

篇名：

利用黑水虻處理校園廚餘暨食農教育宣導之行動研究
-以花蓮縣平和國小為例

作者：

許宸睿。花蓮縣平和國小。五年甲班
許容董。花蓮縣平和國小。三年甲班
許庭碩。花蓮縣平和國小。二年甲班

指導老師：孫秀娟、謝國祥、王琳懷

壹、 前言

一、 研究動機

因昆蟲系的父親過去曾使用黑水虻去化家中廚餘，而我們看到校內廚餘都做為廢棄物丟棄，所以想嘗試以黑水虻處理校園廚餘和進行相關實驗，也想了解平和國小的老師、學生和家長對運用黑水虻處理廚餘的想法。

二、 目的

平和國小營養午餐每天都會產生剩食與廚餘，做為廢棄物處理既浪費又增加垃圾量，對環境造成負擔。為了減少校園廚餘問題與落實資源再利用，本研究目標為評估使用黑水虻去化平和國小營養午餐廚餘，並嘗試實驗應用黑水虻的糞便(以下簡稱虻糞)在校內培育菜苗，並蒐集師生與家長對黑水虻處理廚餘的相關認知與態度，達到環境保護與食農教育多面向目的(表一)的綜合研究。

表一、環境保護與食農教育多面向目的

教育元素	對應內容
課綱核心素養	A1（身心健康與自我精進）、B2（科技資訊與媒體素養）、C1（道德實踐與公民意識）
SDGs 目標	目標 2(零飢餓)、目標 12(責任消費與生產)、目標 13(氣候行動)、目標 15(保育生態)
食農教育六大方針	支持認同在地農業、培養均衡飲食觀念、珍惜食物減少浪費傳承與創新飲食文化、深化飲食連結農業、地產地消永續農業
食農教育六主軸	認識食物、動手做、農業體驗、感恩惜食、地方連結、生態永續

三、 文獻探討

黑水虻（學名 *Hermetia illucens*）是屬於雙翅目水虻科的腐食性昆蟲，一生可分為卵期、幼蟲期、蛹期和成蟲期這四個時期，卵期約 4 天，幼蟲期為 14–23 天，幼蟲食用有機物，蛹期約 16 天，成蟲期壽命為 1 週，成蟲時期不再進食只靠喝水維持生命，僅進行交配與產卵（梁世祥等，2020）。整個黑水虻生長週期約 40 天，在幼蟲時期能大量去化農牧剩餘資源，去化後重量可減少 1/3，體積也只剩下原本的 45%，可大量減少清運成本。而黑水虻排出的糞便富含有機質，可做為有機質肥料，蟲體則能飼養動物。

根據台灣大學昆蟲系石正人老師表示，一公克的蟲卵孵化出來的幼蟲，一生約能吃掉十公斤廚餘。以黑水虻處理廚餘的做法，被認為是環保又省空間的處理方法，在台灣中部和東部已有農場與學校開始推廣。在花蓮，新城國小曾經設立黑水虻基地，用它來處理學校廚餘，讓學生進行生態觀察，並把黑水虻轉化為植物肥料和動物飼料。在國際上也有在發展黑水虻相關技術，除了用在循環農業上，也萃取蟲油應用。

貳、 研究方法(含研究架構圖)

一、研究方法

(一) 應用黑水虻處理不同分類廚餘試驗

為了調查平和國小每日所剩大約廚餘量，我們在進行黑水虻實驗之前，每天秤重平和國小全校所剩的廚餘重量並記錄，連續執行兩週，最後進行平均。

之後，我們將廚餘進行分類，分為白飯、蔬菜、肉類與混合組共 4 個處理組，每一處理組各 4 個養蟲箱(重複)，總共 16 箱(圖一)；每箱一開始均放置約 10 克黑水虻卵塊，並加入 10 克廚餘量，之後每隔 2-3 天，一箱再放入 10 克當日廚餘，並觀察黑水虻蟲體生長情形。本實驗開始餵食與觀察日期從 5 月 27 日起，至 7 月 17 日結束，並秤量各處理組所得之蛇糞重量。



圖一、4 種廚餘分類之黑水虻飼養箱（其中兩盒因實驗過程中布不足而調整）

(二) 使用蛇糞處理育苗介質對白菜幼苗生長實驗

1. 供試植物品種：鳳京白菜
2. 處理方法：

為了解應用不同分類廚餘飼養黑水虻所得的蛇糞用來種菜苗是否會有所差異，我們養蟲後利用篩子各別蒐集四個處理組的蛇糞，再分為一公升泥炭土介質(重量約 400 克)各別添加 4 克(1%)與 8 克(2%)的處理組。

播種時，一個處理組使用一個 18 孔穴盤(一重複 6 孔穴，3 重複)。試驗總共 9 處理(含不處理蛇糞的對照組)。試驗時，將秤重的蛇糞加入泥炭土並混拌均勻，再將處理後的介質填入穴盤中，播種白菜種子(一穴播 3 粒，種植深度約一公分)，並進行澆水。蛇糞處理介質與播種日期為 114 年 7 月 18 日。

3. 調查方法：第 3 天時觀察與記錄幼苗發芽情形，將「發芽數/種植數」計算得到發芽率(%)。第 15 天時(8 月 1 日)記錄各處理幼苗總株數及總重量(含根部)。

(三) 應用黑水虻處理校園廚餘之問卷調查

調查對象：平和國小師生與家長

問卷架構：分為三大部分，為基本資料、對營養午餐與廚餘處理的認知與看法，以及對黑水虻的認識與看法(問卷問項如圖二)。

**花蓮縣壽豐鄉平和國小學校營養午餐
廚餘與黑水虻研究調查問卷**

隨著學校營養午餐的普及，學童能獲得均衡營養，也因此產生廚餘問題。然而廚餘若未妥善處理，不僅造成資源浪費，也可能對環境造成負擔。近年來，相關研究探討黑水虻（Black Soldier Fly）與廚餘的關係，本問卷旨在了解您對學校廚餘問題及「黑水虻處理廚餘」方法的認知與看法，請您依實際想法勾選作答，謝謝您的參與與支持！。

一、基本資料

- 您是：
 學生（年級：_____年級）
 教師
 家長
- 性別：
 男 女 不願透露

二、對營養午餐與廚餘處理的認知與看法

- 您覺得學校營養午餐的份量：（學生勾選）：
 太多
 刚好
 太少
- 您通常會吃完營養午餐嗎？（學生勾選）：
 都吃完
 有時吃不完
 常常剩下
- 您知道學校廚餘會怎麼處理嗎？
 知道（請說明：_____）
 不知道
- 您覺得處理廚餘的方法應該：（可複選）：
 減少製造廚餘
 進行資源回收或再利用
 使用於堆肥或養殖用途
 丟入垃圾桶集中處理
 不知道

三、對黑水虻的認識與看法

- 您聽過「黑水虻」嗎？
 有聽過
 沒聽過
- 您知道黑水虻可以幫忙分解廚餘嗎？
 知道
 聽說過但不了解
 不知道
- 如果學校用黑水虻來處理廚餘，您覺得：
 很好，能幫助環境
 可以，但要衛生安全
 不太能接受，會怕蟲
 不清楚，不好說
- 您認為黑水虻處理廚餘的方式：（可複選）：
 能影響廚餘垃圾量
 困難又麻煩的方法
 能讓學生學到環境知識
 搞臺造成異味或髒亂問題
 不知道
- 您支持學校進行「黑水虻處理廚餘」的教育活動嗎？
 支持
 無意見
 不支持（原因：_____）

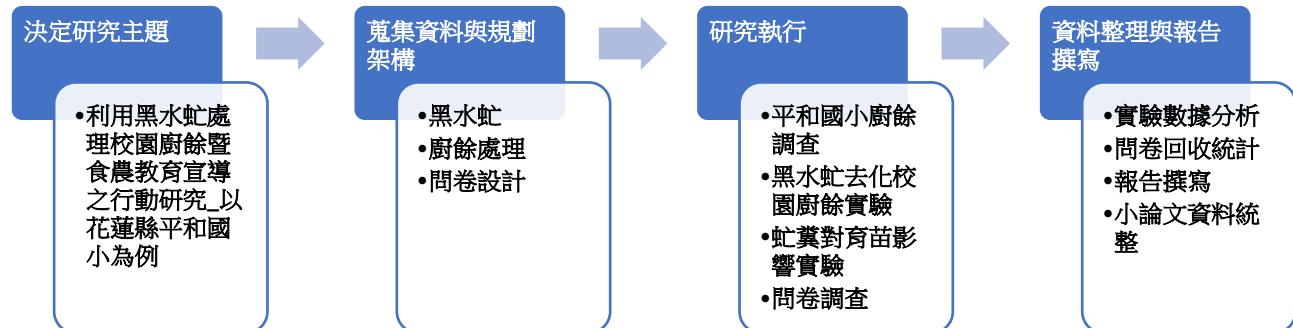
如果您有興趣認識黑水虻，歡迎掃下方QR碼，寫下您的想法及回饋哦！



感謝您的耐心填寫 1140526

圖二、本研究設計之問卷內容

二、研究流程



圖三、本研究之研究流程圖

參、結論與應用

一、結果與討論

（一）應用黑水虻處理不同分類廚餘試驗

在連續兩週調查平和國小每日所剩大約廚餘量後，我們發現每日約有 5~6 公斤營養午餐的廚餘。在使用廚餘飼養黑水虻的過程中，我們觀察到白飯組有發黴情況，黑水虻蟲體生長較小隻；而混合組的蟲體體型為四種中最大，也有

利用黑水虻處理校園廚餘暨食農教育宣導之行動研究_以花蓮縣平和國小為例
 較多成蟲發育，推論黑水虻在混合廚餘中可能因營養成分較多元，分解成效較佳，故發育狀況較良好。此結果與國立中山大學附屬國光高級中學「廚餘分解-水虻幫幫忙」之觀察結果相近。未來營養午餐廚餘若以黑水虻進行去化處理，可直接一併混合處理。

雖然混合處理組整體蟲體發育較佳，但在不同組的蛇糞的重量測量結果(表二)中，並非以混合處理組最高，而以肉類處理組蛇糞量為最重，推論可能是因為蛇糞本身是一種混合物，包含了黑水虻糞便及未消化的食物殘渣；對黑水虻而言，肉類相較於其他類廚餘分解速度較慢，可能因此造成肉類處理組的蛇糞整體平均重量較重。



圖四、黑水虻幼蟲(在蔬菜組之生長情形)



圖五、飼養盒內之黑水虻成蟲

表二、餵食不同類廚餘 1 個月後所得之黑水虻蛇糞重量

處理	重複 1	重複 2	重複 3	重複 4	平均重量
飯類	48.3	52.1	43.3	33.3	44.25
菜類	48.7	43.6	38.0	45.0	43.83
肉類	73.5	82.2	62.7	79.4	74.45
混合類	48.2	66.1	55.7	50.0	55.0

(二) 使用蛇糞處理育苗介質對白菜幼苗生長實驗

雖然文獻指出蛇糞可做為肥料幫助植物生長，但較少查到資料在育苗時添加的效果。為了瞭解不同分類廚餘飼養後所得的蛇糞是否會對植物育苗時產生影響，我們進行白菜育苗試驗調查。發現在泥炭土中添加不同來源與用量的蛇糞處理，對鳳京白菜幼苗的發芽率、存活率、總產量沒有明顯的幫助(表四、圖六)。在每公升介質添加 4 克蛇糞處理組中，以白飯組(72.2%)和混合組(74.1%)有明顯降低發芽情形；就單株鮮重而言，在各處理組中以混合處理組(0.75 克)為最高，略高於不處理對照組(0.72 克)，但就平均總產量而言，仍低於不處理組。將蛇糞加倍(8 克)處理時，各處理發芽率(68.5~88.9%)仍比不處理組(94.4%)

利用黑水虻處理校園廚餘暨食農教育宣導之行動研究_以花蓮縣平和國小為例
低。

綜合以上結果，我們在育苗介質中施加虻糞後播種，對於白菜育苗沒有明顯促進生長的幫助，推論虻糞在泥炭土中分解時，可能影響植物發芽；因此，建議未來在校內種菜育苗時不另行添加虻糞，等到植物長大後再開始施肥應較為妥當，且對於施用量也需再進行測試，以免施肥過量反而造成植物傷害。

表三、原始調查數據

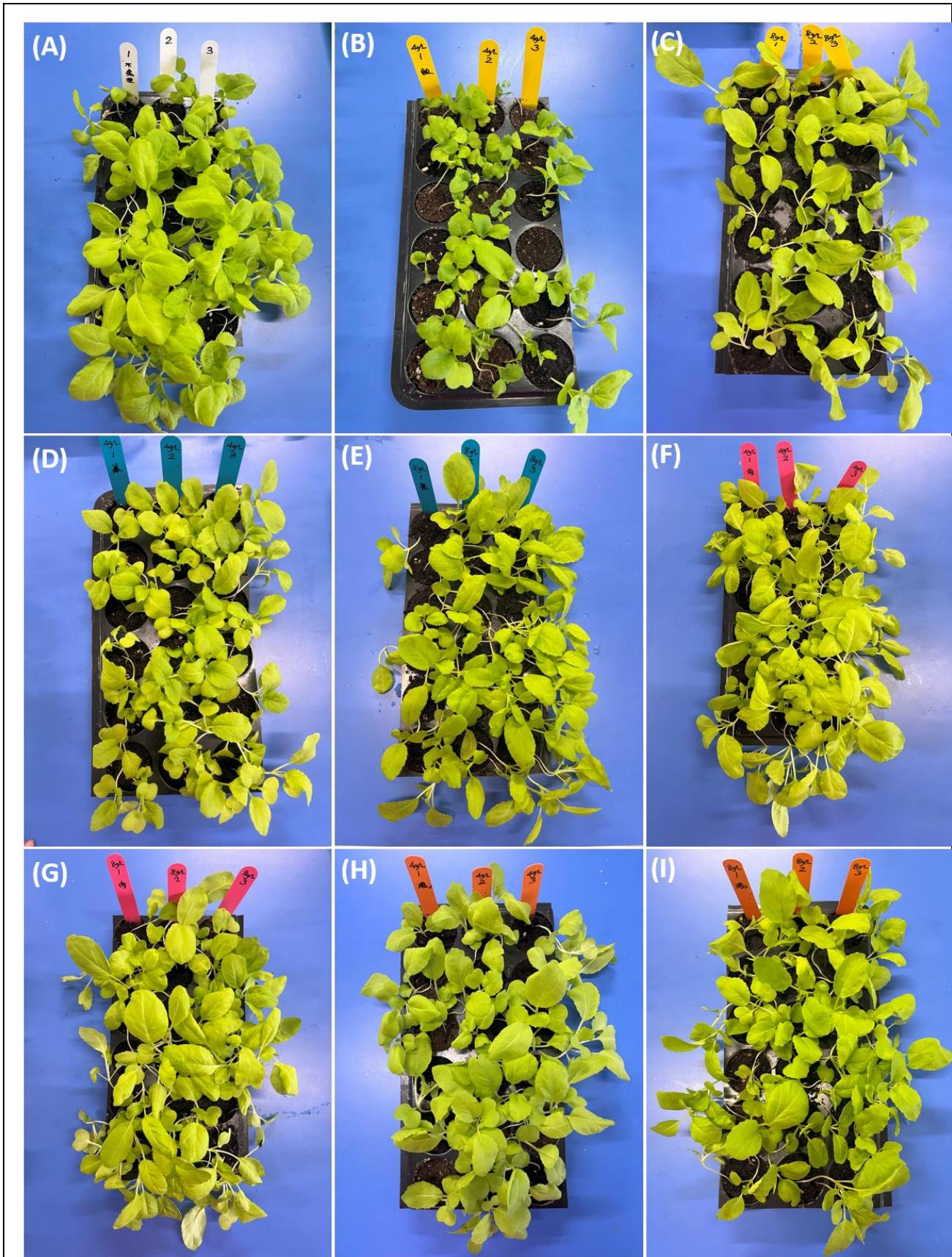
處理	飯(4克)			菜(4克)			肉(4克)			混合(4克)		
重複數	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
總株數	13	16	10	15	17	16	19	15	16	11	14	15
總重量(克)	4	4	4.1	6	7.2	7.6	12.7	10.1	10.2	9.3	9.6	10

處理	飯(8克)			菜(8克)			肉(8克)			混合(8克)		
重複數	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
總株數	16	11	10	16	15	14	20	16	12	15	16	17
總重量(克)	10.7	5	6.3	10.6	8.8	8.8	10.8	9.7	6.4	6.9	7.9	7.7

處理	不處理		
重複數	1	2	3
總株數	18	18	15
總重量(克)	13.5	14.4	9.2

表四、不同虻糞處理組之白菜幼苗發芽率及產量

虻糞處理組	發芽率(%)		幼苗產量(克)	
	第3天(7/21)	第15天(8/1)	平均總產量(克)	單株鮮重(克)
飯(4克)	72.2	72.2	4.0	0.32
菜(4克)	88.9	88.9	6.9	0.43
肉(4克)	92.6	92.6	11.0	0.66
混合(4克)	74.1	74.1	9.8	0.75
飯(8克)	68.5	68.5	7.3	0.58
菜(8克)	83.3	83.3	9.4	0.63
肉(8克)	88.9	88.9	9.0	0.56
混合(8克)	88.9	88.9	7.5	0.47
不處理	94.4	94.4	12.4	0.72

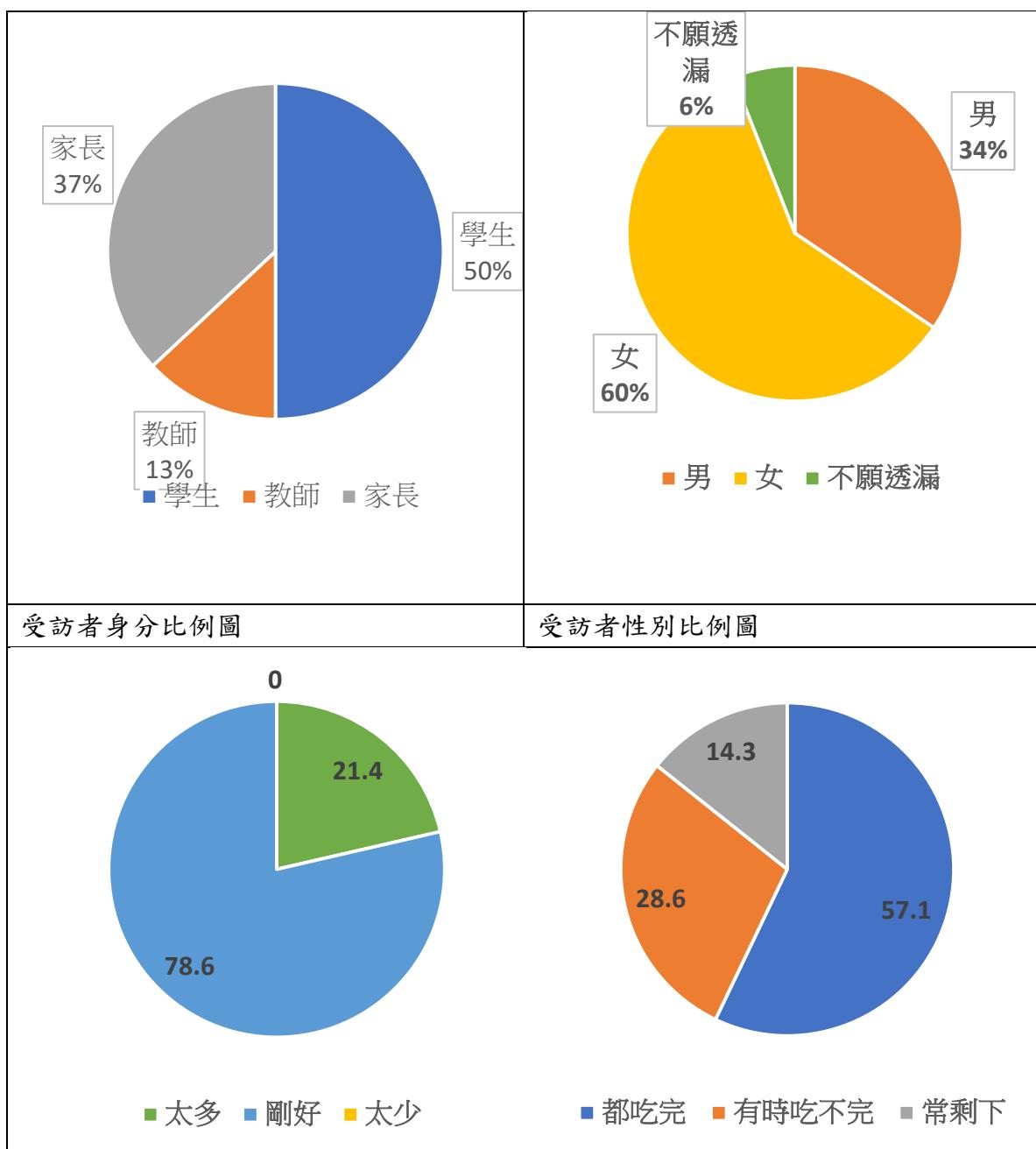


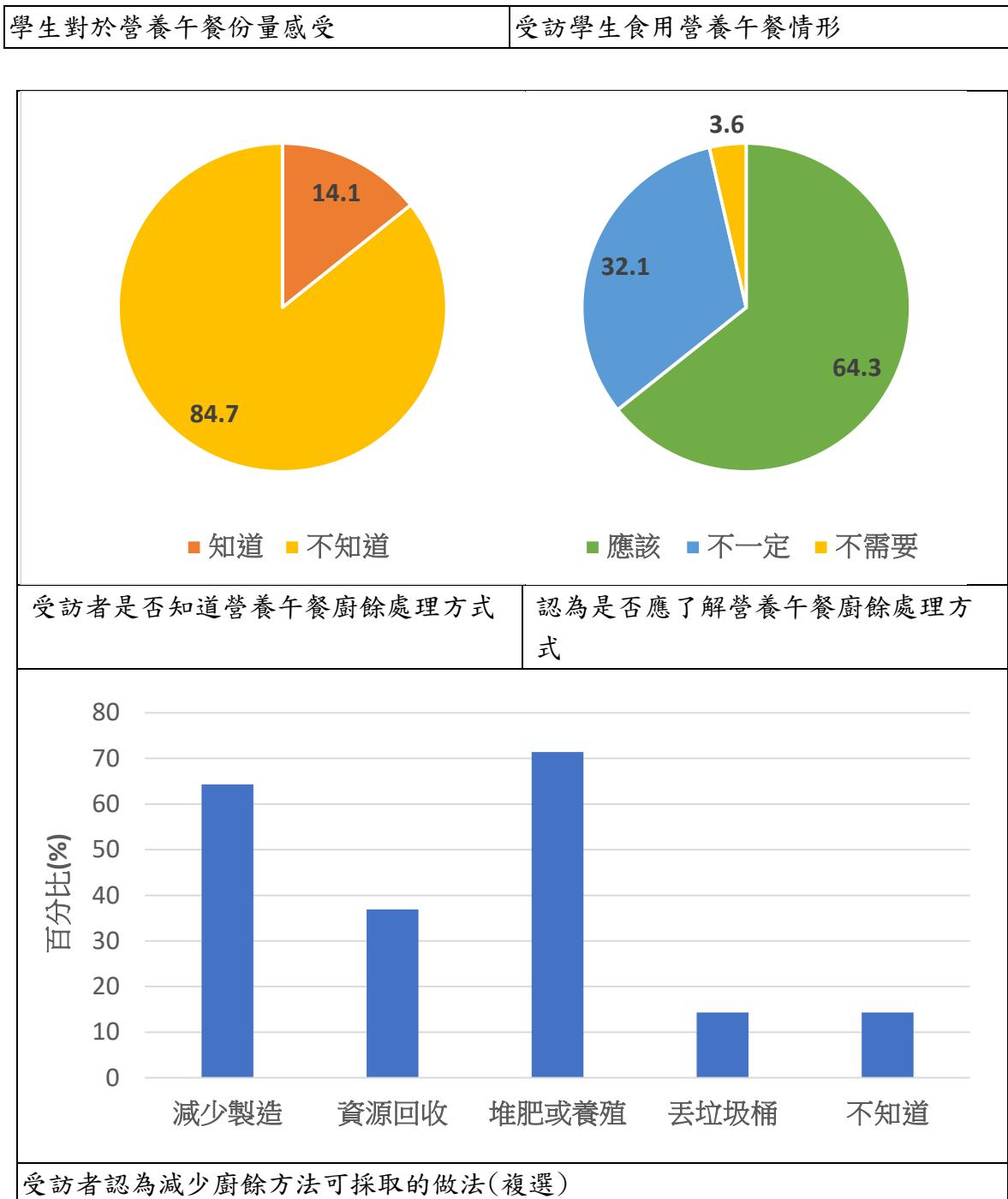
圖六、第 15 天時各處理組鳳京白菜幼苗生長情形(A)不處理(B)飯類 4 克(C)飯類 8 克(D)菜類 4 克(E)菜類 8 克(F)肉類 4 克(G)肉類 8 克(H)混合組 4 克(I)混合組 8 克

(三) 應用黑水虻處理校園廚餘之問卷調查

我們發送 106 份問卷，進行回收及檢視，檢視問項有全答的有效問卷共 85 份，回收成功率为 80.2%。

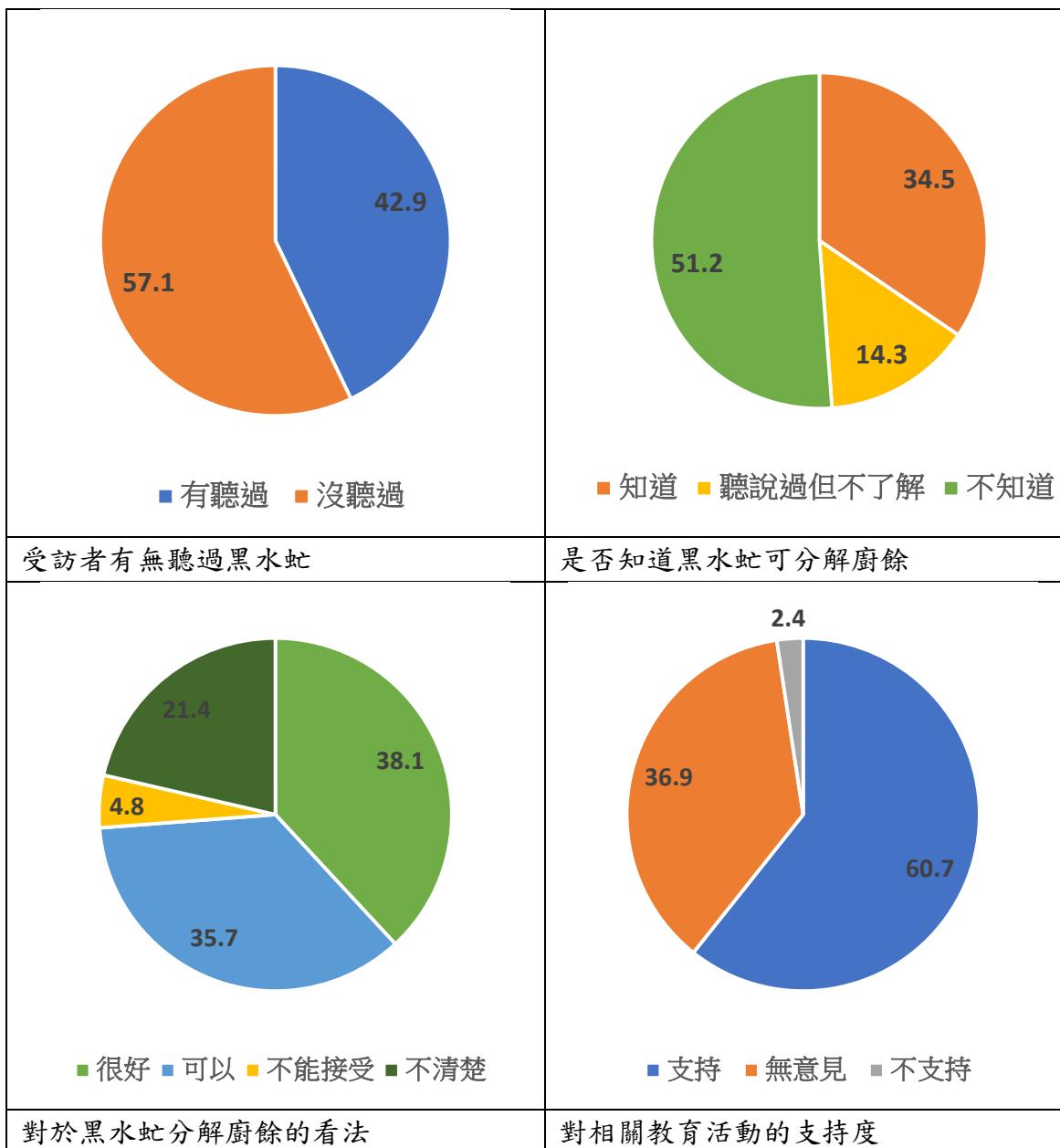
在調查對象中，學生及女性佔比最多(各佔 50% 及 60%，圖七、八)，受訪學生對於營養午餐份量最多覺得剛好(78.6%、圖九)，有 57.1% 都吃完，但也有高達 42.9% 有時吃不完及常剩下(圖十)。對於學校營養午餐的廚餘處理方式，大多數人(84.7%)都不知道如何處理(圖十一)，有高達 64.3% 的人認為學校應該讓學生了解廚餘的去向(圖十二)。對於廚餘的處理方式，最多人(71.4%)認為可作堆肥或養殖用途，其次為減少廚餘製造(64.3%)，再次為進行資源回收或再利用(36.9%)。

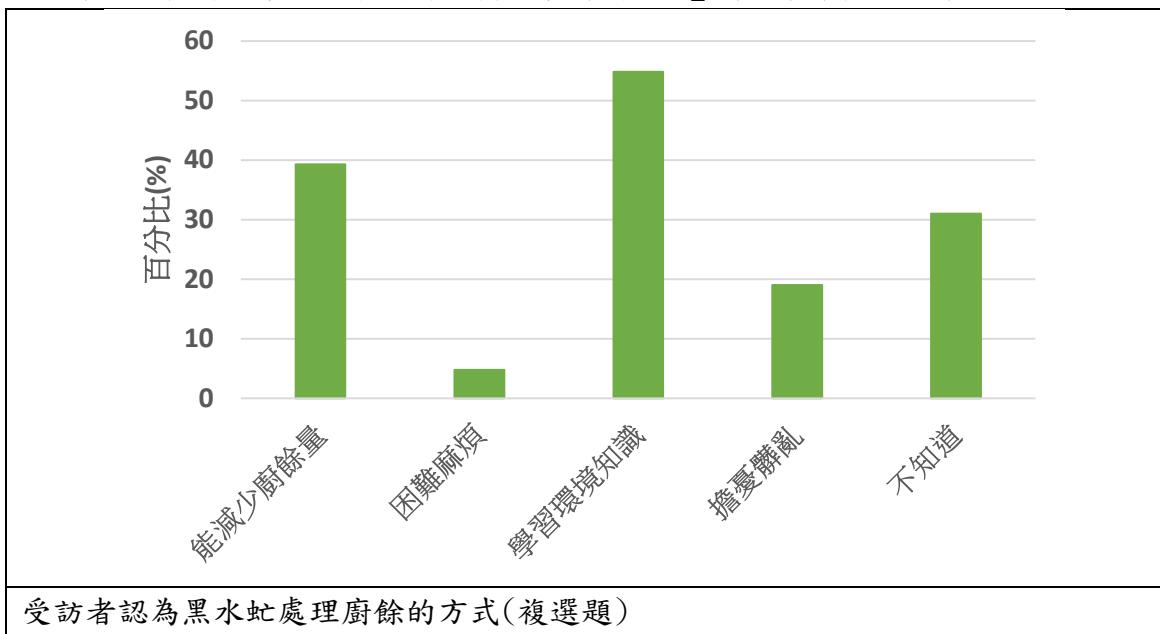




在對黑水虻的認識與看法方面，較多人沒聽過黑水虻(佔 57.1%，圖十四)，也較多人不知道黑水虻可用於分解廚餘(51.2%，圖十五)；而對於黑水虻分解廚餘的看法，最多人覺得「很好，能幫助環境」(38.1%)，其次為「可以，但要衛生安全」(35.7%)(圖十六)。有最多比例的受訪者(54.8%)認為黑水虻處理廚餘的方式「能讓學生學到環境知識」，其次為「能減少廚餘量」(39.3%)，但也有將近 2 成的受訪者會擔憂造成異味或環境問題(圖十八)；而對於學校進行「黑水虻處理廚餘」的教育活動的支持度，多數受訪者(60.7%)採支持態度(圖十七)。整體而言，多數人對於黑水虻處理廚餘的方式及相關教育活動多為正面看法。

。





二、結論

經本研究調查統計，花蓮縣平和國小營養午餐每天約有5-6公斤的廚餘，過去均做為廢棄物處理。為了減少垃圾及讓廚餘在校內可資源再利用，我們應用黑水虻處理不同種類的廚餘；根據實驗結果發現，各組都有養到變成成蟲，而白飯組黑水虻蟲體生長較小隻，而混合組的蟲體體型為四種中最大。接著，我們運用黑水虻所產生的虻糞施用在土壤中，來評估對種植白菜幼苗生長的影響，結果發現在泥炭土中添加不同飼養來源與用量的虻糞處理，對於幼苗的發芽率、存活率、總產量沒有明顯的幫助。最後，本研究設計問卷蒐集平和國小老師、同學和家長們對於黑水虻的認知，與用於處理廚餘的看法；透過問卷調查，我們得知大部分人對黑水虻這個昆蟲較為陌生，但對於黑水虻應用於廚餘處理的想法均偏向正面，且願意支持在廚餘處理方面的相關食農教育。未來，我們可參考鄰近農場在實務管理上的做法，透過更多的實作來協助廚餘資源再利用與回歸校園，成為平和國小食農教育的一環。

三、建議與未來研究方向

- (一) 未來可進一步參訪平和國小附近的有機農場-大王菜舖子，來了解農場對於黑水虻的利用，學習農民飼養黑水虻的設備與技術，能更好的應用黑水虻來處理廚餘。
- (二) 原本預期育苗前在泥炭土中添加虻糞可對於植物有幫助生長的情形，結果添加後沒有比較好，經在網路查詢資料後，得知蔬菜育苗期施肥應謹慎，避免過量造成肥傷。未來可嘗試等幼苗移植後，再使用適量虻糞做為肥料。
- (三) 本研究已利用問卷分析蒐集到平和國小師生與家長對黑水虻處理校園廚餘和推動相關教育的看法，可做為學校規劃食農教育的重要參考。

肆、 參考文獻/資料

1. 小小昆蟲黑水虻，成為循環經濟的新寵兒 | 廚餘去哪兒？黑水虻來幫忙。公共電視。(花蓮新城國小案例，2024)。

利用黑水蛇處理校園廚餘暨食農教育宣導之行動研究_以花蓮縣平和國小為例

2. 林信仁。探索黑水蛇 - 我們的島。<https://ourisland.pts.org.tw/content/2724>
3. 陳心浩（2022）。以活動理論探討黑水蛇用於緩解校園廚餘之推廣歷程。〔碩士論文。國立中興大學〕臺灣博碩士論文知識加值系統。
<https://hdl.handle.net/11296/gm3u35>。
4. 邱韋樺、劉婷俐（2021）。黑水蛇之初探與應用。
5. 梁世祥、李佳馨、廖曉涵、王思涵（2020）。蛇糞生產技術及其應用。臺中區農業改良場特刊，67-75。
<https://www.airitilibrary.com/Article/Detail?DocID=P20131108002-202008-202009040008-202009040008-67-75>
6. 康芷菱、陳一婷。鄭嘉好。廚餘分解-水蛇幫幫忙。花蓮縣國中小網路小論文。
7. 用培養土育種子菜苗, 還要施肥嗎? 農業知識入口網。發問日期2015年10月29日。
https://kmweb.moa.gov.tw/knowledge_view.php?id=7695