

中華民國第 64 屆中小學科學展覽會
作品說明書

國小組 生物科

第一名

(鄉土)教材獎

080315

好吃的風鹽冰～澎湖鹹水煙對冰花生長影響之
探究

學校名稱：澎湖縣湖西鄉龍門國民小學

作者： 小六 吳宥瑤 小六 洪予晴 小五 宋昆陽 小五 李偉琳 小五 王楷翔	指導老師： 辛柏緯 賴秀智
---	-------------------------

關鍵詞：冰花、土壤 EC 值

得獎感言

菊島「風」狂奇幻旅程～科學探究樂趣多

從四年級開始，我們接受科展訓練，老師教導我們實驗的步驟和觀察的方法，讓我們養成嚴謹的實驗態度，奠定科學的基礎。五年級時，代表學校參加縣賽，在同隊六年級學長姐的帶領下，讓我第一次見識到科展的魅力。

有了去年的經驗累積，加上這次不斷的訓練，今年再度榮獲澎湖縣縣代表隊之一。接下來的幾個月中，每個星期持續練習QA，和反覆模擬報告，希望能更精進自我的表現。集訓過程中，雖然常常被校長、主任、老師問得不知如何更順暢的應對表達，但事後老師總是針對這些問題，更精細的釐清和解說，耗費大家許多的時間和精力，但日後換取來的成長與精實，練就了夥伴間更佳的默契與邏輯思維，讓彼此更有信心面對最艱鉅的國賽挑戰。最終，榮獲澎湖縣史無前例的佳績—國小組生物科第一名。

在科展的實驗過程中，很多事情比我想像中還要困難，理論與實際的差異，為了能得到實驗的數據，常常需要修正實驗方法，像取冰花囊狀組織的汁液的時候，一開始我們用針筒吸取囊狀組織的汁液，結果吸取的太慢還會吸到葉子，所以老師建議我們用湯匙刮，我們用湯匙刮的時候也要小心因為不可以太大力會刮到葉子。

一路走來，感謝這次比賽一起努力的研究夥伴們，不論是師長還是同學，每個人都是團隊中缺一不可的螺絲釘，從剛開始接觸與磨合，慢慢地培養默契並互相激勵，尤其是師長們不厭其煩的提醒和包容，讓我們能在科學路上少走了許多冤枉路，也了解到耐心才是成功的不二法門，最終合作無間的完成這項長久努力得來的作品。

「偉大的作品，不是靠力量，而是靠堅韌不拔的毅力還有不放棄的精神」，每一個成功的背後，都需要持續不斷地付出。雖然知道很累，更知道會遇到許多挫折，但回頭再看到自己的作品說明書和照片時，湧上心頭的不再是疲累、挫折、

緊張，而是一點一滴的合作記憶和感動。未來，祝福大家也可以秉持著這個精神，持續在自己的興趣發光發熱。



本團隊參與澎湖縣賽事團體照



本團隊參與全國賽事團體照



本團隊於中研院參訪團體照

好吃的風鹽冰～澎湖鹹水煙對冰花生長影響之探究

摘要

澎湖常見的冰花，吃起來帶點鹹鹹的滋味，其鹹味來源？以及長輩的種植經驗「在風大處冰花會長得比較好。」這些疑問，以及文獻中提及冰花能改善土壤鹽化的說法，讓我們針對澎湖鹹水煙的風和鹽度與 EC 值進行一連串的研究設計，我們得到以下結論：

- 一、**澎湖鹹水煙確實會造成鄰海土壤鹽化**，但鹽分多數僅停留在土層表面，且土壤皆呈偏鹼性，應含有可溶性鹽類，建議**可透過澆灌改善土質**。
- 二、土壤 EC 值 >3 會降低發芽率，初芽週次與最後的發芽率呈現正相關；而**鹹水煙確能增加葉片增長速度**。
- 三、冰花的鹽度來源：**囊狀組織與葉片內皆含有鹽分**。
- 四、**冰花確能改善土壤鹽化**，但可透過澆灌至 EC 值達 3 以下，輔以部份空氣流動以達更佳效益。

壹、研究動機

在冬天，家裡餐桌上常常出現冰花這道菜餚，葉子和葉柄上面有一顆一顆的小水珠看起來垂涎欲滴，吃起來帶點鹹鹹的滋味，是這個水珠讓冰花鹹鹹的嗎？阿嬤還說這冰花如果種在風大的地方會長得比較好，聽到這句話，讓我覺得怎麼可能？上網查了一下資料，還是沒看過這樣的說法；倒是看到冰花能改善土壤鹽化的說法，那是不是可以種在海濱地區？或是能改善沿海土壤下陷的地區？因為心中有太多的想法了，到學校問老師後，老師便建議我們今年來試試看種冰花，於是我們就開始這次的研究。

貳、研究問題

- 一、探討澎湖鹹水煙對土壤鹽度的影響。
- 二、探討不同鹽度土壤中的冰花生長情形。
- 三、探究冰花的囊狀組織與鹹味之關係。
- 四、探討鹹水煙對冰花生長的影響。
- 五、冰花改善土壤鹽化的可行性。

參、研究設備及器材

- 一、不同離海距離之土壤採樣點與採樣地點現況

根據本研究第一個研究問題「探討澎湖鹹水煙對土壤鹽度的影響」，因本縣冬季東北季風強烈，故選擇採樣點 A-鄰海地區(23°34'07.0"N，119°40'55.7"E)、採樣點 B-距東北方海岸約 1 公里處(23°34'10.0"N，119°40'23.1"E)、採樣點 C-約 2 公里處(23°34'11.4"N，119°39'46.1"E)；另為探究研究問題二「探討不同鹽度土壤中的冰花生長情形」至青螺濕地進行採樣，定義為採樣點 D，各圖整理如圖 1~8。



	
<p>採樣點 A1-3 距離東北方海岸 178.6m 圖片/照片來源：google 地圖擷圖</p>	<p>採樣點 A 地景 圖片/照片來源：研究團隊自拍</p>
	
<p>採樣點 B1-3 距離東北方海岸 883.7m 圖片/照片來源：google 地圖擷圖</p>	<p>採樣點 B 地景 圖片/照片來源：研究團隊自拍</p>
	
<p>採樣點 C1-3 距離東北方海岸 1.86km 圖片/照片來源：google 地圖擷圖</p>	<p>採樣點 C 地景 圖片/照片來源：研究團隊自拍</p>
	
<p>採樣點 D1-3 青螺濕地 圖片/照片來源：google 地圖擷圖</p>	<p>採樣點 D 地景 圖片/照片來源：研究團隊自拍</p>

圖 1~8 各採樣點與當地地景

二、土壤採樣裝置與土壤

(一)取土裝置

為探討本研究問題一、二，我們自製取土裝置，以直徑 10cm，高度 4cm 的 PVC 管 4 個連接組成(如圖 9)，至各採樣點後，分別間隔約 20m 進行三個點採樣，原訂採樣深度為 0~4cm、4~8cm、8~12cm，因部份採樣點土層較硬，故我們最後僅採樣深度至 8cm 等，每個深度採樣土壤 400gw，以各採樣點探究不同深度土壤與距海遠近之鹽度。



圖 9 自製取砂器／圖片/照片來源：研究團隊自拍

(二)土壤

為探討研究問題二，參考文獻我們於各採樣點 A~D，間隔約 20m 各取 3 處，再向下挖掘 0~4cm、4~8cm 定義為 A_{1(0~4cm)}、A_{1(4~8cm)}、A_{2(0~4cm)}、A_{2(4~8cm)}、A_{3(0~4cm)}、A_{3(4~8cm)}、B_{1(0~4cm)}、...，共計 24 份樣本土壤，每份 400gw，並分成 2 盆栽種，每盆 200gw；並為探究冰花在鹽分土壤生長情形，參考文獻後，取培養土+0.5%鹽水(定義編號 E)、培養土+1%鹽水(定義編號 F)、培養土+2%鹽水(定義編號 I)、培養土+海水(定義編號 J)，各 400gw，並分成 2 盆栽種，每盆 200gw；並為探究冰花在真實高鹽度土壤的生長情形，所以至青螺濕地取樣，間隔 20m 各取一處(定義為 D_{1(0~4cm)}、D_{1(4~8cm)}、D_{2(0~4cm)}、D_{2(4~8cm)})，各 400gw，並分成 2 盆栽種。

三、冰花

冰葉日中花（學名：*Mesembryanthemum crystallinum*），又名冰花，是番杏科的一個物

種，屬於一種匍匐型多肉植物。表面覆蓋著囊泡，就好像冰晶一樣，因而得名。這些囊泡是膨脹的上皮細胞，主要作用是儲水。本物種依生長環境，可以是一～多年生植物，但常只有幾個月就已完成其生命週期，冰花可於耐受營養不良或鹽漬的土壤，節錄自維基百科。

本研究從冰花種子開始栽種，從發芽率、第 1 對葉至開花期，完整觀察冰花生命週期，如圖 10~12。



圖 10~12 冰花各階段照／圖片/照片來源：研究團隊自拍

四、分析樣本所需實驗器材

為分析所取樣回來的土壤，本研究使用以下主要實驗器材（如圖 13~20），分述如下：

(一)電導度測試筆

用以檢測本研究所採樣之土壤電導度，EC 值是用來測量溶液中可溶性鹽濃度的，也可以用來測量液體肥料或種植介質中的可溶性離子濃度。其檢測範圍與解析度說明如下：

廠牌型號	EZDO 6061	量測範圍	0~20EC(ms/cm)
解析度	0.1EC	溫度補償	自動(0~50°C)

(二)鹽度計與 pH 值測量計

用以輔助檢測食鹽水鹽度、海水等鹽度、pH 值測量。

(三)鹹水煙模擬裝置

為探究研究問題四「探討鹹水煙對冰花生長的影響」，所以我們利用超音波震盪片吸取海水(鹽度約 3.1%)，並利用塑膠袋蒐集凝結的液體，確認所產生之小水珠含鹽分，再使用透明整理箱、冰塊、致冷晶片、不鏽鋼網、電風扇、自製植物燈等設備，在室內模擬冬季鹹水煙對冰花的影響，以驗證阿嬤的說法。

(四)自製植物燈與手機光譜儀

為探究研究問題四「探討鹹水煙對冰花生長的影響」，故依據文獻所建議的植物燈光譜結果，我們利用紅、白、藍 LED 燈條、可調亮度的微控制器，自製植物燈以進行室內模擬東北季風對冰花的影響，我們使用由台灣大學江宏仁教授所研發的 SciView 手機光譜儀，利用自製小暗房與手機，讓我們得到植物燈光譜照片，再利用 APP- spectraView 分析實驗結果，調整至符合文獻對冰花最合適的植物燈。

		
<p>電導度 EC 值測試筆</p>	<p>鹽度計</p>	<p>pH 計</p>
		
<p>鹹水煙模擬裝置— 致冷晶片裝置</p>	<p>自製植物燈與可調燈裝置</p>	<p>東北季風模擬裝置— 超音波震盪裝置</p>
		
<p>手機光譜儀／spectraView</p>	<p>鹹水煙模擬裝置</p>	<p>uHandy 行動顯微鏡 (30X-360X)</p>

圖 13~20 本研究研究器材／圖片/照片來源：研究團隊自拍

肆、研究過程與方法

一、研究架構圖

本研究從餐桌上出現的冰花鹹味從何而來為開端，以及長輩說風對冰花影響的種植經驗，再延伸探究文獻與網路資料上一冰花能改善土壤鹽度之說法，進行了一連串的實驗設計與驗證，架構圖如下圖 21。

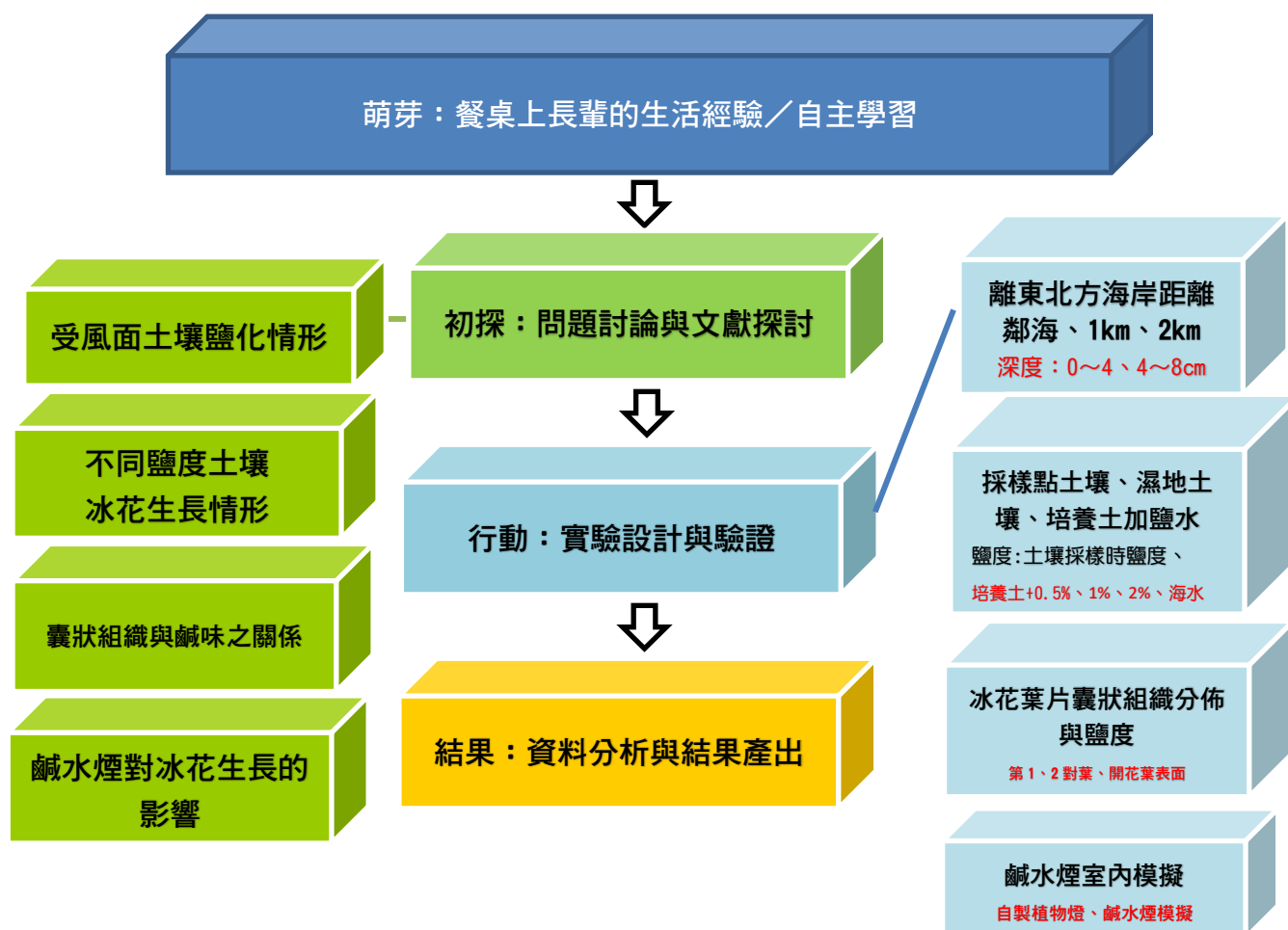


圖 21 研究架構圖／圖片/照片來源：研究團隊自繪

二、文獻探討

透過網路蒐尋與閱覽全國科展關鍵字為「冰花」的相關研究報告，並將重點整理如下：

(一)王盈丰(2016)·中華民國第56屆中小學科學展覽會 高級中等學校組 農業與食品學科：冰花菜一斤兩仟怎麼降 植物工廠再進化。

1.探討內容：自製植物燈進行冰花的室內栽種，以藍／紅光 LED 燈照射，每日 14 小時，對冰花生長最為佳。

2.對本研究幫助：為探究研究問題四—「帶鹽分風對冰花生長的影響」，需要針對風、光線、鹽度等的實驗控制，所以需要在室內密閉空間進行，因此我們動手自製植物燈；參考文獻之建議，以藍、紅 LED 燈條為主要光源，但我們利用電壓調整亮度，取代文獻中利用螢光粉的方式，並將照片匯入 spectraView APP 中，並調整亮度讓光譜接近文獻中所建議之冰花最佳植物燈；另照射時間部份，為配合學校上放學時間，調整成每日 08:00~16:00，每日照射 8 小時。

(二)陳亮萱、賴芷絮、王怡心 (2017) ·中華民國第 57 屆中小學科學展覽會 國中組 生物科：冰「鹽」逆險記～探討冰花在鹽逆境下生長及改善土壤鹽化可行性。

1.探討內容：探究冰花在各鹽逆境成長情形，包含利用水耕方式探究在冰花不同濃度鹽水中生長情形、囊狀細胞的鹽度情形、土壤電導度測量(濕地採土烘乾再加蒸餾水方式)等。

2.對本研究幫助：本研究參考其水耕的鹽分濃度(鹽度>2%其發芽率低)，但改採不同鹽度鹽水浸潤至培養土方式；另囊狀細胞可能含有鹽度，所以我們決定再次驗證外，參考其用搗碎取汁進行鹽度測量，在本研究葉肉搗汁時採用，以確認冰花鹽度來源在於囊狀細胞或存在於葉肉。

綜合以上的文獻探討，再輔以網路資料蒐尋（如維基百科、農業知識入口網等），我們知道冰花具有耐鹽與改善土壤鹽度的特性，且可在室內利用藍、紅 LED 燈進行室內栽種；其囊狀細胞內可能含有具鹽度的水，可利用土壤電導度(EC 值)的測量，瞭解介質的可溶性鹽度（農業知識入口網，2013）。

因冰花於科展的相關文獻較少，所以包含鹽度除了囊狀細胞存在外，其葉肉內是否也有可能含有鹽度？冰花鹽度耐受性的確認，與澎湖土壤的關係，澎湖風所帶來的鹹水煙是否真的對冰花生長有所影響等都尚未有科展研究討論。

本研究設計根據以上文獻所習得的各檢測方法與待探究的問題，進行迎東北季風風面的距離、土壤 EC 值、冰花鹽度來源、風與冰花生長的關係等問題進行研究設計與探究。

三、研究過程及方法

(一)緣起：冬天家裡餐桌常出現冰花這道菜，上面的水珠吃起來鹹鹹的滋味，其鹹味的來源是水珠嗎？另外，長輩分享風會讓冰花長得比較好，是澎湖東北季風帶來的鹹水煙的影響嗎？而文獻資料中提到冰花能改善土壤鹽度的效益，我們想瞭解冰花的鹽度耐受性，以及能不能讓冰花種在海濱地區呢？

(二)研究設計與步驟

1.研究問題一：探討澎湖鹹水煙對土壤鹽度的影響。

(1)土壤取樣

我們想探究澎湖鹹水煙是否真的會帶上鹽分，所以我們利用 Google 地圖，定位鄰海採樣點，另因澎湖冬天以東北季風為主，故選擇距東北方海岸約 1km、2km 處進行土壤採樣，並於該採樣點間隔 20m，利用自製取土裝置(0~4cm、4~8cm)，進行不同深度的 3 次採樣，採樣情形如圖 22~23，樣本編號如表 1。



圖 22~23 土壤取樣情形／圖片/照片來源：研究團隊自拍

表 1 採樣土壤樣本命名表

地點 \ 深度	距海距離	0~4cm	4~8cm
採樣點 A ₁	鄰海	A ₁ -0~4cm	A ₁ -4~8cm
採樣點 A ₂	鄰海	A ₂ -0~4cm	A ₂ -4~8cm
採樣點 A ₃	鄰海	A ₃ -0~4cm	A ₃ -4~8cm
採樣點 B ₁	距海 1km	B ₁ -0~4cm	B ₁ -4~8cm

採樣點 B ₂	距海 1km	B ₂ -0~4cm	B ₂ -4~8cm
採樣點 B ₃	距海 1km	B ₃ -0~4cm	B ₃ -4~8cm
採樣點 C ₁	距海 2km	C ₁ -0~4cm	C ₁ -4~8cm
採樣點 C ₂	距海 2km	C ₂ -0~4cm	C ₂ -4~8cm
採樣點 C ₃	距海 2km	C ₃ -0~4cm	C ₃ -4~8cm

(2)土壤數值量測

將上述各編號樣本，取 100gw，加入蒸餾水 200ml，充份攪拌 3 分鐘後，進行土壤 pH 值、鹽度量測；而 EC 值部份，原本我們要採參考文獻之方式，三用電表進行懸浮液電導度之量測；但老師建議我們可以仔細瞭解 EC 值和有什麼可以量測的方式或方式；我們從農業知識網、小耕園網知道可以採水土比 1：1，讓水自然排出後即可直接測量，本研究使用的 EC 值量測器也有支援土壤量測的功能，故後續量測皆採直接量測土壤方式。

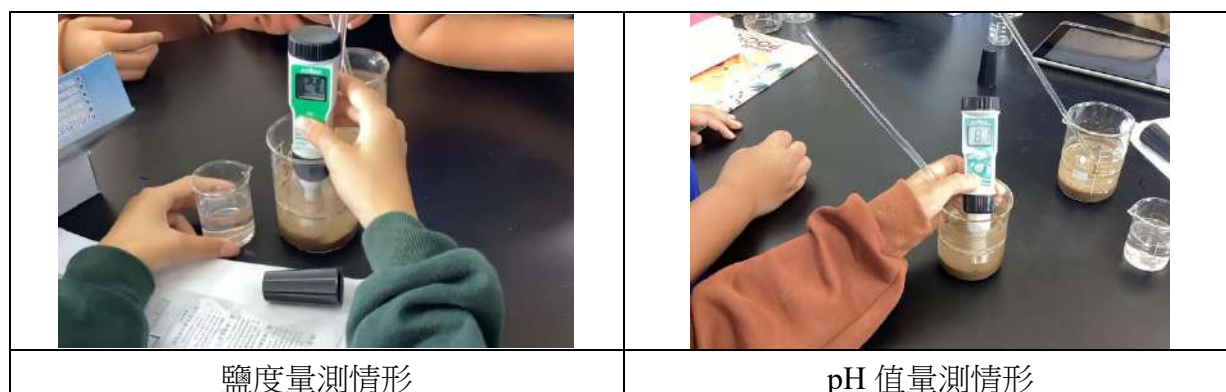


圖 24 鹽度值與 pH 值量測／圖片/照片來源：研究團隊自拍

2.研究問題二：探討不同鹽度土壤中的冰花生長情形。

(1)不同鹽度土壤準備

除將採樣之土壤樣本 A₁~C₃ 外，為探究冰花在鹽分土壤生長情形，參考文獻後，取 200gw 培養土 8 份，每份分別加入不同濃度的食鹽水 200ml (濃度分別為 0.5% (E)、1%鹽水(F)、2%鹽水(I)、海水-3.1%(J)，每種濃度鹽水各加入 2 份培養土中)，靜置一天後，再利用烘燈烘乾；另為探究冰花在真實高鹽度土壤的生長情形，所以至青螺濕地取樣(原本想要採樣 3 處，但因為採樣地爛泥較多，為了安全所以最後僅採樣 2 處)，間隔 20m 各取一處(定義為 D_{1(0~4cm)}、D_{1(4~8cm)}、D_{2(0~4cm)}、D_{2(4~8cm)})，以上樣本皆

為 400gw，分成 2 盆栽種，每盆 200gw。各盆栽編號如下表 2、表 3。

表 2 採樣點各盆栽編號表

地點	深度			
	0~4cm		4~8cm	
採樣點 A ₁ 盆栽	A ₁ -0~4cm-1	A ₁ -0~4cm-2	A ₁ -4~8cm-1	A ₁ -4~8cm-2
採樣點 A ₂ 盆栽	A ₂ -0~4cm-1	A ₂ -0~4cm-2	A ₂ -4~8cm-1	A ₂ -4~8cm-2
採樣點 A ₃ 盆栽	A ₃ -0~4cm-1	A ₃ -0~4cm-2	A ₃ -4~8cm-1	A ₃ -4~8cm-2
採樣點 B ₁ 盆栽	B ₁ -0~4cm-1	B ₁ -0~4cm-2	B ₁ -4~8cm-1	B ₁ -4~8cm-2
採樣點 B ₂ 盆栽	B ₂ -0~4cm-1	B ₂ -0~4cm-2	B ₂ -4~8cm-1	B ₂ -4~8cm-2
採樣點 B ₃ 盆栽	B ₃ -0~4cm-1	B ₃ -0~4cm-2	B ₃ -4~8cm-1	B ₃ -4~8cm-2
採樣點 C ₁ 盆栽	C ₁ -0~4cm-1	C ₁ -0~4cm-2	C ₁ -4~8cm-1	C ₁ -4~8cm-2
採樣點 C ₂ 盆栽	C ₂ -0~4cm-1	C ₂ -0~4cm-2	C ₂ -4~8cm-1	C ₂ -4~8cm-2
採樣點 C ₃ 盆栽	C ₃ -0~4cm-1	C ₃ -0~4cm-2	C ₃ -4~8cm-1	C ₃ -4~8cm-2
採樣點 D ₁ 盆栽	D ₁ -0~4cm-1	D ₁ -0~4cm-2	D ₁ -4~8cm-1	D ₁ -4~8cm-2
採樣點 D ₂ 盆栽	D ₂ -0~4cm-1	D ₂ -0~4cm-2	D ₂ -4~8cm-1	D ₂ -4~8cm-2

表 3 培養土各盆栽編號表

編碼	鹽度			
	0.5%	1%	2%	海水(3.1%)
培養土盆栽	E-1	F-1	I-1	J-1
	E-2	F-2	I-2	J-2

(2)冰花栽種

將上述各編號樣本，取 400gw，再分成各 200gw，分別置入花盆，並點播 4 處，每處置入 3 顆冰花種子，如圖 25~26；每週二次，每次加入 50ml 蒸餾水的澆灌。

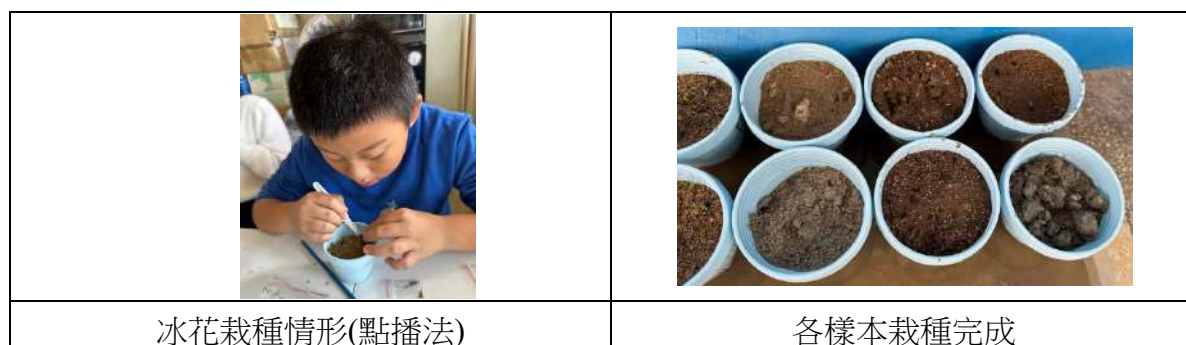


圖 25~26 冰花栽種情形／圖片/照片來源：研究團隊自拍

(3)EC 值量測

本研究想瞭解冰花生長與土壤 EC 值變化關係，所以在栽種前、栽種後持續進行量測，隨機挑選盆栽內土壤三處，每兩週先採水土比 1：1 的方式，加入 200ml 水，再讓水自然排出後，進行土壤 EC 值量測，量測後將洞回填，持續量測 11 週，如圖 27。



圖 27 定期量測 EC 值變化情形／圖片/照片來源：研究團隊自拍

3.研究問題三：探究冰花的囊狀組織與鹹味之關係。

(1)葉片觀察

本研究問題是想瞭解鹹味來源、冰花改善土壤鹽度後的鹽分會累積在植物體內、哪個部位，抑或排出？所以我們將有成功發芽的冰花，挑選 10 株，利用黑色簽字筆在葉片上做標記，進行葉片囊狀組織大小之追蹤，於第一對葉、第二對葉出現之後與開花時的葉片，拿至 uHandy 30X 行動顯微鏡下觀察其葉片囊狀組織生長分佈情形，如圖 28。



圖 28 不同葉片時期觀察情形／圖片/照片來源：研究團隊自拍

(2)鹽度測量

待成長至第 12 週，我們將不同採樣點的葉片進行囊狀組織的蒐集，並將蒐集過後的部份葉片搗碎，以確認鹽分的儲存位置。一開始我們原想利用針筒戳破囊狀組織再進行液體的蒐集，但實際操作後發現在針刺的深度掌握不易，所以我們改採用小湯匙刮的方式進行蒐集，不同鹽度的葉片囊狀組織液或葉汁蒐集 2ml 後，倒入小試管瓶中進行鹽度的測量，各蒐集情形如圖 29~31。



圖 29~31 葉片囊狀組織蒐集情形／圖片/照片來源：研究團隊自拍

(3)鹽度測量

待蒐集 2ml 後，利用鹽度計進行量測。

4.研究問題四：探討鹹水煙對冰花生長的影響。

本研究問題是想探討與驗證長輩說的「冰花種在風大的地方會長得比較好」這說法，以及澎湖的鹹水煙是否為澎湖冰花生長較佳的助力之一？

為進行實驗控制，我們在室內自製鹹水煙模擬裝置來進行探討。我們先取培養土 800gw，分成 4 盆，每盆 200gw，分為實驗組(K)、對照組(L)各 2 盆，我們依先前實驗設計擇 4 洞各植入冰花種子 3 顆後，待長出第一對葉時；實驗組再利用超音波震盪片將海水形成煙霧狀微粒，並先利用塑膠袋蒐集凝結水珠，確認水珠具有鹽分；再從文獻中知道冰花生育適溫為 5-25°C(農業知識網，2024)，所以我們利用致冷晶片與冰塊營造低溫環境，再透過電扇將帶鹽分之水霧吹送至冰花苗上。另因在室內種植，所以我們參考文獻自製藍紅光為主的

植物燈，先透過 SciView 手機光譜儀進行分光，再利用 spectraView 進行分析與調整至最接近文獻的藍紅光植物燈，如圖 32；完成後每日照射 8 小時，以增快冰花的生長速度，自製室內帶鹽分風模擬裝置，如圖 33。控制組則為在整理箱內僅接受蒸餾水霧、冰塊低溫營造與自製藍紅光植物燈照射(每日照射 8 小時)，以做為對照。

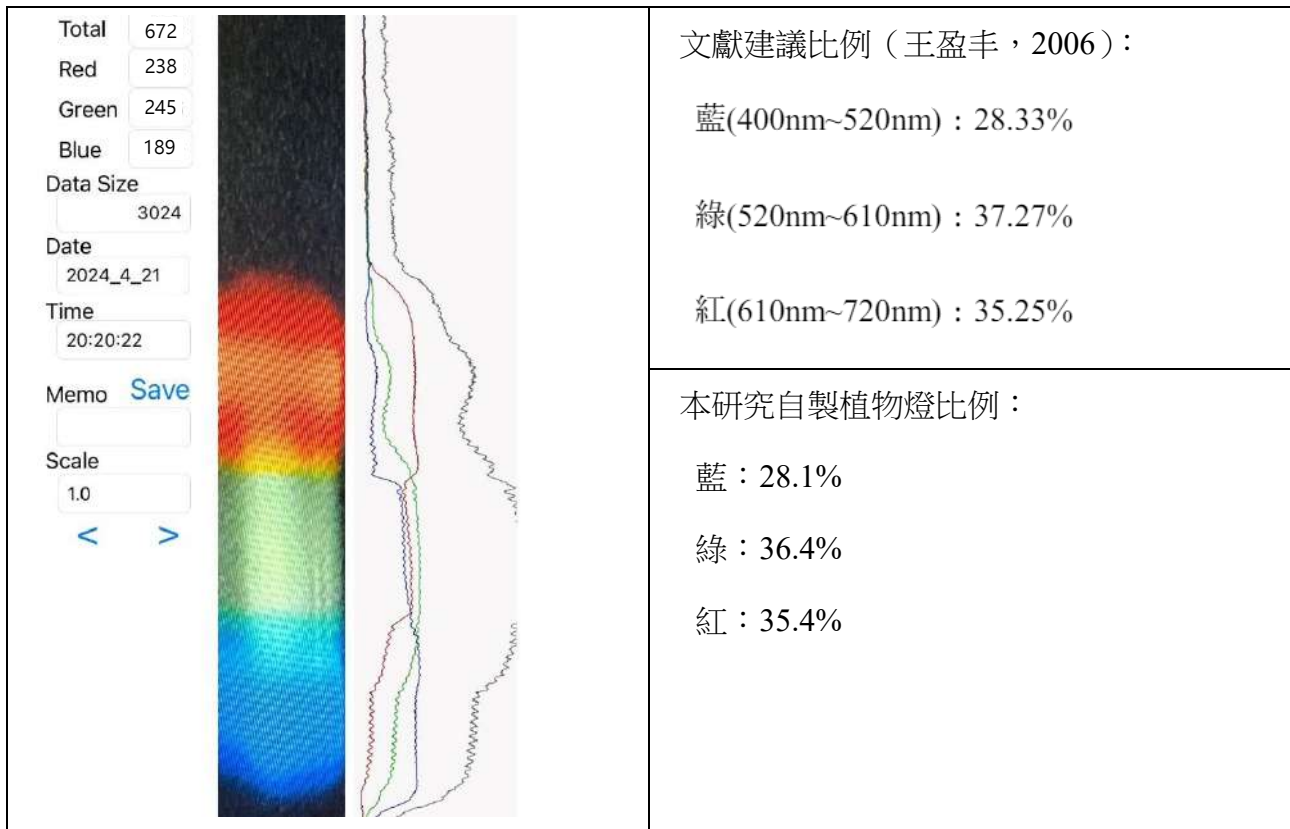


圖 32 自製藍紅光植物燈光譜分析／圖片/照片來源：研究團隊電腦分析後擷圖

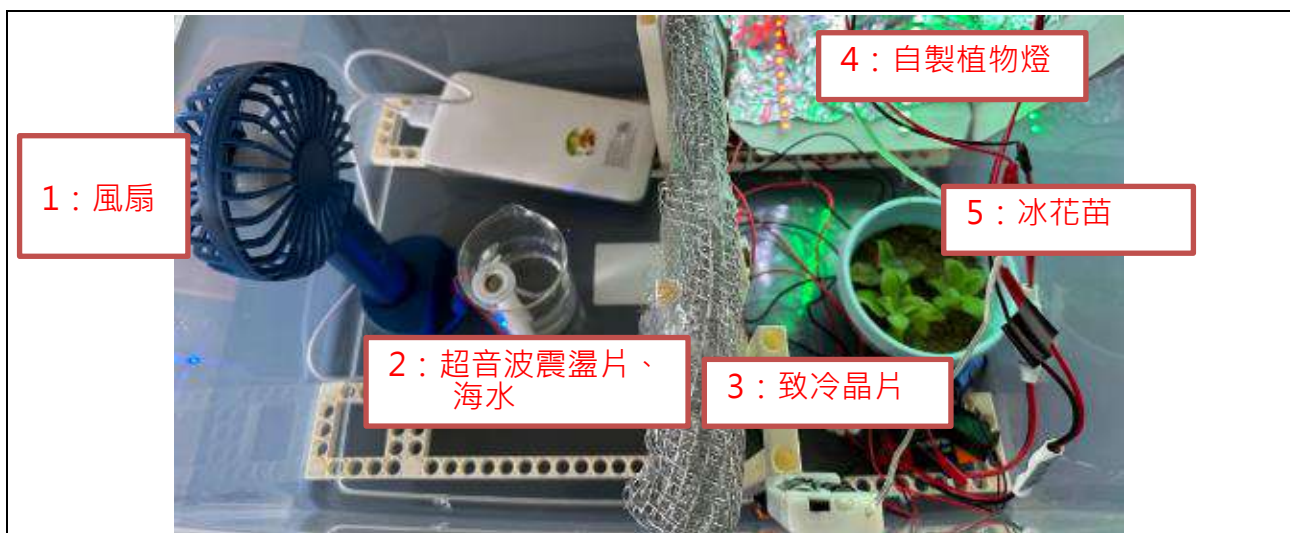


圖 33 自製室內鹹水煙模擬裝置／圖片/照片來源：研究團隊自拍

(三)資料整理、討論與成果報告產出。

伍、研究結果

以下就本研究目的、問題與實驗設計，進行數據分析與研究結果說明，分述如下：

一、研究問題一：探討澎湖鹹水煙對土壤鹽度的影響。

我們想探究澎湖鹹水煙與土壤鹽分之關係，所以我們利用 Google 地圖與澎湖東北季風之吹拂經驗，選擇鄰海(A)、距東北方海岸約 1km(B)、2km(C)等處進行土壤採樣，並定位為 A~C 採樣點，再於各採樣點間隔 20m，利用自製取土裝置(0~4cm、4~8cm)，進行不同深度的 3 次採樣，定義為 A₁~A₃、B₁~B₃、C₁~C₃ 採樣點，經檢測鹽度、pH 值、EC 值等數據結果如下表 4。

表 4 各採樣點鹽度、pH 值、EC 值統計表

數值 地點與深度	鹽度		pH 值		EC 值(ms/cm)	
	0~4cm	4~8cm	0~4cm	4~8cm	0~4cm	4~8cm
採樣點 A ₁	1.77	0.20	8.1	8.3	2.80	3.23
採樣點 A ₂	1.63	0.70	8.2	8.3	2.40	3.42
採樣點 A ₃	1.71	0.36	8.4	8.4	2.70	3.30
採樣點 B ₁	0.13	0.13	7.8	7.8	1.04	1.75
採樣點 B ₂	0.15	0.14	8.0	8.1	1.22	1.82
採樣點 B ₃	0.14	0.13	8.1	8.0	1.02	1.73
採樣點 C ₁	0.13	0.12	7.8	7.8	0.94	1.53
採樣點 C ₂	0.14	0.14	7.9	7.9	1.09	1.43
採樣點 C ₃	0.13	0.12	7.8	7.7	0.97	1.22

將上述表格，依鄰海距距離轉化成統計圖如下圖 34~36。

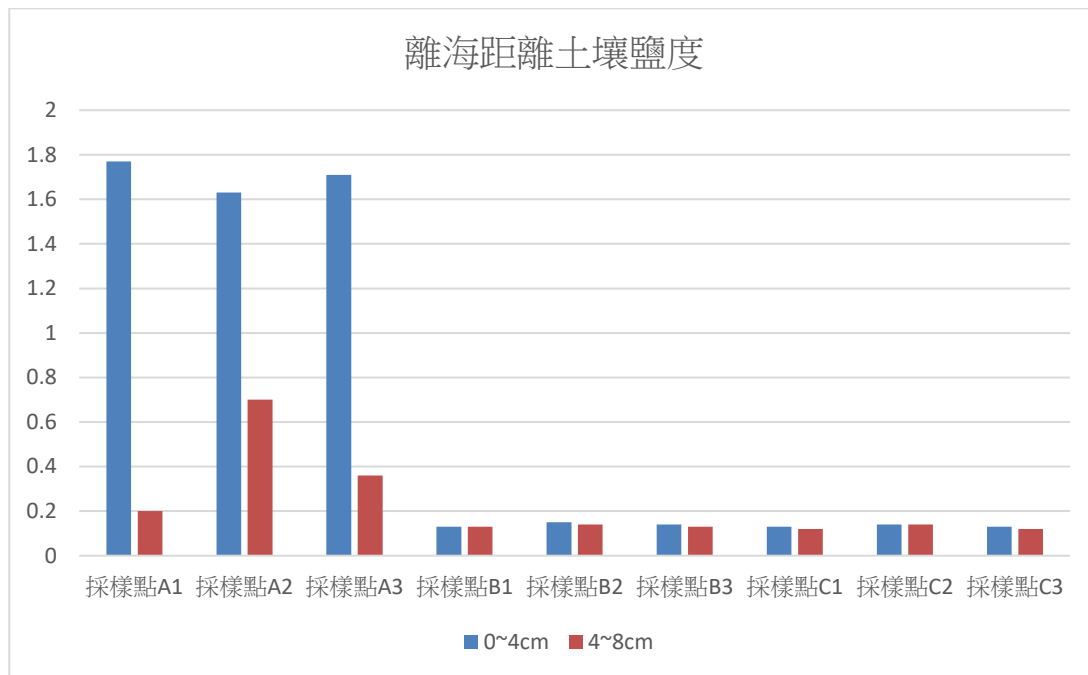


圖 34 依離海距離土壤鹽度值統計圖

根據上表和圖 34，我們可知鄰海的採樣點 A 其鹽度明顯多於其它兩採樣點，而採樣點 A₁~A₃ 的表層(0~4cm)土壤鹽度值亦明顯高於(4~8cm)，而採樣點 B、C 無明顯差異。

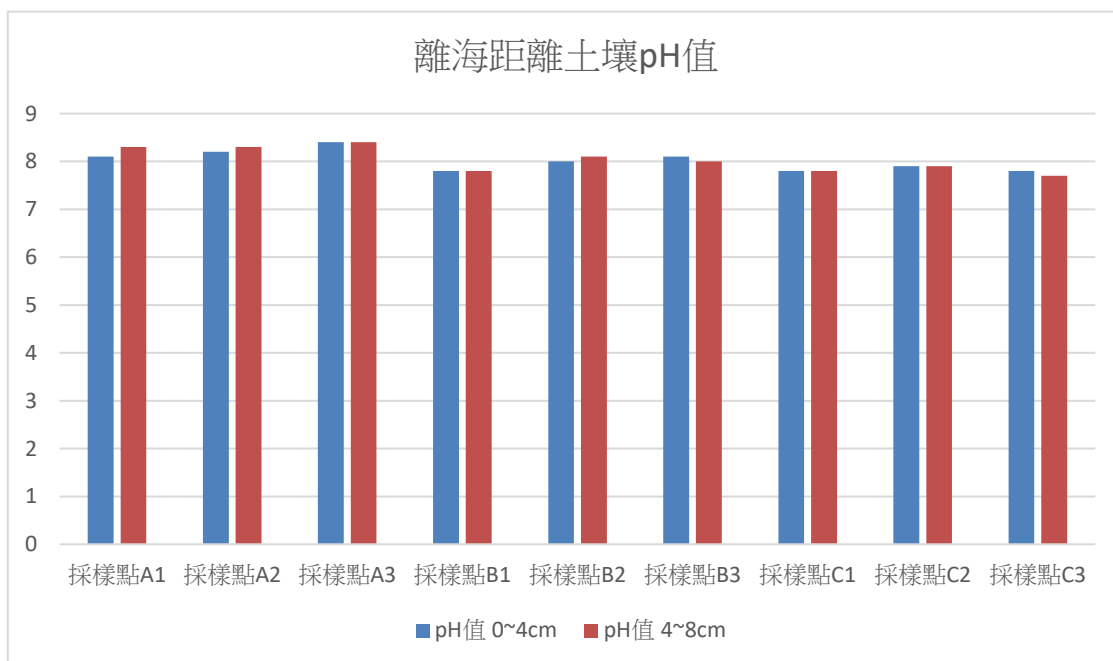


圖 35 依離海距離土壤 pH 值統計圖

根據上表和圖 35，我們可知鄰海的採樣點 A 其 pH 值略高於其它兩採樣點，但三個採樣點皆無明顯差異，且皆偏鹼性；而深度不同亦無一致性結果。

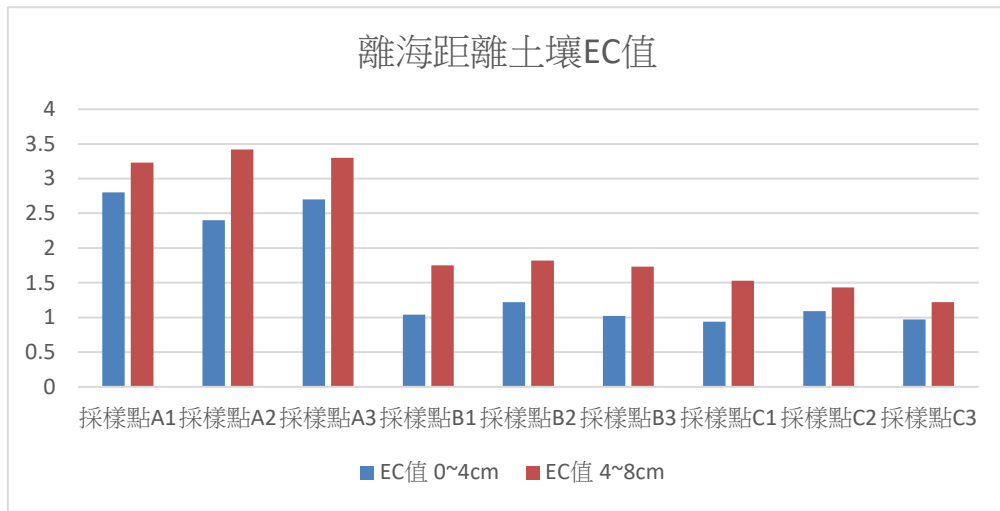


圖 36 依離海距離土壤 EC 值統計圖

根據上表和圖 36，我們可知鄰海的採樣點 A 其 EC 值明顯高於其它兩採樣點，而與採樣點 B、C 差距不像鹽度差異大，採樣點 B 的 EC 值略高於採樣點 C；不過各採樣點 4~8cm 的 EC 值皆一致性地高於 0~4cm。

二、研究問題二：探討不同鹽度土壤中的冰花生長情形。

延續研究問題一所採樣之土壤樣本 A₁~C₃；為探討冰花在高鹽分土壤生長情形，取培養土分別加入 0.5%、1%、2% 食鹽水、海水(鹽度 3.1%)，以及為探究冰花在真實高鹽度土壤的生長情形，所以至青螺濕地取樣定義為 D₁、D₂(原本想要採樣 3 處，但因為採樣地爛泥較多，為了安全所以最後僅採樣 2 處)；將上述各編號樣本，取 400gw，再分成各 200gw，分別置入花盆，每盆點播 4 處，每處置入 3 顆冰花種子，每二週先採水土比 1：1 的方式，加入 200ml 水，再讓水自然排出後，進行土壤 EC 值量測，持續量測 11 週，其數據(EC 值數據為為三點檢測平均值)，完整數據記錄於實驗日誌：。

根據數據，我們針對不同土壤種類與發芽率的關係、生長情形和 EC 值變化情形進行分析，結果如下：

(一)不同土壤種類與發芽率

針對不同離海距離、鹽度的土壤進行冰花平均發芽率的比較，距海 1km(54.17%)>距海 2km(47.22%)>鄰海(31.25%)>0.5%鹽水(25%)>1%鹽水(12.5%)>濕地(4.17%)>2%鹽水與海水(0%)，其統計圖如下圖 37。

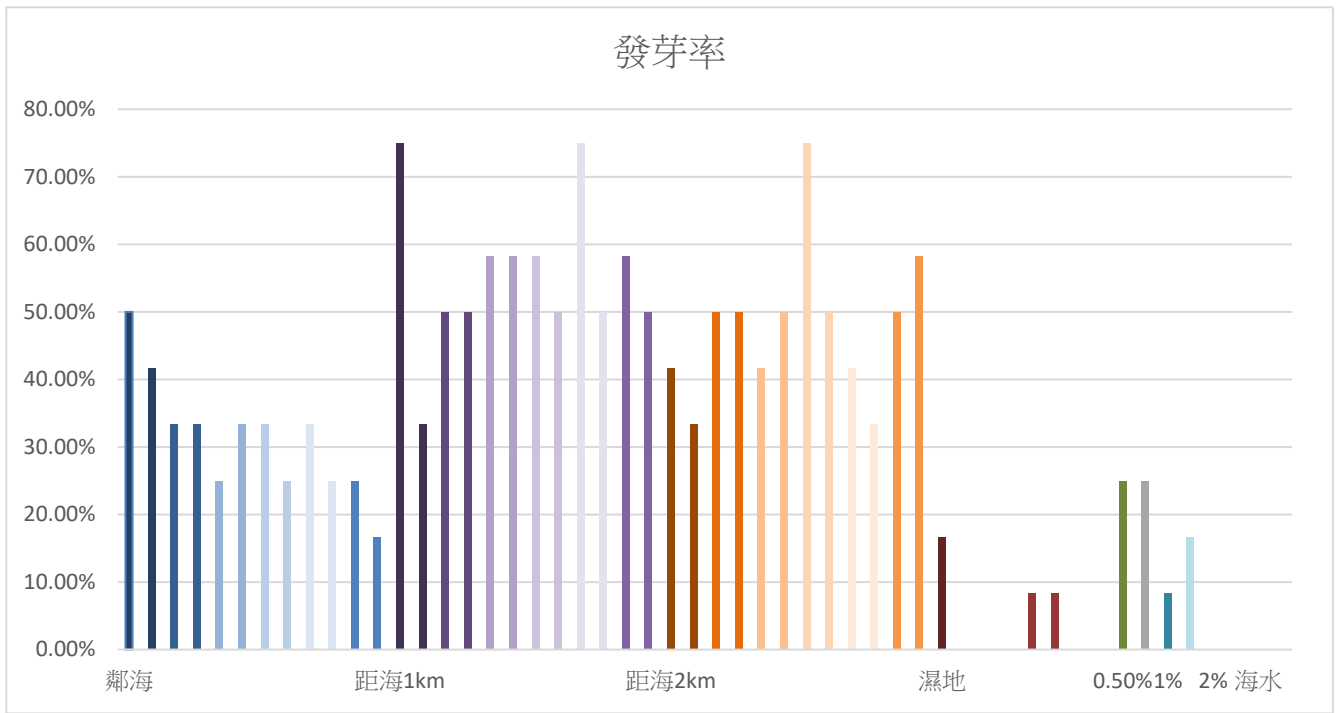


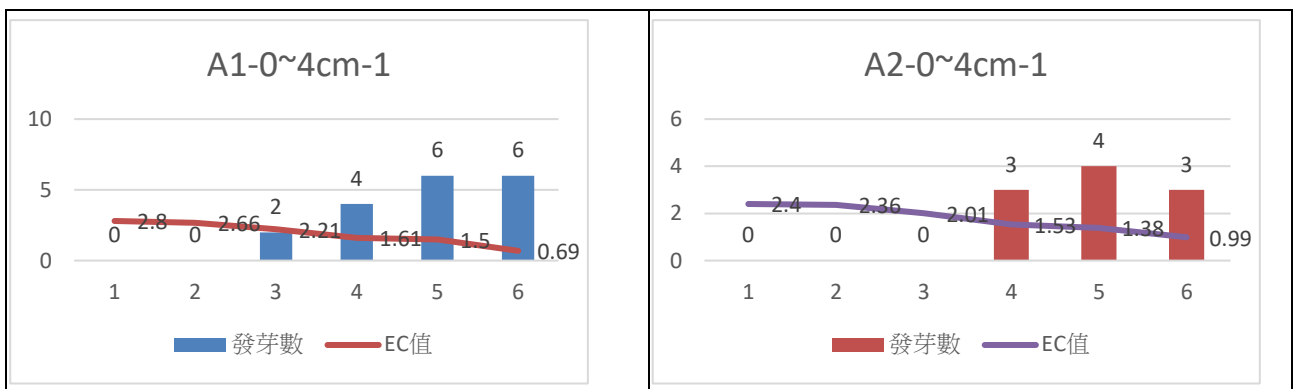
圖 37 各採樣點冰花發芽情形圖

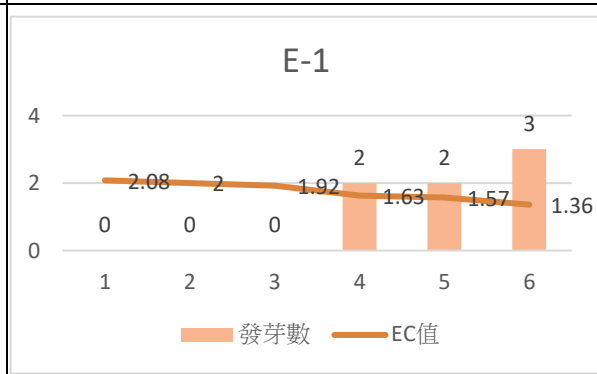
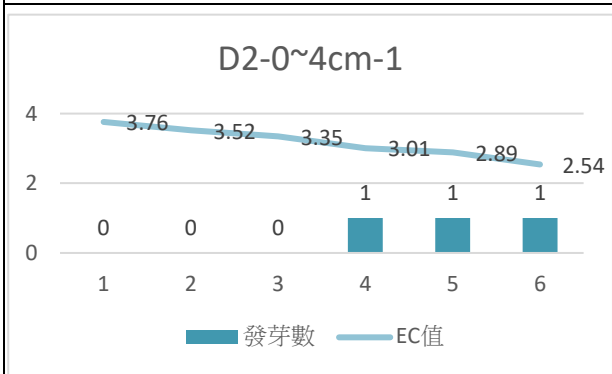
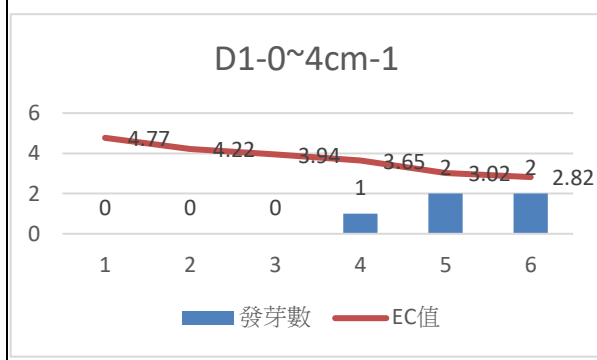
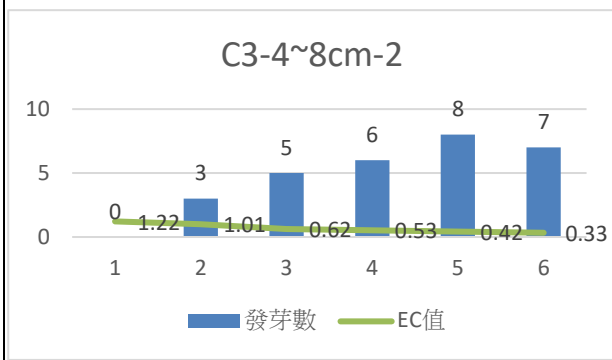
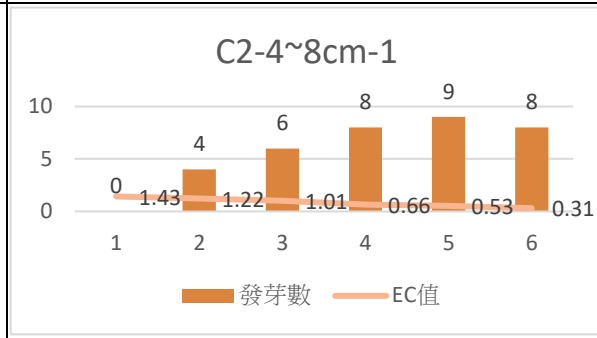
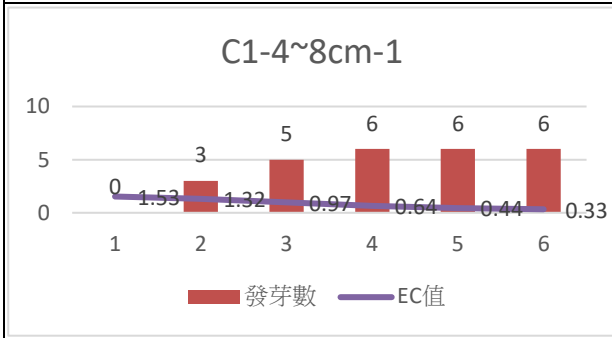
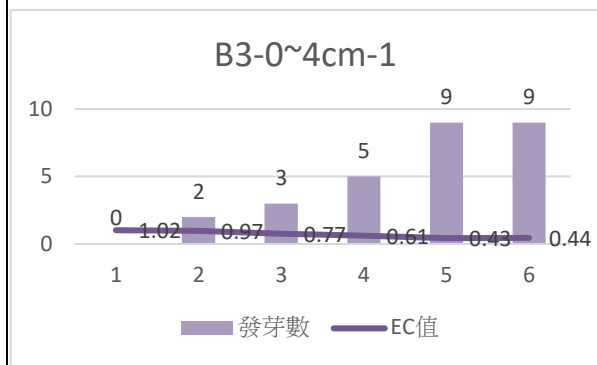
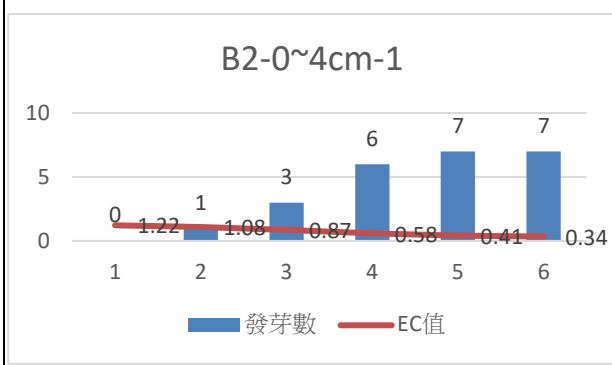
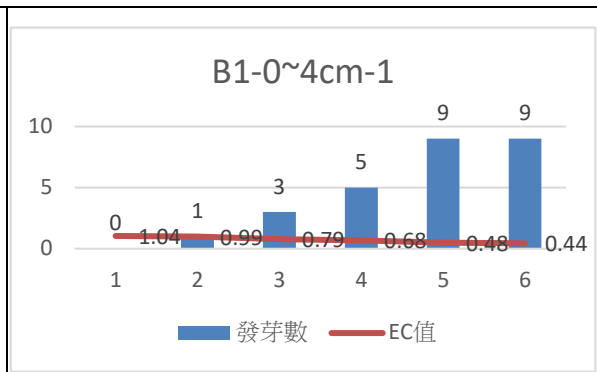
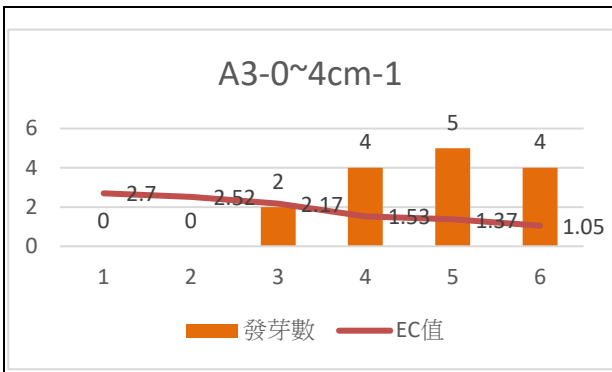
(二)不同土壤種類的初芽週次

根據數據，不同土壤種類的初芽週次略有不同，距海 1km、2km 採樣點皆在第 3 週發初芽為主，鄰海採樣點約落在第 5~7 週發初芽，0.5%、1%食鹽水樣本都在第 5 週發初芽，濕地土壤若有發芽則約在第 7、9 週發初芽，而 2%食鹽水與海水樣本皆未發芽。

(三)生長情形與 EC 值變化情形

依據上述數據，選擇其發芽數最多的樣本，以及皆未發芽 2%食鹽水的樣本，進行統計圖表製作，我們發現 EC 值會隨著週次持續下降，如圖 38~51；若樣本發芽數為 5~9，EC 值下降比率(第 1 週 EC 值—第 11 週 EC 值/第 1 週 EC 值)的平均值為 67.28%，樣本發芽數為 1~4 時，則 EC 值下降比率的平均值為 38.38%，如圖 52。





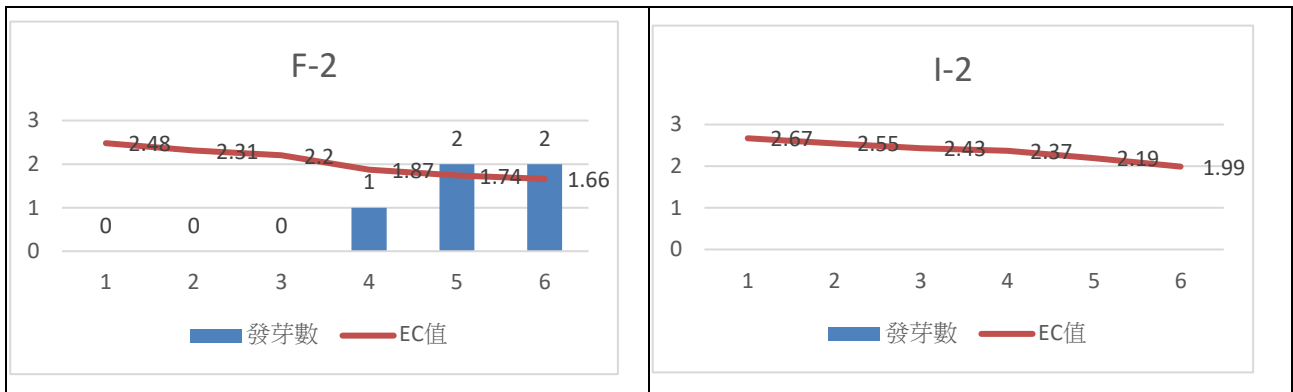


圖 38~51 各不同土壤樣本發芽數與 EC 值統計圖

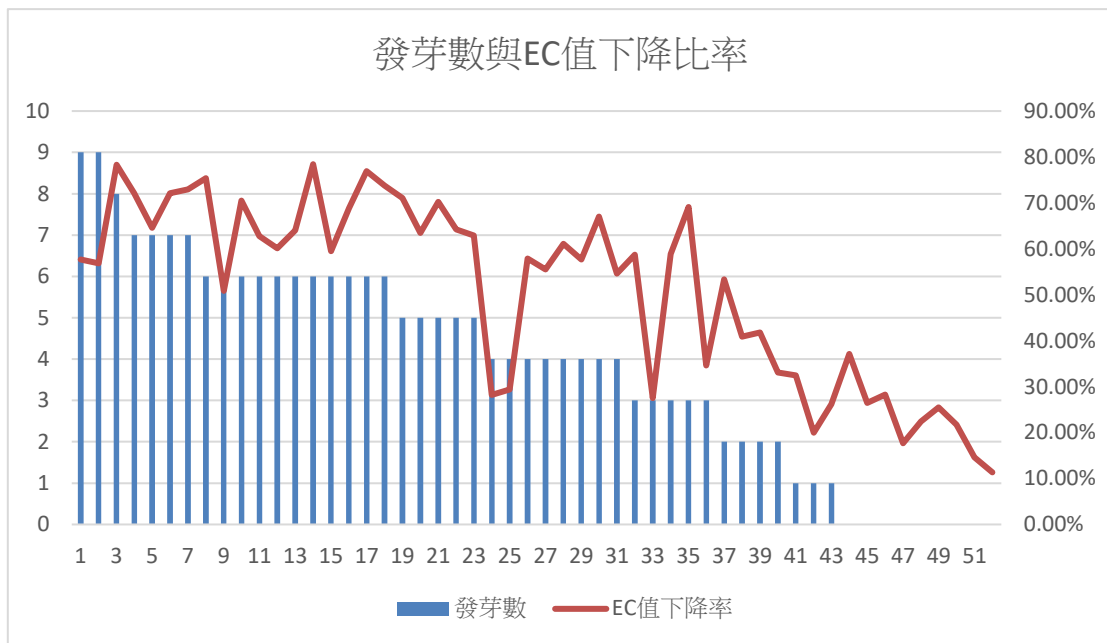


圖 52 所有樣本發芽數與 EC 值下降比率統計圖

三、研究問題三：探究冰花的囊狀組織與鹹味之關係。

本研究問題承接研究問題二的結果，冰花生長確能降低土壤 EC 值，所以本段落要探究冰花改善土壤鹽度後的鹽分會累積在植物體的哪個部位，造成鹹味的來源？

(一)葉片囊狀組織生長分佈情形

我們取有成功發芽的冰花，挑選 10 株，利用黑色簽字筆在葉片上做標記，進行葉片囊狀組織大小之追蹤，第一對葉、第二對葉出現之後與開花時的葉片，拿至 uHandy 30X 行動顯微鏡下觀察其葉片囊狀組織生長分佈情形，如圖 53~55。

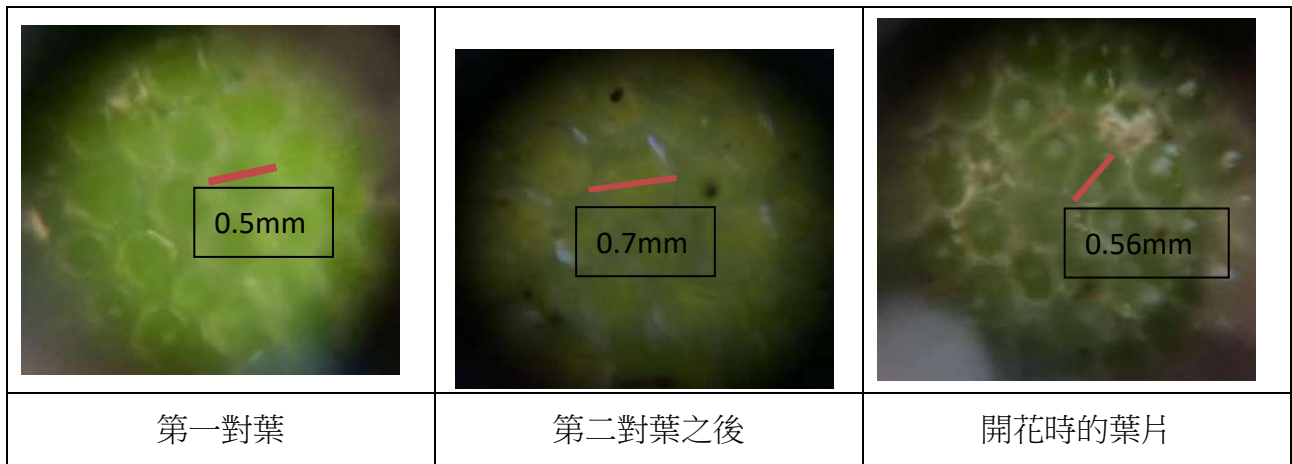


圖 53~55 葉片囊狀組織生長分佈情形／圖片/照片來源：研究團隊自拍

其葉片上囊狀組織大小，隨著葉片變大而變，但到開花時有 20% 的標記葉片發現其囊狀組織有變小現象，另外發現在第二對葉生長出來後部份葉片有發現黑點出現，本以為是泥土或灰塵，但經過清洗後仍然存在；而開花時葉片上囊狀組織間發現許多尺寸很小的囊狀組織，故在顯微鏡頭下呈現白色。

(二)鹽度測量

待成長至第 12 週，我們將葉片進行囊狀組織的蒐集液 2ml，並將蒐集過後的部份葉肉搗碎，以確認鹽分的儲存位置，其結果如表 5。

表 5 不同蒐集方式蒐集液鹽度表

蒐集方式	鹽度
湯匙刮取囊狀組織	1.7
刮取後的葉肉搗碎	1.5

由上表可知，僅取囊狀組織的蒐集液鹽度略高於葉肉，但幾乎無囊狀組織的葉肉仍保有鹽度，故囊狀組織內含具鹽度之液體，但葉片內亦有鹽分；另經過刮取後的冰花株在 3 天過後即枯萎，故囊狀組織不可再生，且破壞後會造成植物體損傷。

四、研究問題四：探討鹹水煙對冰花生長的影響。

本研究問題是想探討與驗證長輩說的「冰花種在風大的地方會長得比較好。」說法，以及澎湖的鹹水煙是否為澎湖冰花生長較佳的助力之一？我們待實驗組與對照組 4 盆，皆至少長出第一對葉後，開始利用自製植物燈與室內鹹水煙模擬裝置，經過每日 8 小時，持續 2 週後，實驗組與對照組生長情形如下表 6：

表 6 室內帶鹽分風模擬裝置實驗結果統計表

組別	實驗組		對照組	
	接受帶鹽份風、低溫營造、 植物燈照射 8hr		接受蒸餾水風、低溫營造、 植物燈照射 8hr	
	K₁	K₂	L₁	L₂
實驗前葉片大小(擇 一對葉進行量測)	1.3*0.7 單位:cm	1.7*1.2 單位:cm	2.2*1.4 單位:cm	1.4*0.9 單位:cm
實驗第一週葉片大 小(同一對葉)	1.55*0.8 單位:cm	1.92*1.5 單位:cm	2.52*1.7 單位:cm	1.63*1.0 單位:cm
實驗第二週葉片大 小(同一對葉)	1.64*1.1 單位:cm	2.03*1.7 單位:cm	2.76*1.85 單位:cm	1.83*1.2 單位:cm
葉片面積增加比例	98.24%	69.17%	65.78%	43.91%

依上表數據，實驗組兩組葉片面積增加比例皆略高於對照組，但實驗組 K₂ 與對照組 L₁ 差距並不大。

陸、討論

我們依據上面的研究結果探究本研究問題一至四，並歸納後進行問題五的討論，分述如下：

一、研究問題一：探討澎湖鹹水煙對土壤鹽度的影響。

從研究結果得知，鄰海的採樣點 A 的三個採樣處(1.77 度、1.63 度、1.71 度)其鹽度明顯多於 B、C 採樣點的六個採樣處，所以我們推論東北季風應能將鄰海土壤鹽化；而採樣點 A₁~A₃ 的表層(0~4cm)土壤鹽度值亦明顯高於(4~8cm)，且採樣點 B、C 無明顯差異，我們討論後覺得應該是帶海水鹽分的風吹上岸後，被風快速蒸發後僅停留土層表面的原因。

接著 pH 值檢測中，三個採樣點皆為偏鹼性，根據農業知識網(2017)的文章，我們覺得這類土壤應該是鹽土及鹼土，鹽土係指土壤含有足夠之可溶性鹽類，影響作物生長不良者，pH 值多在 8.5 以下，若未來要在鄰海、或是採樣點耕種時，可以利用多澆水灌溉以洗除土壤中之可溶性鹽類；因此我們覺得 A、B、C 三個採樣點，應皆有可溶性鹽類存在，所以形成 EC 值差距不像鹽度差異的大，且在表層的可溶性鹽類易受雨水或澆灌而向下累積，所以 4~8cm 的 EC 值大於 0~4cm。

二、研究問題二：探討不同鹽度土壤中的冰花生長情形。

本研究問題為探討冰花在高鹽分土壤生長情形，根據發芽率結果距海 1km>距海 2km>鄰海>0.5%鹽水>1%鹽水>濕地，而 2%鹽水與海水則皆未發芽，依據市售冰花營養液，其建議冰花 EC 值維持在 1.0~1.5 之間，檢視各土壤 EC 值數據，距海 1km 與 2km 絕大部份介於此區間，再者我們認為在距海 1km 的 EC 值略高於 2km，在經過澆灌、下雨和植物生長的過程中，距海 1km 略為下降的 EC 值更能符合最適合冰花生長的區間，所以其發芽率最佳。而鹽度 2%鹽水與鹽度 3.1%的海水皆未發芽，與文獻中陳亮萱等(2017)的研究結果接近，文中提及鹽度 3%已超過冰花耐受度。

而不同土壤種類的初芽週次，距海 1km、2km 採樣點皆在第 3 週發初芽；鄰海、0.5%、1%食鹽水則介於第 5~7 週，初芽週次與最後的發芽率呈現正相關；此外，在第 9 週後還持續發芽的僅佔所有樣本的 9.6%(5/52)；另外生長情形與 EC 值變化情形部份，EC 值會隨著週次持續下降；若樣本發芽數為 5~9，EC 值下降比率平均值為 67.28%，樣本發芽數為 1~4

時，則 EC 值下降比率的平均值為 38.38%；所以我們覺得冰花發芽與成長數量較多，下降土壤 EC 值的量較多；配合初芽週次一比較，若 EC 值大於 3 則發芽率僅 3.8%，所以我們覺得多澆灌土壤，降低 EC 值達 <3，則能幫助冰花發芽。

三、研究問題三：探究冰花的囊狀組織與鹹味之關係。

本研究問題是想瞭解鹹味來源、冰花改善土壤鹽度後的鹽分會累積在植物體內、哪個部位，抑或排出？所以我們將有成功發芽的冰花，挑選 10 株，利用黑色簽字筆在葉片上做標記，進行葉片囊狀組織大小之追蹤，囊狀組織大小會隨著葉片生長而變大，合乎邏輯；但到開花時有 20% 的葉片發現的囊狀組織有變小現象，不過因為當時沒針對濕度進行監控，雖然我們覺得可能是土壤濕度的關係(濕度不夠)，造成蒸散作用差異，可做為後續研究之探究內容。

另外發現在第二對葉生長出來後部份葉片有發現黑點出現(如圖 56)，經查網路資料中提到葉片變黑的照片與可能性，都跟我們觀察到的不甚相同，值得我們持續追蹤。

最後，開花時葉片上囊狀組織間發現許多很小且密集的囊狀組織，故在顯微鏡頭下呈現白色，這跟葉緣的囊狀組織生長情形雷同(如圖 57)，我們也在網路上找到植物在開花時對水的需求較大，所以我們推論那時增生的囊狀組織是因水份需求較大的關係。



圖 56 葉片囊狀組織呈現黑點、圖 57 葉緣呈現明顯密集囊狀組織 / 圖片/照片來源：研究團隊自拍

在鹽度來源測量部份，僅取囊狀組織的蒐集液鹽度(1.7)略高於葉肉(1.5)，但幾乎無囊狀組織的葉肉仍保有鹽度，故囊狀組織內含具鹽度之液體，但葉片內亦有鹽分，所以冰花的鹽度不僅存在於囊狀組織內；另經過刮取後的冰花株在 3 天過後即枯萎，故囊狀組織不可再生。

四、研究問題四：探討鹹水煙對冰花生長的影響。

本研究問題是想探討與驗證長輩說的「冰花種在風大的地方會長得比較好」這說法，以及澎湖的鹹水煙是否為澎湖冰花生長較佳的助力之一？

研究結果實驗組兩組葉片面積增加比例(98.24%、69.17%)皆略高於對照組(65.78%、43.91%)，但實驗組 K₂ 與對照組 L₁ 差距並不大；我們針對數據討論後，覺得鹹水煙確有幫助生長的可能性，但因為我們實驗的組數受箱子大小所限制僅能同時 2 組，且已錯過栽種時間，後續可以到學校北側與南側分別進行較多數量的冰花栽種，以進行再次確認，不過這方式有可能因此受日照差異的影響。

柒、結論與建議

根據上面的結果與討論，我們這次的研究有以下結論與建議：

一、研究問題一：探討澎湖鹹水煙對土壤鹽度的影響。

- (一)鹽度方面：鄰海採樣點(A) >> 距海 1km 採樣點(B) > 距海 2km 採樣點(C)。
- (二)pH 值方面：三個採樣點皆呈弱鹼性。
- (三)EC 值方面：鄰海採樣點(A) > 距海 1km 採樣點(B) = 距海 2km 採樣點(C)，深度 4~8cm 的 EC 值大於深度 0~4cm。

綜合以上，澎湖鹹水煙確實會造成鄰海土壤鹽化，但鹽分多數僅停留在土層表面；三個採樣點土壤皆呈偏鹼性，應含有可溶性鹽類，建議農人可透過澆灌來改善土質。

二、研究問題二：探討不同鹽度土壤中的冰花生長情形。

- (一)發芽率方面：距海 1km > 距海 2km > 鄰海 > 0.5% 鹽水 > 1% 鹽水 > 濕地，而 2% 鹽水與海水則皆未發芽，應於 EC 值多介於 1.0~1.5 之間有關，建議爾後過高 EC 值之土壤種植可透過澆灌降低至適合冰花生長區間後再栽種。

(二)初芽週次方面：

- 1.距海 1km、2km 採樣點皆在第 3 週發初芽；鄰海、0.5%、1% 食鹽水則介於第 5~7 週，初芽週次與最後的發芽率呈現正相關。
- 2.第 9 週後還持續發芽的僅佔所有樣本的 9.6%(5 株/52 株)，故爾後栽種時超過此期限尚未發芽可建議補栽種。
- 3.EC 值下降幅度與發芽數成正比，並可透過降低 EC 值達 < 3，則能幫助冰花發芽。

三、研究問題三：探究冰花的囊狀組織與鹹味之關係。

(一)囊狀組織顯微觀察：

- 1.囊狀組織大小：會隨著葉片生長而變大，但部份葉片有出現囊狀組織有變小現象，建議爾後針對土壤濕度進行監控，以協助釐清原因。
- 2.葉片額外發現：部份葉片發現黑點，值得我們持續追蹤；開花時葉片囊狀組織間產生小而密集的囊狀組織，與葉緣的囊狀組織生長情形雷同應與植物開花期對水的需求較大，故囊狀組織增生。

(二)鹽度來源測量：

1.囊狀組織與葉片內皆含有鹽分。

2.囊狀組織破壞後不可再生。

四、研究問題四：探討鹹水煙對冰花生長的影響。

鹹水煙對冰花生長在實驗下確能增加葉片增長速度；但因樣本數較少，建議可透過真實情境下進行較多數量之栽種以進行確認。

五、研究問題五：冰花改善土壤鹽化的可行性。

綜合以上研究結論，冰花確能改善土壤鹽化，但可透過澆灌至 EC 值達 3 以下，輔以空氣流動以達更佳效益。

捌、研究心得

在這次的科展研究中，我們從中學會了許多科學方法，我們最喜歡的實驗過程有囊狀組織刮取、針刺等方式蒐集鹽水，再利用鹽度計測量這部份；有些同學比較喜歡在暗房裡看見自製植物燈的分光情形；有些同學喜歡利用行動顯微鏡的觀察肉眼看不出來的狀組織，都是平常自然課程學習不容易接觸的體驗；還有在過程中，我們必需發揮耐心與恆心，一次又一次的量測與蒐集樣本，這真得需要大家一起合作才可以完成；完成後我們覺得很有成就感，除了可以知道阿嬤的生活經驗真的可以幫助冰花生長，更在研究後，我們知道可以提供這些研究結果，給沿海地區因抽取地下水而造成土壤鹽化的居民們，一種改善土質的可行性建議，或是成為澎湖海濱的一種固砂經濟作物。

玖、參考資料及其他

- 一、王盈丰（2016）• 中華民國第 56 屆中小學科學展覽會 高級中等學校組 農業與食品學科：冰花菜一斤兩仟怎麼降 植物工廠再進化。
- 二、陳亮萱、賴芷絮、王怡心（2017）• 中華民國第 57 屆中小學科學展覽會 國中組 生物科：冰「鹽」逆險記～探討冰花在鹽逆境下生長及改善土壤鹽化可行性。
- 三、Facebook SciView 手機光譜儀社團(2021 年 3 月 5 日) •「光譜儀介紹」• 取自：
<https://www.facebook.com/groups/690298274443573/files>。
- 四、小耕園(2022 年 7 月 15 日) •「植物為何會「鹹死」－認識土壤與肥料的 EC 值」• 取自：
<https://lite-agrotech.com/index.php/>。
- 五、BAC Online(2024 年 4 月 20 日) •「如何判斷植物需水量？5 個技巧」• 取自：
<https://www.bac-online.cn/%E7%9F%A5%E8%AF%86%E4%B8%AD%E5%BF%83/%E5%8D%9A%E5%AE%A2/4343-ru-he-pan-duan-zhi-wu-xu-shui-liang-5ge-ji-qiao>。
- 六、農業知識入口網(2024 年 4 月 20 日) •「名詞釋義：EC 值 electrical conductivity Values」• 取自：
<https://kmweb.moa.gov.tw/index.php>。

【評語】 080315

研究主題：

探討澎湖鹹水煙 對冰花生長之影響，對於生態環保與農學等議題具有重要性，研究題目與在地特色農作物扣合。

創意、學術或實用價值：

本研究以探討澎湖鹹水煙對土壤鹽度的影響、不同鹽度影響冰花生長情況、冰花組織與鹹味關係與其改善土壤鹽化之可能性。研究成果具有學術價值。

研究針對冰花的鹹味來源和種植條件提出了具體問題，並結合了長輩的種植經驗和文獻資料，使研究背景非常清晰。

科學方法之適切性：

作者說明了研究目的、詳細列出實驗材料與器材，也提供相關照片佐證實驗結果，並採用實際觀察等方式紀錄資料。得出澎湖鹹水煙確實會造成鄰海土壤鹽化、鹹水煙確能增加葉片增長速度、囊狀組織與葉片內皆含有鹽分與冰花存在改善土壤鹽化之潛能，具有學術價值。

展示及表達能力：

建議可探討冰花在其他鹽鹼地區的應用潛力，如是否可以作為鹽鹼地

改良植物，並研究其在不同環境條件下的表現。

在時間與人力許可，實驗樣本數增加會更有代表性。

結論明確，惟並對無法產生確切結論之數據提出可能性討論。

作品簡報

好吃白風鹽冰

澎湖鹼水煙對冰花生長影響之探究



壹、研究動機

冰花為澎湖冬季餐桌常見菜餚，另家中長輩分享「風能幫助冰花生長」的舊經驗。

貳、研究目的

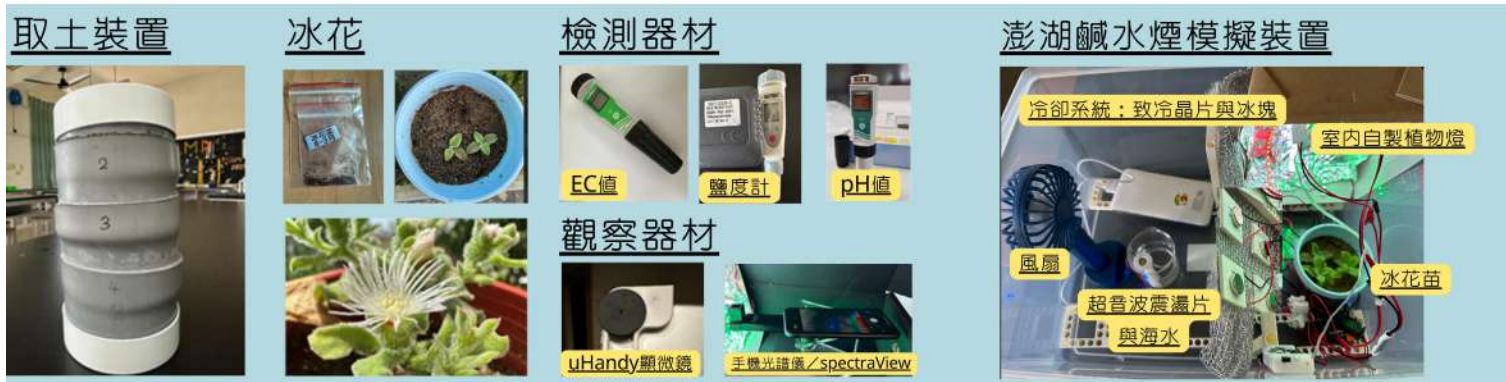
- 一、探討澎湖鹹水煙對土壤鹽度的影響。
- 二、探討不同鹽度土壤中的冰花生長情形。
- 三、探究冰花的囊狀組織與鹹味之關係。
- 四、探討鹹水煙對冰花生長的影響。
- 五、冰花改善土壤鹽化的可行性。

參、研究設備與器材

一、取樣地點



二、實驗器材



肆、研究過程與方法

一、研究架構圖



圖 21 研究架構圖／圖片/照片來源：研究團隊自繪

二、文獻探討

綜合以上的文獻探討，再輔以網路資料蒐尋（如維基百科、農業知識入口網等），我們知道冰花具有耐鹽與改善土壤鹽度的特性，且可在室內利用藍、紅LED燈進行室內栽種；其囊狀細胞內可能含有具鹽度的水，可利用土壤電導度(EC值)的測量，瞭解介質的可溶性鹽度（農業知識入口網，2013）。

因冰花於科展的相關文獻較少，所以包含鹽度除了囊狀細胞存在外，其葉肉內是否也有可能含有鹽度？冰花鹽度耐受性的確認，與澎湖土壤的關係，澎湖風所帶來的鹹水煙是否真的對冰花生長有所影響等都尚未有科展研究討論。

三、研究過程及方法

問題一：探討澎湖鹹水煙對土壤鹽度的影響

土壤取樣

利用Google定位，擇鄰海、距東北方海岸約1、2km處取土(0~4cm、4~8cm)，間隔20m，每採樣點各採樣3次。



土壤數值量測

將各編號樣本取100gw，加入蒸餾水200ml，充份攪拌3分鐘後，進行土壤pH值、鹽度量測；而EC值部份採水土比1：1，讓水自然排出後即可直接測量。

問題二：探討不同鹽度土壤中的冰花生長情形

不同鹽度土壤準備

除採樣之土壤樣本外，為探究冰花在鹽分土壤生長情形，取培養土8份，每份分別加入不同濃度的食鹽水(濃度分別為0.5、1、2%鹽水、海水-3.1%)，靜置一天後，再利用烘燈烘乾；另為探究冰花在真實高鹽度土壤的生長情形，所以至青螺濕地取樣，以上樣本皆為400gw，分成2盆栽種，每盆200gw。

冰花栽種

將上述各編號樣本點播4處，每處置入3顆冰花種子；每週二次，每次加入50ml蒸餾水的澆灌。



EC值量測

栽種前、栽種後持續進行量測，隨機挑選三處土壤，每兩週，採水土比1：1的方式，加入200ml水，讓水自然排出後，量測土壤EC值，將洞回填，持續量測11週。

問題三：探究冰花的囊狀組織與鹹味之關係

葉片觀察

我們將有成功發芽的冰花，挑選10株，利用多色簽字筆在葉片上做標記，進行葉片囊狀組織大小之追蹤，於第一對葉、第二對葉出現之後與開花時的葉片，拿至uHandy 30X行動顯微鏡下觀察其葉片囊狀組織生長分佈情形。



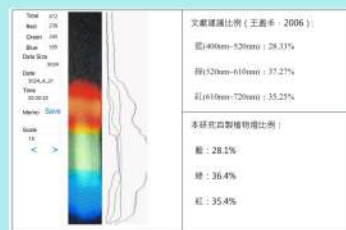
鹽度量測

待成長至第12週，蒐集不同採樣點的葉片囊狀組織液，並將蒐集過後的部份葉片搗碎，以確認鹽分的儲存位置。用小湯匙刮的方式進行蒐集，不同鹽度的葉片囊狀組織液或葉汁蒐集2ml後，進行鹽度的測量。

問題四：探討鹹水煙對冰花生長的影響

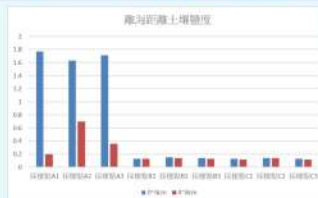
自製鹹水煙模擬裝置，並為實驗組、對照組各2盆，待長出第一對葉時；實驗組利用超音波震盪片將海水形成煙霧狀微粒，再我們利用致冷晶片與冰塊營造低溫環境(依文獻，冰花生育適溫為5-25°C)，再透過電扇將帶鹽分之水霧吹送至冰花苗上。

再參考文獻自製藍紅光為主的植物燈，先透過SciView手機光譜儀進行分光，再利用spectraView進行分析與調整至最接近文獻的藍紅光植物燈；每日照射8小時，以增快冰花的生長速度。控制組則為在整理箱內僅接受冰塊低溫營造與自製藍紅光植物燈照射。



伍、研究結果

問題一：探討澎湖鹹水煙對土壤鹽度的影響



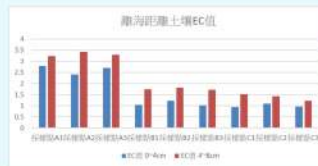
鹽度

- 1.採樣點A>>B>C。
- 2.採樣點A1~A3的表層(0~4cm)>深度4~8cm。



pH值

- 1.採樣點A略高於B、C。
- 2.三採樣點皆偏鹼性。
- 3.深度不同亦無一致性結果。

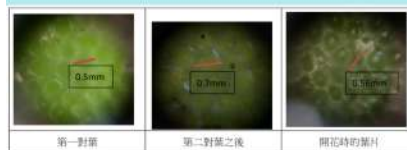


EC值

- 1.採樣點A>>B>C，但EC值與採樣點B、C差距不像鹽度差異大。
- 2.三各採樣點4~8cm>0~4cm。

問題三：探究冰花的囊狀組織與鹹味之關係

葉片囊狀組織生長分佈情形



- 1.囊狀組織大小：隨著葉片變大而變大，但到開花時有20%的標記葉片發現其囊狀組織有變小的現象。
- 2.在第二對葉生長出來後部份葉片有發現黑點出現
- 3.開花時，葉片上囊狀組織間發現許多尺寸很小的囊狀組織，在顯微鏡頭下呈現白色。

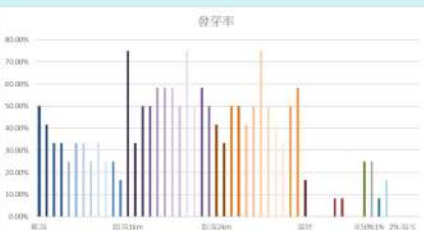
鹽度

- 1.僅取囊狀組織的蒐集液鹽度略高於葉肉，但幾乎無囊狀組織的葉肉仍保有鹽度，故囊狀組織內含具鹽度之液體，但葉片內亦有鹽分。
- 2.經刮取後的冰花株在3天過後即枯萎，故囊狀組織不可再生，且破壞後會造成植物體損傷。

表 6 不同蒐集方式蒐集鹽度表

蒐集方式	鹽度
滴匙刮取囊狀組織	1.7
刮取後的葉肉攪碎	1.5

問題二：探討不同鹽度土壤中的冰花生長情形



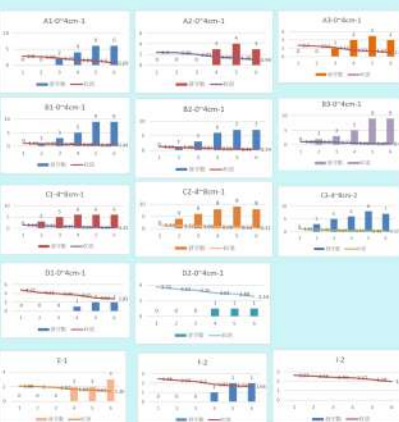
發芽率

- 距海1km (54.17%)>
- 距海2km (47.22%)>
- 鄰海 (31.25%)>
- 0.5%鹽水 (25%)>
- 1%鹽水 (12.5%)>
- 濕地 (4.17%)>
- 2%鹽水與海水(0%)

初芽週次

- 1.距海1km、2km採樣點在第3週發初芽為主。
- 2.鄰海採樣點約落在第5~7週發初芽。
- 3.0.5%、1%食鹽水樣本都在第5週發初芽。
- 4.濕地土壤若有發芽則約在第7、9週發初芽。
- 5.2%食鹽水與海水樣本皆未發芽。

生長情形與EC值變化



- 1.EC值會隨著週次持續下降。
- 2.樣本發芽數為5~9時，EC值下降比率平均值67.28% (第1週EC值-第11週EC值)/第1週EC值
- 3.樣本發芽數為1~4時，EC值下降比率平均值38.38%



問題四：探討鹹水煙對冰花生長的影響

表 7 室內帶鹽分風模擬裝置實驗結果統計表

組別	實驗組		對照組	
	K1	K2	L1	L2
實驗前葉片大小(擇一對葉進行量測)	1.3*0.7 單位:cm	1.7*1.2 單位:cm	2.2*1.4 單位:cm	1.4*0.9 單位:cm
實驗第一週葉片大小(同一對葉)	1.55*0.8 單位:cm	1.92*1.5 單位:cm	2.52*1.7 單位:cm	1.63*1.0 單位:cm
實驗第二週葉片大小(同一對葉)	1.64*1.1 單位:cm	2.03*1.7 單位:cm	2.76*1.85 單位:cm	1.83*1.2 單位:cm
葉片面積增加比例	98.24%	69.17%	65.78%	43.91%

實驗組兩組葉片面積增加比例皆略高於對照組，但實驗組K2與對照組L1差距並不大。

陸、討論

一、探討澎湖鹹水煙對土壤鹽度的影響

(一)鹽度：鄰海的採樣點A的三個採樣處(1.77、1.63、1.71)其鹽度明顯多於B、C採樣點的六個採樣處，所以我們推論東北季風應能將鄰海土壤鹽化。

採樣點A1~A3的表層(0~4cm)土壤鹽度值亦明顯高於深度(4~8cm)，且採樣點B、C無明顯差異，我們覺得應該是帶海水鹽分的風吹上岸後，海水蒸發後停留土層表面的原因。

(二)pH值：三個採樣點皆為偏鹼性，根據文獻，我們覺得三個採樣點，應皆有可溶性鹽類存在，所以形成EC值差距不像鹽度差異的大，且在表層的可溶性鹽類易受雨水或澆灌而向下累積，所以4~8cm的EC值大於0~4cm。

二、探討不同鹽度土壤中的冰花生長情形

(一)發芽率：結果距海1km>距海2km>鄰海>0.5%鹽水>1%鹽水>濕地，而2%鹽水與海水則皆未發芽。

市售冰花營養液，建議冰花EC值維持在1.0~1.5之間，檢視各土壤EC值數據，距海1km與2km絕大部份介於此區間，在經過澆灌、下雨和植物生長的過程中，距海1km略為下降的EC值更能符合最適合冰花生長的區間，所以其發芽率最佳。而鹽度2%鹽水與鹽度3.1%的海水皆未發芽，與文獻中結果接近。

(二)初芽週次：距海1km、2km採樣點皆在第3週發初芽；鄰海、0.5%、1%食鹽水則介於第5~7週，初芽週次與最後的發芽率呈現正相關；此外，在第9週後還持續發芽的僅佔所有樣本的9.6%。

生長情形與EC值變化情形部份，EC值會隨著週次持續下降；若樣本發芽數為5~9，EC值下降比率平均值為67.28%，樣本發芽數為1~4時，則EC值下降比率的平均值為38.38%；所以我們覺得冰花發芽與成長數量較多，下降土壤EC值的量較多；配合初芽週次一比較，若EC值大於3則發芽率僅3.8%，所以我們覺得多澆灌土壤，降低EC值達<3，則能幫助冰花發芽。

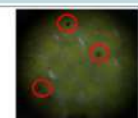
三、探究冰花的囊狀組織與鹹味之關係

(一)囊狀組織大小：會隨著葉片生長而變大，合乎邏輯；但到開花時有20%的葉片發現的囊狀組織有變小現象，不過因為當時沒針對濕度進行監控，雖然我們覺得可能是土壤濕度的關係(濕度不夠)，造成蒸散作用差異，可做為後續研究之探究內容。

(二)其它發現：

- 1.第二對葉生長出來後部份葉片發現黑點出現，與網路資料中提到葉片變黑的照片與可能性不甚相同。
- 2.開花時葉片上囊狀組織間發現許多很小且密集的囊狀組織，在顯微鏡頭下呈現白色，這跟葉緣的囊狀組織生長情形雷同，因植物在開花時對水的需求較大，所以我們推論那時增生的囊狀組織是因水份需求較大的關係。

(三)鹽度來源：僅取囊狀組織的蒐集液鹽度(1.7)略高於葉肉(1.5)，幾乎無囊狀組織的葉肉仍保有鹽度，故囊狀組織內含具鹽度之液體，但葉片內亦有鹽分，冰花的鹽度不僅存在於囊狀組織內；另經刮取後的冰花株在3天過後即枯萎，故囊狀組織不可再生。



葉片囊狀組織呈現黑點



開花時葉緣呈現明顯密集囊狀組織

四、探討鹹水煙對冰花生長的影響

葉片面積實驗組增加比例(98.24%、69.17%)皆略高於對照組(65.78%、43.91%)，但實驗組K2與對照組L1差距並不大；經討論後，覺得帶鹹水煙確有幫助生長的可能性，後續可到學校北側與南側分別進行較多數量的冰花栽種，以進行再次確認，不過這方式有可能因此受日照差異的影響。

柒、結論與建議

一、探討澎湖鹹水煙對土壤鹽度的影響

(一)鹽度方面：鄰海採樣點(A) >> 距海1km採樣點(B) > 距海2km採樣點(C)。

(二)pH值方面：三個採樣點皆呈弱鹼性。

(三)EC值方面：鄰海採樣點(A) > 距海1km採樣點(B) > 距海2km採樣點(C)，深度4~8cm的EC值大於深度0~4cm。

綜合以上，澎湖鹹水煙確實會造成鄰海土壤鹽化，但鹽分多數僅停留在土層表面；三個採樣點土壤皆呈偏鹼性，應含有可溶性鹽類，建議農人可透過澆灌來改善土質。

二、探討不同鹽度土壤中的冰花生長情形

(一)發芽率方面：距海1km>距海2km>鄰海>0.5%鹽水>1%鹽水>濕地，而2%鹽水與海水則皆未發芽，應於EC值多介於1.0~1.5之間有關，建議爾後過高EC值之土壤種植可透過澆灌降低至適合冰花生長區間後再栽種。

(二)初芽週次方面：

- 1.距海1km、2km採樣點皆在第3週發初芽；鄰海、0.5%、1%食鹽水則介於第5~7週，初芽週次與最後的發芽率呈現正相關。
- 2.第9週後還持續發芽的僅佔所有樣本的9.6%(5株/52株)，故爾後栽種時超過此期限，尚未發芽可建議補栽種。
- 3.EC值下降幅度與發芽數成正比，並可透過降低EC值達<3，則能幫助冰花發芽。

三、探究冰花的囊狀組織與鹹味之關係

(一)囊狀組織顯微觀察：

- 1.囊狀組織大小：會隨著葉片生長而變大，部份葉片出現囊狀組織有變小現象，建議針對土壤濕度進行監控，以協助釐清原因。
- 2.葉片額外發現：部份葉片發現黑點，值得我們持續追蹤；開花時葉片囊狀組織間產生小而密集的囊狀組織，與葉緣的囊狀組織生長情形雷同應與植物開花期對水的需求較大，故囊狀組織增生。

(二)鹽度來源測量：1.囊狀組織與葉片內皆含有鹽分。 2.囊狀組織破壞後不可再生。

四、探討鹹水煙對冰花生長的影響

鹹水煙對冰花生長在實驗下確能增加葉片增長速度；但建議可透過真實情境下進行較多數量之栽種以進行確認。

五、冰花改善土壤鹽化的可行性

冰花確能改善土壤鹽化，但可透過澆灌至EC值達3以下，輔以空氣流動以達更佳效益。