

# 嘉義市第 37 屆國民中小學科學展覽會

## 作品說明書

科 別：生 物

組 別：國 中 組

作 品 名 稱：環保綠能明日之星  
~~黑水虻養殖方法探究

關 鍵 詞：黑水虻、蛹殼、廚餘

編 號：

## 目錄

摘要	03
壹、研究動機	03
貳、研究目的	03
參、研究設備及器材	04
肆、研究過程及方法	05
第一部分：黑水蛇傳統養殖方法探究	05
一、黑水蛇文獻探討	05
二、養殖設備及飼料之規劃	07
三、傳統養殖過程探究	11
第二部份：黑水蛇創新養殖方法探究	14
伍、研究結果	16
第一部分、黑水蛇傳統養殖方法探究	16
第二部分、黑水蛇創新養殖方法探究	17
陸、討論	18
柒、結論	21
捌、參考資料	21

# 環保綠能明日之星~~黑水蛇養殖方法探究

## 摘 要

本研究主要探討黑水蛇的養殖，研究分為兩部分，第一部分：傳統養殖方法探究；第二部分：縮短黑水蛇養殖週期的創新養殖方法探究。

經實驗研究初步得知：(一)以傳統養殖法，每天早中晚餵食三次，黑水蛇養殖週期平均 30 天；取 1.0g 剛出生的小幼蟲，養殖至結蛹不再覓食為止，共消耗廚餘約 7.0kg；1.0g 剛出生的小幼蟲，養殖至老熟大幼蟲，平均總重量變為 2.0kg；成蟲自破蛹而出後約 48 小時交配產卵，卵的孵化期為 4 天；另觀察得知一生脫皮 5 次。(二)創新養殖法，完成一個養殖週期平均 16 天；取 1.0g 剛出生的小幼蟲，養殖至結蛹不再覓食為止，共消耗廚餘約 8.0kg；1.0g 剛出生的小幼蟲，養殖至老熟大幼蟲，平均總重量變為 2.3kg。此方法的特點是使用綜合廚餘一次餵食即可養殖到大幼蟲結蛹，養殖成長速度快、又可節省人工餵養之成本，值得參考使用。

## 壹、研究動機

每天搬餐桶時都看到廚餘桶中有很多剩下的飯菜，覺得很浪費，再加上非洲豬瘟，所以目前廚餘未經處理都不能直接餵豬吃，於是我們去找老師詢問廚餘可以怎樣有效處理。經過討論後，老師告訴我們黑水蛇不僅可以幫忙消耗農畜廢棄物和廚餘，消化廚餘後的糞便還能變成天然的有機肥，本身也能成為雞或魚的飼料，養殖黑水蛇真是一舉數得。因此使我們對黑水蛇的一生產生了極大的興趣，試想如何更有效率的養殖黑水蛇，以達到更大的效益。

## 貳、研究目的

- 一、黑水蛇傳統養殖方法探究。
- 二、黑水蛇創新養殖方法探究。
- 三、喚起民眾對養殖黑水蛇未來發展的信心。

### 參、研究設備及器材

鐵架、濾網、養殖架、塑膠養殖桶、羽化室、磅秤、勺子、鑷子、鐵網、刷子、檯燈、塑膠網、橡皮筋、鉗子、鐵線、噴水器、電動磨碎機、廚餘攪碎機、廚餘桶、麥麩皮、米糠、豆渣、廚餘、相機。




	
a. 電動磨碎機	b. 立體養殖鐵架及塑膠容器
	
c. 成蟲羽化室	d. 蟲卵孵育用鐵架與木片組
	
e. 廚餘秤重用磅秤	f. 廚餘收集桶
	
g. 蟲蛹轉化裝置	h. 黑水蛇幼蟲養殖盆

圖 1 研究設備及器材介紹

## 肆、研究過程與方法

### 第一部分：黑水虻傳統養殖探究

#### 一、黑水虻文獻探討

##### (一)認識黑水虻：(圖 2)

##### 1. 黑水虻名稱：

學名 Black Soldier Fly；中文學名：亮斑扁角水虻；拉丁學名：Hermetia illucensL；英文名：Hermetiaillucens，別稱黑水虻，俗名又稱「牛糞虻」，屬於動物界/昆蟲綱/雙翅目/短角亞目/水虻科/扁角水虻屬。

##### 2. 黑水虻特性：

為腐生性的水虻科昆蟲，能夠取食禽畜糞便和生活垃圾，生產高價值的動物性蛋白飼料，因其繁殖迅速，生物量大，食性廣泛，吸收轉化率高，容易管理，飼養成本低等特點，可進行資源化利用，其幼蟲被稱為鳳凰蟲，與蠅蛆、黃粉蟲等齊名資源昆蟲，在全世界已漸被推廣。原產於美洲，目前在全世界廣泛分佈，目前被廣泛應用在處理雞糞、豬糞及餐廚垃圾等廢棄物方面。



圖 2 本次實驗所養殖的黑水虻幼蟲和成蟲

##### 3.外型特徵：

幼蟲體型豐滿，頭部很小，呈黃黑色、表皮結實具韌性。幼蟲經過六個齡期，末齡幼蟲身體呈棕黑色，蛹殼為暗棕色，成蟲翅膀為灰黑色，口器退化，體長 15~20mm，身體主要為黑色，雌蟲腹部略顯紅色，雄蟲則偏青銅色，第二腹節兩端各具一白色半透明的斑點。卵徑約 1 毫米，長橢圓形，初產時呈淡黃色到奶色，逐漸加深，每

個卵團大約包含有 500~1000 個卵。黑水虻成熟幼蟲重量是家蠅蛆的十倍左右。

#### 4.分布範圍：

原產於南美洲的熱帶草原，目前廣泛分布全世界（南北緯 40 度之間），近年傳入大陸及台灣等地。繁殖期的成蟲多見於農村的豬欄雞舍，以及城市的垃圾桶、室外廁所和疏於管理的堆肥場所等附近。

#### 5.生長繁殖：(圖 3)

(1) 取食：黑水虻幼蟲在自然界以餐廚垃圾、動物糞便、動植物屍體等腐爛的有機物為食，可以將食物高效率轉化為自身營養物質，黑水虻成蟲口器雖然有一定程度的退化，但仍然能夠進食，可飼餵糖水。黑水虻成蟲不取食，只需要補充水分即可。黑水虻選擇食物種類廣泛，從禽畜糞便，餐廚垃圾，和食品廢料都是。

(2) 繁殖：黑水虻產卵並非直接產在食物中，而是在附近尋找合適的縫隙產卵，我們也因此較方便取得他們所產的卵。一對黑水虻可產卵近千粒，從卵到成熟幼蟲，水虻個體增長近 4000 倍。黑水虻幼蟲期時間長，並且有明顯的預蛹期，能夠實現較長時間的活體儲存。



圖 3 本實驗黑水虻成蟲產卵至蟲蛹成長情形

#### 6.養殖飼料：

米糠、豆渣、麥麩皮、水果皮、過期麵包餅乾等，本次養殖是以本校營養午餐之廚餘為主要飼料。

#### 7.實用價值：

黑水虻可消化動物糞便，幼蟲餵雞、養魚。且黑水虻不帶菌，牠們

的營養豐富，幼蟲和蛹是很好的飼料原料，目前廣泛利用於廚餘、雞糞、豬糞處理。本次實驗我們另有研發由黑水虻 脂肪酸合成生質柴油(圖 4a);更從蟲蛹殼經去蛋白質和去礦物質後合成幾丁質(圖 4b)，屬於比較高價值的衍生產品，以提高黑水虻養殖之經濟價值。

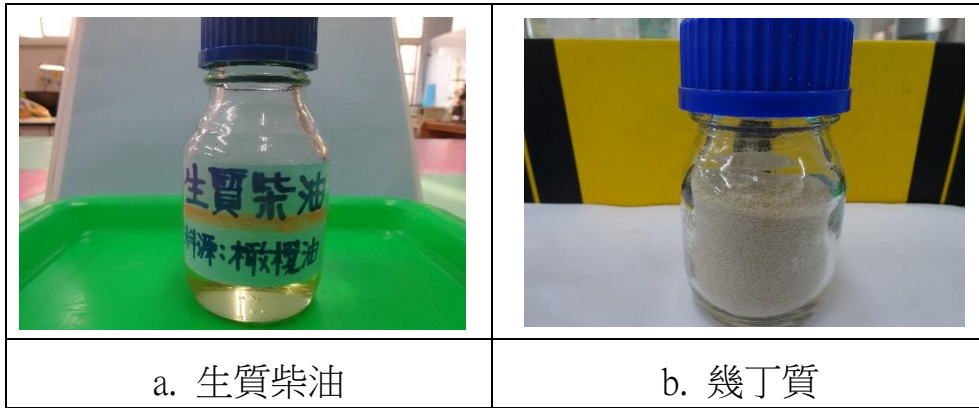




圖 4 本實驗所研發的黑水虻高價值衍生品

## 二、養殖設備及飼料之規劃

### (一)養殖設備：(圖 5)


<p>1.卵孵化設備</p> <p>(1)鐵架上方鋪上樹葉，蟲卵再鋪於樹葉上方。</p> <p>(2)麥麩及米糠粉以水混合成糊狀，作為剛孵出之苗蟲飼料。</p>	
<p>2-1 幼蟲期平面養殖設備</p> <p>(1)準備 40 個 20L 大容器(53 * 42 * 14cm)，如右圖。</p> <p>(2)利用實驗室走廊空間，有半日照採光，通風良好。</p>	

<p>2-2 幼蟲期立體養殖設備</p> <p>黑水虻養殖數量多，宜架設立體養殖架，放置養殖容器，以便分層管理和節省空間。</p>	
<p>3. 蟲蛹期設備</p> <p>(1) 準備角鐵材料做成上下共十層，每層間隔 20cm。</p> <p>(2) 準備 10 個淺盤容器，置於每隔層之上。</p>	
<p>4. 成蟲羽化室設備</p> <p>(1) 羽化室大小： 200 * 150 * 150cm</p> <p>(2) 上下四週圍以細孔塑膠網。</p> <p>(3) 內部放兩隔盆栽或有大葉子的攀藤類植物。</p>	
<p>5. 產卵架設備</p> <p>(1) 產卵架大小： 每一小片規格 15 * 4 * 2cm。</p> <p>(2) 四小片一組用橡皮筋固定，共製作 12 組。</p>	

圖 5 養殖設備



(二)養殖飼料：(圖 6)

<p>1.卵孵化期：</p> <p>麥麩、豆渣或米糠粉與水混合後，圍繞在卵的周圍，給剛孵出的小蟲當飼料。</p>	
<p>2. 苗蟲期：</p> <p>以豆渣：麥皮=1：3 與水調合成半固體黏稠狀，以手擠壓略會出水即可。</p>	
<p>3-1 幼蟲期：</p> <p>改用本校營養午餐蔬菜水果皮等廚餘，以攪碎機磨碎成泥狀方便幼蟲吸收。</p>	
<p>3-2 幼蟲期：</p> <p>以攪碎機處理過的綜合蔬菜飼料。</p>	

<p>3-3 幼蟲期：</p> <p>香蕉皮、鳳梨皮、哈密瓜皮、西瓜皮等</p>	
<p>4. 蛹期：</p> <p>變蛹初期身體呈灰褐色，仍以廚餘為食，變成黑褐色後需要處於乾燥環境，即不需餵食。</p>	
<p>5. 成蟲期：</p> <p>噴 1% 糖水提供養分，不吃飼料。</p>	

圖 6 黑水蛇養殖飼料

### 三、傳統養殖過程探究

#### (一)養殖流程：(圖 7)

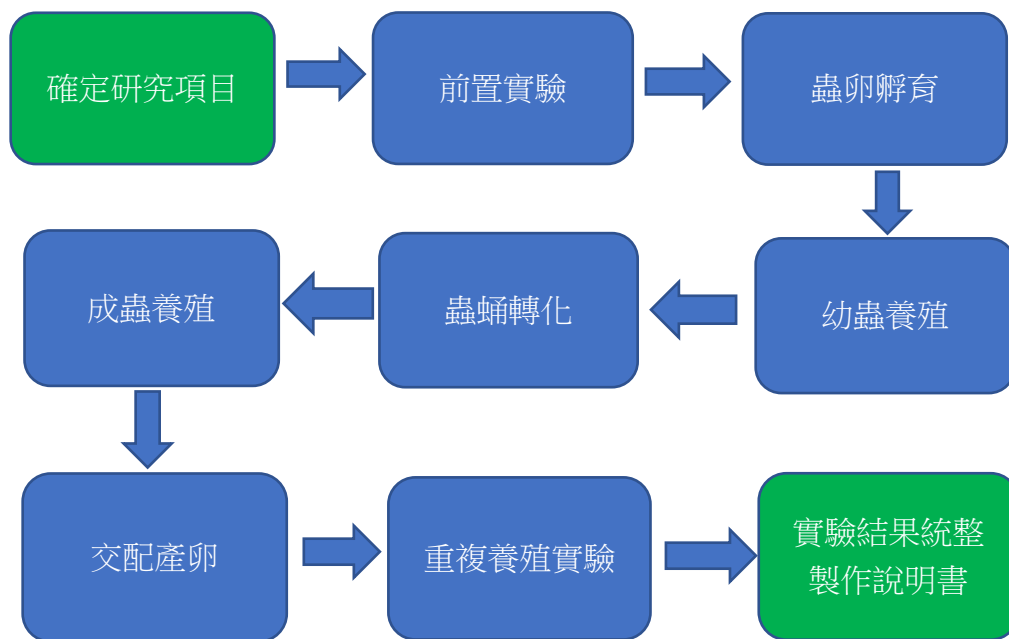


圖 7 黑水蛇養殖實驗流程

#### (二)養殖情形圖解：(圖 8)



圖 8 黑水蛇養殖情形

(三)養殖過程實驗情形：(圖 9-10)

- 1.養殖實驗之黑水虻蟲卵是由員林綠之境農場提供，在本校實驗室  
 孵育，孵育室設於實驗室內，孵育溫度 26~28℃，三天孵出幼蟲。
- 2.養殖實驗，由成蟲、交配產卵、孵化、成長、蛻皮五次、蛹、  
 成蟲，經 30 天完成一個養殖週期，並重複兩次養殖循環實驗。
- 3.本次實驗屬研究型之小規模飼養，場地利用科學實驗大樓三樓實  
 驗室及走道，光線半日照，通風良好。
- 4.黑水虻成蟲成長期會飛，養殖在大型紗網中，大型紗網中放置植  
 物藤蔓及木板產卵架，模仿黑水虻生長的环境，便於成蟲產卵。

	
<p>a.將蟲蛹及集卵木片放進羽化室</p>	<p>b.觀察羽化室內成蟲交配產卵過程</p>
	
<p>c.成蟲交配後在木片縫隙產卵</p>	<p>d.打開木片收集數量可觀的蟲卵</p>
	
<p>e.蟲卵置於鐵架室溫 28℃ 孵育情形</p>	<p>f.剛孵出第一天的幼蟲</p>

圖 9 黑水虻蟲卵孵育情形







	
<p>a.本校廚房、餐廳等廚餘</p>	<p>b.收集早餐店和豆漿店廢棄豆渣</p>
	
<p>c.經壓碎機細處理餵食剛出生幼蟲</p>	<p>d.參雜麥麩豆渣增加蛋白質營養</p>
	
<p>e.學校營養午餐有魚肉蔬菜廚餘</p>	<p>f.參雜蔬果豆渣增加纖維素等營養</p>
	
<p>g.廚餘加醋酸菌粉末攪拌延長腐敗時間</p>	<p>h.調製好的一桶約 20.0kg 綜合廚餘</p>
	
<p>i.黑水蛇平面養殖(佔地須廣闊)</p>	<p>j.黑水蛇立體養殖(佔地空間少)</p>

圖 10 黑水蛇養殖情形

## 第二部分：黑水虻創新養殖方法探究

### (一)實驗說明：

創新養殖法，可同時計算一次養殖循環消耗廚餘總重量及一次養殖循環消耗時間。節省每天多次飼養的繁複工作與人力消耗，具有繁殖快速，縮短養殖週期及節省養殖成本的優點

### (二)實驗方法：(圖 11)

1. 秤取 1.0g 剛出生的小幼蟲。
2. 秤取 11.0kg 的綜合廚餘並加入約 1g 的醋酸菌(避免廚餘腐臭)，將飼料(10.0kg 的綜合廚餘)一次倒入大型養殖容器中。
3. 將 1g 小幼蟲倒入養殖容器上面。
4. 每日觀察一次，若廚消耗完酌量補入並計重。
5. 當變成老熟大幼蟲時，幼蟲秤重並紀錄養殖總天數。
6. 篩出剩下的廚餘秤重，計算廚餘總消耗量。

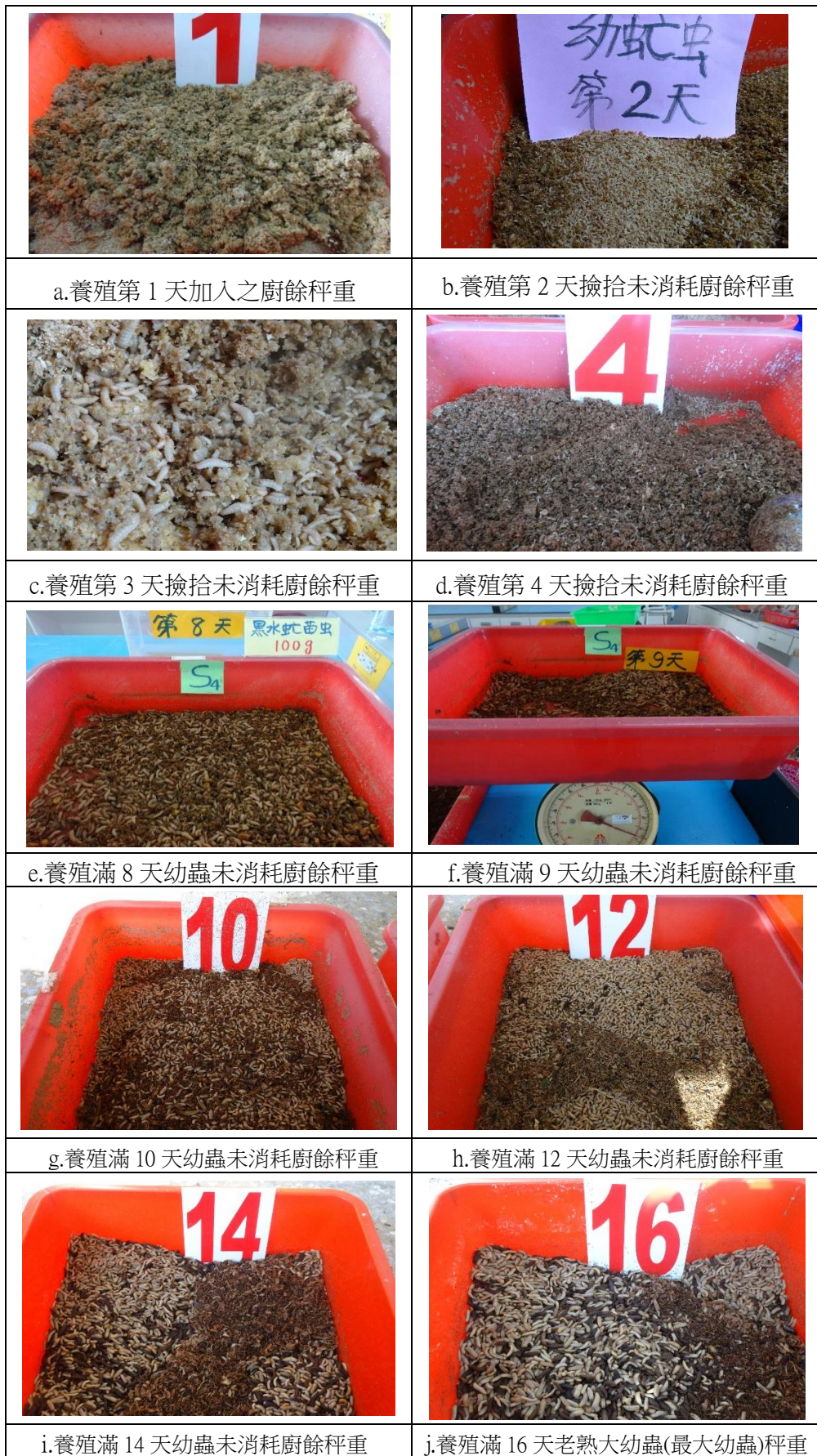


圖 11 黑水蛇的創新養殖—消耗廚餘計量實驗

## 伍、研究結果

### 第一部分、黑水虻傳統養殖方法探究

#### 一、實驗結果：

1. 本次養殖實驗，由成蟲、交配產卵、孵化、成長、蛻皮五次、結蛹；完成一個養殖週期為 30 天。
2. 1.0g 剛出生的小幼蟲，養殖至老熟大幼蟲，平均總重量變為 2.0kg
3. 1.0g 剛出生的小幼蟲，開始養殖至結蛹不再覓食為止，可消耗約 7.0kg 的廚餘。
4. 成蟲自破蛹而出約 48 小時後交配產卵；孵化溫度為 28~30°C 時，卵的孵化期為 4 天。

#### 二、實驗記錄：(表 1-2)

表 1 黑水虻蟲體養殖週期與蟲體重量變化實驗記錄

實驗項目 實驗次數	養殖前小幼蟲 總重(g)	養殖後老熟幼蟲 總重(kg)	養殖週期 (日)
1	1.00	1.90	33
2	1.00	2.25	28
3	1.00	1.85	29
平均	1.00	2.00	30

表 2 黑水虻 1.0g 幼蟲平均消耗廚餘重量記錄

實驗項目 實驗次數	養殖置入廚餘 總重(kg)	養殖後廚餘剩下 總重(kg)	養殖前後消耗廚餘 總重(kg)
1	9.50	2.55	6.95
2	9.00	2.48	6.52
3	10.00	2.70	7.30
平均	9.50	2.58	6.92



## 第二部分、黑水蛇創新養殖方法探究

### 一、實驗結果：

1. 本次養殖實驗，由成蟲、交配產卵、孵化、成長、蛻皮五次、結蛹；完成一個養殖週期為 16 天。
2. 1.0g 剛出生的小幼蟲，養殖至老熟大幼蟲，平均總重量變為 2.3kg。
3. 1.0g 剛出生的小幼蟲，開始養殖至結蛹不再覓食為止，可消耗約 8.0kg 的廚餘。
4. 此方法特點是使用綜合廚餘一次餵食到結蛹，養殖週期約傳統養殖的一半時間，養殖成長速度快、又可節省人工餵養之成本。

### 二、實驗記錄：(表 3-4)

表 3 黑水蛇蟲體養殖週期與蟲體重量變化實驗記錄

實驗項目 實驗次數	養殖前小幼蟲 總重(g)	養殖後老熟幼蟲 總重(kg)	養殖週期 (日)
1	1.00	2.29	17
2	1.00	2.26	15
3	1.00	2.35	16
平均	1.00	2.30	16

表 4 黑水蛇 1.0g 幼蟲平均消耗廚餘重量記錄

實驗項目 實驗次數	養殖前置入廚餘 總重(kg)	養殖後廚餘剩下 總重(kg)	養殖前後消耗廚餘 總重(kg)
1	11.00	2.60	8.40
2	11.00	3.48	7.52
3	11.00	2.90	8.10
平均	11.00	3.00	8.00

表 5 傳統養殖與創新養殖各項實驗綜合比較

項目 \ 方法	傳統養殖法	創新養殖法
養殖週期(日/次)	30	16
消耗廚餘(kg/1g 小幼蟲)	7	8
養殖速度	慢	快

## 陸、討論

### 第一部分：傳統養殖探究

- 一、本次黑水虻的養殖期從 107.9.1~108.1.31，期間含養殖架與羽化室的設計建置，廚餘的收集和前置處理，來回共做兩次的養殖循環。傳統養殖法是從蟲卵孵育出幼蟲至成熟幼蟲，一天分別於早中晚餵食三次，餵食飼料以豆渣、麥麩皮及本校營養午餐之廚餘飯菜與水果皮為主。完成一次生長循環，歷時約 30 天。即黑水虻一生養殖週期約 30 天左右，秋冬氣溫較低，養殖時間需較長些。
- 二、本次黑水虻養殖，獲科教館科展實作與探究專案補助，有建置以角鐵為材料之立體養殖架兩座及羽化室一座等設備，實驗環境有顯著改善。另校方有請行政院農委會畜產試驗所梁世祥博士，蒞校對黑水虻的養殖做專題演講與養殖技術諮詢，使實驗得以順利進行。
- 三、在飼料之規劃方面，養殖黑水虻的飼料濕度以擠壓廚餘時，有些微水分即可；餵養時應先將廚餘先去除魚刺或肉類之骨頭並預先做碾碎之處理，避免黑水虻食後不易消化影響成長的速率或造成二次汙染。
- 四、孵卵溫度宜 28-32℃，若維持在這種溫度最快 3-4 天即可孵出小幼蟲，遇到低溫特報或寒流來襲，宜加掛燈泡使孵卵室維持在 28℃ 左右，才能順利孵出幼蟲。羽化期不用餵食飼料，只需噴水，我們配製 1%糖水噴灑，使其沾食，支持後期交配體力。

- 五、在室內餵養幼蟲的同時，還須在戶外搭建(長 4\*寬 2\*高 2 公尺)繁殖網室，讓黑水虻的成蟲能有足夠的空間交配與產卵，再藉此收集虻卵。虻卵會孵化成小蟲，用有機資源物餵養，待成蛹變成成蟲、完成交配後，形成一個養殖的循環流程。
- 六、黑水虻的養殖可衍生多種產品(圖 12)，更提高了經濟價值，由於消耗可觀的廚餘，省去了處理廚餘的開銷；又可生產生質柴油和幾丁質等高價值產品，政府相關單位若能積極輔導這隻環保綠能蟲的養殖，未來可為台灣帶來無限的商機。

## 第二部分、創新養殖方法探究

- 一、創新養殖方法以廚餘餵養水虻幼蟲成長迅速；唯要注意養殖環境溫度與通風良好，廚餘要先加入醋酸菌酸化至 pH=6 左右，可抑制廚餘發酵腐敗以免造成二次汙染。
- 二、創新養殖方法可能遇到挫折，是你不知道一次要加入多少重量的廚餘，所以建議先用一般的傳統養殖方法，可以藉此預估需一次到位的廚餘大概多少；另一個問題是你會遇到虻蟲生長到一半而廚餘腐臭不堪，中途會想棄養，那可能會造成嚴重的二次汙染。因此建議廚餘須先用適量的醋酸菌處理，廚餘可以保存近三個月也不會有腐臭現象，值得一試。
- 三、黑水虻養殖的未來展望:

黑水虻在荷蘭、美國、加拿大、南非、中國大陸等世界學術網絡中已經討論多年，但台灣直到近四、五年來才開始了解。台灣最早應用黑水虻由養豬業者開始，漸漸地飼養雞、牛業者也開始認識。黑水虻能有效處理畜禽有機資源物，並產生可利用副產物的廣大用途，使得如今黑水虻小規模養殖已慢慢蔚為風氣。有的人覺得它具有發展潛力，有些則希望藉此為環境盡份心力；有的從解決自家畜禽場內面臨的有機資源物出發，有些則期許能重塑社會對畜禽產業的新形象。總體來說，目前以回收處理目的業者最多。











	
<p>a.小幼蟲可作為牲畜養殖飼料</p>	<p>b.大幼蟲萃取脂肪提煉生質柴油</p>
	
<p>c.蟲粉可供蝦蟹魚等海產生物養殖</p>	<p>d.成蟲殼可當肥料亦含有甲殼素</p>
	
<p>e.粗蛇碳肥可當植物花卉栽植肥料</p>	<p>f.蟲乾提供高蛋白精緻食品材料</p>
	
<p>g.精緻蛇碳肥(經篩選)當天然肥料</p>	<p>h.由索氏法萃取的脂肪酸</p>
	
<p>i.由黑水蛇脂肪酸提煉的生質柴油</p>	<p>j.由黑水蛇蛹殼合成的幾丁質</p>

圖 12 黑水蛇的養殖衍生產品

## 柒、結論

黑水虻養殖容易且繁殖迅速，除了能消耗大量廚餘，廚餘消化後產生的虻糞，可充當肥料；幼蟲可作為雞、鴨、魚等之飼料；蟲乾含量高量的蛋白，可代替日益短缺的魚蛋白；老熟幼蟲富含脂肪，可以萃取脂肪酸，合成生質柴油，做為替代能源；其蛹殼亦可提煉幾丁質苯，作為生醫材料；黑水虻集環保綠能之功效於一身。若在養殖設備與養殖技術的提升與養殖廢水之處理方面，有環保署完善的規範，未來繁殖養育黑水虻，有極具經濟價值與發展潛力。

## 捌、參考資料

- 1.國中自然與生活科技，2018，第四冊，康軒出版社。
- 2.高中基礎化學，2017，南一書局出版，台北市。
- 3.梁世祥，2018，黑水虻研發成果報告，台灣畜產所，新竹分所。
- 4.王付彬，劉玉升，張秀波，黑水虻：《農業知識》，2010年09期。
- 5.李明殷，2019，黑水虻研究，中華文化產業創新發展協會。