

中華民國第 65 屆中小學科學展覽會

作品說明書

國中組 生活與應用科學科(三)

(鄉土)教材獎

033013

田間福壽螺大作戰—環保驅避防治策略研究

學校名稱： 宜蘭縣立宜蘭國民中學

作者： 國二 黃皓晨 國一 徐晨峻 國二 李恩宇	指導老師： 吳宛如 張簡連松
-----------------------------------------------	------------------------------

關鍵詞： 福壽螺、費洛蒙、水波震動

摘要

福壽螺為水田常見害蟲，繁殖力強且啃食性高，對農作生長造成威脅。掌握其行為與生理特性，有助於發展兼具環保與效率的防治策略。研究指出，牠們在25.0~30.0°C間最活躍，15.1°C則行動受限；偏好水下覓食，降低水位與於出入口投放雜草、葉菜可分散覓食壓力。福壽螺對腥味具排斥性，遇危險會釋放費洛蒙警示同伴，且對震動高度敏感，水波干擾可抑制其活動力。繁殖方面，牠們偏好於粉紅色瓦楞板產卵，覆蓋保鮮膜有助於集中清除。其卵含蝦紅素與膠原蛋白，具生技應用潛力。綜合水溫、水位、誘餌、震動與產卵控制等策略，可有效降低啃食率、提高稻苗存活，有助推動永續農業與生物多樣性保育。

壹、前言（含研究動機、目的、文獻回顧）

研究動機

在漢人的飲食文化中，「米」是不可或缺的基礎食材，也承載著豐富的文化意義。然而，近年來，福壽螺這一外來入侵物種的攪局，對稻米的產量造成了極大的威脅，導致稻田生產逐年減少。福壽螺以摧毀水稻為生，成為農民們的嚴重困擾，甚至成為農民的惡夢。對於農民而言，看著自己辛苦培育的稻田日益衰退，心中充滿了無奈和惋惜，我們也不願眼睜睜看著這片承載著世代希望的稻田逐漸隕落，並且我們不希望以化學農藥的方式來解決這些問題。因此，我們希望將福壽螺轉變為有價值的生物，為農業帶來新的契機。透過這次實驗，我們期望能夠找出環保永續的方式來抑制福壽螺，並有效地恢復稻穀的產量，從而達到生態平衡，同時讓稻田重拾昔日的生機與風采。這不僅是對抗外來入侵物種的挑戰，更是對農田永續發展的探索。我們相信，通過創新的方法，我們能夠為未來的農業鋪設一條更加穩定與繁榮的道路。

目的

- 一、探討福壽螺在不同水溫下的啃食稻苗情形
- 二、研究稻苗在水面上或水面下時，福壽螺的啃食行為差異
- 三、探討在水面下種植雜草是否能減緩福壽螺對稻苗的啃食
- 四、比較福壽螺對不同處理方式誘餌的喜愛程度
- 五、研究福壽螺在有費洛蒙環境下啃食稻苗情形是否減緩
- 六、探討福壽螺對聲音或振動干擾的反應
- 七、比較福壽螺在流動或封閉水域下的啃食稻苗情形
- 八、比較福壽螺在不同顏色瓦楞版上的產卵情形
- 九、研究福壽螺卵在不同天數的鮮紅程度變化
- 十、探討福壽螺卵在不同天數的抗氧化能力變化

文獻回顧

福壽螺（*Ampullarium canaliculatus*）為淡水螺，屬腹足綱蘋果螺科，與梯狀福壽螺、元寶螺同為台灣常見蘋果螺。原產南美洲，約1979～1980年非法引入台灣養殖食用，因口感不佳被棄置，1982年即有危害水稻的報導。其適應力與繁殖力強，1986年台灣農業損失超過三千萬美元，並蔓延至東南亞各地，成為水田害蟲。此外，福壽螺可能傳播寄生蟲，如可引發嗜伊紅性腦膜炎的廣東住血線蟲，成為衛生問題，需全民防治。其適應力極強，水溫低於20℃或高於30℃時會休眠達6個月，遇水即恢復活動。5～7月為成螺高峰期，幼螺約70～80天達性成熟，雌雄同體、異體受精，交配後10～12天產卵，每卵塊約200～300粒，一年四個產卵期，壽命1～3年以上。卵多產於水面以上的植物、牆岸、電線桿等處。

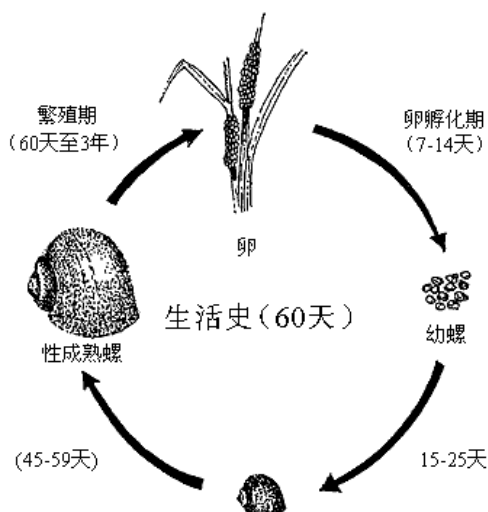


圖1 福壽螺生活史(本圖片引自蘋果蝸牛網站照片(福壽螺的治理策略，出處詳參考文件資料四))

實驗流程圖

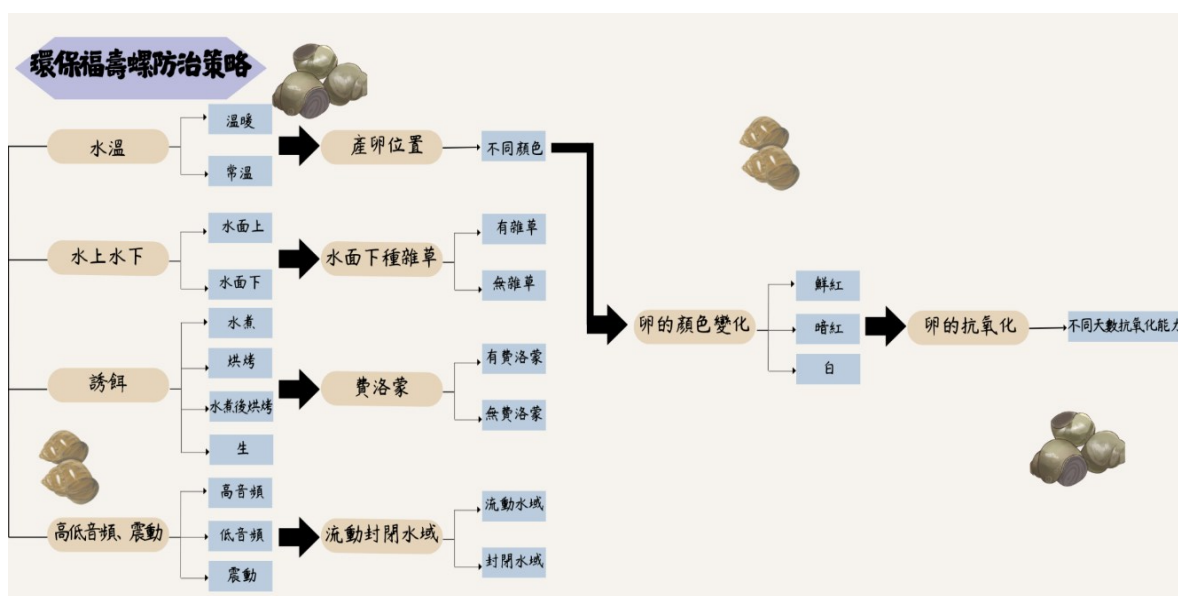


圖2 實驗流程圖(本圖片由作者親自製作)

貳、研究設備及器材





一、藥品(本照片由作者親自拍攝)

		
雙氧水	碘液 (I ₂)	澱粉


二、器材(本照片由作者親自拍攝)

			
溫度計	滴管	燒杯	量筒
			
鐵製量杯	研鉢	手術刀	小鑷子
			
波棒	試管	試管架	音叉


三、儀器 (本照片由作者親自拍攝)

			
抽水馬達	加熱棒	電子秤	分光光度計

四、廢棄物(本照片由作者親自拍攝)


保麗龍

五、其他(本照片由作者親自拍攝)

			
福壽螺	福壽螺卵塊	瓦斯爐	烤箱
			
橡皮水管	大塑膠收納箱	魚(朱文錦)	瓦楞板

			
水管	水管轉接	公母牙質	塑膠墊片
			
塑膠桶	計時器	迴紋針	種菜塑膠杯
			
鐵夾子	珊瑚	彈珠	發泡煉石
			
稻苗	網袋	鐵鎚	龍葵

六、設備及軟體(本照片由作者親自拍攝)



※螺魚稻共生系統製作過程(本照片由作者親自拍攝)

螺魚稻共生系統包含3池：養魚(魚池)、種稻+養福壽螺(擬稻田池)、水循環(硝化池)

1. 魚池(養魚)：

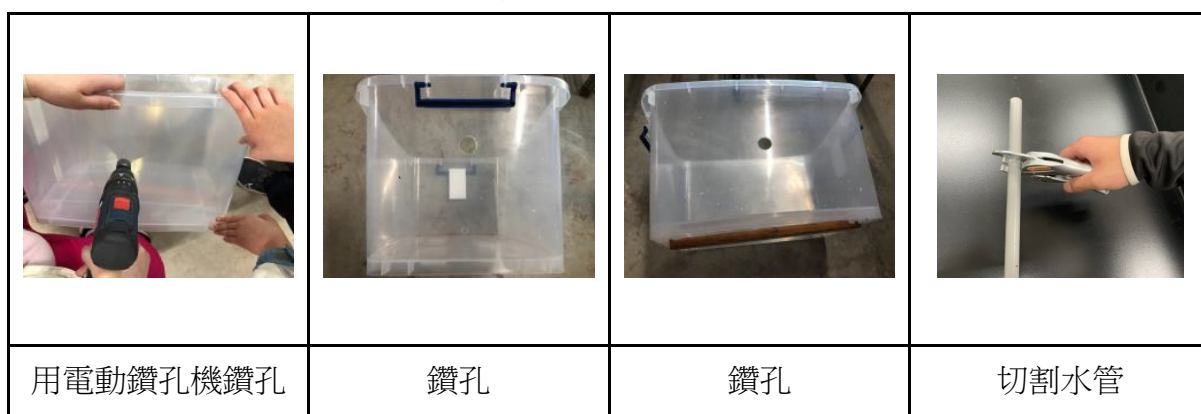
取一個長方形塑膠收納箱，在其正前方高度(由上而下7公分，由左而右21公分)用電動鑽孔機打一個直徑2.5cm的圓孔，並在池中放入10隻朱文錦魚，有助於清理水中雜質，並達到生態環保永續。




2. 模擬稻田(種稻+養福壽螺)：

取一個長方形塑膠收納箱，在正前方高度(由上而下7cm/由左到右21cm)用電動鑽孔機打一個直徑2.5cm的圓孔。在上放入割有12個洞口的保麗龍浮板，在每個杯子中種10株稻苗共12杯，並放入浮板的洞口中，最後把福壽螺放到浮板上的間隙。我們模擬了稻田中的環境，像是將裝置放於陽台模擬戶外環境。裝置中水循環模擬稻田流動環境。並將水質控制在pH值弱酸(約pH5.5~pH6.0)模擬稻中pH值。使擬稻田池與實際稻田有更相似環境，避免實驗誤差。

3. 硝化池(水循環)：

取一個長方形塑膠收納箱，在正前方高度(由上而下14cm/由左到右21cm)用電動鑽孔機打一個直徑2.5cm的圓孔，在裡頭放入抽水馬達，藉此達到水循環。最後在池中放入生鏽的迴紋針穩定鐵質；放入珊瑚穩定水中鈣質。



			
組裝	組裝完成	放入珊瑚及迴紋針	螺魚稻共生系統

參、研究過程或方法

一、探討福壽螺在不同水溫下啃食稻苗情形 (本照片由作者親自拍攝)

(一) 建立螺魚稻共生系統

1. 在擬稻田池內放置固定切割好的保麗龍，以利稻苗種植與福壽螺放置。
2. 準備兩組實驗系統，確保變因控制(實驗組加熱、對照組不加熱)。

(二) 種植稻苗

1. 每杯種植 10 株稻苗，共 12 杯，每組合計120 株稻苗。
2. 將稻苗固定於保麗龍上，使其根部伸入水中。

(三) 魚類放養 1.在每組魚池內放入 10 隻朱文錦魚，維持生態共生環境。

(四) 水溫調控

1. 在實驗組的魚池內放入加熱棒，調節水溫。
2. 每組系統加入80 公升的水，啟動抽水馬達，使水體流動均勻。

(五) 開始實驗

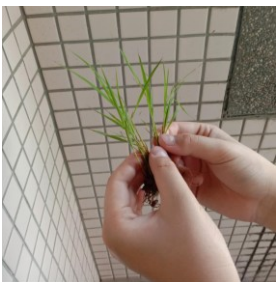
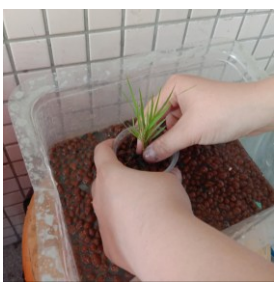

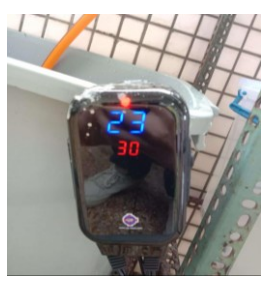
1. 測量水溫，實驗組調整至實驗設定溫度(24℃)，對照組室溫(15℃)。
2. 將福壽螺夾至保麗龍中間區域。


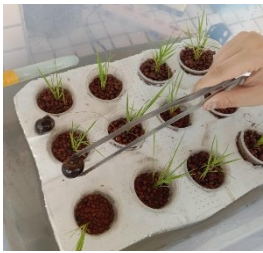
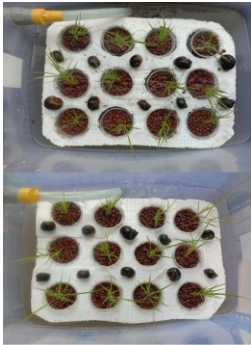

(六) 連續觀察與記錄

1. 每天定期觀察並記錄福壽螺的活動情形(是否移動)。
2. 記錄稻苗受損程度(被啃食的葉片數量、損壞面積等)。

(七) 實驗時程

1. 連續觀察 3 天，每天固定時間拍照記錄變化。
2. 對比不同水溫下的啃食速率，分析水溫與福壽螺取食行為的關聯性。

			
數10株稻苗	將稻苗種入種植杯	種植在擬稻田中	在魚池放入加熱棒

			
測量水溫	福壽螺夾入擬稻田	開始實驗	一天後數剩餘稻苗

二、研究稻苗在水面上或水面下時，福壽螺的啃食行為差異 (本照片由作者親自拍攝)

(一) 重複目的一步驟

(二) 種植稻苗

1. 水面上種植6杯稻苗(每杯10株，共60株)。
2. 水面下種植6杯稻苗(每杯10株，共60株)。

(三) 放置福壽螺


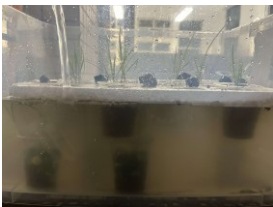
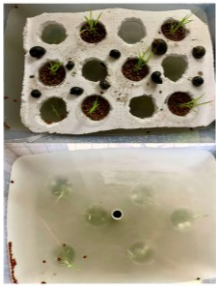

1. 將福壽螺夾至保麗龍中央區域，確保其可自由移動至水面或水底取食。
2. 放置10隻福壽螺，以維持變因一致。

(四) 開始實驗與監測

1. 每天定期觀察並記錄：
 - (1) 福壽螺的活動範圍(偏好水面上或水面下)。
 - (2) 稻苗受損情況(啃食數量、損壞程度)。

(五) 實驗時程

1. 連續觀察 3 天，每日固定時間拍照記錄變化。
2. 分析福壽螺的啃食偏好，判斷是否水位管理能影響其取食行為。

			
水面下的稻苗加入彈珠使其沉入水底	稻苗種植在擬稻田池水面上及水面下	開始實驗	一天後數剩餘稻苗

三、探討在水面下種植雜草是否能減緩福壽螺對稻苗的啃食 (本照片由作者親自拍攝)

(一) 重複目的二步驟

(二) 種植植物

1. 水面上種植6杯稻苗(每杯10株，共60株)。
2. 水面下種植6杯龍葵(模擬水底雜草環境)。

(三) 放置福壽螺



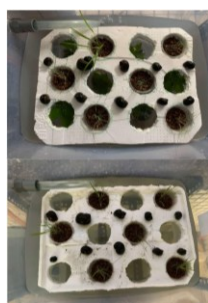

1. 將福壽螺夾至保麗龍中央區域，確保其可自由移動至水面或水底取食。
2. 放置10隻福壽螺，以維持變因一致。

(四) 開始實驗與監測

1. 每天定期觀察並記錄：
 - (1) 稻苗受損情況(啃食數量、損壞程度)。
 - (2) 水底龍葵是否影響福壽螺的取食行為(是否減少稻苗被啃食)。

(五) 實驗時程

1. 連續觀察 3 天，每日固定時間拍照記錄變化。
2. 分析福壽螺的啃食偏好，判斷是否水位管理能影響其取食行為。

			
水面下的龍葵加入彈珠使其沉入水底	稻苗種植在擬稻田池水面上	開始實驗	一天後數剩餘稻苗

四、比較福壽螺對不同處理方式誘餌的喜愛程度 (本照片由作者親自拍攝)

(一) 準備福壽螺與誘餌處理

1. 選取 25 隻福壽螺，清洗後隨機分成 5 組，每組 5 隻。
2. 依不同處理方式，將福壽螺製成誘餌：
 - (1) 生的：使用鐵鎚打碎並分離殼與肉。
 - (2) 水煮的：加入 500.0 mL 水，使用瓦斯爐水煮 5 分鐘，取出後使用鐵鎚打碎並分離殼與肉。
 - (3) 烘烤的：180°C 烤箱烘烤 30 分鐘，取出後使用鐵鎚打碎並分離殼與肉。
 - (4) 水煮後烘烤的：先加入 500.0mL的水，水煮5 分鐘，再以 180°C 烘烤 30 分鐘，取出後使用鐵鎚打碎並分離殼與肉。
 - (5) 純泥土（對照組）：準備 100.0 g 泥土，不加入螺肉。

(二) 準備實驗環境

1. 將處理後的誘餌分別裝入小型塑膠桶（共 5 桶）。
2. 每桶加入 100.0 g 泥土，攪拌 5 次以釋放氣味。

(三) 進行誘捕實驗

1. 每個桶內放入 6 隻福壽螺，以減少個體差異影響結果。
2. 讓福壽螺自由選擇誘餌，持續觀察 3 天。
3. 每日記錄福壽螺的移動狀況，比較不同處理方式的誘餌對福壽螺的吸引力。

(四) 分析與結果

1. 統計 3 天內每組福壽螺停留的時間與數量，分析最受福壽螺喜愛的誘餌類型。

			
清洗福壽螺	水煮福壽螺	烘烤福壽螺	水煮後烘烤福壽螺
			
使用鐵鎚敲碎分離殼與肉	測量泥土重量	開始實驗並觀察福壽螺的移動情形	記錄福壽螺的移動情形

五、研究福壽螺在有費洛蒙環境下啃食稻苗情形是否減緩 (本照片由作者親自拍攝)

(一) 重複目的一步驟。

(二) 準備稻苗與試驗組別。

1. 準備24杯稻苗，每杯10株，共240株稻苗。
2. 分成 2 組(實驗組與對照組)，每組12杯稻苗(共120 株)。

(三) 費洛蒙處理




1. 依據目的四實驗方法，取10隻福壽螺進行生物處理(打碎螺體以釋放費洛蒙)。

2. 將處理好的福壽螺裝入網袋，確保物質能緩慢釋放到水體中。
3. 將網袋放入處理組的擬稻田池，對照組則不放置費洛蒙網袋。
4. 讓裝置運轉 24 小時，確保費洛蒙充分釋放並擴散於水中。

(四) 進行啃食實驗

1. 一天後，將福壽螺放入稻田池，每組稻田放置10隻福壽螺，確保變因一致。
2. 連續實驗3天與記錄稻苗的啃食情形。
3. 比較實驗組與對照組的差異，分析費洛蒙是否有效降低福壽螺的啃食行為。

(五) 分析與結果：統計不同稻苗受損程度，並比較處理組與對照組的啃食減少比例。

			
清洗福壽螺	使用鐵鎚敲碎分離殼與肉	裝進網袋裡	完成好2袋
			
固定在擬稻田池的左右兩側	水裡出現費洛蒙	開始實驗	一天後數剩餘稻苗

六、探討福壽螺對聲音或振動干擾的反應 (本照片由作者親自拍攝)

(一) 實驗環境準備

1. 準備 4 個相同塑膠桶。
2. 每桶加入 1000mL 水。
3. 挑選 20 隻福壽螺，確認其活動力正常，避免個體差異影響結果。

(二) 分組與實驗設置

1. 在每個塑膠桶內放入 5 隻福壽螺，並排成十字型，確保初始位置相似。
2. 將 4 個塑膠桶間隔 50cm 擺放，避免聲音干擾影響其他桶內的福壽螺行為。

3. 實驗組與對照組設置如下：

- (1) 高音頻干擾組：播放高音頻音樂李佳薇《煎熬》。
- (2) 低音頻干擾組：播放低音頻音樂趙鵬《低音精選歌曲》。
- (3) 振動干擾組：使用音叉每 5 分鐘敲擊一次，製造振動干擾。
- (4) 對照組（無干擾）：不播放音樂或施加振動，以觀察自然活動狀況。

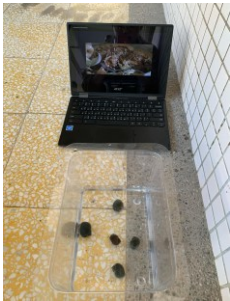



(三) 干擾施加與實驗進行

1. 高、低音頻干擾組：使用兩台電腦播放高音頻與低音頻音樂，音量調至 100% 並循環播放，確保干擾持續。
2. 振動干擾組：準備一個音叉，每 5 分鐘干擾一次，在水面製造振動。
3. 對照組：不進行任何干擾，作為基準比較組。

(四) 觀察與數據記錄

1. 實驗開始計時 90 分鐘，在 30、60、90 分鐘時進行 3 次記錄，記錄福壽螺的活動情形(是否有移動)。
2. 統計各組福壽螺活動情形，分析高音、低音、振動是否影響其行為。

(五) 分析與結果：比較不同聲音與振動干擾對福壽螺活動的影響。

			
高音頻干擾組 (李佳薇-煎熬)	低音頻干擾組 (趙鵬-低音精選曲)	振動干擾組(音叉5 分鐘振動干擾一次)	對照組(無干擾)

七、比較福壽螺在流動或封閉水域下的啃食稻苗情形(本照片由者親自拍攝)

(一) 同研究目的一步驟。

(二) 建立實驗系統

1. 在擬稻田池內放置固定切割好的保麗龍，提供稻苗種植與螺類活動的基質。
2. 準備兩組實驗系統：
 - (1) 封閉水域組（無水流-靜態）。
 - (2) 流動水域組（持續水流-動態）。
 - (3) 在流動水域組內放置抽水馬達，模擬田間水流環境，確保水體持續流動。

(三) 種植稻苗

1. 每杯種植 10 株稻苗，共 24 杯，合計 240 株，每組 120 株。

(四) 放置福壽螺



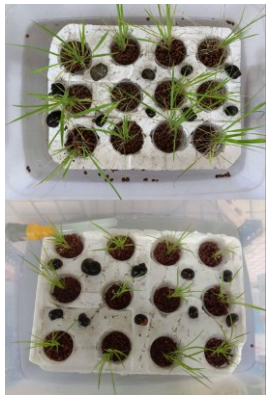

1. 將福壽螺夾至保麗龍中間區域，確保其可自由移動至水面上或水面下取食。
2. 每組實驗池放 10 隻相同數量的福壽螺，確保變因一致。

(五) 開始實驗與監測

1. 每天定期觀察並記錄：
 - (1) 福壽螺的移動情形(是否偏好水流區或靜水區)。
 - (2) 稻苗受損情況(啃食葉片數量、損壞程度)。
2. 觀察福壽螺是否更偏好水面上或水面下的稻苗。

(六) 實驗時程

1. 連續觀察 3 天，每日固定時間拍照記錄變化。
2. 對比流動與封閉水域下的啃食速率，分析水流對福壽螺行為的影響。

			
流動水域	封閉水域	開始實驗	一天後數剩餘稻苗

八、比較福壽螺在不同顏色瓦楞版上的產卵情形 (本照片由作者親自拍攝)

(一) 同研究目的一步驟

(二) 實驗環境準備

1. 準備3組螺魚稻共生系統並貼上八種不同顏色的瓦楞板，分別貼在箱子內部四個側面，確保瓦楞板顏色鮮明且面積相等(規格)。

(三) 福壽螺培養與產卵

1. 放入 50 隻福壽螺，讓其自由交配與產卵。



(四) 觀察與數據記錄

1. 每天固定時間，觀察並記錄每種顏色瓦楞板上的產卵數量。
 - (1) 產卵的總數量。
 - (2) 各顏色瓦楞板上產卵的分布情形。
2. 持續觀察 14 天，確保有足夠卵數比較分析。

(五) 產卵後續處理

1. 不計算稻苗數量，本實驗專注於產卵情形。
2. 產下的卵可用於後續研究目的九及十的相關實驗。

(六) 分析與結果:比較不同顏色瓦楞板上的產卵數量，福壽螺是否對特定顏色偏好。

	
箱子的四面貼上不同顏色的瓦楞板	放入50隻福壽螺來交配並產卵

九、研究福壽螺卵在不同天數的鮮紅程度變化 (本照片由作者親自拍攝)

(一) 實驗準備與卵收集

1. 輕柔取下產於瓦楞板上的福壽螺卵，確保卵完整，並將其移至透明塑膠桶，以便統一環境與觀察。
2. 確保塑膠桶內部乾燥，避免因濕度影響卵的顏色變化。

(二) 影像紀錄與控制變因

1. 每 24 小時固定時間拍攝一次，連續記錄 10 天，確保數據連貫性。
2. 拍攝環境控制：
 - (1) 拉下窗簾，關閉外界光源，避免自然光影響顏色判讀。
 - (2) 開啟教室內部固定燈源，確保每次光線條件一致。
 - (3) 使用同一台相機（原始設定、不調整白平衡、曝光等）。
 - (4) 固定拍攝位置與角度，可使用腳架確保相機與樣本位置不變。

(三) 數據整理與分析

1. 將 10 天拍攝的照片整理對比，排列順序以觀察顏色變化趨勢。
2. 對比不同天數福壽螺卵的鮮紅程度，可透過以下方式分析：
 - (1) 目視判斷（人工比對顏色變化）。
 - (2) 色彩分析工具(電腦應用程式取色比對 RGB 值)。
 - (3) 取10次數值求平均。
3. 找出福壽螺卵顏色最鮮紅的時間點，並記錄該時間的特徵。

	
拍攝福壽螺卵	取色比對福壽螺卵RGB(R)值

十、探討福壽螺卵在不同天數的抗氧化能力變化(本照片由作者親自拍攝)

(一) 雙氧水法

1. 準備實驗溶液

(1) 雙氧水稀釋：取 35% 雙氧水，依比例調製為 4% 雙氧水溶液(濃度如何配置)。

(2) 樣本製備與處理

2. 取不同天數的福壽螺卵，分別選取3 顆作為一組樣本。

3. 使用研鉢搗碎卵樣本：

(1) 將 3 顆福壽螺卵放入研鉢，加入3mL 的蒸餾水。

(2) 均勻搗碎至無顆粒狀態，確保蛋白質充分釋出。

4. 進行抗氧化反應測試(在試管中進行反應)：

(1) 加入 3.0mL 的 4% 雙氧水溶液。

(2) 加入 3.0mL 的福壽螺卵液。

(3) 滴入 1 滴洗潔精。

(4) 攪拌 3 下。

(5) 計時 1 分鐘，等待反應完成。

(6) 測量泡沫反應高度，記錄數據。

(7) 數據分析與結果判斷

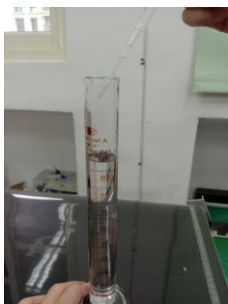







(8) 泡沫高度越高，代表抗氧化能力越強。

5. 比較不同天數的福壽螺卵樣本，分析抗氧化能力的變化趨勢。

			
調配出4%雙氧水	取3顆福壽螺卵	加入水於研鉢搗碎	搗碎至無顆粒
			
混合後攪拌三下	按下計時器	開始計時一分鐘	測量泡沫反應高度

(二) 碘滴定法

1. 準備碘滴定溶液:取99.0g 的水倒入燒杯中，加入 1.0g 碘液與1g 澱粉，充分攪拌，形成紫紅色溶液。
2. 樣本製備與處理
 - (1) 取不同天數的福壽螺卵，分別選取3 顆作為一組樣本。
 - (2) 使用研鉢搗碎卵樣本：
 - A. 將 3 顆福壽螺卵放入研鉢，加入3.0mL 的蒸餾水。
 - B. 均勻搗碎至無顆粒狀態，確保樣本均勻混合。
3. 進行碘滴定反應測試
 - (1) 混合碘溶液與樣本液：
 - A. 取 3.0mL 碘液與3mL 福壽螺卵液混合。
 - B. 攪拌 3 下，確保試劑混合均勻。
 - C. 計時 1 分鐘，觀察反應。
 - (2) 1 分鐘後進行稀釋測試：
 - A. 將溶液稀釋 10 倍。
 - B. 取 10mL 稀釋液，進行分光光度計測量透光度。
 - C. 測量 3 次，求平均值以確保數據穩定性。

			
取99ml的水	取1ml的碘液及1g的澱粉	加入裝好水的燒杯攪拌均勻成紫紅色	取3顆福壽螺卵加入水於研鉢搗碎
			
取3ml福壽螺卵液和3ml碘滴定溶液	倒入試管混合攪拌三下後計時1分鐘	稀釋10倍後取10ml	放入分光光度計按下讀數數據即出

☆分光光度計操作方法詳列如下：

1. 開啟電源並暖機，確保儀器穩定運作。
2. 準備空白樣品：在比色槽中放入 10 mL 蒸餾水，確保比色槽 清潔且乾燥。
3. 選擇測量波長：設定 偵測波長 420 nm（因溶液呈紫紅色，紫光波長範圍約為 410nm ~440nm）。
4. 校正穿透度 (T, Transmittance)：
 - (1) 將空白樣品設定 100% T（光線完全穿透時）。
 - (2) 取出空白樣品。
5. 測量待測樣品：放入待測樣品，即可讀取穿透度數值。

肆、研究結果

一、探討福壽螺在不同水溫下的啃食稻苗情形 (本照片由作者親自拍攝)

項目	水溫(24.2℃)	水溫(15.1℃)
原始稻苗		
啃食後稻苗		

表一 福壽螺在不同水溫下三天分別啃食稻苗情形

項目 \ 不同水溫(℃) 稻苗數量(株)	水溫(24.2℃)	水溫(15.1℃)
原始稻苗數量(每日更換)	120	120
第一天剩餘/啃食稻苗數量	103 / 17	115 / 5
第二天剩餘/啃食稻苗數量	107 / 13	116 / 4
第三天剩餘/啃食稻苗數量	104 / 16	115 / 5
平均剩餘稻苗數量	104.7	115.3
平均啃食稻苗數量	15.3	4.7
平均倒塌稻苗數量	10	1.7

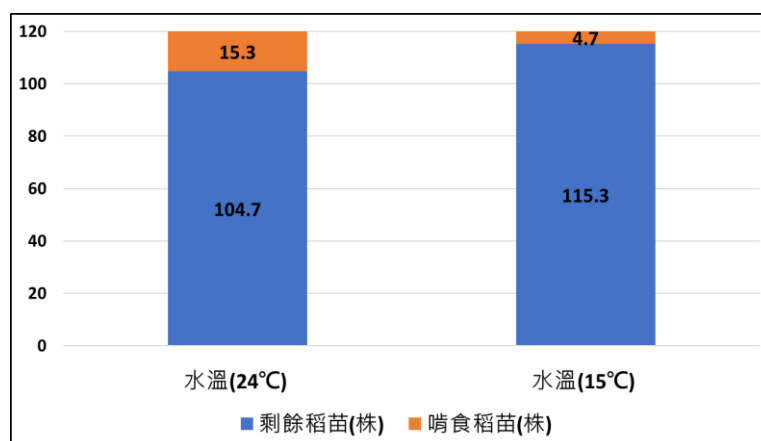
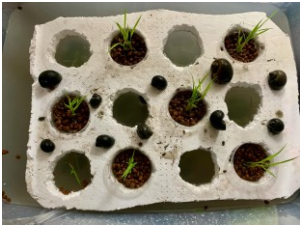


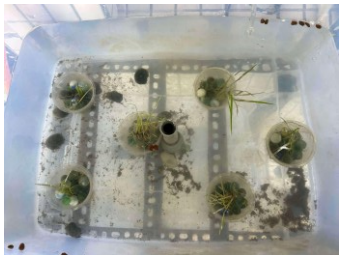


圖3 福壽螺在不同水溫下平均一天剩餘及啃食稻苗情形 (本圖片由作者親自製作)

二、研究稻苗在水面上或水面下時，福壽螺的啃食行為差異 (本照片由作者親自拍攝)

項目	水面上	水面下
原始稻苗		
啃食後稻苗		

表二 福壽螺在水面上和水面下連續3天啃食稻苗情形

項目 \ 稻苗數量(株)	水面上	水面下
原始稻苗數量(每日更換)	60	60
第一天剩餘/啃食稻苗數量	60 / 0	36 / 24
第二天剩餘/啃食稻苗數量	57 / 3	40 / 20
第三天剩餘/啃食稻苗數量	60 / 0	39 / 21
平均剩餘稻苗數量	56.7	38.3
平均啃食稻苗數量	3.3	21.7
平均倒塌稻苗數量	1.3	10.7

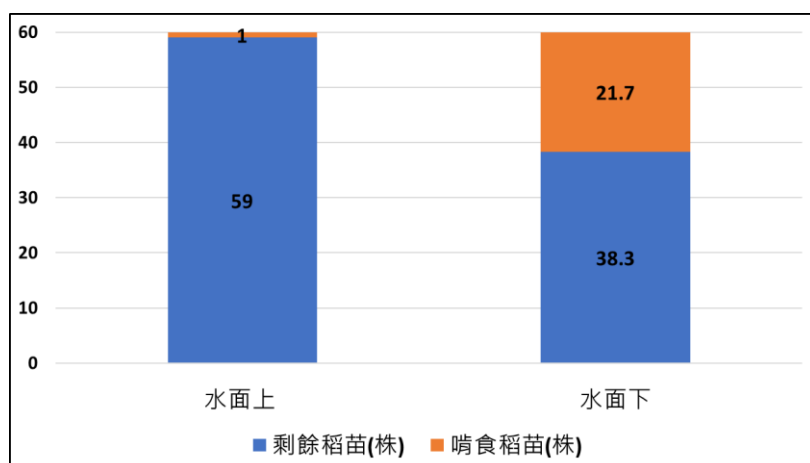


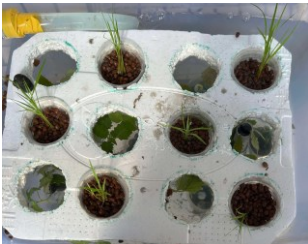



圖4 福壽螺在水面上和水面下平均一天剩餘及啃食稻苗情形 (本圖片由作者親自製作)

三、探討在水面下種植雜草是否能減緩福壽螺對稻苗的啃食 (本照片由作者親自拍攝)

項目	水面下有種植雜草(條件)	水面下無種植雜草(條件)
原始稻苗		
啃食後稻苗		

表三 水面下是否有種植雜草福壽螺連續3天啃食稻苗情形

有無雜草 稻苗數量(株) 項目	有雜草	無雜草
原始稻苗數量(每日更換)	60	60
第一天剩餘/啃食稻苗數量	57 / 3	49 / 11
第二天剩餘/啃食稻苗數量	56 / 4	47 / 13
第三天剩餘/啃食稻苗數量	57 / 3	46 / 14
平均剩餘稻苗數量	56.7	47.3
平均啃食稻苗數量	3.3	12.7
平均倒塌稻苗數量	1.3	4.7

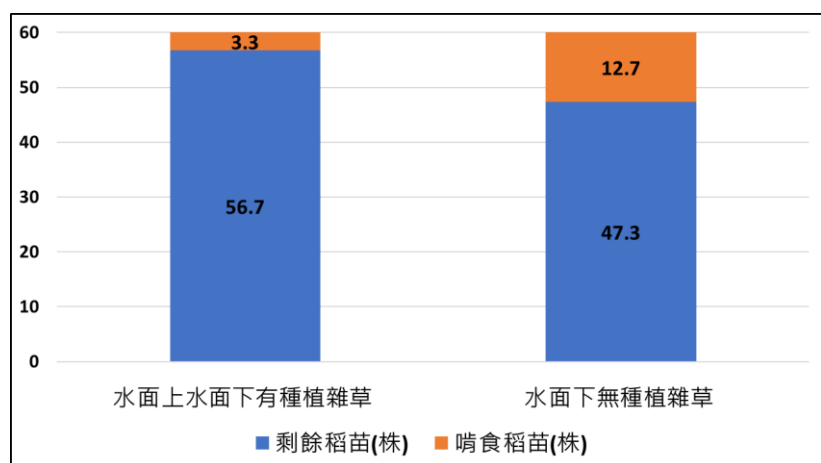


圖5 水面下是否有種植雜草福壽螺平均一天剩餘及啃食稻苗情形
(本圖片由作者親自製作)

四、比較福壽螺對不同處理方式誘餌的喜愛程度(本照片由作者親自拍攝)

福壽螺在桶子內部	福壽螺在桶子壁上	福壽螺在桶子外部

表四 福壽螺在不同處理方式誘餌環境下平均移動狀況(母數6隻)

處理方式 福壽螺(隻) 移動位置	水煮	烘烤	水煮後烘烤	生	純土
桶子內部	4.7 隻	4.7 隻	4.3 隻	1.7 隻	6 隻
桶子壁上	1.3 隻	1.3 隻	1.7 隻	1.3 隻	0 隻
桶子外部	0 隻	0 隻	0 隻	3 隻	0 隻

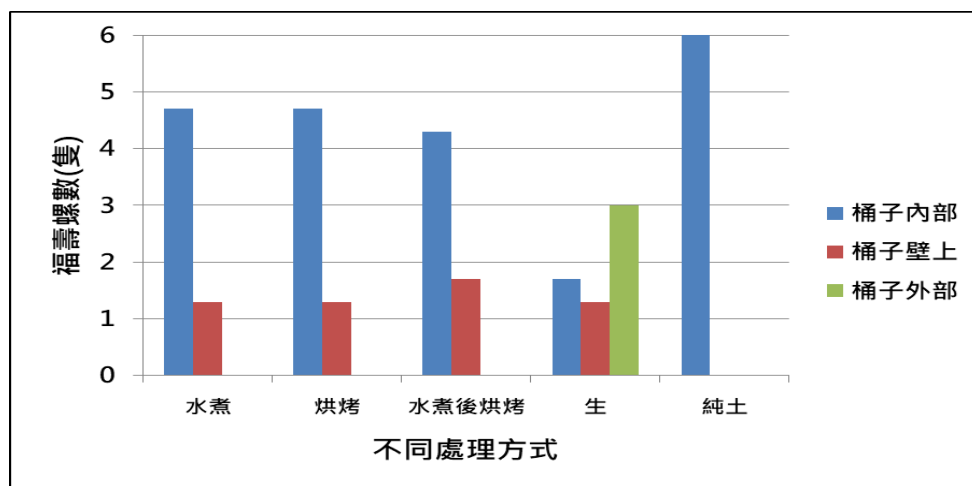


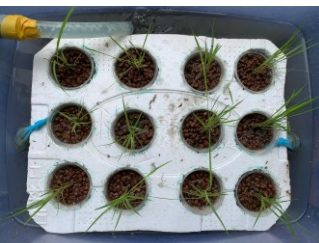
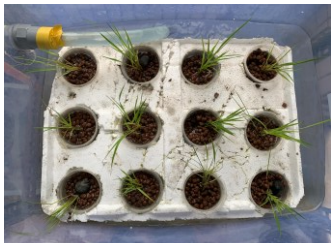


圖6 福壽螺在不同處理方式誘餌環境下平均移動狀況 (本圖片由作者親自製作)

五、研究福壽螺在有費洛蒙環境下啃食稻苗情形是否減緩 (本照片由作者親自拍攝)

項目	螺魚稻共生系統有費洛蒙	螺魚稻共生系統無費洛蒙
原始稻苗		
啃食後稻苗		

表五 福壽螺在螺魚稻共生系統內有無費洛蒙連續3天啃食稻苗情形

項目 \ 有無費洛蒙 稻苗數量(株)	有費洛蒙	無費洛蒙
	有費洛蒙	無費洛蒙
原始稻苗數量(每日更換)	120	120
第一天剩餘/啃食稻苗數量	120 / 0	103 / 17
第二天剩餘/啃食稻苗數量	120 / 0	101 / 19
第三天剩餘/啃食稻苗數量	118 / 2	102 / 18
平均剩餘稻苗數量	119.3	102
平均啃食稻苗數量	0.7	18
平均倒塌稻苗數量	0	8.7

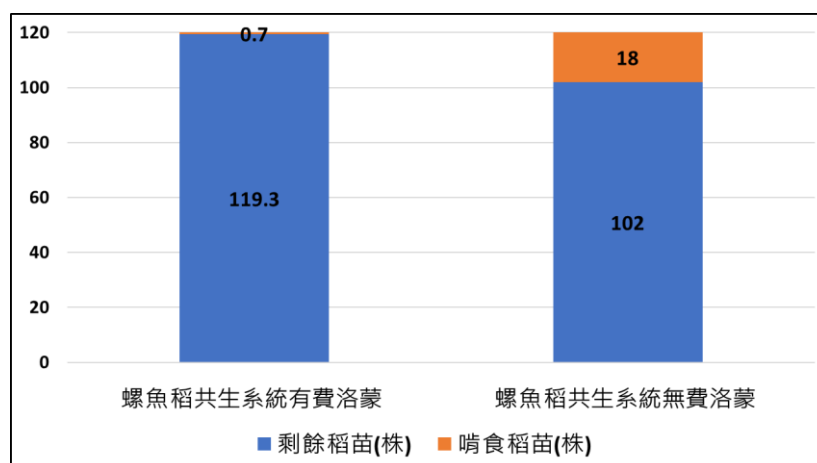


圖7 福壽螺在螺魚稻共生系統內有無費洛蒙平均一天剩餘及啃食稻苗情形
(本圖片由作者親自製作)

六、探討福壽螺對聲音或振動干擾的反應 (本照片由作者親自拍攝)

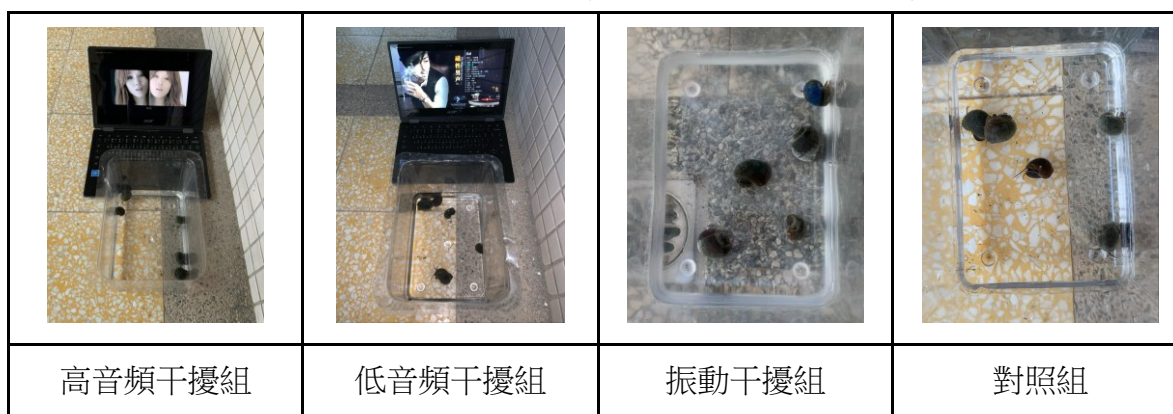


圖8 福壽螺對聲音或振動干擾的反應 (本圖片由作者親自製作)

表六 不同環境干擾對福壽螺收縮與活動行為之影響(母數5隻)

干擾方式 福壽螺伸展數(隻) 時間(分)	高音頻干擾組	低音頻干擾組	振動干擾組	對照組
30 分鐘	5 隻	4 隻	0 隻	5 隻
60 分鐘	5 隻	5 隻	0 隻	5 隻
90 分鐘	5 隻	5 隻	0 隻	5 隻
平均	5 隻	4.7 隻	0 隻	5 隻

*福壽螺伸展數：

福壽螺在移動時會伸展身體並伸出觸鬚。我們觀察到，在自然環境中，福壽螺會自由移動；而當處於不適的環境時，牠們則會縮入殼內，幾乎不動。因此，我們以福壽螺伸展身體的作為指標，來評估不同環境條件對其行為表現影響程度。

	
福壽螺伸展	福壽螺收縮

圖9 福壽螺收縮與活動狀況 (本照片由作者親自拍攝)

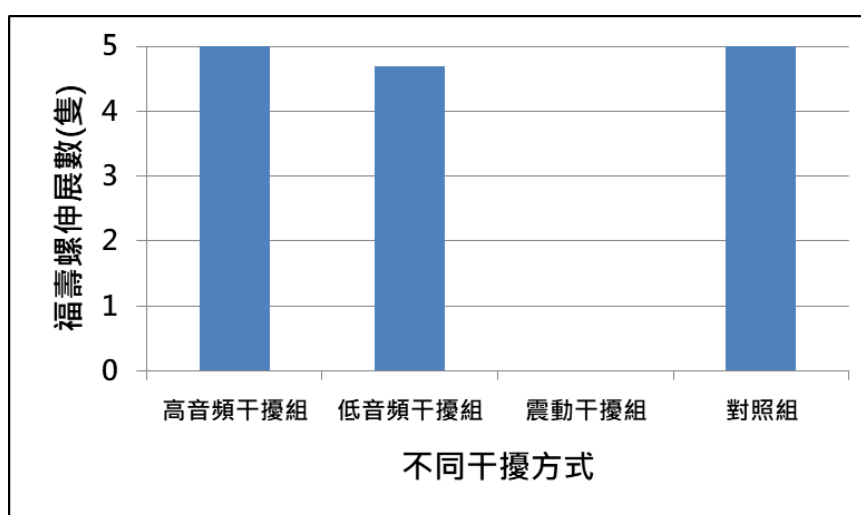
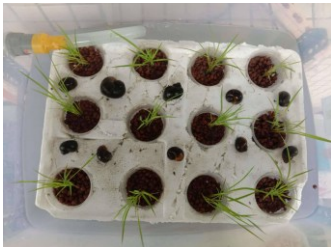





圖10 不同環境干擾對福壽螺收縮與活動行為之影響 (本圖片由作者親自製作)

七、比較福壽螺在流動或封閉水域下的啃食稻苗情形 (本照片由作者親自拍攝)

項目	流動水域	封閉水域
原始稻苗		
啃食後稻苗		

表七 福壽螺在螺魚稻共生系統內水域流動和封閉連續3天啃食稻苗情形

項目 \ 稻苗數量(株)	流動水域	封閉水域
原始稻苗數量(每日更換)	120	120
第一天剩餘/啃食稻苗數量	105 / 15	92 / 28
第二天剩餘/啃食稻苗數量	107 / 13	95 / 25
第三天剩餘/啃食稻苗數量	104 / 16	93 / 27
平均剩餘稻苗數量	105.3	93.3
平均啃食稻苗數量	14.7	26.7
平均倒塌稻苗數量	11	18.7

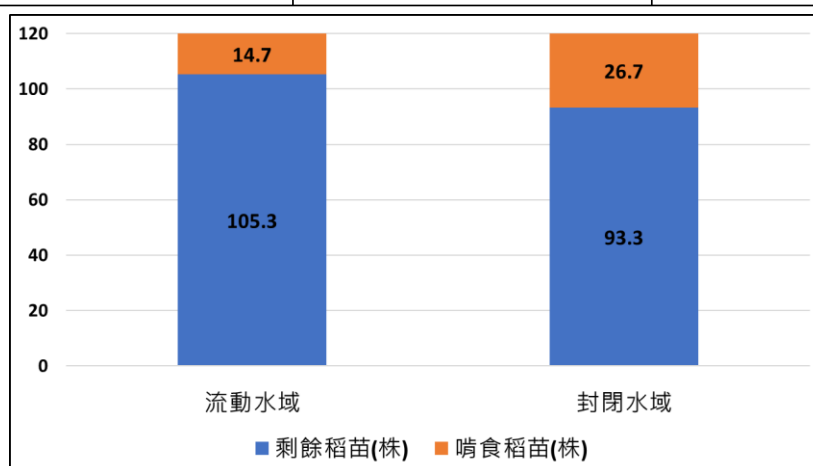
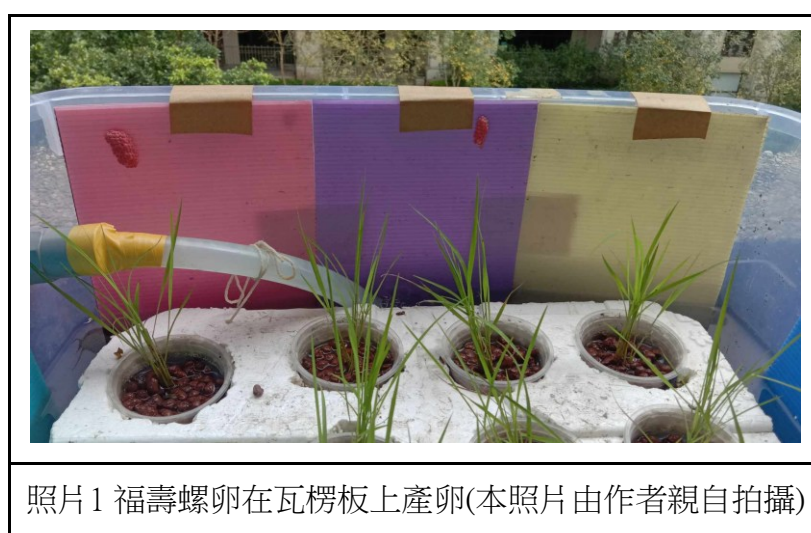


圖11 福壽螺在螺魚稻共生系統內水域流動和封閉平均一天剩餘及啃食稻苗情形
(本圖片由作者親自製作)



照片1 福壽螺卵在瓦楞板上產卵(本照片由作者親自拍攝)

表八 福壽螺在不同顏色瓦楞板上產卵狀況(母數6隻)

不同顏色 福壽螺卵(坵) 不同實驗箱	淺藍色	粉紅色	紫色	皮膚色	深藍色	黃色	白色	綠色
箱一	0	6	1	0	0	0	1	0
箱二	0	5	0	1	0	0	1	0
箱三	0	6	1	0	0	0	1	1
平均	0	5.7	0.7	0.3	0	0	0.7	0.3

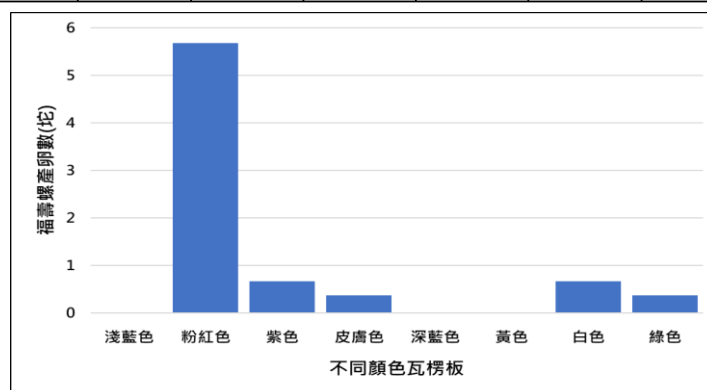
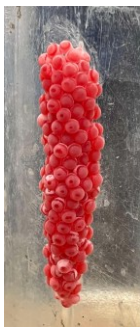



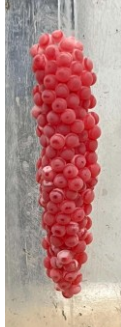



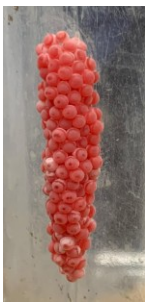



圖12 福壽螺在不同顏色瓦楞板上產卵狀況 (本圖片由作者親自製作)

九、研究福壽螺卵在不同天數的鮮紅程度變化

				
第一天	第二天	第三天	第四天	第五天
				
第六天	第七天	第八天	第九天	第十天

照片2 福壽螺卵第一天~第十天顏色變化 (本照片由作者親自拍攝)

表九 福壽螺卵第一天~第十天RGB(R)顏色變化

不同天數 RGB(R)平均值 項目	第一天	第二天	第三天	第四天	第五天	第六天	第七天	第八天	第九天	第十天
RGB(R)平均值	215.2	192.5	185.4	181.1	179.0	170.5	168.1	166.5	159.7	148.3

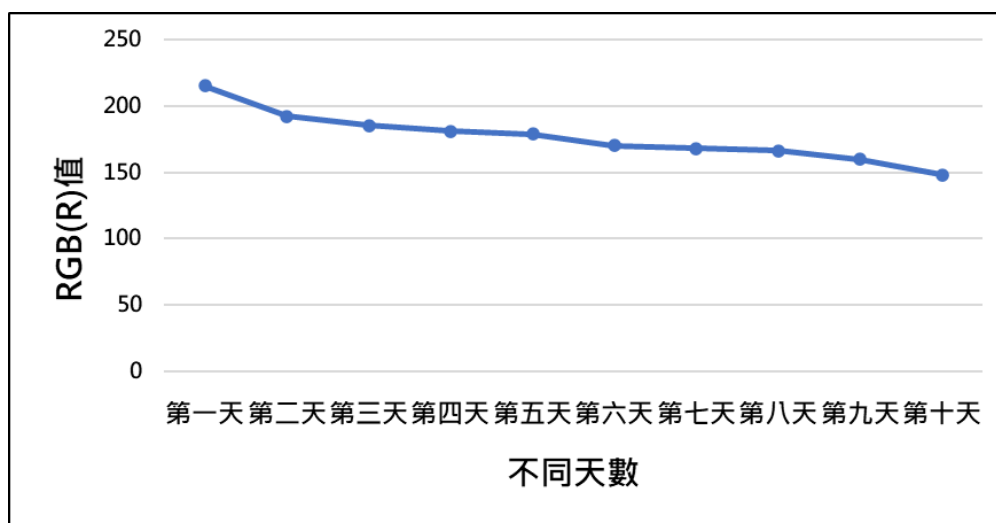


圖13 福壽螺卵第一天~第十天RGB(R)顏色變化 (本圖片由作者親自製作)

十、探討福壽螺卵在不同天數的抗氧化能力變化

表十 雙氧水測試福壽螺卵抗氧化狀況

不同天數 泡沫高度(cm) 不同坨卵	第一天	第二天	第三天	第四天	第五天
卵一	1.3	1.2	1.0	0.9	0.7
卵二	0.8	0.7	0.6	0.4	0.4
卵三	1.4	1.4	1.2	1.0	0.8
平均	1.4	1.1	0.9	0.8	0.6

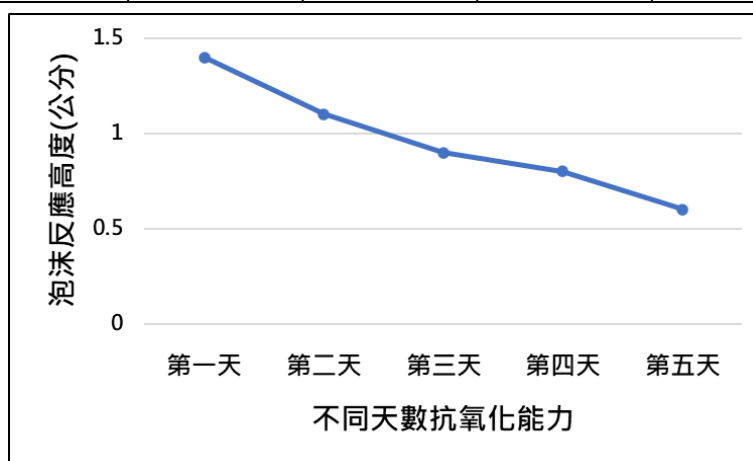


圖14 雙氧水測試福壽螺卵抗氧化狀況 (本圖片由作者親自製作)

表十一 碘液法測試福壽螺卵抗氧化狀況

不同天數 透光度(%) 不同坨卵	蒸餾水	澱粉碘液	第一天	第二天	第三天	第四天	第五天
卵一	100%	54.4%	85.2%	82.6%	79.4%	73.0%	68.6%
卵二	100%	54.9%	79.9%	77.4%	74.3%	68.3%	63.0%
卵三	100%	54.3%	89.1%	85.6%	80.5%	76.1%	71.8%
平均	100%	54.5%	84.7%	81.9%	78.1%	72.5%	67.8%

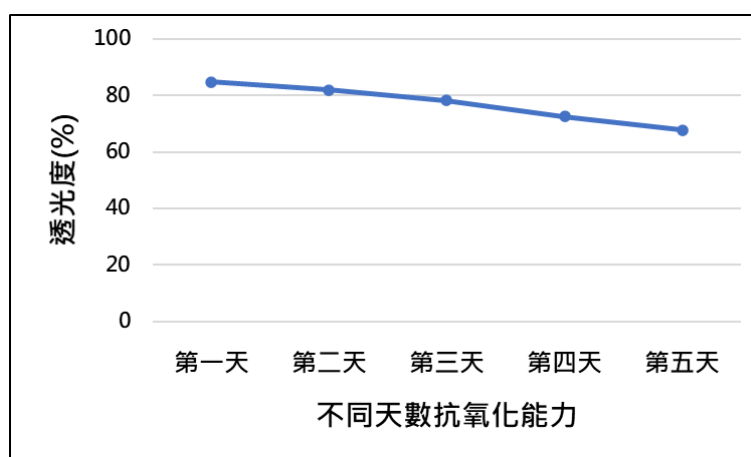


圖15 碘液法測試福壽螺卵抗氧化狀況 (本圖片由作者親自製作)

伍、討論

一、探討福壽螺在不同水溫下啃食稻苗情形

發現：福壽螺在溫暖的水域中啃食稻苗較多，且其身體伸展的面積較大與破壞較強。

建議：可透過降低水溫來抑制福壽螺的活動力減少其對稻苗的破壞。

二、研究稻苗在水面上或水面下時，福壽螺的啃食行為差異

發現：福壽螺主要在水下啃食稻苗，導致水下稻苗受損較嚴重，水面稻苗則較完好。

建議：插秧後先降低水位讓稻苗在低水位環境，使福壽螺較不容易啃食稻苗。待稻苗生長穩定逐步提高水位減少福壽螺對稻苗的啃食影響。

三、探討在水面下種植雜草是否能減緩福壽螺對稻苗的啃食

發現：農民利用廚餘餵雜食性的福壽螺。我們發現福壽螺的食物不只稻苗雜草，可減少對稻苗的危害。

建議：休耕時種植雜草插秧後降低水位使雜草與稻苗同時生長。此舉不僅可減少福壽螺對稻苗的依賴還能抑制雜草對稻苗的養分競爭達到雙重益處。

四、比較福壽螺對不同處理方式誘餌的喜愛程度

發現：福壽螺對氣味極為敏感其中以生的處理方式最具排斥。我們推測這與熱處理過程中氣味分子釋放有關使進而使福壽螺排斥。

建議：可將具驅避效果的誘餌拌入泥土，促使福壽螺主動離田，達成環保驅避效果。

五、研究福壽螺在有費洛蒙環境下啃食稻苗情形是否減緩

發現：在含有生誘餌的擬稻田池水中會產生黃白色泡沫與水煮福壽螺時的泡沫相似。

查閱文獻後我們推測這可能是福壽螺在生命受威脅時釋放的費洛蒙。

建議：將生的福壽螺拌入泥土，利用費洛蒙誘發其逃離，減少對稻苗的破壞。

六、探討福壽螺對聲音或振動干擾的反應

發現：福壽螺在音頻下仍能自由爬行，但在震動環境中活動力顯著下降，甚至靜止。

建議：可進一步研究震動頻率與福壽螺活動關聯，尋找適當干擾方式抑制其行動。

七、比較福壽螺在流動或封閉水域下的啃食稻苗情形

發現：福壽螺在流動水域(有水波干擾)的活動能力較受限制而在封閉水域(無水波干擾)中則更容易啃食稻苗。

建議：可設計適度水流以降低福壽螺的活動力減少其對稻苗的破壞。

八、比較福壽螺在不同顏色瓦楞版上的產卵情形

發現：福壽螺最喜歡在粉紅色瓦楞板上產卵推測可能與其保護色機制有關。

建議：可在稻田旁設粉紅瓦楞板吸引福壽螺產卵，便於人工蒐集以後續處理。

九、研究福壽螺卵在不同天數的鮮紅程度變化

發現：福壽螺卵由鮮紅色逐漸轉為暗紅色最終變白顯示其色澤會隨時間推移而改變。

建議：可透過顏色變化來判斷卵的成熟度，福壽螺剛下蛋卵的顏色最鮮紅。

十、探討福壽螺卵在不同天數的抗氧化能力變化

發現：福壽螺卵在孵化初期的抗氧化能力較高，尤其是第一天的活性最佳。

建議：可進一步研究福壽螺卵內部抗氧化物質的成分變化探索其在保養品、面膜、化妝水、防曬。

表十二 在有費洛蒙稻田與普通稻田福壽螺啃食稻苗的差異 (本照片由作者親自拍攝)

稻田	優點	缺點	照片
費洛蒙防治稻田	1.稻苗長勢較佳 2.福壽螺啃食較少 3.無農藥污染 4.生態環境較友善 5.無化學農藥成本	1.需設費洛蒙裝置 2.會有氣味及氣泡	
普通無防治稻田	1.免設費洛蒙裝置 2.沒有氣味及氣泡	1.稻苗部分受損 2.福壽螺啃食較多 3.病蟲害影響較大 4.稻苗生長不均 5.總產量減少	

陸、結論

在陽光灑落的水田裡，一場靜悄悄卻驚心動魄的攻防戰正悄然上演—主角是努力生長的稻苗，與來勢洶洶的福壽螺。這些外表看似溫馴的軟體動物，卻能在適宜的環境條件下肆意啃食，對農民辛勤栽種的作物造成不小的威脅。然而，大自然的規律並非無跡可循。只要掌握福壽螺的行為模式與環境偏好，就有機會在不依賴藥物的情況下，降低牠對稻田的破壞力，達到環保與生產的雙贏。

- 一、 水溫：福壽螺活躍的開關福壽螺的覓食行為與水溫息息相關。當水溫達到25~30℃，牠們的活動力明顯提升，啃食稻苗的頻率與強度也隨之增加。但更高溫35℃以上福壽螺不喜歡此環境，也會逃離。透過灌溉與排水溫度的調控，使水田維持在相對較低的水溫環境，可有效壓抑其活性，給予稻苗更多成長的空間與時間。
- 二、 水位：改變福壽螺的行動半徑水位的高低也會影響福壽螺的出沒與啃食範圍。牠們偏好水下覓食，藉此隱藏於視線之外，躲避天敵。一旦水位過高，稻苗底部便成為牠們攻擊的熱區；相對地，適度降低水位(約5公分)，不僅能迫使牠們暴露，也有助於培養稻苗適應力，進一步減少損害。
- 三、 食性：誘餌策略的新啟發福壽螺對經過烘烤或水煮再烘烤的食物特別感興趣，推測與香氣揮發分子有關。福壽螺不喜歡生的誘餌，螺魚稻系統放入生的福壽螺誘餌，福壽螺幾乎完全不會去吃到苗。是有效驅避功能的生物性誘餌，福壽螺可以遠離稻田核心區域，實現非侵入式的防治策略。
- 四、 微震動：安靜的干擾者福壽螺對環境震動極為敏感。實驗發現，在有穩定微弱水波震動的環境中，牠們會出現活動力下降，甚至靜止不動的現象。這項特性可望發展為無聲、無毒的物理防治法，為友善農業開啟新契機。
- 五、 產卵習性：讓牠主動現身研究發現，福壽螺卵在孵化初期具有較高的抗氧化能力，尤其是在第一天活性最佳。未來可進一步分析其內部抗氧化物質，進一步提取蝦紅素、膠原蛋白及抗氧化物質，探索其在生物科技應用的可能性。福壽螺偏好在粉紅色瓦楞板上產卵，這或許與保護色機制與生理偏好有關。藉由在田區邊緣設置粉紅誘卵板，並鋪上保鮮膜，可集中福壽螺產卵行為，便於後續人工清除，有效阻斷繁殖鏈。更令人驚喜的是，福壽螺卵富含蝦紅素、膠原蛋白及抗氧化成分，未來甚至可能進軍保養品與生技應用領域，化害為利。透過這些研究與觀察，我們得以更全面地理解福壽螺的生活習性，也啟發出更多創新又環保的解決路徑。透過調整環境條件、設計誘導機制與探索生技應用，我們找到更聰明、更永續的方式，與自然共處，守護農田，平衡生態，達到環保永續的終極目標。

柒、參考文獻資料

- 一、國中自然課本第2冊第四章。4-2生物間的互動關係。翰林。
- 二、國中自然課本第4冊第二章。2-2氧化還原。康軒。
- 三、為什麼說福壽螺被誤會了？剖析冒充田螺事件！世界百大入侵物種，福壽螺有哪些天敵？又該如何防治？<https://reurl.cc/K8xzze>。
- 四、福壽螺的治理策略 <https://reurl.cc/W024pD>
- 五、福壽螺鍊金，也要顧點倫理吧！<https://pse.is/7j4je2>。
- 六、費洛蒙介紹 <https://pse.is/7j4jym>。
- 七、挑選圖片上的顏色(測量RGB值) <https://pse.is/7j4k8g>。
- 八、本研究有使用 Chat GPT 協助文本潤飾 <https://chatgpt.com/>。

捌、未來展望

- 一、擴大研究規模至實際稻田環境並與農民推廣環保驅避方法
我們期望未來能夠將此次實驗結果應用於大規模稻田試驗，以進一步驗證福壽螺對稻苗的影響。
- 二、開發福壽螺卵的高價值應用
目前多數農民對於福壽螺防治的方式為直接撲殺，但我們希望能夠資源再利用，特別是萃取福壽螺卵中的蝦紅素。根據本研究結果，福壽螺卵具有抗氧化成分，且在產卵後第一天的抗氧化能力最佳。未來，我們期望能將其應用於：
 - (一) 美容保養品領域：如面膜、化妝水、精華液、防曬乳，利用其抗氧化特性。
 - (二) 食品與保健品：蝦紅素已廣泛應用保健食品，未來可探討其可食性與安全性。
 - (三) 環保資源再利用：減少直接銷毀帶來的環境影響，提升福壽螺資源價值。

【評語】 033013

1. 本研究有系統提出福壽螺誘引技術的探討，目標明確且具體可行，具鄉土教材之開發和應用價值。
2. 本研究針對影響福壽螺在田間行為之條件進行稻秧植株啃食狀況的實驗數據收集分析，有利於農業永續工作之效率和生物多樣性。
3. 建議針對實驗材料的均質性(螺體大小和成熟齡)及螺體費洛蒙警示驅離的有效距離加以說明。
4. 問題回覆清晰有理，數據資料紀錄確實。

作品海報

田間福壽螺大作戰 —



環保驅避防治策略研究



摘要

福壽螺為水田常見害蟲，繁殖力強且啃食性高，對農作生長造成威脅。掌握其行為與生理特性，有助於發展兼具環保與效率的防治策略。牠們在25.0~30.0℃間最活躍15.1℃則行動受限；偏好水下覓食，降低水位與於出入口投放雜草、葉菜可分散覓食壓力。福壽螺對腥味具排斥性，遇危險會釋放費洛蒙警示同伴，且對震動高度敏感，水波干擾可抑制其活動力。繁殖方面，牠們偏好於粉紅色瓦楞板產卵，覆蓋保鮮膜有助於集中清除。其卵含蝦紅素與膠原蛋白，具生技應用潛力。綜合水溫、水位、誘餌、震動與產卵控制等策略，可有效降低啃食率、提高稻苗存活，有助推動永續農業與生物多樣性保育。

壹、前言（研究動機）

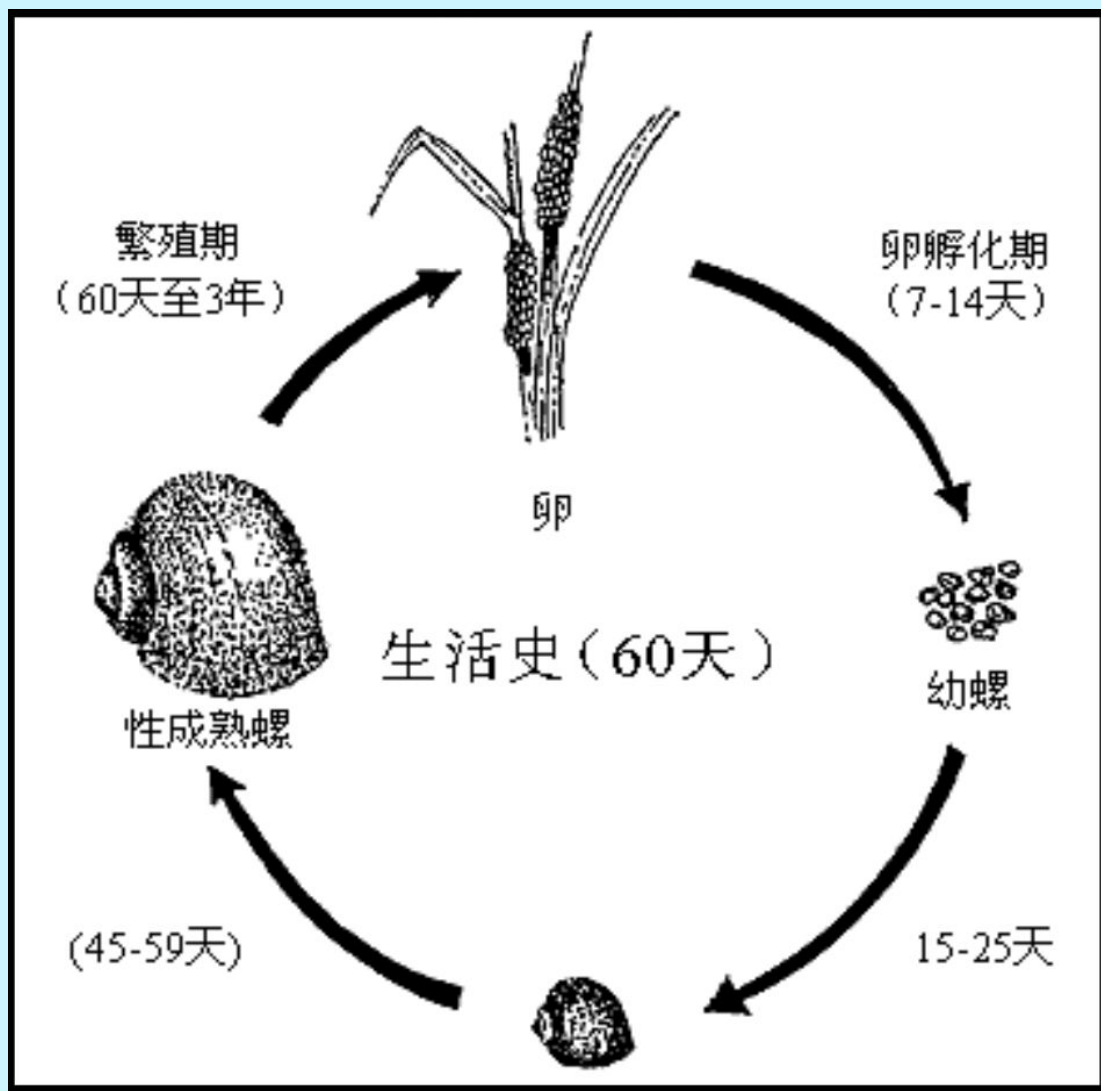
稻米是漢人飲食文化中不可或缺的主食，也蘊含深厚的文化意義。然而，近年來外來入侵種福壽螺對稻田造成嚴重威脅，不僅破壞水稻生長，也使農民飽受困擾。面對稻作逐年減產，我們不願依賴化學農藥，而是希望將福壽螺轉化為具價值的生物資源，為農業帶來新契機。本實驗旨在尋找環保永續的方式抑制福壽螺，恢復稻田生機，促進生態平衡，並探索農業永續發展的可能。透過創新方法，我們期盼為未來農業開拓出一條穩定且繁榮的道路。

壹、前言（研究目的）

- 一、探討福壽螺在不同水溫下的啃食稻苗情形
- 二、研究稻苗在水面上或水面下，福壽螺的啃食行為差異
- 三、探討在水面下種雜草是否能減緩福壽螺對稻苗的啃食
- 四、比較福壽螺對不同處理方式誘餌的喜愛程度
- 五、研究福壽螺在有費洛蒙環境下啃食稻苗情形是否減緩
- 六、探討福壽螺對聲音或振動干擾的反應
- 七、比較福壽螺在流動或封閉水域下的啃食稻苗情形
- 八、比較福壽螺在不同顏色瓦楞版上的產卵情形
- 九、研究福壽螺卵在不同天數的鮮紅程度變化
- 十、探討福壽螺卵在不同天數的抗氧化能力變化

壹、前言（文獻回顧）

福壽螺為淡水螺屬腹足綱蘋果螺科。約1979~1980年非法引入台灣養殖食用，因口感不佳被棄置1982年即害水稻的報導。其適應力與繁殖力強1986年台灣農業損失超過三萬美元並蔓延至東南亞各地成為水田害蟲。此外福壽螺可能傳播寄生蟲成為衛生問題需全民防治。其適應力極強水溫低於20或高於30時會休達6個月遇水即恢復活動。5~7月為成螺高期幼螺約70~80天達性成熟雌雄同體、異體受精交配後11~12天產卵每卵塊約200~300粒一年四個產卵期壽命1~3年以上。卵多產於水面以上的植物、牆岸、等處。



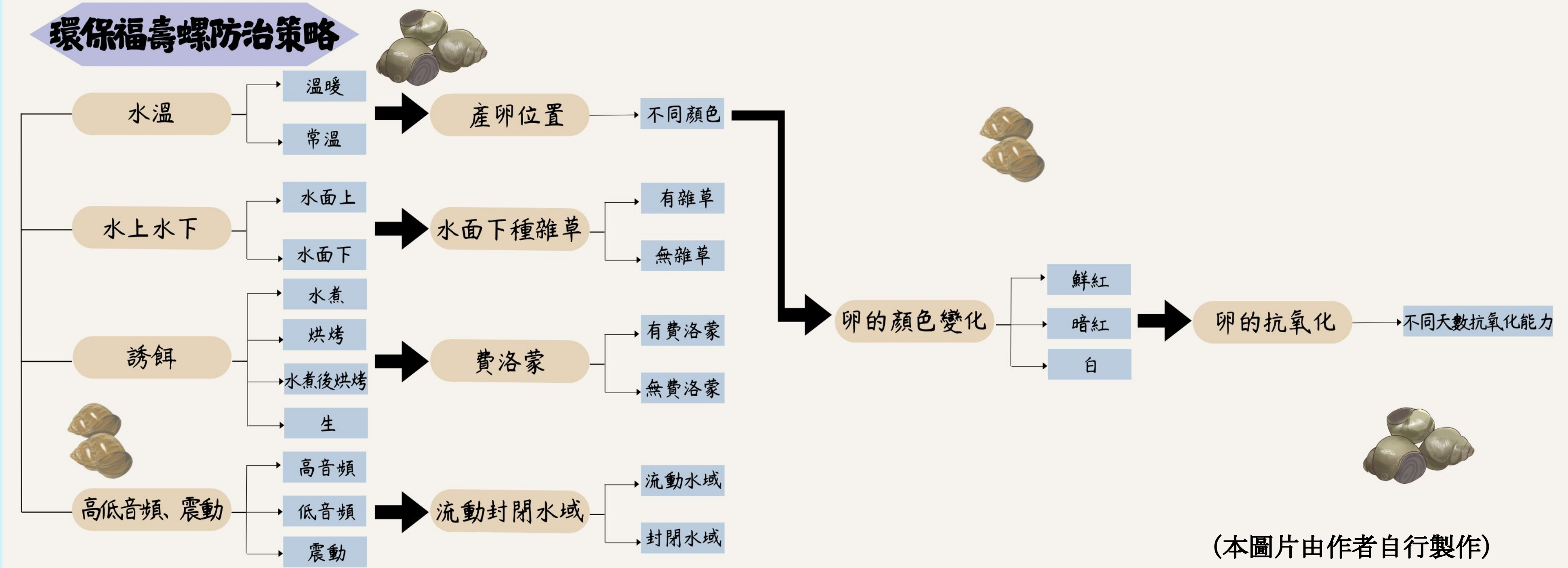
福壽螺生活史（本圖片引自蘋果蝸牛網站照片）

貳、研究設備及器材

- 一、藥品:雙氧水、碘液、澱粉。
- 二、器材:溫度計、滴管、燒杯、量筒、鐵製量杯、研鉢、手術刀、小鑷子、波棒、試管、試管架、音叉。
- 三、儀器:抽水馬達、加熱棒、電子秤、分光光度計。
- 四、廢棄物:保麗龍。
- 五、其他:橡皮水管、大塑膠收納箱、迴紋針、瓦楞板、水管、水管轉接、公母牙質、塑膠墊片、稻苗、塑膠桶、計時器、魚（朱文錦）、種菜塑膠杯、珊瑚、彈珠、發泡煉石、網袋、鐵夾子、龍葵、福壽螺、福壽螺卵塊、鐵鎚、瓦斯爐、烤箱。
- 六、設備及軟體:電腦、手機。

參、研究過程與方法

※實驗流程圖：



※螺魚稻共生系統製作過程：（本照片由作者自行拍攝）

用電動鑽孔機鑽孔	鑽孔	鑽孔	切割水管
組裝	組裝完成	放入珊瑚及迴紋針	螺魚稻共生系統

※螺魚稻共生系統實驗方法：（本照片由作者自行拍攝）

一組螺魚稻系統	數10株稻苗	將稻苗種入種植杯	種植在擬稻田中
測量水溫	福壽螺夾入擬稻田	開始實驗	一天後數剩餘稻苗

※雙氧水法實驗方法：（本照片由作者自行拍攝）

調配出4%雙氧水	取3顆福壽螺卵	加入水於研鉢搗碎	搗碎至無顆粒
混合後攪拌三下	再按下計時器	計時一分鐘	測量泡沫反應高度

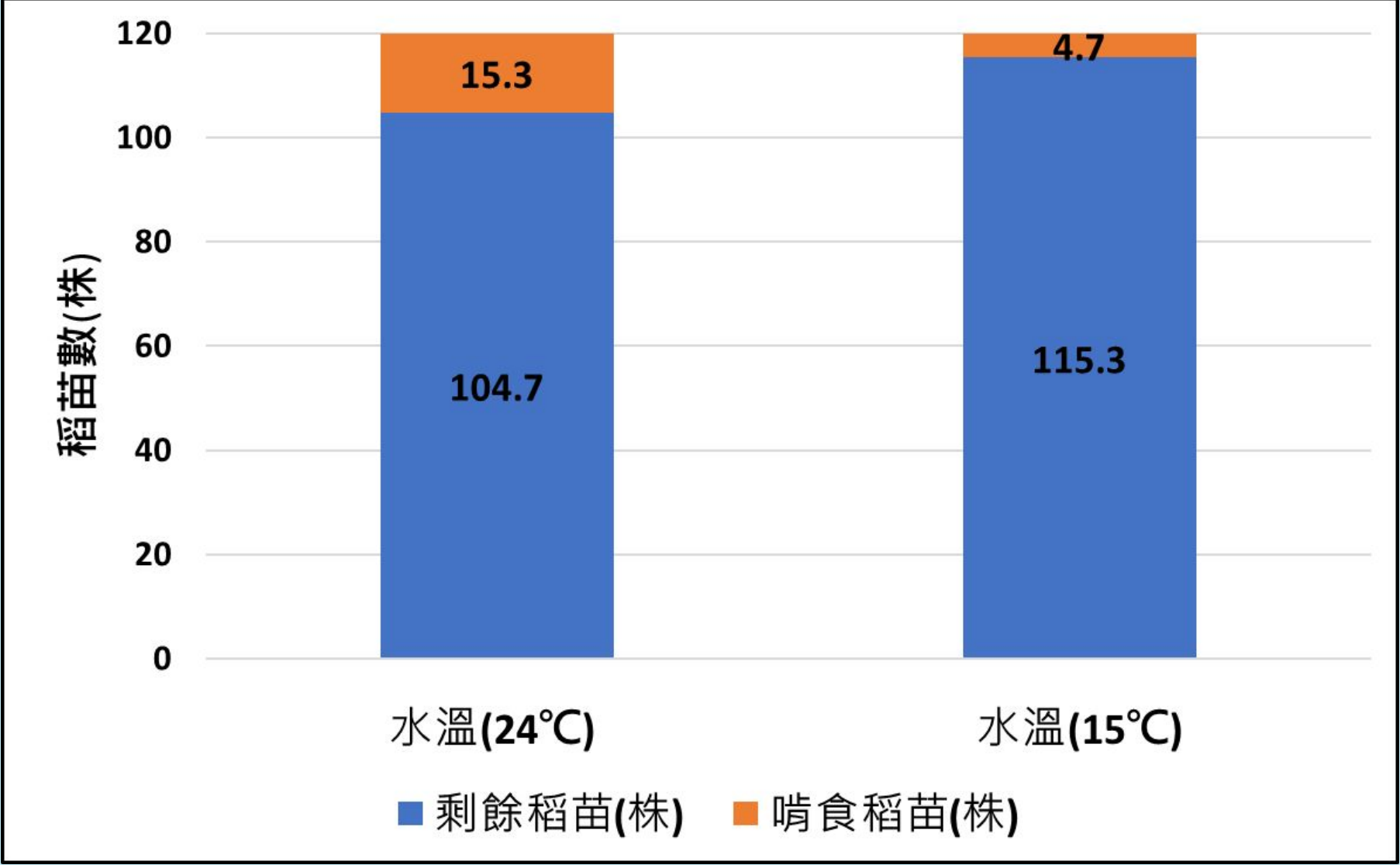
※碘滴定法實驗方法：（本照片由作者自行拍攝）

取99ml的水	取1ml的碘液及1g的澱粉	加入裝好水的燒杯攪拌均勻成紫紅色	取3顆福壽螺卵加入水於研鉢搗碎
取3ml福壽螺卵液和3ml碘液	倒入試管混合攪拌三下後計時1分鐘	稀釋10倍後取10ml	放入分光光度計按下讀數數據即出

肆、研究結果

(本圖片皆由作者自行製作)

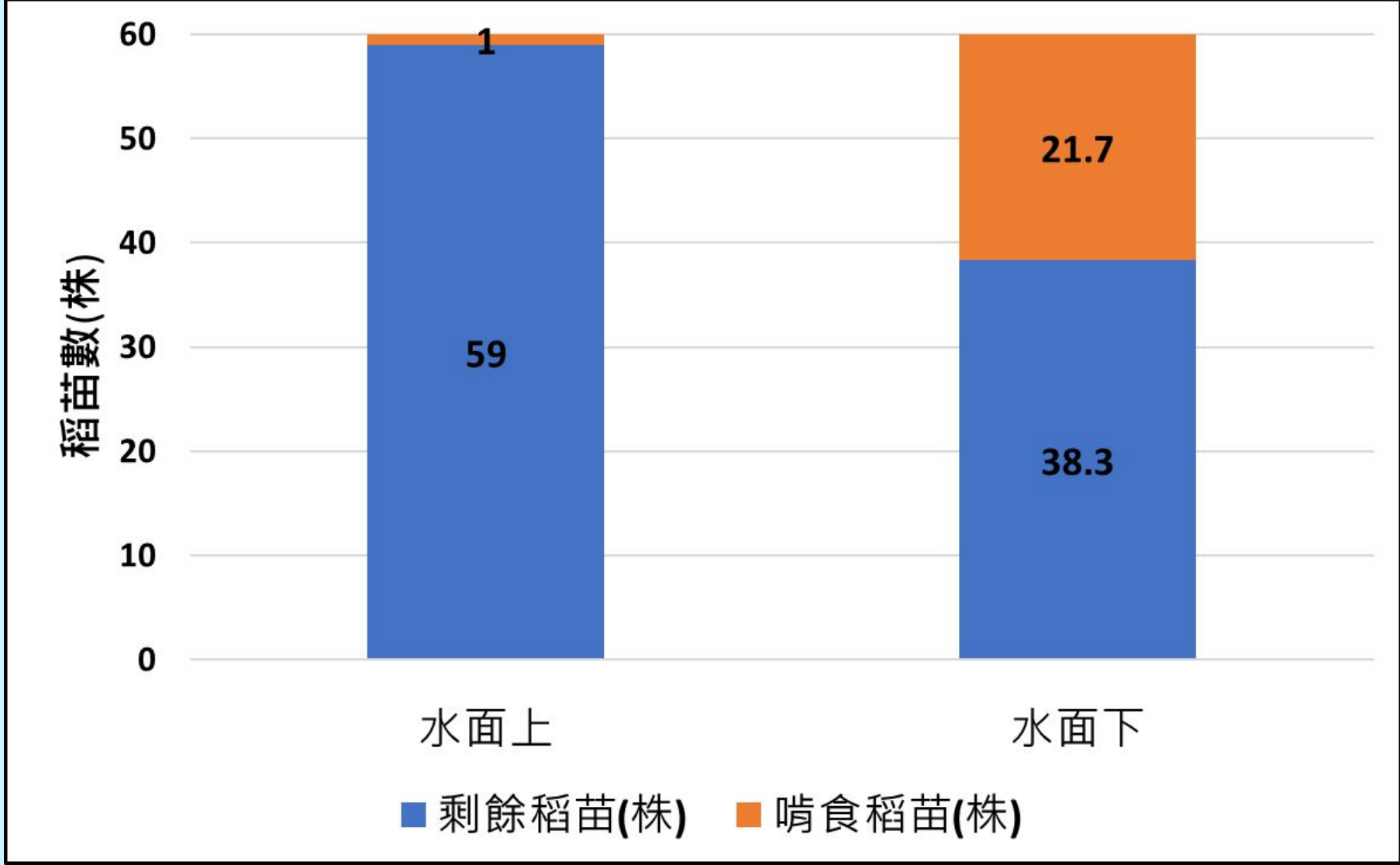
一、探討福壽螺在不同水溫下的啃食稻苗情形



圖一 福壽螺在不同水溫下平均一天 啃食稻苗情形

說明：福壽螺在水溫 (24°C)時，啃食稻苗數量較多。推測水溫會影響其活動力及啃食稻苗。

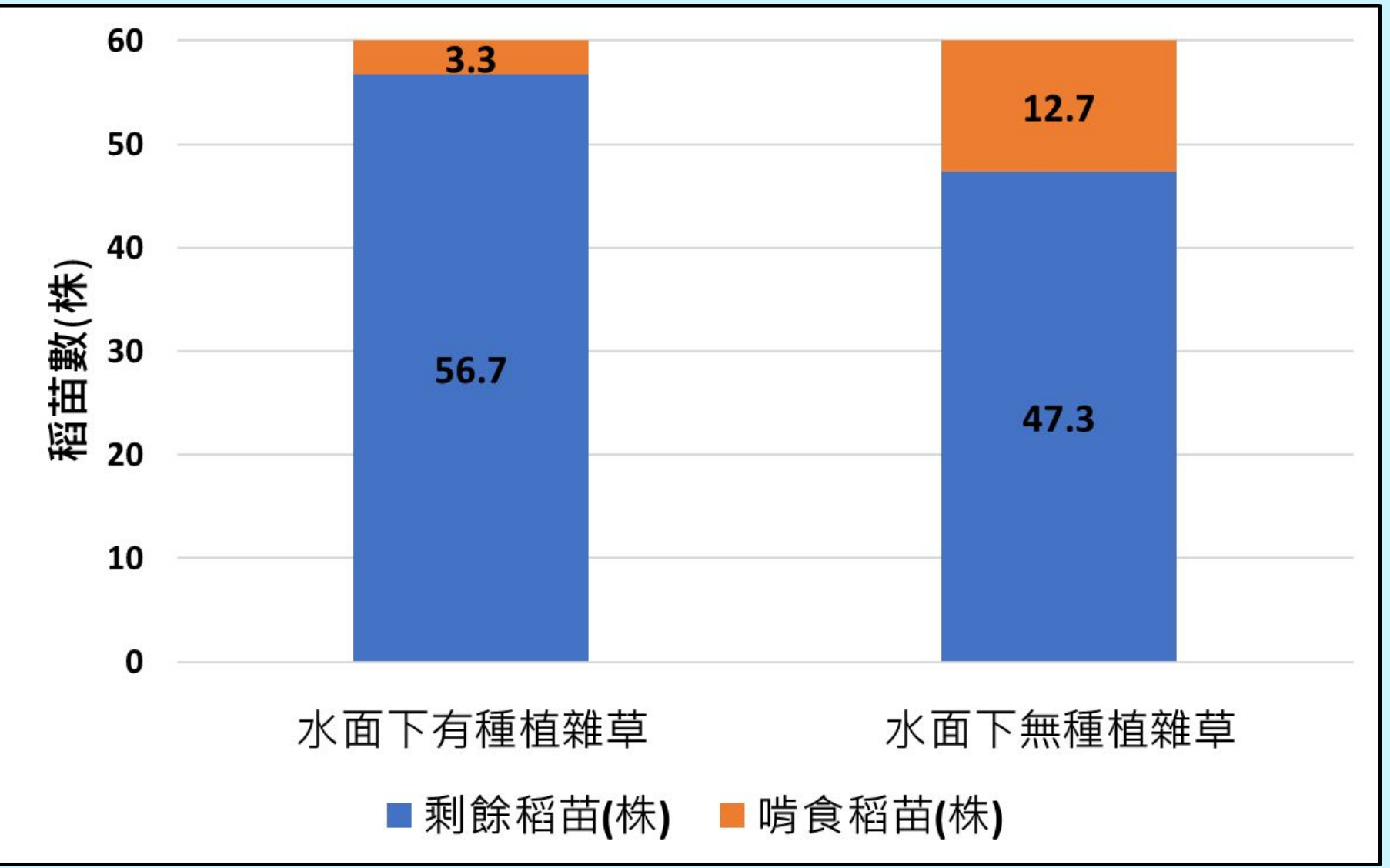
二、研究稻苗在水面上或水面下時，福壽螺的啃食行為差異



圖二 福壽螺在水面上和水面下平均一天啃食稻苗情形

說明：福壽螺在水面下 啃食稻苗較多，推測是為了躲避天敵。

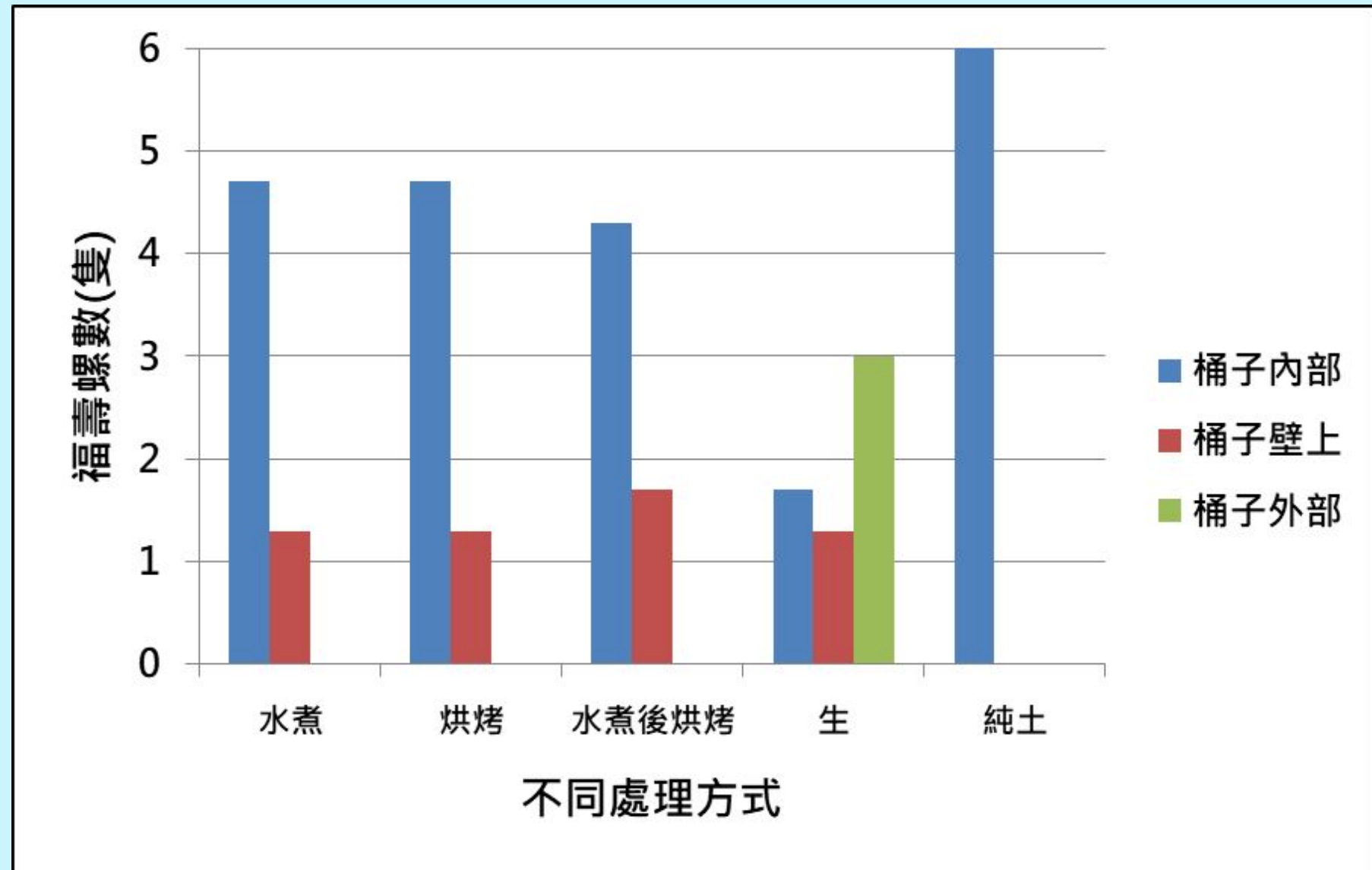
三、探討在水面下種植雜草是否能減緩福壽螺對稻苗的 啃食



圖三 在水面下是否有種植雜草福壽螺平均一天啃食稻苗情形

說明：在有雜草的環境下稻苗叫完好，推測再有雜草的環境下，可以分擔覓食壓力。

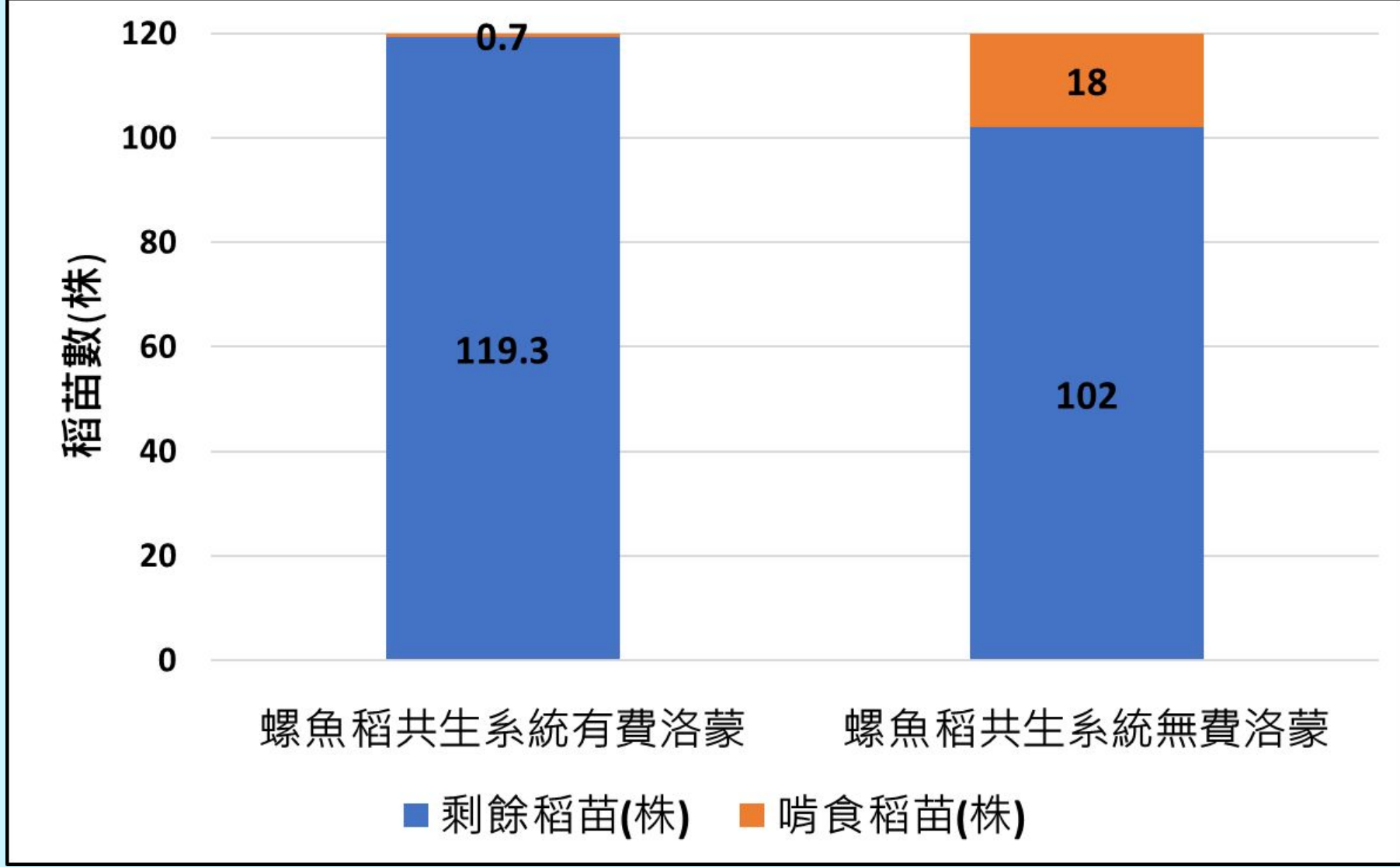
四、比較福壽螺對不同處理方式誘餌的喜愛程度



圖四 福壽螺在不同處理方式誘餌環境下平均移動狀況

說明：福壽螺對生的誘餌有一定的排斥，推測與其釋放的費洛蒙有關。

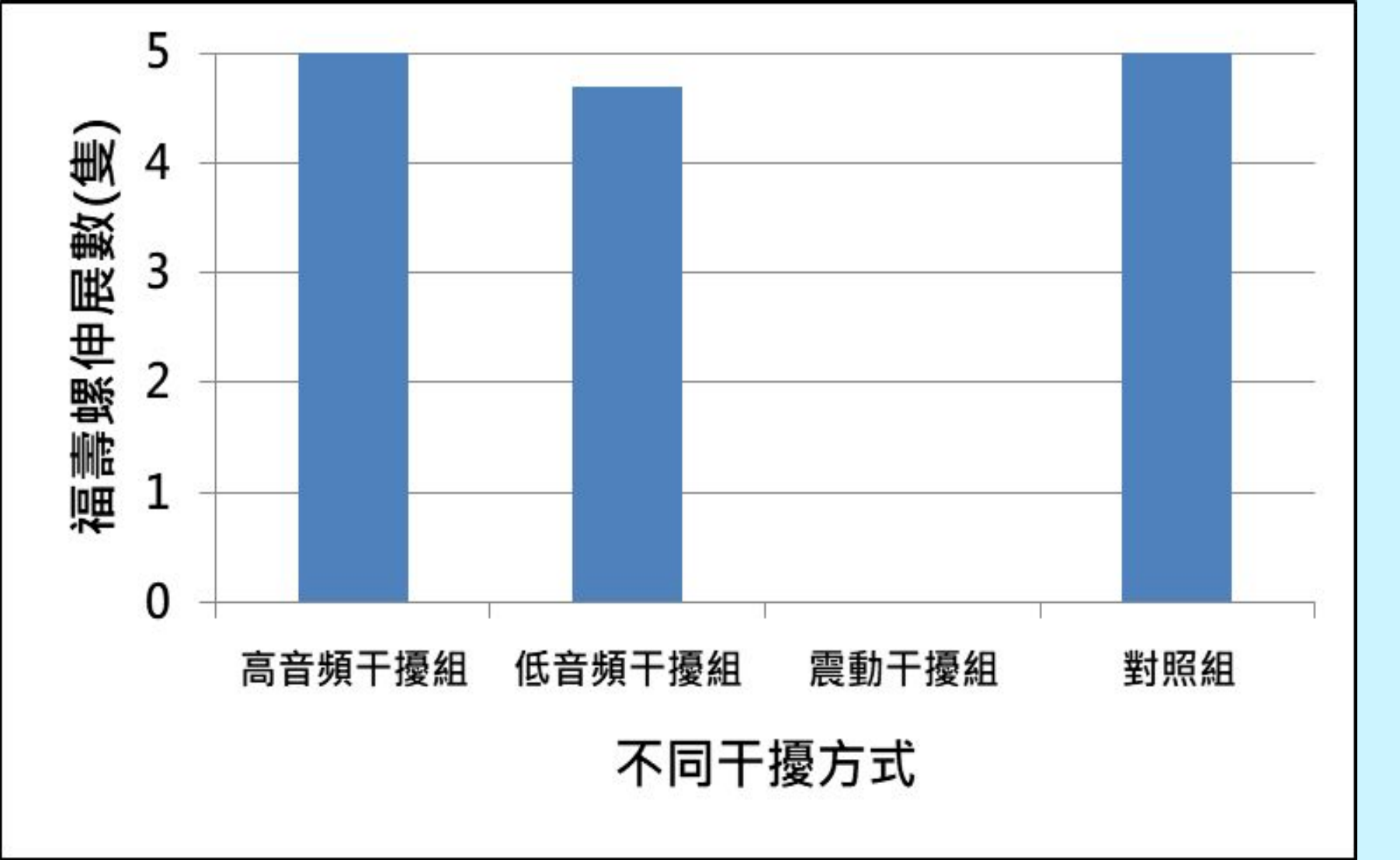
五、研究福壽螺在有費洛蒙環境下啃食稻苗情形是否減緩



圖五 福壽螺在螺魚稻共生系統內有無費洛蒙平均一天啃食稻苗情形

說明：福壽螺對生的誘餌有一定的排斥，推測與其釋放的費洛蒙有關。

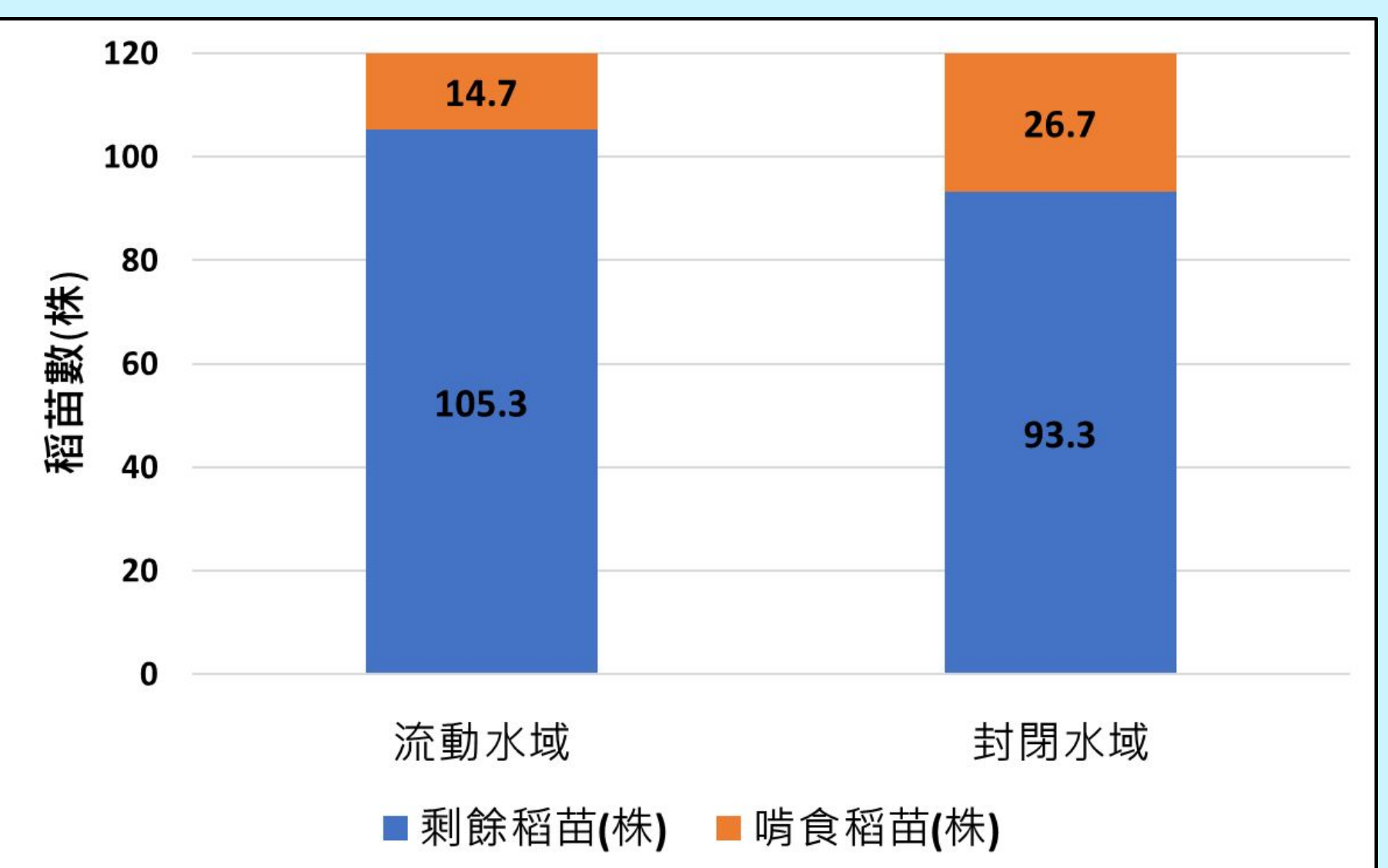
六、探討福壽螺對聲音或振動干擾的反應



圖六 不同環境干擾對福壽螺收縮與活動行為之影響

說明：福壽螺對聲音反映極少甚至無，推測可以透過震動來限制其危害。

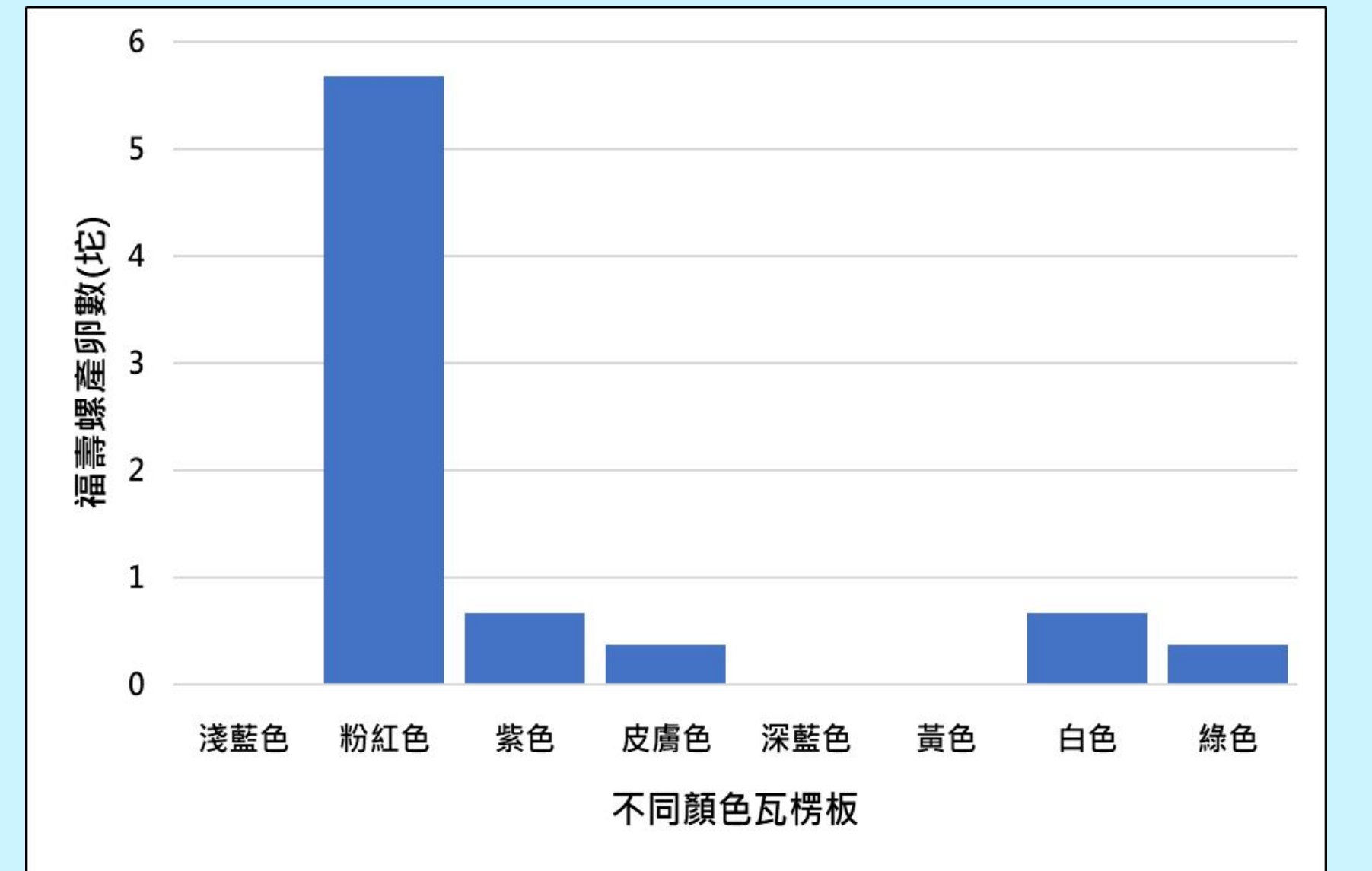
七、比較福壽螺在流動或封閉水域下的啃食稻苗情形



圖七 福壽螺在水域流動或封閉內平均一天啃食稻苗情形

說明：福壽螺在封閉水域時，啃食稻苗數量較多。推測水波干擾會影響其活動力及啃食稻苗。

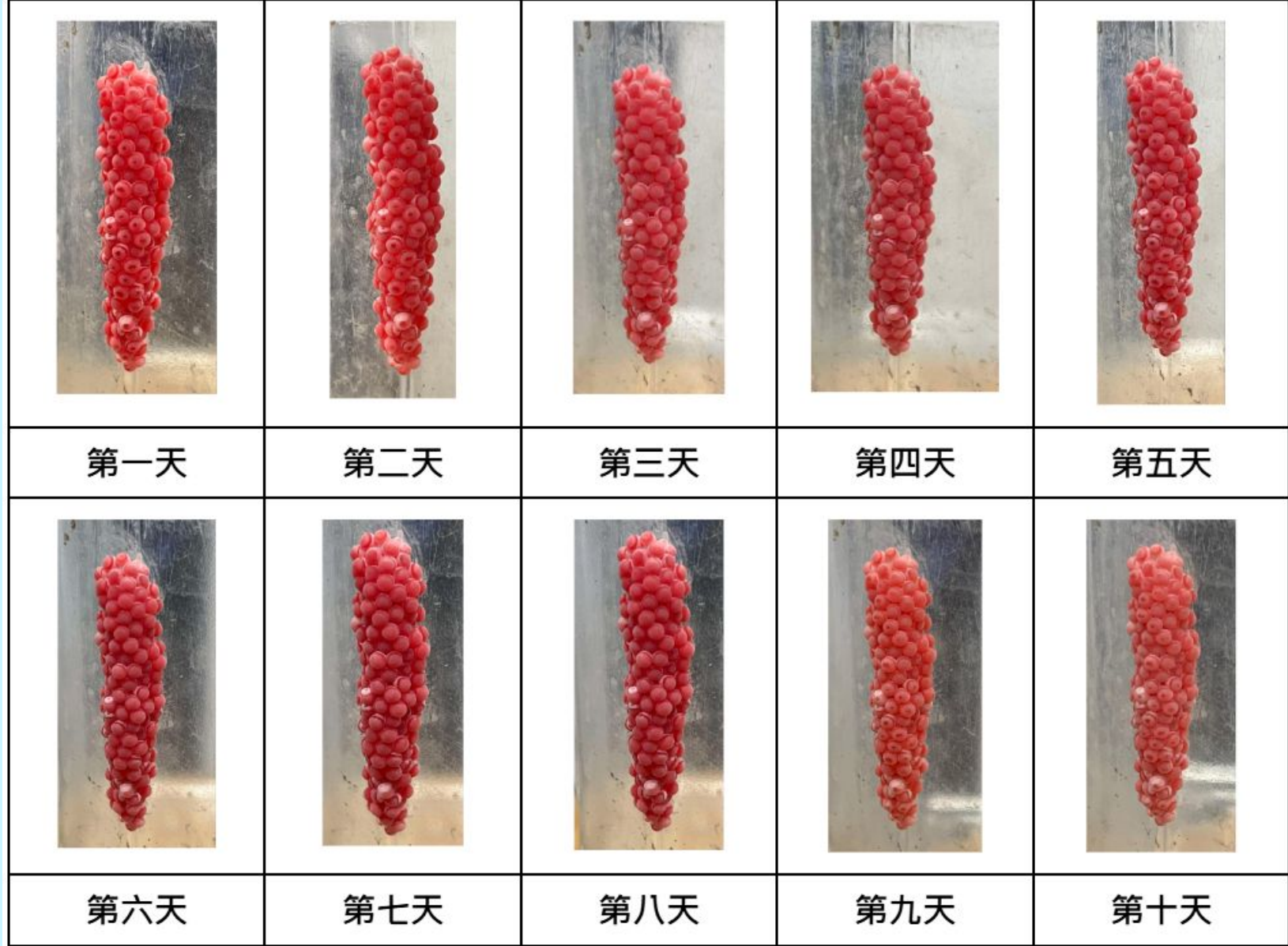
八、比較福壽螺在不同顏色瓦楞版上的產卵情形



圖八 福壽螺在不同顏色瓦楞板上 產卵狀況

說明：福壽螺偏好在粉紅色瓦楞板上產卵，推測是因為保護色，因此可藉由粉紅色物，收集卵塊。

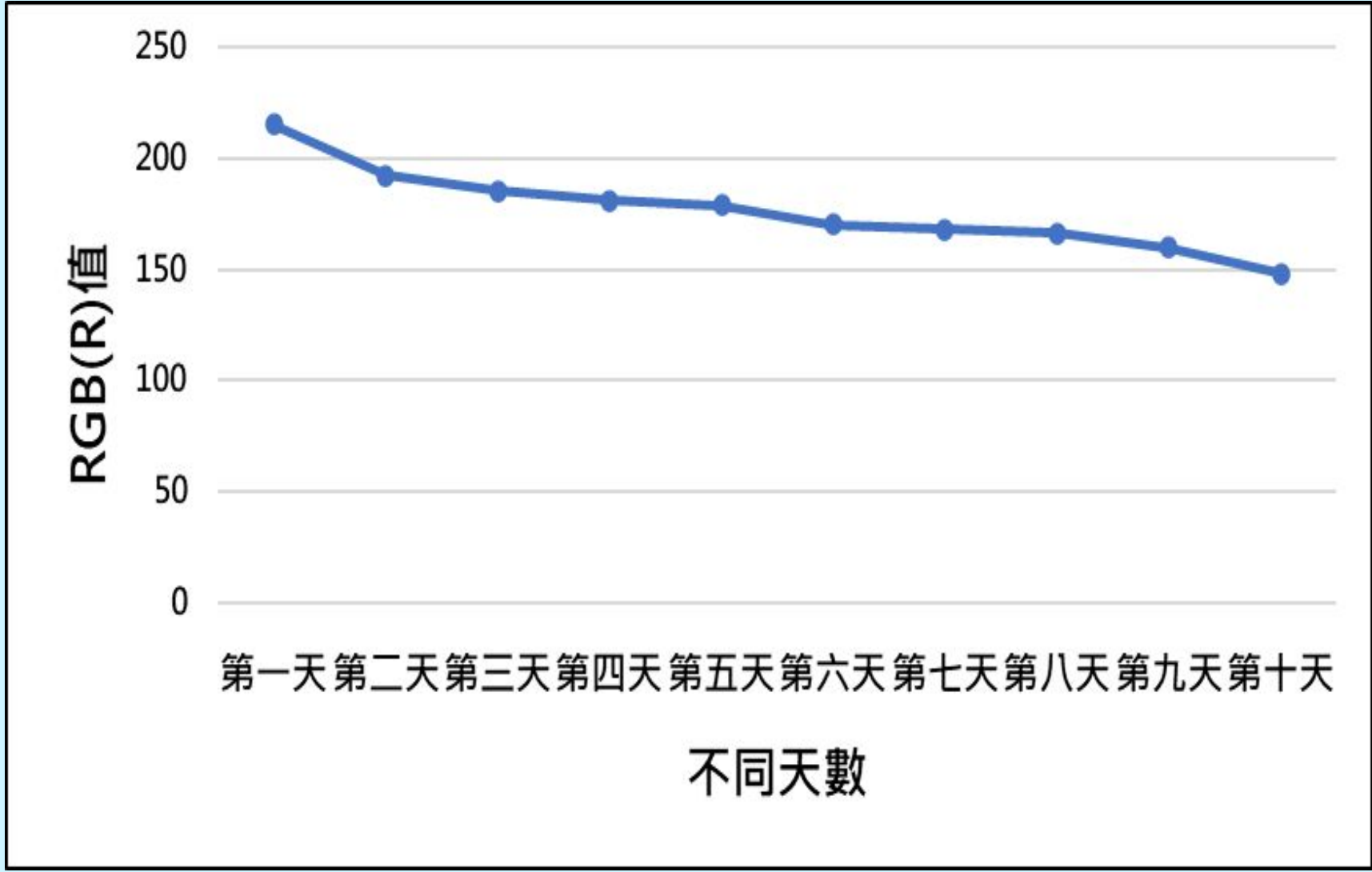
九、研究福壽螺卵在不同天數的鮮紅程度變化



圖九 福壽螺卵第一天 ~第十天顏色變化

說明：福壽螺卵的顏色變化是由鮮紅色逐漸轉為暗紅色最終變白。

十、研究福壽螺卵在不同天數的鮮紅程度變化

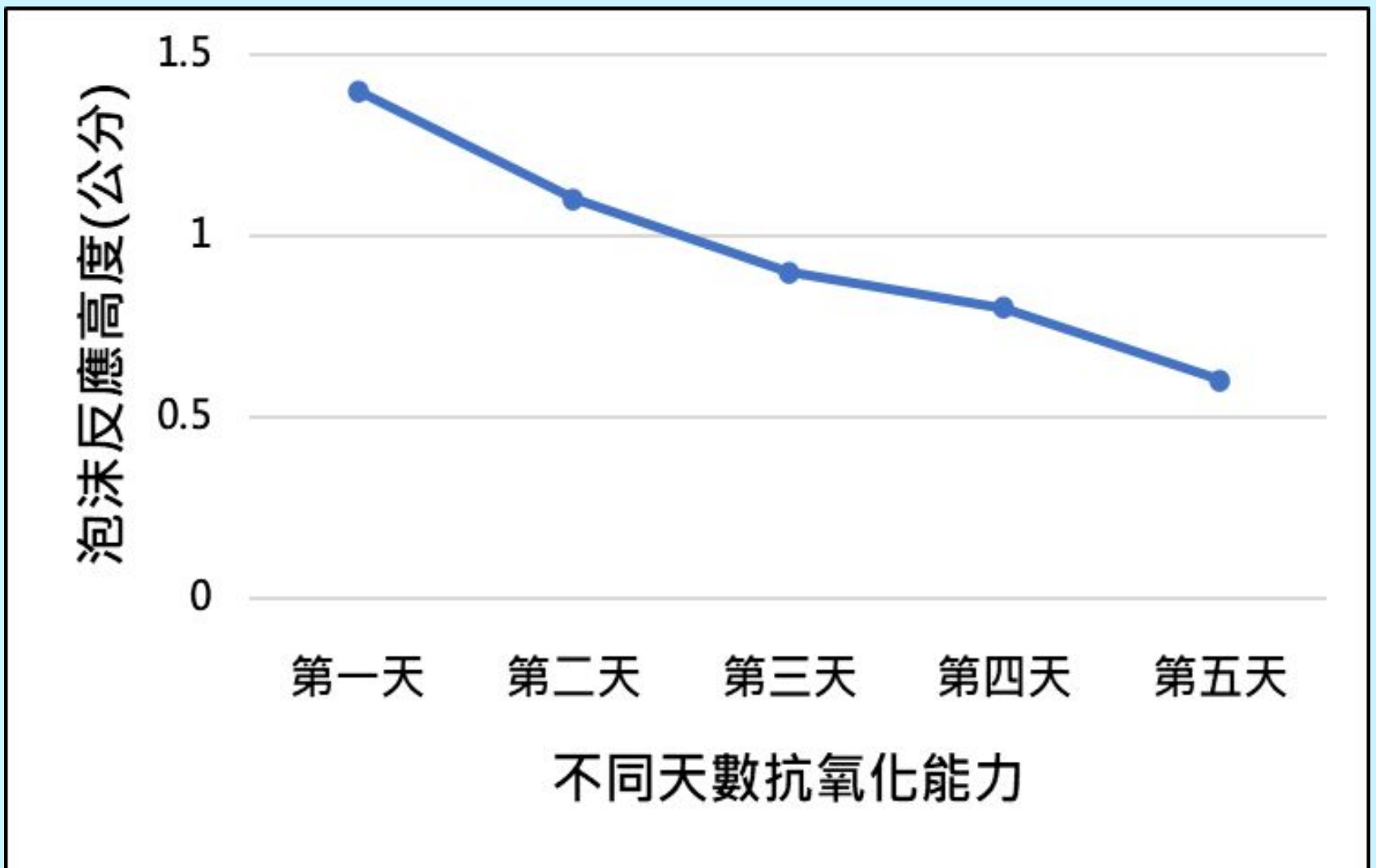


圖十 福壽螺卵第一天 ~第十天RGB(R)值顏色變化

說明：福壽螺卵 RGB(R)值顏色變化是在第一天最紅接著逐日下降。

十一、探討福壽螺卵在不同天數的抗氧化能力變化

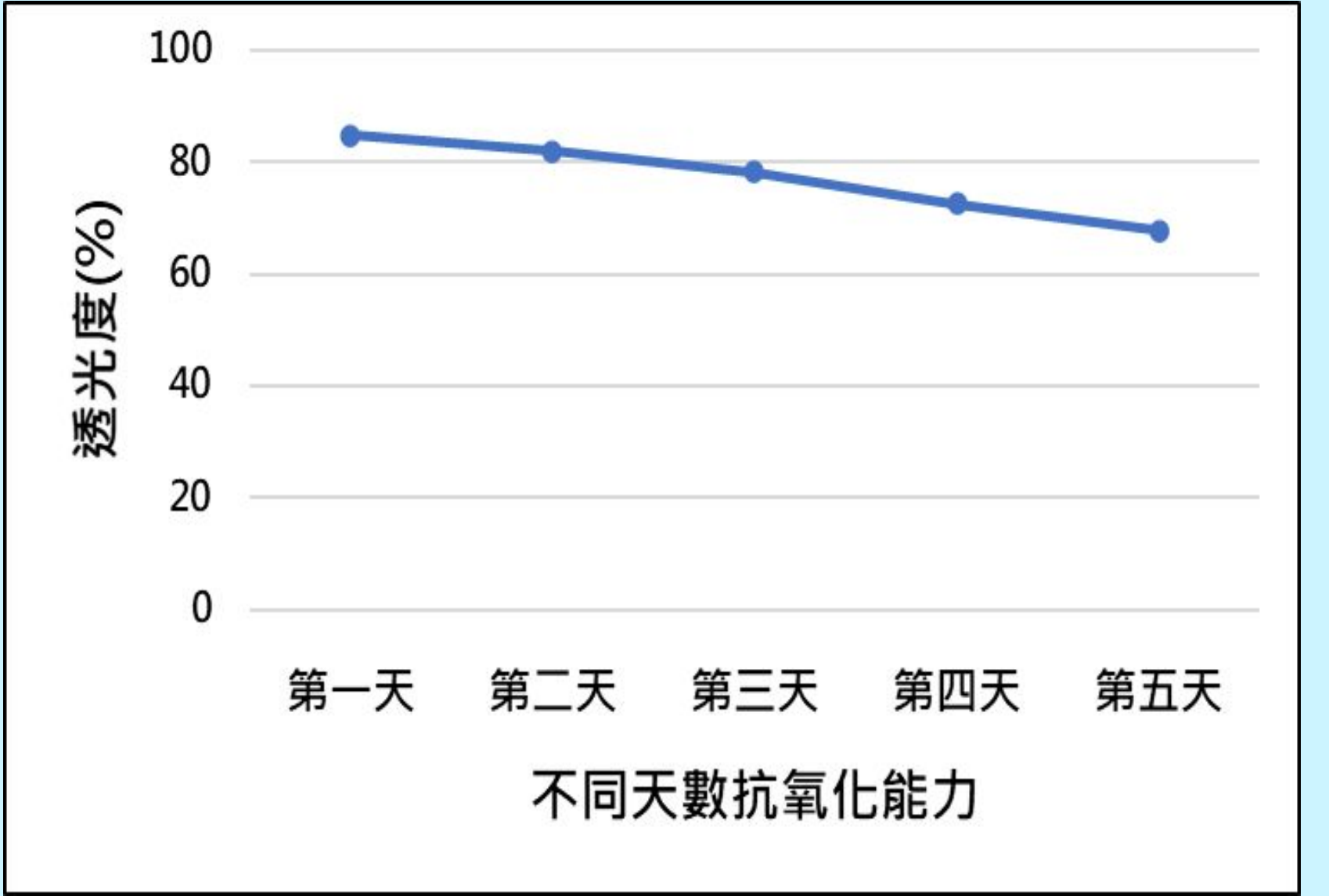
(一) 雙氧水法



圖十一 雙氧水測試福壽螺卵抗氧化狀況

說明：使用雙氧水法測試福壽螺卵塊的抗氧化效果逐日下降，推測是其營養物質流失。

(二) 碘滴定法



圖十二 碘液法測試福壽螺卵抗氧化狀況

說明：福壽螺卵塊的透光率逐日下降，推測透光率=抗氧化。

伍、討論



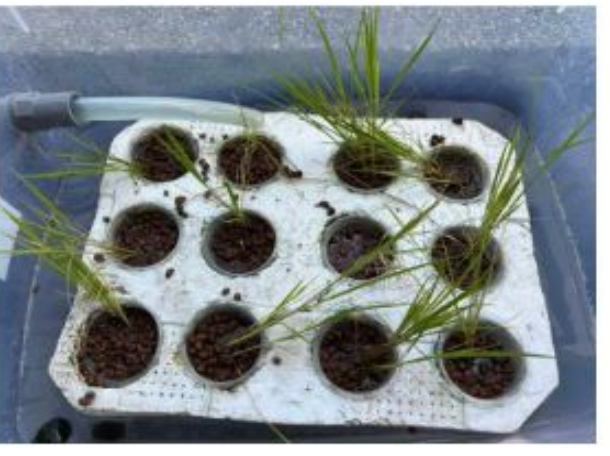
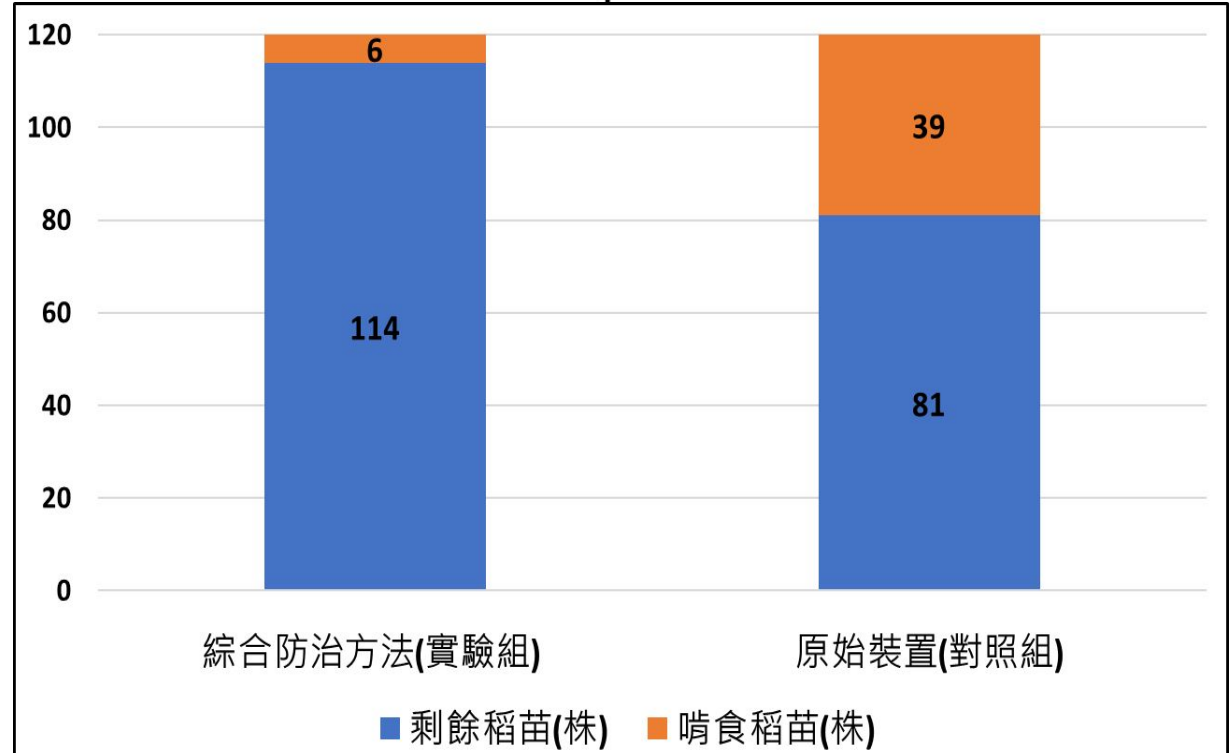
- 一、探討福壽螺在不同水溫下啃食稻苗情形
發現：福壽螺在溫暖的水域中啃食稻苗較多且其身體伸展的面積較大。
建議：可透過降低水溫來抑制福壽螺的活動力減少其對稻苗的破壞。
- 二、研究稻苗在水面上或水面下，福壽螺的啃食行為差異
發現：福壽螺主要在水下啃食稻苗，導致水下稻苗受損較嚴重，水面稻苗則較完好。
建議：插秧後種一些降低水位讓稻苗在低水位環境待稻苗生長穩定逐步提高水位減少福壽螺對稻苗啃食影響。
- 三、探討在水面下種雜草是否能減緩福壽螺對稻苗的啃食
發現：農民利用廚餘餵雜食性的福壽螺。我們發現福壽螺的食物不只稻苗雜草可減少對稻苗的危害。
建議：休耕時種植雜草插秧後降低水位使雜草與稻苗同時生長。此舉不僅可減少福壽螺對稻苗的依賴還能抑制雜草對稻苗的養分競爭達到雙重益處。
- 四、比較福壽螺對不同處理方式誘餌的喜愛程度
發現：福壽螺對氣味極為敏感其中以生的處理方式最具排斥。我們推測這與熱處理過程中氣味分子釋放有關使進而使福壽螺排斥。
建議：可將具驅避效果的誘餌拌入泥土，促使福壽螺主動離田，達成環保驅避效果。
- 五、研究福壽螺在有費洛蒙環境下啃食稻苗情形是否減緩
發現：在含有生誘餌的擬稻田池水中會產生黃白色泡沫與水煮福壽螺時的泡沫相似。查閱文獻我們推測這可能是福壽螺在生命受威脅時釋放的費洛蒙。
建議：將生的福壽螺拌入泥土，利用費洛蒙誘發其逃離，減少對稻苗的破壞。
- 六、探討福壽螺對聲音或振動干擾的反應
發現：福壽螺在音頻下仍能自由爬行，但在震動環境中活動力顯著下降，甚至靜止。
建議：可進一步研究震動頻率與福壽螺活動關聯，尋找當干擾方式抑制其行動。
- 七、比較福壽螺在流動或封閉水域下的啃食稻苗情形
發現：福壽螺在流動水域(有水波干擾)的活動能力較受限制而在封閉水域(無水波干擾)則更容易啃食稻苗。
建議：可設計適度水流以降低福壽螺的活動力減少其對稻苗的破壞。
- 八、比較福壽螺在不同顏色瓦楞版上的產卵情形
發現：福壽螺最喜歡在粉紅色瓦楞板上產卵推測可能與其保護色機制有關。
建議：可在稻田旁設粉紅瓦楞板吸引福壽螺產卵，便於人工蒐集以後續處理。
- 九、研究福壽螺卵在不同天數的鮮紅程度變化
發現：福壽螺卵由鮮紅色逐漸轉為暗紅色最終變白顯示其色澤會隨時間推移而改變。
建議：可透過顏色變化來判斷卵的成熟度，福壽螺剛下蛋卵的顏色最鮮紅。
- 十、探討福壽螺卵在不同天數的抗氧化能力變化
發現：福壽螺卵在孵化初期的抗氧化能力較高，尤其是第一天的活性最佳。
建議：可進一步研究福壽螺卵內部抗氧化物質的成分變化探索其在保養品、面膜、化妝水、防曬。

陸、結論

- 只要掌握福壽螺的行為模式與環境偏好，就有機會在不依賴藥物的情況下，降低牠對稻田的破壞力，達到環保與生產的雙贏。福壽螺防治五大攻略，福壽螺行為深受環境影響，掌握以下關鍵，有效防治更環保：
- 一、**水溫控制**:水溫25~30℃最活躍，35℃以上會逃離。透過灌溉調節，降低水溫能壓制其活動，保護稻苗生長。
- 二、**水位管理**:福壽螺喜歡隱身水下啃食。將水位降低至約5公分，可迫使牠暴露，減少啃食，同時促進稻苗適應力。
- 三、**誘餌策略**:牠偏好經過烘烤或水煮後的食物，對生餌興趣低。這特性可運用在「生誘餌驅避法」，讓福壽螺遠離稻田核心。
- 四、**微震動干擾**:福壽螺對微弱水波極為敏感，長時間的穩定震動會讓牠們停止活動，提供一種無毒、無聲的物理防治新方向。
- 五、**誘卵與資源化**:福壽螺喜愛在粉紅色瓦楞板產卵，搭配保鮮膜可集中產卵，利於清除。更驚喜的是，福壽螺卵富含蝦紅素、膠原蛋白與抗氧化物，具生技開發潛力。
- 六、結合生態理解與創新手法，打造永續友善的農田防護網，實現「化害為利」的新農業模式。

表一 綜合防治方法(實驗組)VS原始裝置(對照組)比較

綜合防治方法(實驗組)VS原始裝置(對照組)

項目	實驗組	對照組
不同變因	降低水溫、 水面下種雜草、 生福壽螺誘餌、 增加震動	正常循環系統
螺魚稻共生系統		
原始稻苗照片		
啃食後稻苗照片		
啃食時間	72小時	72小時
原始稻苗株數	120株	120株
剩餘稻苗株數	114株	81株
啃食稻苗株數	6株	39株
倒塌稻苗株數	0株	45株
啃食稻苗 %		

(本照片由作者自行拍攝與製作)

表二 有費洛蒙稻田與普通稻田福壽螺啃食後的差異

稻田	優點	缺點	照片
 費洛蒙防治稻田	1.稻苗長勢較佳 2.福壽螺啃食較少 3.無農藥污染 4.生態環境較友善 5.無化學農藥成本	1.需設費洛蒙裝置 2.會有氣味及氣泡	
普通無防治稻田	1.免設費洛蒙裝置 2.沒有氣味及氣泡	1.稻苗部分受損 2.福壽螺啃食較多 3.病蟲害影響較大 4.稻苗生長不均 5.總產量減少	

(本照片由作者自行拍攝)

柒、參考文獻資料

- 一、國中自然課本第2冊第四章。4-2生物間的互動關係。翰林。
- 二、國中自然課本第 4冊第二章。2-2氧化還原。康軒。
- 三、為什麼說福壽螺被誤會了？剖析冒充田螺事件！世界百大入侵物種，福壽螺有哪些天敵？又該如何防治？
<https://reurl.cc/K8xzze>
- 四、福壽螺的治理策略 <https://reurl.cc/W024pD>
- 五、福壽螺鍊金，也要顧點倫理吧！
<https://pse.is/7j4je2>
- 六、費洛蒙介紹 <https://pse.is/7j4jym>
- 七、挑選圖片上的顏色(測量RGB值)
<https://pse.is/7j4k8g>
- 八、本研究有使用 Chat GPT 協助文本潤飾。
<https://chatgpt.com/>。

捌、未來展望

- 一、擴大研究規模至實際稻田環境並與農民推廣環保驅避方法，期望未來能夠將此次實驗結果應用於大規模稻田試驗，以進一步驗證福壽螺對稻苗的影響。
- 二、開發福壽螺卵的高價值應用，目前多數農民對於福壽螺防治的方式為直接撲殺，我們希望能夠資源再利用，特別是萃取福壽螺卵中的蝦紅素。根據本研究結果，福壽螺卵具有抗氧化成分，且在產卵後第一天的抗氧化能力最佳。未來，可應用於：美容保養品領域、食品與保健品、環保資源再利用。