

投稿類別:農業類

篇名:

簡易的魚草共生-Aquaponics 設計與成長效益之探討

作者:

王筠萱。國立基隆海事職業學校。養殖科二年甲班

指導老師:

趙文榮老師

## 壹●前言

近年來，由於海洋資源逐漸枯竭，能捕獲的野生種魚逐漸減少，甚至消失，爲了滿足國人對水產(魚蝦貝)的需求，水產養殖逐年興盛，台灣以中南部爲主要養殖地區，卻也因內陸養殖須藉由頻繁的大量換水來維持水質，而超抽地下水，導致地層下陷而苦無對策，其排出的廢水也因富有營養鹽，雖其固形物易去除，但溶解於水中的氮、磷肥卻難以掌控，造成河流及海洋的汙染;另一方面，由於台灣地狹人稠，能有效利用的土地逐年減少，過度種植、灌溉、利用化肥而導致土地鹽化甚至沙漠化，有什麼方法既能減少土地的破壞，又能減少水資源的浪費?在圖書館閱讀相關雜誌時發現一種複合式養殖-(Aquaponics)與水耕複合系統簡介，了解 "複合式養殖" 即同時「**結合水產養殖(Aquaculture)及水耕栽培(Hydroponics)在無換水或少量換水的養殖條件下，將逐漸累積對養殖生物有害之氮及磷廢棄物,被水耕植物吸收來成長**」(楊明樺、鄭金華，2011 年)，若將觀賞魚養殖及水耕植物結合，其養殖過程產生之營養鹽提供水耕植物生長，植物根則有助於吸收、過濾對養殖生物有害的廢棄物，達到淨化水質、循環水再利用之功效，有相輔相成之共生效果。

常見的植栽床有下列 3 種形式:「一、浮筏式(Raft) 二、礫耕式(Media-filled bed) 三、養液薄膜式(Nutrient Film Technique, NFT)」(楊明樺、鄭金華，2011 年)，此次實驗以第一種「浮筏式(Raft)」爲主(圖 1)，即「**水耕植物育苗後移植於保麗龍(聚苯乙烯)上，使水耕植物浮在水面，並使根部浸漬與水面下，得以過濾養殖水，進而淨化水質**」(楊明樺、鄭金華，2011 年)。

本研究目的係探討哪些魚類提供的天然肥料(即糞便、餌料殘渣)，最有利於水草生長，及那種水草栽培有利實驗魚種的生長呢? 以此爲主軸進行魚幫草，草幫魚的小論文實驗。

## 貳●正文

## 簡易的魚草共生-Aquaponics 設計與成長效益之探討

表 1.實驗器材

品名	數量	規格
條紋二鬚耙	× 1 缸	300g/缸
紅色吳郭魚	× 1 缸	300g/缸
鯉魚	× 1 缸	300g/缸
虎耳草	18 盆	4 棵/盆
水薄荷	18 盆	4 棵/盆
白花紫蘇	18 盆	4 棵/盆
空魚缸	× 6 個	45×30×30 (長×寬×高)
保麗龍板	× 6 片	41×26×29 (長×寬×高)
光照計(Luxmeters)	× 1 個	Lux-101 (0~50000 Lux)
鹽度曲折計(ATAGO)	× 1 個	
飼料大&小	× 20 包	(18g/包)
打氣石(附打氣管)	× 6 個	
電子天秤	×1	AND 6F-3000
日光燈	×3 組	30w/組

設置方法：空白缸(無放養魚草)一組、條紋二鬚耙一組、吳郭魚、鯉魚各兩組

### 二、水草簡介

#### (一)虎耳草- *Bacopa caroliniana*

科名:玄參科-Scrophulariaceae

分類:挺水性 (可沉水)

用途:觀賞用

分佈:北美南部

特色:水上葉為暗綠色;水下葉為偏黃; 冬天落葉，春、夏、秋開花(

徐志雄，2006)

最適 pH:弱酸~弱鹼(6.0~7.5)

光照:中~高(約 1400Lux)

水溫:15~28°C (王忠敬等人，2005)

(二)水薄荷-*Cindernia sp.*(薄荷草)

科名:玄參科-Scrophulariaceae

分類:挺水性 (可沉水)

用途:葉、莖可料理食用

分佈:日本、東南亞(徐志雄，2006)

最適 pH:中

光照:中~高(半日照)

水溫:22~28°C (王忠敬等人，2005)

(三)白花紫蘇-*Linnophila aromaticoides*(擬紫蘇草)

科名:玄參科-Scrophulariaceae

分類:挺水性 (可沉水)

用途:全株可料理食用

分佈:臺灣北部

特色:屬一年生植物;水生葉片為輪生葉(徐志雄，2006)

最適 pH: 中(6.0~8.0)

光照:中~高(1000~5000 Lux)

水溫: 22~28°C (王忠敬等人，2005)

### 三、研究方法

(一)先準備六組水族盆，注水至約六到七分滿。

(二)放入打氣石先進行打氣養水。

(三)再準備保麗龍板六片，在上面挖出水草盆能放入(卡住)的洞(盆栽底部需露出，以利根部生長)。(如圖 3)

(四)取虎耳草、水薄荷、白花紫蘇各三，橫排依序放置為虎耳草、水薄荷、白花紫蘇，後排以此類推(如圖 4)。

## 簡易的魚草共生-Aquaponics 設計與成長效益之探討

(五)在上方標明供養的魚種。水草裝置好後，將條紋二鬚耙、吳郭魚、鯉魚依序放入水族缸。

[順序:空白缸→條紋二鬚耙→紅色吳郭魚→鯉魚]

(六)將水草(含保麗龍板)依序放入實驗缸中(如圖 5)，即完成實驗前置作業。

(七)實驗前置裝置完成後，將裝置好的水草一一取出，放置一旁稍加瀝乾後(約 15 分鐘)，再用電子天秤秤量起始重量(圖 6)並紀錄(圖 7)。

(八)秤重完後將其依序放回保麗龍板及實驗缸中，正式開始此次為期 22 天的小論文實驗。

(九)每天定時定量餵食(早、午各一次，一天兩回)

(十)每周一進行酸鹼度(pH)值之測量

目的:瞭解試驗魚種之養殖環境，及其適應狀況(若水質達威脅其生長之數值，予以適當換水處理。(圖 8)

(十一)每週四進行抽底(一次約換 1/3)

目的:避免水中累積過多氮、磷肥，產生毒性威脅試驗魚種生長。

(十二)週五進行光照度(Lux)值之測量

目的:測試各組水草之光照是否為一致，以免誤差過大導致影響水草生長。

(圖 9)

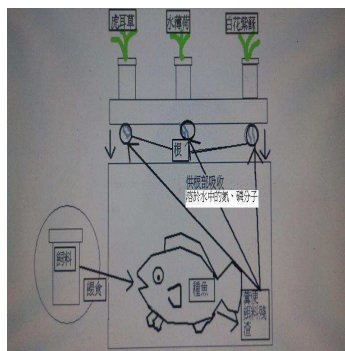


圖 1、簡易浮筏式魚草共生設計

圖 2、魚草共生系統圖

圖 3、切割保麗龍

## 簡易的魚草共生-Aquaponics 設計與成長效益之探討



圖 4、裝置水草及標明魚種



圖 6、將裝置好的水草取出一一秤重



圖 5、完成實驗前置作業



圖 7、水草裝入保麗龍板並紀錄之



圖 8、酸鹼度(pH)值之測量器具



圖 9、光照度之測量(平均為 1000Lux)

### 參●結論

#### 一、實驗結果

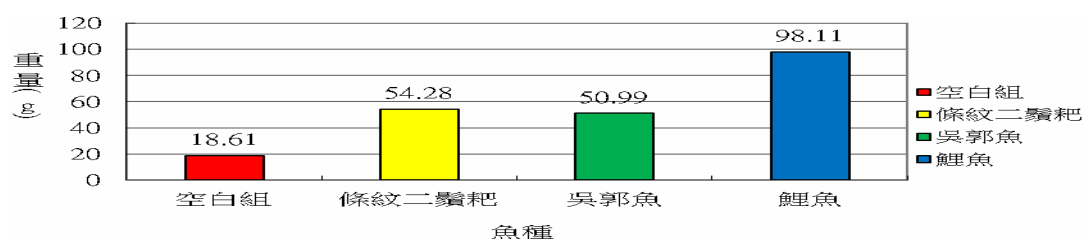


圖 10、與四種魚類之飼育下水草之總增重量(g)

水草總增重公式 = 三種水草實驗後之總重 - 實驗前之總重

由(圖 10)可看出對各水草增長最有利的共生組合，如下：

(一)空白組

1.虎耳草之總增重為 2.26 g

2.水薄荷之總增重為 4.42 g

3.白花紫蘇之總增重為 11.93g

→三種水草之總增重為:18.61 g

(二)條紋二鬚耙

1.虎耳草之總增重為 18.6g

2.水薄荷之總增重為 18.88g

3.白花紫蘇之總增重為 16.8g

→三種水草之總增重為:54.28g

(三)紅色吳郭魚

1.虎耳草之總增重為 14.13 g

2.水薄荷之總增重為 25.63g

3.白花紫蘇之總增重為 10.93g

→三種水草之總增重為:50.99 g

(四)鯉魚組

1.虎耳草之總增重為 28.59g

2.水薄荷之總增重為 15.96g

3.白花紫蘇之總增重為 13.9g

→三種水草之總增重為:98.11 g

由數據顯示，鯉魚組之水草總增重為四組之中增重最多，因此此次實驗水草與鯉魚組增重為最有利的共生組合。

(五)由於空白組並未有任何額外營養素之供應(無糞便、殘餌分解之有機物質)，因此空白組之總增重較不明顯。

## 簡易的魚草共生-Aquaponics 設計與成長效益之探討

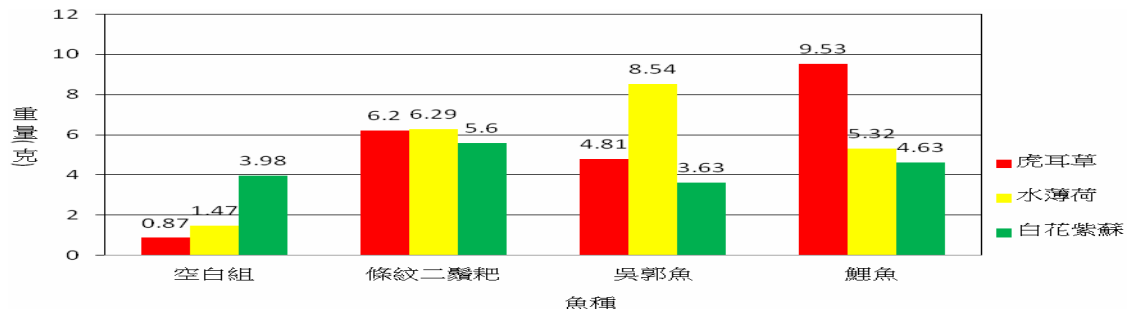


圖 11、水草的平均增重量

水草平均增重公式 = 三種水草實驗後各別之重量 - 實驗前各別之重量之平均

由(圖 11)可看出對各水草增長最有利的共生組合，如下：

### (六)虎耳草

- 1.空白組之平均增重量為 0.87 g
- 2.條紋二鬚耙組之平均增重量為 6.2g
- 3.吳郭魚組之平均增重量為 4.81g
- 4.鯉魚組之平均增重量為 9.53g

由數據顯示，虎耳草與鯉魚組之平均增重量較其他組快速，因此，虎耳草於此次實驗與鯉魚組增重為最有利的共生組合。

### (七)水薄荷

- 1.空白組之平均增重量為 1.47g
- 2.條紋二鬚耙組之平均增重量為 6.29g
- 3.吳郭魚組之平均增重量為 8.54g
- 4.鯉魚組之平均增重量為 5.32g

由數據顯示，水薄荷與吳郭魚組共生之平均增重量較其他組快速，因此，水薄荷於此次實驗與吳郭魚組增重為最有利的共生組合。

### (八)白花紫蘇

- 1.空白組之平均增重量為 3.98g



## 簡易的魚草共生-Aquaponics 設計與成長效益之探討

2.條紋二鬚耙組之平均增重量為 5.6g

3.吳郭魚組之平均增重量為 3.63g

4.鯉魚組之平均增重量為 4.63g

由數據顯示，白花紫蘇與條紋二鬚耙組共生之平均增重量較其他組快速，因此白花紫蘇於此次實驗與條紋二鬚耙組增重為最有利的共生組合。

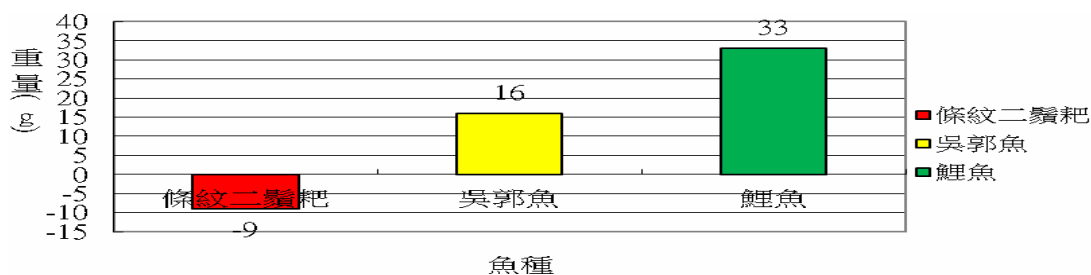


圖 12、實驗魚種之總增重

魚增重公式 = 實驗後總重 - 實驗前總重

由(圖 12)可得知此次實驗總增重最為明顯之實驗魚種為:鯉魚

表 2. 實驗期間各組織 pH 數據

日期 \ 魚種	條紋二鬚耙	吳郭魚	空白組
12/16	6.5	6.3	7.1
12/23	6.2	5.8	7.4
12/30	6.4	5.5	6.6
平均	6.3	5.9	7.0

由水草簡介得知:(1)虎耳草最適 pH:弱酸~弱鹼(6.0~7.5)(2)水薄荷-最適 pH:中(3)白花紫蘇最適 pH:中(6.0~8.0); 由表 2.可看出虎耳草較適合生長於:條紋二鬚耙組及空白組; 水薄荷較適合生長於:空白組;而白花紫蘇三組環境皆可適應。

表 3.實驗期間各組之光照度數據

Lux 日期	魚種	條紋二鬚魮	吳郭魚	空白組
12/13		1076	原:986→1073	1043
12/20		1082	1089	1160
12/27		1188	1120	1162
平均		1115	1094	1122

爲使水草平均受光，而不至於因光照數差異過大，導致影響水草生長最終結果，將各組光照皆調至 1000~1100 Lux 之間，並由水草簡介得知:三種水草之最適光照皆爲:中~高。

## 二、討論

### (一)實驗注意事項:

- 1.實驗初期發現，若直接將水草直接以浮筏式放置，讓根直接暴露於實驗缸中，易發生實驗魚種啃食水草根的情形，影響水草生長，立即在保麗龍板下方加裝有孔塑膠籠，可有效保護水草根部，有利於水草生長。(圖 13)
- 2.浮筏式養殖共生時，由於水草外露，易吸引喜食水草的昆蟲及生物前來攝食及產卵(圖 14、15)，不可疏忽大意，於每次餵食觀賞魚時，稍加觀察有無病蟲害，即可降低類似事件發生機率。

### (二)未來展望

現代大多都市化的時代，多數人選擇居住於公寓或大廈，其可利用之空間有限，即使有心想做，卻很難同步進行有機栽培及養殖觀賞魚，且大多數人無奈忙於課業或工作，容易因爲一時的疏於管理導致倒缸收場。然而，複合式養殖(即魚草共生)不僅可以結合魚和水草共生，也不必擔心無法頻繁的管理，只要記的休閒時間偶而查看狀況及餵食觀賞魚即可，若將水草改換成可食用蔬菜，那麼，即使在家裡也可以種出無毒無農藥之有機蔬菜

(Youtube, 2014 年)。

未來若人口持續增加，想必能利用的土地也隨之減少，若又面臨水資源短缺的問題，那麼必定重創與其需求相關的農業及養殖業，若推廣複合式養殖，既可節省水資源、不浪費可利用空間，又可替忙碌的現代人留有一個暫時喘息的空間，使生活增添一抹樂趣，可說是一舉數得，有益無害。(Youtube, 2013 年)

由這次的實驗得知各水草增長最有利的共生組合，往後若有利用此方式(浮筏式)大量培養，即可以利用上述(結果)之組合，進行水草或蔬菜之栽培。



圖 13 裝塑膠籠(有孔)



圖 14、15 遭昆蟲啃食

#### 肆●引註資料

- 1、王忠敬、周正文、辜俊益、趙雪蘭、歐仁杰(2005 年)。水草栽培與造景-Aquatic Plant Cultivation & Aquascaping。威智文化科技出版有限公司。
- 2、徐志雄(2006)。水草生活家。布克文化出版事業部。
- 3、楊明樺、鄭金華(2011 年)。Aquaponics 養殖與水耕複合系統簡介-How-Aquaponics-Works。水試專訊 第 33 期 P.36~38
- 4、Youtube 影片: <https://www.youtube.com/watch?v=PnenihJ14NI>。2014 年
- 5、Youtube 影片: <https://www.youtube.com/watch?v=Hna2i0-JtL8>。2013 年
- 6、Youtube 影片: <https://www.youtube.com/watch?v=-ko1oP2PwlQ>。2013 年