

中華民國第 59 屆中小學科學展覽會 作品說明書

高級中等學校組 動物與醫學科

052012

「擊擊蠅蠅」—探討東方果實蠅之防治

學校名稱：臺中市立文華高級中等學校

作者： 高二 吳紹崎 高二 謝秉禪 高二 許守豪	指導老師： 簡湘誼
---	------------------

關鍵詞：東方果實蠅、趨光性、科學誘捕器

摘要

台灣的農業現在飽受東方果實蠅的侵害，許多農民叫苦連天，辛苦的收成就這樣毀於一旦。於是我們尋求了師長的協助，以及教授的指點，展開我們的研究。起初，我們查詢資料了解它，並飼養東方果實蠅，觀察其幼蟲變成蟲的過程。再來經由實驗找出幾點吸引東方果實蠅的誘因：趨光性、黃色、芭樂，並結合所有誘因及我們所了解的知識，從高中生的角度和低成本的觀點切入，做出「科學誘捕器」。做出後，實際放至野外觀察，再將其缺點改善後，改良出「終極生化誘捕器 X (STBX)」，再放出野外實驗，將得到的結果記錄了下來。希望此研究能對未來農業展現一份心力。

壹、研究動機

有天在山上聽爺爺奶奶說：「哎呀！又攔系遮歹蟲！」他們在山上果園為著此事苦惱。於是我撿起地上破爛的水果，帶回家研究一番，並與兩位對這方面有興趣的同學，展開了一場研究之旅。

我們透過網路及翻查書籍，並詢問老師的意見，尋找了可能會危及農業的害蟲，發現其中危害農業收成最大的元凶是——東方果實蠅 (*Bactrocera dorsalis*)。原來，東方果實蠅早已對台灣的水果農業造成嚴重威脅，使得政府、農民與學術單位積極地合作，嘗試實用且有效的防治方式。

而至今尚未確切地控制住此問題，剛好本校教師的協助與牽線，我們得以認識於大學從事東方果實蠅防治研究的教授，因此我們就決定以東方果實蠅防治為主軸進行科學探究了。

貳、研究目的

- 一、研究東方果實蠅受趨光性的影響
- 二、找出較能吸引東方果實蠅的顏色
- 三、找出較能吸引東方果實蠅的水果
- 四、結合研究結果做出低成本誘捕器
- 五、實地放置誘捕器觀察並加以改良

參、研究設備器材

【表 1】設備

飼養箱	3 個	甲基丁香油	50 毫升
洋菜凍	數毫升	市售誘捕器	3 個
幼蟲與成蟲飼料	數毫升	空寶特瓶	24 個

東方果實蠅的卵	數百個	水果	4 種
採卵器	6 個	色紙	24 張
實驗用飲料	4 罐	剪裁及黏貼工具	1 組
紙張	16 張	鋁箔紙	1 個
帳篷	3 個	細繩	4 條
塑膠硬紙板	3 片	養樂多塑膠殼	4 個
黏蟲劑	1 罐	鐵絲	1 條

肆、研究方法及過程



【圖 1】 東方果實蠅

東方果實蠅 (*Bactrocera dorsalis*)，原產於印度及馬來半島等地，為太平洋地區果樹的重大害蟲。其寄主多、繁殖力強，雌蠅產卵於果皮下，幼蟲孵化後鑽入果肉中蛀食，造成水果腐爛失去商品價值。（參考文獻 1、2）

其體長 5~6 mm，複眼紅褐色，中胸背板黑色，上下兩側具黃色縱斑和斜斑，腹部黃褐色，具兩條黑色橫帶和腹背中央細縱帶，各腳黃色，後腳脛節黑色，翅膀透明無明顯斑紋，雌蟲具扁平的產卵管。

一、東方果實蠅的飼養

為了更加了解東方果實蠅，我們向大學教授索取了適量供實驗用之野生種東方果實蠅的卵，放入飼養容器內使其孵化，並開始觀察生活史。



【圖 2】 小型飼養盒

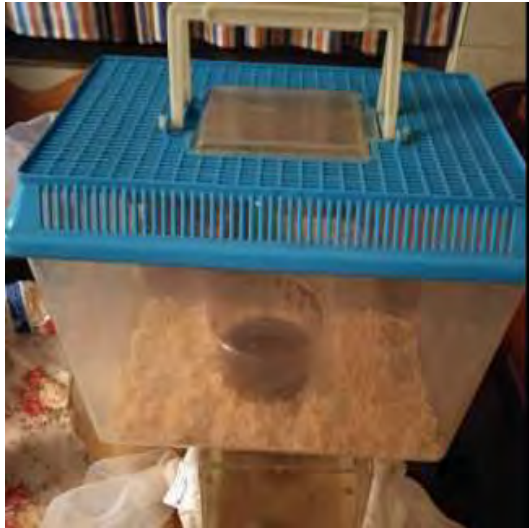


【圖 3】 卵（上方小白點）

將卵置於飼養盒的潮濕環境中（如圖 2），是擔心剛採下的卵若接觸空氣太久會乾枯而無法孵化，圖中褐色培養基是幼蟲孵化後的食物，主要由蛋白質和其他

的有機物質調配而成。上方開口以塑膠細網套住，則是避免過於早熟的幼蟲會因「跳蛹」的行為，掉落於容器外。所謂的「跳蛹」為幼蟲發育一段時間後，會將自己身體蜷曲，壓縮反彈至合適的區域化蛹。

從卵孵化為幼蟲後約一週左右，幼蟲方能跳蛹。圖 4 為跳蛹的特殊擺法：在原本容器外圍放了一些木屑，使其跳蛹後能在木屑中躲藏、鑽洞。幼蟲跳蛹完畢後，就即將邁入下一階段——化蛹，其行動會漸漸變得緩慢，最後形成一顆褐色的蛹。



【圖 4】 飼養箱及箱內特殊擺法



【圖 5】 蛹

在破蛹羽化之後，即成功完成一次東方果實蠅的生命週期。接下來為確保東方果實蠅數量足夠，我們提供採卵器使其有合適的產卵區域，並欲引誘牠們前來產卵，所以在容器內滴了約 5 毫升的果汁，以增加產卵數。經過多次反覆的採卵，皆能成功繁衍子代，實驗用的果實蠅數量已利於我們接下來的實驗進行。



【圖 6】 果實蠅產卵時的情況



【圖 7】 採卵器

二、東方果實蠅受趨光性的影響

東方果實蠅平時總是聚集在飼養箱上頭，不管怎麼拍打箱子，很快地牠們就又回到上頭。於是我們提出多個可能性，篩選討論後列出此現象可能的原因：

（一）產卵

在高處較方便找尋目標交配，並產卵嗎？或許可能，但又和現實有點出入，如果急著產卵，應該會利用飛行來找尋目標，而不是逗留在原地，因此此點不適合當此現象的解釋。

（二）停在高處的習性

大部分的水果都長在離地面之上的地方，或許是因為大多在高處產卵，所以才聚集在上端。此點可能性大，但其實不確定因素太多，還不足以完全代表此現象的解釋。

（三）趨光性

我們先將飼養箱放入約 60 隻東方果實蠅，並將飼養箱放入暗室，靜置 30 分鐘，讓他們忽略剛才的光線影響，半小時後我們走入暗室利用手機的光源來當誘因，照向側面箱壁，照了 10 分鐘，觀察其照燈後是否真能影響。



【圖 8】面對光源處



【圖 9】背對光源處

由實驗得知，光源照射正前方聚集了 42 隻果實蠅，而背對光源處僅聚集

了 8 隻果實蠅，其餘則停靠在近光源的飼養箱上方或側面。由此實驗可得知光線對他們的影響力非常大，推測趨光性是東方果實蠅停留於飼養箱上方的主要原因。

三、顏色對果實蠅的吸引關係

目前農民為減少東方果實蠅的危害，多採用黏蟲板，方便、價格便宜，且效果也算佳。但市面上幾乎都是黃色的黏蟲板，甚少見到其他顏色的黏蟲板，究竟是什麼原因呢？為此我們設計了實驗，希望能做出針對東方果實蠅習性的專業化設計黏板。

首先，我們不購買市面黏蟲板，而選擇較有可能吸引東方果實蠅的不同顏色紙張，並在上頭噴灑專業黏蟲劑的黏液，成了多個大張的黏蟲板，如下圖：



【圖 10】黃色紙張 【圖 11】藍色紙張 【圖 12】紅色紙張 【圖 13】綠色紙張

接下來要將其放入帳篷內，帳篷內部大空間，才不會因為紙張靠太近而影響實驗結果。



【圖 14】帳篷



【圖 15】帳篷內部的紙張

我們總共準備三個帳篷，分別標示 A、B、C 以區別，實驗重複進行三次，以增加結果的正確性。在帳篷裡，側面共四面，剛好能放四張黏蟲紙，三個帳篷就是十二張黏蟲紙，運用雙面膠黏貼於四面，每面面積大約相等。

開始實驗前，在每個帳篷裡釋放 150~200 隻的東方果實蠅，每個帳篷裡，又分三次釋放，一次釋放約 50 隻。當果實蠅釋放完畢後，將燈源全數關閉，利用窗簾縫隙照微光進來，讓牠們至少能分辨出顏色的光即可，這是為了要減少光對此實驗的影響，以避免因趨光性而導致實驗變因難以控制。其中 B 帳篷最接近窗邊，而 A、C 帳篷和窗邊的距離大致相等，較具參考性。

燈光關閉後，我們離開實驗室，讓三個帳篷靜待兩小時。之後，再進入實驗室觀察結果，如下圖 39 和 40：



【圖 16】 四種黏蟲紙兩小時後的結果

【表 2】 果實蠅沾黏之數量（單位：隻）

帳篷 \ 紙	紅色黏蟲紙	綠色黏蟲紙	黃色黏蟲紙	藍色黏蟲紙	釋放總數
A 帳篷	6	9	29	14	150~200
B 帳篷	3	6	15	8	150~200
C 帳篷	12	14	31	16	150~200
總和	21	29	75	38	450~600

B 帳篷因為較靠近窗邊，受微光影響，因此實驗結果上有誤差。

綜合以上數據後，我們可以得知「黃色」黏蟲紙是最受東方果實蠅歡迎之顏色，藍色其次，紅色最少。此結果可應用在生活上，建議大家購買黃色黏蟲板，方能獲得最大效果。

四、果汁誘引力

接著，我們希望找出較能吸引果實蠅，使其願意產卵的果汁，因此設計實驗如下：

將東方果實蠅置放於三個帳篷（分別標示 A、B 和 C 組），每組帳篷內各有四個黑色塑膠容器，其內分別倒入不同的果汁飲料，以測試果汁對牠們的吸引力。

另外，為了減少果實蠅從容器中逃脫的機會，我們於每個容器上端開口處加裝一個 L 型通道；而選用黑色是避免此實驗不受顏色之干擾，以增加結果之正確性。

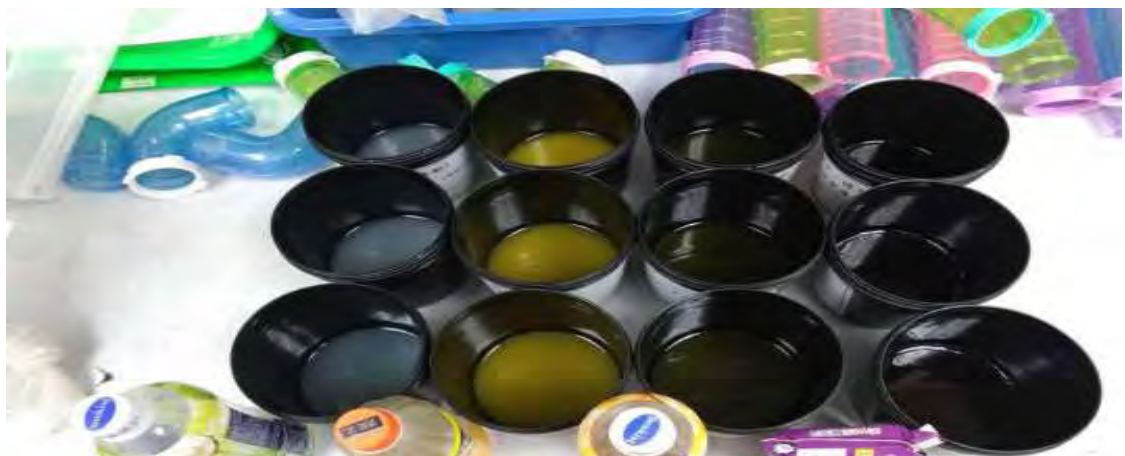


【圖 17】 L 型通道



【圖 18】 容器擺放位置

實驗進行時將燈源設備全部關閉，並靜置兩小時，盼讓牠們藉由嗅覺來選出喜愛產卵的果汁。參與此實驗的四種果汁分別為：芭樂汁、柳橙汁、百香果汁及葡萄汁，其中芭樂為目前農業上受果實蠅災損相當嚴重的經濟作物之一。



【圖 19】 四種果汁（各 200 毫升）



【圖 20】 A 組



【圖 21】 B 組



【圖 22】 C 組

【表 3】 杯內飛入的果實蠅數量（單位：隻）

飲料 容器	芭樂汁	柳橙汁	百香果汁	葡萄汁	釋放總數
A	34	24	16	9	250~300
B	38	16	15	11	250~300
C	31	19	15	10	250~300
總和	103	59	46	30	250~300

由以上結果可知，芭樂汁為本實驗中最具吸引力的果汁。此結果或可應用於果實蠅的防治上，利用其氣味將果實蠅吸引、捕捉，以達到危害數量減緩之目的。

五、製作「有效能」的科學誘捕器

想要減少果實蠅的方法有很多種，但各自效能不同。如，農藥雖有效，但卻也會對環境有害；化學物質，如甲基丁香油，是實用的誘殺方法，但僅能吸引無產卵能力的雄果實蠅；市面上的捕蠅器則有一定的價格，若每個果樹都放置多個捕蠅器，那可要花費不少成本。

因此我們嘗試找出更為便宜且有效的方式，透過先前實驗所得出的結果，加上多次討論與改良，並以「環保、實用、低成本」為理念，終於製作出防治東方果實蠅的「科學誘捕器」。

(一) 製作過程：

我們選用中型約 800 毫升之兩個寶特瓶，並從瓶身中間剪開，如圖 23。



【圖 23】 中型保特瓶

第二步，再將另一個未使用的瓶子剪成不對稱的兩半部，保留上半部。如圖 24。



【圖 24】 被剪開之瓶身

第三步：在其切開的寶特瓶下方劃兩刀，弄出兩個洞，並將塑膠尖端朝內，如圖 25。



【圖 25】 剪開的洞

第四步：將第二步驟的上半部瓶身塞入另一個中間被剪開的瓶內，並把剪開處黏合，接著將瓶蓋開口部分插上鉤子，此鉤是從棄置的鐵架上拆解下來的，方便掛於樹上。另也可用細繩網綁代替鐵鉤，如圖 26。



【圖 26】 上半部瓶身塞入瓶內

第五步：瓶內放入不新鮮之水果比較好，尤以腐爛者為佳，如此才能散發強烈的水果氣味。之後，再黏貼雙層色紙（黃、黑）於保特瓶的外層（如圖 27）即算完成。



【圖 27】 科學誘捕器

(二) 運用的科學原理、設計理念：

1. 瓶身選用大家都容易取得之寶特瓶，體積可選擇大一些，如此可增加捕捉的蟲數。
2. 開口設在瓶身中下方，將水果放在瓶內的底層，使果味容易從孔中散出。但不宜多孔，以集中果味的濃郁度。而將剪裁後的裂面塑膠向內凹，目的則是使成蟲易進難出。
3. 瓶內水果經第四點實驗結果可知，芭樂為首選。
4. 瓶外的色紙，一張為黑色，另一張為黃色。黑色那張反面貼，背面朝外，而瓶身上方不貼，使光線從上方進入瓶內，此設計運用了第二點實驗結果，其趨光性很強，透過這點並搭配瓶內設計，蟲隻會從下方進入，吸食水果後，會因為中間光線被黑色紙吸收而變暗，而往高處明亮區飛行。黃色貼紙是運用「研究三」結論，貼在孔洞周圍，用來讓果實蠅更能清楚地要往瓶身下方飛，而不是在瓶外徘徊。
5. 夜晚光線微弱時，果實蠅應該會往底下果味濃郁之處移動。其不會飛出去的原因有二：一是因為果味濃烈，很難不被吸引而飛出，二是因為裂面塑膠向內凹不容易出來之緣故。

(三) 實際測試：

1. 「測試」是否有捕捉能力

將科學誘捕器吊掛在芒果樹，擺放三日，放入測試物質（芒果、芭樂汁）。



【圖 28】 芒果樹測試 1



【圖 29】 芒果樹測試 2

2.結果

此誘捕器的確有捕捉功能，捉到 8 隻果實蠅、眾多果蠅及其他小蟲，如圖 30。此誘捕器還能吸引到雌果實蠅，不像甲基丁香油僅吸引雄蟲而已。

由於雌果實蠅才有產卵能力，因此透過我們設計的誘捕器，得以捕捉到實際造成危害的雌果實蠅，或許對於防治的效果是更加地治本且有意義的。



【圖 30】 從裂面孔內拍攝的景象

六、研究及改良出自製「終極生化誘捕器 X (STBX)」

經由上述實驗得知「科學誘捕器」具有捕捉功效，但在擺放過程中，我們發現了兩個問題：

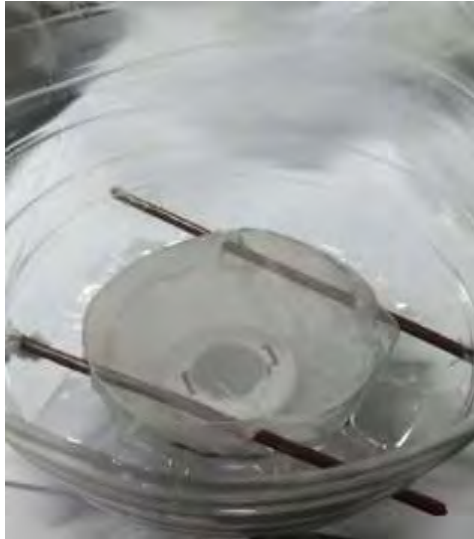
- (一) 遇到下雨天時，雨水會從原誘捕器裂面開口處滲入
- (二) 若無短時間更換原誘捕器內的水果，則果實蠅或果蠅會在內部產卵

針對這兩個問題，我們在科學誘捕器上做了改良以期提高捕捉功效，於是自製的終極生化誘捕器 X (The Supreme Trap of Biochemistry X，簡寫為 STBX) 又完成了。

(一) 設計及理念說明

STBX 分為三部分設計，三部分可自由拆解，其設計理念大多基於先前的科學誘捕器上。

如圖 31，第一部分為瓶身下半部設計，其中間為養樂多塑膠殼，利用兩小條裁剪後的鐵絲固定於塑膠瓶身，使其下方轉動時能穩定瓶身。塑膠殼上方覆蓋第一層細網，防止果實蠅產卵於水果中。下方洞口卡了一個恰好卡緊並挖去中間的瓶蓋，瓶蓋運用在圖 32，可輕易鎖上和轉開，以方便更換內部水果。



【圖 31】 下半部設計



【圖 32】 黃色容器可用小寶特瓶代替

再來是 STBX 第二部分的中間設計，為了避免雨水噴濺到瓶內，在瓶身中間外加裝了三個剩餘上半部的寶特瓶，並將寶特瓶上方裁剪為屋簷形狀，如圖 33。寶特瓶底部放置一小塊亮面朝上之鋁箔紙，鋁箔紙在陽光照射下會反射強烈陽光，這是基於增強果實蠅趨光性的設計。而果實蠅新的入口改為加裝寶特瓶上的瓶蓋處，瓶蓋一樣採裂面設計，不同的點在於：經測量發現，果實蠅體長約 5~6 mm，因此洞口大小也依此長度設計，避免有大型不相關之昆蟲進入。如圖 34。



【圖 33】 中間設計



【圖 34】 裂面入口及鋁箔紙

最後是 STBX 第三部分的上半部設計，和科學誘捕器沒什麼太大的差別，主要是中間部分的瓶身加裝三個寶特瓶，以及上方掛鉤處採以細繩替代，如圖 35。



【圖 35】 上半部設計



【圖 36】 完整圖

(二) 實際測試

我們在野外已結果的芒果樹上擺放兩個 STBX，分別放置發酵芭樂和發酵芒果，這是為了比較和實驗室的結果是否相同，利用發酵水果散發強烈氣味，來誘引果實蠅。選用芒果是為了搭配環境使用，如圖 37、38。



【圖 37】 底部放置芭樂



【圖 38】 底部放置芒果

我們以七天為一週期，重複做三次觀察，每次記錄完結果後，將內部果實蠅取出，過七天後，再記錄新結果，表四為三次結果：

【表 4】 擺放三次的結果（單位：隻）

水果 次數	芭樂	芒果	結果
第一次	14	15	芒果勝
第二次	21	19	芭樂勝
第三次	25	20	芭樂勝
總數	60	54	芭樂勝
雌果實蠅總數	34	26	芭樂勝

結果顯示，芭樂獲勝。捕捉的總數並非最重要的結果，重點是表 4 的雌果實蠅數目，由此可知芭樂為果實蠅較喜愛之水果。

七、各類型誘捕器比較

我們自己已經實驗結果，做出了科學誘捕器及終極生化誘捕器，為了找出更適合農民使用的誘捕器，於是購買了市售誘捕器，三者一同來較量。

將三種誘捕器各準備兩個，於同一地擺放一週，共實驗三次，並將結果記錄，加以比較。

施行此實驗時必須確保三者擺放在同地區，因為各地果實蠅數量不同，操縱變因太多，會影響結果，於是我們選擇在同學家的菜園施行此實驗。而誘捕器皆準備兩個，一個裡面放置自製發酵芭樂，另一個為自製發酵芭樂加上 10 滴甲基丁香油。選用芭樂是因為在實驗室和野外的實驗中，我們均發現芭樂皆為較受歡迎之水果。另一個誘捕器滴入甲基丁香油是為了觀察水果加上化學物質，是否更能達到我們所想要的捕捉目的。

接下來是實驗，將市售誘捕器和科學誘捕器擺放在百香果架上，並相隔 2.5 公尺，確保不互相影響。而考量百香果架面積有限，若擺放太近會影響實驗結果，因此將 STBX 擺放在百香果架旁的樹上，如圖 39、40、41。



【圖 39】 百香果架上的市售誘捕器和科學誘捕器



【圖 40】 STBX，放置芭樂



【圖 41】 STBX，放置芭樂及甲基丁香油

一個禮拜記錄一次，每次記錄完，將果實蠅取出後，擺放回原位置繼續觀察。
三週後，將實驗結果記錄於下：

【表 5】 三週後各誘捕器捕捉結果（單位：隻，A 為芭樂；B 為芭樂加甲基丁香油）

誘捕器 時間	市售誘捕器 A	市售誘捕器 B	科學誘捕器 A	科學誘捕器 B	STBX A	STBX B
第一週	6	53	13	25	17	31
第二週	6	44	15	17	15	26
第三週	2	38	9	18	16	17
總數	14	135	37	60	48	74
雌果實蠅總 數	5	54	12	19	23	31



【圖 42】 第一週之市售誘捕器



【圖 43】 第一週之科學誘捕器

由表 5 可知，市售誘捕器內含芭樂加甲基丁香油誘引力最強，STBX 次之。雖然在捕捉這方面，市售誘捕器勝出，但這並非代表為最合適放置之誘捕器，因此我們將其他因素融入一起比較，如表六。

【表 6】 三種誘捕器之各項目比較

誘捕器 項目	市售誘捕器	科學誘捕器	STBX
三週捕捉雌果實 蠅總數	A : 5 B : 54	A : 12 B : 19	A : 23 B : 31
雌果實蠅數占總 數之百分比	A : 35.71% B : 40%	A : 32.43% B : 31.15%	A : 47.92% B : 31.15%
誘捕器成本/個	60 元	4 元	6 元
自行製作誘捕器 花費時間	非自製	平均 4 分鐘	平均 20 分鐘
取材容易度	較難	容易	容易

如表 6，STBX 在 B 組中，即使總誘捕數量比不上市售誘捕器，但 STBX 之成本為市售誘捕器的十分之一倍，因此若生產更多的 STBX，多個 STBX 和一個市售誘捕器來比較，不僅 STBX 的成本低於市售誘捕器，總和的捕捉功力也會大於市售誘捕器的功力。

雖然 STBX 較花時間，但其和科學誘捕器皆符合了低成本的理念，況且能將不易分解的塑膠重新賦予其新的功用，而不是運送到焚化爐燒掉，這種減塑的方法，值得推薦給大眾使用。

伍、研究結果

- 一、 飼養東方果實蠅，瞭解牠們的生命週期以及如何產卵。
- 二、 東方果實蠅之趨光性極強。
- 三、 黃色物質對東方果實蠅吸引力強。
- 四、 芭樂汁對東方果實蠅吸引力強。
- 五、 結合前幾點結論做出「科學誘捕器」
- 六、 改善科學誘捕器的缺點，改良出自製「終極生化誘捕器 X (STBX)」
- 七、 市售誘捕器、科學誘捕器和 STBX 三者比較，STBX 最佳

陸、討論

根據實驗結果，在野外測得芭樂對於東方果實蠅具有強烈吸引力，此點與在實驗室測得的結果相符。而關於為何加入甲基丁香油的芭樂在實驗上誘得這麼多雌果實蠅，我們推測是因為剛開始先誘得雄蟲，造成瓶內雄蟲氣味濃度上升，進而吸引額外數量之雌蟲。

誘捕器捕捉之數量及百分比因地域不同會有些微誤差，但總體來說不影響其捕捉功效。至於是否滴甲基丁香油在誘捕器內，因人而異，若選擇要滴甲基丁香油，則須多付出額外成本，但效果也較佳。

柒、結論

- 一、實驗發現：趨光性、黃色和芭樂為吸引東方果實蠅重要的三元素
- 二、實驗證實：終極生化誘捕器 X 為最合適擺放之誘捕器。

捌、未來展望

- 一、兩種自製誘捕器可運用至農業上，減緩東方果實蠅對農業的損害
- 二、大眾開始重視環保問題，用自製誘捕器可達減塑效果

玖、參考資料及其他

- 一、東方果實蠅 *Bactrocera dorsalis* (Hendel, 1912) <http://gaga.biodiv.tw/new23/s7-36.htm>
- 二、維基百科
<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E6%9D%B1%E6%96%B9%E6%9E%9C%E5%AF%A6%E8%A0%85>
- 三、東方果實蠅生態及為害特性簡介。行政院農業委員會農業試驗。
https://www.tari.gov.tw/df_ufiles/Applied/%E6%9D%B1%E6%96%B9%E6%9E%9C%E5%AF%A6%E8%A0%85%E7%94%9F%E6%85%8B%E5%8F%8A%E7%82%BA%E5%AE%B3%E7%89%B9%E6%80%A7%E7%B0%A1%E4%BB%8B-Chapter%201.pdf
- 四、林明瑩、陳昇寬，東方果實蠅之生態及防治技術。農業新知與技術，台南區農業專訊 65 期，2008 年 9 月。
- 五、盧耽，圖解昆蟲學，商周出版，民 97。

【評語】 052012

東方果實蠅早已對台灣的水果農業造成嚴重威脅，使得政府、農民與學術單位積極地合作，嘗試實用且有效的防治方式。研究目的：研究東方果實蠅受趨光性的影響、找出較能吸引東方果實蠅的顏色、找出較能吸引東方果實蠅的水果、結合研究結果做出低成本誘捕器、實地放置誘捕器觀察並加以改良。實驗發現：趨光性、黃色和芭樂為吸引東方果實蠅重要的三元素，實驗證實：終極生化誘捕器 X 為最合適擺放之誘捕器。

1. 類似的實驗已經有人做過，宜探討你們的結果優點在哪裡？有什麼新發現防治的效果？是不是比別人之前的報告還要好呢？
2. 應該用別人製造的補蟲器，與跟你們的設計一起比較，可能比較有意義。
3. 宜問一些科學性問題。

摘要

台灣的農業現在飽受東方果實蠅的侵害，許多農民叫苦連天，辛苦的收成就這樣毀於一旦。於是我們尋求了師長的協助，以及教授的指點，展開我們的研究。起初，我們查詢資料了解它，並飼養東方果實蠅，觀察其幼蟲變成蟲的過程。再來經由實驗找出幾點吸引東方果實蠅的誘因：趨光性、黃色、芭樂，並結合所有誘因及我們所了解的知識，從高中生的角度和低成本觀點切入，做出「科學誘捕器」。做出後，實際放至野外觀察，再將其缺點改善後，改良出「終極生化誘捕器X (STBX)」，再放出野外實驗，將得到的結果記錄了下來。希望此研究能對未來農業展現一份心力。

壹、研究動機

有天在山上聽爺爺奶奶說：「哎呀！又攔系遮歹蟲！」他們在山上果園為著此事苦惱。於是我撿起地上破爛的水果，帶回家研究一番，並與兩位對這方面有興趣的同學，展開了一場研究之旅。

我們透過網路及翻查書籍，並詢問老師的意見，尋找了可能會危及農業的害蟲，發現其中危害農業收成最大的元凶是——**東方果實蠅** (*Bactrocera dorsalis*)。原來，東方果實蠅早已對台灣的水果農業造成嚴重威脅，使得政府、農民與學術單位積極地合作，嘗試實用且有效的防治方式。

而至今尚未確切地控制住此問題，剛好本校教師的協助與牽線，我們得以認識於大學從事東方果實蠅防治研究的教授，因此我們就決定以東方果實蠅防治為主軸進行科學探究了。

貳、研究目的

- 一、研究東方果實蠅受趨光性的影響
- 二、找出較能吸引東方果實蠅的顏色
- 三、找出較能吸引東方果實蠅的水果
- 四、結合研究結果做出低成本誘捕器
- 五、實地放置誘捕器觀察並加以改良

參、研究設備器材

【表 1】設備

飼養箱	3個	甲基丁香油	50毫升
洋菜凍	數毫升	市售誘捕器	3個
幼蟲與成蟲飼料	數毫升	空寶特瓶	24個
東方果實蠅的卵	數百個	水果	4種
採卵器	6個	色紙	24張
實驗用飲料	4罐	剪裁及黏貼工具	1組
紙張	16張	鋁箔紙	1個
帳篷	3個	細繩	4條
塑膠硬紙板	3片	養樂多塑膠殼	4個
黏蟲劑	1罐	鐵絲	1條

肆、研究方法

一、東方果實蠅飼養

東方果實蠅（學名：*Bactrocera dorsalis*）體長 5-6mm，複眼紅褐色，中胸背板黑色，上下兩側具黃色的縱斑和斜斑，腹部黃褐色，具2條黑色橫帶和腹背中央細縱帶，各腳黃色，後腳脛節黑色，翅膀透明無明顯的斑紋，雌蟲具扁平的產卵管。

其寄主多、繁殖力強，雌蠅產卵於果皮下，幼蟲孵化後鑽入果肉中蛀食，造成水果腐爛失去商品價值。如圖一。（參考文獻一、二）



【圖 1】東方果實蠅

為了更加了解東方果實蠅的生活狀況，我們向大學裡防治此物種的教授拿了一些實驗用的野生種的卵，放近飼養容器內孵化，開始觀察其生活史。



【圖 2】飼養容器

【圖 3】幼蟲

【圖 4】飼養箱

【圖 5】蛹

將卵置於飼養盒的潮濕環境中（如圖2），是擔心剛採下的卵若接觸空氣太久會乾枯而無法孵化，圖中褐色培養基是幼蟲孵化後的食物，主要由蛋白質和其他的有機物質調配而成。上方開口以塑膠細網套住，則是避免過於早熟的幼蟲會因「跳蛹」的行為，掉落於容器外。所謂的「跳蛹」為幼蟲發育一段時間後，會將自己身體蜷曲，壓縮反彈至合適的區域化蛹。

從卵孵化為幼蟲後約一週左右，幼蟲方能跳蛹。圖4為跳蛹的特殊擺法：在原本容器外圍放了一些木屑，使其跳蛹後能在木屑中躲藏、鑽洞。幼蟲跳蛹完畢後，就即將邁入下一階段——化蛹，其行動會漸漸變得緩慢，最後形成一顆褐色的蛹。

在破蛹羽化之後，即成功完成一次東方果實蠅的生命週期。

接下來為了確保我們要研究的東方果實蠅數量足夠，所以必須讓他們自己繁殖更多果實蠅，才能順利讓此研究繼續進行。利用小型塑膠容器，將其表面戳一些小孔，使其產卵器能插入其中，達成採卵的目的。為了吸引牠們上前產卵，所以我們在容器內放了約5毫升果汁，以增加產卵數。

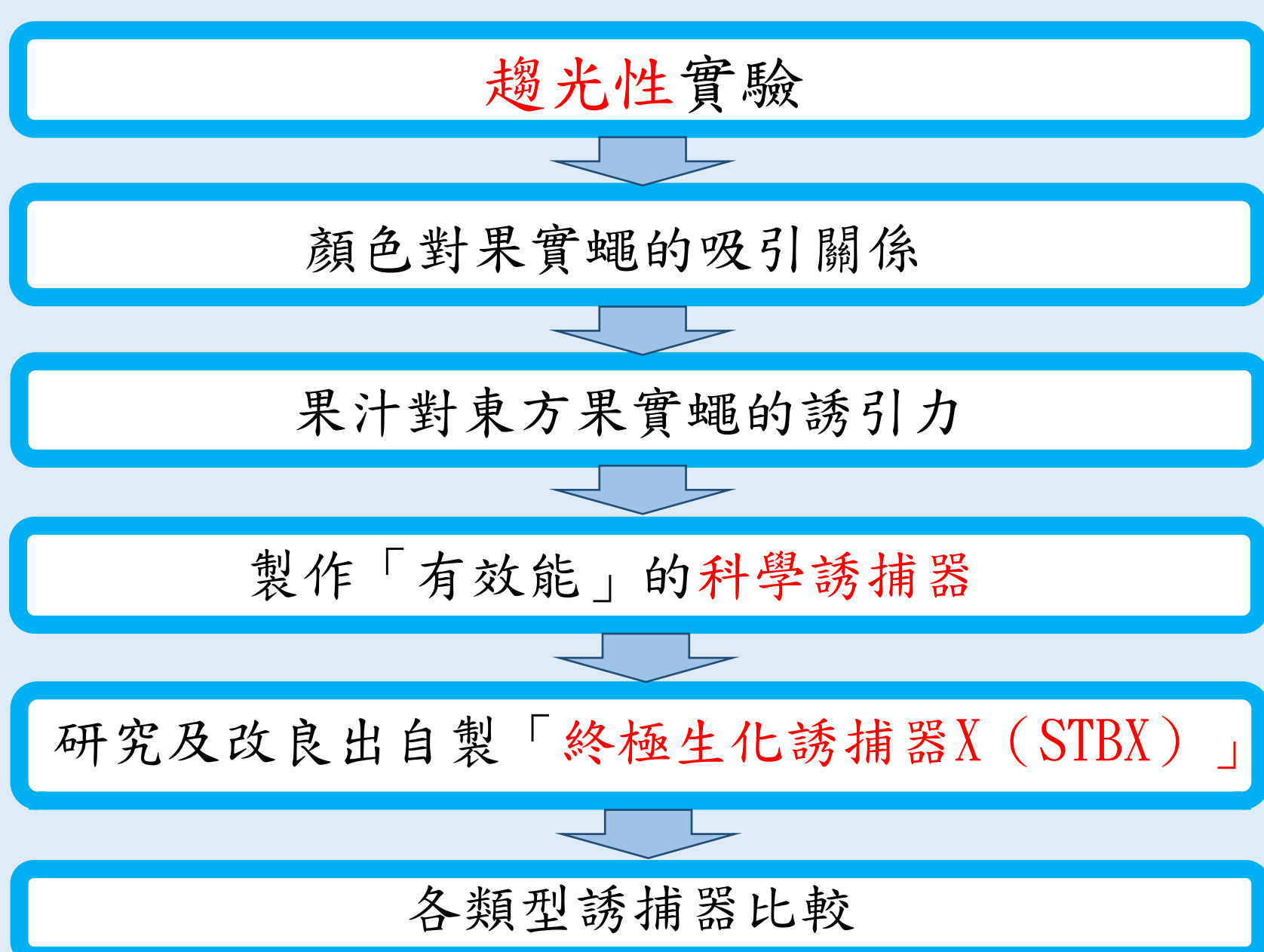
經過一番採卵後，發現其實很多隻都願意產卵，採收一個採卵器大概都能獲得100~200顆卵。



【圖 6】採卵器

而成為成蟲之後，在牠們還活著時大部分都不用吃食物。成蟲的牠們，唯一的目的是趕快找伴侶交配，繁殖下一代，讓生命延續下去。這就是為什麼成蟲會在果園產卵的原因，也因為水果內為潮溼環境，加上一孵化就有食物吃，「水果」對他們來說可謂最佳的產卵地點啊！

二、實驗流程：



伍、研究結果

一、趨光性(Phototaxis)

東方果實蠅平時總是聚集在飼養箱上頭，不管怎麼拍打箱子，很快地牠們就又回到上頭。於是我們提出多個可能性，篩選討論後列出此現象可能的原因：

(一) 產卵

在高處較方便找尋目標交配，並產卵嗎？或許可能，但又和現實有點出入，如果急著產卵，應該會利用飛行來找尋目標，而不是逗留在原地，因此此點不適合當此現象的解釋。

(二) 停在高處的習性

大部分的水果都長在離地面之上的地方，或許是因為大多在高處產卵，所以才聚集在上端。此點可能性大，但其實不確定因素太多，還不足以完全代表此現象的解釋。

(三) 趨光性

我們先將飼養箱放入約60隻東方果實蠅，並將飼養箱放入暗室，靜置30分，讓他們忽略剛才的光線影響，半小時後我們走入暗室利用手機的光源來當誘因，照向側面箱壁，照了10分鐘，觀察其照燈後是否真能影響。



【圖 7】面對光源處



【圖 8】背對光源處

由實驗得知，光源照射正前方聚集了42隻果實蠅，而背對光源處僅聚集了8隻果實蠅，其餘則停靠近光源的飼養箱上方或側面。由此實驗可得知光線對牠們的影響力非常大，推測**趨光性**是東方果實蠅停留於飼養箱上方的主要原因。

二、顏色對果實蠅的吸引關係

目前農民為減少東方果實蠅的危害，多採用黏蟲板，方便、價格便宜，且效果也算佳。但市面上幾乎都是黃色的黏蟲板，甚少見到其他顏色的黏蟲板，究竟是什麼原因？為此我們設計了實驗，希望能做出針對東方果實蠅習性的專業化設計黏板。

首先，我們不購買市面黏蟲板，而選擇較有可能吸引東方果實蠅的不同顏色紙張，並在上頭噴灑專業黏蟲劑的黏液，成了多個大張的黏蟲板，如圖9、10、11和12：



【圖 9】黃色紙張

【圖 10】藍色紙張

【圖 11】紅色紙張

【圖 12】綠色紙張

接下來要將其放入帳篷內，帳篷內部大空間，才不會因為紙張靠太近而影響實驗結果。



【圖 13】帳篷

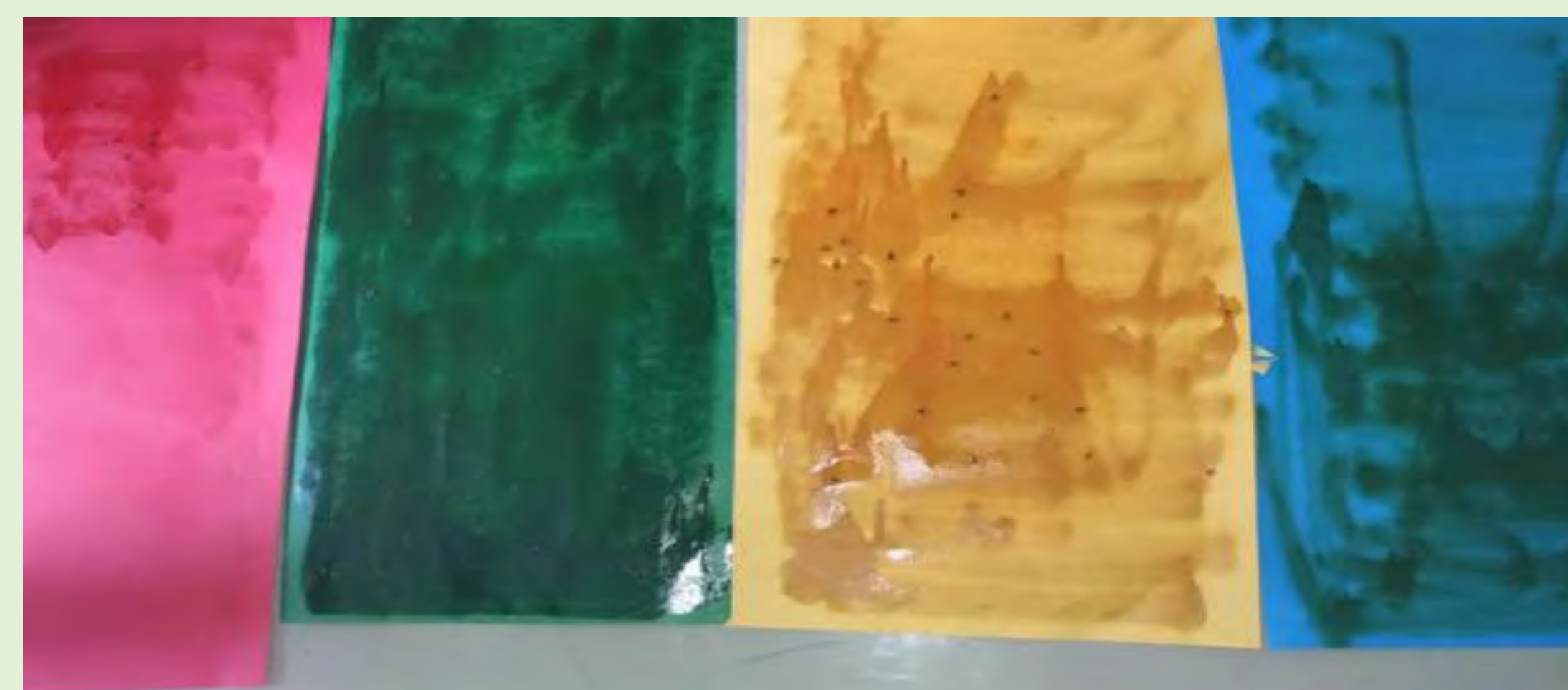


【圖 14】帳篷內部的紙張

我們總共準備三個帳篷，分別標示A、B、C以區別，實驗重複進行三次，以增加結果的正確性。在帳篷裡，側面共四面，剛好能放四張黏蟲紙，三個帳篷就是十二張黏蟲紙，運用雙面膠黏貼於四面，每面面積大約相等。

開始實驗前，在每個帳篷裡釋放150~200隻的東方果實蠅，每個帳篷裡，又分三次釋放，一次釋放約50隻。當果實蠅釋放完畢後，將燈源全數關閉，利用窗簾縫隙照微光進來，讓牠們至少能分辨出顏色的光即可，這是為了要減少光對此實驗的影響，以避免因趨光性而導致實驗變因難以控制。其中B帳篷最接近窗邊，而A、C帳篷和窗邊的距離大致相等，較具參考性。

燈光關閉後，我們離開實驗室，讓三個帳篷靜待兩小時。之後，再進入實驗室觀察結果：



【圖 15】四種黏蟲紙兩小時後的結果

【表 2】果實蠅沾黏之數量（單位：隻）

帳篷 \ 紙	紅色黏蟲紙	綠色黏蟲紙	黃色黏蟲紙	藍色黏蟲紙	釋放總數
A帳篷	6	9	29	14	150~200
B帳篷	3	6	15	8	150~200
C帳篷	12	14	31	16	150~200
總和	21	29	75	38	450~600

B帳篷因為較靠近窗邊，受微光影響，因此實驗結果上有誤差。

綜合以上數據後，我們可以得知「**黃色**」黏蟲紙是最受東方果實蠅歡迎之顏色，藍色其次，紅色最少。此結果可應用在生活上，建議大家購買黃色黏蟲板，方能獲得最大效果。

三：果汁誘引力

接著，我們希望找出較能吸引果實蠅，使其願意產卵的果汁，因此設計實驗如下：

將東方果實蠅置放於三個帳篷（分別標示A、B和C組），每組帳篷內各有四個黑色塑膠容器，其內分別倒入不同的果汁飲料，以測試果汁對牠們的吸引力。

另外，為了減少果實蠅從容器中逃脫的機會，我們於每個容器上端開口處加裝一個L型通道，而選用黑色是避免此實驗不受顏色之干擾，以增加結果之正確性。



【圖 16】L型通道



【圖 17】容器擺放位置

實驗進行時將燈源設備全部關閉，並靜置兩小時，讓牠們藉由嗅覺來選出喜愛產卵的果汁。參與此實驗的四種果汁分別為：芭樂汁、柳橙汁、百香果汁及葡萄汁，其中芭樂為目前農業上受果實蠅災損相當嚴重的經濟作物之一。



【圖 18】四種果汁（各200毫升）

兩小時後之結果：



【圖 19】A組



【圖 20】B組



【圖 21】C組

將實驗結果整理成下方表格：

【表 3】杯內飛入的果實蠅數量（單位：隻）

飲料 容器	芭樂汁	柳橙汁	百香果汁	葡萄汁	釋放總數
A	34	24	16	9	250~300
B	38	16	15	11	250~300
C	31	19	15	10	250~300
總和	103	59	46	30	750~900

由以上結果可知，**芭樂汁**為本實驗中最具吸引力的果汁。此結果或可應用於果實蠅的防治上，利用其氣味將果實蠅吸引、捕捉，以達到危害數量減緩之目的。

四、製作「有效能」的科學誘捕器

想要減少果實蠅的方法有很多種，但各自效能不同。如，農藥雖有效，但卻也會對環境有害；化學物質，如甲基丁香油，是實用的誘殺方法，但僅能吸引無產卵能力的雄果實蠅；市面上的捕蠅器則有一定的價格，若每個果樹都放置多個捕蠅器，那可要花費不少成本。

因此我們嘗試找出更為便宜且有效的方式，透過先前實驗所得出的結果，加上多次討論與改良，並以「**環保、實用、低成本**」為理念，終於製作出防治東方果實蠅的「**科學誘捕器**」。

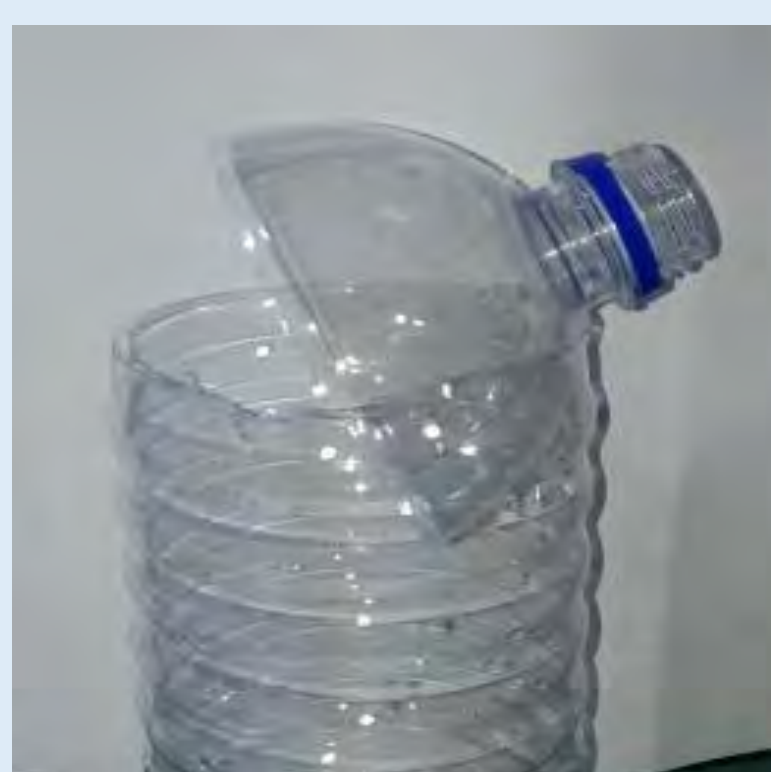
（一）製作過程：

我們選用中型約800毫升之兩個寶特瓶，並從瓶身中間剪開，如圖22。



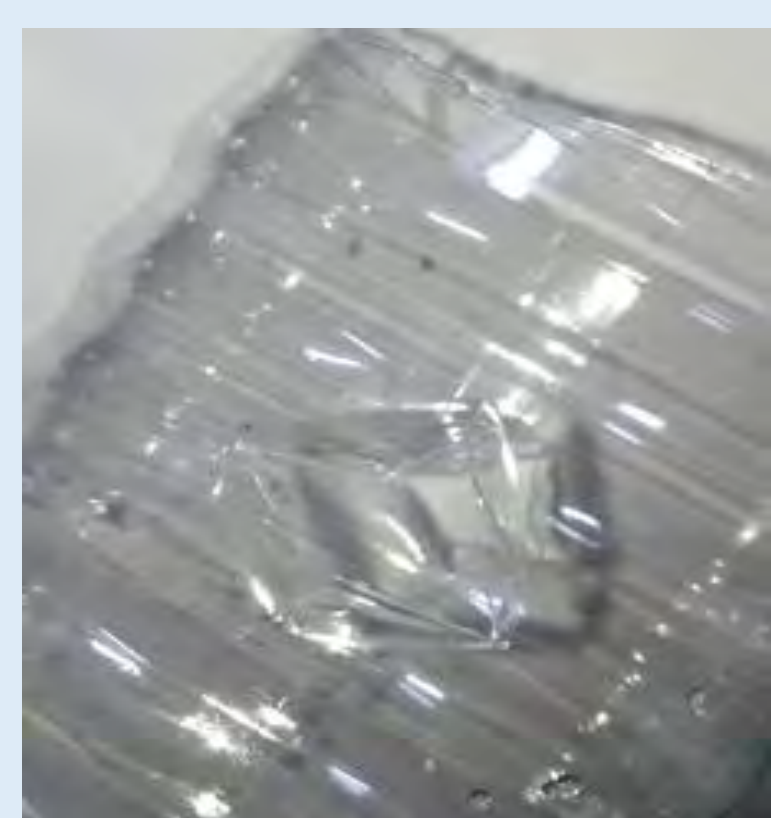
【圖 22】中型寶特瓶

第二步，將另一個未使用的瓶子剪成不對稱的兩半部，保留上半部。如圖23。



【圖 23】被剪開之瓶身

第三步：在其切開的寶特瓶下方劃兩刀，弄出兩個洞，並將塑膠尖端朝內，如圖24。



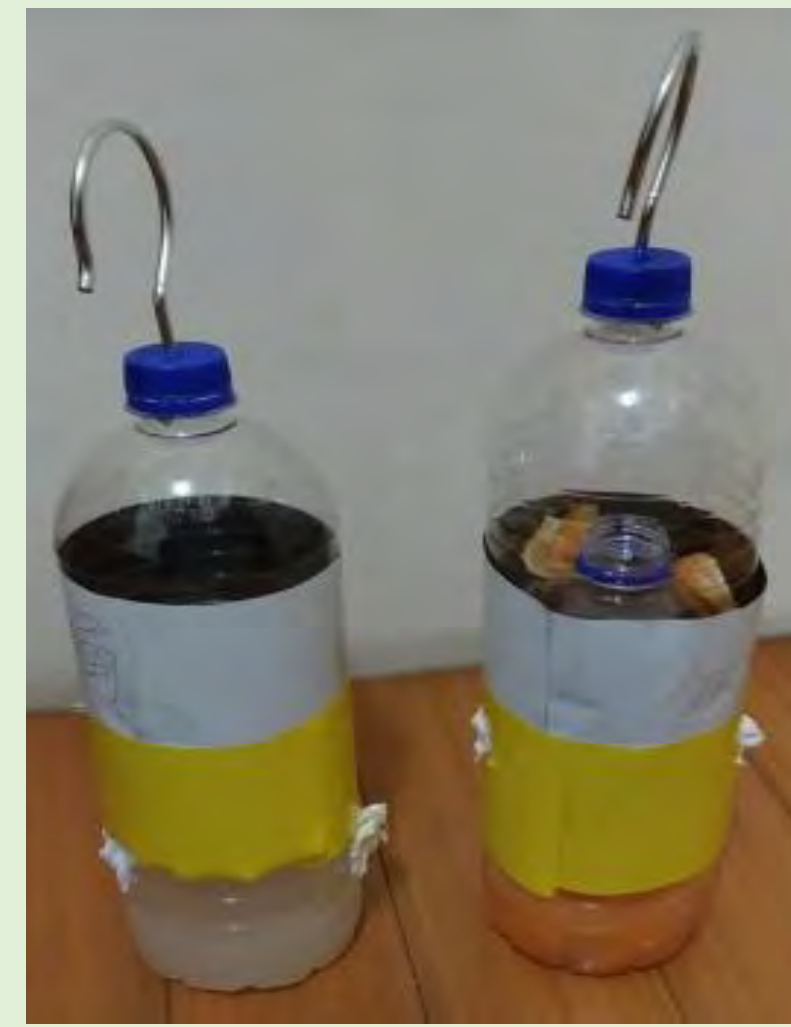
【圖 24】剪開的洞

第四步：將第二步驟的上半部瓶身塞入另一個中間被剪開的瓶內，並把剪開處黏合，接著將瓶蓋開口部分插上鉤子，此鉤是從棄置的鐵架上拆解下來的，方便掛於樹上。另也可用細繩綁代替鐵鉤，如圖25。



【圖 25】上半部瓶身塞入瓶內

第五步：瓶內放入不新鮮之水果比較好，尤以腐爛者為佳，如此才能散發強烈的水果氣味。之後，再黏貼雙層色紙（黃、黑）於保特瓶的外層（如圖26）即算完成。



【圖 26】科學誘捕器

（二）運用的科學原理、設計理念：

1. 瓶身選用大家都容易取得之寶特瓶，體積可選擇大一些，如此可增加捕捉的蟲數。
2. 開口設在瓶身中下方，將水果放在瓶內的底層，使果味容易從孔中散出。但不宜多孔，以集中果味的濃郁度。而將剪裁後的裂面塑膠向內凹，目的則是使成蟲易進難出。
3. 瓶內水果經實驗三結果可知，芭樂為首選。
4. 瓶外的色紙，一張為黑色，另一張為黃色。黑色那張反面貼，背面朝外，而瓶身上方不貼，使光線從上方進入瓶內，此設計運用了實驗一結果，其趨光性很強，透過這點並搭配瓶內設計，蟲隻會從下方進入，吸食水果後，會因為中間光線被黑色紙吸收而變暗，而往高處明亮區飛行。黃色貼紙是運用實驗二的結論，貼在孔洞周圍，用來讓果實蠅更能清楚地要往瓶身下方飛，而不是在瓶外徘徊。
5. 夜晚光線微弱時，果實蠅應該會往底下果味濃郁之處移動。其不會飛出去的原因有二：一是因為果味濃烈，很難不被吸引而飛出，二是因為裂面塑膠向內凹不容易出來之緣故。

（三）實際測試：

1. 「測試」是否有捕捉能力

將科學誘捕器吊掛在芒果樹，擺放三日，放入測試物質（芒果、芭樂汁）。



【圖 27】芒果樹測試1



【圖 28】芒果樹測試2

2. 結果

此誘捕器的確有捕捉功能，像圖27的誘捕器，捉到8隻果實蠅、眾多果蠅及其他小蟲，如圖29。此誘捕器還能吸引到雌果實蠅，不像甲基丁香油僅吸引雄蟲而已。

由於雌果實蠅才有產卵能力，因此透過我們設計的誘捕器，得以捕捉到實際造成危害的雌果實蠅，或許對於防治的效果是更加地治本且有意義的。



【圖 29】從裂面孔內拍攝的景象

五、研究及改良出自製「終極生化誘捕器X（STBX）」

經由上述實驗得知「科學誘捕器」具有捕捉功效，但在擺放過程中，我們發現了兩個問題：

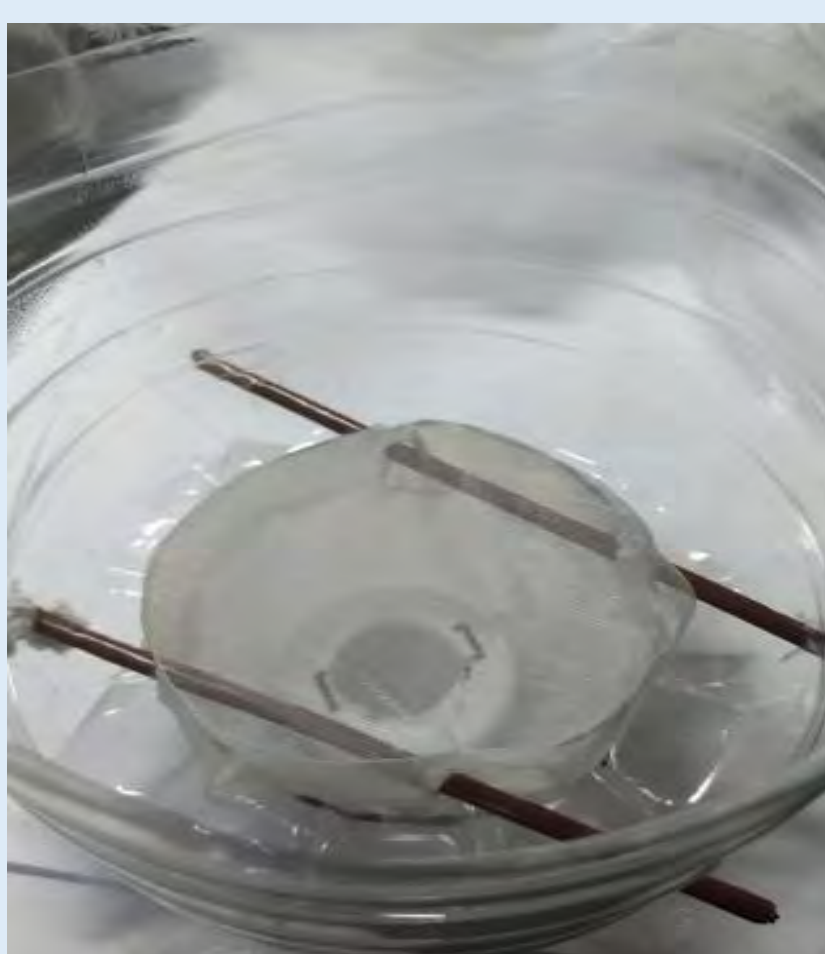
- （一）遇到下雨天時，雨水會從原誘捕器裂面開口處滲入
- （二）若無短時間更換原誘捕器內的水果，則果實蠅或果蠅會在內部產卵

針對這兩個問題，我們在科學誘捕器上做了改良以提高捕捉功效，於是自製的終極生化誘捕器X（The Supreme Trap of Biochemistry X，簡寫為STBX）就完成了。

（一）設計及理念說明

STBX分為三部分設計，三部分可自由拆解，其設計理念大多基於先前的科學誘捕器上。

如圖30，第一部分為瓶身下半部設計，其中間為養樂多塑膠殼，利用兩小條剪裁後的鐵絲固定於塑膠瓶身，使其下方轉動時能穩定瓶身。塑膠殼上方覆蓋第一層細網，防止果實蠅產卵於水果中。下方洞口卡了一個恰好卡緊並挖去中間的瓶蓋，瓶蓋運用在圖31，可輕易鎖上和轉開，以方便更換內部水果。



【圖 30】下半部設計



【圖 31】黃色容器可用小寶特瓶代替

再來是STBX第二部分的中間設計，為了避免雨水噴濺到瓶內，在瓶身中間外加裝了三個剩餘上半部的寶特瓶，並將寶特瓶上方裁剪為屋簷形狀，如圖32。寶特瓶底部放置一小塊亮面朝上之鋁箔紙，鋁箔紙在陽光照射下會反射強烈陽光，這是基於增強果實蠅趨光性的設計。而果實蠅新的入口改為加裝寶特瓶上的瓶蓋處，瓶蓋一樣採裂面設計，不同的點在於：經測量發現，果實蠅體長約5~6 mm，因此洞口大小也依此長度設計，避免有大型不相關之昆蟲進入。如圖33。



【圖 32】中間設計



【圖 33】裂面入口及鋁箔紙

最後是STBX第三部分的上半部設計，和科學誘捕器沒什麼太大的差別，主要是中間部分的瓶身加裝三個寶特瓶，以及上方掛鈎處採以細繩替代，如圖34。



【圖 34】上半部設計



【圖 35】完整圖

(二) 實際測試

我們在野外已結果的芒果樹上擺放兩個STBX，分別放置發酵芭樂和發酵芒果，這是為了比較和實驗室的結果是否相同，利用發酵水果散發強烈氣味，來誘引果實蠅。選用芒果是為了搭配環境使用，如圖36、37。



【圖 36】底部放置芭樂



【圖 37】底部放置芒果

我們以七天為一週期，重複做三次觀察，每次記錄完結果後，將內部果實蠅取出，過七天後，再記錄新結果，表四為三次結果：

【表 4】擺放三次的結果（單位：隻）

次數	水果	芭樂	芒果	總數
第一次		14	15	29
第二次		21	19	40
第三次		25	20	45
總數		60	54	114
雌果實蠅總數		34	26	60

結果顯示，放置**芭樂**的STBX捕捉到的果實蠅數目較多。然而，捕捉的總數並非最重要的結果，重點是表4的雌果實蠅數目，由此可知芭樂為果實蠅較喜愛之水果。

七、各類型誘捕器比較

我們自己經實驗結果，做出了科學誘捕器及終極生化誘捕器，為了找出更適合農民使用的誘捕器，於是購買了市售誘捕器，三者一同來較量。將三種誘捕器各準備兩個，於同一地擺放一週，共實驗三次，並將結果記錄，加以比較。

施行此實驗時必須確保三者擺放在同地區，因為各地果實蠅數量不同，操縱變因太多，會影響結果，於是我們選擇在同學家的菜園施行此實驗。而誘捕器皆準備兩個，一個裡面放置自製發酵芭樂，另一個為自製發酵芭樂加上10滴甲基丁香油。選用芭樂是因為在實驗室和野外的實驗中，我們均發現芭樂皆為較受歡迎之水果。另一個誘捕器滴入甲基丁香油是為了觀察水果加上化學物質，是否更能達到我們所想要的捕捉目的。

接下來是實驗，將市售誘捕器和科學誘捕器擺放在百香果架上，並相隔2.5公尺，確保不互相影響。而考量百香果架面積有限，若擺放太近會影響實驗結果，因此將STBX擺放在百香果架旁的樹上，如圖38、39和40。



【圖 38】百香果架上的市售誘捕器和科學誘捕器



【圖 39】STBX，放置芭樂



【圖 40】STBX
放置芭樂及甲基丁香油

一個禮拜記錄一次，每次記錄完，將果實蠅取出後，擺放回原位繼續觀察。三週後，將實驗結果記錄於下：

【表 5】三週後各誘捕器捕捉結果（單位：隻，A為芭樂；B為芭樂加甲基丁香油）

誘捕器 時間	市售誘捕器A	市售誘捕器B	科學誘捕器A	科學誘捕器B	STBX A	STBX B
第一週	6	53	13	25	17	31
第二週	6	44	15	17	15	26
第三週	2	38	9	18	16	17
總數	14	135	37	60	48	74
雌果實蠅總數	5	54	12	19	23	31



【圖 41】第一週之市售誘捕器



【圖 42】第一週之科學誘捕器

由表5可知，市售誘捕器內含芭樂加甲基丁香油誘引力最強，STBX次之。雖然在捕捉這方面，市售誘捕器勝出，但這並非代表為最適放置之誘捕器，因此我們將其他因素融入一起比較，如表6。

【表 6】三種誘捕器之各項目比較

誘捕器 項目	市售誘捕器	科學誘捕器	STBX
三週捕捉雌果實蠅總數	A : 5 B : 54	A : 12 B : 19	A : 23 B : 31
雌果實蠅數占總數之百分比	A : 35.71% B : 40%	A : 32.43% B : 31.15%	A : 47.92% B : 31.15%
誘捕器成本/個	60元	4元	6元
自行製作誘捕器花費時間	非自製	平均4分鐘	平均20分鐘
取材容易度	較難	容易	容易

如表6，STBX在B組中，即使總誘捕數量比不上市售誘捕器，但STBX之成本為市售誘捕器的十分之一倍，因此若生產更多的STBX，多個STBX和一個市售誘捕器來比較，不僅STBX的成本低於市售誘捕器，總和的捕捉功力也會大於市售誘捕器的功力。

雖然STBX較花時間，但其和科學誘捕器皆符合了低成本的理念，況且能將不易分解的塑膠重新賦予其新的功用，而不是運送到焚化爐燒掉，這種減塑的方法，值得推薦給大眾使用。

陸、討論

根據實驗結果，在野外測得芭樂對於東方果實蠅具有強烈吸引力，此點與實驗室測得的結果相符。而關於為何加入甲基丁香油的芭樂在實驗上誘得這麼多雌果實蠅，我們推測是因為一開始先誘得雄蟲，造成瓶內雄蟲氣味濃度上升，進而吸引額外數量之雌蟲。

誘捕器捕捉之數量及百分比因地域不同會有些微誤差，但總體來說不影響其捕捉功效。至於是否滴入甲基丁香油在誘捕器內，因人而異，若選擇要滴入甲基丁香油，則須多出額外成本，但效果也較佳。

柒、結論

- 一、實驗發現：趨光性、黃色和芭樂為吸引東方果實蠅重要的三要素。
- 二、實驗證實：終極生化誘捕器X為最適擺放之誘捕器。

捌、未來展望

- 一、兩種自製誘捕器可運用至農業上，減緩東方果實蠅對農業的損害
- 二、大眾開始重視環保問題，用自製誘捕器可達減塑效果

玖、參考資料及其他

- 一、東方果實蠅 *Bactrocera dorsalis* (Hendel, 1912)
<http://gaga.biodiv.tw/new23/s7-36.htm>
- 二、維基百科
<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E6%9D%B1%E6%96%B9%E6%9E%9C%E5%AF%A6%E8%A0%85>
- 三、東方果實蠅生態及為害特性簡介。行政院農業委員會農業試驗。
https://www.tari.gov.tw/df_ufiles/Applied/%E6%9D%B1%E6%96%B9%E6%9E%9C%E5%AF%A6%E8%A0%85%E7%94%9F%E6%85%8B%E5%8F%8A%E7%82%BA%E5%AE%B3%E7%89%B9%E6%80%A7%E7%B0%A1%E4%BB%8B-Chapter%201.pdf
- 四、林明瑩、陳昇寬，東方果實蠅之生態及防治技術。農業新知與技術，台南區農業專訊65期，2008年9月。
- 五、盧耽，圖解昆蟲學，商周出版，民97。