

投稿類別：

生物類

篇名：

黑水蛇之初探與應用

作者：

邱韋樺。國風國中。國三 15 班

劉婷俐。國風國中。國三 9 班

壹、前言

一、研究動機

黑水虻是近來的新興昆蟲。有許多有關黑水虻用來分解廚餘轉化成高蛋白飼料的研究，也有說到黑水虻可以在含油量高的食物中存活，但大部分文獻沒有具體提到牠的耐油程度，因此我們打算藉由實驗來探討此問題。

而我們在第 61 屆科展的作品中，主要在探討黑水虻的習性，而現在我們想利用對它的了解以及黑水虻耐油程度的實驗來發想出飼養黑水虻的優化裝置。

二、研究目的

(一)幼蟲

對明亮度的偏好

對食物含水量的偏好

對複合環境因子的選擇

對不同食物類型的偏好

(二)成蟲

產卵時對不同氣味的選擇性

(三)測試黑水虻的耐油程度

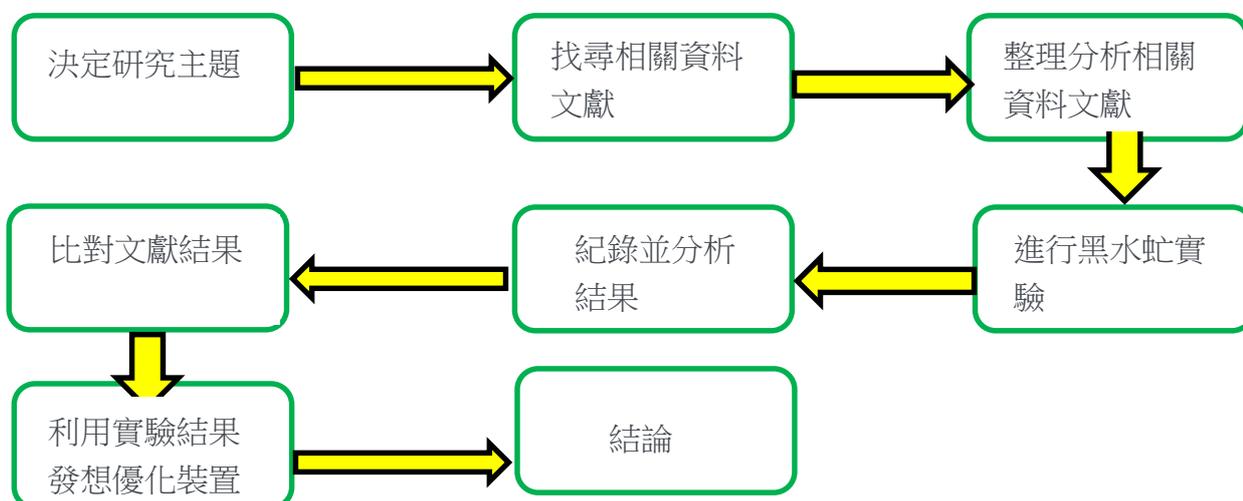
(四)繁殖黑水虻的優化裝置

三、研究方法

(一)整理文獻

(二)做實驗

四、研究流程



貳、正文

一、黑水虻簡介

黑水虻(如圖一) (*Hermetia illucens.*)，原產於南美洲，適合生長在北緯 45 度到南緯 40 度這個溫暖的地帶。

腐生性的水虻科昆蟲，能夠取食禽畜糞便和生活垃圾等廚餘，生物量大且食性廣泛。能使用糞便飼養幼蟲，是家禽、家畜和魚類養殖的良好飼料來源。且牠們比蠅蛆強勢，可趕跑牠們。東西吃剩所產生的液體有驅趕蠅蛆的功效。

黑水虻生命周期大約為 28 天，羽化為成蟲後，黑水虻僅靠『水』維繫生命，唯一的工作就是交配、產卵。最適合的生存溫度為 20 度到 30 度，低於 15 度就會進入休眠狀態，低於 5 度將會導致黑水虻死亡。高於 35 度會造成黑水虻繁殖率降低及死亡。空氣濕度低於 50% 會造成成蟲產卵率下降及脫水，飼養空間過小會造成 交配率下降。

生活史：幼蟲齡期共計七齡，每褪一次皮增加一齡，化蛹後蛹期約 10-15 天，成蟲壽命約七天，雌蟲產卵於食物附近的縫隙中，幼蟲爬出後可直接進食，完成循環。



卵

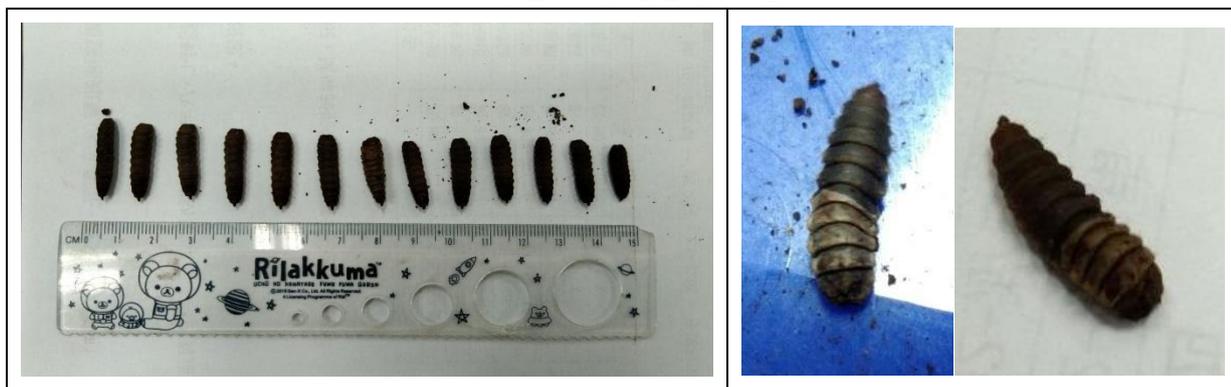
幼蟲

蛹

成蟲

幼齡蟲齡長，我們從蛹的大小差異大這個現象中，發現幼蟲大小不能代表其齡期(也就是兩隻個體中，較大的幼體不見得齡期也比較大)，但體色與齡期有關，意即幼蟲每褪一次皮，體色會較前一階段深，所以體色可以用來判斷幼體的齡期。本實驗將依其體色，將幼蟲分為幼齡幼蟲及熟齡幼蟲，其判定如下：

幼齡		熟齡	
			
蛹的大小差異		幼蟲體色變化	



二、黑水蛇實驗

在第 61 屆科展中我們主要分為兩個部份，分別是

第一：

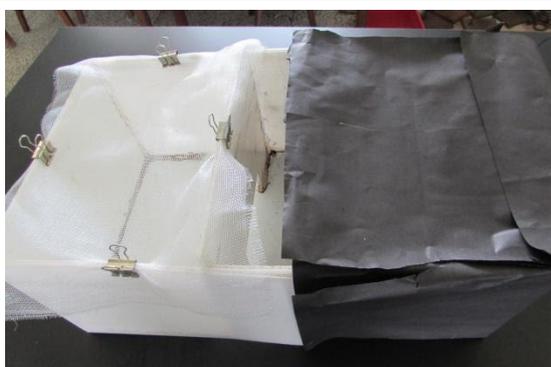
利用「選擇裝置」來進行實驗，我們在實驗裝置的兩邊加入了不同的環境因子，如黑水蛇對明亮度的偏好、對食物含水量的偏好、對複合環境因子的選擇、對不同食物類型的偏好等，來了解黑水蛇幼蟲時的偏好以及其他選擇。

第二：

用各種不同的基質如肉、菜、飯、果皮等來觀察黑水蛇成蟲對於產卵基質的選擇

實驗結果如下

- 1.黑水蛇相較明亮的地方會更喜歡黑暗的地方
- 2.幼齡的黑水蛇較喜歡潮濕的環境，而熟齡的黑水蛇則喜歡乾燥的環境
- 3.對於幼蟲來說環境明亮的重要程度高於環境的乾濕度
- 4.對於黑水蛇來說基質的選擇為飯 > 菜 > 肉
- 5.黑水蛇通常會等食物發酵才去產卵
- 6.對於成蟲來說米飯較其他熟食更吸引它們，而水果又比米飯吸引他們來產卵的效果更好，其中蘋果為最多黑水蛇產卵的基質，芭樂次之，香蕉最後。



選擇裝置示意圖



產卵裝置示意圖

我們以科展的實驗為基礎，在網路文獻上看到黑水蛇耐油度極高的情況下我們打算測試出黑水蛇的耐油量到底有多高，以及不同種類的油對黑水蛇是否有甚麼影響，和對於黑水蛇來說，在不同的油度中，它們會表現出甚麼反應。

在決定方向之後我們打算以米飯作為基質來進行實驗，我們選擇米飯的原因是因為它是我們的主要糧食，不僅容易取得，相較於會發臭的肉和會乾掉的菜是個比較好的選擇，且在上述實驗中我們也發現黑水蛇對於基質的喜好程度依序是飯>菜>肉，故我們選擇米飯作為本實驗的基質。

我們在等量的米飯中分別加入占米飯重量 10%、30%、50%、70%的油，和一組沒加油的對照組一同比對並進行實驗，我們加入了 10g 的黑水蛇幼蟲，並採用不同的油來進行實驗，實驗結果如下：

	10%	30%	50%	70%	0%
沙拉油	皆沒有黑水蛇死亡				
回鍋油					

（我們一共做了沙拉油和回鍋油兩種比較，但我們發現這兩種油的種類並不影響黑水蛇在不同油度的進食速度排名，故將兩個數據結合在一起比較）

1. 含 30%油度的米飯是黑水蛇最快吃完的，且這裡的黑水蛇相較於其他油度的黑水蛇活動得更頻繁。
2. 含 50%油度的米飯則是黑水蛇第二快吃完的，且這裡的黑水蛇相較於 30%的黑水蛇它們更多的是停在原地不動。
3. 含 10%油度的米飯是黑水蛇第三個吃完的，而這裡的黑水蛇比起 50%的油度活動得更頻繁且大部分黑水蛇都待在容器底部。
4. 一般的米飯是黑水蛇第四個吃完的，這裡的黑水蛇比起其他地方的黑水蛇身上黏了不少的米飯，看起來也不是那麼有活力。
5. 含 70%油度的米飯是最後一個被吃完的，大多數黑水蛇爬到容器頂部並長時間的待著不動。

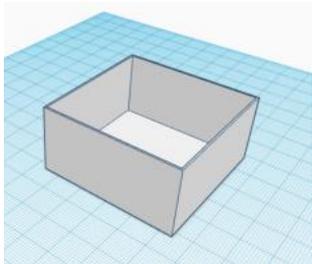
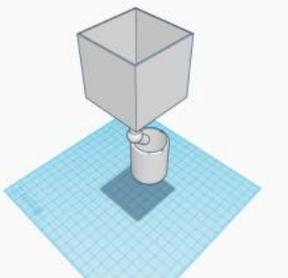
所以我們從這個實驗中可以得知黑水蛇的確很耐油且生命力頑強，也可以得出黑水蛇的進食速度與油在食物中的含量有關，基本上和油的種類無關，而黑水蛇在不同油度中進食速度依序為 30%>50%>10%>0%>70%故可推斷出 30%得油量對黑水蛇進食速度有最顯著的影響，相較於這個數字太高或太低的油度反而會使黑水蛇的進食速度降低，或是躲在一旁。

而我們在做這個實驗的過程中也發現在 50%和 70%的油度中黑水蛇在剛進到容器時會先一群一群的聚集在一旁，並不會像其他三個實驗一樣直接爬到米飯上面，它們會聚在一起之後過一段時間再移動。

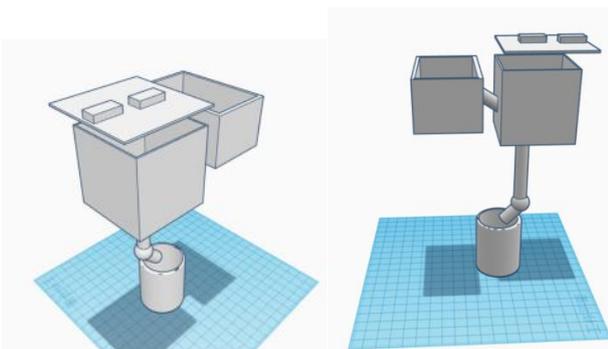
三、黑水蛇的優化裝置

這是從科展和這次的小論文耐油度實驗延伸出來的，我們想要利用我們對黑水蛇的了解來發想並構思一個飼養黑水蛇的優化裝置，讓他不僅能提高黑水蛇的各項效率，也希望能變成幾乎自動的黑水蛇飼養裝置。

最後經過不段的設計和改進我們整理出下表

改造次數	介紹	優點	缺點
初版	<p>最簡易的飼養裝置，黑水蛇就飼養於箱中</p> <p>模型</p> 	1.製造簡單	熟齡幼蟲不易找到乾燥空間, 易引發逃竄,且底部易積水
第一次改造	<p>因為廚餘中會含有大量水分，因此時間久了後怕黑水盟會淹死在裡面，或是四處逃竄，因此我們使用閥門來收集桶收集廚餘中的水分(A 部分)</p> <p>模型</p> 	1.解決了桶中易積水與幼蟲逃竄的問題	成蟲會離開，無法成為可持續循環的系統
第二次改造	<p>增加蛹室與產卵裝置(一疊瓦楞紙，用於製造縫隙)而主體的箱子和蛹室之間增加了一個斜坡，這利用了乾溼選擇實驗熟齡幼蟲會向乾燥的地方爬的趨勢，因此熟齡幼蟲會順著管子向上爬，並爬入蛹室準備化蛹。(如圖 B)</p>	<p>1.完美的創造了一個生物循環</p> <p>2. 解決了桶中易積水與幼蟲逃竄的問題</p>	

模型



而這個裝置結合了前面實驗的結果:

亮度選擇實驗:因為從實驗結果得知熟齡幼蟲喜歡黑暗的環境，因此在設計蛹室時，空間會有一半是被遮住的，這樣也方便熟齡幼蟲化蛹，也方便剛羽化的成蟲飛向天空。

乾溼選擇實驗:因為從乾溼選擇實驗發現熟齡幼蟲喜歡相對乾燥的環境因此熟齡幼蟲會順著管子向上爬，並爬入蛹室準備化蛹，而幼齡幼蟲則會因為喜歡相對潮濕環境的特性而留在廚餘箱中。

基質的選擇實驗:從基質的選擇實驗我們得知對於黑水虻幼蟲來說他們喜歡飯(澱粉)勝過與菜(纖維)，而肉(蛋白質)為最後者，且白飯和菜含水量最多，因此在裝置中，理想的狀態為由最下層依序到最上層的廚餘為:白飯，菜，肉，因為肉的水最少，因為由下到上的廚餘為水分多到少，因此黑水虻的齡期越大就會越往上爬，最後便會到達蛹室，化蛹成為成蟲。

黑水虻的產卵偏好實驗:從數據中得知黑水虻成蟲喜歡在水果上的產卵版中產卵，因此在最上層則會鋪上厚厚一層的水果，來吸引成蟲產卵。

黑水虻的油度實驗：如果想要加快黑水虻的進食速度以便於解決更多的廚餘，那麼可以放一些高油脂的食物或是加入一些油，就可以讓解決廚餘的效率大大提升。

參、結論

透過本次研究我了解到了黑水虻這種昆蟲以及它的用途也了解了很多關於黑水虻的事情，包含它的生活習性以及選擇的偏好，藉由設計黑水虻飼養的優化裝置我又在其中更加地認識到了「黑水虻」，並且找到可以將我們所觀察到的東西運用到生活中的感覺。

肆、參考資料

- 一、王付彬、劉玉升、張秀波。黑水虻的養殖及衍生製品研究作者。農業知識。
- 二、陳盈瑩。找到學習動機 偏鄉生捏鼻憋氣也要研究「廚餘蟲」。親子天下。
- 三、陳重宇。地表最強清道夫吃廚餘 巨獸綠色科技用黑水虻創零排放循環系統。CSR@天下。
- 四、張麗琴、周煥銘。以環保昆蟲應用於廚餘堆肥之創新運用。文化創意產業研究學報。
- 五、梁世祥、李佳馨、廖曉涵、王思涵。虻糞生產技術及其應用。臺中區農業改良場特刊。
- 六、陳世雄。黑水虻。 <https://blog.xuite.net/sschen194837266/twblog/492540020>。
- 七、林信仁。探索黑水虻 - 我們的島。 <https://ourisland.pts.org.tw/content/2724>