過多的乙醚，導致一半以上的果蠅死亡。麻醉時宜在放入沾有乙醚的棉花後等 3 至 6 分鐘再檢查果蠅是否已昏迷。檢查時要輕拍飼養箱，因為有些果蠅已昏迷在上頭，切勿再加放乙醚。
- (四)飼養經驗：只要滿足果蠅的生存條件即可順利飼養。
 - 1.每天補充水分。
 - 2.每 3 至 4 天加新水果。
 - 3.放置在溫暖濕潤且每天有固定日曬的地方。
 - 4.勿任意換掉舊水果，裡面或上面可能有蛹或蛆。

三、無法確定原因的發現：

此實驗中只有少數組別出現「次數變因」實驗組的羽化率不超過 20%，而且實驗接近尾聲時都會有一或二隻蛆或蛹無法羽化、結蛹。牠們會停留在一個不明的狀態，看不出生死。總結我們三次的觀察經驗，牠們會先由尾部開始加深顏色，接著顏色慢慢由尾部擴張到頭部，最後確定死亡（顏色為深棕色或黑色）。不知為個別照顧因素問題，還是這個現象為電磁波量過多、過密集所引起的，當然，死亡率也列入實驗結果中，探討電磁波是否會對死亡率造成影響，以保持客觀公正之實驗結果。（圖二十七、圖二十八）

柒、結論

經過本實驗及討論、累積及統計數據後發現電磁波的確會對果蠅造成影響。其中其影響最大是造成果蠅生命週期的羽化率延後 10.6%、甚至導致死亡率高達 18.0%，證實了電磁波會對生物造成影響，並釐清了不同的使用方式對果蠅的影響大小。我們應該適當的使用手機，以避免受到不必要的影響，享受科技便利的同時，將其傷害降到最低。

綜合研究討論各項結果，討論出以下可應用在生活上的方法，減少電磁波的影響，

- 一、手機剛播出號碼時，盡量拿離身體，增加手機與身體間的距離。
- 二、避免不必要之通話，減少身體受到電磁波影響的次數，因為剛播打時的電磁波遠比其餘時段高。
- 三、手機講得久使身體受到電磁波影響較一天講很多通電話所受的電磁波波影響較小。亦即，與其減少通話時間，不如減少通話次數

捌、參考資料

- 一、楊大翔 (2004)：遺傳學實驗，科學出版社。
- 二、俞睿陽 (2006)：紅燒線蟲-低頻電磁波對線蟲的影響，第五屆旺宏科學獎參賽作品。
- 三、奇摩相關知識：<http://tw.knowledge.yahoo.com/question/question?qid=1608090210595>。
- 四、行動電話天線與人體健康：<http://www.ym.edu.tw/birs/cbase/main.htm>。
- 五、電磁波功率：<http://www.phy.ntnu.edu.tw/demolab/phpBB/viewtopic.php?topic=16603>。
- 六、維基百科：黑腹果蠅 (2009)：<http://zh.wikipedia.org/wiki/%E9%BB%91%E8%85%B9%E6%9E%9C%E8%A0%85>

拾貳、附表及附圖

表一：D1 實驗 (欄：實驗天數；列：組別；內容：果蠅數量)

D1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	平均羽化天數	死亡率
對照組	0	0	0	0	1	3	3	4	5	5	5	5	5	5	6.8	0%
電磁波對照組	0	0	0	0	1	2	2	2	4	5	5	5	5	5	7.8	0%
次數變因	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	6.0	80%
時間變因	0	0	0	0	0	1	2	3	4	4	5	5	5	5	8.2	0%
距離變因	0	0	0	0	1	2	3	4	5	5	5	5	5	5	7.0	0%

表二：TJ1 實驗 (欄：實驗天數；列：組別；內容：果蠅數量)

TJ1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	平均羽化天數	死亡率
對照組	0	0	0	0	1	2	4	4	5	5	5	5	5	5	6.8	0%
電磁波對照組	0	0	0	0	0	1	1	2	4	4	5	5	5	5	8.6	0%
次數變因	0	0	0	0	0	0	1	2	3	4	4	4	4	4	8.5	20%
時間變因	0	0	0	0	1	1	1	3	4	4	4	4	4	4	7.5	20%
距離變因	0	0	0	0	1	2	3	4	5	5	5	5	5	5	7.0	0%

表三：J1 實驗 (欄：實驗天數；列：組別；內容：果蠅數量)

J1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	平均羽化天數	死亡率
對照組	0	0	0	1	1	2	3	3	5	5	5	5	5	5	7.0	0%
電磁波對照組	0	0	0	0	0	1	1	2	3	4	4	4	4	4	8.3	20%
次數變因	0	0	0	0	0	1	1	2	3	3	4	4	5	5	9.4	0%
時間變因	0	0	0	0	0	1	1	2	2	4	5	5	5	5	9.0	0%
距離變因	0	0	0	1	1	2	3	3	4	5	5	5	5	5	7.2	0%

表四：D2 實驗 (欄：實驗天數；列：組別；內容：果蠅數量)

D2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	平均羽化天數	死亡率
對照組	0	0	0	0	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5.4	0%
電磁波對照組	0	0	0	0	1	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5.8	0%
次數變因	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	2	2	2	10.0	60%
時間變因	0	0	0	0	1	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4.8	0%
距離變因	0	0	0	0	1	3	4	4	5	5	5	5	5	5	6.6	0%

表五：TJ2 實驗 (欄：實驗天數；列：組別；內容：果蠅數量)

TJ2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	平均羽化天數	死亡率
對照組	0	0	0	1	2	4	4	4	5	5	5	5	5	5	6.0	0%
電磁波對照組	0	0	0	0	1	1	2	4	4	5	5	5	5	5	7.6	0%
次數變因	0	0	0	0	1	1	1	3	3	4	4	5	5	5	8.6	0%
時間變因	0	0	0	0	1	1	2	3	4	4	5	5	5	5	8.0	0%
距離變因	0	0	0	1	3	3	4	4	5	5	5	5	5	5	6.0	0%

表六：J2 實驗 (欄：實驗天數；列：組別；內容：果蠅數量；此圖之次數變因、距離變因從缺)

J2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	平均羽化天數	死亡率
對照組	0	0	0	0	2	2	4	5	5	5	5	5	5	5	6.4	0%
電磁波對照組	0	0	0	0	0	2	3	4	5	5	5	5	5	5	7.2	0%
時間變因	0	0	0	0	0	2	3	3	5	5	5	5	5	5	7.4	0%

表七：D3 實驗 (欄：實驗天數；列：組別；內容：果蠅數量)

D3	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	平均羽化天數	死亡率
對照組	0	0	0	0	1	1	2	5	5	5	5	5	5	5	7.2	0%
電磁波對照組	0	0	0	0	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5.4	0%
次數變因	0	0	3	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3.6	0%
時間變因	0	0	3	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3.6	0%
距離變因	0	0	1	2	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4.6	0%

表八：TJ3 實驗 (欄：實驗天數；列：組別；內容：果蠅數量)

TJ3	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	平均羽化天數	死亡率
對照組	0	0	0	1	2	3	3	4	4	5	5	5	5	5	6.6	0%
電磁波對照組	0	0	0	1	1	2	2	2	4	5	5	5	5	5	7.6	0%
次數變因	0	0	0	0	1	1	2	3	4	4	4	5	5	5	8.2	0%
時間變因	0	0	0	0	1	2	2	3	4	4	5	5	5	5	7.8	0%
距離變因	0	0	0	1	2	2	3	4	5	5	5	5	5	5	6.6	0%

表九：J3 實驗 (欄：實驗天數；列：組別；內容：果蠅數量)

J3	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	平均羽化天數	死亡率
對照組	0	0	0	0	1	2	3	4	5	5	5	5	5	5	7.0	0%
電磁波對照組	0	0	0	0	1	1	3	4	4	5	5	5	5	5	7.4	0%
次數變因	0	0	0	1	1	1	2	2	3	4	5	5	5	5	8.2	0%
時間變因	0	0	0	0	0	1	2	3	4	5	5	5	5	5	8.0	0%
距離變因	0	0	0	1	2	3	3	4	4	5	5	5	5	5	6.6	0%

表十：TJ4 實驗 (欄：實驗天數；列：組別；內容：果蠅數量)

TJ4	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	平均羽化天數	死亡率
對照組	0	0	0	1	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5.0	0%
電磁波對照組	0	0	1	2	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4.8	0%
次數變因	0	0	0	1	2	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5.4	0%
時間變因	0	0	0	1	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5.2	0%
距離變因	0	0	1	2	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4.6	0%

表十一：D4 實驗 (欄：實驗天數；列：組別；內容：果蠅數量)

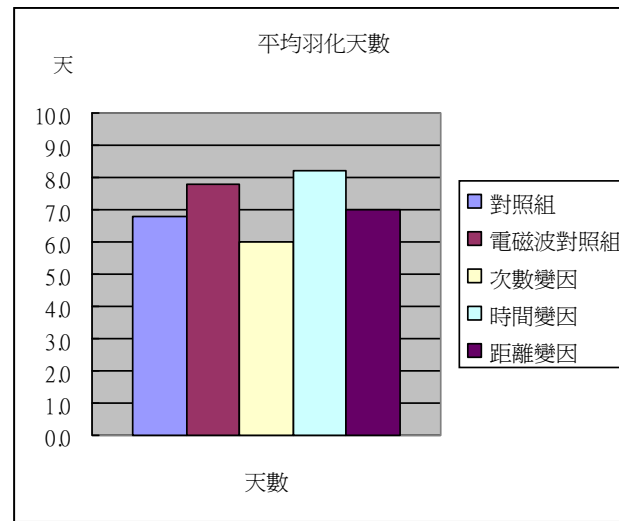
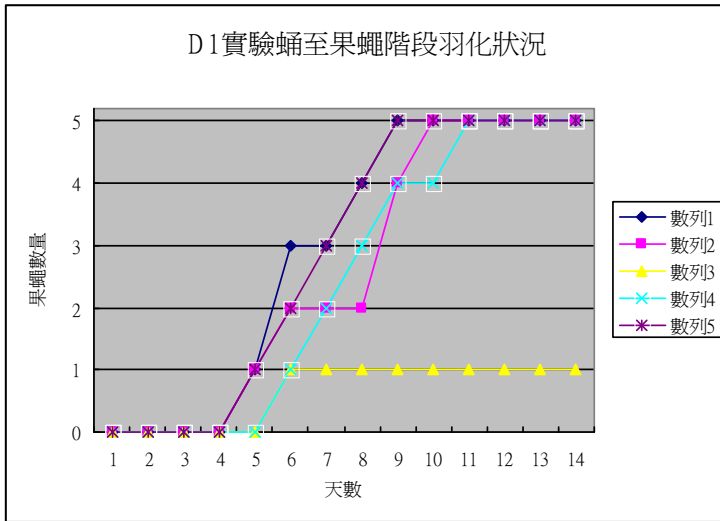
D4	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	平均羽化天數	死亡率
對照組	0	1	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3.0	0%
電磁波對照組	0	0	2	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3.5	0%
次數變因	0	0	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3.4	0%
時間變因	0	0	2	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3.5	0%
距離變因	0	0	2	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3.7	0%

註：平均羽化天數有非 0.2 之倍數部分為因同日 8:00 及 20:00 觀察數目不同，平均後有整數+0.5 之數值

表十二：總平均

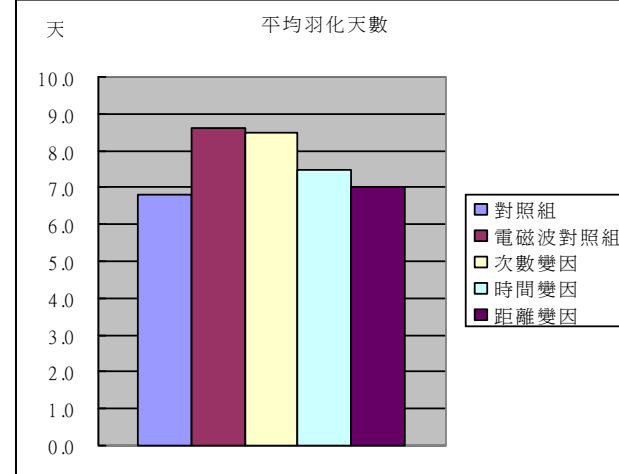
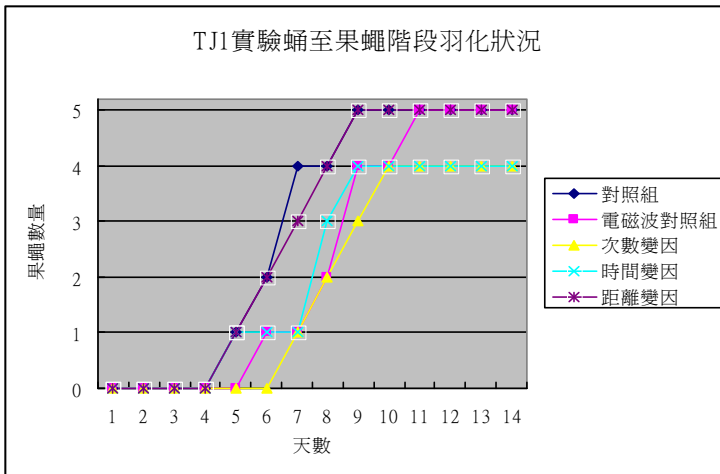
平均羽化天數	TJ1	TJ2	TJ3	TJ4	D1	D2	D3	D4	J1	J2	J3	總平均羽化天數	正常化平均羽化天數
對照組	6.8	6.0	6.6	5.0	6.8	5.4	7.2	3.0	7.0	6.4	7.0	6.08	5.91
電磁波對照組	8.6	7.6	7.6	4.8	7.8	5.8	5.4	3.5	8.8	7.2	7.4	6.73	6.90
次數變因實驗組	8.5	8.6	8.2	5.4	6.0	10.0	3.6	3.4	9.4	無	8.2	7.13	7.39
時間變因實驗組	7.5	8.0	7.8	5.2	8.2	4.8	3.6	3.5	9.0	7.4	8.0	6.56	7.00
距離變因實驗組	7.0	6.0	6.6	4.6	7.0	6.6	4.6	3.7	7.2	無	6.6	5.99	5.96
平均死亡率	TJ1	TJ2	TJ3	TJ4	D1	D2	D3	D4	J1	J2	J3	總平均死亡率	正常化平均死亡率
對照組	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0.0%	0.0%
電磁波對照組	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	20%	0%	0%	2.0%	2.0%
次數變因實驗組	20%	0%	0%	0%	80%	60%	0%	20%	0%	無	0%	18.0%	18.0%
時間變因實驗組	20%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	2.0%	2.0%
距離變因實驗組	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	無	0%	0.0%	0.0%

註：黑底白字為無效實驗值，不予採用；灰色字為異常實驗值，正常化數據時，不予採用。



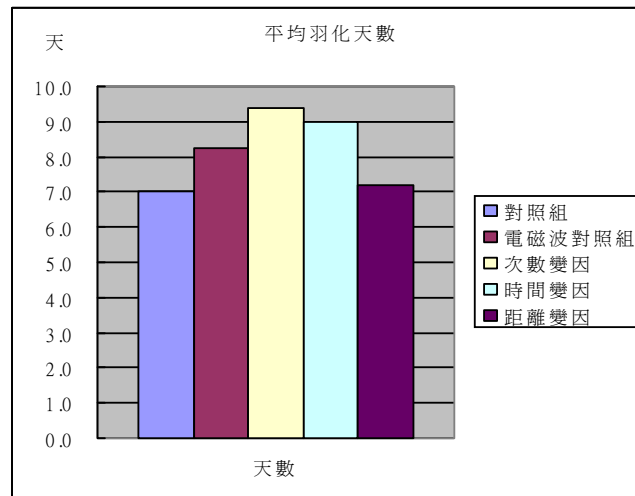
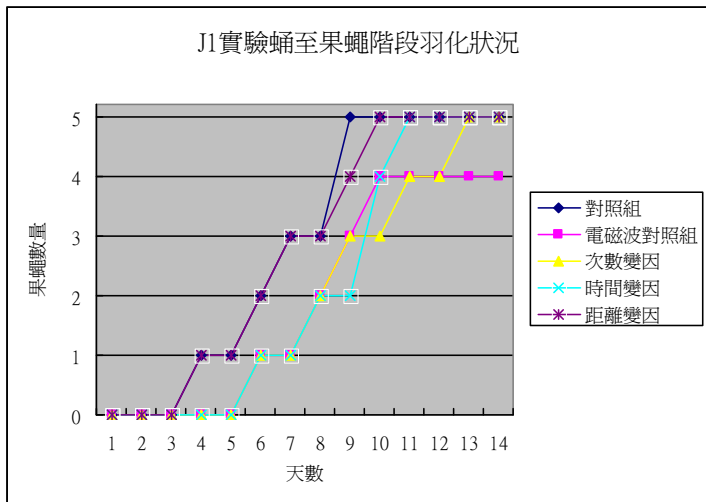
圖一：D1 實驗羽化數量折線圖

圖二：D1 平均羽化天數長條圖



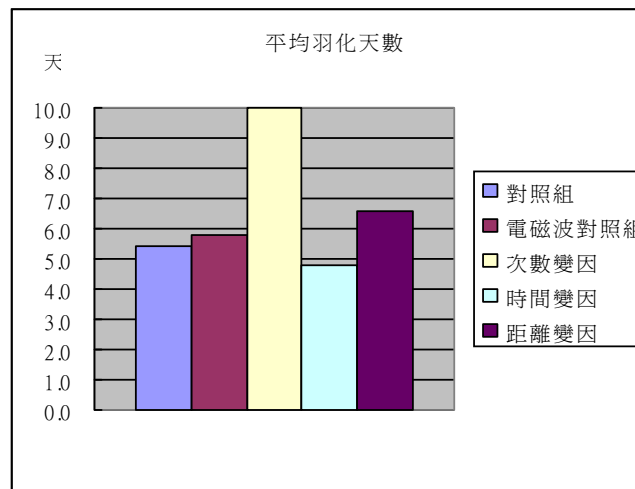
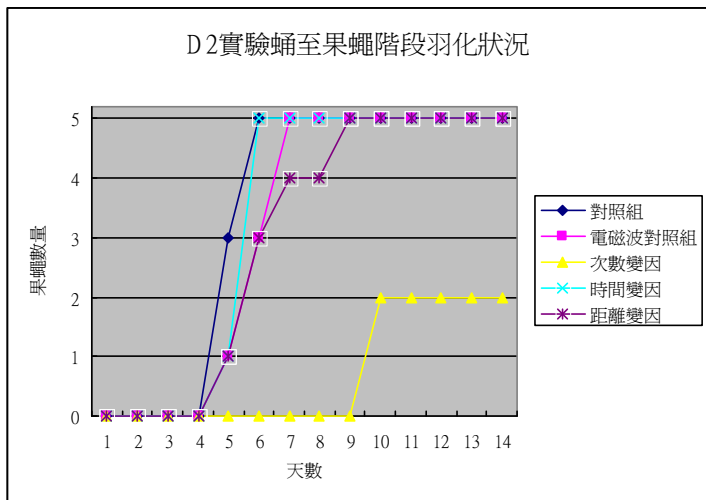
圖三：TJ1 實驗羽化數量折線圖

圖四：TJ1 平均羽化天數長條圖



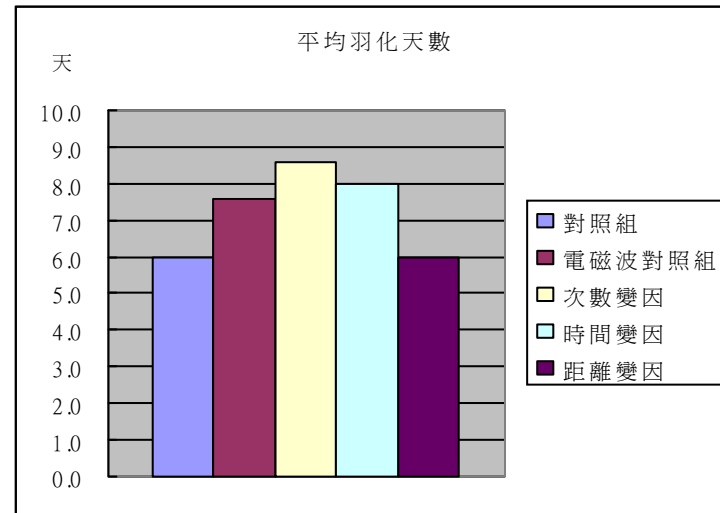
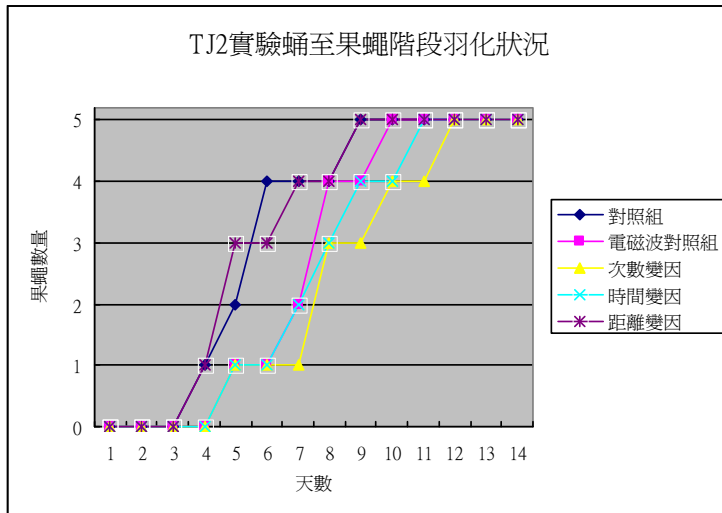
圖五：J1 實驗羽化數量折線圖

圖六：J1 平均羽化天數長條圖



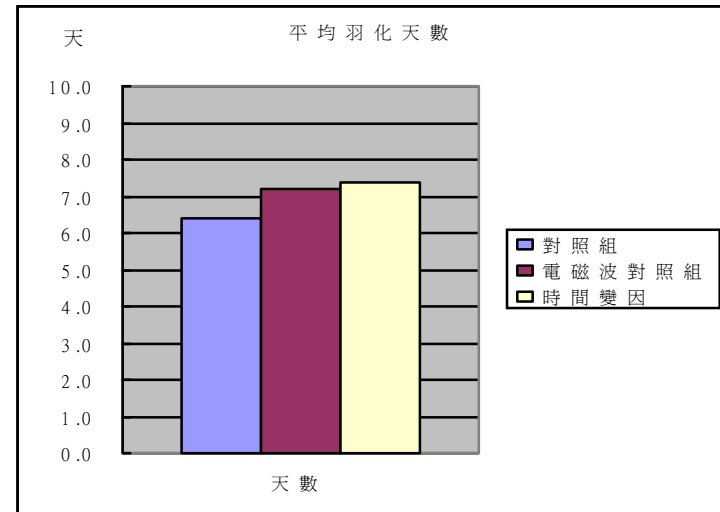
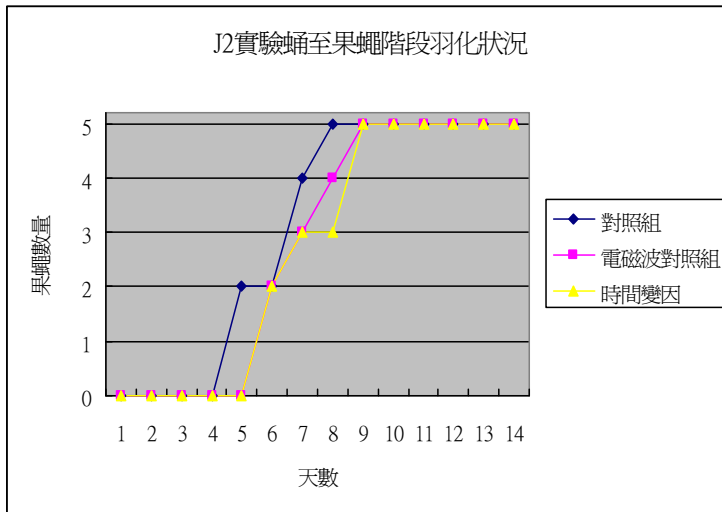
圖七：D2 實驗羽化數量折線圖

圖八：D2 平均羽化天數長條圖



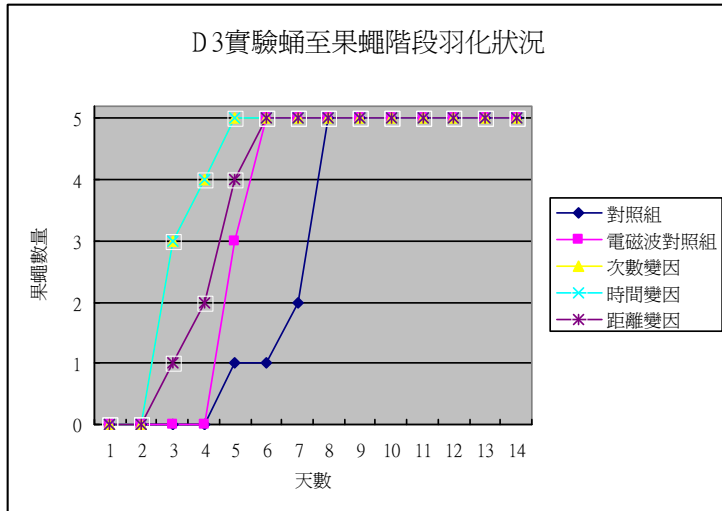
圖九：TJ2 實驗羽化數量折線圖

圖十：TJ2 平均羽化天數長條圖

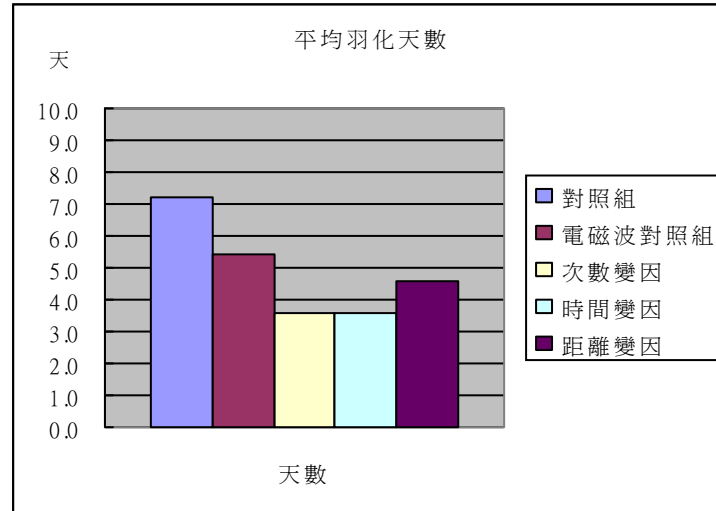


圖十一：J2 實驗羽化數量折線圖

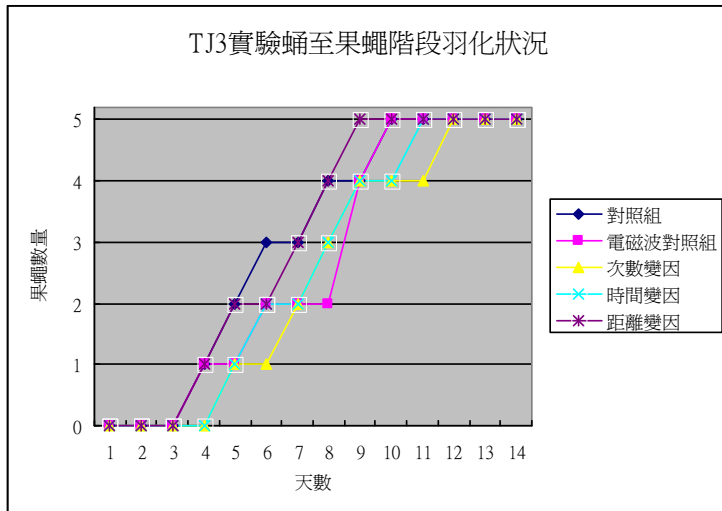
圖十二：J2 平均羽化天數長條圖



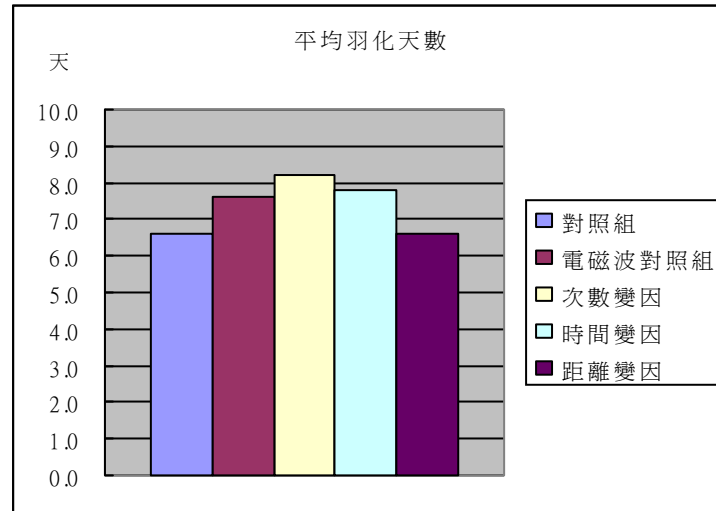
圖十三：D3 實驗羽化數量折線圖



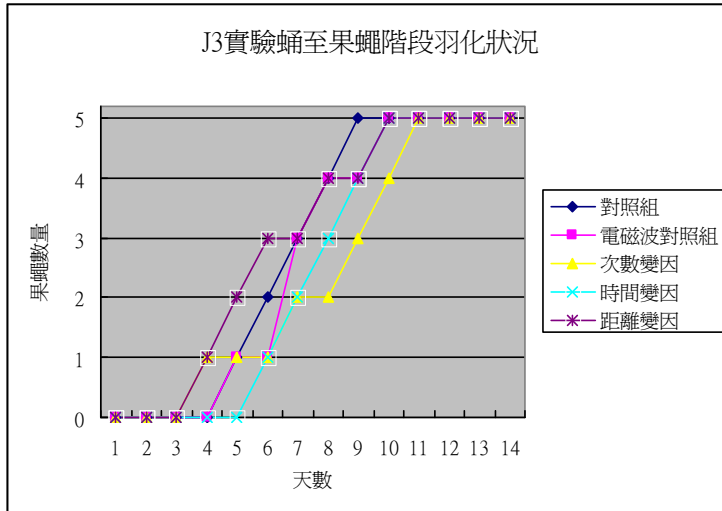
圖十四：D3 平均羽化天數長條圖



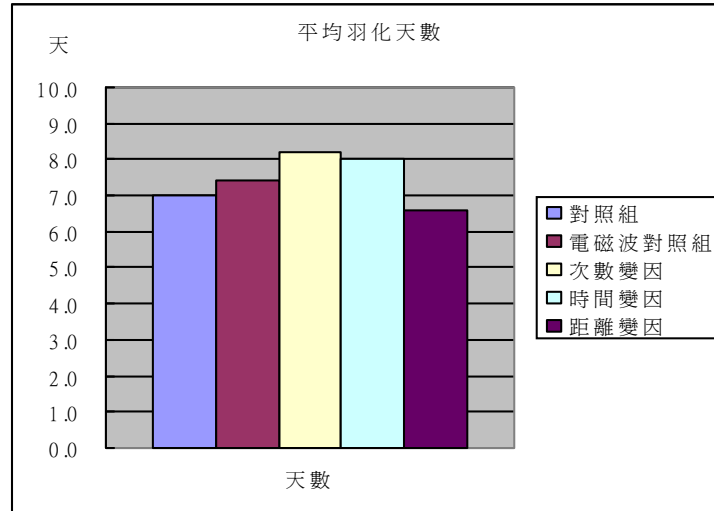
圖十五：TJ3 實驗羽化數量折線圖



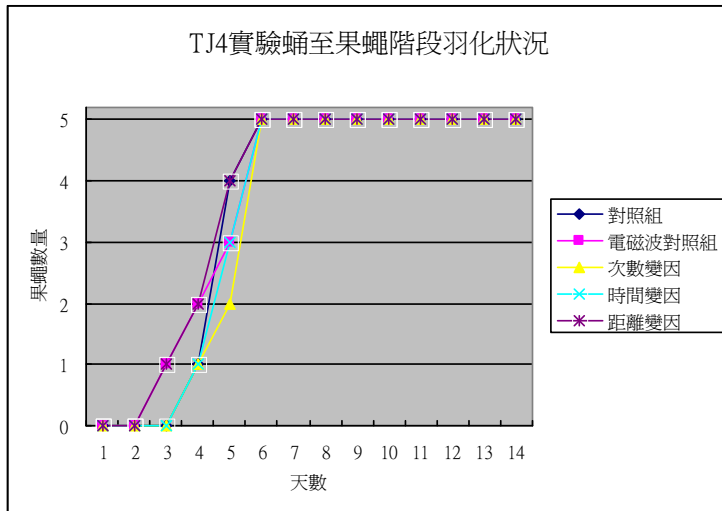
圖十六：TJ3 平均羽化天數長條圖



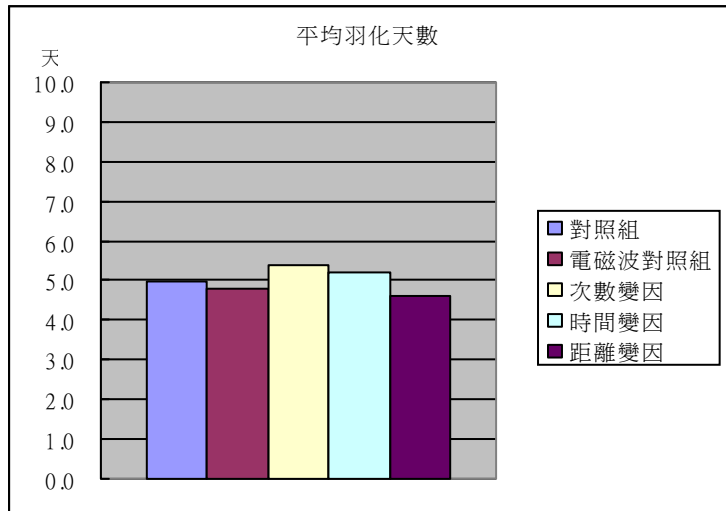
圖十七：J3 實驗羽化數量折線圖



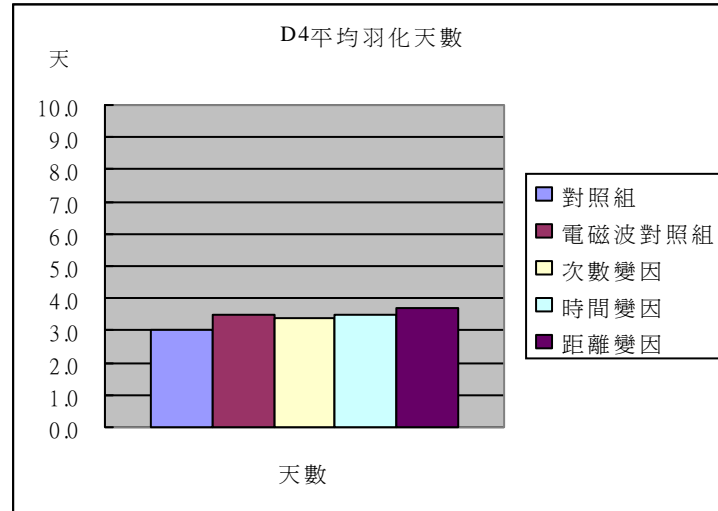
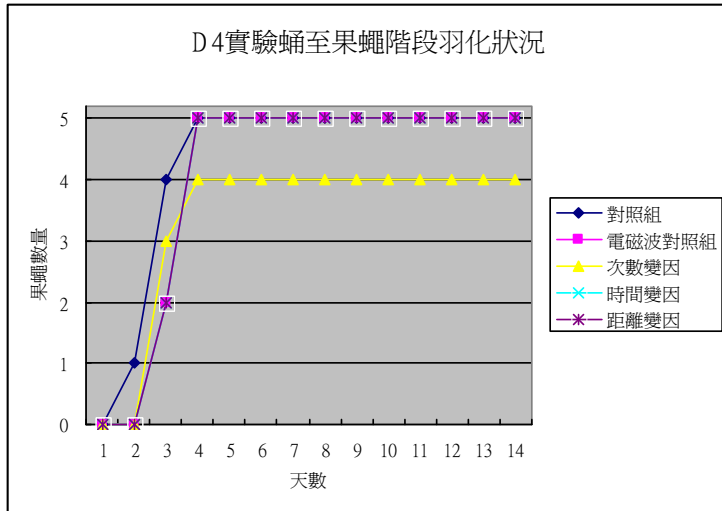
圖十八：J3 平均羽化天數長條圖



圖十九：TJ4 實驗羽化數量折線圖

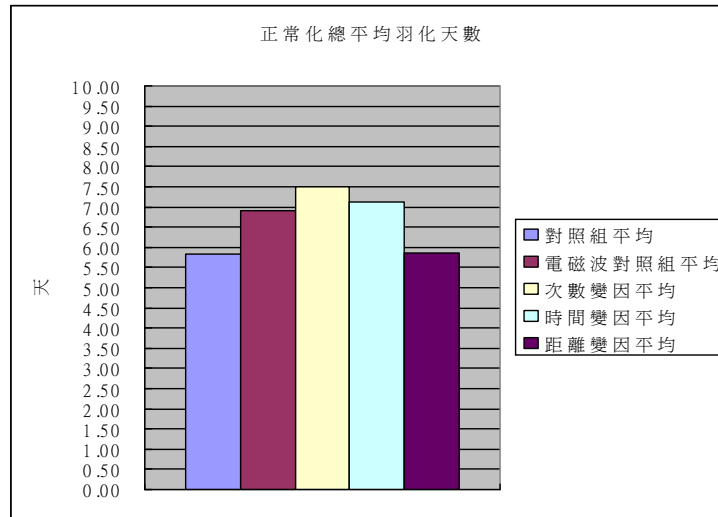
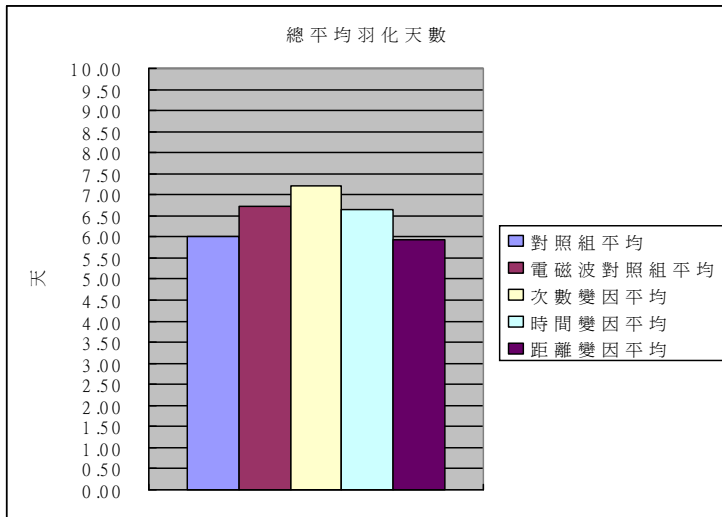


圖二十：TJ4 平均羽化天數長條圖



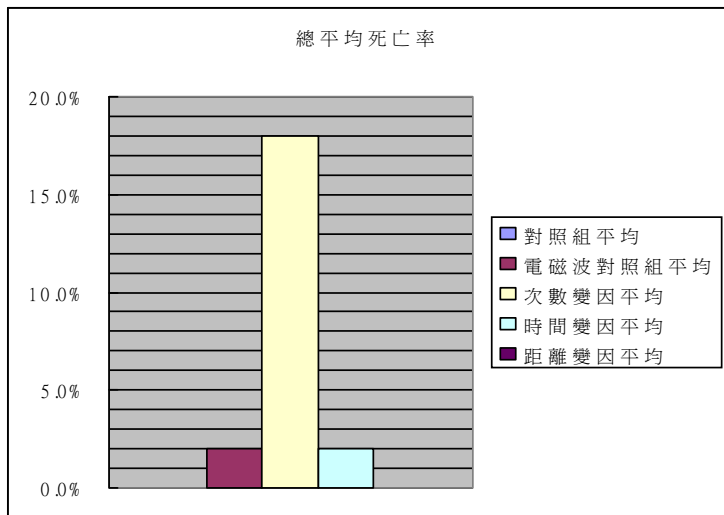
圖二十一：TJ4 實驗羽化數量折線圖

圖二十二：TJ4 平均羽化天數長條圖

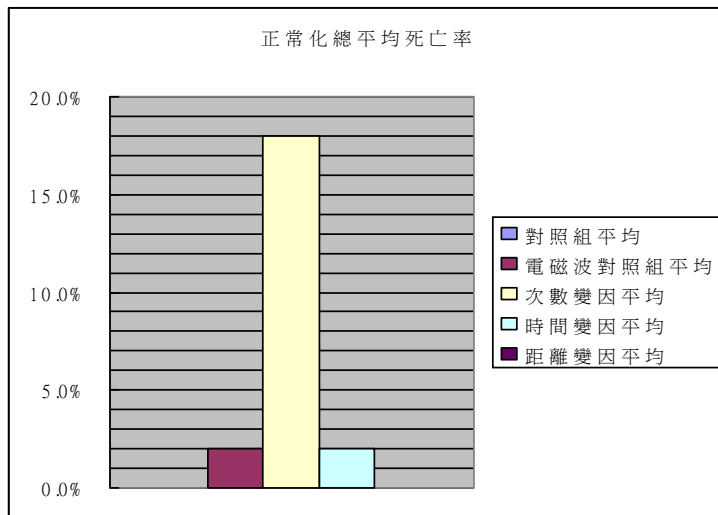


圖二十三：總平均平均羽化天數長條圖

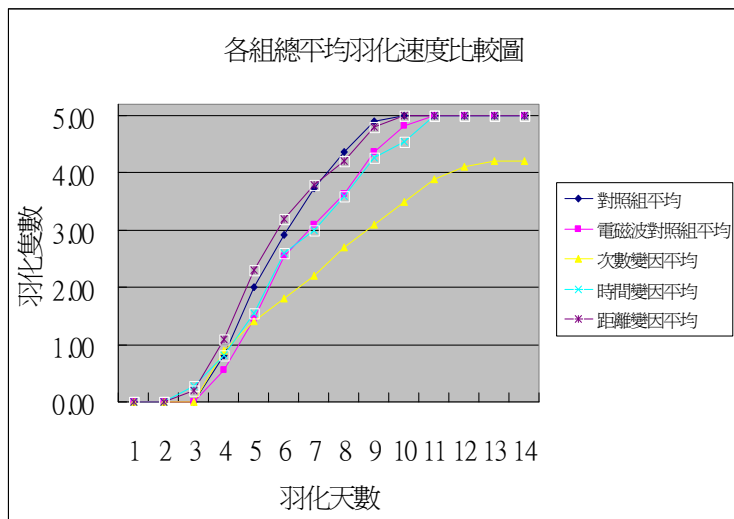
圖二十四：正常化總平均羽化天數長條圖



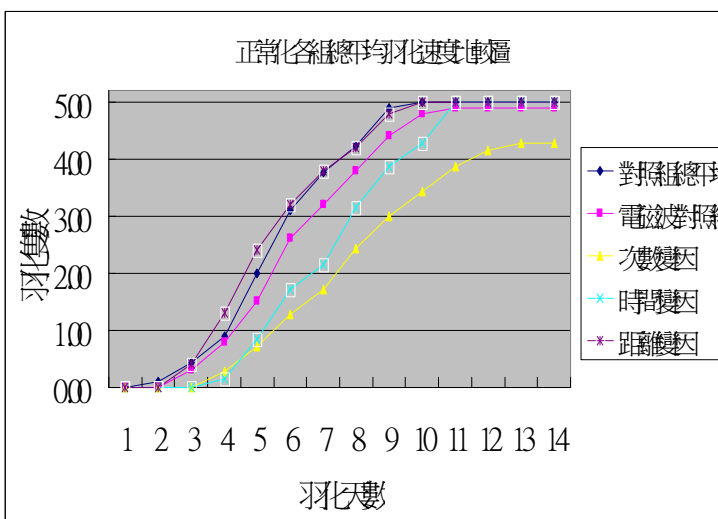
圖二十五：總平均平均死亡率長條圖



圖二十六：去不正常值正常化平均死亡率長條圖



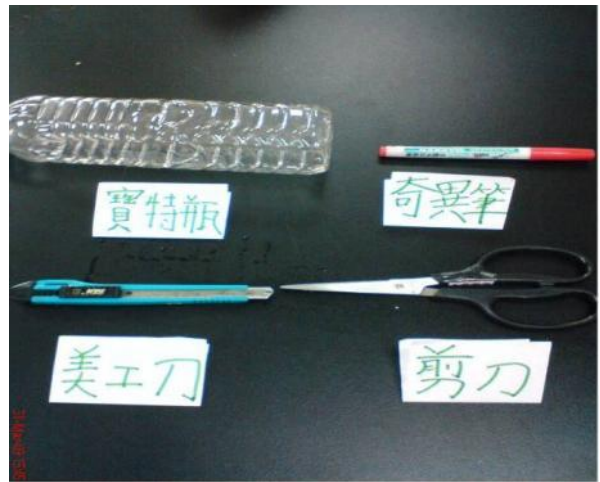
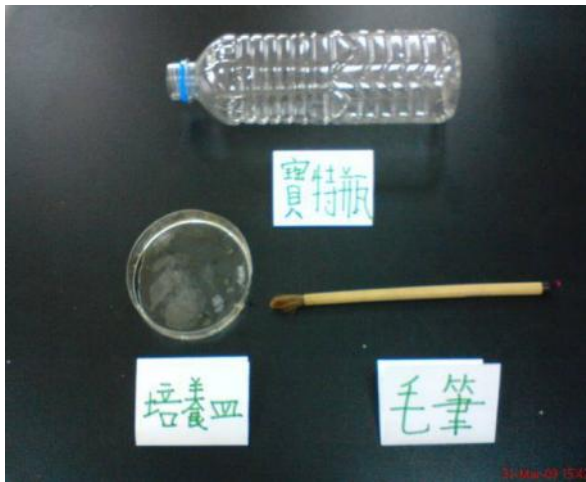
圖二十七：總平均羽化速度比較折線圖



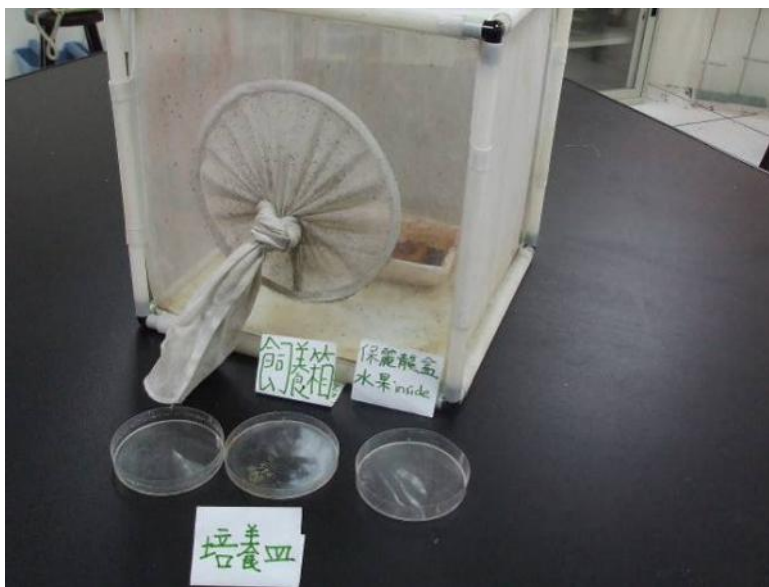
圖二十八：正常化總平均羽化速度比較折線圖



圖二十九：電磁波實驗設備照片



圖三十：挑蛆至寶特瓶中設備照片 / 圖三十一：製作抓果蠅陷阱及實驗用寶特瓶設備照片



圖三十二：飼養果蠅設備照片（供應生態系）

註：飼養箱內有保麗龍盒及水果供果蠅食用、生育產卵、結蛹



圖三十三：使用燈泡增加飼養箱周圍之溫度



圖三十四：圖片中央保特瓶內蓮霧的左邊有一隻形似蛆的棕色物體即為文中所述。

圖三十五：左方為正常蛹，右方為無法羽化之蛹



流程圖一：挑蛆的步驟（順序方向由左而右）



流程圖二：製作陷阱照片步驟（順序方向由左而右、後由上而下）



流程圖三：麻醉過程照片（順序方向由左而右、後由上而下）



流程圖四：電磁波實驗步驟照片



流程圖五：電磁波實驗步驟照片



流程圖六：電磁波實驗步驟照片



流程圖七：電磁波實驗步驟照片

【評語】 030320

測試手機電磁波對果蠅生長發育的結果值得參考。惟在試驗設計可增加不同處理變因，期能更深入探討影響果蠅生長之因素。