

【2021 全國科學探究競賽-這樣教我就懂】

國中組 成果報告表單

題目名稱：「蚓」以為傲—蚓魚菜共生系統對植栽生長效益提升之研究

一、摘要：

本研究以探討蚓魚菜共生系統為出發點，為減少農藥及肥料過度使用問題，實驗中先對於不同栽植系統來探討不同耕種方式對植物生長效益影響，接著對於魚菜共生系統及蚓菜共生系統水質進行相關監測(包含水溫、水質濁度、酸鹼值及亞硝酸鹽數值的變化)，再針對植株生長率、魚隻換肉率及蚯蚓生存率進行分析。

研究結果顯示，蚯蚓於系統中存在的有無較不會影響水中酸鹼值、水溫，不過蚯蚓可以使得系統中亞硝酸鹽的含量維持較佳的平衡控制，而亞硝酸鹽的多寡對於植株生長情形會有所差異。蚓魚菜共生系統對於植株生長效益是最佳的，而其中甜心蘿蔓對於植株生長效益最佳的。魚菜共生對魚隻的換肉率效益最佳，而蚯蚓生存率是 100%，代表蚯蚓可在有水環境生存。

二、探究題目與動機

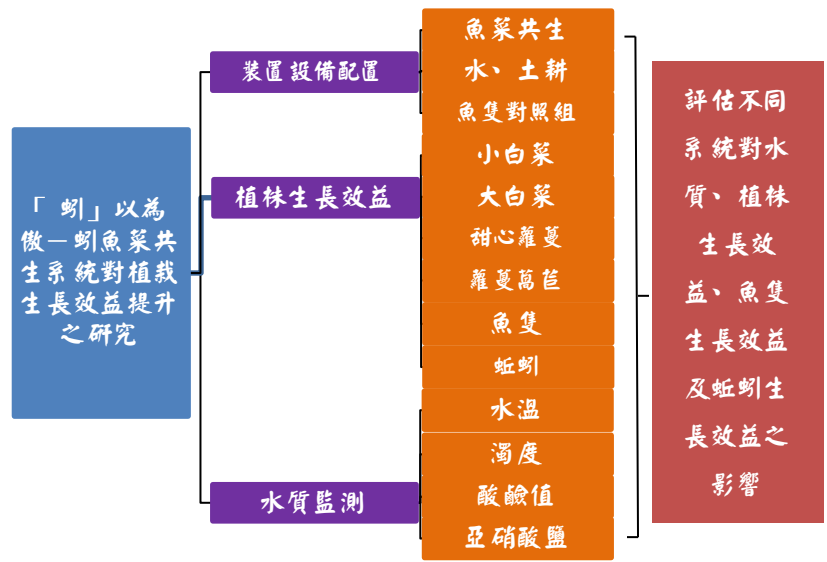
魚菜共生是一種能有效運用養分的系統，它可以利用植物來吸收魚排出的糞便，再將乾淨的水排回養魚的水裡，達成無施肥及淨化水質的效果。它可以使用少許電力與人力就可以使菜生長，且它是一個循環的系統，不需常常換水，減少水資源的浪費。

歷屆有關魚菜共生的科展幾乎都是在實驗菜的生長效益及用電腦程式測試，而我們想著重在了解不同設備的功效，所以我們找尋相關資料時，發現了「蚓」魚菜共生的概念，因此我們想要了解蚯蚓對魚菜共生的變化，所以進行蚓魚菜共生的研究，或許蚯蚓能增加植物吸收魚糞便的速度，改進系統。最後決定使用魚菜共生系統、蚓魚菜共生系統、水耕及土耕來進行實驗。

三、探究目的與假設

- 一、 探討製作水耕式魚菜共生系統與蚓魚菜共生系統之裝置與配置問題
- 二、 比較土耕、水耕、水耕式魚菜共生及蚓魚菜共生系統對植株生長效益之影響
- 三、 比較水耕式魚菜共生系統與蚓魚菜共生系統對裝置水質之影響
- 四、 比較水耕式魚菜共生系統與蚓魚菜共生系統對魚隻換肉率之影響
- 五、 探討蚓魚菜共生系統對蚯蚓存活率之影響

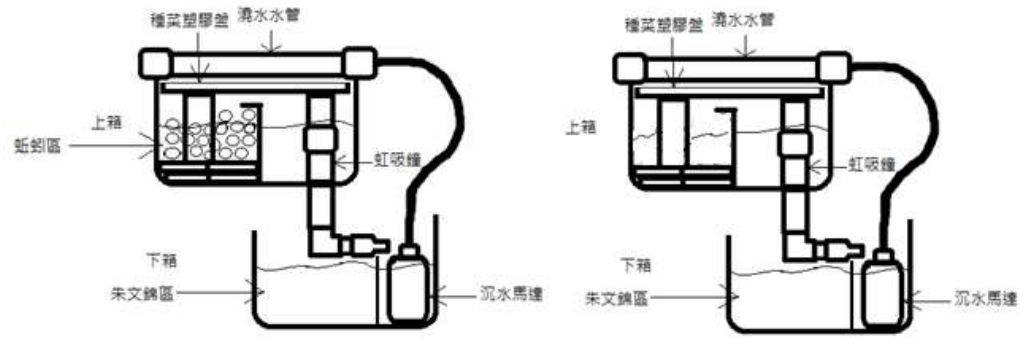
四、探究方法與驗證步驟



圖一、研究架構圖

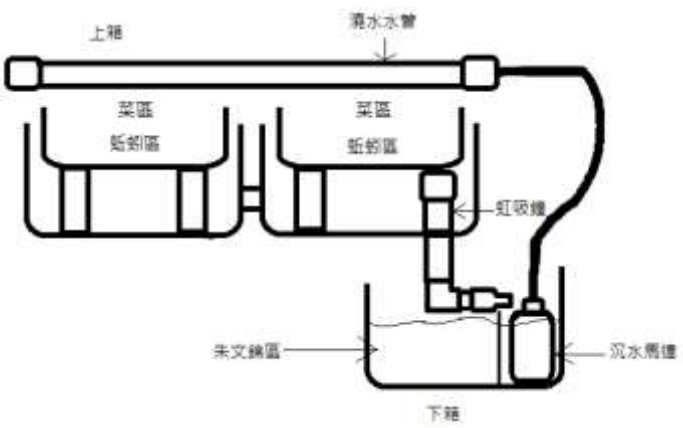
一、探討製作水耕式魚菜共生系統裝置與方式的問題

我們經過網路的查詢，我們使用水管來做材料，設計最適合我們第一版的设计圖(如圖二)。



圖一、蚓魚菜共生及魚菜共生設備示意圖第一版

接著第二版我們為了解決馬達水壓穩定度及其他的的問題，所以我們設計了一個可以解決大部分設備問題的設備及水耕、土耕、魚隻對照組的設備(如圖三、四及五)。



圖三、蚓魚菜共生設備示意圖第 2 版



圖四、魚隻對照組設備示意圖



圖五、土耕及水耕設備示意圖

接著是魚菜共生及蚓魚菜共生的製作：

下箱製作是使用紗網把沉水馬達與魚隔開並放入沉水馬達和魚在虹吸鐘下方接管到沉水馬達區，以免影響魚隻生活。上箱製作是使用 PVC 水管製作虹吸鐘，鑽洞再裝入虹吸鐘。接著使用淺盤裝發泡煉石，用紗網黏死，並在底部開 1 條洞，在洞口用紗網封住（第二版是在深盆中央挖洞，在洞口用紗網封住），並在紗網上挖 8 個洞用魚缸過濾用海綿保護菜的根部，接著再放入洞內。最後用紗網將上箱分為兩區域，無虹吸鐘的區域放魚缸過濾用海綿，再放發泡煉石和蚯蚓。使用馬達過濾水質，並達到循環的功效(第二版裁 3 個跟虹吸鐘等長的水管當支撐，並把製作完成的深盤放上去)。

水耕製作是使用育苗盆裝入植株並放置於裝好水的深盆中，而土耕製作則是在深盆中裝入栽培土並裝入植株。

二、比較土耕、水耕、水耕式魚菜共生及蚓魚菜共生系統對植株生長效益之影響

土耕需每天澆水 100 毫升，且每天測量葉片的長，而水耕則需每 7 天使用液肥澆植株，且每天測量葉片的長，最後蚓魚菜共生系統以及魚菜共生系統則要每天測量葉片的長。

三、比較水耕式魚菜共生系統與蚓魚菜共生系統對裝置水質之影響

水質監測是養殖時最重要的事情之一，一般養殖水質監測大多監測酸鹼值、濁度、水溫、溶氧量及亞硝酸鹽，而我們選擇了酸鹼值、濁度、水溫和亞硝酸鹽，這些都是較好取得測量工具且較基礎的因素。

水中酸鹼值、溫度、濁度及亞硝酸鹽每天使用測量，直到確認數值不再改變時即可。

四、比較水耕式魚菜共生系統與蚓魚菜共生系統對魚隻換肉率之影響

魚菜共生系統及蚓魚菜共生系統在測量實驗前、中、後的總重量並計算換肉率(投餵的飼料/最後體重-原本體重)來比較魚隻換肉率的差異。

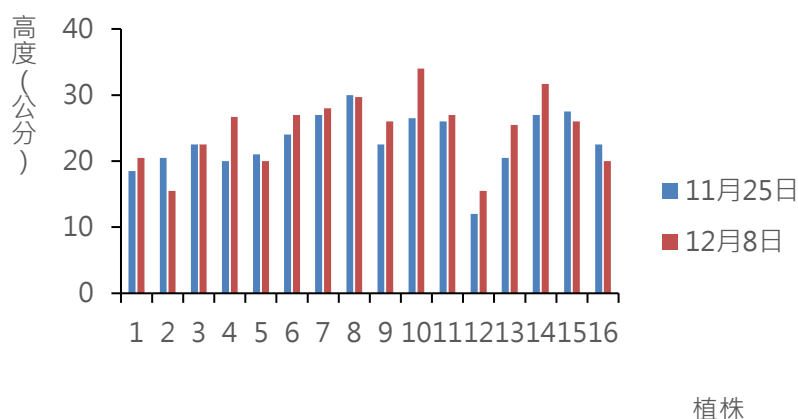
五、探討蚓魚菜共生系統對蚯蚓存活率之影響

魚菜共生系統及蚓魚菜共生系統在實驗前、中、後測量蚯蚓數量並計算存活率(實驗後蚯蚓存活數/原本蚯蚓存活數)來探討蚯蚓在水耕式魚菜共生系統中的生存情形。

五、結論與生活應用

一、比較土耕、水耕、水耕式魚菜共生及蚓魚菜共生系統對植株生長效益之影響

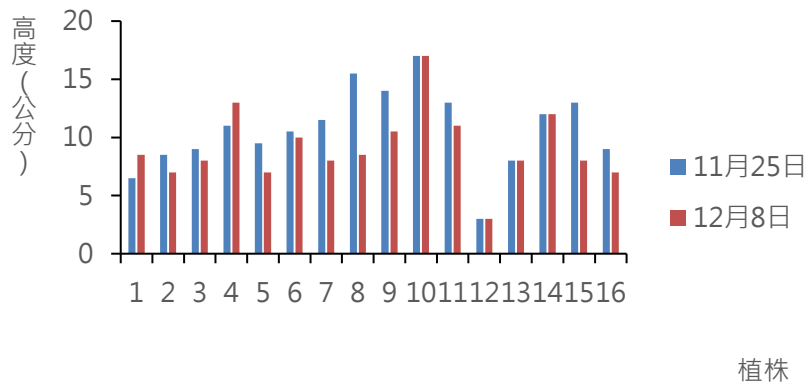
第一次實驗後，我們發現有些葉片在實驗期間就枯萎了，而有幾株植株有些葉片大幅成長。



圖六、植株兩周的總長度比較

(一) 探討水耕式魚菜共生系統有無蚯蚓對菜苗的植株高度和根之影響

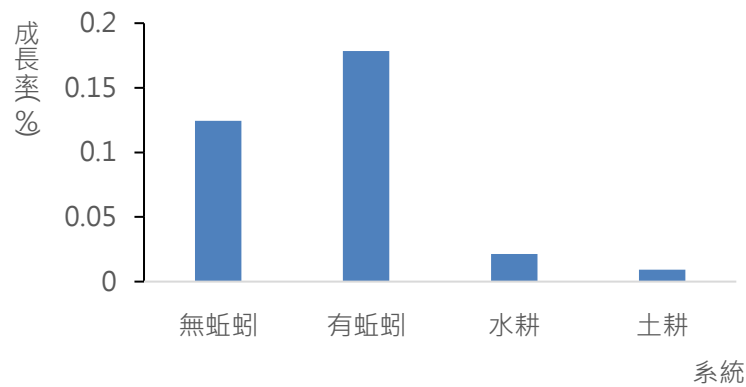
第一次實驗後，因還不適應大量的水直接浸泡根部，因此根部腐爛。



圖七、植株兩周的根長比較

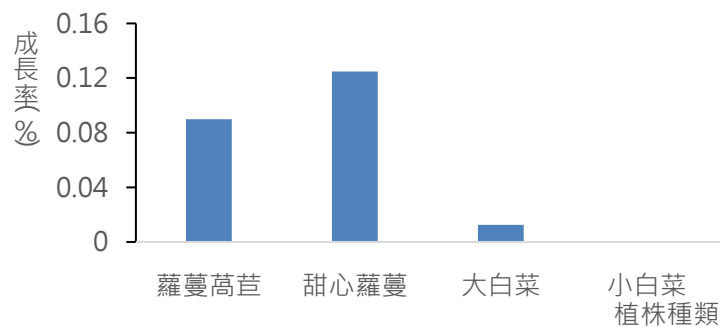
(二) 土耕、水耕、水耕式魚菜共生及蚓魚菜共生系統對植株成長百分比之影響

土耕植株成長百分比為 0.9%，純水耕植株成長百分比為 2.1%，水耕式魚菜共生系統植株成長百分比為 12.4%，蚓魚菜共生系統植株成長百分比為 17.8%。比較這四種種植方法可以發現，植株成長效益為蚓魚菜共生系統 > 水耕式魚菜共生系統 > 純水耕 > 純土耕 (如圖八)。



圖八、不同種耕作方式植株成長率之比較

在四種不同的植株種類當中，甜心蘿蔓成長率為 12.4%，蘿蔓萵苣成長率為 8.9%，大白菜成長率為 1.2%，而小白菜成長率為 0.02%，比較這四種植株可以發現，植株成長率為甜心蘿蔓 > 蘿蔓萵苣 > 大白菜 > 小白菜 (如圖九)。

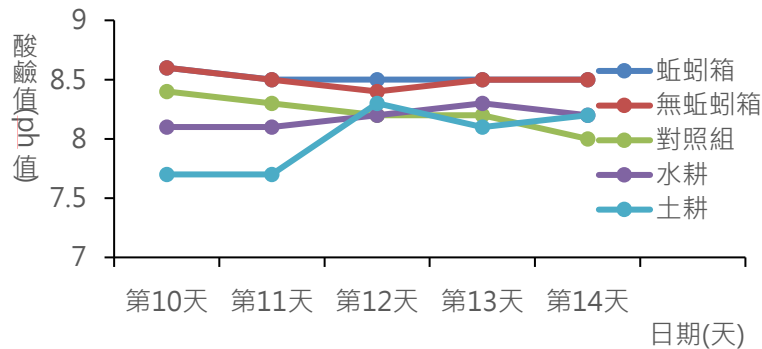


圖九、不同種植株種類成長率之比較

二、比較水耕式魚菜共生系統與蚓魚菜共生系統對裝置水質之影響

(一) 探討水耕式魚菜共生系統有無蚯蚓對水的酸鹼值之影響

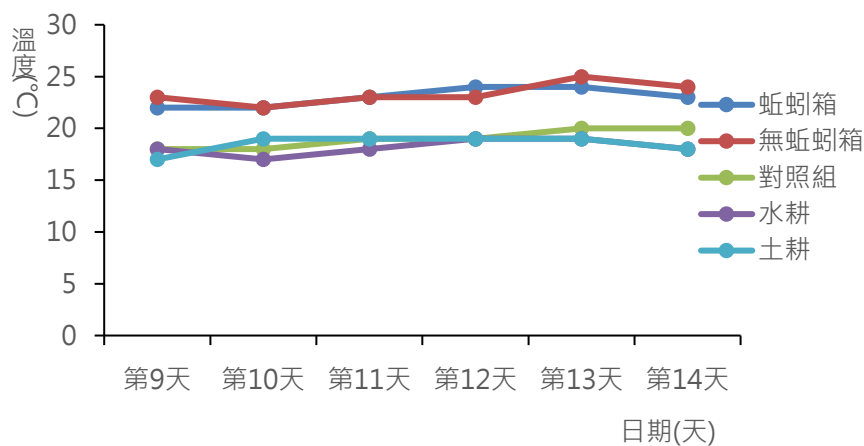
一開始酸鹼值偏向鹼性，且之後還是偏向鹼性。經過測試，我們發現原本的水酸鹼值是 7.8。我們發現魚、菜還是蚯蚓都不會造成酸鹼值的劇烈變化，所以數據很接近（如圖十）。



圖十、每天酸鹼值變化

(二) 探討水耕式魚菜共生系統有無蚯蚓對水溫之影響

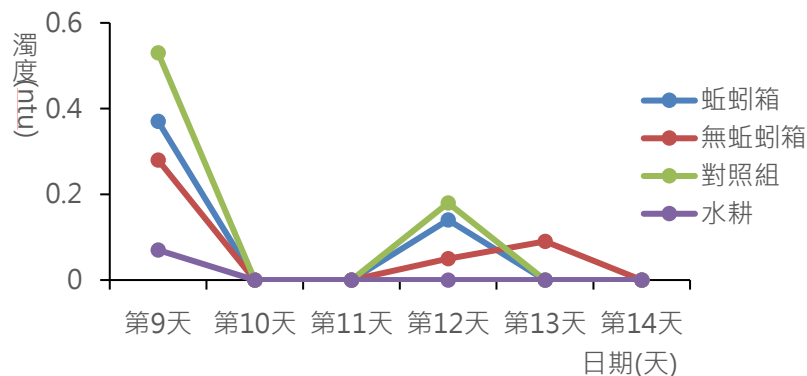
我們溫度幾乎都控制在 20°C 到 25°C，都在魚可以接受的範圍內。我們發現兩箱水溫都差不多，但還是有一些起伏，在魚菜共生中加入蚯蚓不會影響水溫的變化（如圖十一）。



圖十一、每天水溫變化

(三) 探討水耕式魚菜共生系統有無蚯蚓對水的濁度之影響

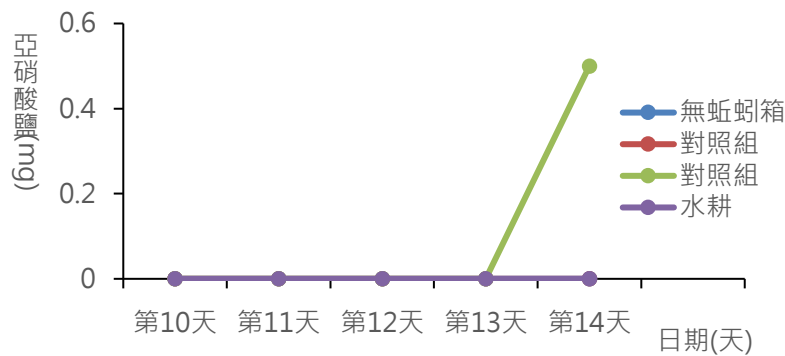
濁度一直在 0ntu(最佳)上下，且數據都起伏不定（如圖十二）。



圖十二、每天濁度變化

(四) 探討水耕式魚菜共生系統有無蚯蚓對水的亞硝酸鹽之影響

亞硝酸鹽一直都適當的範圍內，但對照組有過量，但蚯蚓其他箱並無此狀況發生（如圖十三）。



圖十三、每天亞硝酸鹽變化

三、比較水耕式魚菜共生系統與蚓魚菜共生系統對魚隻生長效益之影響

經測量後發現水耕式魚菜共生系統的魚換肉率為 17.5，蚓魚菜共生系統的魚換肉率為 701.6，對照組的魚換肉率為-480.3。比較這三種可以發現，魚隻換肉率為水耕式魚菜共生系統 > 蚓魚菜共生系統 > 對照組。

四、探討蚓魚菜共生系統對蚯蚓存活率之影響

經公式(兩周後蚯蚓存活數 30 隻/原本蚯蚓存活數 30 隻×100%=100%)計算後得知蚯蚓的存活率為百分之百，表示蚯蚓可以在發泡煉石中生存，且我們發現蚯蚓會附著在植株的根部。

五、未來展望

我們這次實驗只了解到蚓魚菜共生系統 > 魚菜共生系統 > 水耕 > 土耕對植株生長效益且甜心蘿蔓為最佳，我們希望以後可以發掘更多種不同的魚菜共生系統(蟹菜共生)，並研究出可以讓植株生長的最好的魚菜共生系統且實驗更多不同品種的植株(菠菜、豆類)。

綜合上述結果得知，蚯蚓確實可以幫助魚菜共生、植株、魚隻生長效益及水質更佳，未來來我們希望可以找出其他可幫助魚菜共生的動物。

參考資料

- 一、劉品蘭、張洛榕 (2016)。今天農夫換「魚」做。國小組，生物科，金門地區第五十六屆中小學科學展覽會。
- 二、謝介士、葉瑾瑜、陳紫嫻 (2010)。生物作用對 PH 值及鹼度之影響，水產試驗所。
- 三、村長 (2015)。蟹菜共生系統養出肥美大閘蟹，悠活農村。
- 四、Aaron。蚯蚓在水里会死吧？，wormmy。
- 五、于家居 (2020)。盆栽的植物為什麼不能有蚯蚓？，焦點三農。