

中華民國第 59 屆中小學科學展覽會 作品說明書

高級中等學校組 環境學科

052610

蛇飛鳳舞-發「糞」向上

學校名稱：國立屏東高級工業職業學校

作者： 職三 林玄晶 職三 潘盈郁	指導老師： 許美華
---------------------------------	------------------

關鍵詞：沼渣、廚餘、黑水虻

摘要

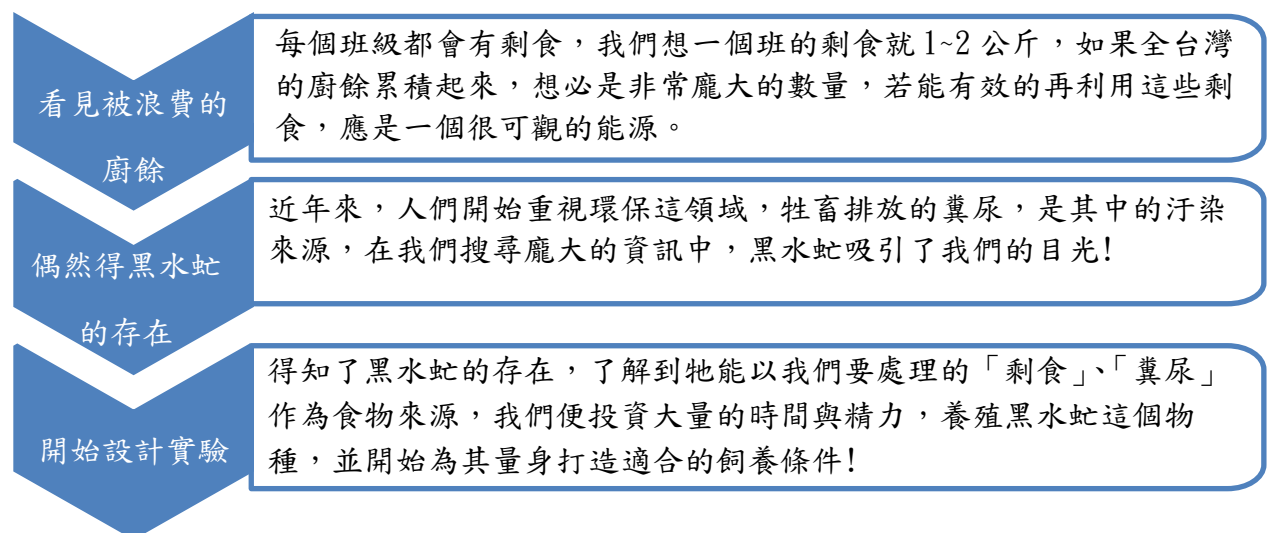
本實驗我們探討黑水虻的生活環境與飼養方式，實驗包括記錄濕度、溫度、pH 值之變化作為基礎，延伸研究黑水虻在飼養過程中，廚餘及沼渣的消耗效果。在前置養殖時找出問題與困難點，確立飼養黑水虻時的相關條件，並向有飼養經驗的人請教適合黑水虻的飼養條件，最終目標在於能夠穩定的飼養黑水虻後，利用黑水虻食性廣泛的特性，餵食沼渣、廚餘及混合(沼渣+廚餘)，並且研究黑水虻消耗的效果，達到減少環境污染的目的。

壹、研究動機

每天學校吃的營養午餐，總是會剩下許多剩菜剩飯，我們找了許多相關資訊，發現，這些這些剩食將面臨無法繼續使用而成為廢棄物的問題，因此我們希望能夠減少這種嚴重的資源浪費。

種種資訊和機緣讓我們決定著手去研究黑水虻，這樣一來既可以解決廚餘剩食問題，又可將容易影響環境的動物糞尿處理掉，而產生的黑水虻幼蟲，又可以供其他生畜食用這種高蛋白飼料，實踐了生態循環的概念。

如果能夠將黑水虻喜好的食物，像是廚餘、糞便以適當比例混合後，供給他們食用，這樣不僅能夠處理廚餘的廢棄，更能消耗影響環境的動物的排泄物。



圖一 研究動機










貳、研究目的

我們希望能夠改善剩食的問題，再生資源的同時，更能夠將廚餘中添加動物的糞尿，創造更多不一樣的處理方法。因此我們做了簡易的黑水虻循環雛形，並透入一些基礎構想和做法，瞭解黑水虻不同的進食條件及環境影響與價值的關聯性，找出最合適的飼養方式。

1. 先奠定飼養黑水虻的基礎，以學校營養午餐的廚餘作為首要資源，再延伸實驗沼渣的消耗。
2. 分析廚餘的發酵、糞尿的發酵、溫度的影響，並找出適合黑水虻的溫度、濕度以及不同的進食條件及環境影響。
3. 混合廚餘及畜禽糞便(沼渣)，研究黑水虻消耗的效果。

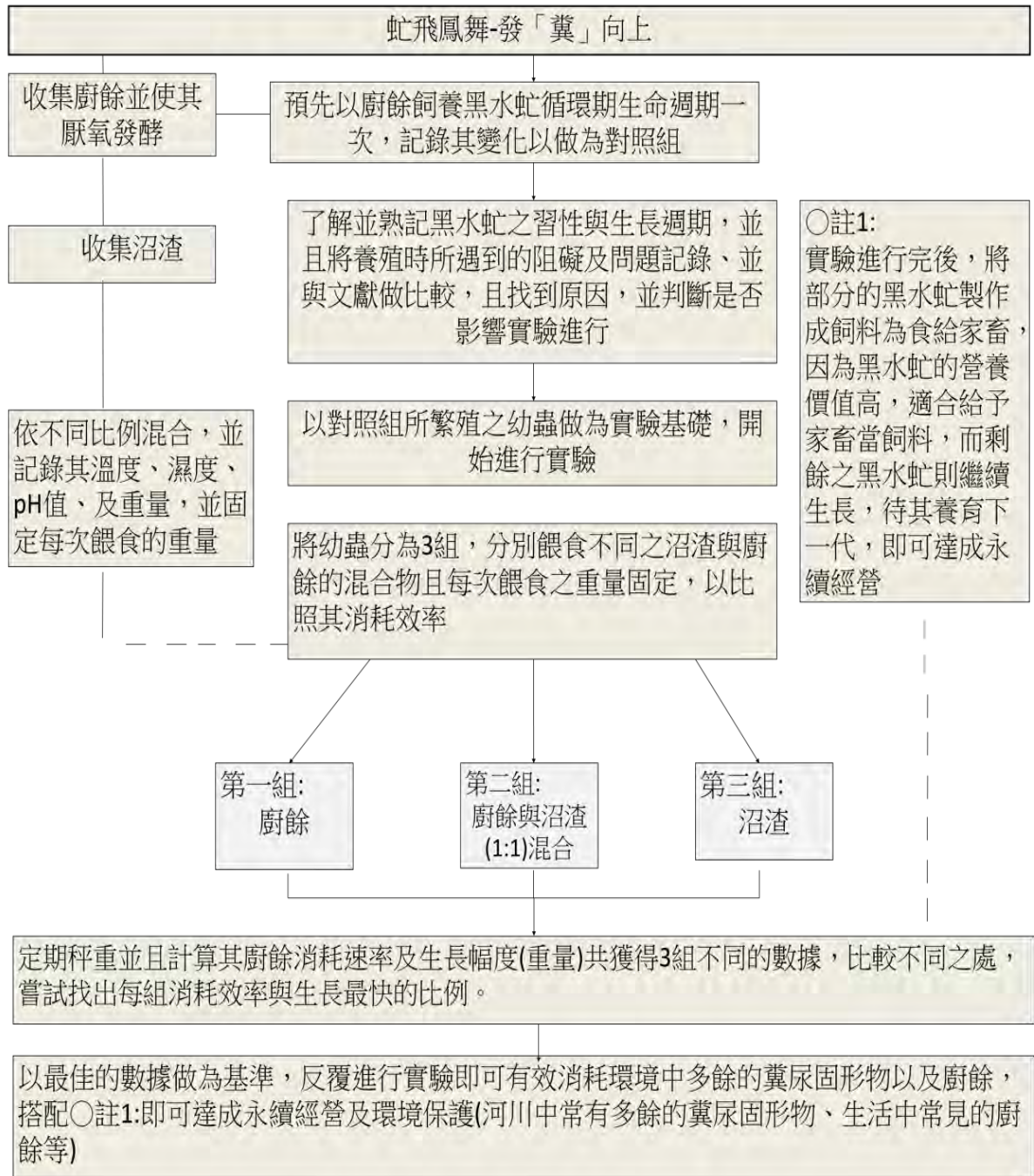
黑水虻的發展在國際才剛起步，要在台灣實行想必也是一大考題，需要資金和時間，我們希望能將黑水虻發揚光大，日後若能夠配合政策，讓我們的生活中的資源都能夠做最有效的運用，達到資源永續的目標。

參、實驗設備及器材

		
<p>圖二 固液溫濕度計</p>	<p>圖三 空氣溫濕度計</p>	<p>圖四 廚餘厭氧桶</p>
		
<p>圖五 厭氧發酵後的廚餘 (使用前會濾乾水份)</p>	<p>圖六 果汁機(用以絞碎廚 餘，方便餵食)</p>	<p>圖七 沼渣(厭氧發酵後的 豬大便)</p>
		
<p>圖八 黑水虻</p>	<p>圖九 飼養盆</p>	<p>圖十 紗網</p>
<p>其他器材：</p>		
<p>藥匙</p>	<p>鑷子</p>	<p>小紙板</p>
<p>珍珠板</p>	<p>培養皿</p>	<p>螞蟻藥</p>

肆、研究過程及方法

一、研究架構圖



圖十一 研究架構圖

二、黑水虻介紹

(一)基本資料

黑水虻 (*Hermetia illucens* L.) 中文名稱為亮斑扁角水虻。動物界，昆蟲綱，雙翅目，水虻科，扁角水虻屬，短角亞目，為腐生性的水虻科昆蟲，主要以禽畜糞便和腐爛物為食，原產於美洲，目前為全世界廣泛分布（南北緯 40 度之間），其幼蟲被稱為“鳳凰蟲”。

(二)身形特色

成蟲為灰黑翅，體長 15~20mm，身體主要為黑色，雌蟲腹部略顯紅色，第二腹節兩端各有一白色半透明的斑點。雄蟲腹部偏青銅色，口器退化。卵徑約 1 毫米，長橢圓形，初產時呈淡黃色到奶色，後期越來越深，每個卵團大約包含有 500 個卵。

黑水虻幼蟲體型豐滿，頭部略小，顯黃黑色。表皮具有韌性。初孵化是為乳白色，幼蟲經過六個齡期，預蛹身體棕黑色。平均約 18mm 長，黑水虻蛹殼為暗棕色。

(三)生活特性

- 1、生活環境:幼蟲極討厭光線，並且怕濕及熱須控制濕度及溫度於適當範圍。成蟲喜歡乾淨且明亮的環境。
- 2、取食:黑水虻幼蟲以廚餘、糞便等腐爛物為食，並可將其轉換成可利用的動物性蛋白。成蟲以露水為主要食物。
- 3、交配:一字型交配。
- 4、繁殖:黑水虻尋找合適的縫隙產，45 天即可完成一個世代從卵到成熟幼蟲。

「黑水虻」，幼蟲時期，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，黑水虻繁殖迅速、食性廣泛、容易管理、飼養成本低，並且富含蛋白質和甲殼素等高營養價值，黑水虻提取物能夠抗凝血作用、抗炎作用、鎮痛作用，顯示出黑水虻亦有醫療用途上的發展，同時是生產高價值的動物蛋白飼料原料，其生產方法簡單。

黑水虻幼蟲在將環境的有機垃圾轉化成昆蟲生物鏈的同時，達到減少污染與不必要的浪費，是一種理想的環保昆蟲，在為畜牧業的飼料提供新的助力外，並且黑水虻的排泄物還是良好的有機肥！

三、剩食市場調查

剩食，是國際上的一大問題，世界的各個角落之所以會有飢餓人口不是因為糧食不夠，而是糧食的分配不均所導致，然而，在全世界，被丟棄的食物更是佔了全球每年生產的三分之一，這些被丟棄的食物，足以讓世界不再有挨餓的人。面對剩食的問題日益嚴重，聯合國和歐盟甚至共同訂了一項目標：「在西元 2030 年前將剩食的數量減少一半」，在歐洲各國也興起的食物共享的風潮，這些都是減少食物浪費很好的例子。

談了諸多有關剩食的事情，那麼，剩食的定義究竟為何？剩食，即為未經食用就丟棄的食物，平常產生的廚餘、因為賣相不佳而被淘汰的水果、甚至是人們不吃的動物食材的內臟等，都是剩食。在人們解決食物分配不均的問題同時，是否有另一種方法與其並行，相輔相成，即便食物分配問題解決緩慢，珍惜食物宣導效果不佳，就如塑料的產生不可避免一樣，因此，一個剩食的回收、循環的概念便油然而生！

四、動物糞尿形成沼渣

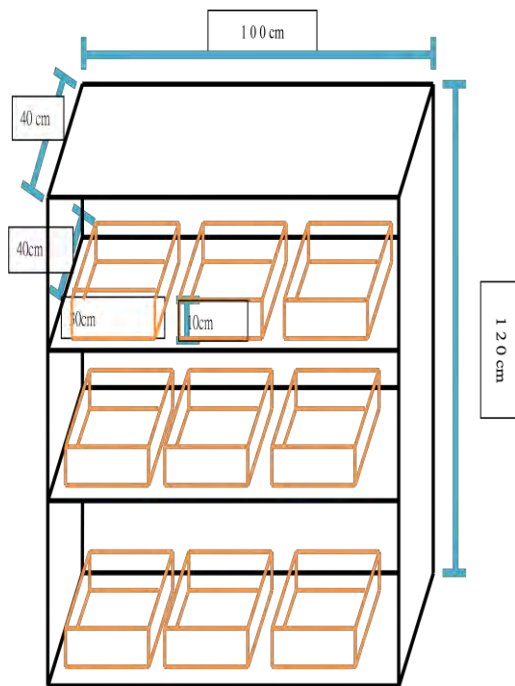
在台灣畜牧產業裡，動物的排泄物是最令人頭痛的問題之一，而且會主動處理的人也不多，即便大家也主動處理，廢棄物處理場也沒那麼地方容納那麼多的排泄物。再來動物的飼料中，常常使用骨粉或是魚粉，如果骨粉裏頭不幸參雜了狂牛病的病毒：「Prion」，這樣很可能會垂直傳染給人類；還有魚粉，在現

在這個要求永續經營的時代裡，大量補捉魚類製造飼料，海洋資源勢必快速枯竭，所以若能夠以現有的廢棄資源，再利用黑水虻轉化再利用，是我們這個實驗最想得到的結果。

我們實驗是設置於屏東地區的養豬場(大豐畜牧場)產生的豬糞，畜牧場的污水處理系統設計厭氧消化方式，可以產生沼液、沼渣和沼氣3種副產品，我們將其厭氧發酵後形成的沼渣，來進行與廚餘的混和，實驗先以最基礎的(1)只有廚餘，(2)只有沼渣，(3)廚餘沼渣各一半進行，進階的在希望能夠找到，黑水虻最適合處理的混合比例。

五、實驗場所設置

如圖十二，為本實驗的養殖箱設置，我們希望能將初步以廚餘飼養出的，剛成長的黑水虻幼蟲分成三大部分(三層)，每一層放置不同基質。



圖十二 預計設置

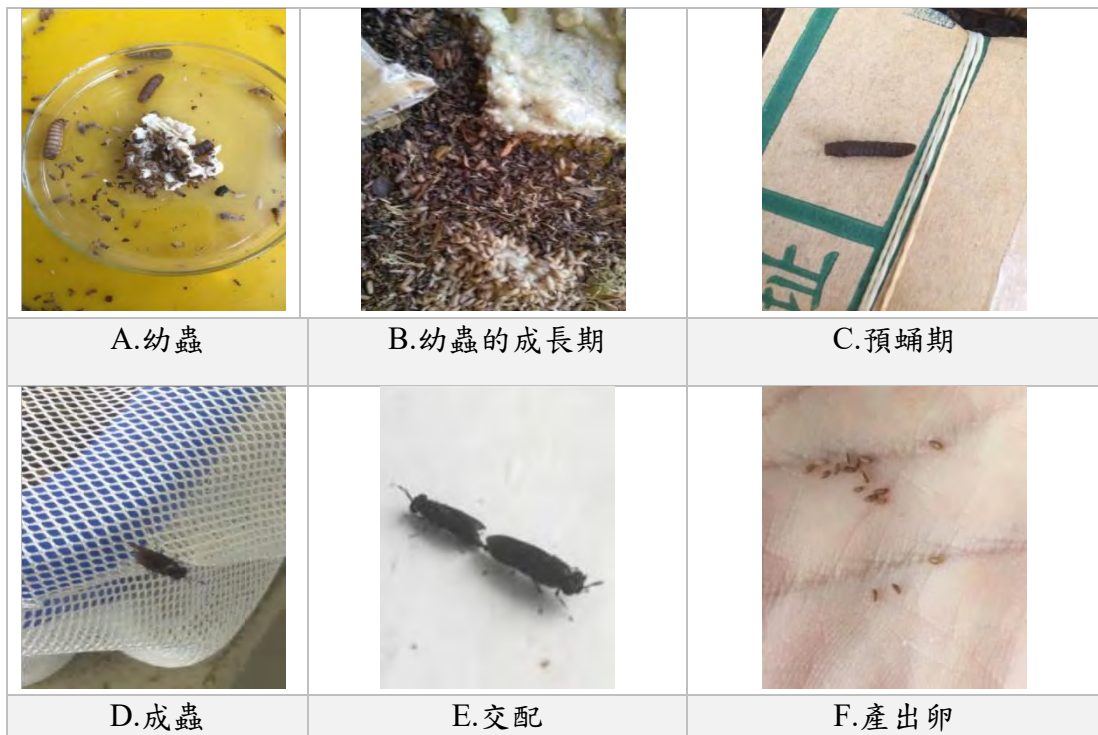


圖十三 實際設置

伍、研究結果

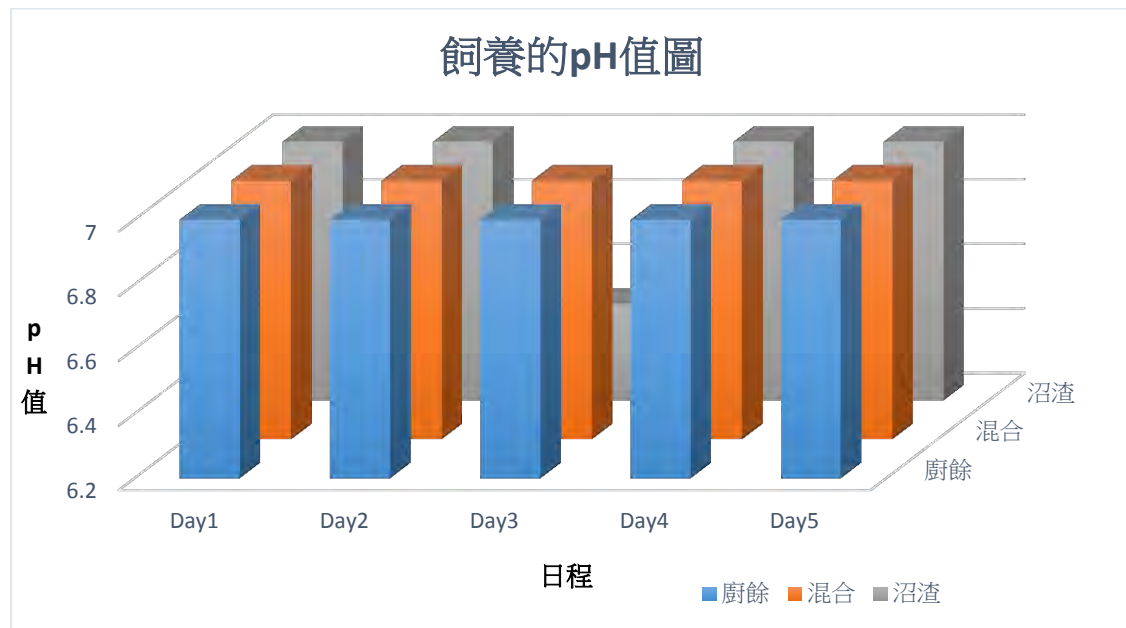
在我們先前飼養的黑水虻生活史，如圖十四 A-F，我們從實驗紀錄及結果掌握適合黑水虻的生存環境後，水虻進食的量也就多了，達到了我們要消耗廚餘的目的，也可以照這樣延伸下去關於禽畜糞便的處理。

(一)黑水虻生活史

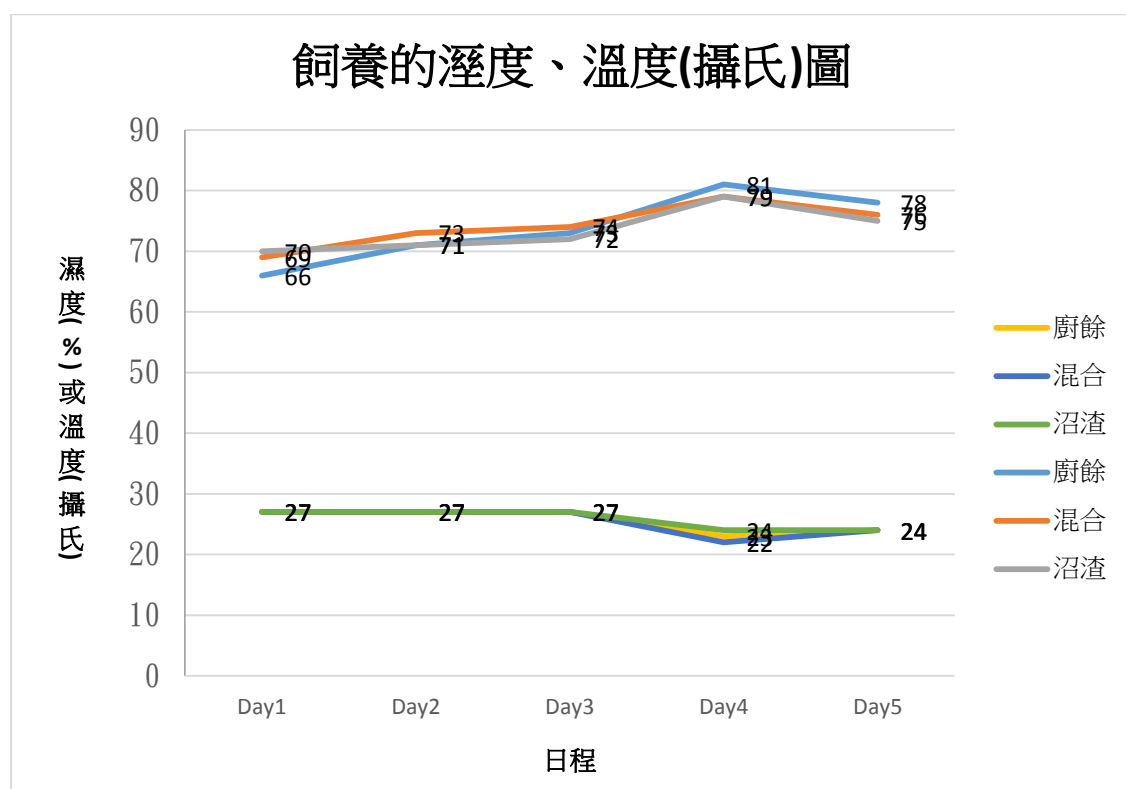


圖十四 黑水虻養殖生活史

(二)飼養的 pH 值、溫度及濕度



圖十五 pH 值



圖十六 飼養的溫度(攝氏)、濕度

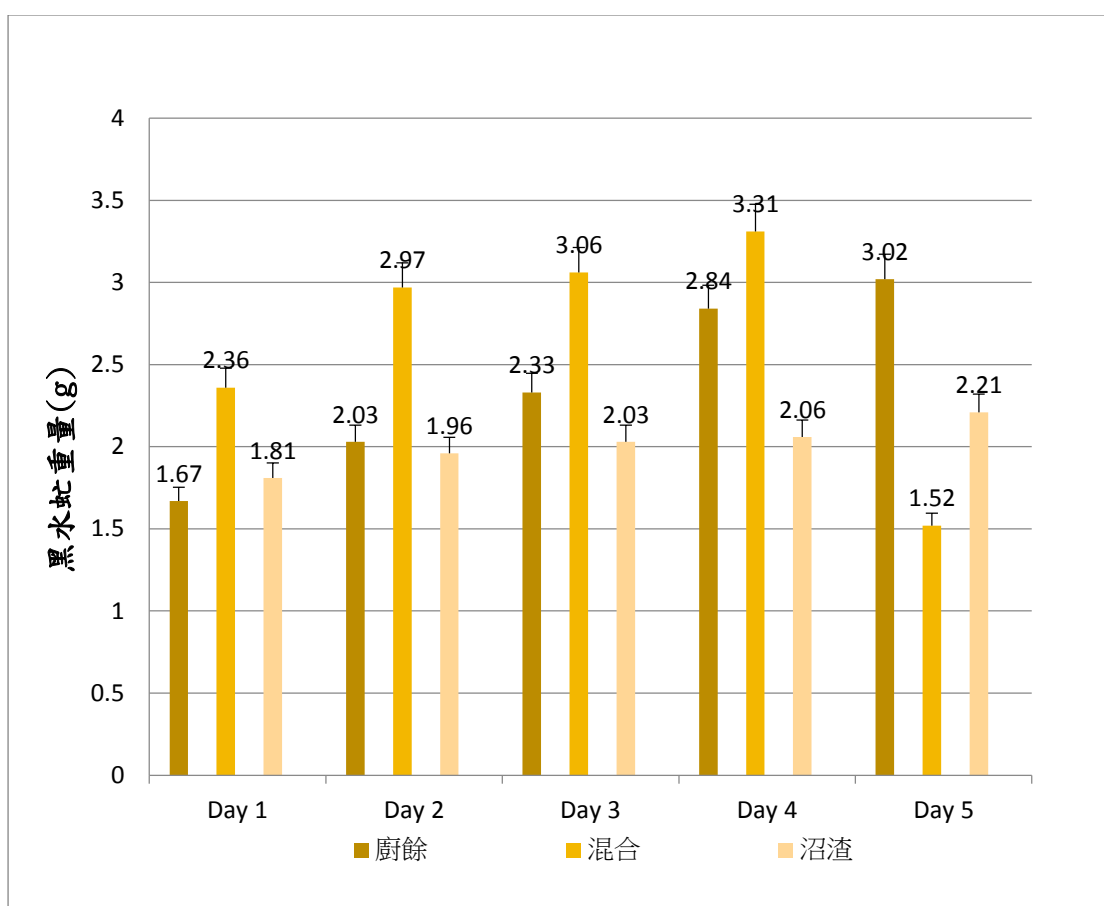
由圖十五和圖十六可知我們飼養的黑水蛇溫度在 23~27 度(攝氏)、濕度在 70~80%、pH 值則在 7 左右，但經我們的實驗發現，最適合黑水蛇的溫度是在 26~30 度、濕度在 75~85%、pH 值在 6~7。

(三)蟲體的重量增加量

表一 飼養期間黑水體重變化

日程	種類	Day 1	Day 2	Day 3	Day 4	Day 5	重量增加%
蛇蟲重量(g)	廚餘	1.67	2.03	2.33	2.84	3.02	80.83%
	混合	2.36	2.97	3.06	3.31	1.52*	40.25%*
	沼渣	1.81	1.96	2.03	2.06	2.21	22.10%

*Day5 蟲體被鳥類吃掉，以第四天的重量計算增加百分比



圖十七 黑水蛇體重量

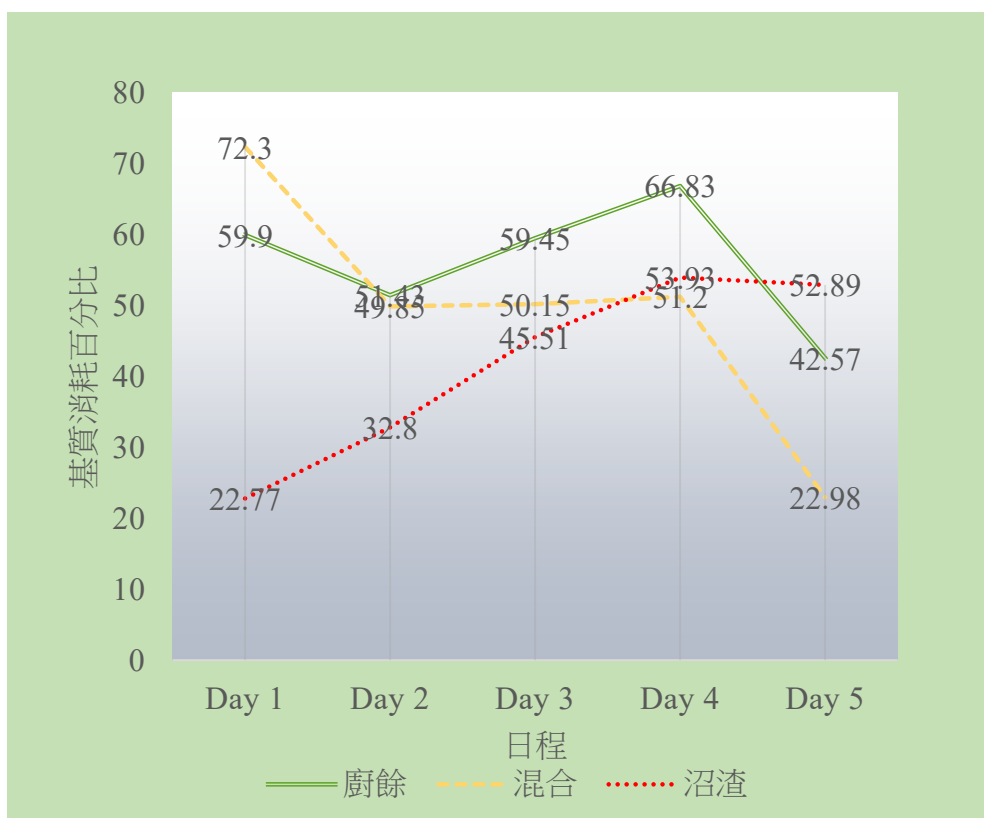
由表一及圖十七的飼養紀錄中，我們得知，以廚餘作為基質飼養的黑水蛇體重增加最多(80.83%)，其次是廚餘混合沼渣(49.30%)，再來則是純沼渣(22.10%)。可知黑水蛇對這三種有機廢棄基質，普遍都是有食用而達到體重增加的。

另外在飼養的第五天，也許是因為網布沒有蓋好，以致黑水蛇被鳥類吃掉，所以未能完整呈現數據，也由此可知，黑水蛇對這些禽畜類來說，有非常大的吸引力，如果未來能當成飼料來餵養家禽，也有相當大的潛力。

(四)飼養基質的消耗

表二 飼養基質的消耗量

日程	種類	Day 1	Day 2	Day 3	Day 4	Day 5	餵食減少%
基質消耗量(g)	以每天添加10.00~10.11g食物作為基質原重						
	廚餘	6.11	5.20	6.01	6.71	4.30	56.04%
	%	59.90	51.43	59.45	66.83	42.57	±9.30%
	混合	7.23	5.00	5.03	5.13	2.30	49.30%
	%	72.30	49.85	50.15	51.20	22.98	±17.51%
	沼渣	2.30	3.30	4.56	5.42	5.30	41.58%
%	22.77	32.80	45.51	53.93	52.89	±13.48%	



圖十七 日程基質的消耗量

表二及圖十七是飼養基質的消耗，以廚餘作為基質的餵食減少量達 56.04%，廚餘混合沼渣則有 49.30%，純沼渣也有 41.58%，可見黑水虻對這三種基質的消耗量幾乎可達到一半的。未來如果再將我們飼養的黑水虻餵養給家禽吃，也是一個營養價值非常豐富的飼料，也進而實踐了生態循環的概念。

陸、討論

- 一、飼養過程中遇到其它生物入侵，我們利用塑膠杯裝取肥皂水放置鐵櫃裡墊高飼養盆，也在墊高的飼養盆四周灑上螞蟻藥，進而改善黑水虻被侵害的情況。另外，雖然養殖過程中，我們有以網布保護蟲體，但部分蟲體還是被鳥類吃掉了！可見黑水虻對這些生物有非常大的吸引力，如果在後續的研究將我們飼養的黑水虻餵養給雞吃，相信雞也會非常喜歡！
- 二、在我們先前的養殖經驗，發現黑水虻的生命週期，會因為天氣溫度或濕度略有不同，一般黑水虻的成長週期約為 45 天，其中的 18 天為幼蟲孵化至羽化的過程，成長週期可能會因為食物的攝取種類、濕度及溫度的高低而不同，我們養殖的黑水虻也有長達 30 天仍存活但還未羽化的。
- 三、廚餘、沼渣未發酵完全造成的升溫狀況，會使黑水虻罹患軟腐病導致亡，所以飼養過程中，溫度的監控是很重要的一環。

柒、結論

- 一、在進行餵食不同的基質種類前，我們已經飼養過兩次的黑水虻生活史，累積經驗後，讓我們後續的延伸實驗能更加上手，遇到各種問題也能及時解決。
- 二、經過先前的兩次實驗，我們得知黑水虻最適合飼養的溫度在 26~30 度，基質溼度 65~75%，酸鹼度在 pH 6~7。若餵養的食物溫度過高或濕度過高，黑水虻就會發生死亡或逃竄現象。
- 三、黑水虻蟲體重量的增加量，以廚餘為基質的增加重量最多(80.83%)，其次為混合基質(廚餘+沼渣)(49.30%)，沼渣重量增加最少(22.10%)。
- 四、黑水虻蟲處理基質的消耗量以廚餘為基質的消耗量最多(56.04%)，其次為混合基質(廚餘+沼渣)(40.25%)，重量減少最少是沼渣(41.58%)。

由這次的實驗，發現黑水虻食物接受率高，且處理有機廢棄物，確實有相當不錯的潛力，若能大規模的飼養確實可以解決剩食及畜產排放的問題，並將其轉換成再利用的資源，達成最大效益。

捌、參考資料及其他

- 一、梁世祥，2017，農業循環經濟之「黑水虻」藍海策略，2018/8/15，取自 www.countryroad.tw/theme_data.php?theme=article&sub_theme=article&id=1197
- 二、張岱屏，2018，探索水虻 我們的島，2018/8/15，取自 ourisland.pts.org.tw/content
- 三、卜敏正，2018，靠黑水虻吃光！嘉縣校園零廚餘計畫開跑，聯合新聞網，2018/8/15，取自 <https://udn.com/news/story/7326/3124241>
- 四、林宜樟，2017，黑水虻吃廚餘嘉縣擬推廣至社區- 地方- 自由時報電子報，2018/8/15，取自 news.ltn.com.tw/news/local/paper/1130080
- 五、張志劍，2018，城鄉廚余垃圾處理技術與工程創新：黑水虻昆蟲農場--中國城市網，2018/8/15，取自 www.urbandchina.org/BIG5/n1/2018/0208/c410783-29813635.html
- 六、廚餘每天回收近 2000 公噸 逾 5 成混垃圾，2010，台灣環境資訊中心，取自 <https://e-info.org.tw/node/58315>
- 七、林昕慧，2017，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，台灣環境資訊中心 2018/8/15，取自 <https://e-info.org.tw/node/209093>
- 八、陳世雄，2017，「黑水虻」是「完美昆蟲」，值得大力推廣，民報，2018/8/15，取自 <http://www.peoplenews.tw/news/e817e78d-49e7-499c-a386-d1e3a9697c2>
- 九、新自然主義股份有限公司，2006，廚餘變黃金：回收再利用手冊

【評語】 052610

1. 本研究具有小型廚餘再利用的創新應用性。研究設計清晰明確，須加強內容文字撰寫，同時黑水虻的應用在文獻回顧上需要再更加強。特別是黑水虻再利用的方向，目前國際上或市場上已有的產品做法需要再加以描述。
2. 本研究探討黑水虻的生活環境與飼養方式，以學校營養午餐的廚餘作為首要資源再利用材，同時實驗沼渣的再利用，與混合廚餘及畜禽糞便(沼渣)，三者的不同與比較效益，研究黑水虻消耗的效果。實驗包括記錄濕度、溫度、pH 值之變化作為基礎，延伸研究黑水虻在飼養過程中，廚餘及沼渣的應用效果。在前置養殖時找出問題與困難點，確立飼養黑水虻時的相關條件，並向有飼養經驗的人請教適合黑水虻的飼養條件，最終目標在於能夠穩定的飼養黑水虻後，利用黑水虻食性廣泛的特性，餵食沼渣、廚餘及混合(沼渣+廚餘)，並且研究黑水虻處理廚餘、沼渣的效率，達到減少環境污染的目的。
3. 廚餘是通用名詞，實驗設計應將廚餘科學化定量並以其的組成，作為實驗設計依據，不然未來實際應用可能因為廚餘的成分變化影響成效穩定性？
4. 所飼養的黑水虻最後要做為食物鏈的哪種生物的食物來源？禽畜糞的部分，需要再搜尋其他資料以確認其成分，是否含有重金屬或其他防疫用藥(PPCPs)，是否會累積在黑水虻體內，做為飼料會造成食物鏈污染物，導致生態系統中生物累積與放大效應？需要進一步文獻回顧探討。

5. 建議應說明具體可應用研究結果的發現，例如溫度控制、摻配比例、餵食的三項物質的基本資料如有機質比例、其他物化性資料，在比較分析時會更具有討論性。建議應該將控制條件彙整製表說明。

壹、研究動機

每天學校吃的營養午餐，總是會留下許多剩菜剩飯，為了解決這個問題，我們找了許多相關資訊，發現這些剩食面臨無法繼續使用，而成為廢棄物的問題，因此我們希望能夠減少這種嚴重的資源浪費，所以我們開始設計實驗構想。

在這麼多資訊當中，最吸引我們目光的就是「黑水虻」，在得知黑水虻最大的優點就是：食性廣泛、幼蟲以腐爛食物為食後，讓我們決定著手研究，這樣一來既可以解決廚餘剩食的問題，又可將容易影響環境的動物糞尿處理掉，而黑水虻幼蟲是具有豐富蛋白質的，可以當作飼料供其它畜禽食用，即實踐了生態循環的概念。

貳、研究目的

- 一、以學校營養午餐的廚餘作為首要資源，奠定飼養黑水虻的基礎。
- 二、分析廚餘、糞尿的發酵溫度的影響，並找出適合黑水虻的溫度、濕度以及不同的進食條件及環境影響。
- 三、研究黑水虻消耗廚餘、混合廚餘及畜禽糞便(沼渣)的效果。

參、實驗設備及器材

固液溫濕度計、空氣溫濕度計、廚餘厭氧桶、飼養盆、黑水虻、果汁機、沼渣、厭氧後的廚餘、藥匙、珍珠板、螞蟻藥、塑膠杯、小紙板、紗網、培養皿、鑷子、肥皂。

肆、研究過程及方法

一、研究架構圖



圖一 實驗架構圖

肆、研究過程及方法(續)

二、黑水虻介紹

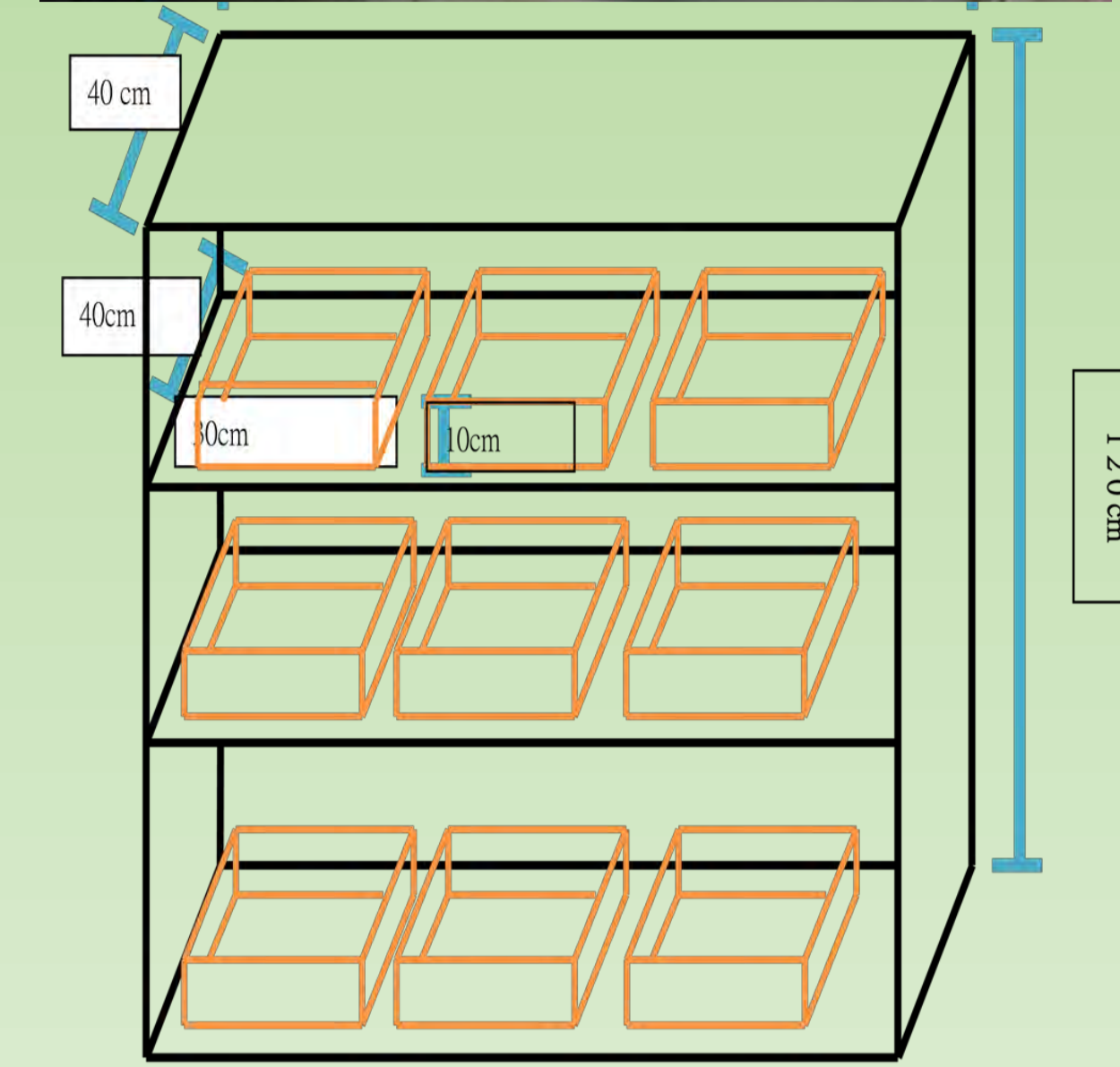
三、剩食市場調查

四、動物糞尿形成沼渣

五、實驗場所設置



圖二 畜牧場產生之沼渣



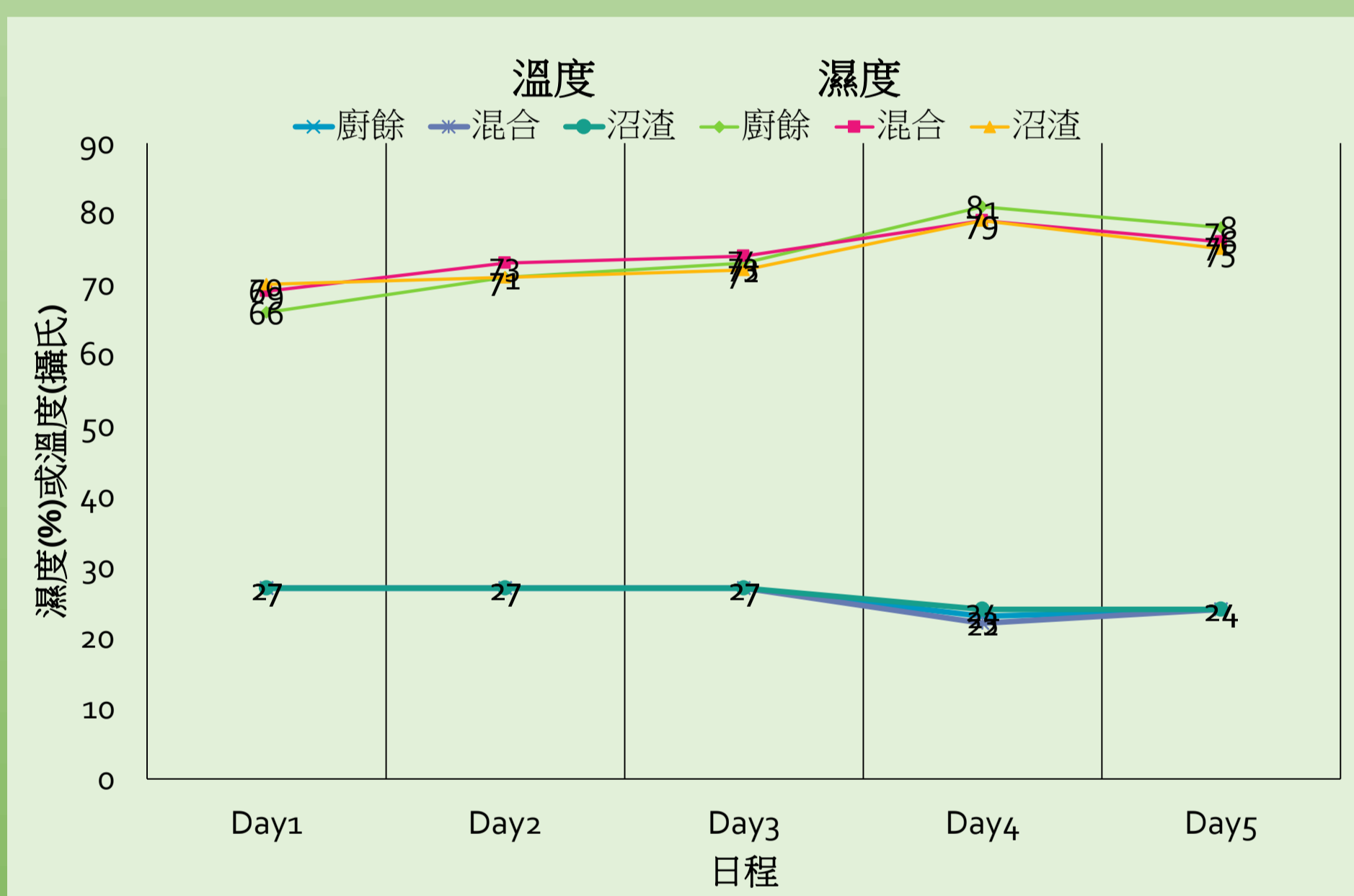
圖三、圖四 實驗場所設置

伍、研究結果

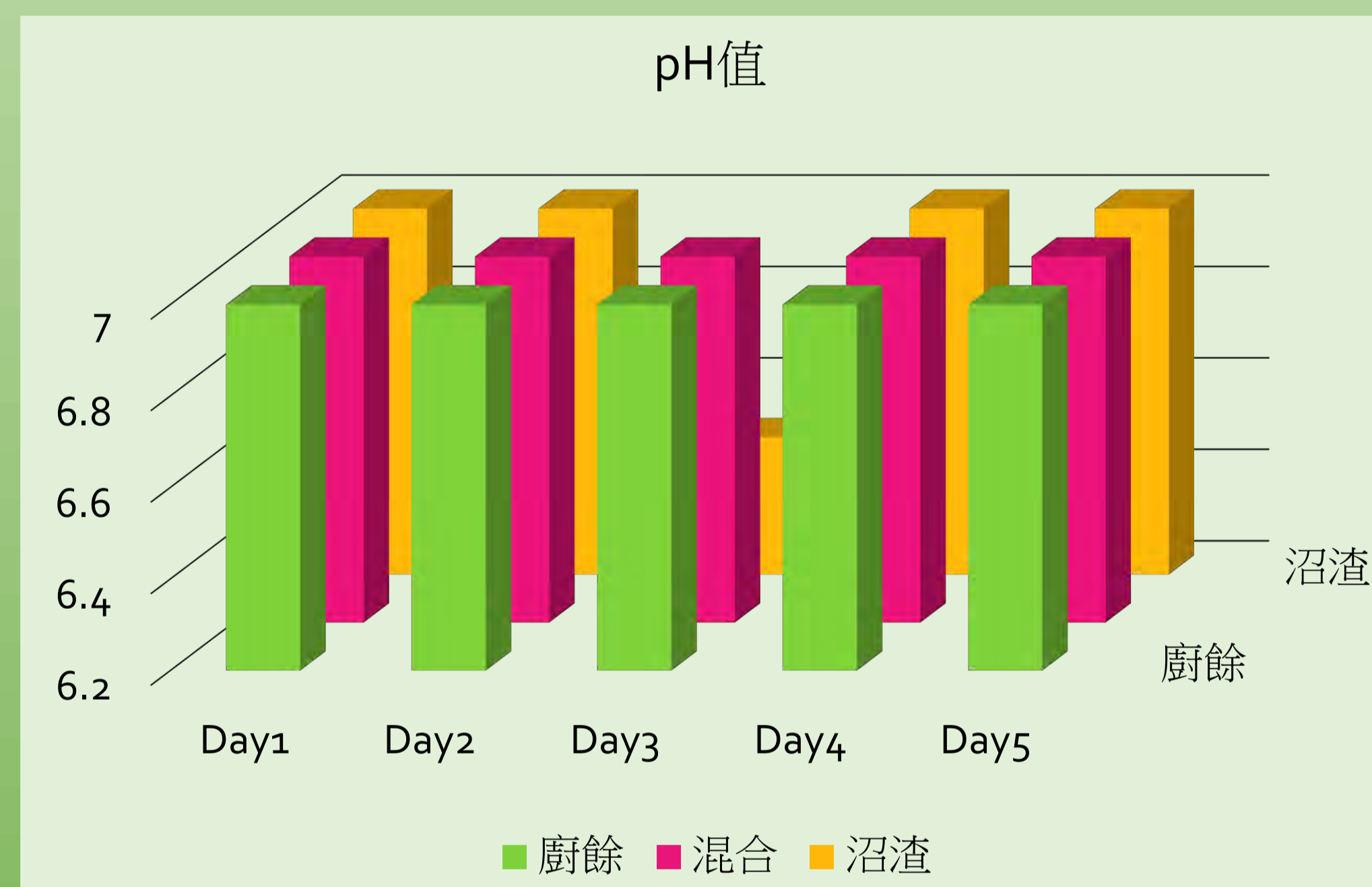
一、黑水虻生活史



二、飼養時的溫度、濕度及pH值



圖五 飼養時的溫度及濕度



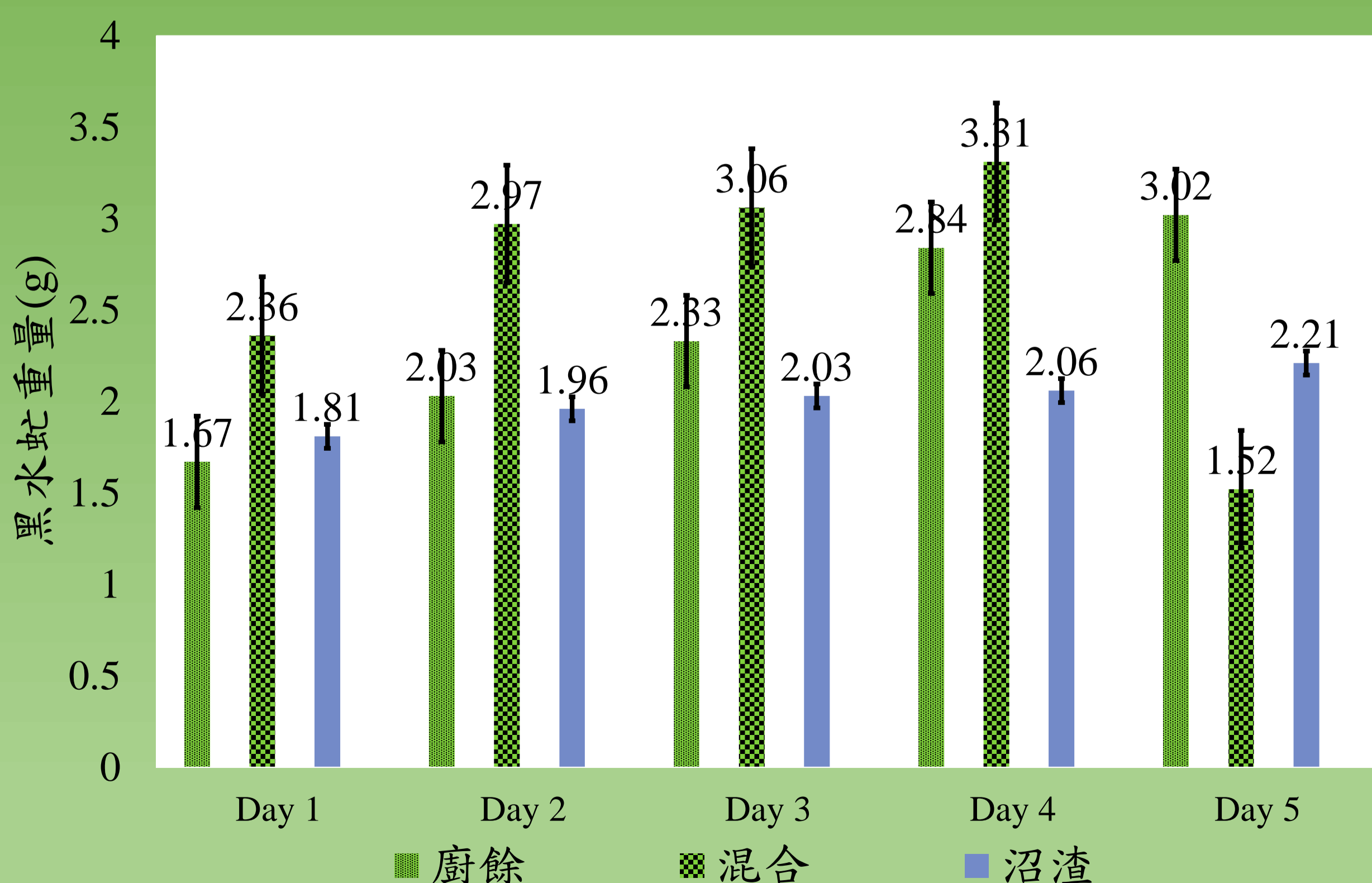
圖六 飼養時的pH值

三、蟲體的重量增加量

表一 黑水虻體重變化

日程	種類	Day 1	Day 2	Day 3	Day 4	Day 5	重量增加%
蛇蟲重量 (g)	廚餘	1.67	2.03	2.33	2.84	3.02	80.83%
	混合	2.36	2.97	3.06	3.31	1.25*	40.25%*
	沼渣	1.81	1.96	2.03	2.06	2.21	22.10%

*Day5 蟲體被鳥類吃掉，以第四天的重量計算增加百分比



圖七 黑水虻體重變化

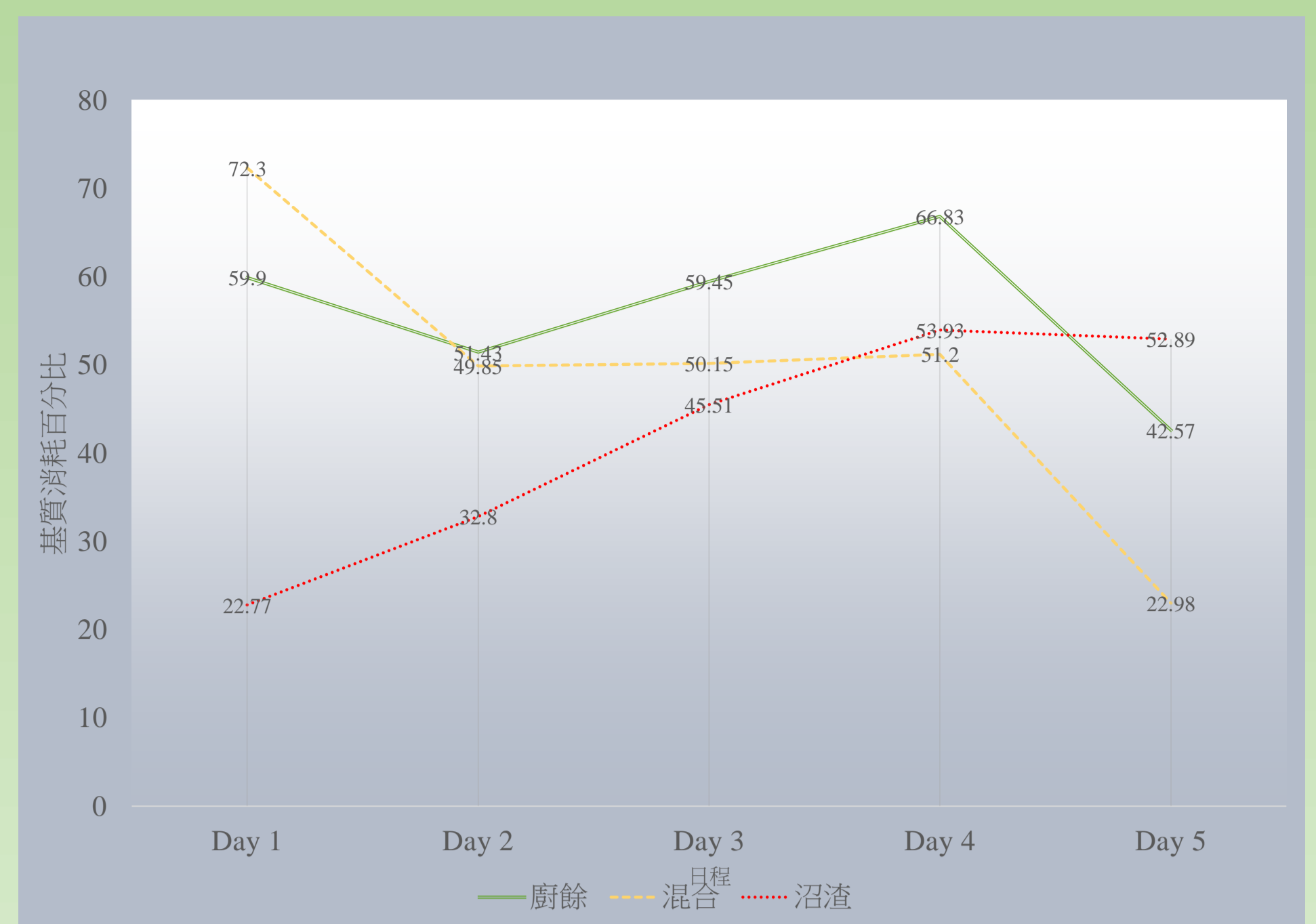
- 由圖七的飼養過程中，可知黑水虻對有機廢棄基質普遍都是有消耗而達到體重增加的，其中我們最在意的混合性基質(廚餘+沼渣)，黑水虻也有不錯的實用情形。
- 由表一飼養過程的其中五天，量測黑水虻的蟲體重增加量，可發現基質以廚餘餵養的蟲體增加重量最多(80.83%)，其次為混合(廚餘+沼渣)(40.25%)，重量增加最少的是純沼渣(22.10%)。

伍、研究結果(續)

四、飼養基質的消耗

表二 飼養基質的消耗量

日程	種類	Day 1	Day 2	Day 3	Day 4	Day 5	餵食減少%
基質消耗量(g)	以每天添加10.00~10.11g食物作為基質原重						
	廚餘	6.11	5.20	6.01	6.71	4.30	56.04%
	%	59.90	51.43	59.45	66.83	42.57	±9.30%
	混合	7.23	5.00	5.03	5.13	2.30	49.30%
	%	72.30	49.85	50.15	51.20	22.98	±17.51%
	沼渣	2.30	3.30	4.56	5.42	5.30	41.58%
%	22.77	32.80	45.51	53.93	52.89	±13.48%	



圖八 日程基質的消耗量

陸、討論

- 一、飼養過程中遇到外來物種(螞蟻)入侵，我們利用塑膠杯裝取肥皂水放置鐵櫃裡並墊高飼養盆，也在四周灑上螞蟻藥，進而改善黑水虻被侵害的情況。另外，雖然養殖過程中，我們有以網布保護蟲體，但部分蟲體還是被鳥類吃掉了！
- 二、在我們先前的養殖經驗，發現黑水虻的生命週期，會因為天氣溫度或濕度的變化略有差異，一般黑水虻的成長週期約為45天，其中的18天為幼蟲孵化至羽化的過程，成長週期可能會因為食物的攝取種類、濕度及溫度的高低而不同，我們養殖的黑水虻也有長達30天仍存活但還未羽化的。
- 三、餵食的基質未發酵完全造成的升溫狀況，會使黑水虻罹患軟腐病導致死亡，所以飼養過程中，溫度的監控是很重要的一環。

柒、結論

- 一、在進行餵食不同的基質種類前，我們已經飼養過三次的黑水虻生活史，累積經驗後，讓我們後續的延伸實驗能更加上手，遇到各種問題也能即時解決。
- 二、先前的飼養經驗，我們得知黑水虻最適合飼養的溫度在26~30度，基質溼度65~75%，酸鹼度在pH 6~7。若餵養的食物溫度過高或濕度過高，黑水虻就會發生逃竄現象，嚴重則致死亡。
- 三、黑水虻蟲體重量的增加量，以廚餘為基質的增加重量最多(80.83%)，其次為混合基質(廚餘+沼渣)(40.25%)，沼渣重量增加最少(22.10%)。
- 四、黑水虻蟲處理基質的消耗量以廚餘為基質的消耗量最多(56.04%)，其次為混合基質(廚餘+沼渣)(49.30%)，重量減少最少是沼渣(41.58%)。
- 五、由這次的實驗，發現黑水虻對食物接受率高，處理有機廢棄物確實有相當不錯的潛力，且黑水虻的幼蟲及蛹對家禽畜類或魚類養殖是良好的飼料來源，若能大規模的飼養既可以解決剩食及畜產排放的問題，還能將其轉換成再利用的資源，達成最大效益，形成生態循環的概念。

捌、參考資料

- 一、梁世祥，2017，農業循環經濟之「黑水虻」藍海策略，2018/8/15取自 www.countryroad.tw/theme_data.php?theme=article&sub_theme=article&id=1197
- 二、張岱屏，2018，探索水虻 我們的島，2018/8/15取自 ourisland.pts.org.tw/content
- 三、卜敏正，2018，靠黑水虻吃光！嘉縣校園零廚餘計畫開跑，聯合新聞網，2018/8/15取自 <https://udn.com/news/story/7326/3124241>
- 四、張志劍，2018，城鄉廚余垃圾處理技術與工程創新：黑水虻昆虫農場--中國城市網，2018/8/15取自 www.urbanchina.org/BIG5/n1/2018/0208/c410783-29813635.html
- 五、林昕慧，2017，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，台灣環境資訊中心，2018/8/15，取自 <https://e-info.org.tw/node/209093>
- 六、陳世雄，2017，「黑水虻」是「完美昆蟲」，值得大力推廣，民報，2018/8/15取自 <http://www.peoplenews.tw/news/e817e78d-49e7-499c-a386-d1e3a9697c2>
- 七、李志剛、王干等人，2011，利用黑水虻生物轉化熱帶農業廢棄物的應用前景，熱帶生物學報第二卷第三期
- 八、唐曉琴、盧杰，2015，黑水虻人工飼養及應用，農業開發與裝備，2015年第9期
- 九、徐齊云、喻國輝等人，2012，黑水虻蛹殼中幾丁質的提取及殼糖製備研究，廣東農業科學，2015第5期