

# 新竹市第四十三屆中小學科學博覽會

## 作品說明書

科 別：生物科

組 別：國中組

作品名稱：衣衫襪襪-探討衣魚的習性及防治

關 鍵 詞：衣魚、生物習性、生物防治

編號：114JA-B008

## 摘要

我們為了找出防治衣魚的方法，我們試圖瞭解衣魚的習性，發現牠們受到光照、濕度、溫度的影響，衣魚的移動距離會隨著照度和溫度而上升，但濕度過猶不及，最適合的溼度為 60%，照度上升時移動距離上升是因為衣魚要快速躲避光照，在衣魚防治的實驗中，防治的結果是：迷迭香精油>花椒=八角>綠橘精油=檸檬精油>橘子汁液=檸檬汁液>薰衣草精油>辣椒水>樟腦丸，但衣魚碰到樟腦丸會直接致死，橘子皮和檸檬皮無法靠加熱提純，未來我們會嘗試其他方法來嘗試高濃度的橘子精油防治方法。

## 壹、前言

在學校清理置物櫃時，偶然發現收納的書有被啃蝕的痕跡，搬動置物櫃時突然跑出了一隻小蟲子，看到牠就讓我想到我以前也看過這隻蟲子，那時牠是從書中跑出的，而且那本書也有咬痕，在問了師長後我才知道原來牠是衣魚，到網路上搜尋後得知，如果想趕走牠那就得用精油等產品，但這些東西都太貴了，我們想知道有沒有其他更便宜的方法可以用來防治衣魚，像橘子皮、檸檬皮之類的東西，我們猜測是檸檬烯的成分影響對衣魚的趨避效果，因此我們將研究不同的精油作對照，再用自製的趨避汁液來做比較，找出比較便宜又能有效防治衣魚的方法。

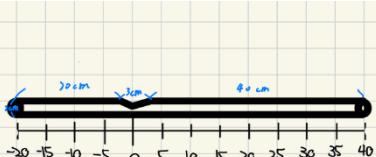
## 貳、研究目的

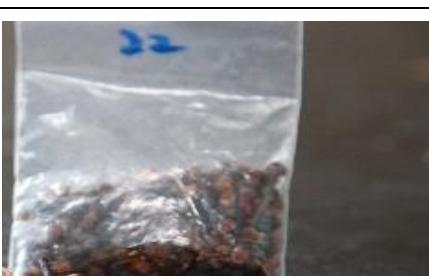
- 一、探討衣魚的食性
- 二、探討不同環境變因對衣魚的影響
- 三、探討不同物質對衣魚的趨避效果

## 參、研究設備及器材

### 一、研究流程及所需器材

項目	細項	所用器材
1	探討衣魚的食性	衣魚*20、飼養箱、剪裁物
1-1	將衣魚放入飼養箱	
1-2	把各種的紙張剪裁成 0.5*0.5cm	
1-3	每周放入一片，算出紙張被吃的量	
1-4	比較衣魚對不同的紙張的喜好	
2	探討不同環境變因對衣魚的影響	衣魚、飼養箱、錄影設備(監視器、手機)、電腦(python 程式)、照度計、燈泡、溫溼度控制裝置。
2-1	衣魚在不同溫度下的活動力	
2-2	衣魚在不同濕度下的活動力	
2-3	衣魚在不同照度下的活動力	
3	衣魚對不同照度的適應性	衣魚*20、飼養箱、燈泡、描圖紙、照度計、監視器
3-1	做出不同照度的層數	
3-2	將燈泡放在最上方	
3-3	將第一層的照度定為 1000Lux	
3-4	測量不同層的照度	
3-5	確認衣魚躲在哪層	
4	探討不同物質對衣魚的趨避效果	檸檬精油、橘子精油、薰衣草精油、迷迭香精油、檸檬、柳丁、辣椒、樟腦丸、研鉢、錄影設備、自製透明管、衣魚。
4-1	精油類	
4-2	自製植物類	
4-3	常見防治類	

項目	名稱	照片	備註
1	飼養箱		15*15      40*25
2	溫溼度測量裝置		
3	監視器		此監視器只做攝影機使用 並無使用其追蹤功能
4	衣魚		灰衣魚
5	精油		薰衣草 迷迭香 橘子 檸檬 註:薰衣草是高地薰衣草
6	紙張:(食物)  (1)紙板 (2)紙袋  (3)色紙 (4)報紙		
7	植物汁液  (1)橘子汁  (2)檸檬汁		
8	自製透明管		長為 60 公分

9	樟腦  (1) 樟腦油  (2) 樟腦丸		
10	照度計		
11	辣椒水		<p>將辣椒加入十倍的水中，加熱二十分鐘</p> <p>圖片:使用微量滴管前的放置處</p>
12	微量滴管		100~1000ul 的微量滴管為主要實驗器材。
13	花椒		以未處理和加熱後兩種進行，發現加熱後效果較好，因此只採取加熱後的版本。
14	八角		以未處理和加熱後兩種進行，發現加熱後效果較好，因此只採取加熱後的版本。

## 肆、研究過程或方法

項目	細項	所用器材
1	探討衣魚的食性	衣魚*20、飼養箱、剪裁物
1-1	將衣魚放入飼養箱	
1-2	把各種的紙張剪裁成 0.5*0.5cm	
1-3	每周放入一片，算出紙張被吃的量	
1-4	比較衣魚對不同的紙張的喜好	
2	探討不同環境變因對衣魚的影響	衣魚、飼養箱、錄影設備(監視器、手機)、電腦(python 程式)、照度計、燈泡、溫溼度控制裝置。
2-1	衣魚在不同溫度下的活動力	
2-2	衣魚在不同濕度下的活動力	
2-3	衣魚在不同照度下的活動力	
3	衣魚對不同照度的適應性	衣魚*20、飼養箱、燈泡、描圖紙、照度計、監視器
3-1	做出不同照度的層數	
3-2	將燈泡放在最上方	
3-3	將第一層的照度定為 1000Lux	
3-4	測量不同層的照度	
3-5	確認衣魚躲在哪層	
4	探討不同物質對衣魚的趨避效果	檸檬精油、橘子精油、薰衣草精油、迷迭香精油、檸檬、柳丁、辣椒、樟腦丸、研鉢、錄影設備、自製透明管、衣魚。
4-1	精油類	
4-2	自製植物類	
4-3	常見防治類	

## 一、研究架構圖



## 二、文獻探討

衣魚為動物界、節肢動物門、昆蟲綱、衣魚目、衣魚屬；台灣常見的衣魚有兩種，普通衣魚(*Lepisma sacchrina*)和灰衣魚(*Ctenolepisma longicaudata*)，通常會在陰暗處發現牠。分辨衣魚的方法主要是靠鱗片及剛毛，顏色較深的或頭有黃色剛毛的是灰衣魚，因為灰衣魚的數量較多，所以採用灰衣魚。

## 三、探討衣魚的食性：

(一)、研究衣魚在相同環境條件情況下對各種紙張的喜好

- 1、裁出相同大小、不同材質的紙片
- 2、每三天觀察一次衣魚的進食狀況
- 3、比較不同變因對衣魚的影響

## 四、探討不同環境變因對衣魚的影響

(一)、研究衣魚在不同溫度的活動力(溫度/濕度)

分組:(15°C/60%) 2.(20°C/60%) 3.(25°C/60%) 4.(30°C/60%)

(二)、研究衣魚在不同濕度的活動力(溫度/濕度)

分組:(25°C/40%) 2.(25°C/60%) 3.(25°C/80%)

(三)、研究衣魚在不同照度的活動力(Lux)

分組:1.( 50~100 Lux) 2.(600~650Lux)3.(900~1000Lux)

1.溫度/濕度	(15°C/60%)	(25°C/60%)	(30°C/60%)
2.溫度/濕度	(25°C/40%)	(25°C/60%)	(25°C/80%)
3.照度 Lux	50~100	600~650	900~1000

## (四)、實驗方法

- 1、將衣魚放入可拍攝環境
- 2、調整溫度、濕度、照度並開始錄影
- 3、用 python 分析衣魚移動路徑。
- 4、比較不同變因對衣魚的影響

## (五)、衣魚對不同照度的喜好

- 1、將飼養箱分成四層區域，以紙片隔開
- 2、測量各層的照度
- 3、在上方放上燈泡，使第一層照度達到 1000Lux
- 4、觀察並記錄衣魚所在的層數，探討其對光照的偏好

## 五、探討不同物質對衣魚的趨避效果

### (一)、探討各種精油魚不同濃度時對衣魚的趨避效果

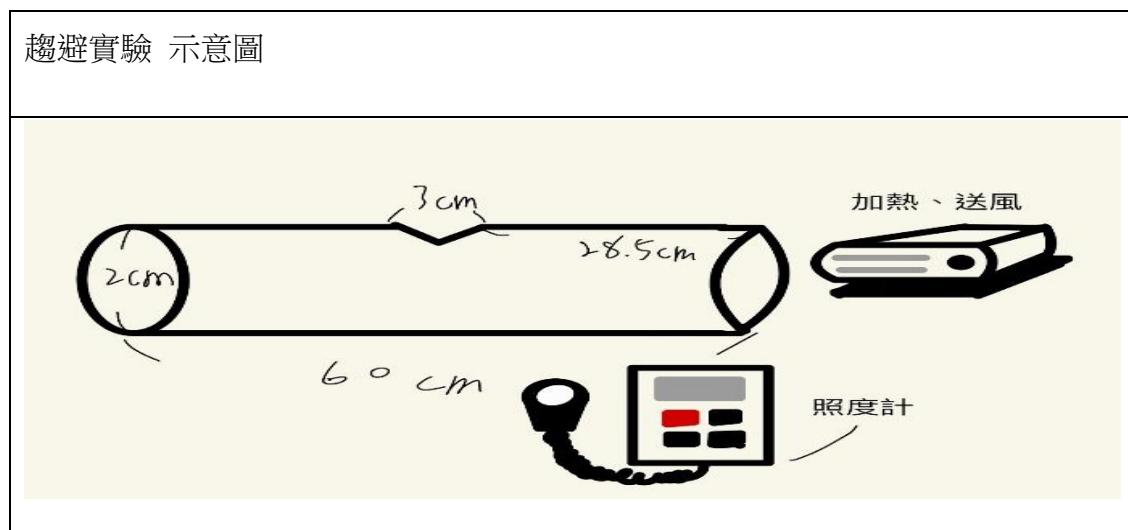
- 1、分別調製不同濃度的精油
- 2、精油種類為迷迭香精油、薰衣草精油、綠橘精油、檸檬精油
- 3、精油濃度分別為 100%、50%、25%、12.5%、0%

### (二)、探討自製植物類對衣魚的趨避效果

- 1、探討自製的植物類，是否也會有相同的效果。
- 2、種類分別為橘子汁液、檸檬汁液、橘子汁液(揮發後)、檸檬汁液(揮發後)
- 3、濃度分別為 100%、50%、25%、12.5%、0%

### (三)、探討常見防治類對衣魚的趨避效果

- 1、種類分別為樟腦油、辣椒水、花椒、八角



(四)、實驗步驟圖

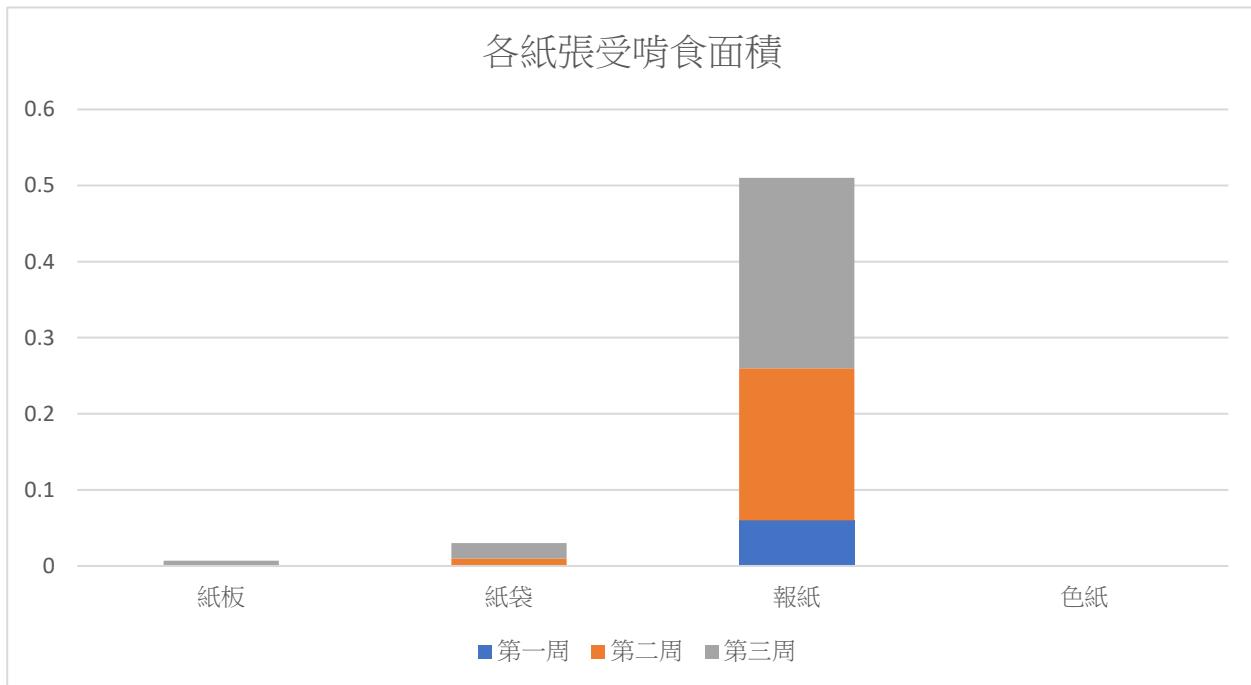
步驟	項目	圖片
1	做出一個有凹槽的透明管	
2	在兩端包上紗布	
3	在一端滴入精油及自製精油	
4	用保鮮膜蓋住洞口	
5	等待精油揮發，觀察衣魚的反應	

## 伍、研究結果

### 一、探討衣魚的食性

週數/紙類	紙板	紙袋	報紙	色紙
第一周	幾乎沒有	幾乎沒有	0.2*0.3	完全沒有
第二周	幾乎沒有	0.1*0.1	0.2*0.5	完全沒有
第三周	0.1*0.07	0.1*0.2	0.5*0.45	幾乎沒有

報紙的啃食最為明顯，而色紙及紙板則幾乎沒有



### 二、探討不同環境變因對衣魚的影響

#### (一)、衣魚的照度喜好

衣魚會擇最暗的照度，這點也可以在捕捉到牠地點中驗證，在牠生存的環境中，基本上都是 0~5Lux。

## (二)、探討溫度與移動距離的關係

衣魚移動量 (cm/hr)/(溫度/濕度)	第一組 (3 隻)	第二組 (3 隻)	第三組 (3 隻)	平均
(15°C/60%)	3	2	2	2.3
(25°C/60%)	6	4	5	5
(30°C/60%)	8	12	23	14.3

根據上表的活動力平均: $30^{\circ}\text{C} > 25^{\circ}\text{C} > 15^{\circ}\text{C}$ ，因此可以得知衣魚的活動力會隨著溫度升高而有明顯提升

## (三)、濕度與移動量

衣魚移動量 (cm/hr)/(溫度/濕度)	第一組 (3 隻)	第二組 (3 隻)	第三組 (3 隻)	平均
(25°C/40%)	12	10	13	11.7
(25°C/60%)	15	15	17	15.7
(25°C/80%)	10	5	6	7

根據上表的活動力平均: $60\% > 40\% > 80\%$ ，濕度 60% 時衣魚的活動力最高，80% 會大幅下降。

## (四)、照度與移動量

衣魚移動量 (cm/30min)/(照度)	第一組 (3 隻)	第二組 (3 隻)	第三組 (3 隻)	平均
50~100Lux	6	10	3	6.3
500~600Lux	8	10	15	11
900~1000Lux	10	13	18	13.7

根據上表的活動力平均:  $1000\text{Lux} > 600\text{Lux} > 100\text{Lux}$  所以照度越高，衣魚的活動力越高。

### 三、探討不同物質對衣魚的趨避效果

#### (一)、精油類

濃度/精油種類	迷迭香精油	薰衣草精油	綠橘精油	檸檬精油
濃度 100%顯著程度	有明顯趨避，並且不再靠近	反應不劇烈	一開始會有強烈驅趕效果,但遠離段距離後又會出現吸引效果,可是距離近又會出現驅趕效果	一開始會有強烈驅趕效果,但遠離段距離後又會出現吸引效果,可是距離近又會出現驅趕效果
濃度 50% 顯著程度	先前有明顯趨避，而後被強烈吸引	無反應	與 100%一樣,只是趨避的距離較短	與 100%一樣,只是趨避的距離較短
濃度 25% 顯著程度	沿著管壁掙扎	無反應	無反應	無反應
濃度 12.5%顯著程度	無反應	無反應	無反應	無反應
效果比較:	精油 100%時的效果:迷迭香>檸檬=橘子>薰衣草 精油 50%時的效果:迷迭香>檸檬=橘子>薰衣草 精油 25%時的效果:迷迭香>檸檬=橘子=薰衣草 精油 12.5%時的效果:迷迭香=檸檬=橘子=薰衣草 註:0%的精油都沒有反應			

## (二)、自製植物類

濃度/自製類	橘子汁液	檸檬汁液	橘子汁液(30 分後)	檸檬汁液(30 分後)
濃度 100%顯著程度	些微趨避	些微趨避	些微吸引	些微吸引
濃度 50%顯著程度	些微吸引	些微吸引	些微吸引	些微吸引
濃度 25%顯著程度	無效果	無效果	無效果	無效果
濃度 12.5%顯著程度	無效果	無效果	無效果	無效果
濃度 100%顯著程度:橘子汁液=檸檬汁液>橘子汁液(揮發後)= 檸檬汁液(揮發後)				
濃度 50%顯著程度: 橘子汁液=檸檬汁液=橘子汁液(揮發後)= 檸檬汁液(揮發後)				
濃度 25%顯著程度: 橘子汁液=檸檬汁液=橘子汁液(揮發後)= 檸檬汁液(揮發後)				
濃度 12.5%顯著程度: 橘子汁液=檸檬汁液=橘子汁液(揮發後)= 檸檬汁液(揮發後)				

## (三)、其他類

	樟腦油	辣椒水	花椒	八角
顯著程度	會些微吸引衣魚,且衣魚再碰到樟腦時,會劇烈掙扎,然後死亡	沒有反應	一開始有強烈閃避效果，但氣味消散快	一開始有強烈閃避效果，但氣味消散快
顯著程度:樟腦油>花椒=八角>辣椒水				

註(1)此上都為氣味到達後的結果

(2)每次使用皆為 500ul

(3)自製類直接用果汁機含皮打

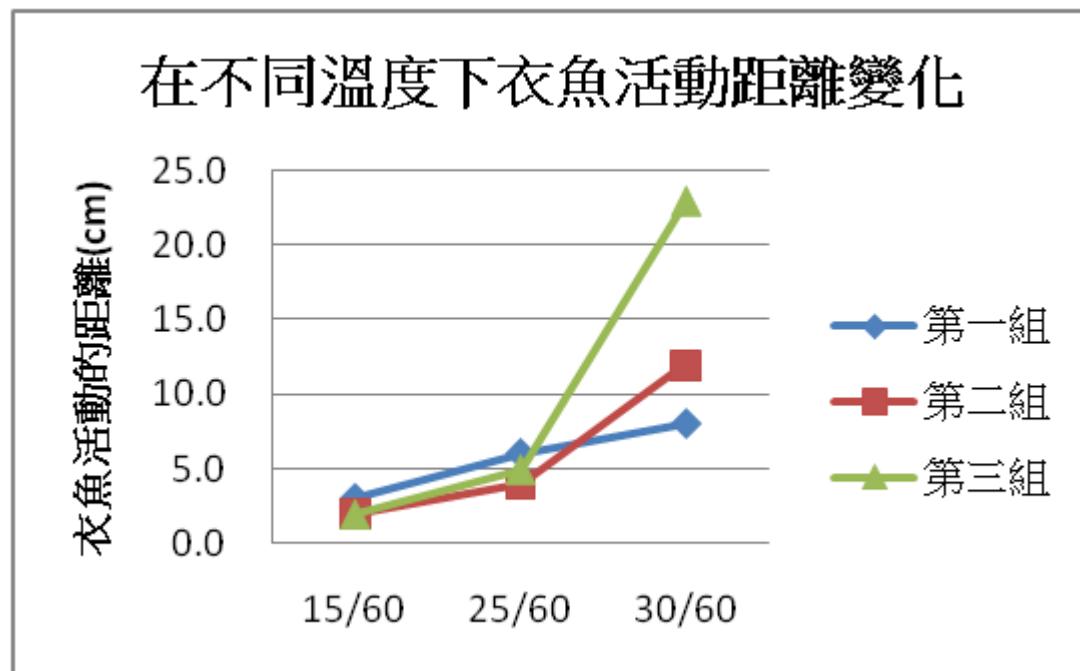
## 陸、討論

### 一、探討衣魚的食性

比較不同的紙類後，發現報紙最容易被啃食，這點可以再次驗證於各個文獻中以報紙灑水來捕捉衣魚。

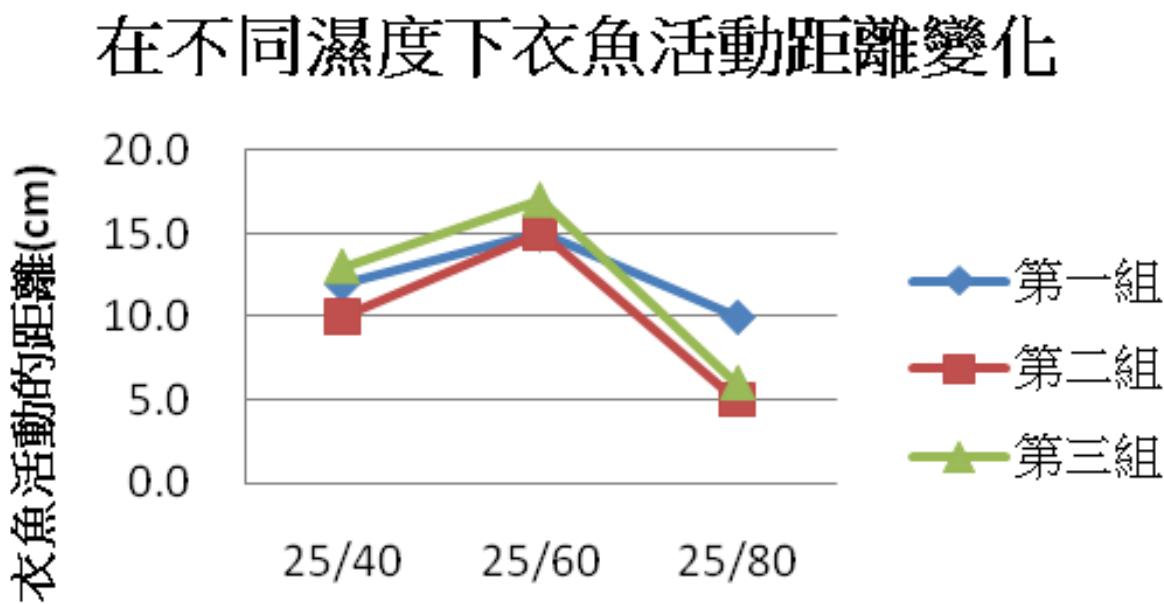
### 一、探討不同環境變因對衣魚的影響

#### (一)、衣魚在不同溫度下活動距離的變化



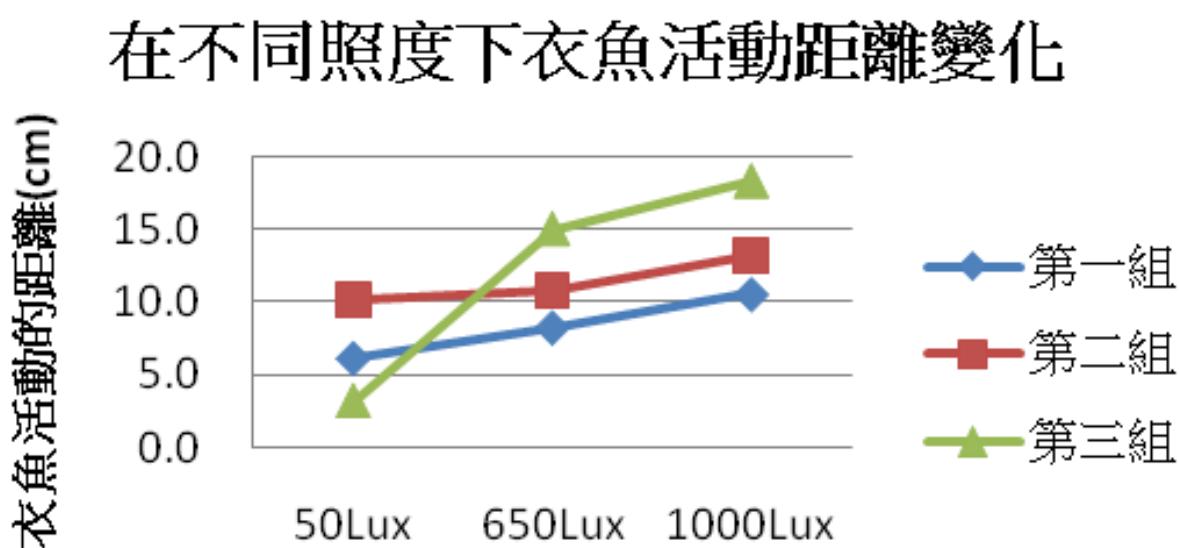
- 1.推測出溫度越高，衣魚的活動力越高。
- 2.第三組的 30 度應為受到驚嚇，根據錄影帶來看牠們是突然的移動，不過在確認過沒有外力影響後決定放入。

## (二)、衣魚在不同濕度下活動距離的變化



1.濕度越高，衣魚的活動力反而並非越高，而是有所降低，因而推測衣魚最適合濕度為 60%

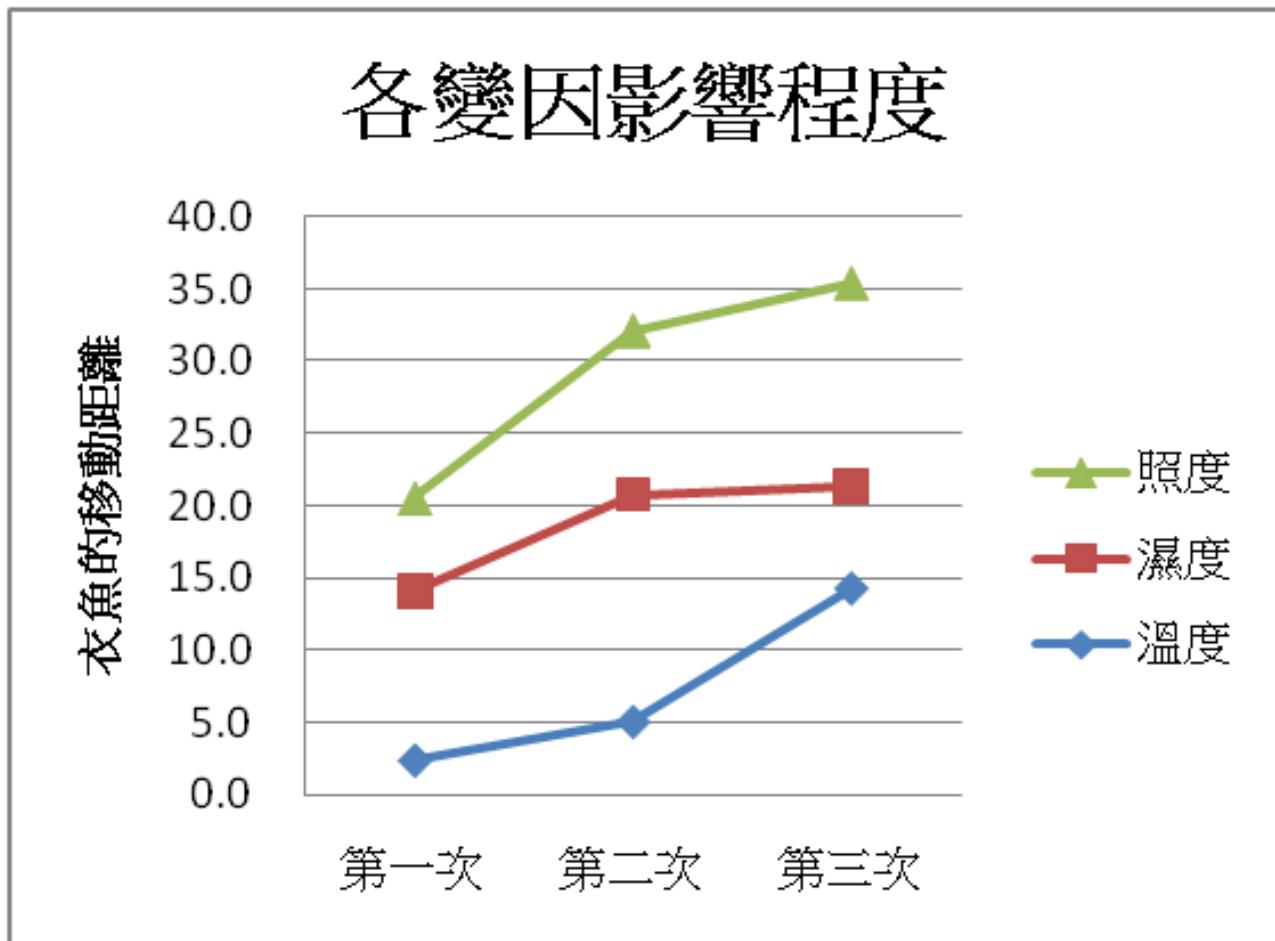
## (三)、衣魚在不同照度下活動距離的變化



1.從 50~1000Lux 的變化可以看出，牠們對光線的敏感程度很高，可在觀看錄影帶時，卻發現，1000Lux 下的衣魚只會快速地躲進遮蔽物，隨後如同 50Lux 的組別一樣不動。

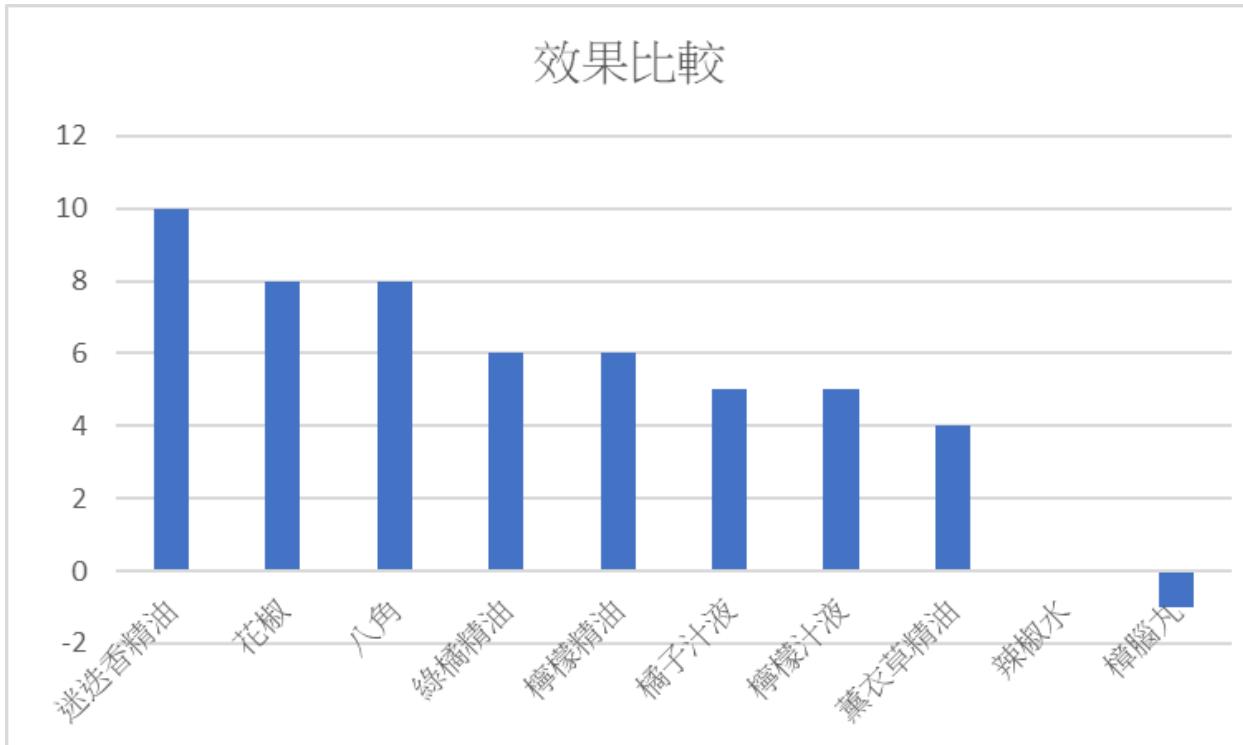
2.50Lux 活動力低微的推測：在食物充足，並且為自己舒適的環境時，就不再移動，也可以說是沒有移動的必要。

(四)、各種變因對衣魚的影響



- 1.溫度與照度對牠的影響最甚，並且活動力是隨著溫度提高有越來越往上漲的趨勢。
- 2.濕度過高也不宜衣魚生存，尤其是衣魚所生存的環境極怕黴菌(75% -95% )。

### 三、探討不同物質對衣魚的趨避效果



上圖為各物品效果的比較值

迷迭香精油的效果最好，因為其中的活性成分(迷迭香酸、香茅醇、檸檬烯)具有有效驅蟲及殺蟲作用，而辣椒水並無作用，是因為辣椒素不是萜烯類，且其主要作用於觸覺，市售樟腦會吸引衣魚，但衣魚碰到會直接致死。

在以上三組中可知效果最好的是樟腦其次是精油,然後是植物,果汁則是會有反效果。

品項	成 分
迷迭香精油	迷迭香酸、1,8-桉油精、香茅醇、 $\alpha$ -蒎烯、樟腦、薄荷酮、檸檬烯
薰衣草精油	乙酸薰衣草酯、芳樟醇、 $\alpha$ -蒎烯、桉油醇、乙酸龍腦酯、乙酸異薄荷酯
綠橘精油	檸檬烯、 $\gamma$ -松油、 $\alpha$ -蒎烯、 $\beta$ -蒎烯、萜品烯
檸檬精油	檸檬烯、 $\beta$ -蒎烯、 $\gamma$ -松油烯、辛酸乙酯、香茅醛
橘子汁液	維生素 C、檸檬烯、檸檬酸、橙皮苷、橙皮素、果糖、葡萄糖
檸檬汁液	檸檬酸、檸檬烯、維生素 C、黃酮類、果糖、葡萄糖
樟腦丸	樟腦(主要成分)、萜烯類
辣椒水	辣椒素、維生素 C、維生素 A、槲皮素、膳食纖維
花椒	檸檬烯、 $\beta$ -蒎烯、 $\alpha$ -蒎烯、 $\gamma$ -松油烯、 $\alpha$ -辛酸
八角	茴香腦、香芹酮、松油醇、 $\beta$ -蒎烯、薄荷酮、異茴香酸

備註:藍字代表揮發性物質、花椒及八角和辣椒其目的為驗證推論是否正確

## 一、精油類成分分析

1. 迷迭香精油（極顯著效果）：迷迭香中的活性成分（如迷迭香酸、香茅醇、檸檬烯）具有強效的驅蟲和殺蟲作用。
2. 薰衣草精油（效果不彰）：芳樟醇、 $\alpha$ -蒎烯、桉油醇等成分對衣魚有一定的驅趕作用，但同時芳樟醇和乙酸薰衣草酯都有鎮定的作用，且萜烯類的成分不如鎮定劑的成分，因此效果不彰。
3. 綠橘精油(效果不彰):綠橘精油中雖有趨避衣魚之成分，濃度不足時反而會吸引衣魚，因此效果不佳。
4. 檸檬精油(效果不彰):檸檬精油與綠橘精油情況相同，氣味飄散後會有趨避效果，但濃度過低時還是會吸引衣魚。

## 二、自製植物類成分分析

1. 樟腦（致死效果）：樟腦會趨避衣魚，並且直接導致衣魚死亡。
2. 橘子皮和檸檬皮（不顯著）：檸檬烯等成分可能濃度或揮發性不足，無法有效驅除魚。
3. 辣椒水（無反應）：辣椒水的氣味並非氣味分子，主要作用在觸覺上，並非嗅覺，且辣椒水中所有物都並非萜烯類，因此無法防治。
4. 花椒:有萜烯類，因此也可以防治衣魚。
5. 八角:也有萜烯類，所以可以有效防治衣魚，但作用時間短(20秒後失去效果)。

## 三、趨避成分比較及分析

1. 橘子皮和檸檬皮中主要會散發出氣味的是檸檬烯、橙皮苷、橙皮素、檸檬酸，這些同時也是趨避衣魚的主要物質。
2. 精油中主要會散發氣味的是香茅醇、檸檬烯、乙酸薰衣草酯、樟腦、松油醇、1,8-桉油精、紫蘇醇、松油醇、芳樟醇、羅馬尼亞酸，但乙酸薰衣草酯有鎮定作用且不是萜烯類。
3. 辣椒給人刺痛感的是辣椒素，但氣味方面作用不明顯。  
橙皮苷、橙皮素都是一種黃酮類化合物，其所引起苦味的平均值而言是兒茶素(茶的苦澀味的來源之一)類的200倍，表示只要攝取些微就會倍感澀味，不過並非氣味的主意來源，因此黃酮類化合物並非主要趨避衣魚的原因。

檸檬烯、檸檬酸、香茅醇、乙酸薰衣草酯、樟腦、松油醇、1,8-桉油精、紫蘇醇、松油醇、芳樟醇、樟腦都是萜烯的一種，它不溶於水，且往往有強烈的氣味。一些植物產生這些帶有氣味的萜烯，用以阻嚇食草動物和吸引食草動物的寄生蟲天敵，從而可能有一種保護功能，所以這就是驅逐衣魚的主要物質。

綜合以上資料，我們可以推測：萜烯類是主要防治衣魚的手段，同時也是主要氣味來源，因此各類精油、花椒、八角、橘子皮及檸檬皮都可以有效防治衣魚，而迷迭香精油的效果最好，因為其中的活性成分有效驅蟲及殺蟲作用。

## 柒、結論

### 一、探討衣魚的食性

1. 衣魚主要啃食對象是報紙，其他並沒有較顯著的啃食痕跡。

### 二、探討不同環境變因對衣魚的影響

1. 溫度越高，衣魚活動力越高。

2. 濕度高於 60%，衣魚的活動力並不會隨之增長。

3. 衣魚所生存環境非常怕黴菌，因此濕度不可太高。

4. 照度越高，衣魚的活動力越高，但卻並非趨光而是為了躲避光照。

5. 照度低時，衣魚活動力不高，因為已經到了舒適的環境。

### 三、探討不同物質對衣魚的趨避效果

1. 衣魚主要迴避的東西是「萜稀」，萜稀為主要趨避之物的氣味來源。

2. 由於濃度關係，想要靠自製檸檬皮和柳丁、橘子的皮來趨避的方法並不實際。

3. 檀腦相較精油沒有更激烈的反應，但會使衣魚直接致死，但在使用方面，檀腦也對人體健康有一定疑慮。

1. 辣椒無法驅避有效趨避衣魚，是因為辣椒的味道並非嗅覺，而是觸覺。

2. 花椒和八角裡也有萜烯類，所以可以有效防治衣魚。

## 捌、參考資料及其他

歷屆科展

一、衣魚

<https://www.ntsec.edu.tw/science/detail.aspx?a=21&cat=7132&sid=8017>

二、是魚？是蟲？還是糖？—衣魚共生菌分解酵素之篩選研究

<https://www.ntsec.edu.tw/science/detail.aspx?a=21&cat=46&sid=5058>

三、神秘 K 書客—衣魚

<https://www.ntsec.edu.tw/science/detail.aspx?a=21&cat=31&sid=4394>

四、衣魚體內可分解纖維素之微生物研究與應用

<https://www.ntsec.edu.tw/science/detail.aspx?a=21&cat=12468&sid=12658>

五、「魚」貫而入-衣魚習性與其生存方式之探討

<https://www.ntsec.edu.tw/science/detail.aspx?a=21&cat=15105&sid=15478>

六、苦棟抽出物抗灰衣魚之活性

<https://hdl.handle.net/11296/nytg3x>

七、柳杉精油運用於衣魚防治之研究

<https://hdl.handle.net/11296/hjs54e>

八、*Lepisma saccharina* Linnaeus (Insecta: Zygentoma: Lepismatidae)

<https://entnemdept.ufl.edu/Creatures/URBAN/silverfish.HTM>

九、nature spot Silverfish - *Lepisma saccharina*

<https://www.naturespot.org/species/silverfish>

十、什麼是萜烯？ - Naturecan 台灣官方網站

<https://www.naturecan.tw/blogs/news/what-are-terpenes>

十一、黃酮類物質介紹 - 蔚慈源 Welkwing

[https://www.welkwing.com/news.php?func=n\\_show&nc\\_id=3&n\\_id=14](https://www.welkwing.com/news.php?func=n_show&nc_id=3&n_id=14)

十二、辣椒素 - 農業知識入口網

[https://kmweb.moa.gov.tw/theme\\_data.php?theme=news&sub\\_theme=agri\\_life&id=54469](https://kmweb.moa.gov.tw/theme_data.php?theme=news&sub_theme=agri_life&id=54469)

十三、樟腦丸的功效及主要成分？可以防霉嗎？

<https://labavo.com.tw/blogs/%E9%9C%89%E5%8D%9A%E5%A3%AB%E5%B0%88%E6%AC%84/%E6%A8%9F%E8%85%A6%E4%B8%B8%E7%9A%84%E4%B8%BB%E8%A6%81%E6%88%90%E5%88%86%E5%8F%8A%E4%BD%9C%E7%94%A8-%E5%8F%AF%E4%BB%A5%E9%98%B2%E9%9C%89%E5%97%8E?srltid=AfmBOoqeVJPQ6X0vM8kGPbjcTFZCDoYushB5aJQbVgE1As3NmjWcsBCZ>

十四、教你用辣椒水製作防狼噴霧劑

<https://tw.aboluowang.com/2016/0604/749698.html>