

投稿類別：農業類

篇名：

少年 Pi 的海耕作物栽培可行性之探討

作者：

翁萱品。臺北市立松山高級工農職業學校。園藝科。一年仁班

吳芳瑜。臺北市立松山高級工農職業學校。園藝科。一年仁班

陳弘彬。臺北市立松山高級工農職業學校。園藝科。一年仁班

指導老師：李家發老師

壹●前言

前陣子很紅的電影-少年 Pi 的奇幻漂流，是由台灣導演李安指導，電影情節是敘述一名印度男子因為船難，和一群動物漂流在大海中，此少年為生存得要想點子如何獲得食物並解決飢餓、飢渴，這是我們看到這電影所引發聯想到的問題，在某節農業概論課老師所提到的海洋牧場的資訊，在澎湖有些養殖業在海邊設置箱網，在網內養殖漁貨，並發展成休閒觀光業吸引遊客，跟同學討論後，想既然能在海上養魚、有海洋牧場，那何不試試在海上種菜，開發海洋農業呢？於是我們想要透由實驗並觀察利用海水栽培作物的生長可能性為主題，進一步瞭解植物對於鹽水逆境的反應及耐鹽馴化處理方式，以探討海水灌溉耕作的可行性。

貳●正文

一、 簡介

在海上遇難最大的危機是缺水飢渴，立即供給淡水比供給食物重要。據統計，當每天有 240 毫升淡水時死亡率為 10%，每天只有 120 毫升淡水時死亡率增至 90%(註一)，隨著淡水的供應越少死亡率越高。

海水灌溉農業 (Seawater-irrigation Agriculture)，是利用海水灌溉作物生產，適合用在沿岸。關鍵是利栽培耐海水鹽濃度及具經濟價值的作物，目前能利用海水耕作的作物分為兩種方式，一為使用傳統基因改良技術，改造適應使其作物耐鹽到能用海水灌溉，二則是篩選、馴化耐鹽並具經濟價值的野生植物種類，以做為作物生產利用。

美國 SAGE 出版發行集團旗下的 Miller-McCune 雜誌，Julia Griffin 撰寫的一篇文章拯救世界的十大超級植物之一，耐鹽水的「海蓬子」是第五個，含有大量油分，可提煉燃料做為生質能源，也可料理實用，且擁有高營養價值，有「海人蔘」和「植物海鮮」的美譽，外觀像珊瑚，口感如蘆筍脆嫩，故別名海蘆筍，是透過馴化而產生的新型保健蔬菜。

蕹菜別名空心菜，主要分佈溫熱帶地區，性喜溫暖濕潤，生長勢強，適應性廣，對土壤要求不嚴，耐炎熱，栽培方式依地勢不同分為旱地栽培、水生栽培和浮生栽培（或稱深水栽培）三種。基於上述特性使用空心菜作為實驗參試材料，因空心菜是常見的蔬菜作物，能夠水耕和土耕，能夠食用也有經濟價值。



海蓬子

蕹菜

圖一、海耕作物示意圖

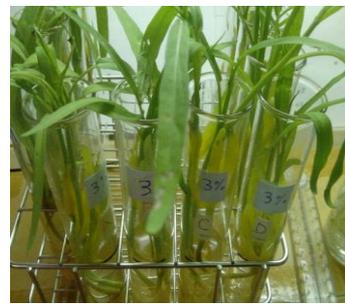
二、 實驗操作

(一)實驗材料:

因為空心菜能夠水耕和土耕，有經濟價值也能夠食用，是常見的蔬菜作物，我們使用空心菜作為實驗材料，將空心菜置入 1%、3%、7% 的鹽水溶液中，分別為低濃度、模擬海水濃度(3.5%)、高濃度和對照組，每濃度分 ABCD 四組，三株放入一試管內，為一組，並觀察空心菜的生長情況。

(二)實驗步驟:

(1)將空心菜和試管清洗乾淨	(2)調配 1%、3%、7%各濃度鹽水溶液各 20 毫升	(3)將同容量的溶液倒入試管
		

(4)每三株幼苗放入一試管	(5)一個濃度共有四個試管做重複，各濃度共有12株空心菜幼苗	(6)觀察並紀錄空心菜的生長與形態變化
		

(三)實驗結果:

由這個實驗得觀察中，空心菜在 1%的鹽水中仍可長出新的根，代表能夠適應在低鹽濃度的鹽水中，但無法生長在高濃度 3%和 7%的鹽水溶液中，第二天就開始黃化到最後萎縮爛掉死亡(參閱表一、圖二~三)。而水位的變化實驗(參閱表二、圖四)，以 1%的鹽水和對照組水份吸收最為明顯，3%和 7%幾乎看不出變化，顯示高濃度鹽液反而會降低植物體吸收速率。

表一、不同鹽溶液濃度測試空心菜幼苗生長的變化

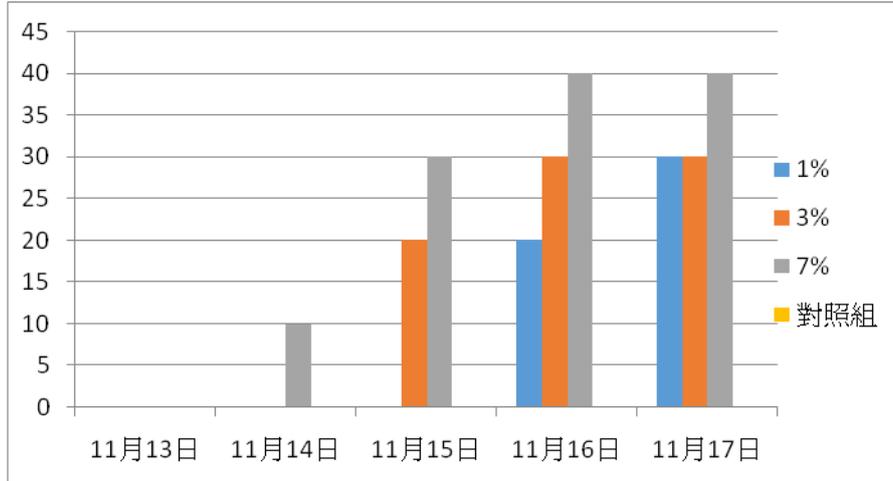
濃度 \ 日期	1%			3%			7%			對照組		
	根壞	莖褐	葉縮	根壞	莖褐	葉縮	根壞	莖褐	葉縮	根壞	莖褐	葉縮
11/13	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0
11/14	0	0	10	0	0	10	10	0	15	0	0	5
11/15	0	0	30	20	30	40	30	50	50	0	0	10
11/16	20	0	40	30	60	50	4	65	70	0	0	15
11/17	30	0	60	30	65	75	4	90	90	0	0	25

備註(1)根壞~溶液產生混濁且根部壞死的數量平均百分比(%)

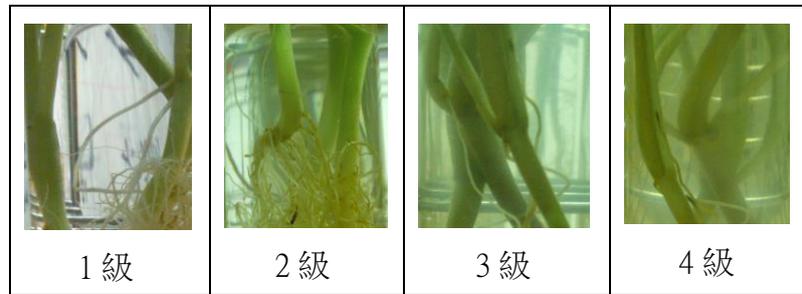
(2)莖褐~莖部生長產生褐化且壞死數量平均百分比(%)

(3)葉縮~葉片皺縮、黃化或捲曲枯死數量數量平均百分比(%)

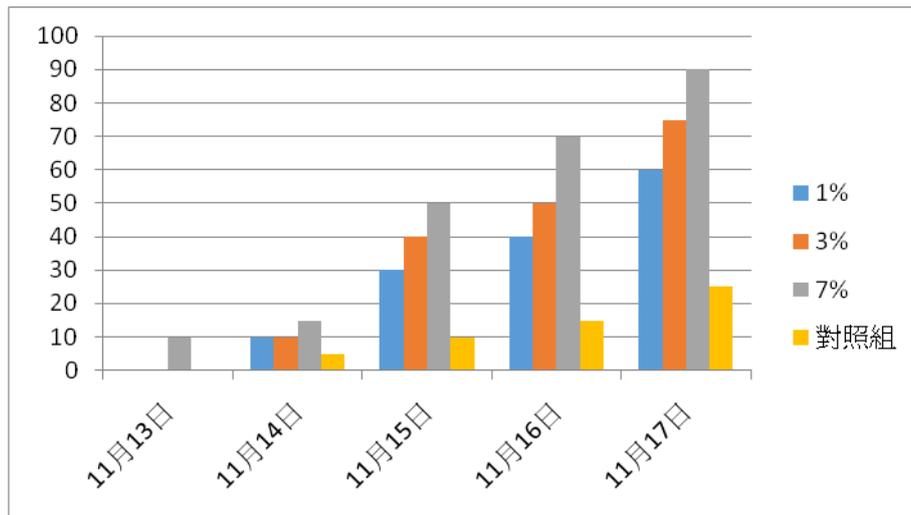
少年 Pi 的海耕作物栽培可行性之探討



圖二、空心菜各濃度根部產生混濁現象明顯程度

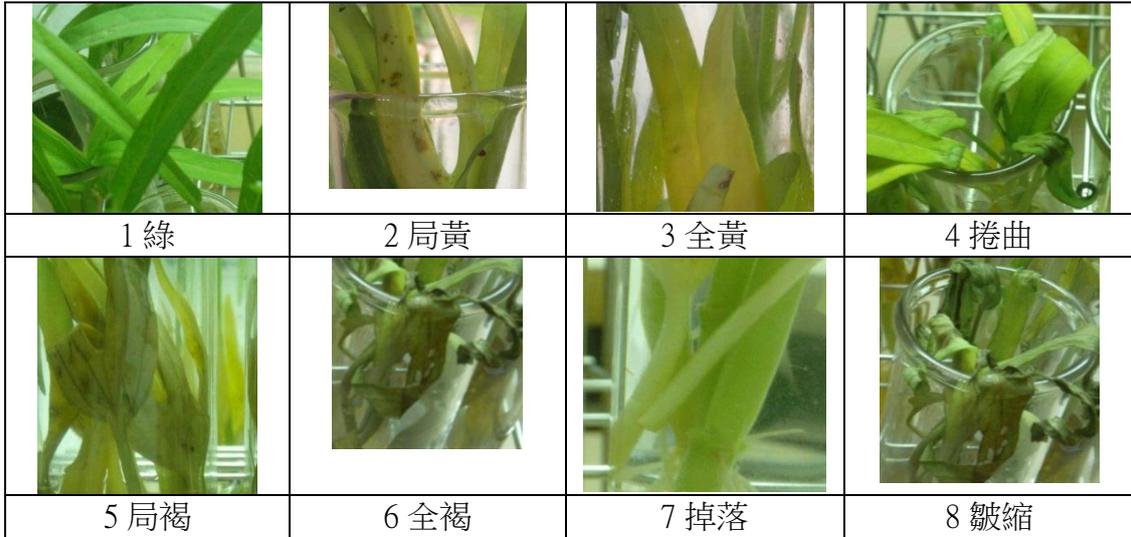


空心菜鹽液溶液混濁程度示意圖



圖三、空心菜在各濃度葉子褐化萎縮程度百分比

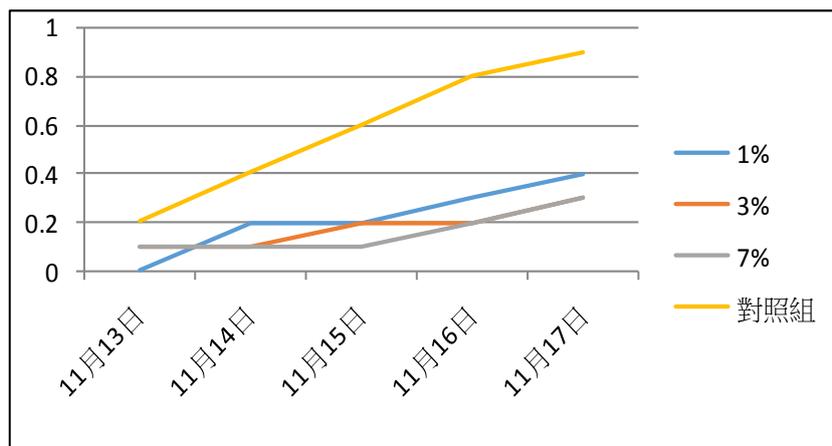
少年 Pi 的海耕作物栽培可行性之探討



葉子萎黃枯爛程度示意代號圖

表二、不同鹽濃度測試空心菜幼苗水位的變化

濃度 日期	1%	3%	7%	CK
11/13	0.0	0.1	0.1	0.2
11/14	0.2	0.1	0.0	0.4
11/15	0.0	0.1	0.1	0.6
11/16	0.0	0.0	0.0	0.3
11/17	0.2	0.0	0.0	0.3



圖四、不同鹽濃度測試空心菜幼苗水位的變化

(四)實驗發想

空心菜為水陸兩棲作物，在澎湖沿海地區有部分居民會用溝床栽培，當海水漲潮時空心菜浸灌海水；當退潮時則以旱地方式栽培，由此推論本參試實驗空心菜可耐 1~3%的鹽溶液栽培，但長期浸未流動的試管內，行水耕栽培會因為根系氧氣不足而逐漸降低代謝以致褐化於枯死，倘若能以流動養液栽培則可改善長期於沿海水耕作的生育問題。

三、鹽水逆境

海耕栽培最直接的問題就是鹽水逆境，耐鹽馴化對耐鹽植物生理所產生的狀態為一種水分逆境現象，海水的滲透壓高於根部的滲透壓，使根部內的水流失到海水中，產生一種生理的乾旱(physiological drought)，增加植物獲得水分和養分的困難，到最後會因植物體內部缺水而枯萎。

四、台灣目前的海耕實例應用

冰花(*Mesembryanthemum crystallinum*L)，此海耕作物有「鑽石花」的美稱，因含有大量的水分，且葉邊緣具有透明結晶，在去年台灣已經有廠商運用 LED 燈光控技術，克服需要大量的日照栽培因素，加上控管溫室的溫度和養分，在台灣已成功培育出非洲特有種的冰花其特作物，且大量生產。非洲冰花喜歡強風、海鹽水分及砂質土壤的環境，這些條件澎湖都有適合生長，澎湖科技大學研究團隊歷時 2 年以全球最流行的魚菜共生系統，同時培育魚蝦與非洲冰花，節省用水量，兼顧了養魚及種菜，打造成功量產且締造全國培育新紀元(參閱圖五)，未來將輔導農民大量栽種創造更高收益，這將打開國際市場新局。



圖五、冰花的生產方式示意圖

五、海耕的未來展望

未來可以結合生物科技開發海耕作物的可實性，透由馴化高價值的作物，利用海水灌溉以減少生產成本來提高作物海耕生產的經濟價值。海耕生產的前瞻性可行性，主要利用許多國家的經濟發展幾乎都集中在臨海地區、交通運輸會便捷的特性，加上海水耕作可以增加耕作面積，改善可耕地資源不足的問題，此外還能夠做好岸邊水土保持，以防止海岸線退縮，減少土地流失，所以沿海地區從事海耕農業發展有其必要性。

參●結論

他方之石可以攻錯，經由此實驗的探討發現，空心菜能在 1% 的鹽液濃度中生存，栽培於鹽溶液濃度越高，逆滲透變越明顯，透由馴化可逐步改善生長劣勢。在蒐集彙整許多關於海洋農業及鹽份逆境科學文獻中，讓我們逐步發現找出可適應海洋環境栽培的蔬菜、作物，是邁向海耕栽培成功的第一要務。這次的專題實驗讓我們更加瞭解淡水植物確實有可能透過馴化的模式而適應低濃度鹽液栽培，也藉由這次的研究報告希望可以有多人能夠更加了解未來海洋農業與海水耕作的發展潛能，也為近年來地球暖化、環境急劇改變的劣勢下，帶來一份人類生存應變的曙光。

肆●引註資料

- [1] 王寶山(2010/08/01)。逆境植物生物學。高等教育出版社
- [2] 陳冠名。基礎園藝。復文圖書有限公司
- [3] 維基百科。<http://zh.wikipedia.org/wiki/Wikipedia>
- [4] 8 大森林樂園。水生植物。<http://www.bada.com.tw/>
- [5] 台灣養耕共生協會。海水農業。<http://twaquaponics.blogspot.tw/>
- [6] 全球入侵種資料庫 (GISD) <http://gisd.biodiv.tw/>
- [7] 蔣慕琰。臺灣布袋蓮之生育特性及生長季節性變化。
<http://www.tactri.gov.tw/wSite/mp?mp=11>
- [8] 科學 Online <http://highscope.ch.ntu.edu.tw/wordpress/>