

2025 年【科學探究競賽－這樣教我就懂】

■國中組 □普高組 □技高組 成果報告格式

題目名稱：滴流盒增氧淨水水循環過濾器運用於小型魚菜共生系統之探討

一、摘要

依據魚菜共生理論將『滴流盒增氧淨水水循環過濾器』設計導入本實驗的小型魚菜共生系統中，依據實驗設計評估其實用性。

由實驗結果得知，首先『滴流盒增氧淨水水循環過濾器』導入小型魚菜共生系統之水體相關數值如下：(1)亞硝酸鹽(0.1~0.2ppm)、(2)硝酸鹽濃度(40~80ppm)、(3)水溫(22~28°C)、(4)PH 值(7.9~8.8)略高但皆在理想值可控範圍內；其次監控魚隻(朱文錦共 70 隻)之存活率一直維持 100%，延續到實驗結束，而且魚隻個體都很健康；最後觀察並量測所栽種之綠火焰萵苣，經改進實驗設備(1)所有植生床底部全面遮光(2)所有植床板的水中打氣之氣泡石全部加長並數目加倍後，4 週平均生長高度差可達到 6.52~8.21CM 可接受生長狀態(部分植株略有出現缺磷等養分表徵)。

綜上所述可知，若能再以投放魚菜共生用亞磷酸等無毒資材來調降 PH 值，改善因 PH 偏高造成植株缺磷等養分表徵，並改善植株水下根系略為長藻之現象；可以肯定『滴流盒增氧淨水水循環過濾器運用於小型魚菜共生系統』是可行的。

利用本研究『滴流盒增氧淨水水循環過濾器運用於小型魚菜共生系統』是可行之結論使得一般家用小型魚菜共生系統設置變的更方便簡易，魚隻養殖與蔬菜水培栽種更加穩定有效率，達到魚菜共生系統普遍推廣的最終目的。

二、探究題目與動機

在我們杉林區家家種菜是我們的日常，若是又與我們喜歡養魚的興趣結合並進作研究就太完美了。於是我們就想利用學校現有的實驗室材料、廢棄的架子等閒置設備，配合水族常用的養菌過濾設備-滴流盒增氧淨水水循環過濾器，組裝成小型深水式(Deep water culture，簡稱 DWC)魚菜共生系統(圖 1)，作為試做實驗的基礎，探討『滴流盒增氧淨水水循環過濾器』運用於小型魚菜共生系統之可行性，以利普遍推廣魚菜共生系統之最終目的。

三、探究目的與假設

我們在研究許多魚菜共生原理(圖 2)後，發現想要簡單實踐在家中施作魚菜共生“養菌”與“過濾”的穩定水質過濾系統是個決定成敗的門坎之一。進行養魚資材網購時無意間發現水族常用的過濾系統-『滴流盒增氧淨水水循環過濾器』(如圖 1-1&1-2)恰好可滿足魚菜共生系統中兼具『物理過濾』與『化學過濾』的特性，再加上有滴流盒的設計，對養菌盒有增氧效果並同時提升了硝化菌水質淨化效率，大大增加設置家用小型魚菜共生系統的便利性。但是否真的可行?施作過程是否能讓魚養的活，菜種的好呢?

我們團隊試這要從以下幾個面向依序探討此系統之可行性

(一) 系統設置後之水質環境是否符合魚菜共生系統的標準？

(二) 魚隻存活率是否理想？

(三) 植株之增長速率是否理想？

四、探究方法與驗證步驟

實驗器材：

1. 密林塑膠盒 380(水耕植栽用)-----4	2. 塑膠箱(養魚用)-----2
3. 實驗室器材置物架-----4	4. 滴流盒增氧淨水水循環過濾器(全套) (含沉水馬達、濾材、細菌屋)-----2
5. 延長線(捲)-----1	6. 延長線(組)-----2
7. 魚飼料自動餵食器-----2	8. 加熱棒 100W-----2
9. 打氣機-----3	10. 氣泡石-----10
11. LED 多頭植物燈-----2	12. 水耕定植板-----4
13. 朱文錦魚-----70	14. 綠火焰萵苣-----72
14. NO ₃ 硝酸鹽測試劑-----1	16. NO ₂ 硝酸鹽測試劑-----1
17. PH 檢測筆-----1	18. 溫溼度計-----1
19. 液態硝化菌劑-----1	20. 水質穩定劑-----1

※以本校實驗室閒置設備組合出小型魚菜共生設備(圖 1)共 2 組。



圖 1 滴流盒增氧淨水水循環過濾器運用於小型魚菜



圖 2 魚菜共生原理



圖 1-1 滴流盒增氧淨水水循環過濾器功能介紹



圖 1-2 滴流盒增氧淨水水循環過濾器組成材料

步驟一：系統設置後之水質環境是否符合魚菜共生系統的標準？

育養階段-魚菜共生系統設置與水質量測

步驟：

1. 依圖 1 設置 2 組小型魚菜共生系統
2. 放水後，所有設備啟動，先曝氣一天，加入硝化菌與各 35 隻朱文錦魚
3. 啟動魚飼料自動餵食器(一天兩次給飼料)
4. 觀測魚隻的健康狀況並量測水質。
5. 育養期(約一星期)，觀測魚隻穩定存活，水質數值合理穩定，始進入生菜栽種期-植株之增長速率監測。

結果-育養期結束日統計相關環境數值為：(見圖 10&圖 11)

- (1) 亞硝酸鹽含量(1-A、B)&(2-C、D) -----0.1ppm
- (2) 硝酸鹽含量(1-A、B)&(2-C、D)-----40~80ppm
- (3) PH 質(1-A、B)&(2-C、D)-----8.0~8.6
- (4) 水溫-----22~28°C

由上述數據可知除了 PH 值偏高外(預計會在植株種植後開始下降)，(1)亞硝酸鹽、(2)硝酸鹽濃度、(3)水溫皆在理想值範圍內(楊清富,2017)。

步驟二、魚隻存活率是否理想？

結果-(1)魚隻存活率-----100%

監測結果得知魚隻非常健康，並沒有死亡，判斷實驗可進入生菜栽種期-植株之增長速率監測。(持續監測魚隻的健康狀況並量測記錄水質之數值)

步驟三-植株之增長速率是否理想？

階段一-植株之增長速率監測(種植綠火焰萵苣為例)-

※以(1)24HrLED 光照與(2) 24Hr 植生床水體下打氣調控為操作變因 (表 1)

表 1.魚菜共生實驗設置

實驗器材	階段一 植生床編號				階段二 植生床編號			
	1-A	1-B	2-C	2-D	1-A	1-B	2-C	2-D
植物 LED 燈	√	√			√	√		
打氣機+小氣泡石		√	√					
打氣機+長氣泡石*2					√	√	√	√
植生床遮光					√	√	√	√
100W 加熱棒(25	√	√	√	√	√	√	√	√
滴流盒增氧過濾設備淨水 水循環過濾器	√	√	√	√	√	√	√	√

(V):有 (空白):沒有

步驟：

1. 植生床各放入 12 株綠火焰萵苣苗(第一組 A、B 兩床-光照 24Hr 實驗組，第二組 C、

D 兩床-光照 24Hr 對照組；第一組 B&第二組 C 床為 24Hr 水中打氣實驗組，第一組 A&第二組 D 床為 24Hr 水中打氣對照組)

2. 每日監控魚隻健康狀況(魚飼料自動餵食器一天兩次給飼料)。
3. 每週一、三、五量測每株高度並持續監控水質。
4. 於綠火焰萵苣生長期(4 週)結束後採收，檢討改進養殖設備。

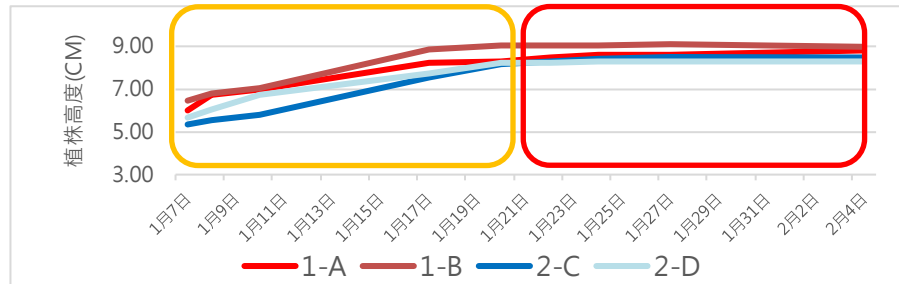


圖 3 階段一各植床 4 週生長曲線



圖 4 階段一植株根系長藻現象

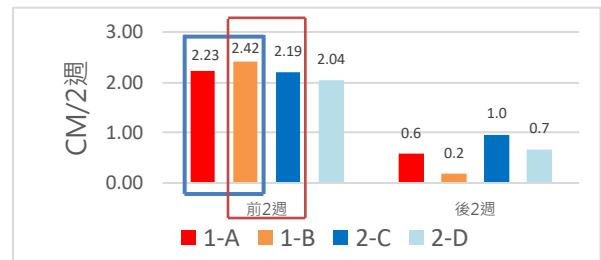


圖 5 階段一前、後各 2 週平均生長高度差

結果-經階段一，4 週的綠火焰萵苣植株增長之量測，生長曲線如圖 3，發現**前兩週**(圖 3 黃框部分)與**後兩週**(圖 3 紅框部分)的生長速度是有差異的。

1. **前兩週生長速度較快**，第一個操作變因-有 24HrLED 燈照射組 1-A&1-B 兩個生植床之植株生長高度差比對照組 2-A&2-B 都長得多(如圖 5 藍色框對比無藍色框)；第二個操作變因-有 24Hr 水中打氣組 1-B&2-C 之植株生長高度差比對照組 1-A&2-D 都長得略多一些(如圖 5 紅色框對比無紅色框)，由此可知 24Hr LED 植物燈照明與植床板的水中打氣皆有利於植株生長。
2. **後 2 週的生長趨緩**(如圖 3)，推測可能與放置植床之塑膠盒會透光，導致水中長藻並附著於植株根系上(如圖 4)，影響植株根部養分吸收進而使生長停滯，間接影響 24Hr LED 植物燈照明與植床板的水中打氣兩個植株生長有利因素的表現(如圖 4)。
3. 由上述兩點制定**階段二**有利植株生長的設備改善方針→(1)所有植生床底部全面遮光，(2)所有植床板的水中打氣之氣泡石全部加長並數目加倍)

階段二- 植株之增長速率監測(種植綠火焰萵苣為例)

(※以 24HrLED 光照為操作變因，設備改進=>植生床底部全面遮光與打氣)(表 1)

步驟：

1. 動手改進第 1,2 組實驗設備→(1)所有植生床底部全面遮光，(2)所有植床板的水中打氣之氣泡石全部加長並數目加倍
2. 植生床(第一組 A、B 兩床，第二組 C、D 兩床)各放入 12 株綠火焰萵苣苗(第一組 A、B 兩床-光照 24Hr 實驗組，第二組 C、D 兩床-光照 Hr 對照組)
3. 每日監控魚隻健康狀況(魚飼料自動餵食器一天兩次給飼料)。
4. 每週一、三、五量測每株高度並持續監控水質。
5. 於綠火焰萵苣生長期(4 週)結束後採收，資料分析討論。

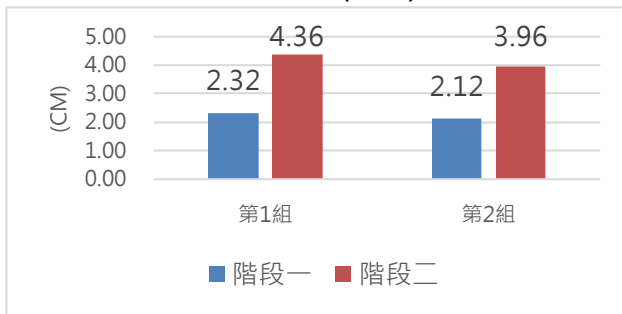


圖 6 前兩週平均生長高度差

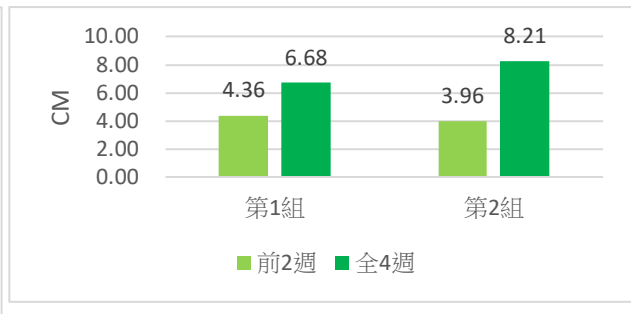


圖 7 階段二 各組前 2 週、全 4 週平均生長高度差



圖 8 階段二植生床植株根系狀態



圖 9 2-C 盆植株莖徒長現象

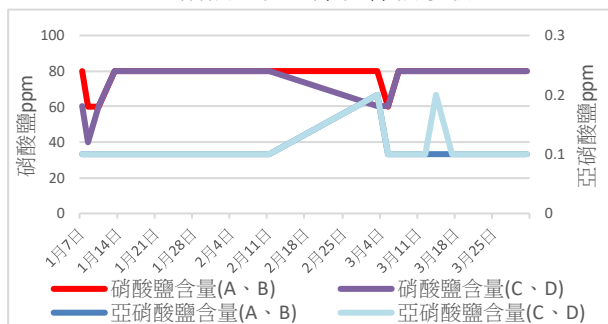


圖 10 實驗期間水體之硝酸鹽與亞硝酸鹽濃度曲線

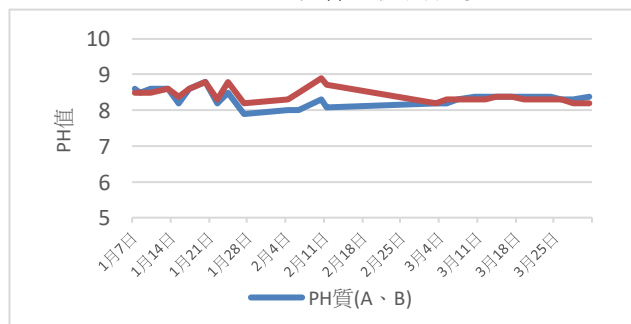


圖 11 實驗期間水體 PH 值變化曲線

結果-經階段二，4 週的綠火焰萵苣植株增長之量測，發現以下之現象：

1. 經植生床底部全面遮光與打氣兩大設備改進後，由圖 6 可知階段二第 1,2 組前 2 週的生長高度皆有大幅提升，第一組由 2.23CM→4.36CM，第二組也由 2.12CM→3.96CM。其中前 2 週，操作變因-有 24HrLED 燈照射之第 1 組兩個生植床之植株平均生長高度差為 4.36CM 比對照組第二組 3.96CM 多長約 10%。
2. 由圖 7 意外的發現，統計 4 週的平均生長高度差時，發現第 1 組沒有預期中出現

生長高度差是前 2 週的 2 倍，推測原因可能階段二水中依然有少數藻類覆蓋根系影響生長速率(如圖 8)；而且有加 24HrLED 燈照射之第 1 組 4 週的平均生長高度差 6.41CM 竟然遠低於無照光的第 2 組 8.21CM，原因推測可能是 4 週生長期無 24HrLED 燈照射的第 2 組的植株莖有因光照不足而突長的現象(如圖 9)。

五、結論與生活應用

『滴流盒增氧淨水水循環過濾器運用於小型魚菜共生系統之可行性』經過我們團隊 2 個多月的實驗證明是可行的。原因如下

1. 步驟一的實驗結果可知除去 PH 值偏高外(圖 11)(在植株種植後開始略微下降，但 PH 值依然略高)，(1)亞硝酸鹽(圖 10)、(2)硝酸鹽濃度與(3)水溫皆在理想值範圍內控制，而且實驗期間數值皆在理想範圍內。

2. 步驟二的實驗結果：魚隻值存活率 100%，一直維持到實驗結束，而且魚隻個體都很健康。

3. 步驟三的實驗結果可知經改進實驗設備(1)所有植生床底部全面遮光(2)所有植床板的水中打氣之氣泡石全部加長並數目加倍，綠火焰萵苣之增長速率恢復較理想狀態，並建議在半日照的環境中，使用 24HrLED 燈照射，植株生長會較理想，不會有植株徒長的現象。

由上述之步驟一、二&三之實驗結果分析可知證明「滴流盒增氧淨水水循環過濾器」適用於家用的小型魚菜共生系統。

系統運作的改進方向

實驗過程中有 2 個現象是有改進的空間：(可列入延伸實驗之探究方向)

1. PH 值偏高：文獻顯示由於 PH 值大於 8 就會影響植株吸收水中養份的效率(楊清富，2017)；本實驗施作期間兩組水體 PH 值雖然由初期的 8.6 降至後期的 8.3，但 PH 值皆大於 8，導致影響微量元素如鐵、磷及鎂的吸收效率，因此不論是葉表特性或是生長態勢皆應該有受到影響；建議可以手動投放魚菜共生系統用亞磷酸等無毒資材來調降 PH 值(農業試驗所,2012)；其優點如下：(1)降低 PH 值。(2)有殺菌效果並防治根腐病(夏日水溫高)。
2. 生長速率再提升：建議(1)植生床可放置於全日照環境。(2)改進植床板環境遮光效果(例如用不透光栽植箱、水管等..)避免根部長藻。(3)投放以藻類為食的觀賞水族如：米蝦或是脂鯉科燈魚等，邊種菜邊養熱帶魚並繁殖觀賞蝦，一舉多得。

參考資料

1. 楊清富，2017，魚菜共生系統之原理與應用方法- 臺中區農業改良場特刊，P63~80。
2. 行政院農委會農業試驗所作物病害之非農藥防治介紹 2012 年月 4 月 12 日
<https://www.youtube.com/watch?v=VtQLK-E1Ens>