

# 中華民國第 56 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

052611

魚菜共生系統延伸-永續發展裝置組合

學校名稱：國立南科國際實驗高級中學

作者：  高一 陳昱勳  高一 顏泓淳  高一 郭品峯	指導老師：  彭維昕
---	------------------

關鍵詞：魚菜共生、硝酸鹽氮、濁度

## 摘要

本研究之構想主要是來自現在最新型的耕作方式---魚菜共生。此系統雖然能夠讓大家在家裡自行耕種，但是仍有需要更換水以及需要定期餵食水中生物。而我們則是藉由儀器的改良來發現是否能達到原本的系統解決不了的問題。

目前的實驗做到濁度測定以及水中測量微生物數量。但是在濁度測定以及水中測量微生物，我們發現水質又改善，微生物的數量也相對的減少許多。仍然還有實驗尚未完成，接下來可再作生物種類變化之實驗。

我們將來的目標將是如何將裝置縮小或是再改良，達到環保與健康兩者兼顧，減少對生態以及個人健康的疑慮。

## 壹、研究動機

近年來，台灣發生了許多食安問題，民眾開始對市面上的食品安全有所疑慮。有些人，為了追求健康、無毒的食物，不希望將一些不知名的化學藥物吃進身體，有機農業也蓬勃發展，人們比較願意自行耕種蔬果，食用時也相較安全。但是在人口稠密、寸土寸金的大都市裡，根本難有田地可以自行耕種，也因此有人發明了「魚菜共生」這種新型的耕作方式，用以解決如何在大都市中達到自給自足的方法。

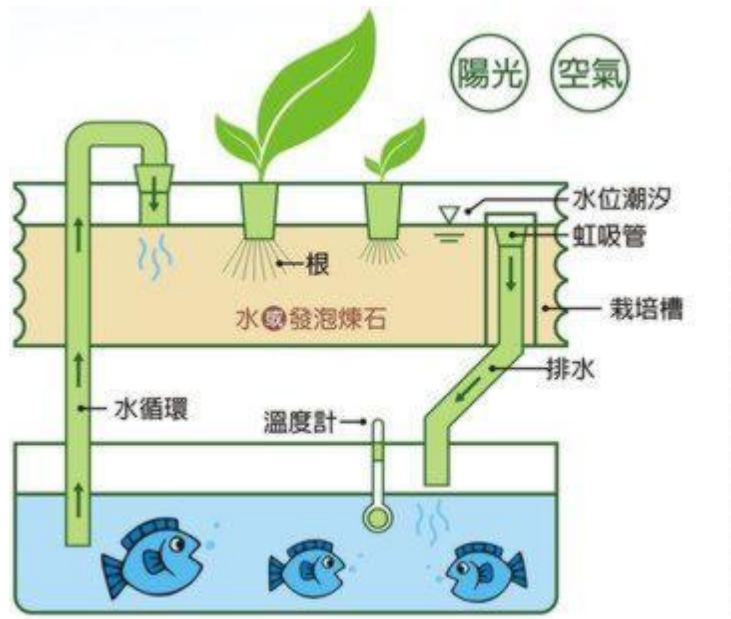
這種新型的耕作方式的出現，讓我們不禁覺得好奇，想了解是什麼樣的原理讓生活在都市的人們也可以享受耕作的樂趣？魚菜共生是否真的很方便於室內或都市耕作？我們便上網查詢許多相關資料。我們發現雖然這個裝置十分方便，但有個缺點：系統無法持久運行。意即到了一定的時間之後，還是需要換水，而且除了買種子之外，魚也要定期餵養，否則生物將會死亡，因此本研究就是想要找出是否有改進的方法。

## 貳、研究目的

- 1.藉由系統設計的改變，觀察相較於一般的系統是否有改善水質讓系統整體的壽命延長。
- 2.藉由改變水流的流速，探討水在何種流速下，能達到最佳淨化效果。
- 3.藉由水質的改善，種出來的植物較一般的系統更好。
- 4.如果這個裝置確實有改善水質的作用，將會探討是否也能夠淨化汙水，達到省水的效用。

## 參、研究原理

### (一) 一般的魚菜共生系統之原理



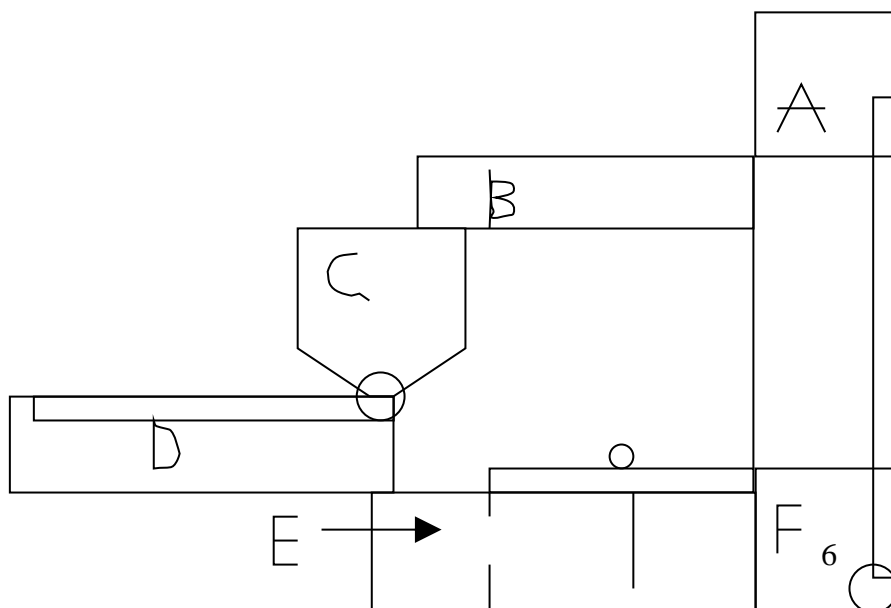
圖(1):上圖為一般的魚菜共生系統，取自

[http://www.myfarm.com.tw/about\\_6.html](http://www.myfarm.com.tw/about_6.html)

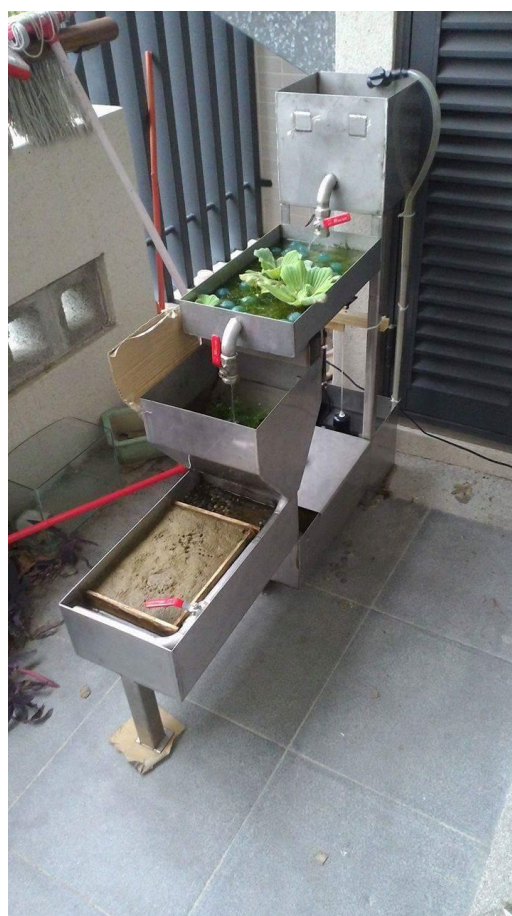
利用魚的排泄物，經由水循環送到有硝化作用的蔬菜耕作區，其中的水中懸浮物與有害原素(有機大分子狀)，經硝化菌等益菌的轉化為營養小分子(氮、磷、鉀、鎂…等)，以供給植物的水根吸收，同時也淨化了水質，再循環回魚池供給魚類健康的生長環境，而達到利用水循環交換所需，這種互利共生(魚、細菌、植物)的方式，稱為魚菜共生。

另外，魚池中的溫度計是確保水溫是否適合魚生存的溫度。

(二) 本次實驗所使用之器具的原理



圖(2)：以上為本次實驗之用具模擬圖



圖(3)：以上為本次實驗用具實體

1. A 槽為儲水兼送水給 B 槽的起始點
2. B 槽為種植水草和生化球的區域，讓水在此區域流經時可以把積攢在水草和生化球上因太厚而剝落的微生物帶入至 C 槽，供應生活在 C 槽的魚養分得來源
3. C 槽為養殖魚類的地方，其構造些許傾斜，使排泄物滑落其下的水管將排泄物傳至 D 槽供應植物肥料來源
4. D 槽為種植蔬菜之地，可行第一次的淨化水質作用並可過濾排泄物且有效利用氮肥。
5. E 槽為碎石放置區，將水導入 E 槽後，可讓水在通過因放置時間久了而產生在石縫中的微生物時，達到淨化硝酸鹽氮的功能，讓水再回到在一次的循環過程中能為乾淨的水，達到減少清洗魚池的次數。
6. F 槽為過濾後水的蒐集處，內放置浮水裝置以控制水輸送至 A 槽的時間。
7. 以上重複循環，並觀察水質的變化

## 肆、實驗材料

### (一)實驗裝置

器材	規格	數量
自製魚菜共生系統	106cm*100cm*24cm	一組
抽水馬達	385W	一組
土		一筐
小石頭(置入水中)		一桶
鐵製濾網		三片
生化過濾球		一盒(35個)
塑膠水草		兩袋(一袋五株)
孔雀魚		7隻
綠豆種子		一袋(約50顆)
燒杯	250 毫升	一個
量筒	250 毫升	兩個
簽字筆		一隻
白紙		一張
照相機		一台
木框(圍土)		一個
塑膠水管	口徑 1.5cm , 長 25cm	一支
顯微鏡		一台
玻片		一組
塑膠滴管		一支
小燒杯	50 毫升	一個

※黃色螢光筆部分為先前之測量方法，現在已有使用新的儀器測量，但我們尚未正式使用過儀器，故未在此表格上紀錄

## (二)實驗品設備說明

器材	功用	數量
自製魚菜共生系統		一組
抽水馬達	將水從抽至另一個槽中	一組
土	種植植物用	一筐
小石頭(置入水中)	淨化水質	一桶
鐵製濾網	防止小石頭掉落其他槽中	三片
生化過濾球	讓微生物有生長空間	一盒(35 個)
塑膠水草	防止魚掉落水管中	兩帶(一帶五株)
孔雀魚	提供植物所需的養分	數隻
綠豆種子	種植用	一帶(約 50 顆)
木框(圍土)	將土圍起來，防止土塌陷	一個
塑膠水管	防止魚掉落其他槽中	一支

## (三)測量水質濁度

器材	功用	數量
燒杯	測量濁度	一個
量筒		兩個
簽字筆		一隻
白紙	測量濁度	一張
照相機	紀錄	一台
紀錄本		一本

## (四)測量水中微生物數量所需

顯微鏡	觀察水中微生物	一台
玻片	製作標本	一組
滴管	抽取樣本	一支
小燒杯	將樣本從水槽中取出	一個

## 伍、研究過程

### (一) 先前測量濁度之方法

分別從 B、C、E 槽中取出水樣裝入燒杯，取一張白紙，在白紙上用簽字筆畫上十字並且以膠帶製作防水裝備，再將量筒放在十字上，把燒杯中的水攪拌均勻並倒入量筒中，然後觀察從量筒上方觀察十字之混濁程度(觀察水在量筒已毫升的位置能清楚看見底部的十字)並且用照相機拍照及記錄刻度，最後逐次倒掉量杯中的水直到十字完全清晰為止。

### (二) 水中微生物測量

此實驗室為了映證我們的系統除了具有淨化水質的功能，以及是否能提供足量的食物供水中生物食用。

分別從 C、E 槽中取出要測量的水裝入小燒杯，然後用滴管取出樣本，滴在玻片上並製作標本。標本製作完成後，放置於顯微鏡底下，進行觀測。觀測方法以直接鏡檢法計算一微升中約有多少隻微生物，再與從學校生態池中取出的水進行比較，觀察 C、E 槽中的微生物數量是否較生態池中少。

另外再從 B 槽中取出要測量的水裝入小燒杯，再依相同的方式進行製作標本和計算微生物數量。此槽要特別提出來做實驗是因為這個槽中放有生化球，生化球會讓細菌附著於上方，讓微生物生長，等到微生物生長到一定的程度時會從表面剝落，掉入 C 槽(也就是魚池)中，供魚食用。此實驗是要觀測是否有足夠的微生物能讓魚食用，以達到不需要餵食的效果。

※本次實驗的水取自學校生態池的水而非一般自來水的原因，是因為生態池裡的水相當混濁，另外是因為自來水中摻有氯，需要在池中過濾數天才能將氯排除，而生態池的水是來自雨水，也較符合是否水質有淨化的實驗。



### (三) 生物種類變化

這個實驗，主要是以更換種植作物以及水中生物為主要實驗。原本種植豆芽菜，改耕種為其他蔬菜(如:小白菜、蔥、香料…)，或者是由原本的養魚，換成小蝸牛、小蝦、其他魚種…等等，影響提供植物所需的養分、水族生物的食物多寡和水質乾淨程度。

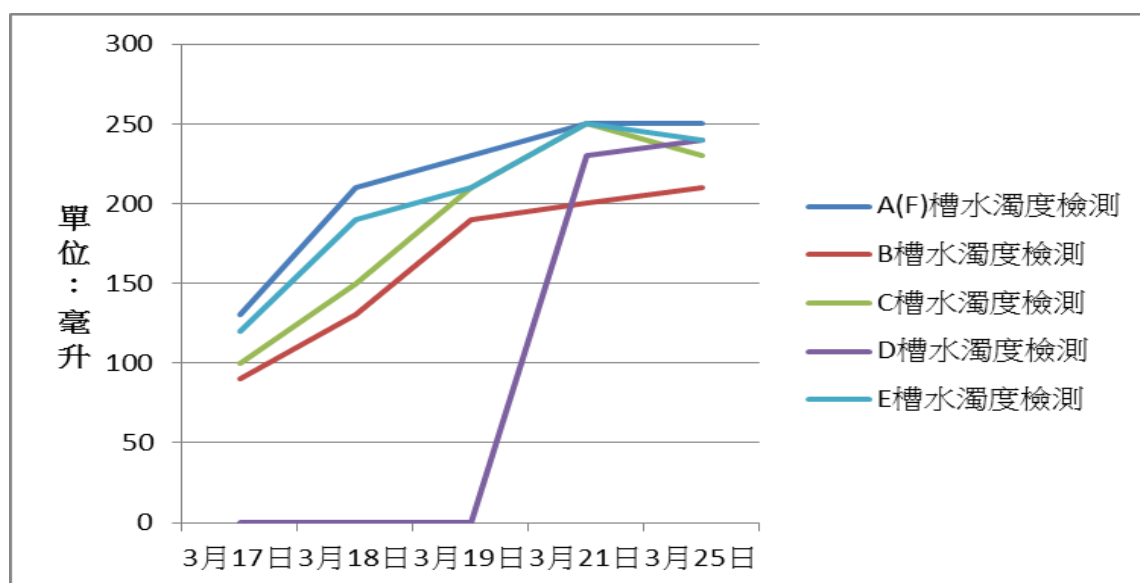
## 陸、先前研究結果

### (一) 濁度測量

經過多次測量後，我們發現了以下現象：

(單位：毫升)

日期/水槽	3月17日	3月18日	3月19日	3月21日	3月25日
A(F)槽	130	210	230	250	250
B槽	90	130	190	200	210
C槽	100	150	210	250	230
D槽	無	無	無	230	240
E槽	120	190	210	250	240



由實驗可以明顯地得知，水經過種植植物的D槽時，因為有一個類似濕地的環境，在那一槽過濾許多雜質，再來是到了E槽的時候，因

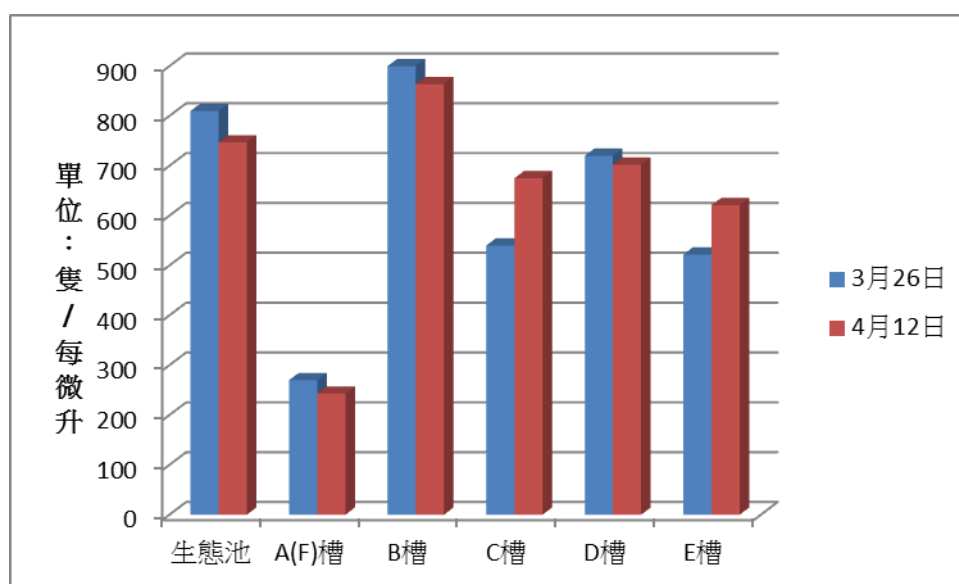
為有許多小石子在裡面，因此具有了過濾的作用，水再次過濾。到了 B 槽時，因為上方放有生化過濾球使微生物大量孳生、繁殖，因此此處的水也相對的比較汙濁。

## (二) 水中微生物測量

以下是我們測得以下數據：

(單位：隻/每微升)

水槽\日期	3 月 26 日	4 月 12 日
生態池	810	747
A(F) 槽	270	243
B 槽	900	864
C 槽	540	675
D 槽	720	702
E 槽	522	621



由表格中，我們發現這個裝置，因為經過 E 槽的過濾，讓微生物的數量下降了不少，微生物在 E 槽的小石子中被過濾了，到了 F(A)槽時數量才下降許多。B 槽的地方，因為有生化球的關係，微生物數量明顯增多了不少，數量還比生態池多，也因此我們推估這樣的量已經可以讓魚有足夠的食物。

## 柒、研究結果假設

若這次的實驗能如期成功，則可以達到水質不斷淨化，不須照料管理，只需要在豆芽菜長成時收取並且種下種子，以及水量的調控，達到環保和健康的功用。若未能如期成功，則我們需要去發現到底是哪方面出了問題，要怎麼改進。然而裝置過大，且價格不斐，會有放置空間不夠且製作需消耗大量金錢的問題，這也是我們實驗成功後，未來需要努力的目標。

## 捌、結論

經由數次的實驗結果，除了提供魚食物的 B 槽外，我們得知此裝置中的水確實較生態池中的水乾淨，且水池中的微生物也較生態池中少。若此裝置經長期測試，以及後續實驗之測試，則可以證明此裝置可同時達到讓系統壽命延長以及減少水資源的使用，對地球環境有莫大的幫助。

## 玖、未來展望

當實驗成功後，我們會嘗試做出更小的裝置，又或者是一台小型機器，裝在一般的魚菜共生系統中，讓它具有我們原本裝置所具有的功能。另一方面，我們也希望能運用在生態池、水池，讓它一方面能淨化水質，也能提供食物以及養魚，達到永續經營的效果。

## 拾、參考資料

1. 荊樹人、林瑩峰。國內人工濕地應用案例之介紹(下) 民國 90 年(2001 年)  
<http://solar-i.com/aqpon.htm>
2. 中華太陽能聯誼會。魚菜共生-太陽能科技島  
[http://file.wra.gov.tw/wra\\_ext/deveinfo/%E7%B0%A1%E8%A8%8A/14%E6%9C%9F/%E5%B0%88%E9%A1%8C%E8%AB%96%E8%BF%B0/14sub1.htm](http://file.wra.gov.tw/wra_ext/deveinfo/%E7%B0%A1%E8%A8%8A/14%E6%9C%9F/%E5%B0%88%E9%A1%8C%E8%AB%96%E8%BF%B0/14sub1.htm).

## 二、研究計畫執行進度表

期間 工作項目	民國 105 年											
	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月							
儀器設計		√										
儀器製作		√	3/14 完成									
儀器測試			2 次 完成									
水質測量			一天 4 次									
種植植物(尚未開始)												
實驗(一)			√		√							
實驗(二)			√	√	√							
水中微生物測量			√	√	√							
實驗構思	√											

## 【評語】 052611

該產品結合水耕養殖土耕碎石淨水及儲水等功能，發展出一套模組式的魚菜共生系統，充分考量污染物（有機物）在系統中的循環轉換以達到永續平衡。

團隊成員了解過程並能合理解說疑問，例如，為何水質偏鹼性？土耕土壤偏酸性？該成品在設計上充分利用自然重力流考量到節能減碳。在成效方面，水中溶氧的增加，微生物數量增加，菌相的多元，以及濁度的減少，均達到預期的效果。然該研究未能監測水中氨氮濃度，是為美中不足，該氨氮是一重要的水質指標，攸關氮的循環變化以及處理的效果。該模組充分考量到空間利用並達到穩定的魚菜共生平衡，具商業化開發的潛能。