

# 吃壞腦袋--食品添加物對誘發果蠅過動症狀之初探

關鍵字：過動症、果蠅行為、食品添加物

作者：劉德皓、陳憑

指導教授：江安世教授

指導助教：秦安倫學長、楊其璉學長

## 壹、摘要

這個研究主要利用 ASCO 來觀察及測定果蠅的過動症狀和一些食品中常見的化學物質之間的關聯性。在研究過程中，我們發現殺蟲劑和味精都有使果蠅產生過動傾向的趨勢，並且與味精濃度呈正相關，而殺蟲劑濃度則在中間會略為下降，不過還需更精確的近一步統計。

## 貳、研究動機

近年來國人，乃至全世界都對於食品安全更加的重視。在此基礎上，許多媒體競相報導大量有關新聞。然而，這些影響是真的嗎--基於這樣的疑問，我們設計了這個實驗。由於學術上常以果蠅作為行為學實驗的模式生物，故我們這次的研究中也將以果蠅作為實驗對象。

## 參、研究目的

- 一、以果蠅作為模式生物，測試在食物中添加不同濃度的味精分別會對果蠅的過動症狀造成何種程度的影響並量化之。
- 二、以果蠅作為模式生物，測試在食物中添加不同濃度的類除蟲菊精（殺蟲劑）分別會對果蠅的過動症狀造成何種程度的影響並量化之。

## 肆、研究設備及器材

### 一、蟲罐、添加物及營養基底

基底是加入了玉米粉及吉利丁等物質，位於蟲瓶底部的果凍狀的培養基。其性質適合果蠅幼蟲在其中爬行取食，亦不會黏附果蠅成蟲，為此實驗室中長期使用的實驗材料。

### 二、行為實驗測試軟體(ASCO)及相關儀器

ASCO 為一藉由外接攝影器材觀察複數果蠅，並量化部分運動數據描述其在一段時間內運動、互動情形的軟體。由清華大學腦科學中心江安世教授實驗室的學長研究開發。該程式可以將果蠅標定紀錄點，並且計算其部分運動狀態，而後量化之。右圖為

四組不同變因的實驗蟲群，其中左下的蟲正在被程式標定動點，進行計算。

## 伍、研究過程及方式

### 一、果蠅飼養及挑選

#### (一)飼養

在這次的實驗中，我們加入的添加物比例如下：殺蟲劑分別為  $2 \times 10^{-3}$ 、 $10^{-3}$ 、 $10^{-6}$ 、 $10^{-9}$  (單位：ml/ml)，味精則是 6.5、1.3、0.13 以及 0.013 (單位：g/10ml)，每罐樣本分別繁殖兩代 (不含親代) 後挑選同期羽化者進行行為實驗。此外，亦有同時飼養食物中沒有加入任何添加物的同種果蠅作為對照組使用。

另外，在我們這次實驗中，因為適逢實驗室改革，後半部實驗是以塑膠罐而非玻璃罐進行實驗，故在數據處理時將兩者分開，以示區別，在討論處則有進一步分析與推論，不在此贅述。

#### (二)挑選

行為實驗中會挑出行為模式較為旺盛的公蟲 20 隻進行測試，此時主要以解剖顯微鏡觀察果蠅尾部黑亮的性徵來進行區分。

### 二、生理觀察與行為實驗(ASCO)

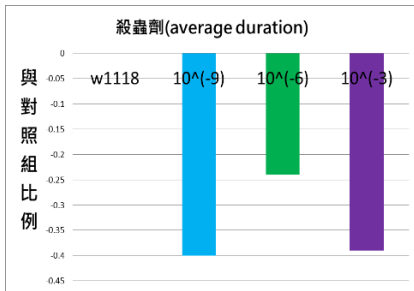
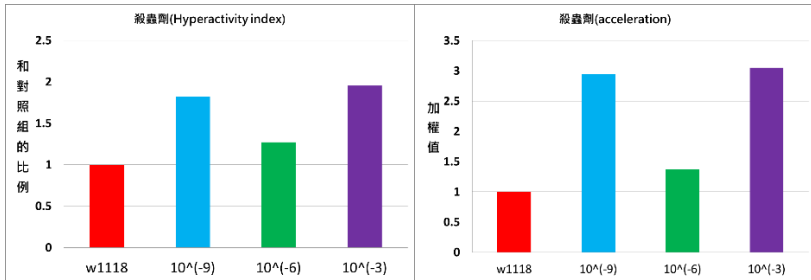
在此次實驗中，我們主要以實驗體與對照組之間「單位時間內進行運動的時間比例(hyperactivity, M)」、「處在不同加速度區間內的次數(acceleration, A)」以及「單位時間內彼此互動所占的時間比例(interaction, I)」三個變數來做為探討其過動傾向的三大標準。依照相關的研究所示，具有過動症狀的果蠅，在此三個測試的表現分別為高、高、低。

### 三、數據分析

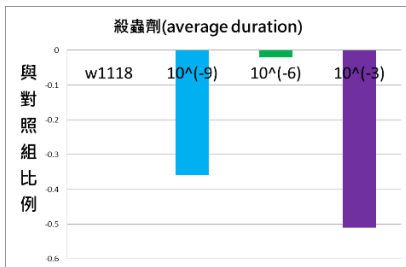
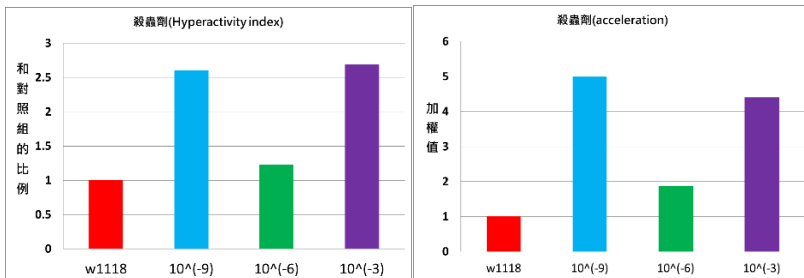
利用 Excel 中設定的函數進行分析。其中，「單位時間內進行運動的時間比例」的輸出值為實驗組的數值除以對照組的數值；「處在不同加速度區間內的次數」的輸出值則是將實驗組各區間數據與對照組比較後求出加權值，再進行加權平均；而「單位時間內彼此互動所占的時間比例」的輸出值則是實驗組數據減掉對照組數據後再除以對照組數據。

## 陸、研究結果

### 一、在食品中添加不同濃度的殺蟲劑對果蠅過動傾向的影響

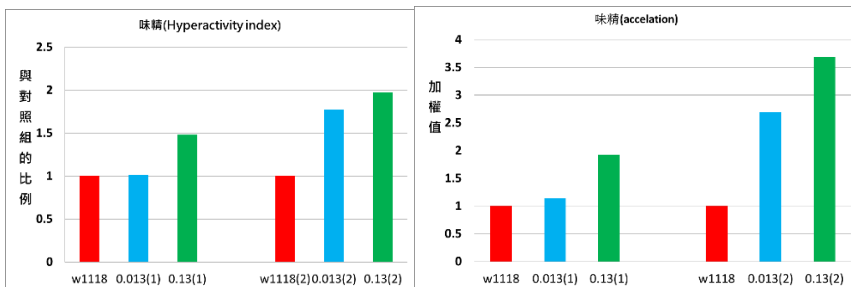


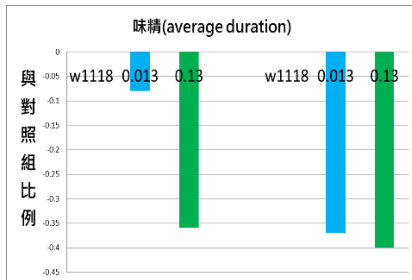
▲ 殺蟲劑(玻璃罐組)



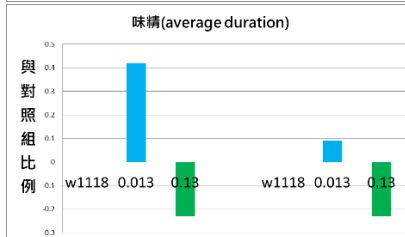
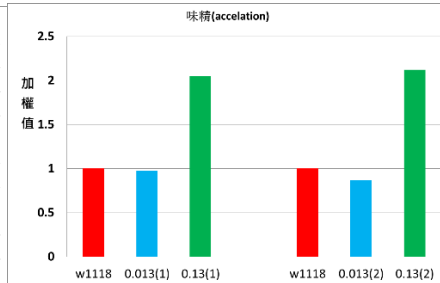
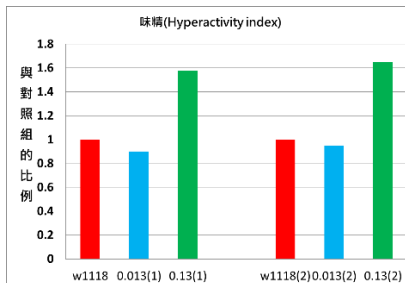
▲ 殺蟲劑(塑膠罐組)

## 二、在食品中添加不同重量的味精對果蠅過動傾向的影響





▲ 味精(玻璃罐組)



▲ 味精(塑膠罐組)

## 柒、討論與結論

### 一、在食品中添加不同濃度的殺蟲劑對果蠅過動傾向的影響

#### (一) 數據觀察

1. 從圖中可以發現，加入殺蟲劑餵食的蟲體在過動症狀相關參數上比對照組更加傾向過動，推測與我們這次所使用的殺蟲劑類型(類除蟲菊精)為昆蟲的神經興奮劑有關。
2. 從圖中可以發現，食物中殺蟲劑的濃度與過動症狀的傾向在  $10^{-6}$  時將會略為下降推測是因為隨著殺蟲劑濃度增加，果蠅的食物攝取量會減少，造成過動傾向下降。但是，在濃度繼續提高時，由於果蠅有「維生所需最小食物攝取量」存在，因此濃度會重新取得影響地位。
3. 從圖表中可以明顯發現，塑膠瓶的組別整體活動力低於玻璃瓶組，我們推斷和濕度有關。塑膠瓶容易累積濕氣。而這似乎會導致果蠅翅膀的活動性下降，降低他們的活力。

## (二)生理特性觀察

1. 以繁殖兩代的情況而言，殺蟲劑濃度在 $10^{-3}$ 以下似乎都無法有效殺死果蠅(係指超過 90%以上的果蠅存活)，但當濃度達到 $2 \times 10^{-3}$ 時，則第二代的果蠅將全數死亡。
2. 在 $2 \times 10^{-3}$ 組別的果蠅(第一代)飼養過程中，我們發現果蠅在原地不停搓動第一對前足，在舊有觀察紀錄中，這代表果蠅將其識別為「髒東西」而試圖將其彈離身體。
3. 然而從體積上來看，果蠅並不是飢餓而死，故可斷定實驗結果確實是建立在殺蟲劑有被果蠅吃下肚的基礎上。

## 二、在食品中添加不同重量的味精對果蠅過動傾向的影響

### (一)數據觀察

1. 從圖中可以發現，加入味精餵食的蟲體在過動症狀相關參數上比對照組更加傾向過動。味精的成分主要為麩胺酸鈉，其代謝產物 GABA( $\gamma$  胺基丁酸)，為促進過極化的神經抑制劑，病理學已經證明過動症與多巴胺、正腎上腺素等神經興奮劑受體不足有關，我們推測或許增加體內神經抑制劑(此指 GABA)的濃度亦會造成此現象。
2. 從圖中可以發現，食物中味精的濃度與過動症狀的傾向是呈正相關。
3. 塑膠瓶和玻璃瓶的差異與上述同。

### (二)生理特性觀察

1. 以繁殖兩代的情況而言，味精重量在 0.13 克以下似乎都無法有效殺死果蠅(係指超過 90%以上的果蠅存活)，但當濃度達到 1.3 克時，則第二代的果蠅將全數死亡。
2. 在 0.13 克味精的組別中，食物的消耗量大幅超過 0.013 克組，推測因為味精造成果蠅口渴，而想取得更多水分所致。

## 捌、未來展望

- 一、希望未來能結合共軛焦顯微鏡的操作來進一步觀察食品添加物對果蠅特定腦區的影響。
- 二、希望在未來的實驗中能以不同基因型的果蠅進行行為學的實驗。
- 三、希望未來能推廣到更多日常上的化學食品添加物。

## 玖、心得與助教的勉勵

選擇加入江安世實驗室的契機最早是在高一下學期，有一個清大的學長來我們學校演講，腦科學和行為實驗在那時深深吸引了我。直到現在，我還記得第一次進入蟲房時的震驚和喜悅，我想這勞苦的過程所帶來的經驗和學習，在一生中也想必會不斷充實我吧。 德皓

剛開始養蟲時常失手導致實驗失敗，覺得沮喪，不管時間方不方便，每個禮拜都得至少來一天，但我對養動物的興趣持續引領、鼓勵著我，也謝謝實驗室學長們的幫忙及指導，讓我從中獲益良多。時間過得真快，感覺才進實驗室沒多久，就要成發了，希望之後能再繼續作果蠅相關的研究。 憑

