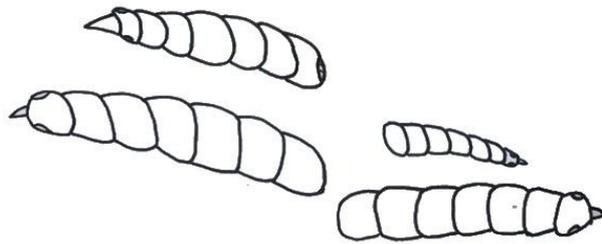


黑_{金特} 𧈧

當黑水虻遇見𧈧水



2018 希望閱讀 國中專題報導競賽

南投縣立北梅國中 黑色旋風隊

二年甲班: 巫家樑、陣仕進、葉芯吟、曾佳雁

指導老師:林偉業

前言：

學校食堂是師生們享用美味午餐的地方，但是午飯過後往往會產生廚餘。根據資料統計，台灣每年的廚餘量高達 195 萬噸，每人平均一年就產生 96 公斤的廚餘，如果這些廚餘堆積起來，都可以堆成一座高聳的山了。這些吃剩的廚餘到哪去了？台灣的廚餘有 60% 焚化處理、30% 養豬，每年政府燒掉或掩埋掉一萬三千多座 101 大樓高度的廚餘。

且廚餘含水量高達 76%，容易造成燃燒溫度降低，進而產生戴奧辛毒氣！如果不能減少廚餘，那如何讓廚餘有效利用呢？

記得第一次聽到老師介紹「黑水虻」，說牠是分解廚餘的高手時，燃起我們的好奇心，上網查黑水虻的資料，發現一隻黑水虻的幼蟲一生可以分解 2~3 公斤的廚餘，而且不管是高鹹、高油、高辣的食物牠都照單全收。另外我們也查到有些人將幼蟲當成飼料餵雞、餵魚，是很棒的蛋白質來源，更重要的是牠的成蟲不像蒼蠅一樣侵擾人類的生活環境，而且成蟲只需要喝水，一次可以生下 1000 多個卵，繁殖力超強！為了瞭解牠是不是像資料所說的那樣厲害，我們決定飼養牠並進行觀察與探究。

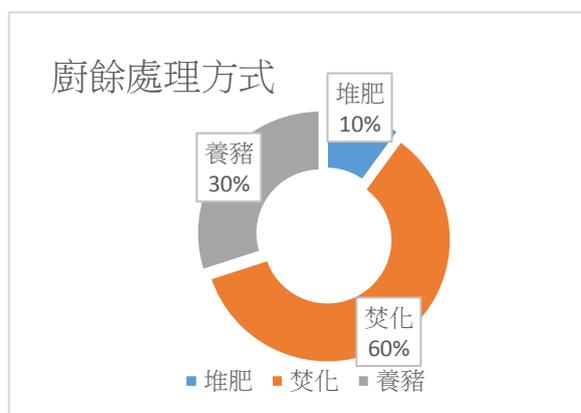
報導一 相關文獻

為了知道台灣日常廚餘的去向及處理方式，我們蒐集資料後，發現廚餘處理分為三部份：

一、堆肥(10%)：工作人員會將廚餘集中，加入木屑後分堆放置發酵，每天攪拌一次，等候發酵完成。經過腐熟作用的廚餘，溫度高達 60 度。這些發酵完成的土堆將會變得蓬鬆，過濾雜質後就形成土壤改良劑。

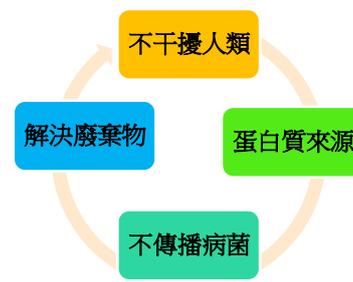
二、焚化(60%)：清潔人員將廚餘集中後，會和其他的垃圾一起送進焚化爐焚化，因為廚餘含水量高，所以會使焚化溫度降低，當焚化爐溫度不夠高，再混合其他物質一起燃燒，會產生對人體有害的戴奧辛。

三、養豬(30%)：廚餘回收的人員會先將它高溫蒸煮，之後將其搗碎並過濾，接著添加營養的副食品，便可當成飼料餵豬。



了解廚餘的去向以及處理方式後，我們更好奇黑水虻是不是真的可以協助解決廚餘問題，所以我們也搜尋黑水虻的資料，發現黑水虻有以下的優點及功用：

1. 黑水虻不屬於衛生害蟲，不會接近人類環境，影響生活。
2. 黑水虻能解決農畜廢棄物及養殖業糞便。
3. 黑水虻幼蟲營養價值高，可以做為蛋白質來源。
4. 國外研究發現，牠體內有種天然的抗生素，可以抵禦細菌，至今沒有傳播病菌的紀錄。



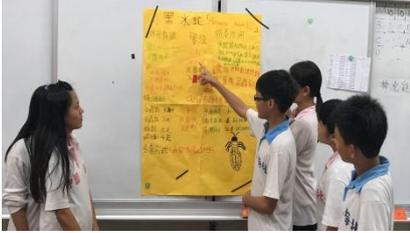
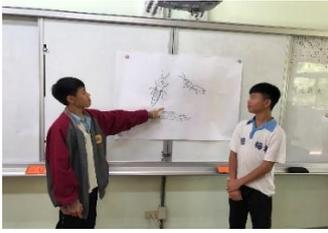
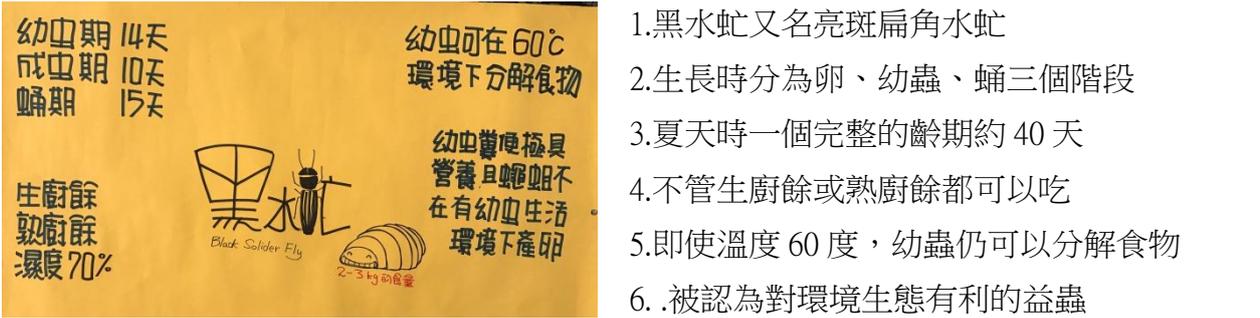
總結下來，黑水虻不像蒼蠅會危害人類生活環境、傳播病菌，且中興大學教授陳世雄在 2017 年 11 月的一篇文章中表示，如果能將各種農業廢棄物拿來餵黑水虻，並轉變成乾淨健康的蛋白質食物和堆肥，將來全國的農畜牧場將不再有廢棄物到處污染，真正做到「零廢棄物，零污染」的循環經濟，達到永續經營的目標，因此「黑水虻」也被稱為「完美昆蟲」。

報導二 認識完美昆蟲黑水虻

為了對黑水虻更進一步認識，全班同學一起進行以下的課程，共同探索黑水虻的奧秘：

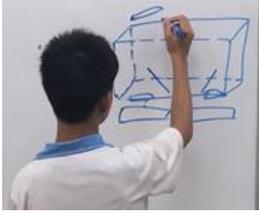
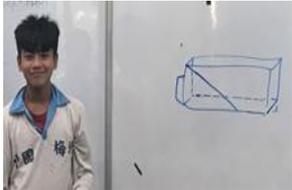
一、主題分享

全班同學分成三組，利用電腦課及下課時間上網搜尋資料，並一起製作海報，最後在課堂上與同學分享自己的成果，以下為大家分享的情形：

小黑組	阿水組	萌虻組
 <p>說明黑水虻被發現的過程以及被人類飼養的經過</p>	 <p>介紹黑水虻的身體構造及生活史等資料</p>	 <p>與大家分享目前黑水虻被運用在解決廚餘方面例子</p>
黑水虻的秘密檔案		
 <p>幼虫期 14天 成虫期 10天 蛹期 15天</p> <p>幼虫可在 60°C 環境下分解食物</p> <p>幼虫營養極具營養且雌虫不在有幼虫生活環境下產卵</p> <p>生廚餘 熟廚餘 濕度 70%</p> <p>Black Soldier Fly</p> <p>2-3 吋的長度</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 黑水虻又名亮斑扁角水虻 2. 生長時分為卵、幼蟲、蛹三個階段 3. 夏天時一個完整的齡期約 40 天 4. 不管生廚餘或熟廚餘都可以吃 5. 即使溫度 60 度，幼蟲仍可以分解食物 6. 被認為對環境生態有利的益蟲 		

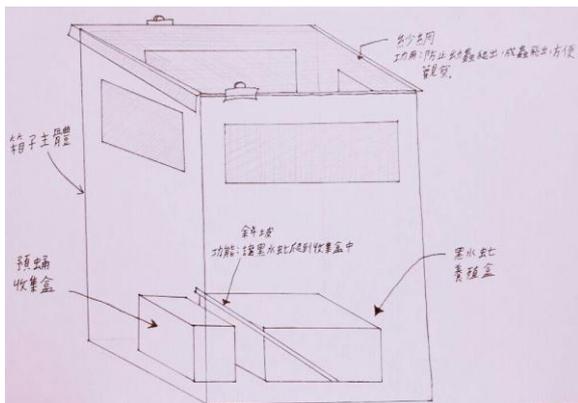
二、飼養箱製作

同學依據閱讀到的資料設計飼養箱，希望能成功養殖並繁衍下一代。

家樑組	勝凱組	紹韋組
<p>主要分為兩個部分，分別養成蟲及幼蟲。</p> 	<p>成蟲會朝明亮處飛翔，所以在箱子上方加透光的網子。</p> 	<p>預蛹時，蛹會朝乾燥地方爬行，所以製作斜坡讓蛹爬行。</p> 

我們發現三組同學設計的飼養箱各有優點，所以我們以回收的紙箱為基礎，加上以下幾點完成簡易又實用的飼養箱：

1. 預蛹會離開堆肥區，朝乾燥的地方爬去，所以設計斜坡以方便收集預蛹。
2. 成蟲會朝明亮處飛翔，所以在箱子上方加透光的網子。
3. 幼蟲非常會鑽，所有縫隙都需用膠帶貼合。



三、設置環境

從資料中了解黑水虻喜歡在廚餘堆肥處生長，所以我們準備了學校樹林底層腐植土、廚餘、落葉、糖水及米糠讓廚餘發酵，每隔 2-3 天就去觀察黑水虻有沒有出沒在這個地方，但是



連續一個月都沒看到牠的蹤跡，……所以表示我們的自然環境沒有黑水虻存在。該怎麼辦呢？

搜尋黑水虻飼養機構，發現埔里地區有一位 20 多歲的大哥哥已經飼養多年，所以我們請老師幫忙預約，並帶我們去參觀，問問看黑水虻養殖達人是如何飼養。

四、農場參訪

這是位於埔里桃米生態園區的私人農場，農場主人養黑水蛇主要是取其幼蟲來飼養雞隻，並將黑水蛇殘餘物拿來施肥。看了他大規模的飼養設備後，我們覺得可以在學校搭設這樣的設備，進行飼養與觀察。因為學校的環境中沒有黑水蛇，所以我們厚著臉皮問農場主人可否給我們黑水蛇的幼蟲與卵，以便在學校飼養。

		
<p>首先我們參觀成蟲的養殖室，裡面有各式各樣的植物，還有蛹的生活空間，因為黑水蛇在結蛹這段時間，不需要太多的強光，因此用黑色布擋住陽光，讓牠能夠順利孵化。</p>	<p>因為黑水蛇喜歡在縫隙中下蛋，所以主人就用鐵網讓成蟲下蛋。另外主人放置廚餘堆讓幼蟲成長，並依據幼蟲長大爬出箱子育蛹特性，設計斜坡，下方放置桶子，蒐集幼蟲拿去餵雞。</p>	<p>我們厚著臉皮向農場主人要蛋及一些幼蟲，還以為主人會面露難色的委婉拒絕，誰知他竟欣然同意。只是在抓幼蟲時，手指傳來黏黏軟軟的感覺，讓我們一直想要尖叫。</p>

五、建造戶外養殖屋

參觀完野外養殖屋，加上取得黑水蛇幼蟲及卵，我們想要建造養殖設備，進行飼育工作。

		
<p>原本打算用建造溫室材料來做養殖設備，但是沒經費，所以想改竹子，但是砍伐及運輸有困難，所以只能作罷。後來學校有閒置的足球架，徵求體育老師同意，便把足球架拿來用。</p>	<p>把足球架當柱子，外面鋪上綠色塑膠網，上方蓋上回收的帆布以遮蔽風雨，裡面放塑膠鞋架，放飼養桶，就完成我們野外養殖室。我們把食物、蟲卵、幼蟲放進去，開始飼養。</p>	<p>飼養屋蓋好，同學十分好奇，我們帶他們參觀，解說我們去農場學到的黑水蛇飼養技巧，以及各種器具擺放位置及用意，彌補他們沒有親自到農場參觀的遺憾。</p>

報導三 黑水虻飼養面面觀

一、黑水虻的生活史

黑水虻喜歡在隙縫間產卵，生活史分為卵、幼蟲、蛹、成蟲四個時期，卵十分細小，不易肉眼分辨；幼蟲分為六齡，以腐爛的食物為主，結蛹後全身變黑；成蟲的生活習性與蒼蠅十分相似，但不進食也不進入人類家中，雌雄蟲皆靠消耗體內脂肪維生，可存活 10~14 天。

齡期	時間	特徵圖片		
A.卵	4~14 天	1.以卵塊的方式產生。 2.形狀長橢圓形，約 0.9mm。		
B.幼蟲	2 週 ~5 個月	1.分為六齡，一至四齡均為乳白色，五至六齡全身變黑，進入預蛹期(觸碰會動)。 2.預蛹期明顯，可長達數週，會依環境變化調整預蛹期時間。		
C.蛹	9~10 天	1.蛹為暗棕色，長度約 1.5~2cm。 2.表皮變得更加堅硬。 3.全身不動，頭部更加幾丁質化。		
D.成蟲	10~14 天	1.頭部黑色，有兩個平坦的瘤狀突起，在眼的附近有數量不等的微黃色小點 2.觸角有竹片狀的頂端 3.腹部第二結呈微透明的乳白色，與背面、側面和中間的黑線分開 4.交配時呈一字狀，且往往發生在地面	雄雌差別	
			<table border="1"> <tr> <td>雄</td> <td> 1.腹部白色部分較窄 2.體型較小 3.較早羽化 </td> </tr> <tr> <td>雌</td> <td> 1.腹部白色部分較寬 2.體型較大 3.較晚羽化 </td> </tr> </table>	雄
雄	1.腹部白色部分較窄 2.體型較小 3.較早羽化			
雌	1.腹部白色部分較寬 2.體型較大 3.較晚羽化			
				

二、黑水虻幼蟲耐高油不耐高鹽

根據文獻資料顯示，黑水虻的幼蟲可以生活在高油、高鹽的食物中，所以我們準備高油高鹽的食物，來測試這個說法是否正確。我們利用了狗飼料，並在其中添加了沙拉油和食鹽，分別準備了不同油度(0%、5%、10%、15%、20%、25%)的狗飼料以及不同鹽度(0%、2%、4%、6%、8%、10%)

的狗飼料，並在飼養盒中分別加入 30 隻黑水虻幼蟲，初期發現在鹽度超過 2%時黑水虻會逃

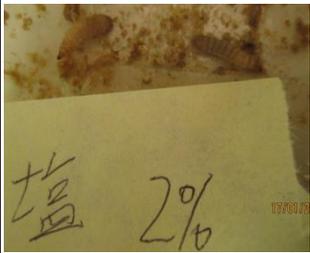


出飼養盒，為了方便紀錄及減少誤差，我們便改良飼養盒，在外面包覆紗網，避免幼蟲逃逸。每 5 天計數幼蟲數並記錄。

黑水虻幼蟲在鹽度超過 6% 時，幼蟲留在飼養盒內的數量即越來越少，10 天之後適應率只剩 17%，表示黑水虻幼蟲耐鹽性差，觀察黑水虻幼蟲時，發現體表布滿鹽塊，而且呈現乾扁發黑狀態。



黑水虻幼蟲在大部分的油度下皆有超過 50% 的隻數留在飼養盒內，10 天之後，在油度 20% 度的適應率為 63%，觀察黑水虻幼蟲時，發現體表布滿油脂，而且每隻都肥亮亮的狀態。

不同鹽度下幼蟲適應情形		不同油度下幼蟲適應情形	
			
2% 鹽度的飼養盒	幼蟲身上布滿鹽結晶	20% 油度的飼養盒	幼蟲身上油亮飽滿

三、黑水虻幼蟲廚餘分解能力佳

除了用不同濃度的鹽油做實測外，我們也利用學校營養午餐的廚餘，更進一步了解黑水虻的廚餘分解能力。我們發現幼蟲大約兩天的時間就可分解自己重量 15 倍的廚餘。研究資料指出，黑水虻一生可分解 2-3 公斤的廚餘，看來牠真得是廚餘的最佳分解高手。



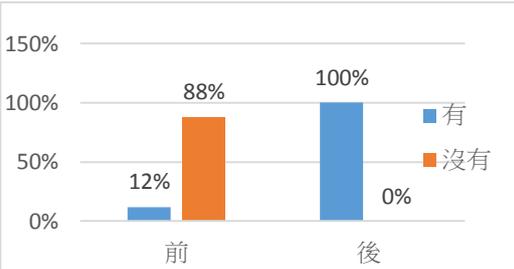
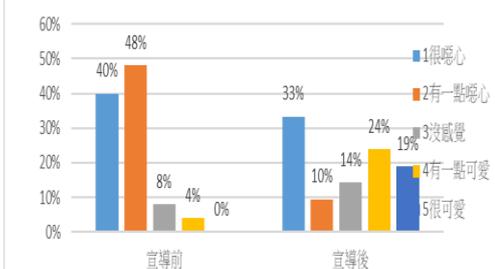
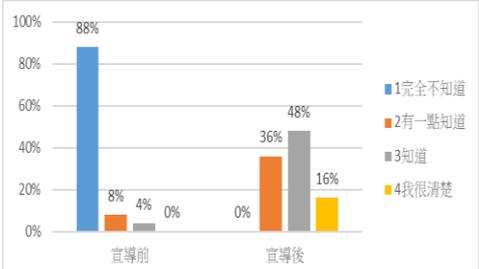
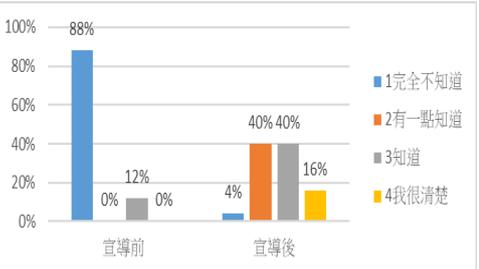
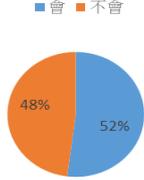
第 0 小時	24 小時後	48 小時後
		
剛把幼蟲放下時，發現幼蟲會鑽到底層並且產生群聚的現象。	24 小時後，我們發現最底層的食物已被黑水虻幼蟲分解成糊狀。	48 小時後，我們發現所有的食物已被黑水虻分解成完全糊狀。

報導四 教育宣導

因為對黑水蛇進行深入研究，我們更想要將牠對環境的益處分享給周遭的親朋好友知道，因此，我們便在學校裡向其他班同學進行認識黑水蛇活動，希望能獲得更多人的認同。

		
<p>我們先在教室裡介紹黑水蛇，然後展示幼蟲，同學在我們解說前都對幼蟲敬而遠之，但在介紹後，很多同學都前來觸摸。</p>	<p>到戶外養殖區後，我們便詳細介紹黑水蛇的4個齡期的差異及各種養殖設備的功用及設計時思考的想法。</p>	<p>同學們對這從未見過的昆蟲非常感興趣，大家都緊貼著塑膠網，搶著找黑水蛇躲在哪裡。</p>

我們在宣導前後請同學填問卷，發現在宣導後，大部分的同學對黑水蛇的印象改觀了，甚至十分支持以黑水蛇解決廚餘問題。

<p>1. 你有沒有聽過黑水蛇</p>  <table border="1"> <caption>1. 你有沒有聽過黑水蛇</caption> <thead> <tr> <th>時期</th> <th>有</th> <th>沒有</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>前</td> <td>12%</td> <td>88%</td> </tr> <tr> <td>後</td> <td>100%</td> <td>0%</td> </tr> </tbody> </table>	時期	有	沒有	前	12%	88%	後	100%	0%	<p>你覺得黑水蛇幼蟲很噁心嗎？</p>  <table border="1"> <caption>你覺得黑水蛇幼蟲很噁心嗎？</caption> <thead> <tr> <th>時期</th> <th>1 很噁心</th> <th>2 有一點噁心</th> <th>3 沒感覺</th> <th>4 有一點可愛</th> <th>5 很可愛</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>宣導前</td> <td>40%</td> <td>48%</td> <td>8%</td> <td>4%</td> <td>0%</td> </tr> <tr> <td>宣導後</td> <td>33%</td> <td>10%</td> <td>14%</td> <td>24%</td> <td>19%</td> </tr> </tbody> </table>	時期	1 很噁心	2 有一點噁心	3 沒感覺	4 有一點可愛	5 很可愛	宣導前	40%	48%	8%	4%	0%	宣導後	33%	10%	14%	24%	19%			
時期	有	沒有																													
前	12%	88%																													
後	100%	0%																													
時期	1 很噁心	2 有一點噁心	3 沒感覺	4 有一點可愛	5 很可愛																										
宣導前	40%	48%	8%	4%	0%																										
宣導後	33%	10%	14%	24%	19%																										
<p>宣導前 88% 的同學沒聽過 只有 12% 的同學聽過</p>	<p>宣導前 88% 的同學覺得噁心 宣導後 43% 的同學覺得可愛</p>																														
<p>3. 你知道黑水蛇幼蟲的功用嗎？</p>  <table border="1"> <caption>3. 你知道黑水蛇幼蟲的功用嗎？</caption> <thead> <tr> <th>時期</th> <th>1 完全不知道</th> <th>2 有一點知道</th> <th>3 知道</th> <th>4 我很清楚</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>宣導前</td> <td>88%</td> <td>8%</td> <td>4%</td> <td>0%</td> </tr> <tr> <td>宣導後</td> <td>0%</td> <td>36%</td> <td>48%</td> <td>16%</td> </tr> </tbody> </table>	時期	1 完全不知道	2 有一點知道	3 知道	4 我很清楚	宣導前	88%	8%	4%	0%	宣導後	0%	36%	48%	16%	<p>你知道黑水蛇與蒼蠅的差別嗎？</p>  <table border="1"> <caption>你知道黑水蛇與蒼蠅的差別嗎？</caption> <thead> <tr> <th>時期</th> <th>1 完全不知道</th> <th>2 有一點知道</th> <th>3 知道</th> <th>4 我很清楚</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>宣導前</td> <td>88%</td> <td>0%</td> <td>12%</td> <td>0%</td> </tr> <tr> <td>宣導後</td> <td>4%</td> <td>40%</td> <td>40%</td> <td>16%</td> </tr> </tbody> </table>	時期	1 完全不知道	2 有一點知道	3 知道	4 我很清楚	宣導前	88%	0%	12%	0%	宣導後	4%	40%	40%	16%
時期	1 完全不知道	2 有一點知道	3 知道	4 我很清楚																											
宣導前	88%	8%	4%	0%																											
宣導後	0%	36%	48%	16%																											
時期	1 完全不知道	2 有一點知道	3 知道	4 我很清楚																											
宣導前	88%	0%	12%	0%																											
宣導後	4%	40%	40%	16%																											
<p>宣導前 88% 的同學完全不知道幼蟲的功用 宣導後 100% 的同學知道幼蟲分解廚餘的功用</p>	<p>宣導前 88% 的同學完全不知道兩者的差異 宣導後 96% 的同學知道黑水蛇不侵擾人類的特性</p>																														
<p>5. 你會不會想用黑水蛇處理家裡的廚餘問題？</p> <p>經過宣導後，52% 的同學會想利用黑水蛇幼蟲解決家中廚餘問題，為地球的環保盡一份心力。</p>  <table border="1"> <caption>5. 你會不會想用黑水蛇處理家裡的廚餘問題？</caption> <thead> <tr> <th>回答</th> <th>百分比</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>會</td> <td>52%</td> </tr> <tr> <td>不會</td> <td>48%</td> </tr> </tbody> </table>		回答	百分比	會	52%	不會	48%																								
回答	百分比																														
會	52%																														
不會	48%																														

報導五 收穫與心得

佳雁

老師藉著環保議題告訴我們關於黑水虻這個廚餘幫手，之後我們上網查資料，並且整理成海報，進行全班報告。在這之後，我們找了對此議題最有興趣的同學組成小組，和老師一起去參觀桃米生態園區。

主人向我們展示黑水虻的飼養方式與利用，讓我印象深刻的是，為了帶幼蟲回去，我們必須親手挖那些放了很久並且早已發酵的廚餘或豆渣，當蓋子打開的那一刻，原本新鮮的空氣，瞬間充滿廚餘味，那是夾雜著人類浪費食物，而產生的酸臭味，經過農場主人重新整理、分類、過濾，最後形成了幼蟲的食物。當然，這味道當然是一等一的臭！可為了幼蟲，我們只能忍臭，挖出廚餘。那種觸感，隔著手套至今我都還記著，心想以後不能浪費食物了！我們也見識到原來有一些人是默默地在為環境努力，更了解原來資源是可以循環。

芯吟

測試幼蟲的耐受性時，我記得是個下著雨的午後，我們就坐在走廊旁，聽著雨聲，慢慢的數出 360 隻的幼蟲，並分裝到 12 盒飼養盒裡。這段時間的觀察於研究，讓我發現幼蟲耐油不耐鹽對我來說是個有趣的結果，也讓我更認識這個有趣的生物。

我們在學校飼養黑水虻與作耐油耐鹽實驗時，發現黑水虻對過高鹽度的食物馬上逃之夭夭，根本沒辦法研究，但我們遇到問題就嘗試解決，為了向同學介紹，也要準備宣導的資料，原本很害怕在大眾前面說話的我，也在這過程收穫很多。

家樑

從開始養黑水虻那刻起，我就明白自己正在做善事，因為黑水虻的幼蟲可以處理廚餘又擁有豐富的蛋白質，可以餵雞，搞不好牠還可以成為人們日後的保健食品。成蟲看似蒼蠅，但因未口器退化，不再進食，平常只喝少許水分，繁衍後代，不會影響人們的生活，堪稱「完美蟲蟲」！！

我們做了一個飼養箱，箱內有兩個盒子，分別是養殖盒跟收集盒，運用黑水虻結蛹會爬去乾燥地方的特性，又做了一個斜坡，讓我們可以迅速的收集黑水虻的蛹，並有效分離蛹和幼蟲，在飼養箱裡還有一個水槽方便成蟲飲水及還有一個方便成蟲繁殖的網子，希望這個箱子以後能成為家庭飼養箱的基本模型。

我們將會在今年 12 月學校 40 周年校慶時成立黑水虻解說團隊，將黑水虻推廣給社區居民，並將幼蟲送給居民帶回去飼養。希望在不久的將來，社區居民與我們一起發現這神奇蟲蟲的媚力。

仕進

我們家會在戶外進行果皮蔬菜堆肥，我知道黑水虻後，我回家翻開那些堆肥後，發現沒有黑水虻的蹤影，所以我就把學校復育的卵帶回家，放在那些堆肥裡，希望我家也有黑水虻幫助分解堆肥。現在我也了解，資源分類與回收的重要，生廚餘可以讓黑水虻吃，再轉換成蛋白質與堆肥，再拿來耕種與餵家禽，達成資源的循環利用，這對我們日後的永續發展有極

大的幫助。另外，我和組員一起依據黑水蛇習性，討論如何利用現有的資源製造黑水蛇養殖箱，動手完成腦中設計圖也是很有趣的過程。

結論

主婦聯盟環境保護基金會的沈寶莉：「除家戶垃圾外，果菜市場的果菜殘渣也被大量送進焚化爐和掩埋場。2007 至 2011 年間，批發市場每年平均產生約十三萬公噸的果菜殘渣，當中只有 4.4%的果菜殘渣會用作堆肥，其餘的 95.6%則會以焚化或掩埋方式處理！」

我們在認識黑水蛇後，看到這樣的數據覺得好震驚，明明是資源卻當垃圾處理，除了浪費也增加處理垃圾的費用。黑水蛇耐高油，而且食量驚人，不論生廚餘或熟廚餘皆可分解，但幾乎所有的人都不知道黑水蛇這號昆蟲，所以不知道可以靠牠幫助人類資源循環利用，在我們介紹後，大家覺得好新奇、有趣。我們也將廚餘拿來餵食校園的黑水蛇，期待成為黑水蛇的推廣小尖兵！



參考資料

- 1.「黑水蛇」是「完美昆蟲」，值得大力推廣/陳世雄/2017-11-16 中興大學農藝學系教授
- 2.台灣家戶廚餘六成進焚化爐 日本靠家戶處理提升再利用率/潘振康/2017-12-21/環境資訊中心
- 3.我們把食物送進焚化爐/沈寶莉/2014-01-15/主婦聯盟環境保護基金會

同學你好

我們是研究「黑水虻」的學生，為了讓大家知道黑水虻這個生物，因此著手進行研究，需要你的意見來協助本專題。

1. 你有沒有聽過黑水虻？

有 沒有

2. 你覺得黑水虻幼蟲很噁心嗎？

很噁心 有一點點噁心 沒感覺 有一點點可愛 很可愛

3. 你知道黑水虻幼蟲的功用嗎？

完全不知道 有一點點知道 知道 我很清楚

4. 你知道黑水虻與蒼蠅的差別嗎？

完全不知道 有一點點知道 知道 我很清楚

1. 經過我們的介紹後，你認識黑水虻了嗎？

有 沒有

2. 你覺得黑水虻幼蟲很噁心嗎？

很噁心 有一點點噁心 沒感覺 有一點點可愛 很可愛

3. 你知道黑水虻幼蟲的功用嗎？

完全不知道 有一點點知道 知道 我很清楚

4. 你知道黑水虻與蒼蠅的差別嗎？

完全不知道 有一點點知道 知道 我很清楚

5. 你會不會想用黑水虻處理家裡的廚餘問題？

會 不會