

嘉義市第 38 屆中小學科學展覽會 作品說明書

科 別：生物科

組 別：國小組

作品名稱：蝦菜共生行不行？

關 鍵 詞：魚菜共生、澳洲小龍蝦、錦鯉。

編 號：

蝦菜共生行不行?

摘要

魚菜共生是目前熱門的另類水耕植物栽種方式，魚菜共生的其中一個優點就是無需要土壤栽培，也就不需要農藥，當達到系統平衡時，植物及魚都能獲得正常生長，同時節約能源及勞力，是一個環保的好方法。本實驗目的在探討外來種澳洲小龍蝦是否能運用在魚菜共生系統中，故設計對照組、實驗組 A(錦鯉組)及實驗組 B(澳洲小龍蝦組)，進行實驗。結果顯示對照組因無魚蝦苗產生排泄物來提供福山萵苣養分，導致生長遲滯，生長失敗。實驗組 A(錦鯉組)魚種的排泄物則能幫助福山萵苣正常生長。實驗組 B(澳洲龍蝦組)經實驗結果顯示，亦能發揮提供福山萵苣養分的角色，達成魚菜共生的平衡狀態。結論:澳洲小龍蝦可運用於魚菜共生系統中。

壹、研究動機

魚菜共生是在沒有泥土的環境之下，利用水的循環實現魚菜共養，原理是透過魚的排泄物為植物提供養分，而植物分解魚的排泄物進而將水質過濾，達到共生的效果，實現養魚不換水，種菜不施肥。在偶然一次機會，住在鄉下的畢業校友，在自家池塘岸邊，抓到多隻外來種澳洲小龍蝦到校提供飼養，發現其生命力強，飼養環境需求不高，心想若將此龍蝦置於魚菜共生系統中，是否也能達到相同效果呢?若成功則對魚菜共生魚苗多一項選擇。

貳、研究目的

- (一)了解魚菜共生原理。
- (二)了解魚菜共生系統的設置。
- (三)了解福山萵苣在魚菜共生的種植條件。
- (四)了解錦鯉在魚菜共生的飼養條件。
- (五)探討澳洲小龍蝦在魚菜共生的可行性。
- (六)了解魚菜共生系統水溫及 PH 值的影響。
- (七)了解魚菜共生系統飼料的為樣量。
- (八)比較魚菜共生置入錦鯉與澳洲小龍蝦之差異。

參、研究設備及器材

黑色塑膠箱(100 公升)、抽水馬達、水管、挖洞塑膠水管(放置植物用)、發泡煉石、福山萵苣、錦鯉、澳洲小龍蝦、PH 測定計、溫度計、尺、電子秤，打氣馬達。

肆、研究過程及方法

一、了解魚菜共生的原理及實驗設計。

(一)魚菜共生的原理

魚菜共生的原理是利用魚的排泄物，經過種植植物系統內硝化菌的轉化，轉換成植物可吸收的養分，而植物根吸收養分後，同時過濾淨化了水，再將乾淨的水送回魚缸，如此重複循環互利共生，在魚菜共生系統中沒有人工肥料的費用，亦無農藥殘留的疑慮，這是一種簡單又完美的新型農業耕作方式，也是最近年來受人關注的無毒耕作方式，不須澆水，不須泥土，透過魚提供養分給菜，菜幫忙過濾魚產生的有毒排泄物，完成共生原理，達到平衡的生態系。

(二)實驗設計

本次實驗共分 3 組實驗組 A(錦鯉組)、實驗組 B(龍蝦組)和對照組，使用水槽容量為 100 公升，種植用水管 2 支，每支管徑 7.5 公分，長 120 公分，種植孔 10 個，直徑為 5 公分，可種 18 棵植物，取 15 棵為實驗對象，並利用抽水馬達將水槽中的水，抽至上方水管，再利用重力流回水槽達成循環，其運作方式如下圖(1)。

本實驗時間為一個月，對照組福山萵苣 15 棵，水槽不放任何魚苗，只利用抽水馬達循環槽中的水，實驗組 A 放 12 條小錦鯉搭配 15 棵福山萵苣進行魚菜共生系統運作，實驗組 B 放養 12 隻澳洲小龍蝦搭配 15 棵福山萵苣進行魚菜共生系統的運作，實驗期間進行水溫及水質 PH 值的測量並記錄，同時測量三組福山萵苣葉片生長情況，一個月後進行實驗組與對照組的比較。





(2)實驗組 B(龍蝦組)



(3)對照組

(三)魚種的選擇

魚菜共生系統適合放養的魚最好是選能吃、能拉、抗病能力強、適應環境能力強的魚最好。魚菜共生系統需要生態平衡，但這平衡是需要花時間去平衡的，若生態環境惡化（例如 PH 值異常、溶氧量不足），可能造成魚類死亡，故抗病能力和環境適應能力強的魚就顯得很重要了，包含溶氧量、溫度及 PH 值的適應能力。依過去文獻顯示，適合養殖的魚種，食用魚有：吳郭魚、紅尼羅魚、七星鱸、銀鱸、曲腰魚、鮭魚、鰻魚、大口鱸。觀賞魚則有：朱文錦、金魚、錦鯉、玉如意、蓋斑鬥魚、血鸚鵡、孔雀魚。都是屬於適合魚菜共生的魚種。

此次實驗組 A 選用的魚種為錦鯉 12 尾，平均體長為 9.52 公分，平均重量 14.3 公克，錦鯉是適合觀賞性的魚種，它因體態優美色彩鮮艷，有會游泳的藝術品之稱，日本、中國皆有廣泛生產養殖，近幾年進入市場，成為水族寵物。錦鯉屬鯉形目、鯉科、鯉亞科、鯉屬，適應溫度廣泛的魚類。適養水溫度 5~30°C，最適宜溫度為 21~27°C。錦鯉適宜 pH 值為 7.2~7.4 的弱鹼性水體。錦鯉是雜食性的，一般軟體動物、水生植物、底棲動物以及細小藻類都是錦鯉的美食。錦鯉是卵生動物，雄魚 2 齡成熟，雌魚 3 齡成熟，每年產卵一次，產卵期一般在每年的 4~6 月。錦鯉的壽命很長，一般可達 70 年。目前最大的錦鯉重達 45 千克，長度超過 150 公分。

此次實驗組 B 選用的生物種類為澳洲淡水龍蝦，共 12 尾，平均體長 9.2 公分，平均重量為 12 公克。澳洲淡水龍蝦對環境適應力強，耐低氧和耐高溫，晝伏夜出，多在池底爬行棲息，適宜生長溫度為攝氏 13-28 度，水值 PH 值 7-8 之間。



(四)植物的選擇

依施肥量需求可分三大類:

低需肥量作物	葉菜類、草本植物、萵苣、羅勒、薄荷、西芹、芫荽、小白菜、空心菜及豆科植物。
中需肥量作物	甘藍、花椰菜、青花菜、芋頭、蔥、蘿蔔。
高需肥量作物	西紅柿、茄子、黃瓜、南瓜、草莓、苦瓜辣椒。

適合魚菜共生系統栽種的作物，以季節可分為：

春	秋葵、空心菜、羅勒、甜椒、黃瓜、苦瓜、紫蘇、青椒、青蔥。
夏	絲瓜、蒲瓜、玉米、芹菜、碗豆、羅勒、茄子、空心菜。
秋	辣椒、草莓、西芹、包菜、花椰菜、青花菜、羅蔓。
冬	茼蒿、韭菜、甜菜根、萵苣。

本實驗實驗期程為 12 月至 1 月，屬冬天，故此次選擇的蔬菜為低需肥量的福山萵苣。共分 3 組，分別為對照組、實驗組 A 和實驗組 B，每組 15 棵為實驗對象，共 45 棵，每週測量 2 次葉片長度。



(1)市場買來的福山萵苣

(2)發泡煉石提供固定及過濾

(3)種植好的福山萵苣盆栽

二、魚菜共生系統的架設。

- (一)將水管吊掛於教室牆上。
- (二)將黑色塑膠箱裝水置 8 分滿，並做記號。
- (三)將抽水馬達置入黑色塑膠箱中。
- (四)開啟電源觀察水的循環是否順利。
- (五)共架設三組魚菜共生系統。



(1)水管固定在網架上



(2)將水加入塑膠箱



(3)開啟馬達測試水的循環

三、福山萵苣的種植。

(一)到市場購買福山萵苣種苗。

(二)將福山萵苣植土去除後，植入魚菜共生系統種植盆中，並放入發泡煉石提供過濾及固定的功能。

(三)在種植盆上編號，並記錄福山萵苣的葉子長度。

(四)植栽種完後，開啟抽水馬達並調整設備達循環功能正常的情况。

(五)觀察福山萵苣生長情况，並每週測量葉子長度並記錄。



(1)發泡煉石放入種植盆中



(2)將植栽種入植盆並編號



(3)測量葉子長度並記錄

四、錦鯉在魚菜共生的放養

(一)至水族館購買錦鯉 12 尾。

(二)放養前將整袋於放入欲飼養的黑色塑膠箱水中，目的是讓彼此水溫差異降到最小，避免魚苗因溫差而緊繃死亡。

(三)放入飼養前記錄魚的身長和體重。

(四)依總體重 5% 的飼料量餵養，早晚各一次。



(1)測量前放入塑膠盒中



(2)測量並記錄魚的長度



(3)測量並記錄魚的體重

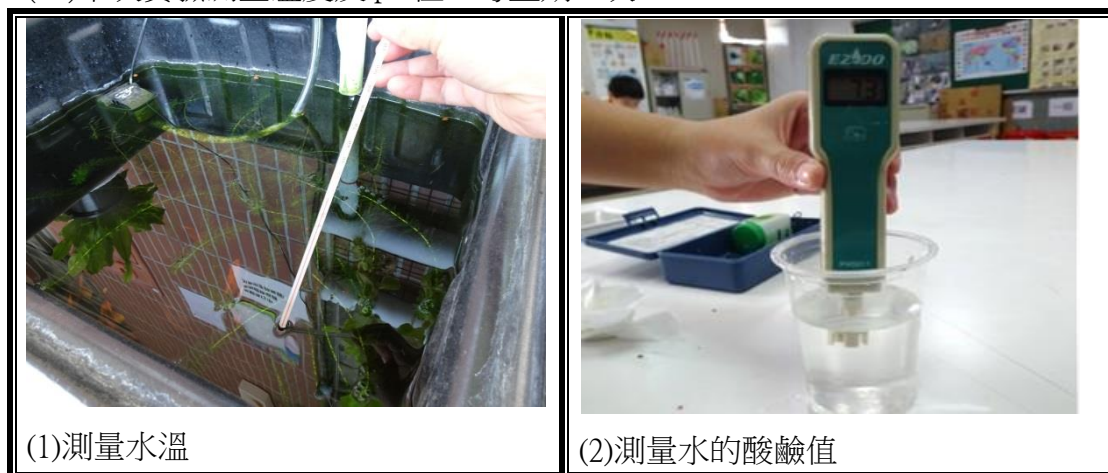
五、澳洲小龍蝦在魚菜共生的放養

- (一)放養前先將小龍蝦分開飼養，避免打鬥。
- (二)因小龍蝦喜底棲，躲藏於石縫水草間，故飼養環境需有掩蔽物。
- (三)利用洗衣機排水管，裁切約 20 公分長，並將外表噴上黑漆，營造暗的環境提供小龍蝦躲藏。
- (四)待風乾後將水管放入黑色塑膠箱中，將石頭將水管壓在底部，提供棲息的環境。
- (五)放養前將龍蝦進行身長及重量的測量並記錄。
- (六)依總體重 5% 為飼料餵養量，早晚各一次。



六、水溫及 PH 值的測量

- (一)本次實驗環境置於學校 5 樓教室外走廊，前後期程約 1 個月。
- (二)依建議錦鯉適養溫度為攝氏 21-27 度，澳洲小龍蝦適養溫度為攝氏 13-28 度。
- (三)本次實驗測量溫度及 pH 值，每星期 2 次。



七、飼料的餵養

(一)本次實驗實驗組 A，共放養 12 隻鯉魚，總重 143 克，平均 14.3 克，依據文獻建議量為體重的 5%，並視其情況增加或減少，以半個小時內能吃完為原則。故本實驗飼料的餵養量為 $143 \text{ 克} \times 5\% = 7.3 \text{ 克}$ ，本實驗以 8 克為基礎量微調。

(二)本次實驗實驗組 B，共放養 12 之澳洲小龍蝦，總重 148 克，飼料建議量為 $148 \times 5\% = 7.4 \text{ 克}$ ，本實驗以 8 克為基礎量進行微調，因澳洲小龍蝦為夜行性，無法立即觀察飼料食用情況，需在隔天早上查看飼料的剩餘量後，進行調整。



(1)飼料的定量餵養

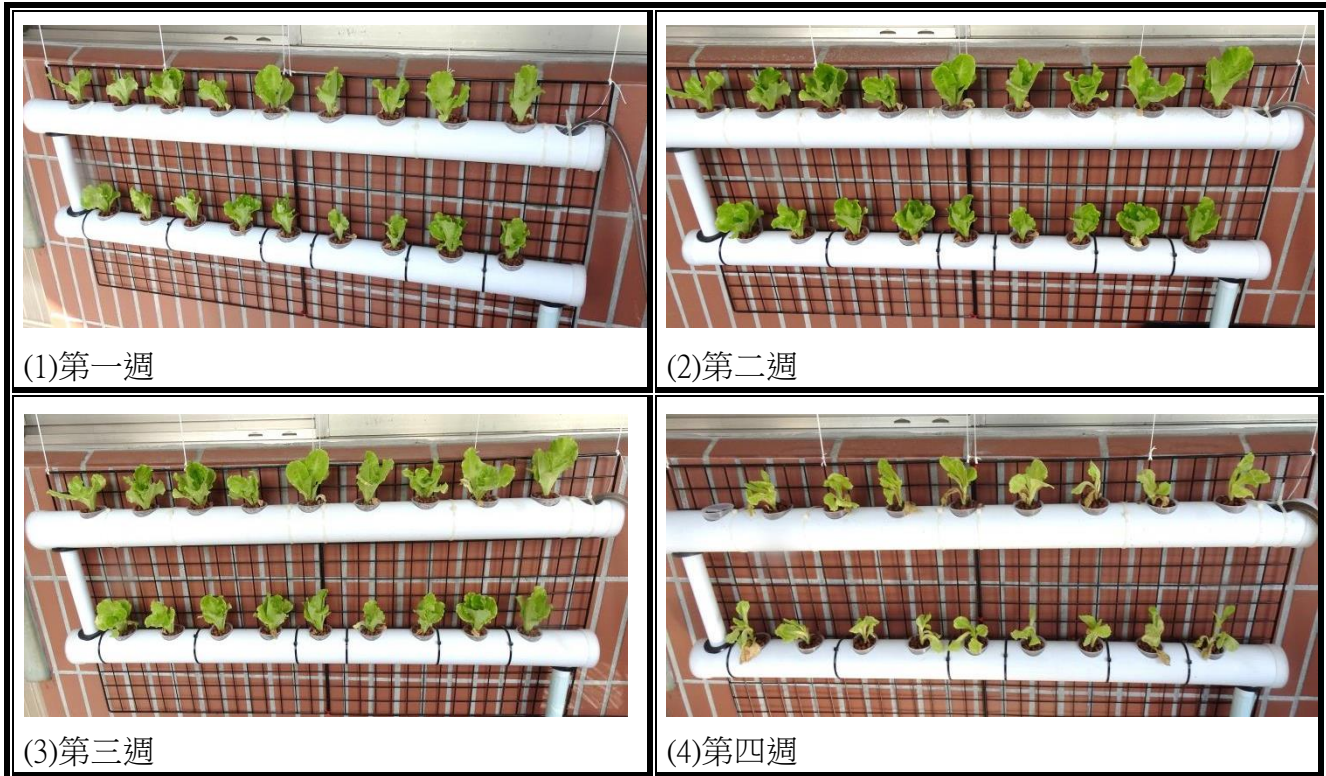


(2)觀察魚吃飼料情況

伍、研究結果

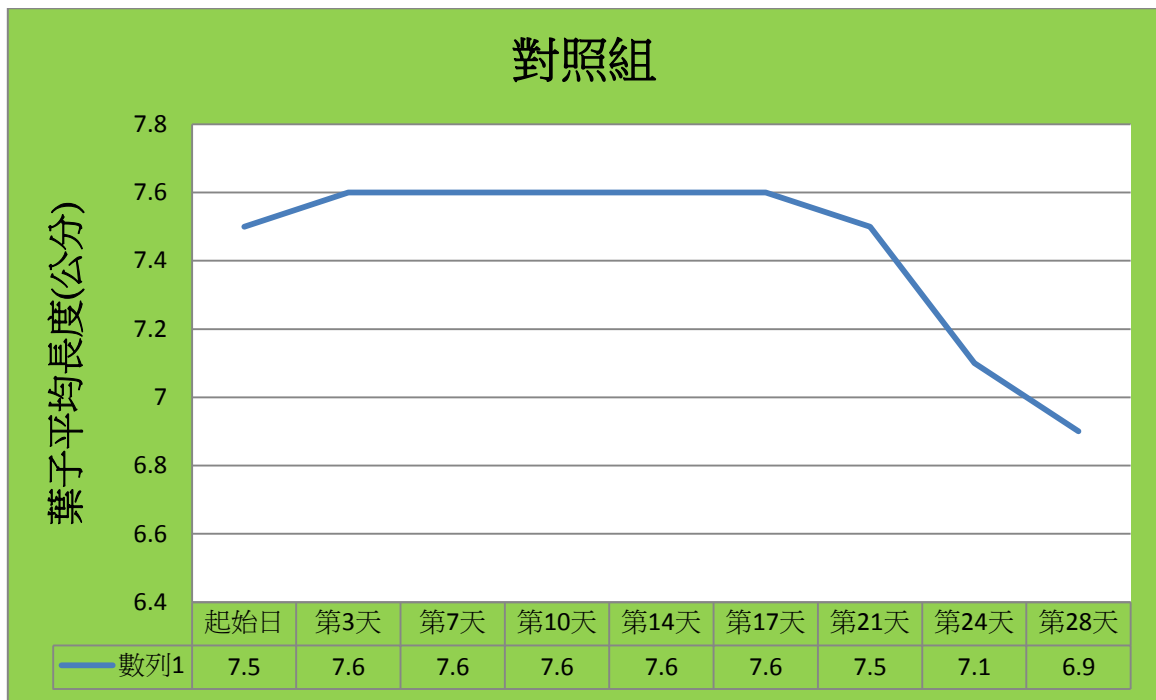
一、對照組的實驗結果

本實驗對照組是在魚菜共生系統中，在飼養箱中沒有放入任何魚苗或蝦苗，只以水的循環，正常日照下，觀察福山萵苣的生長情形，期程共 1 個月，其葉子成長紀錄如以下資料：



編號	起始日	第 3 天	第 7 天	第 10 天	第 14 天	第 17 天	第 21 天	第 24 天	第 28 天
1	6.3	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.2	6.1	6
2	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.5	6.4	6.2
3	7.6	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.5	7.2	7
4	8	8.1	8.1	8.1	8.1	8.1	8	7.6	7.2
5	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.1	6.8	6.7
6	6.9	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	6.8	6.3	6.2
7	7.5	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.5	7.2	7
8	8	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2	7.9	7.6	7.3
9	8.2	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3	8.2	8	7.8
10	8.5	8.7	8.7	8.7	8.7	8.7	8.7	8.2	8
11	7.5	7.6	7.6	7.6	7.6	7.6	7.3	7	6.8
12	8.2	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8	7.6
13	6.8	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.8	6.5	6.3
14	7.3	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.2	6.8	6.1
15	7.7	7.9	7.9	7.9	7.9	7.9	7.5	7.2	6.8
平均	7.5	7.6	7.6	7.6	7.6	7.6	7.5	7.1	6.9

單位:公分



由實驗結果得知，對照組只有前幾天有生長跡象，到第3天後生長情況停滯，一直到3週後，開始出現枯黃萎縮的情況，顯然是營養不足造成，代表魚類的排泄物轉換成植物養分，是植物不可或缺的。

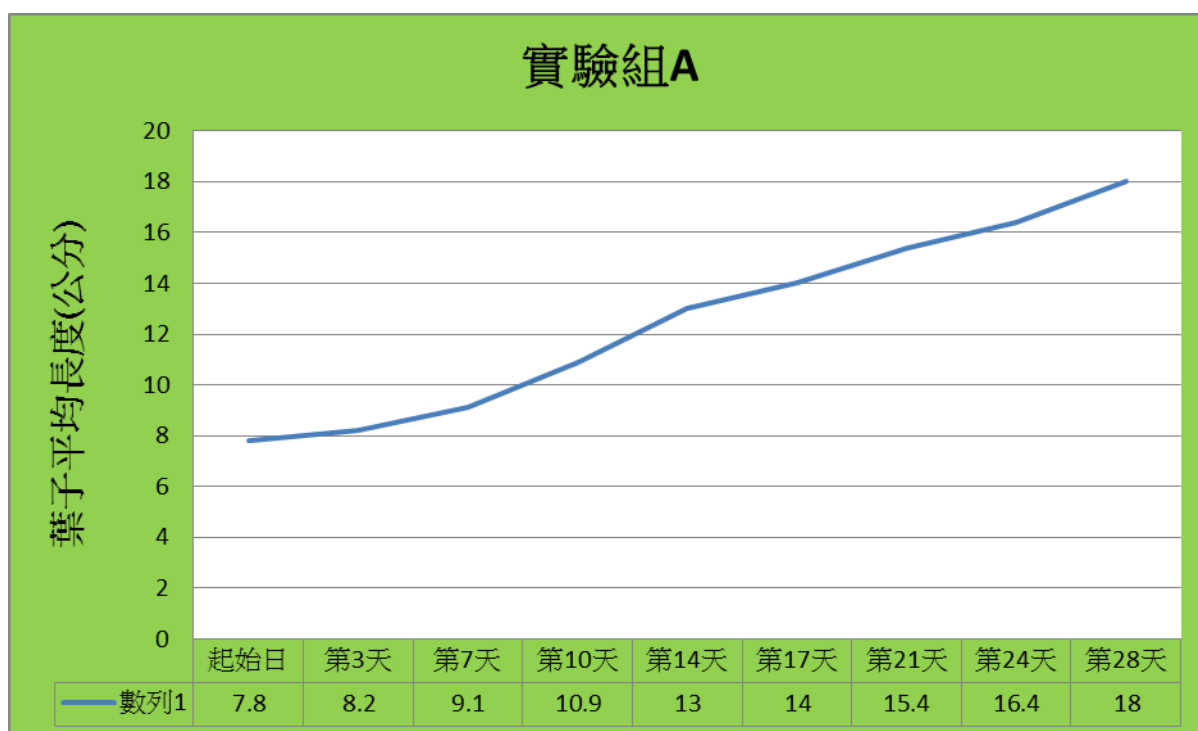
二、實驗組 A(鯉魚組)的實驗結果:

本實驗共放入12尾錦鯉，並種植福山萵苣15棵，為期1個月，每週測量2次葉子長度，共測量8次，實驗結果資料如下:



編號	起始日	第3天	第7天	第10天	第14天	第17天	第21天	第24天	第28天
1	6	6.4	7.5	10.7	12.2	13.2	14.7	15.3	20
2	7	7.3	8.2	11.5	12.7	13.6	14.9	15.8	16.5
3	8	8.4	9.3	11	13.2	13.9	15.2	16.1	16.4
4	8.6	9.1	10.2	11	12.5	14.5	15.8	17.1	19
5	7.5	8.1	9.1	11	13	14	15.6	16.3	18
6	7.4	8	9.3	11.5	13.7	14.3	16	17.1	19
7	7.1	7.7	8.2	10.5	13	13.9	15.6	16.3	17
8	8.3	8.7	9.4	11.2	11.5	12.5	13.9	15.4	17.6
9	7.5	8.2	9.3	11.7	13.7	14.5	16.1	16.9	17.5
10	8	8.6	9.5	11	13.4	14.6	15.4	16.1	16.9
11	7.9	8.5	9.2	10.2	14	15.1	16.7	17.6	18.8
12	8	8.3	8.9	9.3	12.4	13.6	14.8	15.6	20.9
13	8.2	8.6	9.5	10.2	13.4	14.3	15.8	16.7	17.5
14	8.1	8.5	9.3	10.4	12.5	13.5	14.9	16.3	17
15	9.1	9.3	10	11.4	13.4	14.3	15.9	17	18
平均	7.8	8.2	9.1	10.9	13.0	14.0	15.4	16.4	18.0

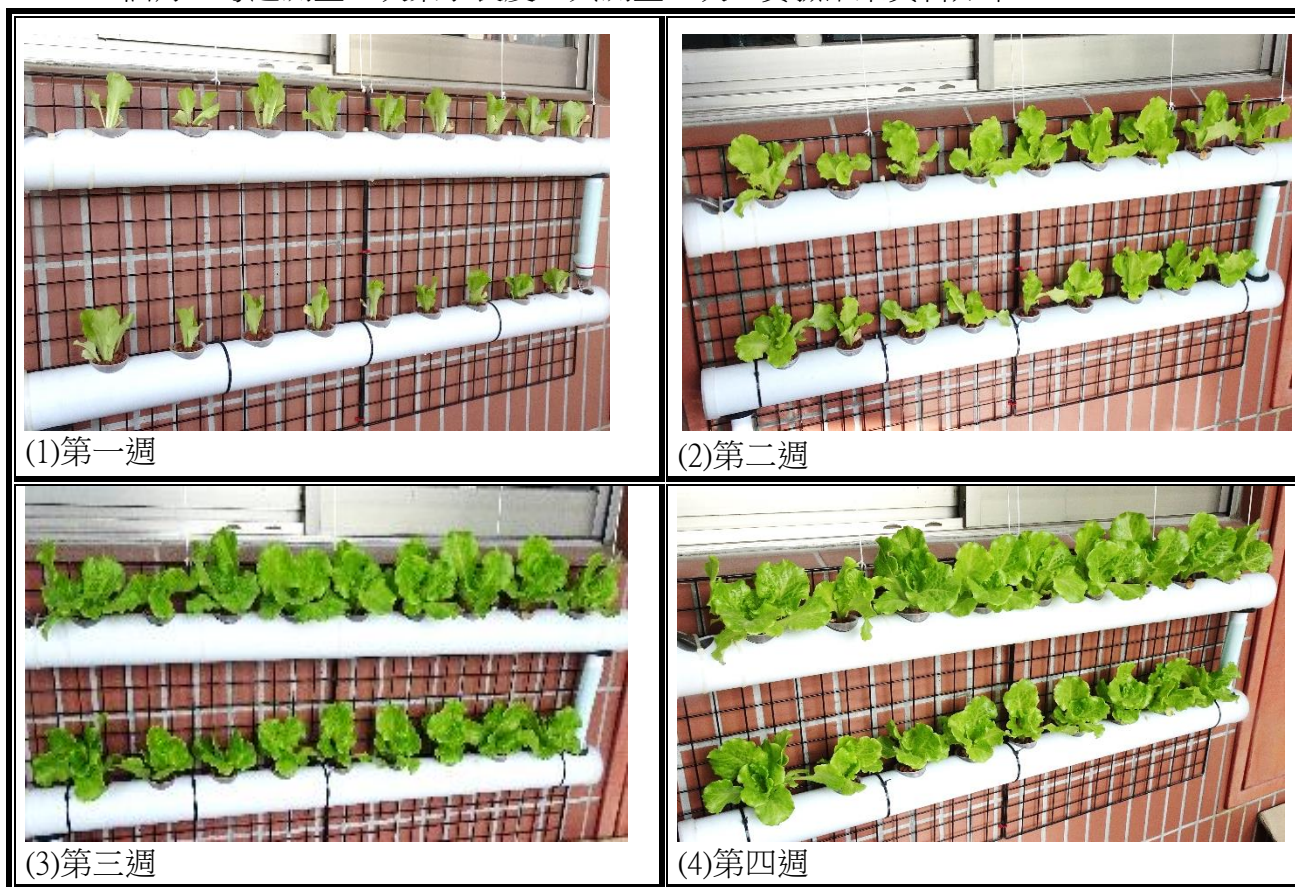
單位:公分



實驗結果得知，在實驗期間葉子有持續生長，尤其是在第3週成長的速度最快，其當時根的發展最健全，葉子成長也最旺盛，代表本魚菜共生系統可正常運作。

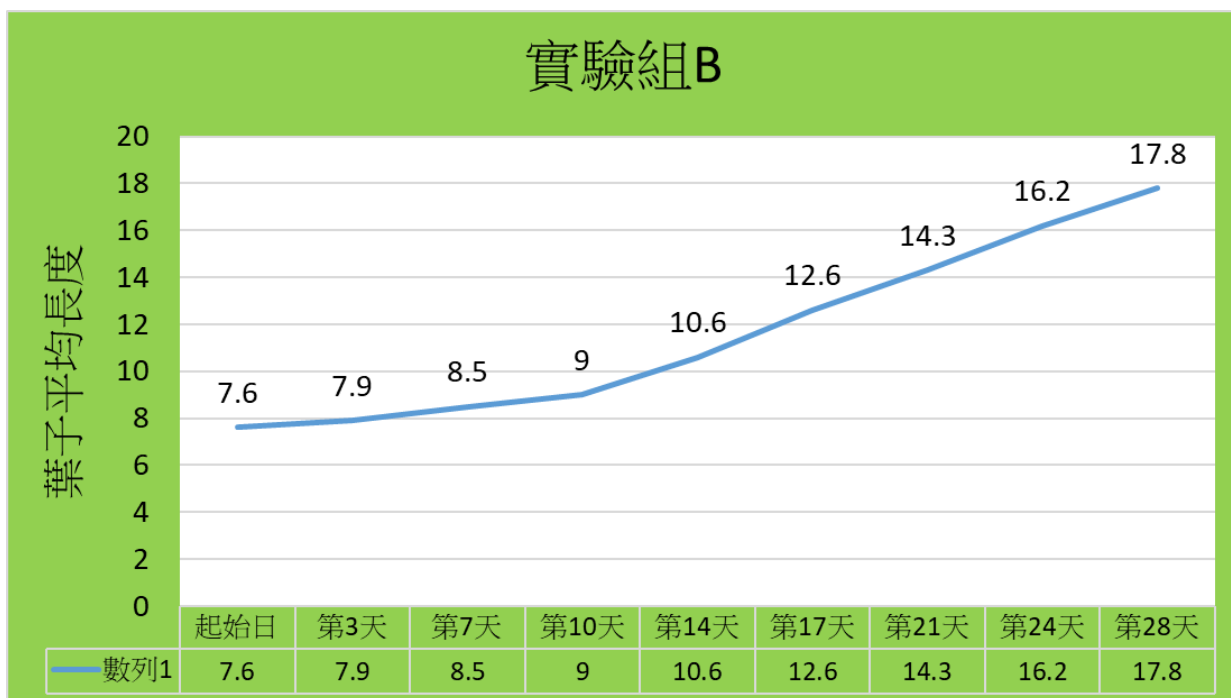
三、實驗組 B(龍蝦組)的實驗結果:

本實驗共使用 12 隻澳洲小龍蝦來提供植物養分，並種植福山萵苣共 15 棵，為期 1 個月，每週測量 2 次葉子長度，共測量 8 次，實驗結果資料如下。



編號	起始日	第3天	第7天	第10天	第14天	第17天	第21天	第24天	第28天
1	7.2	7.4	7.9	8.4	9.8	11.9	13.6	15.2	17.4
2	6.5	6.8	7.6	7.9	9.3	11.5	13.2	14.8	16
3	7.6	7.9	8.6	9.2	10.8	12.5	13.8	15.3	16.9
4	8.2	8.6	9	9.6	11	12.9	14.4	16.6	18.3
5	6.8	7.1	7.6	8.1	9.6	11.4	12.9	15.2	17.2
6	7.5	7.8	8.6	9	10.8	12.7	14.3	16.8	18.2
7	7.1	7.3	7.8	8.6	10.6	12	14.2	15.8	17.9
8	7.6	7.9	8.3	8.9	10.4	12.3	14.1	16	17.5
9	8.3	8.5	9	9.5	11.2	13	14.2	16.7	18.2
10	6.9	7.4	7.9	8.3	9.9	12.2	14.1	15.2	17.5
11	7.1	7.6	8	8.4	10	12.3	14.3	15.8	17.2
12	8.6	8.9	9.3	9.7	11.4	13.6	15	16.5	18
13	8.2	8.6	9.5	10.2	12.2	14	15.2	17.5	18.7
14	7.3	7.8	8.4	9	11.5	13.2	15.6	17.8	19.2
15	8.4	8.9	9.3	9.6	11.1	13.4	15.2	17.4	19.2
平均	7.6	7.9	8.5	9	10.6	12.6	14.3	16.2	17.8

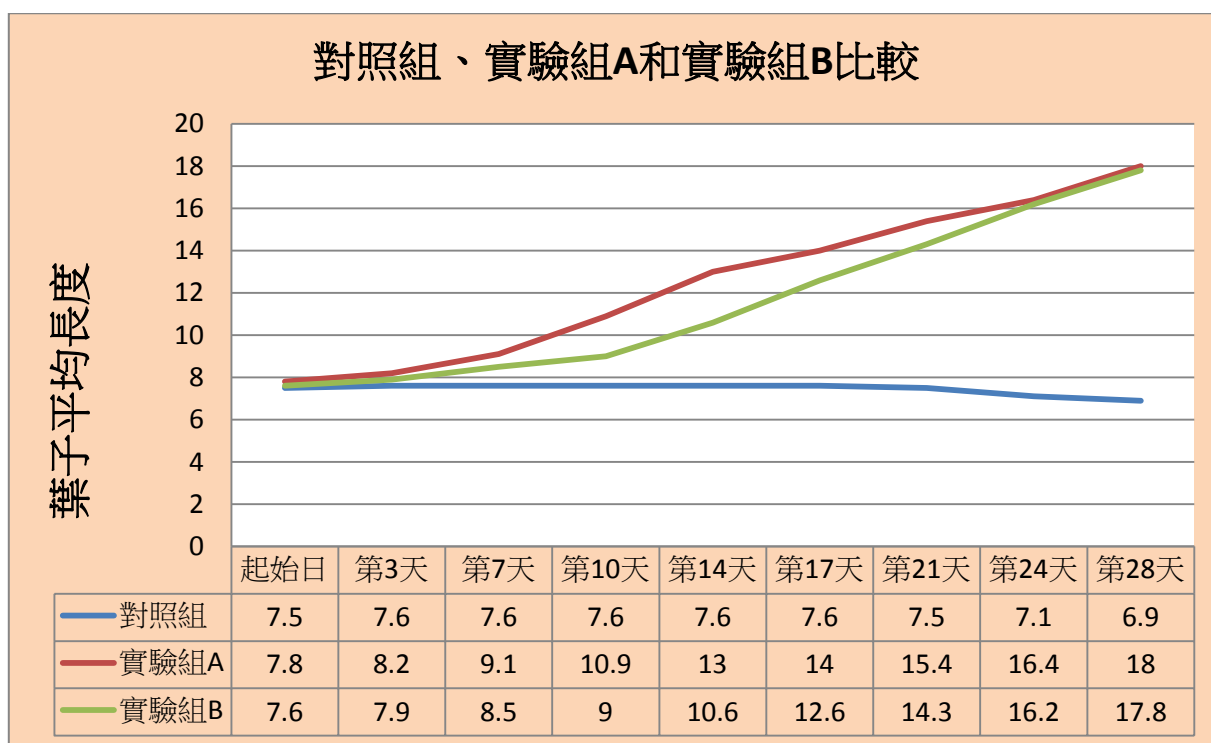
單位:公分



由實驗結果得知，澳洲小龍蝦的排泄物對於福山萵苣一樣具有提供營養的功能，和錦鯉一樣，具有轉換成植物養分的效能，在實驗前 1-2 週生長情況較慢，到了第 3 週福山萵苣的生長速度變快，當其和魚菜共生系統達一穩定情形時，生長較為迅速。

四、對照組、實驗組 A 和實驗組 B 平均值結果比較

	起始日	第3天	第7天	第10天	第14天	第17天	第21天	第24天	第28天
對照組 平均	7.5	7.6	7.6	7.6	7.6	7.6	7.5	7.1	6.9
實驗組 A 平均	7.8	8.2	9.1	10.9	13.0	14.0	15.4	16.4	18.0
實驗組 B 平均	7.6	7.9	8.5	9	10.6	12.6	14.3	16.2	17.8



由對照組、實驗組 A 與實驗組 B 對照圖得知，對照組在實驗期間並無正常生長，發生生長停滯的現象，而實驗組 A 及實驗組 B 在第一週的生長較為緩慢，第 10 天後生長較為迅速，經觀察得知此時根系的發展較為茂密，養分的獲得較為豐富。結果顯示澳洲小龍蝦亦能擔任魚菜共生系統中，養分提供者的來源，使蔬菜獲得正常的生長。

五、實驗過程水溫及 PH 值測量結果:

本魚菜共生實驗共分三組，對照組無放魚苗只有水循環，實驗組 A 放有 12 隻錦鯉，實驗組 B 放養 12 隻澳洲小龍蝦來提供福山萵苣獲得養分，實驗期程 1 個月，除每週測量 2 次葉子長度外，並同時測量水溫及水的 PH 值，測量時間為上午 8:00，共測量 8 次，實驗結果資料如下:

	起始日	第 3 天	第 7 天	第 10 天	第 14 天	第 17 天	第 21 天	第 24 天	第 28 天
對照組 水溫	19	20	24.5	23.5	20	21	20	22	17.5
實驗組 A 水溫	18.5	20	24.5	23.5	20	21	20	22	17.5
實驗組 B 水溫	18.5	20	24.5	23.5	20	21	20	22	17.5

	起始日	第 3 天	第 7 天	第 10 天	第 14 天	第 17 天	第 21 天	第 24 天	第 28 天
對照組 PH 值	7.5	7.4	7.4	7.5	7.6	7.6	7.7	7.8	7.9
實驗組 A PH 值	7.5	7.5	7.5	7.2	7.3	7.1	7.2	7.2	7.2
實驗組 B PH 值	7.5	7.4	7.2	7.3	7.3	7.2	7.1	7.1	7.1

由實驗結果得知，由於本實驗的用水是自來水，經測量自來水的 PH 值為 7.4~7.6 對照組起始日 PH 值為 7.5，因蒸發緣故，每次測量後均補充約 1 公升自來水，期間水的酸鹼值逐漸升高，一個月後升至 PH 值 7.8。而實驗組 A 及實驗組 B 起始日水的 PH 值為 7.5，實驗期間一樣按時增補自來水，每次 1 公升，結果發現一個月後其 PH 值逐漸下降至 PH 值 7.2 及 7.1。

陸、結論與討論

- 一、本次實驗為探討澳洲小龍蝦是否能運用在魚菜共生系統上，第一個難題便是澳洲小龍蝦的獲取，而恰巧有位畢業的校友，住家附近池塘有澳洲小龍蝦，原為外來種，可能因受棄養而在池塘繁殖，提供了本次實驗的材料，故當龍蝦因故死亡時可迅速補上應有的數量。
- 二、在實驗組 A 飼養錦鯉的過程中，初期發生 1 尾錦鯉跳出導致死亡，這與水族館老闆說法一致，適應初期容易跳缸，其餘錦鯉至實驗結束皆正常成長。此次沉水馬達的吸水量無法調整，造成出水量過大在實驗期間發生水量溢出的現象，原因是福山萵苣的根系成長旺盛，導致水流變慢，若無調整出水量則發生水溢水管的現象，後來利用燕尾夾調整出水的量才獲得解決，建議使用能調整水量的抽水馬達進行實驗。

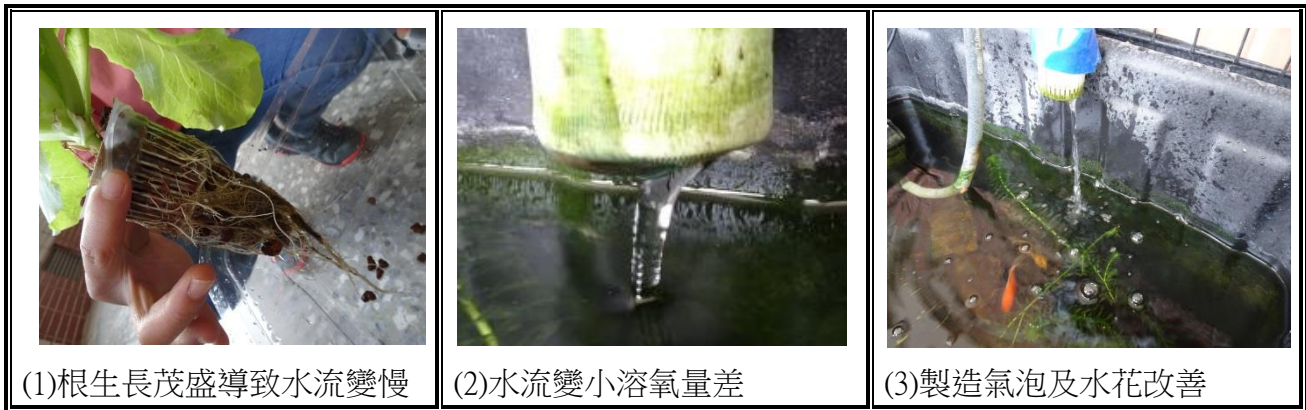


(1)原出水量



(2)改善後出水量

在實驗 2 週後發現循環水量變小，導致魚群有浮出水面呼吸的情況發生，研究發現福山萵苣的根在水管內生長茂盛，導致水流變小，造成水中的溶氧量不足，若加大循環水量則易導致水位過高而外溢，後以調整出水口與水面距離讓水由較高處落入水面產生水花及氣泡增加溶氧量後獲得改善。



(1)根生長茂盛導致水流變慢

(2)水流變小溶氧量差

(3)製造氣泡及水花改善

三、在實驗組 B(龍蝦組)的實驗過程中也發現溶氧量不足的現象，導致少數龍蝦死亡，提高出水口高度產生水花增加溶氧量的方法效果不佳，後來加裝打氣機才獲得改善，而在實驗結束末期發生龍蝦大量死亡情況，原因可能與水溫有關，當日水溫為 17.5 度，為實驗期間最低溫，故澳洲小龍蝦魚溶氧量及水溫的感受較為敏感，這是飼養上要注意的地方，建議加裝打氣機增加溶氧量及加深飼養箱深度或以加溫棒改善溫度，避免溶氧量及溫度的問題造成死亡。

四、在對照組實驗中，只有水在循環，水槽中並無放養魚蝦，水的 PH 值也逐漸升高，期間觀察福山萵苣的葉片生長情況發現，雖無立即死亡，但是生長遲滯，葉片顏色變淺綠，後期甚至發現變黃乾枯的現象，影響不良。顯示無魚或蝦的糞便提供養分，植物在只有水及陽光的條件下並無法順利生長。



(1)第 1 天

(2)第 5 天

(3)第 20 天

五、在實驗組 A、實驗組 B 與對照組的的生長情形比較中，可知對照組只在前幾天有生長跡象，往後即生長緩慢，甚至出現葉子枯黃變乾現象，只有陽光和水分顯然營養不足。而實驗組 A 在實驗期間持續有生長情況，且生長良好，尤以第二週後生長最為迅速，實驗組 B 在實驗期間，福山萵苣生長情形亦良好，表至利用澳洲龍蝦在於菜共生系統中，擔任養分提供的角色是可行的。

六、此次實驗期間，對於溫度亦有進行同步的測量，作為本實驗參考的數據，在溫度方面水溫最高溫為攝氏 24.5 度，最低溫為攝氏 17.5 度，對於實驗組 A 組的鯉魚來，適養溫度為攝氏 21-27 度，雖有幾天溫度低於適養溫度，但並無發生死亡現象，生長良

好，代表鯉魚對溫度的耐受性佳。而在實驗組 B 澳洲小龍蝦對於溫度的反應上來說，的確比錦鯉來的敏感，飼養環境無法提供澳洲龍蝦打土洞越冬及水深過淺是一大缺點，本次實驗過程即發生澳洲小龍蝦集體死亡的情形，發生在寒流來襲的天氣，當日上午 8:00 測量的溫度為攝氏 17.5 度，可知前一晚的溫度應該更低，若要避免此情形發生，建議寒流來襲時可加裝加溫棒或使用較深的塑膠箱，解決因低溫造成澳洲小龍蝦死亡的問題。

七、在水的 PH 值方面，對照組因無魚蝦排放糞便，水的 PH 值由起始日的 7.5 到一個月後的 7.9，顯示因自來水的蒸發及重複增補，讓水值的 PH 值上升。而實驗組 A 和實驗組 B 由起始日的 PH 值 7.5 到一個月後的 7.2 及 7.1，期間魚蝦及福山萵苣都能正常生長，表示水值的 PH 值是適合目前生物生長的，持續觀察期水值 PH 值是否會持續下降，是下一個研究的重點。

八、當初選定 5 樓走廊為實驗地點，除減少環境干擾外，另一考慮的因素為病蟲害，冬天是適合福山萵苣生長的季節，此次 5 樓的高度，在實驗期間對照組、實驗 A 和 B 組並無遭受病蟲害的危害，讓實驗得以順利進行。所以實驗樓層的高度是否會影響植物遭受病蟲害的問題，亦是值得研究的問題。

九、此次實驗雖算順利，但還是有些缺點需要改進，包含抽水馬達的水量調整，水槽的深度，溫度的控制等都是需要再改進的，建議水質的溶氧量要列入研究的因素，避免魚蝦苗的死亡。

十、此次實驗的魚蝦苗為錦鯉及澳洲小龍蝦，植物的選用為福山萵苣，建議若要實施相似的實驗，可用其他種類魚蝦苗及植物來進行實驗，讓魚菜共生的理念能讓更多人知道，進而實際動手完成自己的魚菜共生系統。

參考資料

- 一、 陳煥堂、林世煜(2006)。台灣蔬果生活曆。天下遠見，2006。
- 二、小龍蝦和澳洲淡水龍蝦的區別(2017)。檢索日期:108年11月30日
<https://kknews.cc/zh-tw/agriculture/pqnonv8.html>
- 三、蔣莉綦(2012)。錦鯉魚分類認識及養殖環境。檢索日期:108年12月1日
<https://petbird.tw/article3142.html>
- 四、魚菜共生系統原理與方法(2017)。檢索日期:108年12月1日
<https://kknews.cc/agriculture/ogkx295.html>
- 五、「魚菜共生」系統中適合養什麼魚?(2017)。檢索日期:108年12月4日
<https://kknews.cc/zh-tw/pet/vaaq8bq.html>
- 六、錦鯉的一般特性(2015)。檢索日期:108年12月4日
<https://read01.com/zh-tw/RgOKe2.html>
- 七、澳洲龍蝦養殖技術(2019)。檢索日期:108年12月7日
<https://big5.58cyjm.com/html/view/7247.shtml>