

中華民國第 60 屆中小學科學展覽會 作品說明書

國中組 生物科

030312

鄒族孟德爾-探討生命豆在逆境中之植物生理調節及植物復甦現象

學校名稱：嘉義縣立民和國民中學

作者： 國二 林奕丞 國二 黃柏諺 國二 林珮淳	指導老師： 蔡明哲 劉芳瑜
---	-----------------------------

關鍵詞：生命豆、植物復甦、花青素

摘要

本研究探討鄒族民俗植物生命豆 (*Lablab purpureus (L.) Sweet*) 是否可以抵抗不同種逆境、植物復甦現象及其限制。我們自製植物栽植環境來控制光照及波長(4000 燭米、545nm)，分別針對生命豆種子及小苗進行研究，並以綠豆為對照組。我們發現生命豆適合種植於達邦原生土壤，其小苗具有耐旱及耐澇的能力，在未施肥及特定濃度施肥土壤均可以生長很好。

接著進行耐澇植機制探討，發現生命豆會打開氣孔行蒸散作用，根部持續生長且花青素含量也增加，但高度未隨之增高。在耐旱的實驗中，我們發現生命豆在中斷澆水 14 天後，植物仍可以生長很好，經過 25 天後，葉片會逐漸掉光呈現瀕死現象，復始澆水後，在強光環境下有較好的植物復甦能力，而我們發現生命豆復甦的歷程，花青素扮演重要的角色。

壹、研究動機

今年的秋天，我們有機會參加阿里山鄉公所舉辦的「生命豆季」(圖 1-1-1)，這是一個鄒族集體結婚的公開儀式，儀式取名為生命豆季的原因，希望原住民鄒族部落能像是「生命豆 (*Lablab purpureus (L.) Sweet*)」這種植物一樣，在任何惡劣的環境下，均能展現其堅韌的生命力(嘉義縣阿里山鄉公所，2014)，我們對於「生命豆」這種植物非常有興趣，於是我們拜訪長老，並訪談有關生命豆相關的知識(圖 1-1-2)，聽鄒族原住民長老的介紹下，在海拔 900 公尺的達邦部落，以往集體結婚的時間均為十一月或十二月，生命豆的花剛好可以做為結婚的裝飾，鄒族以往的人口數很多可是後來因為瘟疫人口數下降許多，長老們也希望鄒族的後代能像生命豆一樣，繁衍後代得以傳承延續，鼓勵鄒族男女可以結婚生子，故在阿里山鄉公所的協助下，由 2002 年開始舉辦生命豆季。

訪談過後，我們得知「生命豆」為一種抗逆境的植物，在任何環境下均可以生長，但在回家查詢各方資料後，我們發現商業週刊內的文章卻寫到，「**生命豆有個怪脾氣，如果特別照顧它，反而長得不好，完全不理他，才會長得好，絕對不能施肥喔!**」(李雅芝、蔡晴羽，2013)，可是在我們訪談達邦部落長老及山美部落的農夫時，長老卻指出「**生命豆在營養的土質會活得較好，若有施肥則產出的種子量也會較多。**」，兩方的說法有極大的出入，生命豆在鄒族部落不只是民俗植物，目前也同時是有農夫栽植的經濟作物，因此研究生命豆的生長及抗逆境的植物生理成因確實有其價值。

這些資訊引起了我們極大的研究動機，生命豆可以抗什麼逆境呢?耐旱?耐水澇?耐鹽?還是耐低養分呢?若高養分是否會阻礙生命豆的生長呢?若是長期沒有水分的環境，生命豆是否會死亡呢?若是生命豆枯萎後，再澆水或照光後，生命豆是否會有植物復甦(死而復生)的現象

呢?而是什麼植物生理調節機制促使生命豆具有抗逆境的能力呢?這些疑問都激起了我們的研究熱忱，與老師討論過後，便開始我們的科展研究。



圖 1-1-1：2019 年鄒族集體結婚的生命豆季



圖 1-1-2:與鄒族長老訪談生命豆相關知識

貳、研究目的

- 一、生命豆植株外部構造及生命豆發芽及成長過程觀察。
- 二、探討不同土壤土質對於生命豆發芽及生長之影響。
- 三、探討不同濃度之營養肥料對於生命豆生長之影響。
- 四、探討不同濃度之過氧化氫(H₂O₂)及不同鹽度對於生命豆發芽及生長之影響。
- 五、探討不同澆水量(耐旱、耐濕)對於生命豆發芽及生長之植物逆境影響。
- 六、探討生命豆置於不同逆境之根、莖、葉顯微鏡切片及葉片離子流失率之變化。
- 七、探討抗逆境生命豆植株之蒸散作用及氣孔閉合及氣孔數量多寡之影響。
- 八、探討並觀察不同抗逆境生命豆植株之花青素含量及還原糖實際含量測量。
- 九、探討生命豆植物復甦之現象及限制。

參、研究設備及器材

- 一、實驗植物:生命豆(*Lablab purpureus* (L.) Sweet)(如圖 3-1-1)

(一)、生命豆生物分類:

植物界 Plantae

被子植物門 Angiosperms

真雙子葉植物綱 Eudicots

薔薇目 Rosids

豆科 Fabaceae

扁豆屬 *Lablab*

扁豆種 *L. purpureus*



圖 3-1-1:生命豆種子

(二)、生命豆植物學特性:

1. 生命豆的學名為 *Lablab purpureus (L.) Sweet*，其俗名又稱為鵲豆、山扁豆、鳳豆及毛命豆，鄒族名字為 fo' na。
2. 生命豆喜溫暖炎熱又耐旱，為多年藤本植物(浦忠成，2013)。

(三)、生命豆對於鄒族意涵:鄒族視生命豆延續鄒族命脈根源的象徵，甚至將鄒族的團體結婚取名為「生命豆季」(陳瑤玲，2015)，生命豆可以生長在任何地方，不畏懼惡劣的環境，展現堅韌的生命力及旺盛的生長意志(嘉義縣阿里山鄉公所，2014)。

(四)、生命豆之來源:研究生命豆來自阿里山鄒族山美部落(1200 顆種子)及達邦部落(1200 顆種子)，均為紅花黑仁鵲豆原生育苗種，實驗結束後繼續在學校種植推廣。

(五)、實驗對照組植物(綠豆):我們使用耆盛食品中無汙染及無使用化學肥料的有機綠豆(與生命豆同為雙子葉及豆科)作為對照組。

二、栽植生命豆之環境(自製植物培養箱、野外栽植環境)

(一)、自製植物培養箱

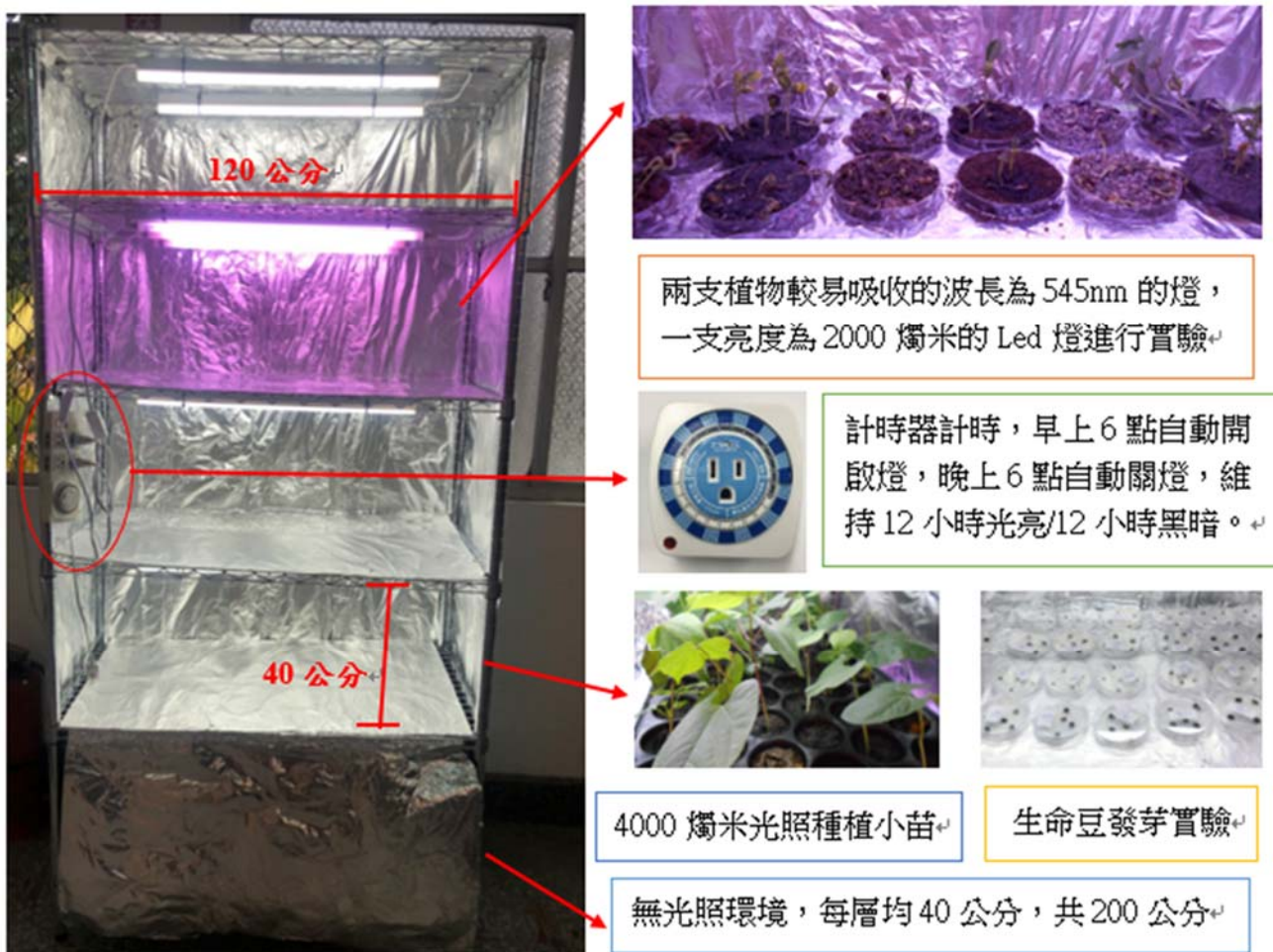


圖 3-2-1:自製植物培養箱培養生命豆小苗及種子發芽實驗說明圖

本研究將生命豆移入實驗室內進行小苗及種子發芽率的植物逆境研究，首先固定光照量度，以光照計測量為 4000 燭米(嘉義地區實際測量平均日照)，查找文獻後使用植物生理研究均植物較易吸收的波長為 545nm 的植物燈，因此我們用於進行小苗及發芽率的研究，並採用日照調控 12 小時光照及 12 小時黑暗實驗控制變因設計，其實體設計如圖 3-2-1。

(二)、野外栽植環境

為了進行生命豆的植物復甦實驗並蒐集大量數據，並須同時必須在短時間進行栽植生命豆，因此我們採一顆一盆的方式進行栽植，並放置於室外校園園藝農田內，中午光照量度為 6000 燭米)，進行大量小苗栽植(種植 15 天左右)(如圖 3-2-2~圖 3-2-4)。



圖 3-2-2:生命豆種植育苗盆



圖 3-2-3:綠豆種植於育苗盆



圖 3-2-4:實驗後種植於校內

三、生命豆耐旱、耐濕及耐鹽之植物逆境環境:

為了蒐集更接近真實生命豆的原始環境，我們至交通部氣象局查找阿里山 2019 年整年之氣溫及雨量，至成圖表 3-1-1，可作為實驗之澆水量及植物培養箱參考值:

表 3-1-1: 阿里山地區每個月之均溫及平均日雨量(氣象局)

	1-2 月	3-4 月	5-6 月	7-8 月	9-10 月	11-12 月
月均溫	16	19	22	24	23	18
日雨量	0.9ml	4ml	10ml	8ml	1.4ml	1.5ml

四、不同土壤土質(麥飯石、發泡石、達邦土、達邦沙、培養土、河床溪沙)

(一)、種植生命豆的土質



圖 3-4-1:達邦沙



圖 3-4-2: 達邦土



圖 3-4-3: 發泡石



圖 3-4-4:培養土



圖 3-4-5:麥飯石



圖 3-4-6:河床溪沙

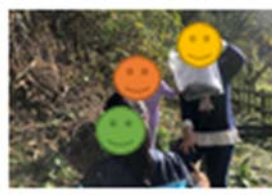


圖 3-4-7:至達邦採土

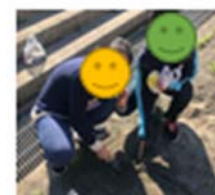


圖 3-4-8:至達邦採沙

五、研究設備及藥品:

(一)、研究設備:電子秤(圖 3-5-1)、高倍率複式顯微鏡(圖 3-5-6)、光照計(圖 3-5-2)、溫度濕度檢測儀(圖 3-5-3)、pH 值測量筆(圖 3-5-4)、土壤測試儀(酸鹼值、濕度、光照度)(圖 3-5-5)、導電度測試儀(圖 3-5-7)、去離子純水製造機(圖 3-5-8)、燒杯、滴管、量筒、植物切片小刀、載玻片、蓋玻片、指甲油、培養皿，高壓滅菌釜(圖 3-5-9)、離心管及黑暗隔光環境(圖 3-5-10)、分光光度計(圖 3-5-11)、DNS 試劑。



圖 3-5-1: 電子秤



圖 3-5-2: 光照計



圖 3-5-3: 溫濕度計



圖 3-5-4: pH 值測量筆



圖 3-5-5: 土壤測試儀

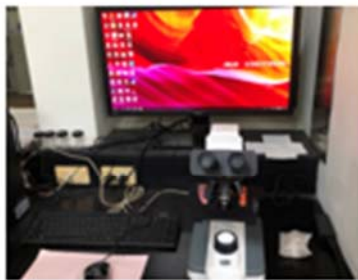


圖 3-5-6: 高倍率複式顯微鏡



圖 3-5-7: 導電度儀



圖 3-5-8: 去離子純水製造機



圖 3-5-9: 高壓滅菌釜



圖 3-5-10: 離心管置黑暗



圖 3-5-11: 分光光度計

(二)、研究藥品:含氮液肥料(台農 43 號)(圖 3-5-11)、有機肥(3-5-12)、花寶 2 號(圖 3-5-13)



圖 3-5-11: 台農 43 號

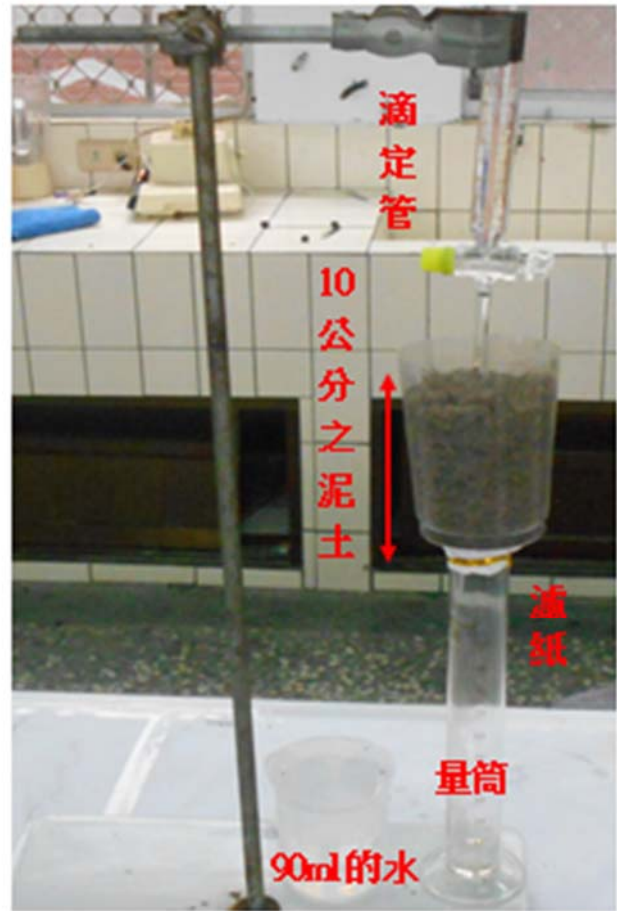
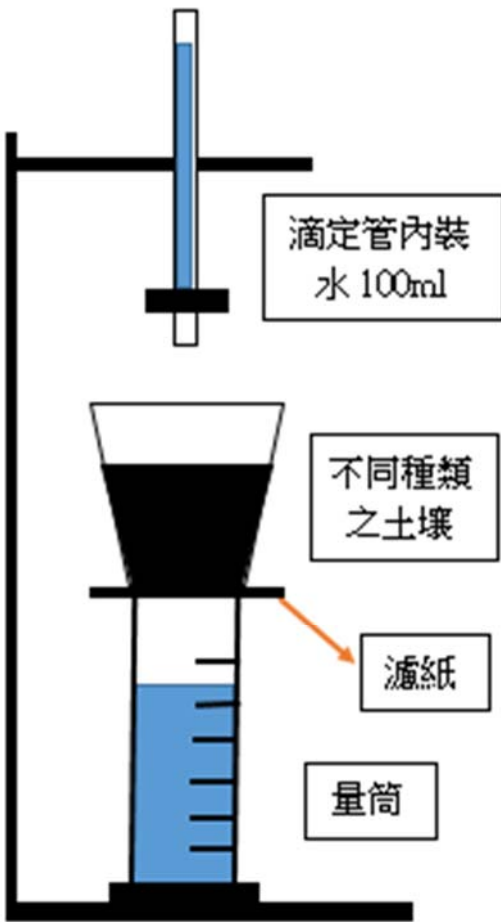


圖 3-5-12: 有機綜合肥料



圖 3-5-13: 花寶 2 號肥料

(三)、自製測量土壤吸水測量儀器:



設計說明:為了解泥土差異，我們比較泥土的保存水量(可提供植物吸收的水)，以及泥土的滲水速度(孔隙大小與泥土之親和力)，製作出以上的機構，可測得剩餘水量及時間。

(四)、測量葉片面積之程式 Image J:因為實驗植物都會行蒸散作用，所以我們必須控制所有植物的葉片多寡，我們會使用免費軟體「Image J」來計算葉面積(圖 3-5-14)。我們種植生命豆及綠豆均使用一吋育苗盆，將植物放置於三十公分處的自製高台(圖 3-5-15)，拿只進尺進行拍照，固定所有植物的光合作用面積均為 80cm^2 (約第 15 天小苗)。

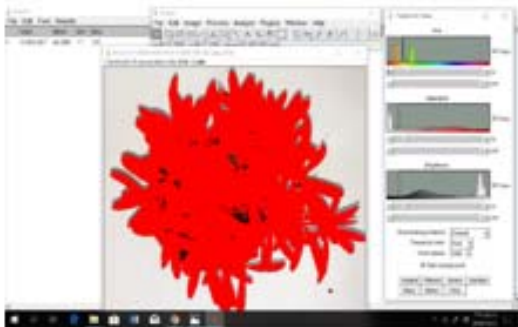


圖 3-5-14: Image J 測量方法



圖 3-5-15:於 30 公分高台拍照

肆、研究過程或方法

一、研究流程圖

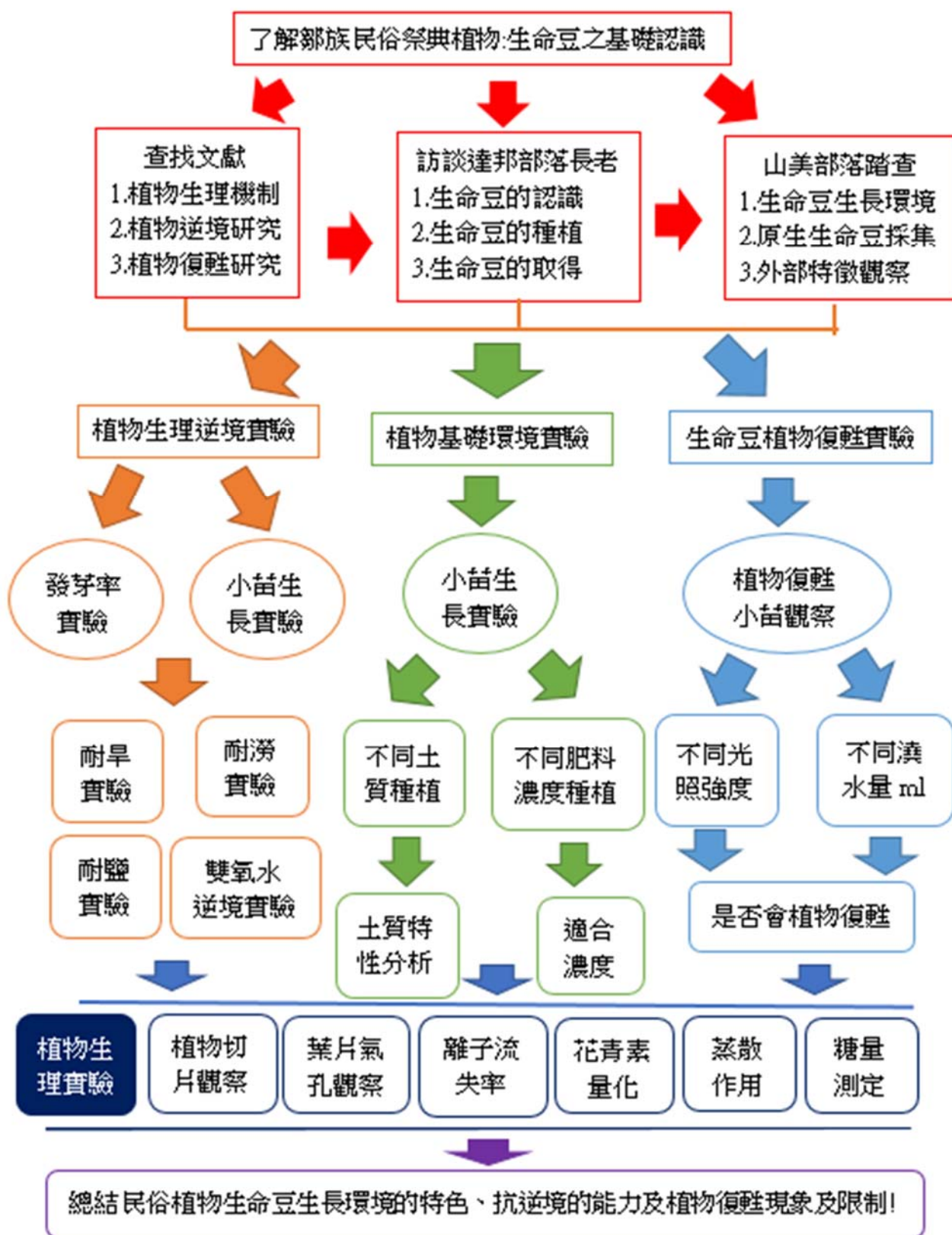


圖 4-1-1:生命豆逆境與植物復甦科展研究流程圖

二、文獻探討及名詞解釋

(一)、文獻探討及名詞解釋

1.植物逆境研究:讀過諸多文獻後，發現許多植物具有其抗逆境的機制(水澇、旱災、鹽類...等)，並且在「**養我育我的部落勇士—探討小米(becenge)的生存之秘**(江芝韻，2015)」科學展覽報告書中，發現花青素與抗逆性調節相關。

2.植物復甦:植物在缺水長達半個月到一個月的時間，會將葉子掉光，將本身之含水量與環境達成平衡，復始澆水後又在 24~28 小時進行復甦生長。

三、原住民鄒族三大部落(達邦部落、逐鹿部落及山美部落)訪談

(一)、達邦部落及山美部落訪談內容(汪啟德，2019 in press；安莊春梅，2019 in press)

1. 部落當時發現生命豆為可食用植物，配合打獵來的排骨一起煮湯做為食用料理，作為古代鄒族的婚禮頭髮掛飾。

2. 提供的種子為紅花黑仁育苗種，適合於 12-隔年 2 月播種。

3. 不論土質是好是壞均可以生長，不需要像番茄一樣搭藤架即可收成。

四、訪談「農業試驗所-嘉義分場」幹事訪談種植及灑肥之方式

(一).生命豆應採用短日照植物之照料方式，光照必須設定為 12 小時光亮/12 小時黑暗。

(二).澆水可以參考阿里山之雨量，基礎澆水量不要過多，泥土濕即可，育苗盆底部可以墊衛生紙，隨時檢測看衛生紙是否乾燥，每日基礎澆水量為 10ml 即可。

(三).生命豆種子期不需要施肥，等植物小苗時再施肥即可，3-7 天施肥一次，肥料有分為有機肥(圖 3-5-12)，及一般綜合肥料可以使用台農 43 號(圖 3-5-11)及花寶 2 號(綜合肥料)(圖 3-5-13)，溶於水後澆於泥土旁即可，溶於水量至少要多於 50ml。

五、種植生命豆植株並觀察。

(一)、生命豆發芽實驗

1.將三顆生命豆放置於培養皿上，上鋪有衛生紙以利保濕。

2.澆 5ml 蒸餾水於培養皿內，在鋪上一層保鮮膜於上，放置於自製植物培養箱。

3.植物培養箱內環境說明:固定光照亮 4000 燭米，附有植物生長燈 545nm 波長，適合植物生長，給予 12 小時光照及 12 小時黑暗。

4.每日澆 10ml 之蒸餾水，重複進行 10 次，紀錄當日溫、濕度，並進行實驗記錄發芽率、總重(圖 4-5-1)。

5.發芽率計算方式:以四階段進行分析，階段分析如下，進行標準差與的作圖:

(1).階段 1:吸水膨大 (2).階段 2:裂種皮 (3).階段 3:長出胚芽 (4).階段 4:長出子葉

(二)、小苗發育實驗

- 1.將生命豆發芽階段四之植株放置一吋育苗盆內培養，盆內放置 8 分滿培養土。
- 2.將樣本放置自製植物培養箱內培育。
- 3.每日澆於早晨 7:30 固定澆 3ml 的水，並紀錄當日溫、濕度。
- 4.利用尺計算高度，並拍照(圖 4-5-2)。



圖 4-5-1:培養皿觀察不同植物逆境之發芽率 圖 4-5-2:育苗盆觀察不同植物逆境生長情形

六、不同土壤對於生命豆植株發芽率及生長之影響。

- (一)、測量不同土質的酸鹼值、基礎含水量、保濕度、光照量。
- (二)、測量土質:培養土、達邦土、達邦沙、發泡石、麥飯石、溪沙。
- (三)、將各種土質以燒杯測量 75ml，裝入培養皿中。
- (四)、將生命豆種子埋於不同土質一公分深處，每日以量筒澆 10ml 之水分。
- (五)、綠豆進行相同實驗作為對照組，並分析測量每一種土質生命豆之生長情形。

七、土質之測量保存水分之特性及孔隙大小及雨水之親和力

- (一)、利用自由落體初速(V_0)為 0 及位能轉動能，可之流速(V)只和高度相關之特性，自製出土壤水分分析測量儀器(出水量可以做為固定的控制變因)(圖 4-7-1)。

$$1/2mv^2=mgh \text{ 【動能轉位能之公式】}$$

$$V=\sqrt{2gh}(g \text{ 為固定 } 9.8\text{ms}^2)$$

因此初速 $v_0=0$ (自由落體)，流速只和高度相關，高度固定，流量也固定。

- (二)、利用自製之土壤分析測量儀器，將不同土質放置於土壤測量杯內。
- (三)、測量將 100ml 之純水通過土壤測量杯，其水分之通過時間。
- (四)、並計算通過土壤後，100ml 遺留至量筒之水量，則為土壤保存水之親和力。
- (五)、計算 30 次，並取標準差及平均數。

八、不同濃度的肥料及不同過氧化氫(H_2O_2)對於生命豆植株發芽率及生長之影響。

- 1.利用 1 克之花寶 2 號肥料溶於 50ml、100ml、250ml、500ml 及 1000ml 水中，分別製造出重量百分濃度為 2%、1%、0.4%、0.2%及 0.1%之不同濃度之肥料(圖 4-8-1)。
- 2.配置不同過氧化氫(H_2O_2)濃度分別為 70%、35%、10%、5%、2%及清水。

- 3.每 4 天澆 2ml 於生命豆小苗育苗盆泥土旁，並還是每日固定繼續澆 10ml 之水分。
- 4.每日紀錄生命豆小苗之高度，及葉子之生長狀況。

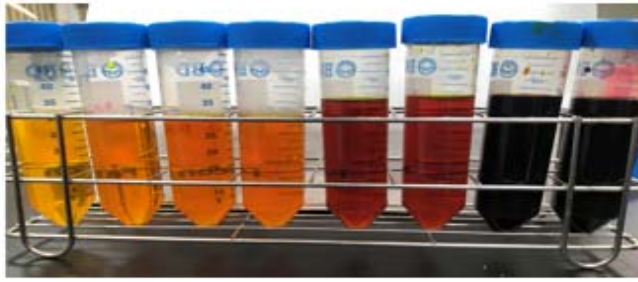


圖 4-7-1:不同濃度葡萄糖與 DNS 試劑反應為標準品



圖 4-8-1: 不同濃度之花寶 2 號肥料

九、以 DNS 試劑量化不同葉片內部葡萄糖含量。

1. 取 0.7 mL、已知濃度為 0.1 mg/mL~5 mg/mL 之葡萄糖溶液，加入 7 mL 之二硝基水楊酸 (Dinitrosalicylic acid, DNS)試劑中。
2. 繪製 DNS 標準曲線：於 100°C 之水中加熱 10 分鐘，靜置室溫後，使用分光光度計測量其在波長為 570nm 之光線下之吸光值後，將數值紀錄並將數值繪製成曲線。
3. 依據 DNS 標準曲線，取 0.7 mL 之待測物樣品加入 7 mL 之 DNS 試劑，將混合液在 100°C 之水中加熱 10 分鐘後放至室溫(圖 4-7-1)。
4. 利用波長為 570 nm 之光照射，並以分光光度計測其吸光值，即可換算出還原醣濃度。

十、測量花青素之含量之方式：

1. 取 5 g 之生命豆根、莖、葉及不同逆境處理之葉片，加入 30 ml 之去離子水，進行研磨 600 下後，以雙層紗布過濾，取得濾液。
2. 放入分光光度計中，測量光譜 520 (Gitelson and Merzlyak,1996)。
3. 分析比較不同階段葉片之花青素之差異。

十一、不同鹽水濃度對於生命豆植株發芽率及生長之影響。

- (一)、查詢植物生理的書，可之耐鹽之植物可以耐鹽的鹽分為 1.2~4%(重量百分濃度)。
- (二)、配置以下五種濃度之食鹽水，分別為:0%、0.9%(生理食鹽水)、2%、6%、4% 26%(飽和水溶液)。
- (三)、將每種濃度的培養皿設置好(每個培養皿放置 5 顆生命豆及綠豆種子)，每種種子設置 6 盤，共測試 30 顆，每盤每日澆不同濃度之食鹽水 10ml。
- (四)、將生命豆及綠豆小苗(15 天之育苗盆)30 盆，每盆每日澆不同濃度之食鹽水 10ml。
- (五)、每日分別針對並分析測量每一種土質生命豆之生長情形。

十二、不同澆水量對於生命豆植株發芽率及生長之影響。

(一).乾旱之設計

1.種子發芽率:將 1ml、3ml、7ml、10ml 的水放置於量筒內，並每日澆於培養皿(含有 30 顆生命豆及綠豆種子)內，每日記錄四個階段種子之數量(如第五點)。

2.小苗測量生長高度: 將 1ml、3ml、7ml、10ml 的水放置於量筒內，將其設計水量澆於小苗之育苗盆內，每日記錄育苗盆內小苗高度。

(二).水澇之設計

1.種子發芽率:將 30ml、50ml、60ml、75ml 的水放置於量筒內，並每日澆於培養皿(含有 30 顆生命豆及綠豆種子)內，每日記錄四個階段種子之數量(如第五點)。

2.小苗測量生長高度: 將 30ml、50ml、60ml、75ml 水置於量筒內，將其設計水量澆於小苗之育苗盆(外用透明盒子包覆)，每日記錄育苗盆小苗高度。

十三、比較不同澆水量生命豆小苗之蒸散作用及氣孔之玻片觀測。

(一).將乾旱之小苗抽出培養並去除泥土，測量 4 小時前後 10ml 量筒蒸散量(圖 4-13-1)。

(二).將乾旱及水澇 14 天之葉片用美工刀進行組織切片，至複式顯微鏡下觀察。



圖 4-13-1:測量蒸散作用實驗

圖 4-14-1:逆境葉子作為樣品

圖 4-14-2:放置一天後的樣品

十四、偵測生命豆遭遇植物逆境前後的離子流失率。

(一)、利用電導度計測量離子流失率。

(二)、使用 10mm 氯化鉀當作實驗標準品(1413us at 25C°)。

(三)、將每種式內生命豆葉片(淹水、旱災、植物復甦、鹽類生長，不同濃度)葉片剪下當作樣品，各取 5 公克(圖 4-14-1)。

(四)、將樣品與去離子水放入離心管浸泡放置 24 小時(overnight)(需在無光環境下)。

(五)、將浸泡後溶液取出後到入離心管，使用電導度計測量其電導度(I_1)。

(六)、將溶液倒回，經高溫高壓滅菌後再進行測量(I_0)。

(七)、離子流失率= $\frac{I_1}{I_0} * 100\%$ 。

十五、探討生命豆植物復甦之現象及限制。

(一).將生命豆之小苗種植至 15 天後，開始不澆水，放置於濕度約 70%的室內環境，光

照量度約 4000 燭米。

(二). 紀錄植株狀況，直到植株葉片全部枯萎(約莫 14~20 天)，再觀察植物的莖是否呈現軟化，接著進行澆不同水量及不同光照強度之實驗數據分析。

(三). 澆不同水量之實驗

1. 根據阿里山日均雨量進行設計，將已經瀕死之生命豆小苗，每日澆不同的水量，分別為 10ml、8ml、4ml 及 1ml。
2. 觀察澆不同的水量各組別是否具有植物復甦之現象，並測量其高度。

(四). 不同光照強度之實驗

1. 將瀕死之生命豆小苗，每日澆 10ml 之水量，分別放置不同環境，分別為黑暗環境，一般環境(有光照之農田)，2000 光照量度燭米之 LED 燈環境，4000 光照量度燭米之 LED 燈環境。
2. 觀察澆不同的光照量度各組別是否具有植物復甦之現象，並測量其高度。

伍、研究結果

一、生命豆植株外部構造及生命豆發芽及成長過程觀察。

(一). 生命豆植株外部構造觀察

我們至阿里山山美部落生命豆農夫的家進行訪談，並進行生命豆野外植株觀察，分別觀察到生命豆的生命力，發掘生命豆不論在大樹下，路旁岩石上均可以生長，若是有定期澆水(補充水分)，經由攀爬蔓生，葉片可以長得十分大片，花為小花淡紫色，豆莢大部分為對生，內含 4 顆種子，莖具有向觸性及向光性。



圖 5-1-1: 植株蔓生攀爬於樹



圖 5-1-2: 植株隨意長於馬路邊



圖 5-1-3: 生命豆生長於山崖



圖 5-1-4: 生命豆開出紫色花



圖 5-1-5: 開花後長出生命豆莢

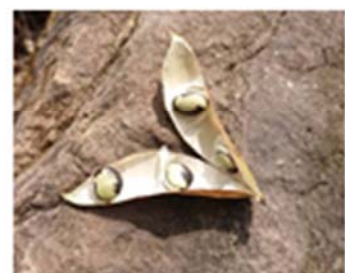







圖 5-1-6: 豆莢含有四棵種子

(二).生命豆發芽至小苗的成長過程

表 5-1-1:生命豆從種子至小苗觀察記錄(2019 年 12 月 19 日至 2020 年 1 月 11 日 12:30 測量)

照片				
時間	第 0 天 (12/19)	第 1 天 (12/20)	第 3 天 (12/23)	第 5 天 (12/25)
面積	2cm ²	2.5 cm ²	4 cm ²	8 cm ²
溫濕度	16°C/79%	16°C/78%	14°C/78%	15°C/76%
說明	浸泡 50 顆種子於實驗盆 24 小時	種子的黑色逐漸退色，體積吸水膨大	脫種皮後胚乳為綠色，根具有向地性	抽高豆莢分為兩半，並長出子葉
照片				
時間	第 6 天 (12/26)	第 8 天 (12/28)	第 10 天 (12/30)	第 11 天 (12/31)
面積	9.5 cm ²	12 cm ²	20 cm ²	22.5 cm ²
溫濕度	13°C/79%	13°C/79%	14°C/76%	15°C/76%
說明	子葉長度從 1 公分長至 2.5 公分	子葉捲曲，但尚未打開，葉子色澤淺	子葉逐漸打開，已有完整的葉脈結構	葉柄分叉處長分生組織，葉面積變大
照片				
時間	第 12 天 (1/1)	第 15 天 (1/4)	第 17 天 (1/6)	第 22 天 (1/11)
面積	32 cm ²	50 cm ²	55 cm ²	80 cm ²
溫濕度	14°C/79%	15°C/78%	14°C/79%	16°C/72%
說明	葉子顏色變深，分生組織逐漸長	葉面積變大片，開始長出許多分支	分叉處含花青素，分生組織處較濃	根分布密且有根毛，基部有花青素

二、探討不同土壤土質對於生命豆生長之影響。

(一). 不同土壤土質對於生命豆生長之實驗數據表格呈現(N=30)

表 5-2-1:不同土壤土質對於生命豆發芽率(達三階比率)之紀錄(2020 年 1 月 12 日~1 月 22 日)

單位%	達邦土	達邦沙	發泡石	培養土	麥飯石	溪沙
生命豆	100%	80%	100%	50%	20%	50%
綠豆	100%	70%	100%	60%	20%	40%

表 5-2-2:不同土壤土質對於生命豆生長高度 11 天之紀錄(2020 年 1 月 12 日~1 月 22 日)

單位:	達邦土		達邦沙		發泡石		培養土		麥飯石		溪沙	
公分(cm)	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
生命豆	9.6	1.2	7.6	1.1	2.3	0.8	3.2	1.2	0.6	0.2	3.8	0.6
綠豆	4.2	1.5	3.6	1.2	1.8	0.6	1.8	0.9	3.2	0.9	2.1	0.8

表 5-2-3:不同土壤土質對於生命豆植物淨重 11 天之紀錄(2020 年 1 月 12 日~1 月 22 日)

單位:	達邦土		達邦沙		發泡石		培養土		麥飯石		溪沙	
公克(g)	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
生命豆	14.9	2.4	11.4	1.8	2.3	0.5	5.4	0.8	2.2	0.1	5.8	0.6
綠豆	6.3	1.2	5.2	0.9	1.2	0.4	2.4	0.6	4.6	0.9	2.8	0.4

(二). 利用紀錄簿之數據進行座圖

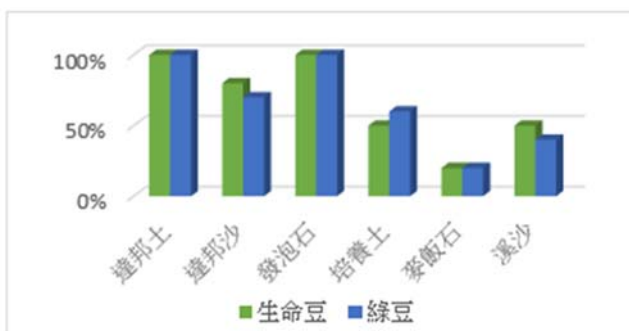


圖 5-2-1:不同土質之綠豆、生命豆發芽率

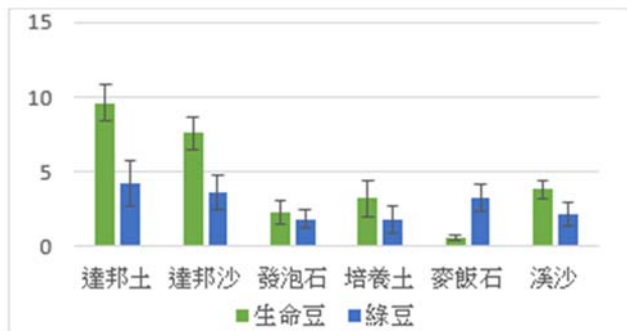


圖 5-2-2:不同土質之綠豆、生命豆生長高度

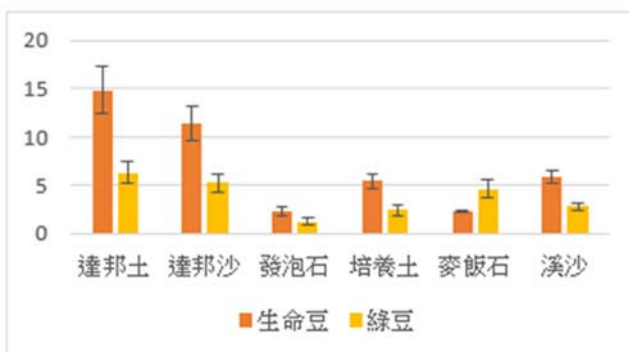


圖 5-2-3:不同土質之生命豆、綠豆之淨重



圖 5-2-4:實際種植生命豆及綠豆樣本照片

(三). 實驗結果及觀察說明

1. 生命豆適合生長土質依序為: **達邦土>達邦沙>培養土>溪沙>發泡石>麥飯石**。
2. 生命豆種子發芽率為: **達邦土=發泡石>達邦沙>溪沙>培養土>麥飯石**。

三、探討不同土質之保水能力(與水親和力)及通透性(水流動速度)

(一). 不同土質之保水能力(與水親和力)及通透性(水流動速度)之實驗數據表格呈現

表 5-3-1: 不同土質之保水能力(與水親和力)及通透性(水流動速度)表格(測量次數=30 次)

單位:	達邦土		達邦沙		發泡石		培養土		麥飯石		溪沙	
秒/ml	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
流動時間	146	22.1	80	11.3	77	8.2	57	10.4	40	6.2	120	15.2
剩餘的量	34	2.3	48	2.4	90	4.2	70	3.6	95	1.8	79	2.1

(二). 利用紀錄簿之數據進行座圖

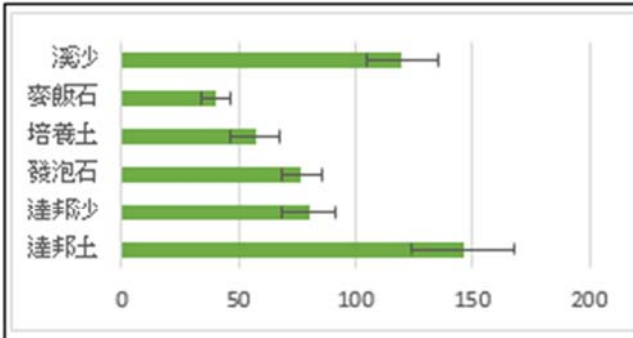


圖 5-3-1: 純水在不同土質流動時間(秒 s)

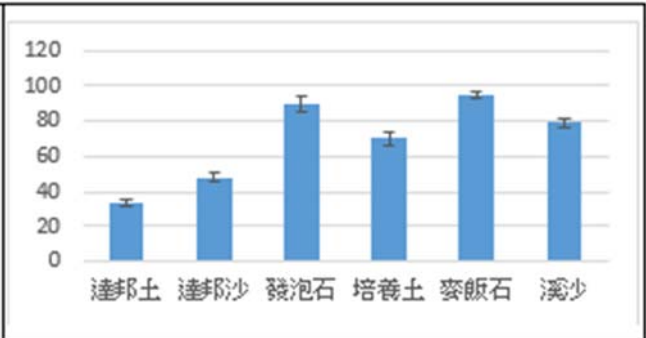


圖 5-3-2: 不同土質測量後量筒剩餘的量(ml)

(三). 實驗結果及觀察說明

1. 可知水分在達邦土內停留較久，可知達邦土與水分較有親和力。
2. 水經過達邦土後剩餘水量較少，知達邦土吸水較強，也能提供較多水給生命豆。

四、探討不同濃度之營養肥料對於生命豆生長之影響。

(一). 不同濃度之營養肥料對於生命豆生長之實驗數據及表格呈現(種植 15 天至小苗)

表 5-4-1: 不同濃度之營養肥料對於生命豆生長高度及淨重影響紀錄(2 月 25 日~2 月 10 日)

單位:公分 (/公克(g))	濃度 2%		濃度 1%		濃度 0.4%		濃度 0.2%		濃度 0.1%		清水 0%	
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
高度差	11.2	1.2	13.6	1.6	17.6	1.4	16.4	1.2	15.6	1.1	16.2	0.9
淨重差	14.6	0.9	16.5	1.2	22.3	1.1	20.2	1.4	19.8	2.1	20.5	1.8

(二). 利用紀錄簿之數據進行座圖

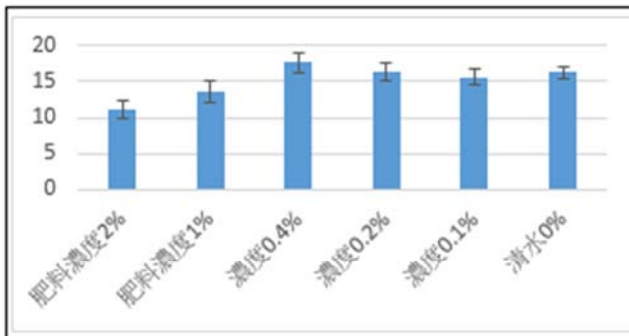


圖 5-4-1: 不同濃度肥料種生命豆高度前後差

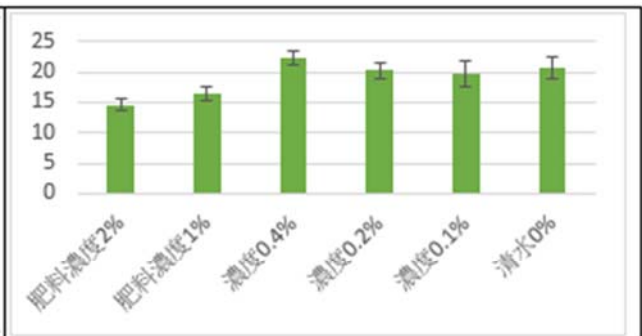


圖 5-4-2: 不同濃度肥料種生命豆淨重前後差



圖 5-4-3: 不同濃度之生命豆 15 天之小苗



圖 5-5-2: 低濃度過氧化氫促進發芽情形

(三). 實驗結果及觀察說明

- 1.適當濃度肥料(0.4%)促進生命豆生長，濃度過高反而阻礙生長，造成葉子萎縮。
- 2.不施肥之生命豆小苗生長也十分良好，甚至高於濃度 0.1%之生命豆組別。

五、探討不同濃度之過氧化氫(H₂O₂)對於生命豆發芽及生長之影響。

(一). 不同濃度之過氧化氫(H₂O₂)對於生命豆發芽及生長之實驗數據及表格呈現

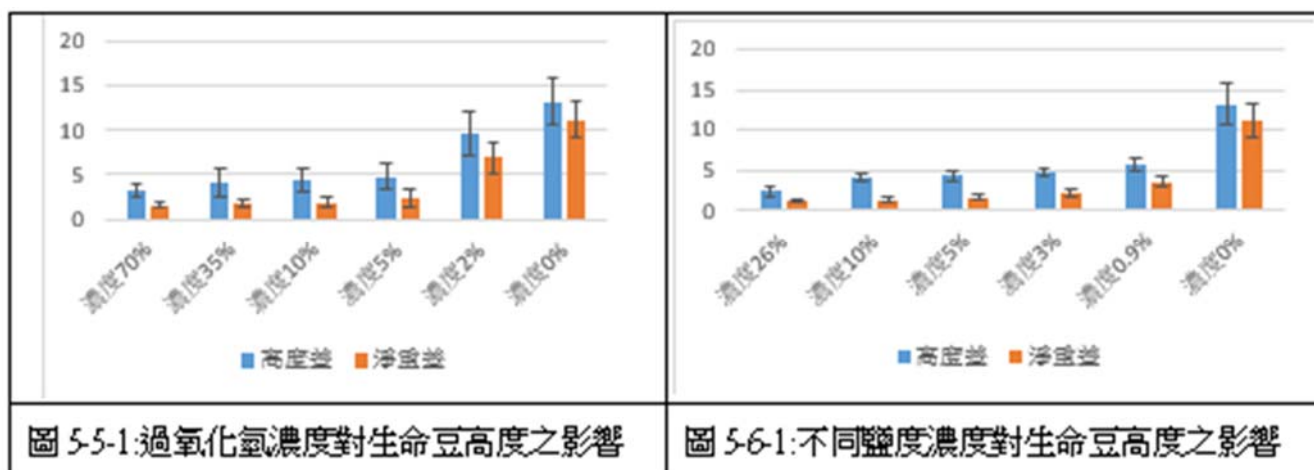
表 5-5-1: 不同濃度之過氧化氫(H₂O₂)對於生命豆發芽實驗數據表格紀錄

單位%	濃度 70%	濃度 35%	濃度 10%	濃度 5%	濃度 2%	清水 0%
生命豆	0	0	0	40	100	90
綠豆	0	0	0	25	100	80
停留階段	0	0	0	2	3	4

表 5-5-2: 不同濃度之過氧化氫(H₂O₂)對於生命豆小苗生長實驗數據表格紀錄(生長 5 天為初始)

單位:公分/ 公克(g)	濃度 70%		濃度 35%		濃度 10%		濃度 5%		濃度 2%		清水 0%	
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
高度差	3.2	0.8	4.2	1.6	4.5	1.3	4.8	1.5	9.6	2.4	13.2	2.6
淨重差	1.6	0.4	1.8	0.5	1.9	0.6	2.4	1.1	6.9	1.7	11.2	2.1

(二). 利用紀錄簿之數據進行座圖



(三). 實驗結果及觀察說明

低濃度的過氧化氫(H₂O₂)可以促進植物發芽，但發芽後幾乎部長出子葉，並且造成生命豆變質，可知生命豆對於過氧化氫抗耐性較不佳，也可以在生長情況得到相同情況。

六、探討不同鹽度對於生命豆發芽及生長之影響。

(一). 實驗數據及表格呈現

表 5-6-1: 不同濃度之鹽度(NaCl)對於生命豆發芽實驗數據表格紀錄

單位%	濃度 26%	濃度 10%	濃度 5%	濃度 3%	濃度 0.9%	清水 0%
生命豆	0	0	0	0	20	100
綠豆	0	0	0	0	25	100
停留階段	0	0	0	0	2	4

表 5-6-2: 不同濃度之鹽度(NaCl)對於生命豆小苗生長實驗數據表格紀錄(生長 5 天為初始)

單位:公分/ 公克(g)	濃度 26%		濃度 10%		濃度 5%		濃度 3%		濃度 0.9%		清水 0%	
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
高度差	2.4	0.6	4.2	0.5	4.3	0.6	4.8	0.5	5.6	0.8	13.2	2.6
淨重差	1.2	0.3	1.3	0.3	1.6	0.3	2.2	0.4	3.6	0.6	11.2	2.1

(二). 實驗結果及觀察說明

1. 結果可知即使是生理食鹽水(0.9%)對於生命豆來說是高張溶液，發芽率降低。
2. 生命豆對於鹽分逆境抗逆性較不佳，生命豆種子發育時有到無法膨脹現象。

七、探討不同澆水量(耐旱、耐濕)對於生命豆發芽及生長之植物逆境影響。

(一). 探討少量澆水(耐旱)對於生命豆發芽及生長之植物逆境影響

1. 實驗數據及表格呈現

表 5-7-1: 少量澆水(耐旱)對於生命豆發芽之影響(每天澆水量)

發芽%	0ml	1ml	3ml	5ml	7ml	10ml
生命豆	0	0	50	70	100	100
綠豆	0	10	50	75	100	100
停留階段	0	0	2	4	4	4

表 5-7-2: 少量澆水(耐旱)對於生命豆小苗生長實驗數據表格紀錄(生長 5 天初始，持續 2 周)

單位:公分/ 公克(g)	0ml		1ml		3ml		5ml		7ml		10ml	
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
高度差	3.2	0.9	3.6	0.6	4.5	0.9	5.6	0.4	11.6	1.6	14.5	1.5
淨重差	2.4	0.3	3.2	0.5	4.2	0.6	5.8	0.6	9.2	1.2	16.2	2.4

2. 利用數據進行座圖

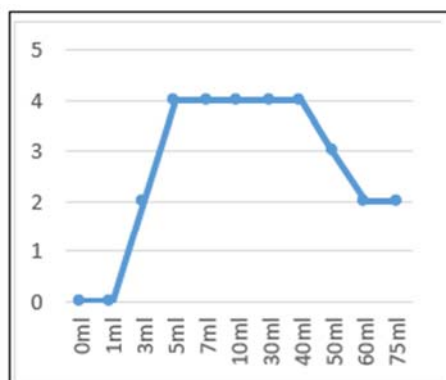


圖 5-7-1: 水分對種子萌芽階段

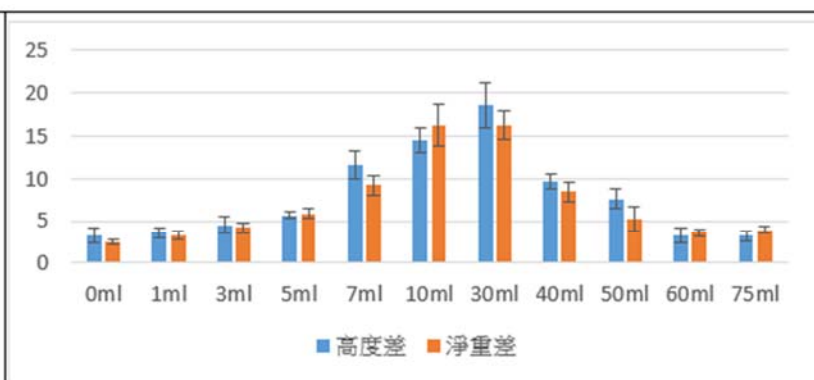


圖 5-7-2: 水分對小苗高度及根莖葉淨重之影響

(二). 水澆葉片高度分析

1. 實驗數據及表格呈現

表 5-7-3: 根部淹水(水淹 10 公分)生長高度隨時間之變化(N=5)

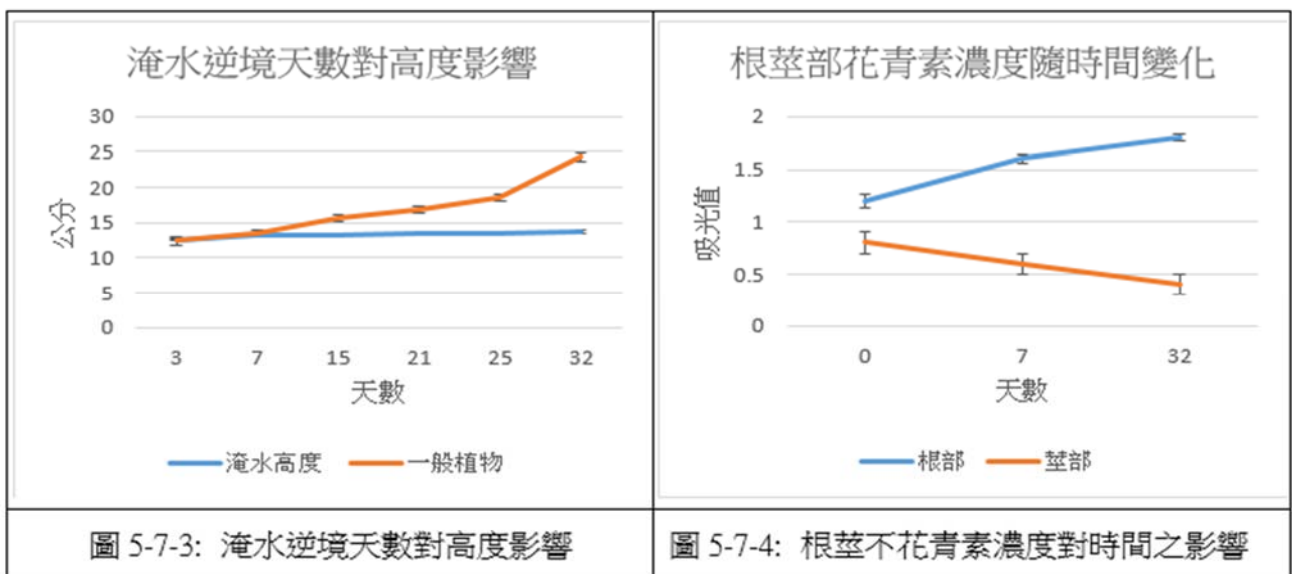
【觀測時間:2020 年 5 月 12 日~2020 年 6 月 12 日】

淹水天數	3		7		15		21		25		32	
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
淹水高度	12.6	0.6	13.2	0.4	13.2	0.5	13.4	0.4	13.6	0.4	13.7	0.6
一般植物	12.5	0.6	13.6	0.7	15.7	0.9	16.9	1.2	18.6	1.6	24.3	2.1

表 5-7-4:水澇環境各部位花青素含量隨時間之變化(N=6)

	根部						莖部					
	0天		7天		32天		0天		7天		32天	
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
吸光值	1.2	0.06	1.6	0.04	1.8	0.03	0.8	0.1	0.6	0.1	0.4	0.1

2.利用數據進行座圖



3.依據圖表進行實驗結果說明

- (1). 淹水生命豆植株(葉及莖)有停止生長的現象，但根系仍然繼續生長，並且有花青素的分佈(持續上升)，但葉子有褪色的現象，而且花青素濃度降低。
- (2). 花青素的分佈與植株的生長呈現正相關，也可知道淹水逆境對於生命豆植物來說，需要消耗能量持續讓根部生長。

(三). 探討多量澆水(水澇)對於生命豆發芽及生長之植物逆境影響

1.實驗數據及表格呈現

表 5-7-5: 多量澆水(水澇)對於生命豆發芽之影響(每天澆水量)

發芽%	30ml	40ml	50ml	60ml	75ml
生命豆	100	100	100	100	100
綠豆	100	100	100	100	100
停留階段	4	4	3	2	2

表 5-7-6: 多量澆水(水澇)對於生命豆小苗生長實驗數據表格紀錄(生長 5 天初始，持續 2 周)

單位:公分/ 公克(g)	30ml		40ml		50ml		60ml		75ml	
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
高度差	18.5	2.6	9.6	0.9	7.6	1.2	3.2	0.9	3.2	0.6
淨重差	16.2	1.6	8.4	1.2	5.2	1.4	3.6	0.4	3.9	0.4

2.實驗結果及觀察說明:水分過多或過少均可能讓種子發芽階段停在二階(吸水)，而若淹水或旱災的環境均會抑制生長高度，但淹水的植株葉片會偏向上生長。

八、探討並觀察不同抗逆境生命豆植株之花青素含量

(一)、實驗數據及表格呈現

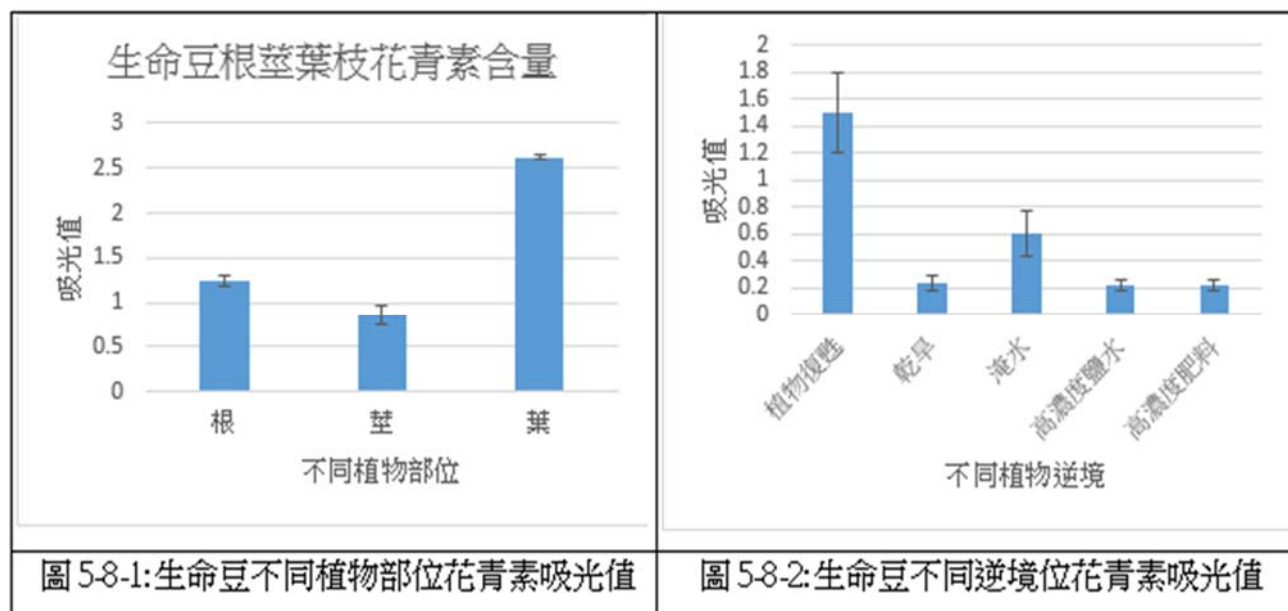
表 5-8-1:一般環境下不同生命豆植株部位(根、莖，葉)之花青素吸光值(吸收波:520)

	根		莖		葉	
	M	SD	M	SD	M	SD
吸光值	1.239	0.06	0.8565	0.10506	2.626	0.02

表 5-8-2:不同逆境下葉片之花青素吸光值(吸收波:520)

	植物復甦		乾旱		淹水		高濃度鹽水		高濃度肥料	
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
吸光值	1.5	0.3	0.24	0.06	0.6	0.17	0.22	0.04	0.21	0.04

(二)、利用數據進行作圖



(三)、依據圖表進行實驗結果說明

- 植物的根莖葉均有花青素的分部，其中葉>根>莖。
- 植物面對逆境時花青素的含量會有下降的現象，而植物進行植物復甦後，花青素含量仍然會回復。

九、探討並觀察不同抗逆境生命豆植株之還原糖之含量

(一)、實驗數據及表格呈現

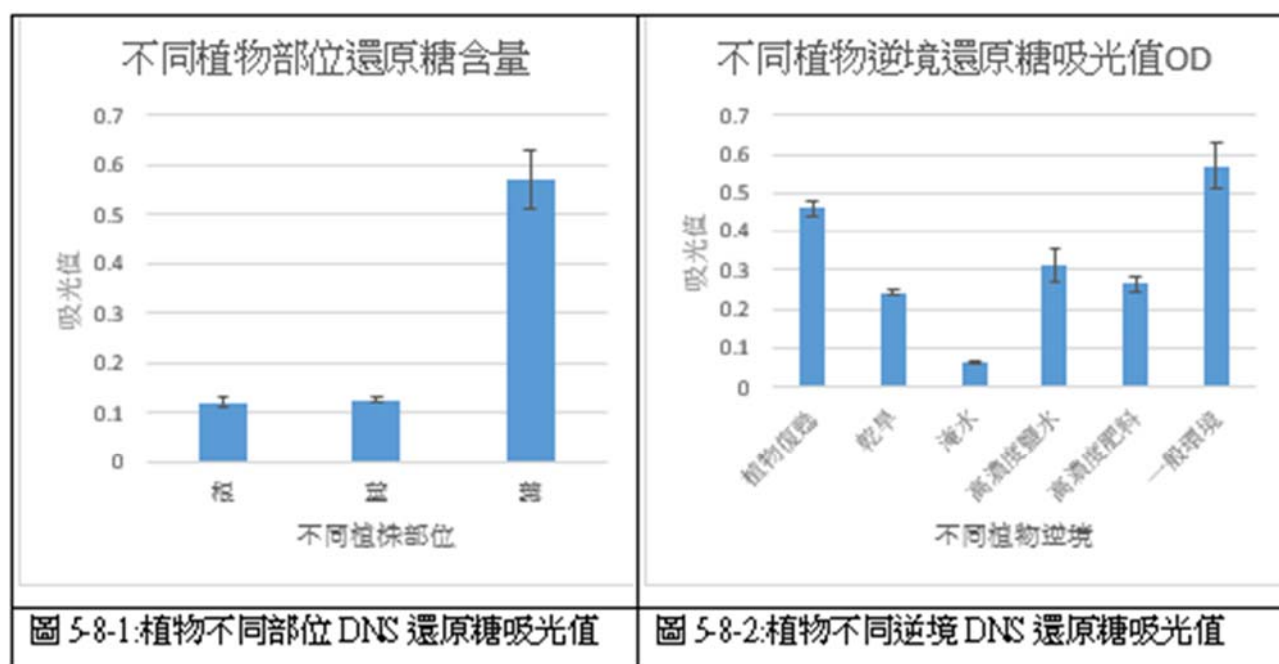
表 5-8-1:一般環境下不同生命豆植株部位(根、莖、葉)之還原糖吸光值(吸收值 OD:520)(N=12)

	根		莖		葉	
	M	SD	M	SD	M	SD
吸光值	0.121	0.011	0.126	0.005	0.57	0.06

表 5-8-2:不同逆境下葉片之還原糖吸光值(吸收波:520)(N=12)

	植物復甦		乾旱		淹水		高濃度鹽水		高濃度肥料	
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
吸光值	0.46	0.029	0.244	0.007	0.064	0.004	0.313	0.04	0.264	0.02

(二)、利用數據作圖



(三)、依據圖表進行實驗結果說明

- (1). 生命豆植株各部位均有還原糖的分部，其中**葉>根>莖**。
- (2). 不同生命豆植株逆境的還原糖含量分部的結果為，**一般環境>植物復甦>高濃度鹽水>高濃度肥料>乾旱>>淹水**。
- (3). 在不同植物逆境當中，以淹水逆境生命豆葉子內的糖量分部含量最少，可見需要化能量於，根部之生長及修復。
- (4). 植物進行植物復甦後，仍然會進行光合作用，並且有糖量的產生。

十、探討不同逆境之蒸散作用之蒸散量及氣孔顯微鏡切片

(一).不同逆境之生命豆蒸散作用蒸散水分減少量之比較

表 5-10-1: 不同植物逆境之生命豆蒸散作用蒸散水分蒸散量之實驗數據及表格呈現(N=5)

單位:	正常葉子		淹水逆境		旱災逆境		植物復甦		高濃度鹽		高濃度肥	
ml(毫升)	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
蒸散量	8.2	0.9	8.4	0.4	3.6	0.3	7.2	0.5	1.6	0.2	1.2	0.1

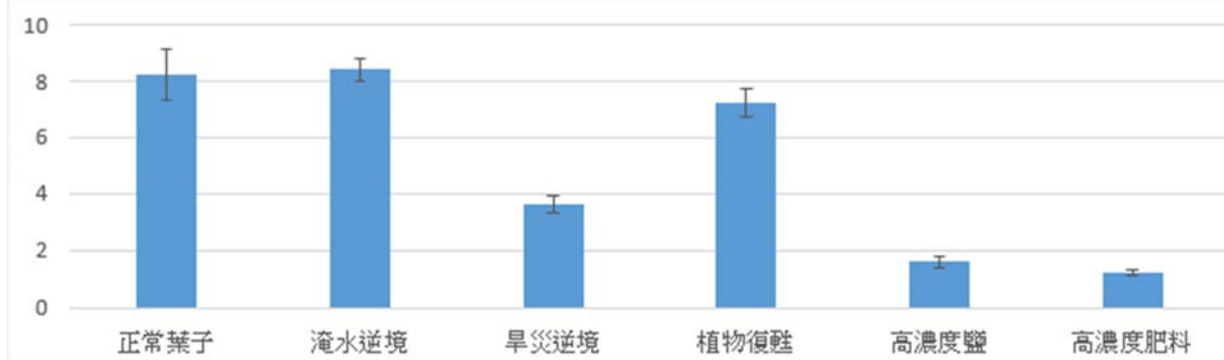


圖 5-10-1 不同植物逆境之生命豆蒸散作用蒸散水分蒸散量(ml)(N=5)

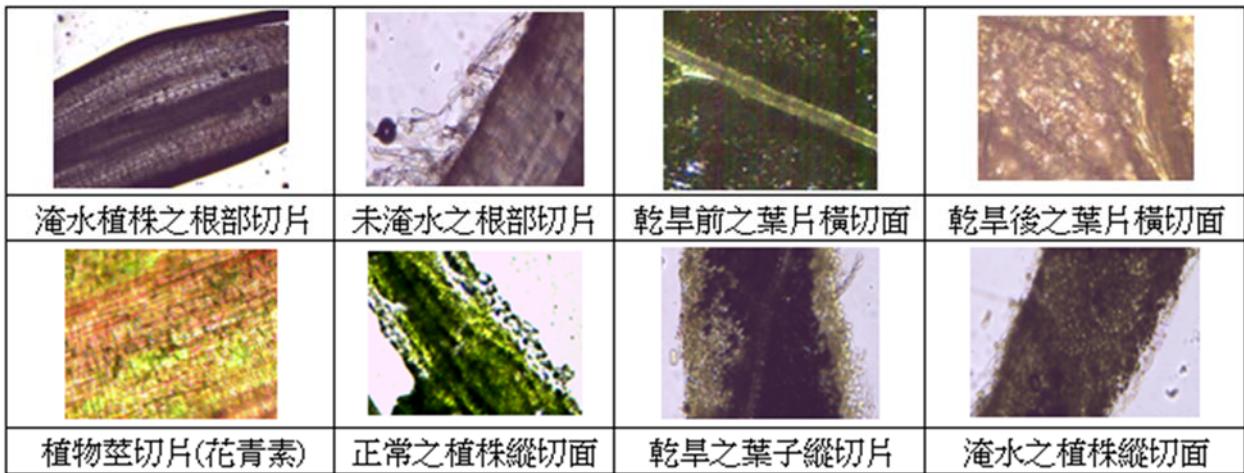
(二). 生命豆不同逆境之生命豆之葉背氣孔顯微鏡切片

表 10-2-1: 生命豆不同逆境之生命豆之葉背氣孔顯微鏡切片整理

植物復甦前之葉片	植物復甦後之葉片	高濃度 2%之肥料	高濃度 1%之肥料
低濃度 0.4%之肥料	低濃度 0.2%之肥料	低濃度 0.1%之肥料	清水之生命豆氣孔
生命豆乾旱環境氣孔	乾旱至枯萎氣孔	生命豆水澇環境氣孔	生命豆高鹽環境氣孔

(三). 乾旱及淹水之植物之根莖葉之複式顯微鏡切片

表 10-3-1: 乾旱及淹水之植物之根莖葉之複式顯微鏡切片整理



(四). 依據圖表進行實驗結果說明

1. 在旱災，氣孔會關起，甚至會聚集形成**氣孔族**，而在高濃度肥料上可見相同情形。
2. 根莖葉的切片，可見植物逆境後，葉綠素明顯退色，淹水根部根毛系統較不明顯。

十一、 探討放置不同植物逆境生命豆之離子流失率之變化

(一). 不同植物逆境生命豆之離子流失率之變化之實驗數據及表格呈現

表 11-1-1: 不同植物逆境生命豆之離子流失率之變化表格紀錄(逆境處理 10 天之葉子 5g)

TDS	正常發育生命豆葉子			淹水之生命豆葉子			旱災植物之葉子		
處理	處理前	處理後	流失率	處理前	處理後	流失率	處理前	處理後	流失率
導電度	271	1024	26%	492	1076	28%	647	1538	42%
TDS	植物復甦後生命豆葉子			高濃度食鹽水植物之葉子			高濃度肥料植物之葉子		
處理	處理前	處理後	流失率	處理前	處理後	流失率	處理前	處理後	流失率
導電度	786	1423	54%	1445	2312	62%	1428	2218	64%

(二). 利用紀錄簿之數據進行座圖

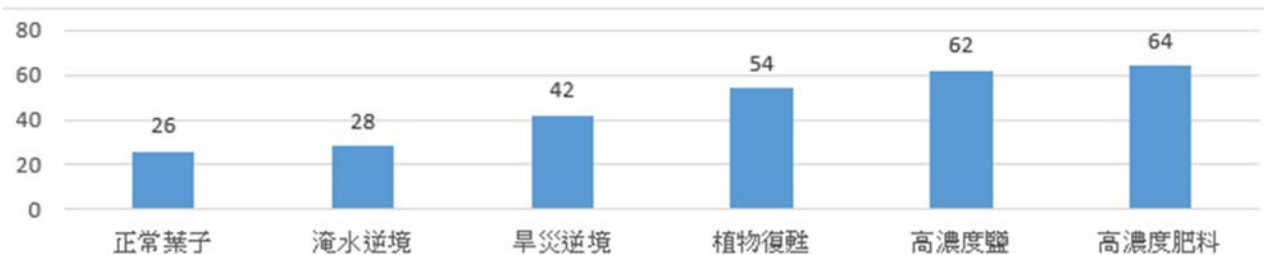


圖 5-11-1: 不同植物逆境生命豆之葉子離子流失率比較圖表(流失率%)

(三). 實驗結果及觀察說明

生命豆植株在面對逆境時，均有明顯離子流失的狀況，流失率為：**高濃度肥料>高濃度鹽類>植物復甦>乾旱逆境>淹水逆境>正常葉子**，可見離子流失率與抗逆性呈現一定之相關性。

十二、 探討生命豆植物復甦之現象及限制。

(一)、 生命豆植物復甦實驗數據及表格呈現

表 5-10-1: 復始澆水量對於生命豆植物復甦之影響(每天澆水量)(單位:公分)

光照強度(燭米)/天數	1ml		5ml		7ml		10ml		20ml	
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
第 5 天	0.2	0.1	0.6	0.1	2.3	0.3	3.6	0.4	3.8	0.2
第 10 天	0.2	0.1	0.4	0.2	4.6	0.4	5.2	0.4	5.8	0.4
第 15 天	0.3	0.1	0.9	0.1	6.3	0.6	6.7	0.6	7.4	0.6
第 20 天	0.2	0.1	0.8	0.1	10.9	0.9	12.8	0.9	13.6	0.9

表 5-10-2:不同光照強度對於生命豆植物復甦之影響(每天澆水量)

光照強度(燭米)/天數	黑暗		正常環境		1000 燭米		2000 燭米		4000 燭米	
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
第 5 天	0.1	0.1	1.9	0.3	2.4	0.6	2.9	0.4	3.8	0.3
第 10 天	0.2	0	3.2	0.4	3.6	0.9	3.8	0.5	4.2	0.6
第 15 天	0.	0.1	4.6	0.5	5.2	0.5	5.4	0.6	5.8	0.8
第 20 天	0.1	0	7.5	0.4	8.2	1.2	7.6	0.5	9.8	1.3

(二)、利用紀錄簿之數據進行座圖

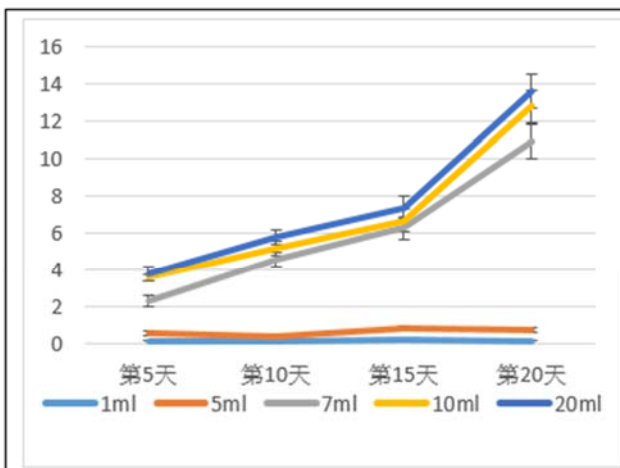


圖 5-10-1:澆水量對於植物復甦(高度)之影響

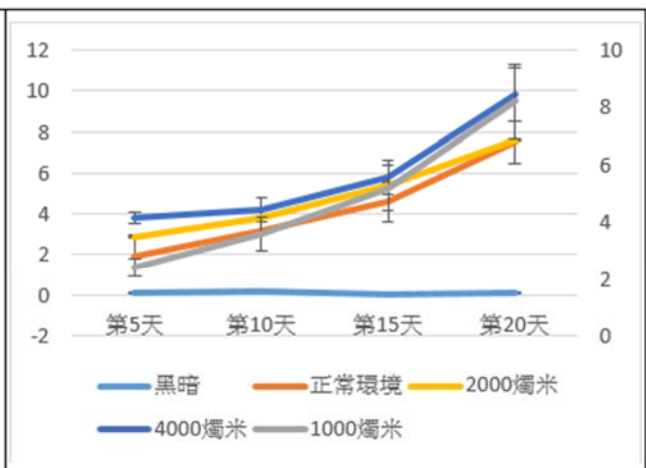


圖 5-10-2:光照強度對於植物復甦(高度)之影響

(三)、實驗結果及觀察說明

- 1.復始澆水量只要超過 7ml~10ml，對於植物復甦就有幫助。
- 2.光照強度有助於植物進行復甦，若是缺水或者光照強度不夠(即使其他變因足夠)，則無法喚植物復甦機制，光線越強的環境下，產生花青素的含量越多。



圖 5-10-3:處理前的葉子



圖 5-10-4:未澆水 14 天之葉子



圖 5-10-5:植物復甦之葉子

陸、討論

我們研究主要以三個層面進行探討，分別為:(1)生命豆面對植物逆境之生長狀況及其抵抗逆境之植物生理機制，我們分別探討了乾旱、水澇、過氧化氫(H₂O₂)及鹽鹼這種四種逆境，我們發現生命豆可以耐旱以及耐水澇，但對於鹽鹼及雙氧水逆境中則無法生長及發芽，則可知**生命豆對於水分的多寡具有抗逆性(stress resistance)**(蔣德安，2018)，接著我們討論過後，想真對於訪談的結果進行實驗，訪談中長老告訴我們生命豆適合任何土壤甚植是岩石均可以發芽生長，甚至不需要施肥(汪啟德，2019 in press)，但商業周刊內文卻提及生命豆施肥了反而會長不好，那是其植物生理機制為何呢?因此，我們接著分析以下實驗，(2)生命豆之生長環境，分別探討不同肥料濃度及不同土質兩種變因，我們發現生命豆在達邦土及達邦沙的環境生長較好，其生長情形甚至遠超過具有礦物質營養的培養土，而有施肥固然好，但高濃度的肥料卻會讓生命豆死亡。在一連串假期無法澆水的情況下，我們發現頻死的生命豆植株居然會讓老葉凋零，而繼續澆水後長出新的分生組織，經由了解後得知此種「**植物因缺水復始澆水後又復活現象**」稱為**植物復甦**(黃偉，2017)，這引起我們極大的興趣，因此我們接著(3)探討生命豆之植物復甦現象，並探討在不同光照強度及不同澆水量之植物復甦之生長情形。因此我們也著探討離子流失率及氣孔的開合，及顯微鏡植物切片三大植物生理實驗，根據實驗結果我們進行以下八點討論:

一、生命豆抗逆境之失敗原因及成功抵抗逆境之生理機制。

1.生命豆抗旱之機制。

乾旱分為兩大類型：(1)土壤乾旱(2)大氣乾旱，本實驗主要採用植物逆境為土壤乾旱，經過 14 天(兩個禮拜)不澆水，造成植物因體內水分代謝失調而導致植物生理乾旱，而造成產生以下機制:(1)各部位間水分重新分配:成熟的老葉凋零(2)細胞膜結構遭到破壞:葉子因脫水而破壞了細胞膜的結構(3)破壞了正常的代謝過程:合成減弱而分解增強，包括:葉綠素也會降低(4)及影響其他的生理過程:包括植株矮小、氣孔開度變小，造成 CO₂ 進入葉肉變困難，光合作用明顯下降，但呼吸作用仍持續進行(蔣德安，2018)，在本實驗可見生命豆在面對乾旱時，的確會有老葉凋零，卻仍然長出新的分生組織的狀況，葉子色澤也會降低也會因水分滲透出去變軟(失去支撐的狀況)，也在我們葉片組織切片中看到因為缺水而造成葉綠素降低的現象，可以顯微鏡玻片下，看見氣孔變小的狀況。

2.生命豆抗澇(淹水)之機制。

淹水的機制為土壤的氣相部分完全被土壤液相所佔據，地面淹水造成**植物生理調節為乙**

烯(ACC)增加，導致葉片偏上生長，因為根部缺氧，有氧呼吸減弱，無氧呼吸增加，大量累積乙醇及乙醛等無氧呼吸之產物，光合作用下降，根部的活力也會下降(蔣德安，2018)，而在我們的淹水實驗組中，我們可聞到發酵之乙醇味道，也可以看到老葉凋零，而新葉分之偏上生長之現象(圖 6-1-3)，以甚至會大量長出新的根系附著與泥土的表層(圖 6-1-2)，但可以看到生命豆可以利用蒸散作用，打開氣孔將水分蒸散出植物體內，而接下來之實驗也可以後續追蹤光合作用是否進行，但我們進行 20 天以上的淹水實驗，仍可以看見生命豆仍活得很好，可見其耐澇的抗逆性。



圖 6-1-1.淹水逆境根分部



圖 6-1-2.淹水長類似氣生根結構



圖 6-5-1.花青素於莖累積

3.鹽分及滲透壓對於生命豆種子及小苗之影響。

泥土或培養基內如果含有氯化鈉(NaCl)及硫酸鈉(Na_2SO_4)稱為鹽土，則含碳酸鈉(Na_2CO_3)及碳酸氫鈉(Na_2HCO_3)成為鹼土，而如果鹽鹼土的重量百分濃度 0.2~0.5%則會開始傷害植物，如果高於 10%則會嚴重傷害植物甚至造成死亡(蔣德安，2018)，在生命豆的發芽實驗及小苗生長實驗均可以得要相符的結果，可以見生命豆並無對水分具有抗逆性，而過多的鹽分對於植物來說是一個水分逆境，會造成吸水困難，而若是 Na^+ 離子過多時，會置換根毛上原生質膜的 Ca^{2+} ，會造成蛋白質合成受阻，氣孔關閉，光合作用及呼吸作用速率均下降的現象。

4.生命豆在添加雙氧水刺激下之生理反應。

有科展研究及文獻均指出，雙氧水內含一些超氧化物，可以製造超氧化物，對植物產生逆境的生理現象，如同其他篇文章的研究結果(宋芸，2019)，過氧化氫的確可以促進發芽，但卻會讓花青素產生變質的現象，因此反而抑制了生命豆的生長，因此即使在種子發芽的過程中，雙氧水有促進的功能，但卻無法順利地生長至小苗，長出子葉。

二、不同土質對於生命豆之生長狀況。

本研究發現植物在不同土質的生命豆小苗生長狀況為，達邦土>達邦沙>發泡石>培養土>溪沙>麥飯石，這和我們起初的預測有極大的差異，原本我們認為是培養土(具有礦物質較高

的土質)會具有最好的生長情形，在比對我們的實驗中，進行不同濃度肥料之試驗，發現肥料雖然能提供生命豆適量的礦物質幫助生長，但未施肥的生命豆小苗仍可以生長很好，因此，可知影響生命豆之生長狀況之變因為水量，在自製土壤水分保存測定儀的實驗數據中，我們發現水分在達邦土及達邦沙通過較久的時間，也可以保存較多的水分，可知達邦土及達邦沙在相同雨量環境下，可以提供生命豆較多的水分，但水分仍然可以快速地通過 10 公分之土壤通道，而這樣的土質黏性較為低，相對於黏性較高的土可以澆較少的水分(文安農業，2017)，則生命肥料的需求又較少，可知達邦部落是適合生命豆生長的環境。

三、肥料對於生命豆之影響並探討幫助成長及造成死亡之原因。

我們可以發現適當的肥料濃度，可以提供植物礦物質促進生長，但**過多的肥料，會造成植物葉片迅速枯萎，顏色變淡的現況，甚至會造成根系變爛的現況**(文安農業，2017)，若因肥料的濃度過高甚至出現土壤鹽害，即土壤鹽漬化，是土壤深層水的鹽分隨毛管水上升到地表，水分蒸發後使鹽分積累在表層土壤的過程(新農資觀察，2017)(圖 6-3-1)。在比對之後，也發現肥料過多的植物現象和土地鹽化的現象相同。



圖 6-3-1: 鹽分積累在表層土



圖 6-1-3: 乙烯累積導致莖抽高



圖 6-7-1: 向觸性攀爬莖生

四、氣孔關閉及密度在植物面對不同逆境之影響。

由以上討論可知，在乾旱的期間，植物應該要減少氣孔的開啟以抵抗水分散失，但我們發現在植物的老葉的指甲油顯微鏡玻片樣本中，我們發現乾旱的葉片氣孔不減反增，在植物復甦的初期也有此現象，這和我們我們課本所學的知識有互斥的現象，經過資料查找後，才知在乾旱逆境下，許多植物誘發出大量的氣孔簇，此時會造成氣孔簇內的氣孔開啟面積縮小，以減少水分蒸散，有利植物度過乾旱逆境(顏佳怡 et al，2015)。

五、花青素對於生命豆生長之演化功能探討。

我們在進行生命豆各項實驗中，我們發現生命豆的種子富含花青素，以及小苗在生長出新的分生組織時，均會在莖部產生花青素(圖，葉子發育完全後，花青素再逐漸變淡，而生命豆在進行植物復甦現象時，也會有花青素累積的現象，植物花青素大量合成的原因，查找文獻後發現，花青素累積有四種假說，分別為：(1)抗真菌(2)光保護(3)抗氧化以及(4)抗食動物的功能(鹿兒陽，2008)。我們也發現生命豆在面對各項植物逆境時，均會有離子流失的

現象，而離子流失的現象，經由文獻提及均和植物體內產生的超氧化物的氧化作用有相關(進而對植物產生一些葉子及組織(根部)的危害，可以支持花青素的合成具有光保護以及抗氧化的功能 (Gould et al., 2002; Neill et al., 2002)，文獻也提及，**花青素的合成需要使用葡萄糖及黃酮類化合物**(陳彥樺，2014)，這些化學分子均和植物光合作用機制有相關，我們也發現花青素累積在有光照組織的分生組織頂部，因此支持光保護的假說，我們也發現即使我們將生命豆植株移往校園農田育苗時，相對綠豆小苗，生命豆小苗較少蟲害的，但是尚未進行相關類型的實驗設計，因此較少支持抗食植動物的功能的假說證據，未來也適合深入研究。

六、植物復甦機制受光照影響。

我們在研究的果中，證實生命豆會有植物復甦的現象，在我們進一步的科學探究中，發現生命豆的植物復甦現象受到光照強度的調控，在經過文獻討論後，我們發現許多植物的種子階段均具有暫時休眠，但遇到水分会重新復甦的能力，有助於植物過冬，研究者將這些基因進行深入研究，發覺一些耐旱及沙漠植物也具有此種能力，也有 *Planta* 期刊研究顯示，**植物復甦受到植物的光保護機制調控**(黃偉，2017)，經由上花青素的功能文獻探討，在生命豆植株也可以獲得相同的答案，推論植物復甦的能力受到光線強度及花青素的合成相互影響。

七、測量離子流失率之植物生理意義。

我們進行了大量植物逆境的之實驗，我們查找文獻後發現**生物膜的功能穩定性與植物的抗逆性息息相關，植物經歷逆境(乾旱、水澇害、鹽害…)能使細胞膜系統到損傷** (蔣德安，2018)，內部也會產生過的活性氧產生使細胞膜上之磷脂質與過氧化物反應劇烈，造成細胞膜之損傷，因此以導電度測量離子流失率也可以作為一項證據之一。

八、綜合討論及未來展望

綜合以上的討論，可知生命豆具有攀爬滿蔓生(圖 6-7-1)的特質，植株的生長與水分、光照強度兩大變因有極大的關係我們進行基礎的植物生實驗，發現生命豆具有抗旱及抗水澇兩大植物逆境，復始澆水具有植物復甦的現象，我們利用基礎的植物生理實驗驗證並討論生命豆面對逆境的植物生理調節機制，也發現這些生理機制與花青素的生成與分解相關，本研究較為可惜的是發現花青素與植物逆境調控息息相關，也實際利用分光光度計進行花青素的實際量化測量，但花青素種類眾多，究竟是哪一種花青素的效能值得深入研究。

生命豆可以生存在乾旱或水澇的環境生存，持續研究希望可以解決人類的糧食危機，但是因為本研究團隊缺乏較精確之儀器及生物技術，我們在查找文獻時，均可以得知無論是**植物具有抗旱或者植物復甦的機制均有特定基因調控**(蔣德安，2018；林志忠，2016)，可以製造出特定的蛋白質，而花青素有助於植物面對水分逆境時，持續研究及可以將抗旱、植物復甦及花青素生成之基因找出，將這些基因轉殖至國際間的經濟作物，那將是全球的福音。

柒、結論

我們針對我們有興趣之鄒族民俗植物-生命豆進行逐步式科學探究，研究歷程當中我們不斷地查找資料、進行訪談，甚至深入部落進行生命豆野外踏查，自製許多植物生理研究機構，設計實驗得到數據及結果，並再次比對文獻討論過後，得到以下結論：

一、生命豆對於不同植物逆境的抗逆性

我們發現生命豆種子對於逆境的耐受程度較小苗弱，種子不耐鹽也無法容忍過氧化氫(H₂O₂)的環境，但對於極度乾旱及水澇逆境，只會發芽，但不會長出子葉。在小苗(種植 15 天，葉面積為 50cm²)的研究上，小苗可以在耐旱至少長達 20 天，而在水澇(淹水)的環境下可以長期的存活，但不論在旱災或水澇的環境下，生長速度均低於無逆境的環境。

二、生命豆適合的土質

我們發現生命豆適合生長的土質為達邦沙及達邦土，我們發現生命豆在達邦沙及達邦土行種植的平均生長高度及平均葉面積均高於其他土質，達邦土>達邦沙>發泡石>培養土>溪沙>麥飯石，經由自製土質分析機構實驗，發現達邦土及達邦沙較容易保存水分，通透性較差可以使水流動較慢，礦物質也足夠，為最適合生命豆生長的環境。

三、生命豆小苗是否需要施肥

我們發現濃度過高的肥料會讓生命豆的小苗死亡，但適度的肥料卻會讓生命豆的小苗生長更好，但沒有肥料的生命豆小苗相對於綠豆也能生長很好，因此我們可以推測生命豆若是在有適度施肥的環境，可以長出較為漂亮的葉子促進光合作用，提升養分的生成；但過度施肥則會造成土壤鹽鹼化，造成植株內滲透壓不平衡，造成植物死亡。

四、生命豆面對逆境之植物生理調節

我們發現在生命豆具有耐旱及耐澇的抗逆性，我們發現生命豆在乾旱的環境下，會將氣孔關閉，而在水澇災害時，會將氣孔打開，而且我們發現植物不只會調節蒸散作用的強度，也同時會調節呼吸作用及光合作用，我們也發現葉片會有離子流失的現象，應與葉片內部產生超氧化物(自由基)有關係。

五、生命豆植物復甦之現象及其限制

我們進行不同澆水含量之實驗及不同光照植物復甦實驗，我們發現澆水量頻死的生命豆植株(未澆水達 14~20 天，植株均會呈現葉子枯萎捲曲，莖部呈現咖啡色)，復始澆水達到一定的量即足夠(8~10ml/每天)，但光線照度越強，植物復甦的成功率越高，而且生長的長度越高，葉面積也越大，而我們也觀察到產生成的花青素量也越多，但花青素的功能為促進植物復甦還是光保護，仍待接續探討。

六、生命豆遭遇不同逆境之花青素含量與還原糖分部呈現相關

透過比較花青素各部位及不同逆境的含量分析及還原糖部位及不同逆境的含量分析，我們發現植物復甦後，花青素含量仍會上生，而且含糖量也會上升，而比對淹水逆境中的植株高度後，發現生命豆在淹水逆境中會趨緩莖與葉的生長高度並提升根部的生長，花青素濃度也隨之增高，相對於莖之含量是降低的。

七、我們將結論以下生命豆維持恆定圖進行總結:

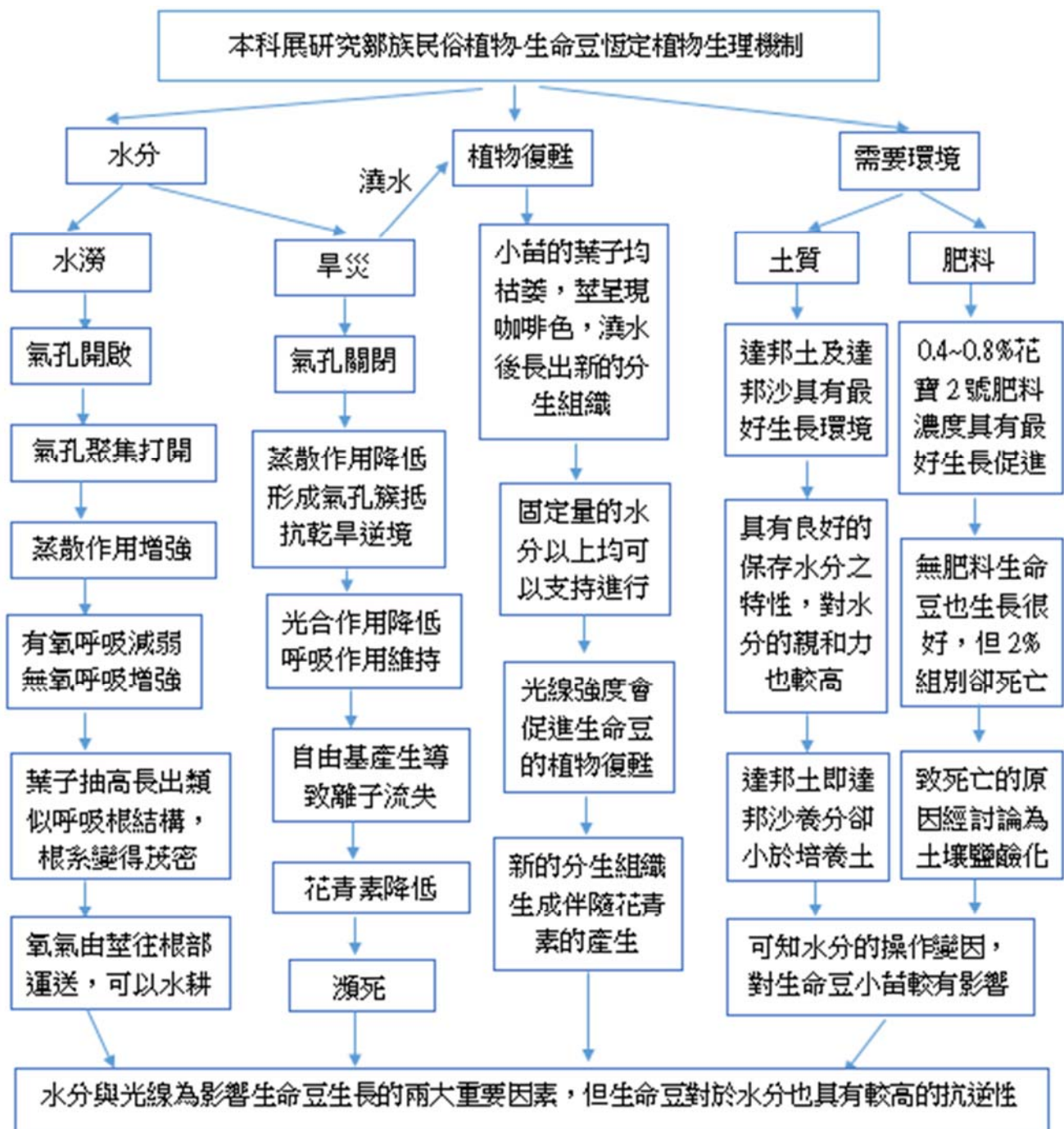


圖 7-1-1:本篇研究鄒族民俗植物-生命豆之研究結論總結架構圖

本研究自生命豆種子及小苗的生長，以及初探一些植物生理調節現象歸納出生命豆植

株對於水分就有較高的抗逆性，而花青素也同時分布於植株的生長的莖部及根部基底，這些現象均適合再深入探討，對於全世界的糧食危機將有莫大的貢獻。

捌、參考資料及其他

Neill, S.O., Gould, K.S.(2002), *Antioxidant activities of red versus green leaves in *Elatostema rugos** Cell Enum : Plantviron. 25 : 539-547, 2002.

Wei Huang et al.(2012). Cyclic electron flow plays an important role in photoprotection for the resurrection plant *Paraboea rufescens* under drought stress. *Planta*. 235, pages819–828(2012)

李雅芝、蔡晴羽(民 102)。苦難才是最營養的肥料—「生命豆」的故事。商業週刊。民 102 年 7 月 15 日，取自：<https://www.businessweekly.com.tw/careers/blog/4084>

林志忠(民 105)。【豆豆不簡單】耐旱營養用途多、窮人的肉類:樹豆。環境資中心。民 105 年 12 月 20 日，取自：<https://e-info.org.tw/node/201818>

文安農業(民 106)。土壤土質不同，澆水學同大不同!每日頭條。民 106 年 5 月 31 日，取自：<https://kknews.cc/zh-tw/agriculture/bo6r3j9.html>

花鳥園(民 106)。光保護機制助復甦植物求生。每日頭條。民 106 年 11 月 07 日，取自：<https://kknews.cc/zh-tw/science/9xyngzq.html>

江芝韻、林恆生(民 104)。養我育我的部落勇士—探討小米(becenge)的生存之秘。中華民國第五十五屆中小學科學展覽會。國中組生物科。

陳瑤玲(民 104)。傳統的創造:以阿里山鄒族生命豆季為例。台灣原住民族研究季刊。第 8 卷，第 1 期，頁 77-112。

蔣德安(民 107 年)。植物生理學。臺北市。五南。

嘉義縣阿里山鄉公所(民 103)。《嘉義縣阿里山鄉 2014 年「瘋鄒族娜就嫁給我」生命豆季宣傳單》。嘉義縣:阿里山鄉公所。

浦忠成(民 102)。命名、利用與分類:阿里山鄒族植物初探。第九屆嘉義研究學術研討會論文集，頁 1-22。

鹿兒陽(2008)。嫩葉的紅。台灣林業。Vol.34 No.3 2008.6。

陳彥樺 (2014)。花青素合成途徑及花色呈現影響因子。臺中區農業改良場特刊 122 號。

顏佳怡 et al(2015)。乾旱逆境下法國海棠(*Begonia coccinea*)形成氣孔簇以減少水分蒸散的機制探討。科學教育月刊。第 381 期。中華民國 104 年 8 月。

宋芸(2019)。過氧化氫用來養花的幾種特殊作用能很好促進植物生長。阿波蘿新聞網。

李榕玲 (2015)。探討葡萄糖氧化吸光度之化學動力學研究。全國第 55 屆科展。

【評語】 030312

本作品探討鄒族民俗植物生命豆是否可以抵抗不同種逆境、植物復甦的調控，探討環境養分、水分、耐旱、耐鹽等及花青素對於生長。探討逆境對於生命豆蒸散作用、花青素含量等的影響，研究主題具鄉土性，但學術價值有待確認。

優點：研究針對植物生理逆境分析多樣變因，包含水分、鹽分、雙氧水、土質、肥料、光照強度，及澆水量等進行詳盡分析，實驗的流程清楚明瞭。實驗的結果紀錄完整。

建議：雖然生命豆具有花青素，且在生命豆復甦的過程中也觀察到花青素的累積，但是花青素的存在對於生命豆的復甦到底是具有決定性的作用呢？或是花青素的新合成只是植物復甦的一個結果？這個部分值得深入討論。

摘要

本研究探討鄒族民俗植物生命豆 (*Lablab purpureus* (L.) Sweet) 是否可以抵抗不同種逆境、植物復甦現象及其限制。我們自製植物栽植環境來控制光照及波長(4000 燭米、545nm)，分別針對生命豆種子及小苗進行研究，並以綠豆為對照組。我們發現生命豆適合種植於達邦原生土壤，其小苗具有耐旱及耐澇的能力，在未施肥及特定濃度施肥土壤均可以生長很好。

接著進行耐澇植物生理機制探討，發現生命豆會打開氣孔進行蒸散作用，並進行無氧呼吸作用，長出類似呼吸根的結構。在耐旱的實驗中，我們發現生命豆在中斷澆水 14 天後，植物仍可以生長很好，經過 25 天後，葉片會逐漸掉光呈現瀕死現象，復始澆水後，在強光環境下有較好的植物復甦能力，而我們發現生命豆復甦歷程中，花青素扮演重要的角色。

壹、研究動機

訪談過後，我們得知「生命豆」為一種抗逆境的植物，在任何環境下均可以生長，但在回家查詢各方資料後，我們發現商業週刊內的文章卻寫到，「生命豆有個怪脾氣，如果特別照顧它，反而長得不好，完全不理他，才會長得好，絕對不能施肥喔！」(李雅芝、蔡晴羽，2013)，可是在我們訪談達邦部落長老及山美部落的農夫時，長老卻指出「生命豆在營養的土質會活得較好，若有施肥則產出的種子量也會較多。」，兩方的說法有極大的出入，生命豆在鄒族部落不只是民俗植物，目前也同時是有農夫栽植的經濟作物，因此研究生命豆的生長及抗逆境的植物生理成因確實有其價值。

這些資訊引起了我們極大的研究動機，生命豆可以抗什麼逆境呢?耐旱?耐水災?耐鹽?還是耐低養分呢?若高養分是否會阻礙生命豆的生長呢?若是長期沒有水分的環境，生命豆是否會死亡呢?若是生命豆枯萎後，再澆水或照光後，生命豆是否會有植物復甦(死而復生)的現象呢?而是什麼植物生理調節機制促使生命豆具有抗逆境的能力呢?這些疑問都激起了我們的研究熱忱，與老師討論過後，便開始我們的科展研究。

貳、研究目的

- 一.生命豆植株外部構造及生命豆發芽及成長過程觀察。
- 二.探討不同土壤土質對於生命豆發芽及生長之影響。
- 三.探討不同濃度之營養肥料對於生命豆生長之影響。
- 四.探討不同濃度過氧化氫及不同鹽度對於生命豆發芽及生長之影響。
- 五.探討不同澆水量對於生命豆發芽及生長之植物逆境影響。
- 六.探討生命豆置於不同逆境之根、莖、葉顯微鏡切片及葉片離子流失率之變化。
- 七.探討抗逆境生命豆植株蒸散作用及氣孔閉合及氣孔數量多寡影響。
- 八.探討並觀察不同抗逆境生命豆植株之分光光度計花青素含量及還原糖實際含量測量。

參、實驗器材及方法

一、生命豆(*Lablab purpureus* (L.) Sweet)

植物界 Plantae
被子植物門 Angiosperms
真雙子葉植物綱 Eudicots
薔薇目 Rosids
豆科 Fabaceae
扁豆屬 *Lablab*
扁豆種 *L. purpureus*



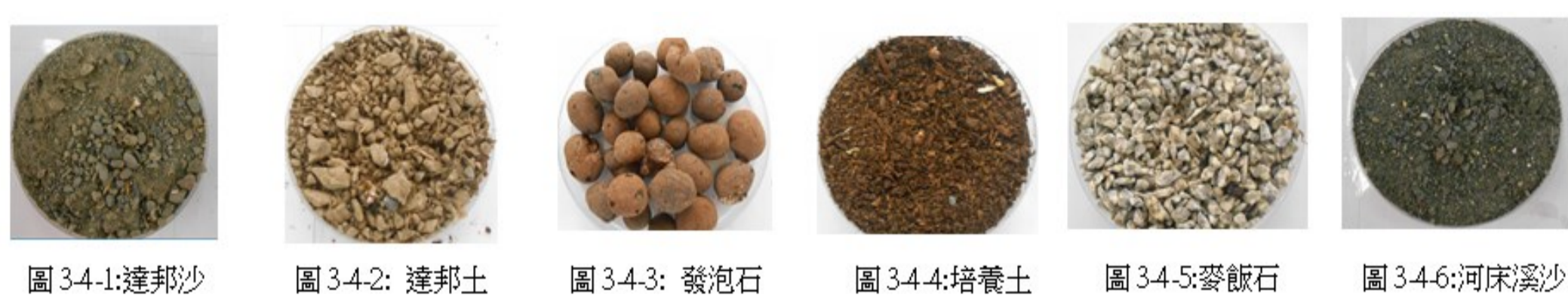
圖 3-1-1:生命豆種子

二、自製植物培養箱



圖 3-2-1:自製植物培養箱培養生命豆小苗及種子發芽實驗說明圖

三、培養生命豆之不同土質



四、研究設備及器材



圖 3-5-1:電子秤 圖 3-5-2:光照計 圖 3-5-3:溫濕度計 圖 3-5-4:酸鹼計 圖 3-5-5:土壤計



圖 3-5-6 高倍率複式顯微鏡



圖 3-5-7 導電度儀



圖 3-5-8 去離子純水製造機



圖 3-5-9 高壓滅菌釜



圖 3-5-10 離心管置黑暗



圖 3-5-11 分光光度計

自製測量土壤吸水測量儀器

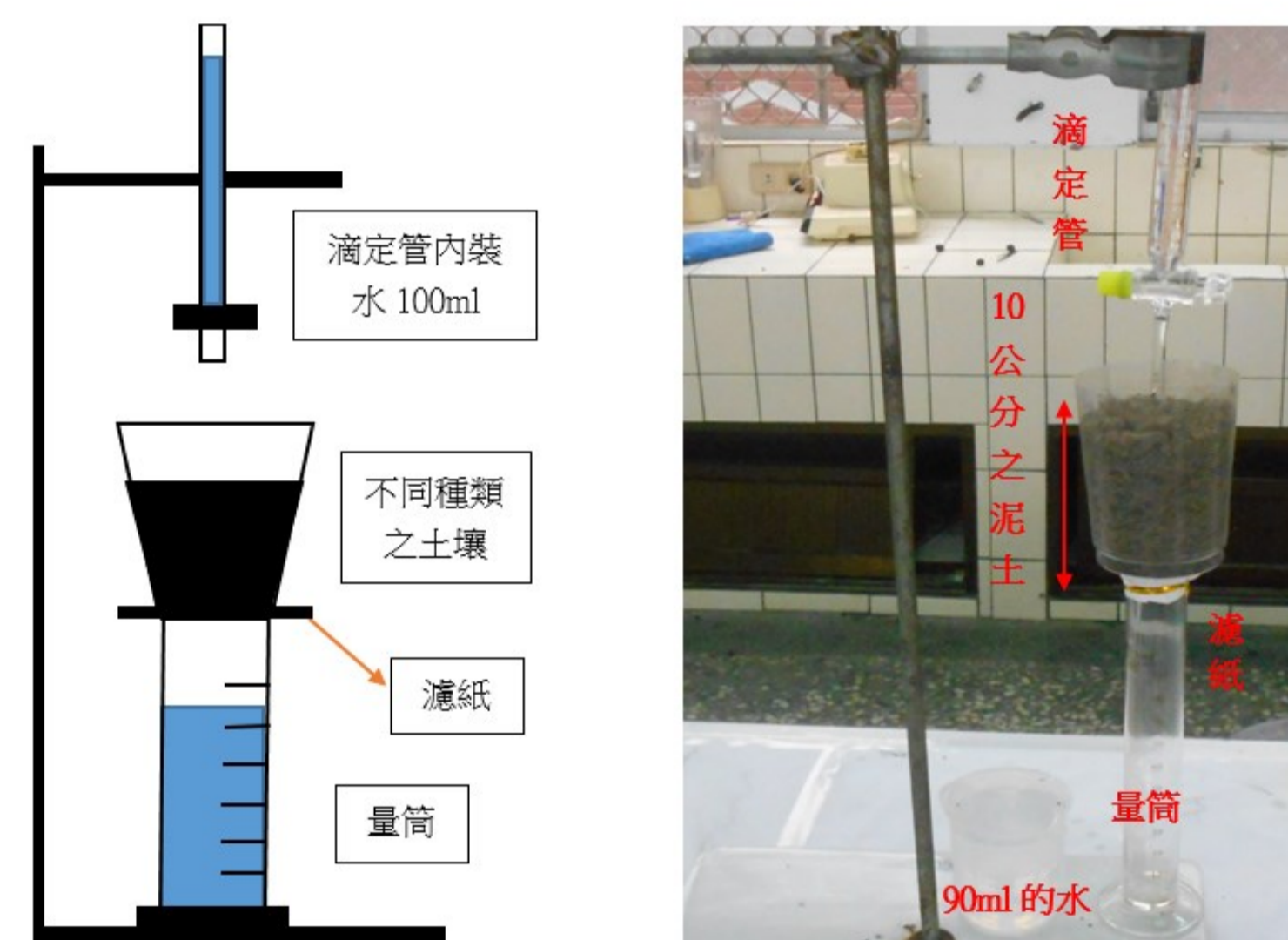


圖 3-5-12:自製土壤吸水測量儀器設計圖

圖 3-5-13:自製土壤吸水測量儀器實際照片

肆、研究架構及流程



伍、研究結果

一、生命豆植株外部構造觀察



二、生命豆發芽至小苗的成長過程

表 5-1-1 生命豆從種子至小苗觀察記錄(2019年12月19日至2020年1月11日 12:30 測量)

照片	第0天 (12/19)	第1天 (12/20)	第3天 (12/23)	第5天 (12/25)
面積	2cm ²	2.5 cm ²	4 cm ²	8 cm ²
溫濕度	16°C/79%	16°C/78%	14°C/78%	15°C/76%
說明	浸泡 50 顆種子於實驗盆 24 小時	種子的黑色逐漸退色，體積吸水膨大	脫種皮後胚乳為綠色，根具有向地性	抽高豆莢分為兩半，並長出子葉
照片	第6天 (12/26)	第8天 (12/28)	第10天 (12/30)	第11天 (12/31)
面積	9.5 cm ²	12 cm ²	20 cm ²	22.5 cm ²
溫濕度	13°C/79%	13°C/79%	14°C/76%	15°C/76%
說明	子葉長度從 1 公分長至 2.5 公分	子葉捲曲，但尚未打開，葉子色澤淺	子葉逐漸打開，已有完整的葉脈結構	葉柄分叉處長分生組織，葉面積變大
照片	第12天 (1/1)	第15天 (1/4)	第17天 (1/6)	第22天 (1/11)
面積	32 cm ²	50 cm ²	55 cm ²	80 cm ²
溫濕度	14°C/79%	15°C/78%	14°C/79%	16°C/72%
說明	葉子顏色變深，分生組織逐漸長	葉面積變大片，開始長出許多分支	分叉處含花青素，分生組織較濃	根分布密且有根毛，基部有花青素

三、探討不同土壤土質對於生命豆生長之影響。

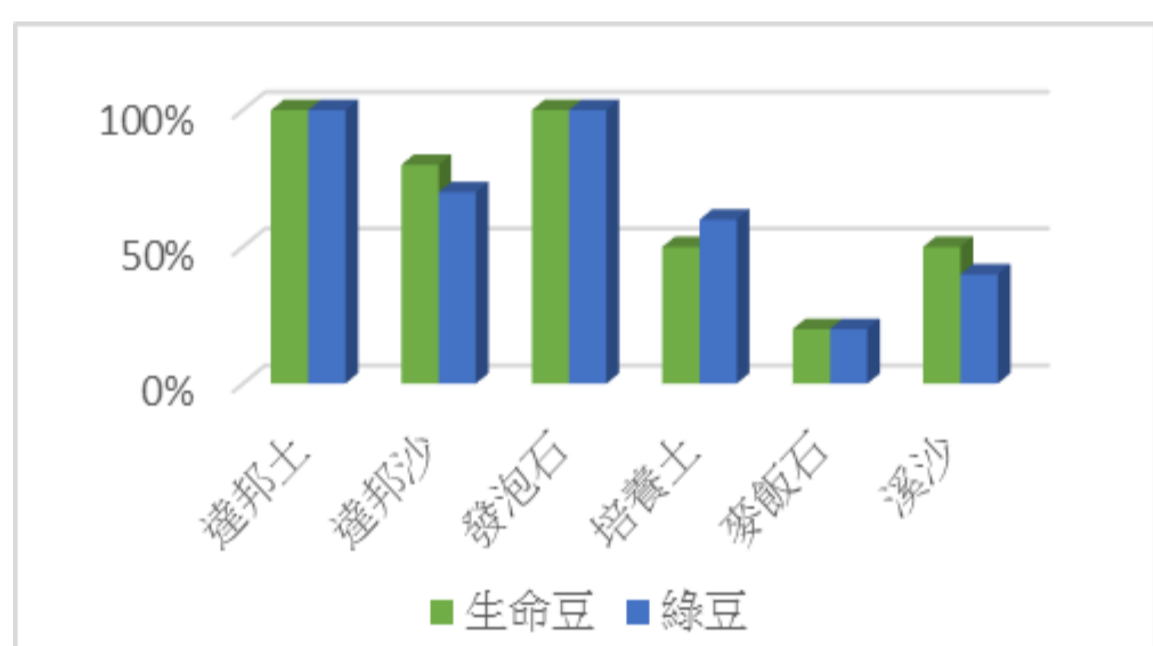


圖 5-2-1: 不同土質之綠豆、生命豆發芽率

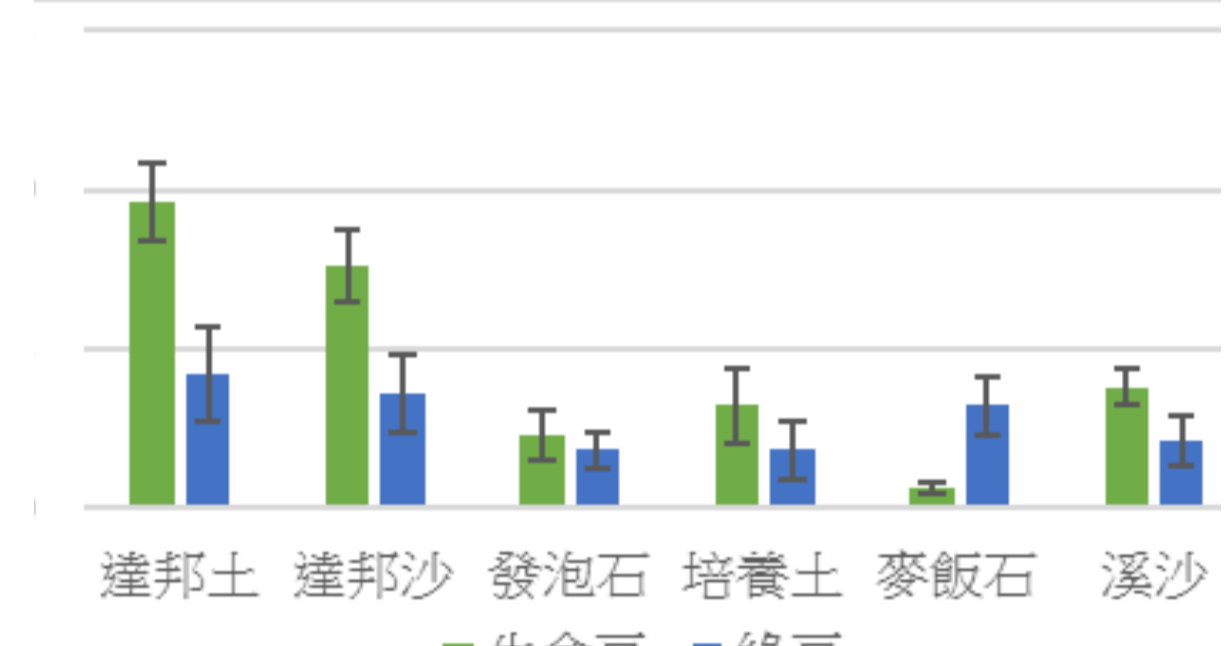


圖 5-2-2: 不同土質之綠豆、生命豆生長高度

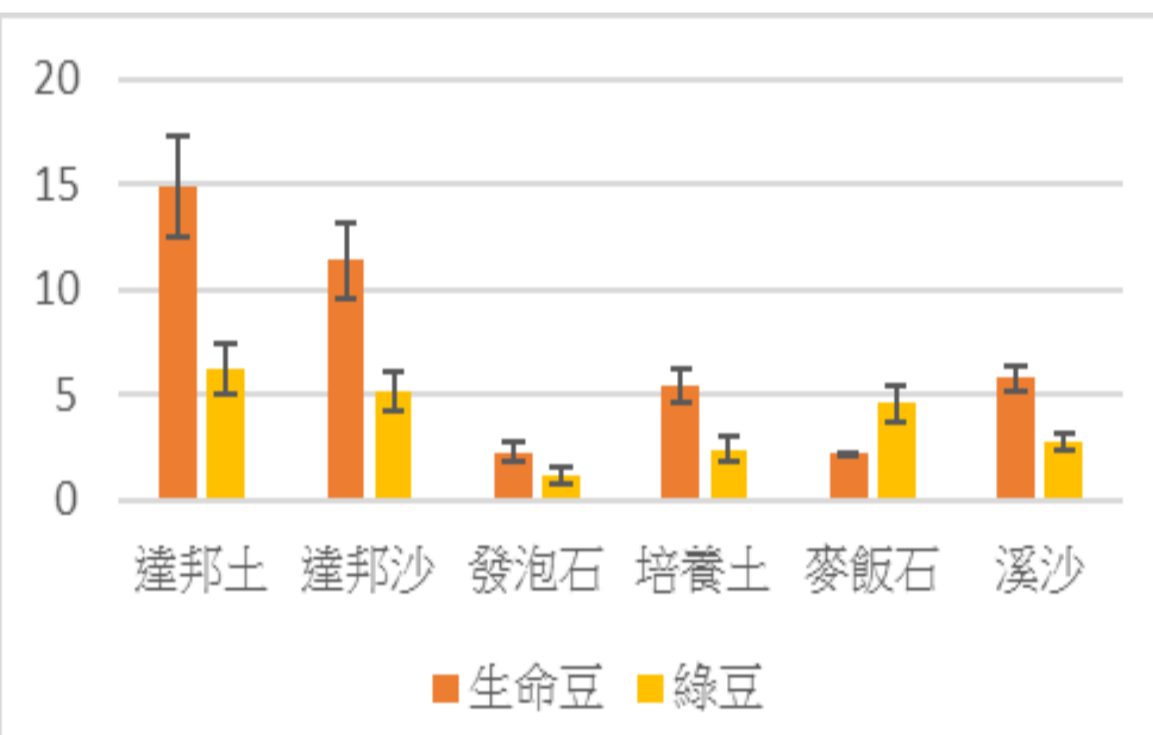


圖 5-2-3: 不同土質之生命豆、綠豆之淨重



圖 5-2-4: 實際種植生命豆及綠豆樣本照片

四、探討不同土質之保水能力(與水親和力)及通透性(水流動速度)

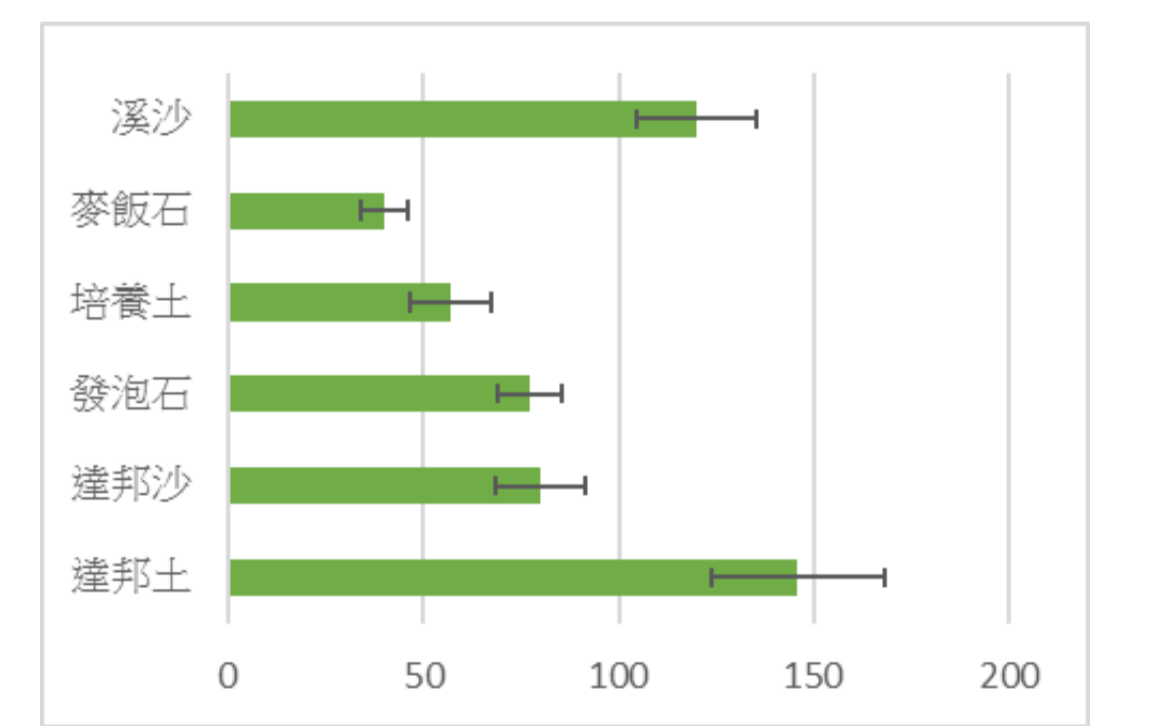


圖 5-3-1: 純水在不同土質流動時間(秒 s)

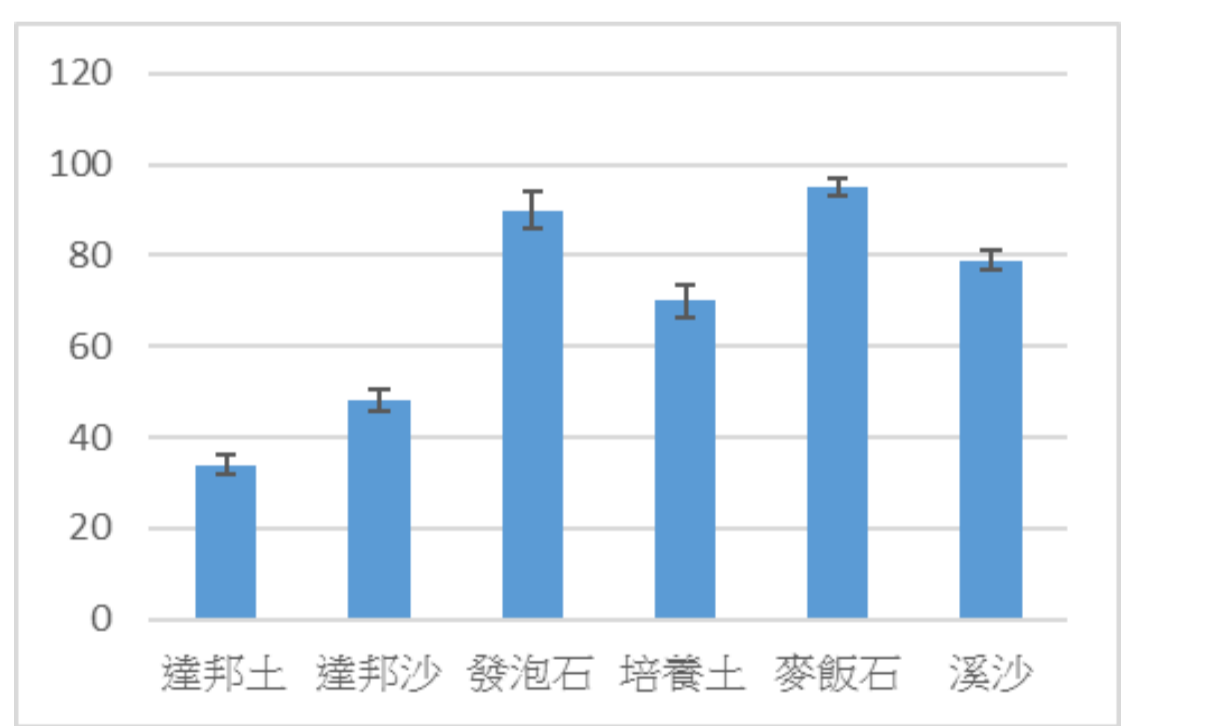


圖 5-3-2: 不同土質測量後量筒剩餘的量(ml)

五、探討不同濃度之營養肥料對於生命豆生長之影響

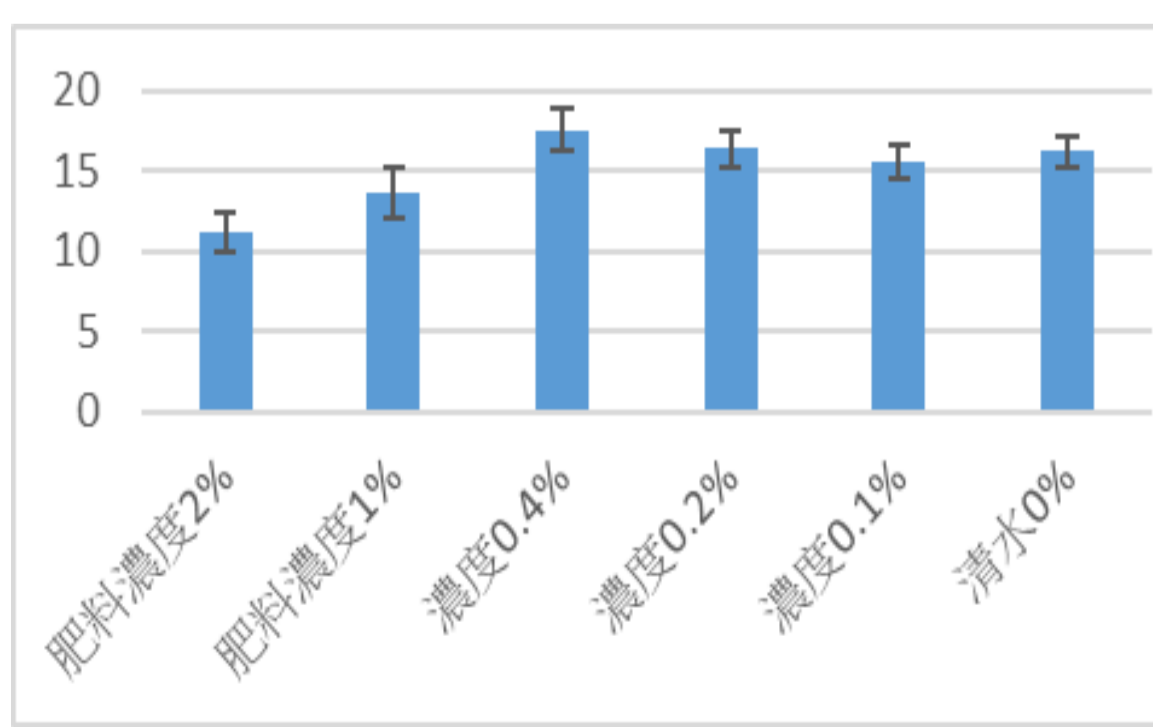


圖 5-4-1: 不同濃度肥料種生命豆高度前後差

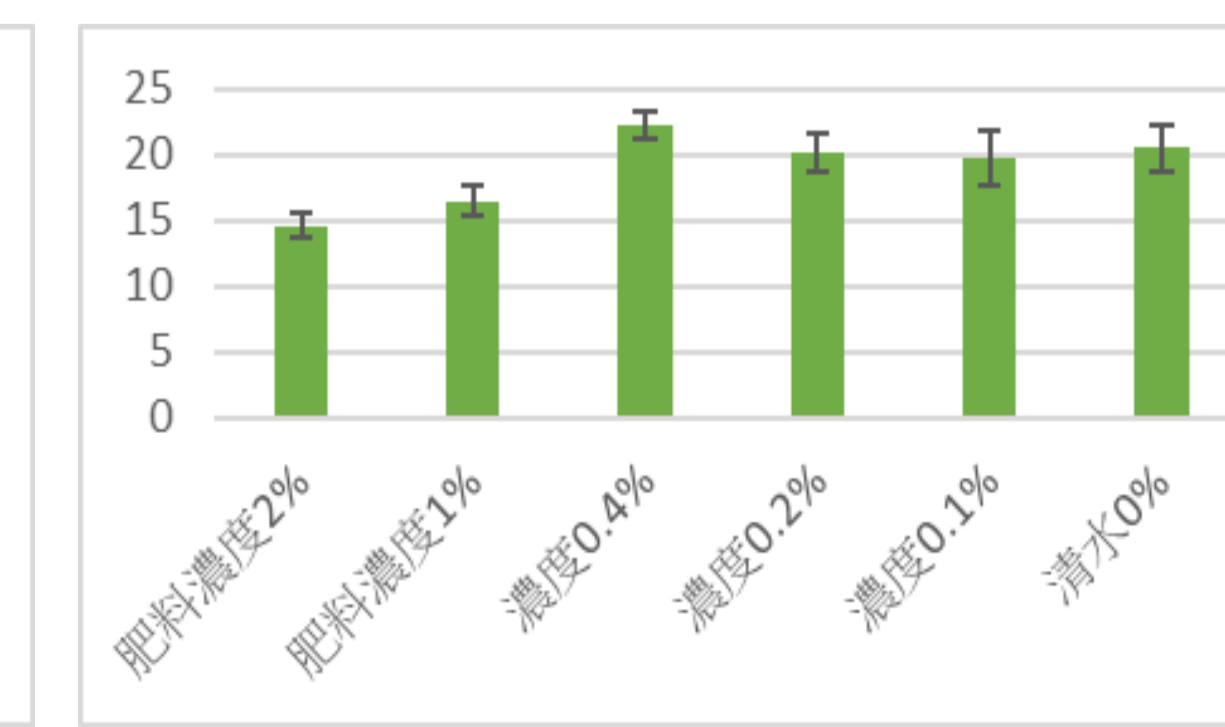


圖 5-4-2: 不同濃度肥料種生命豆淨重前後差

六、探討不同濃度之過氧化氫(H₂O₂)及鹽度(NaCl)對於生命豆發芽及生長之影響

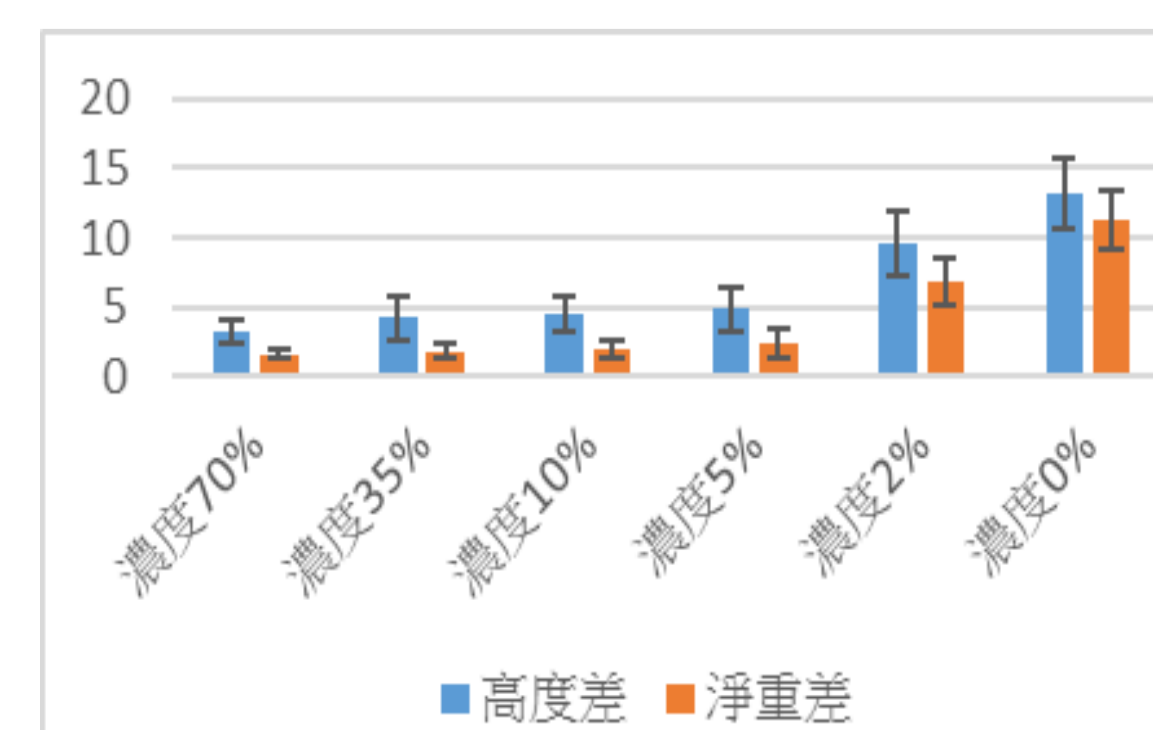


圖 5-5-1: 過氧化氫濃度對生命豆高度之影響

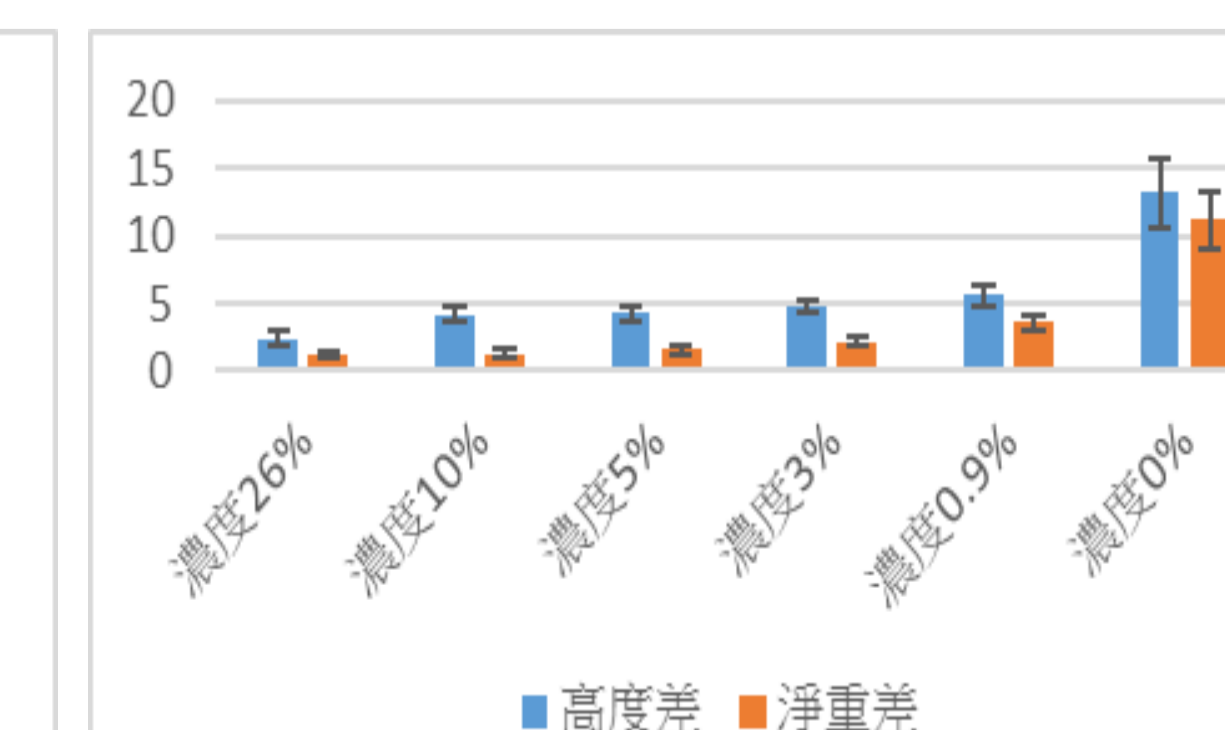


圖 5-6-1: 不同鹽度濃度對生命豆高度之影響

七、探討不同澆水量(耐旱、耐濕)對於生命豆發芽及生長之植物逆境影響

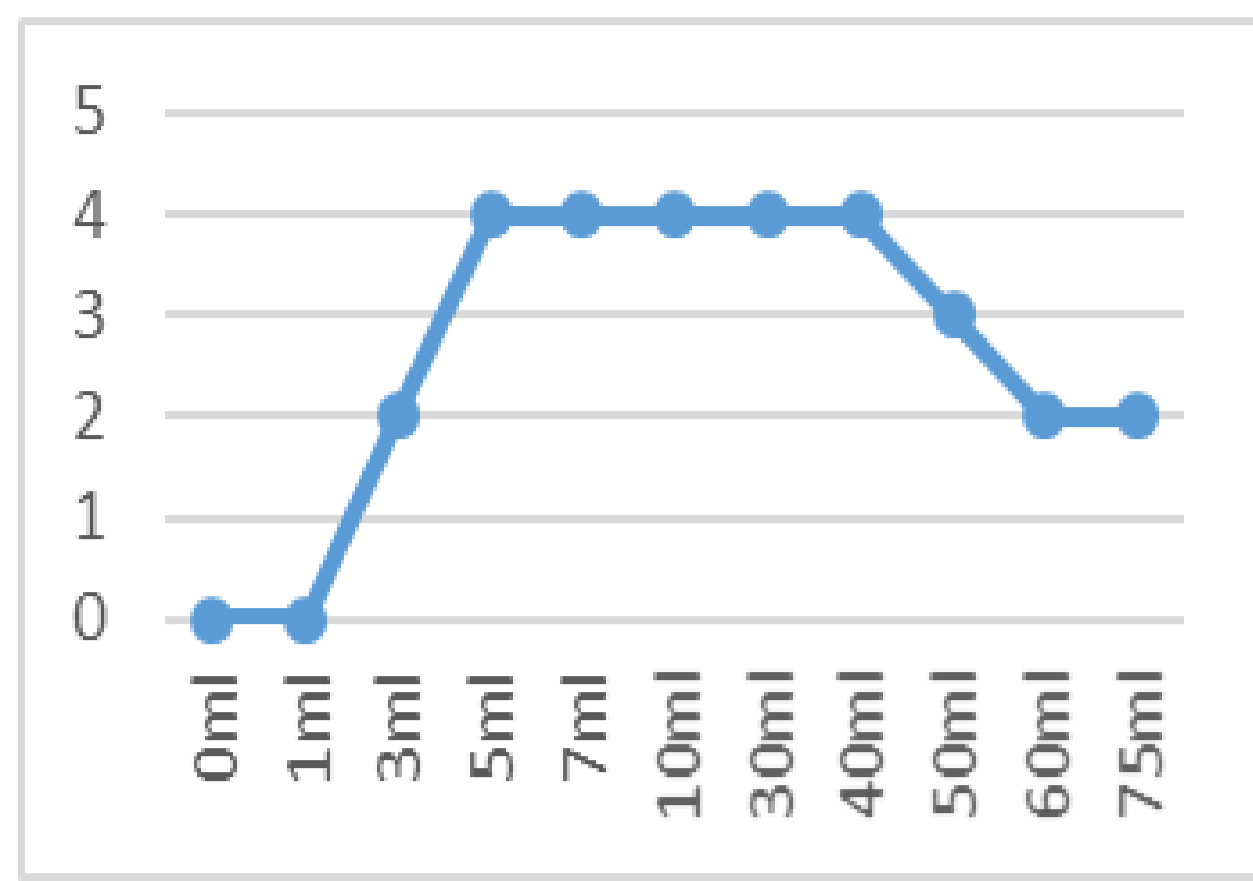


圖 5-7-1: 水分對種子萌芽階段

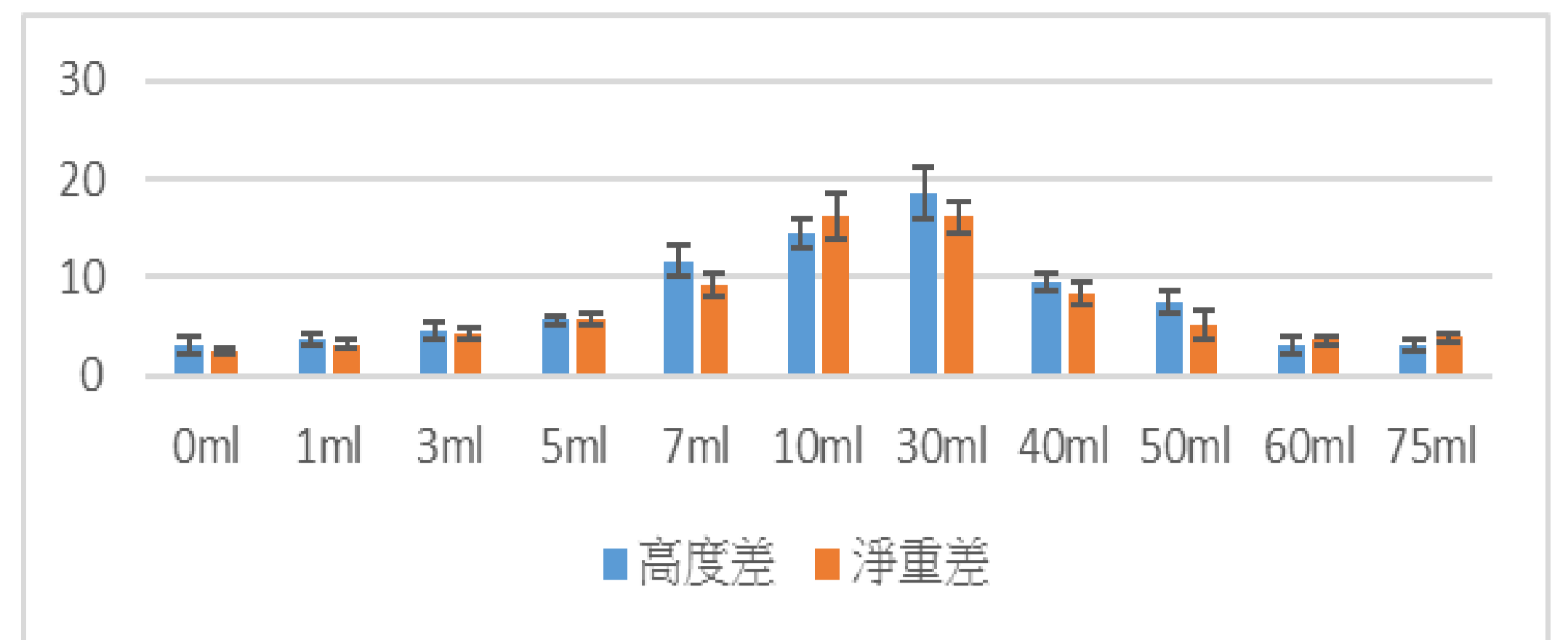


圖 5-7-2: 水分對小苗高度及根莖葉淨重之影響

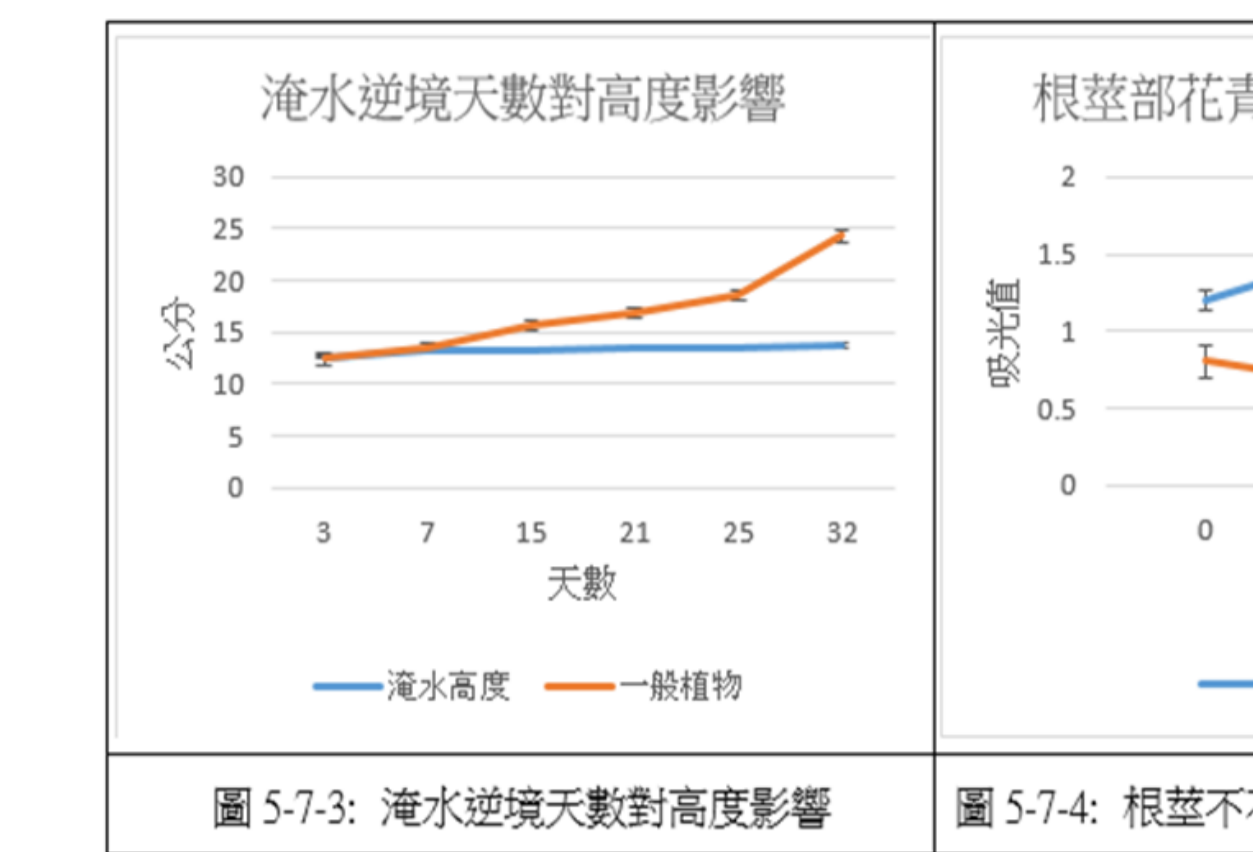


圖 5-7-3: 淹水逆境天數對高度影響



圖 5-7-4: 根莖部花青素濃度對時間之影響

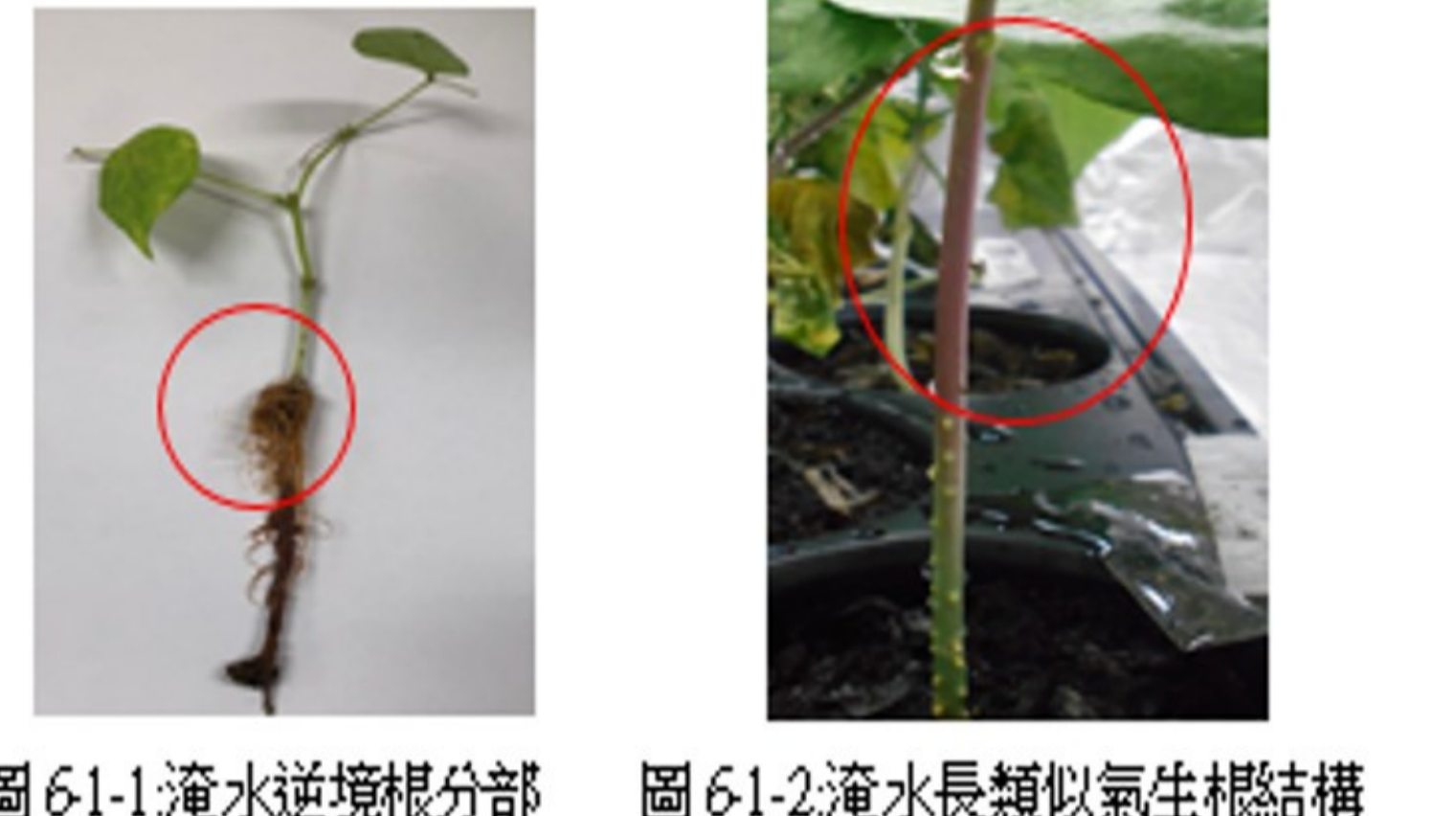


圖 6-1-1: 淹水逆境根分部 圖 6-1-2: 淹水長類似氣生根結構

八、探討不同抗逆境生命豆植株之花青素含量

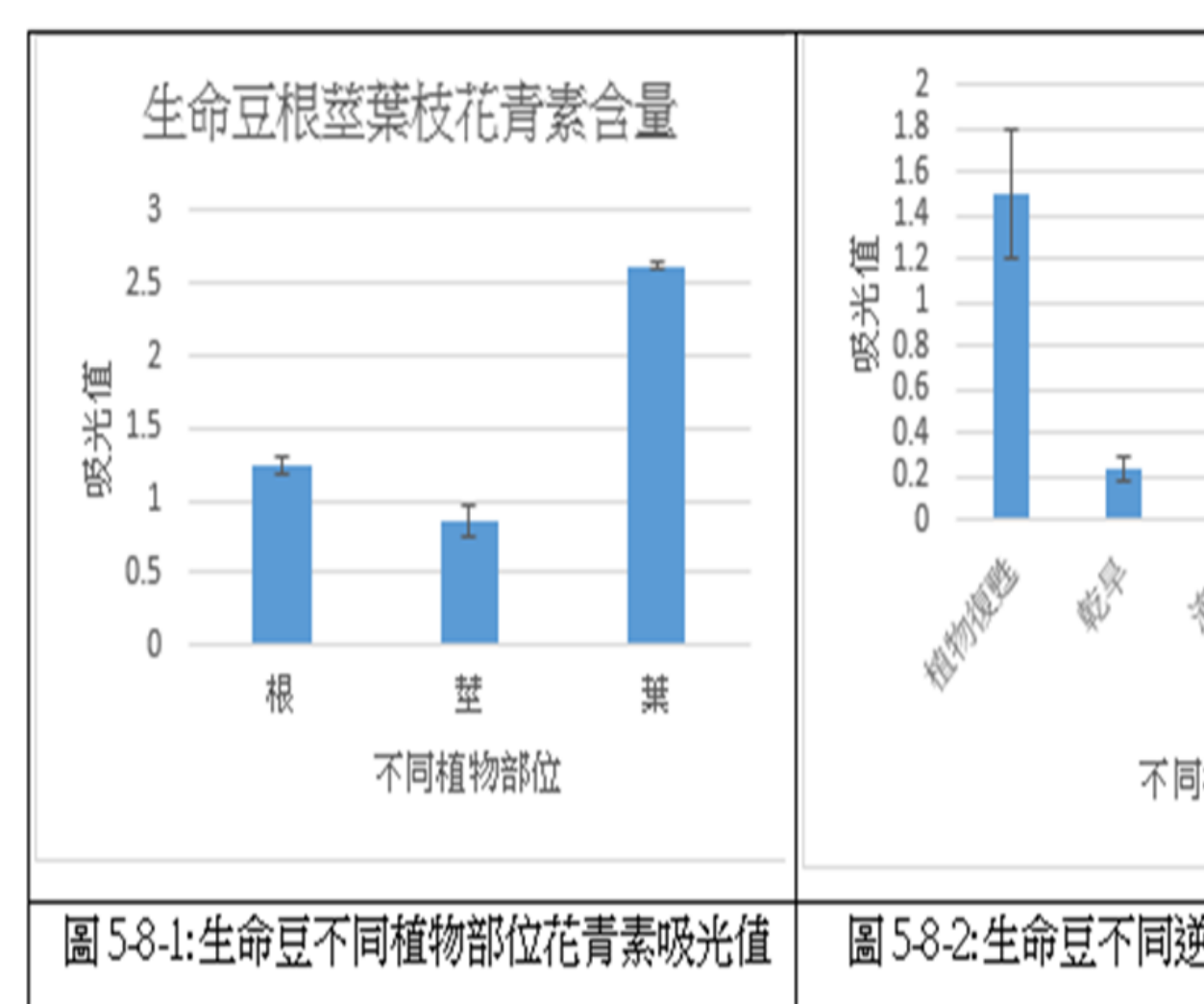


圖 5-8-1: 生命豆不同植物部位花青素吸光值

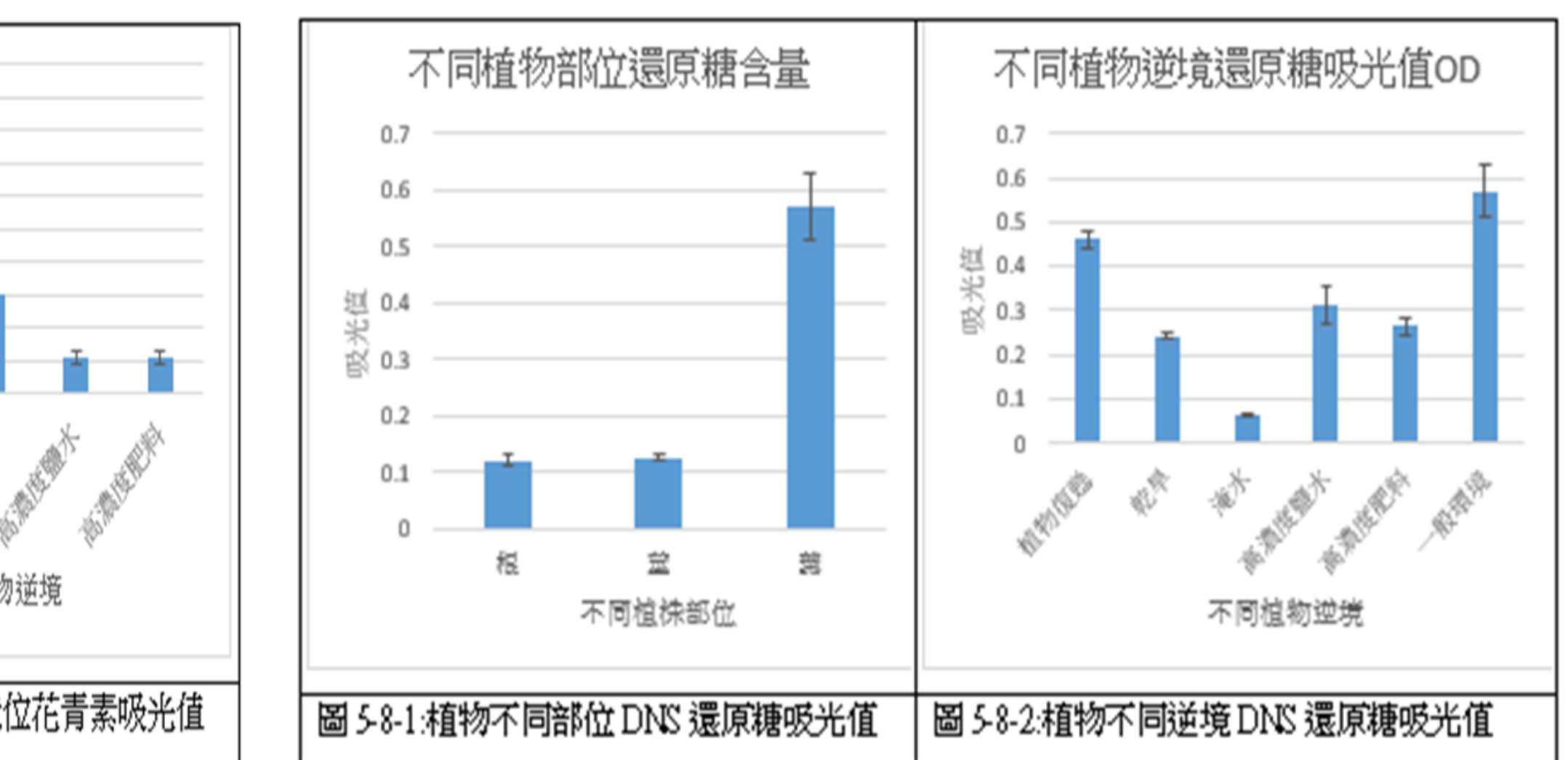


圖 5-8-2: 生命豆不同逆境位花青素吸光值

九、探討不同抗逆境生命豆植株之還原糖之含量

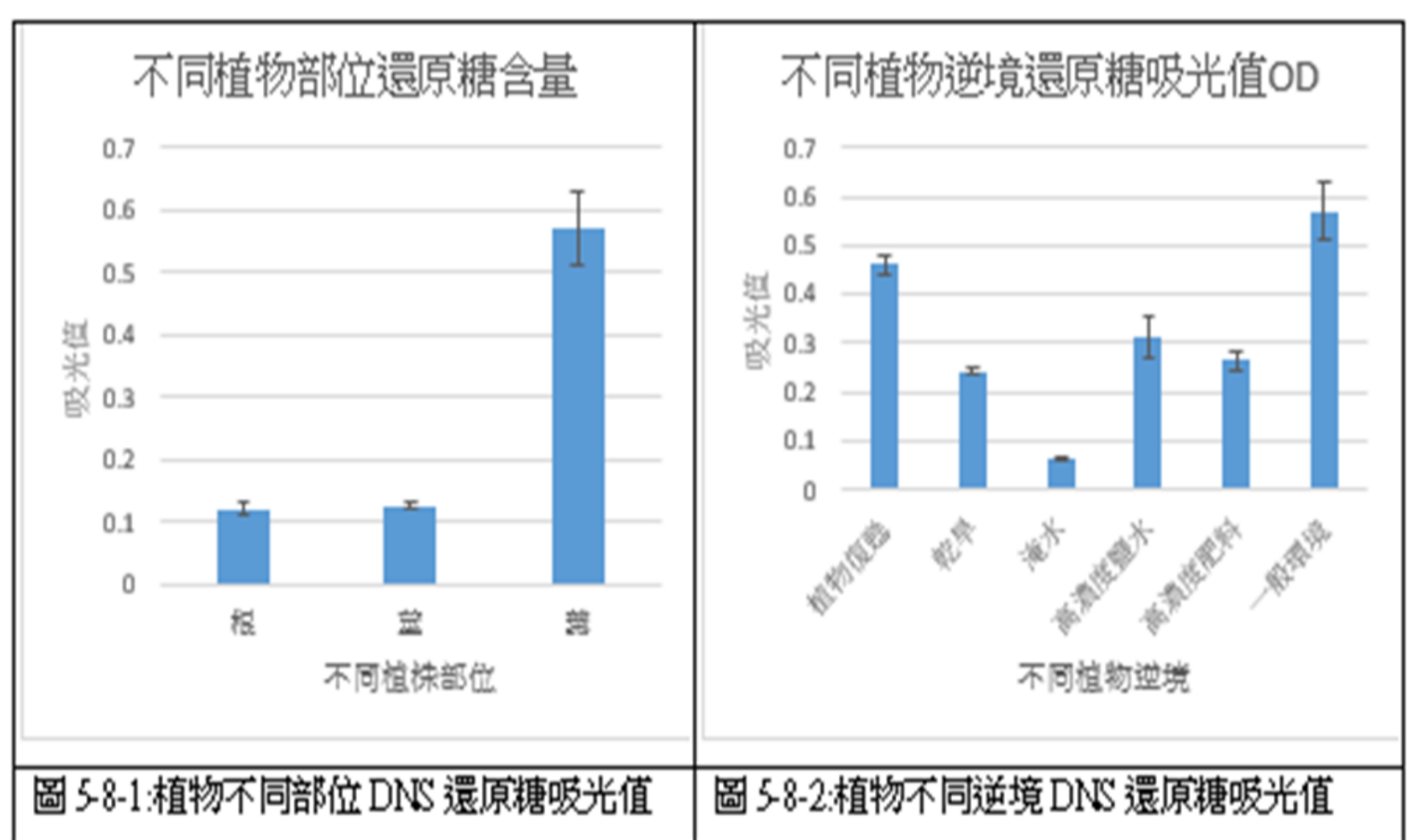


圖 5-8-1: 植物不同部位 DNS 還原糖吸光值

圖 5-8-2: 植物不同逆境 DNS 還原糖吸光值

十、探討不同逆境之蒸散作用之蒸散量及氣孔顯微鏡切片

(一) 不同逆境之生命豆蒸散作用蒸散水分減少量之比較

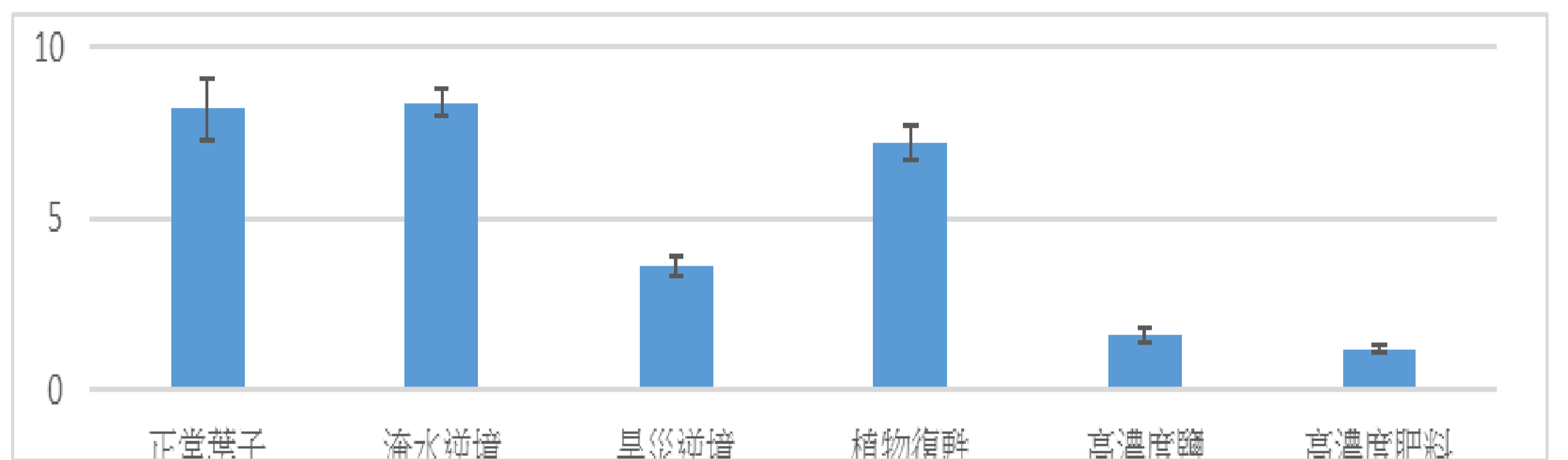
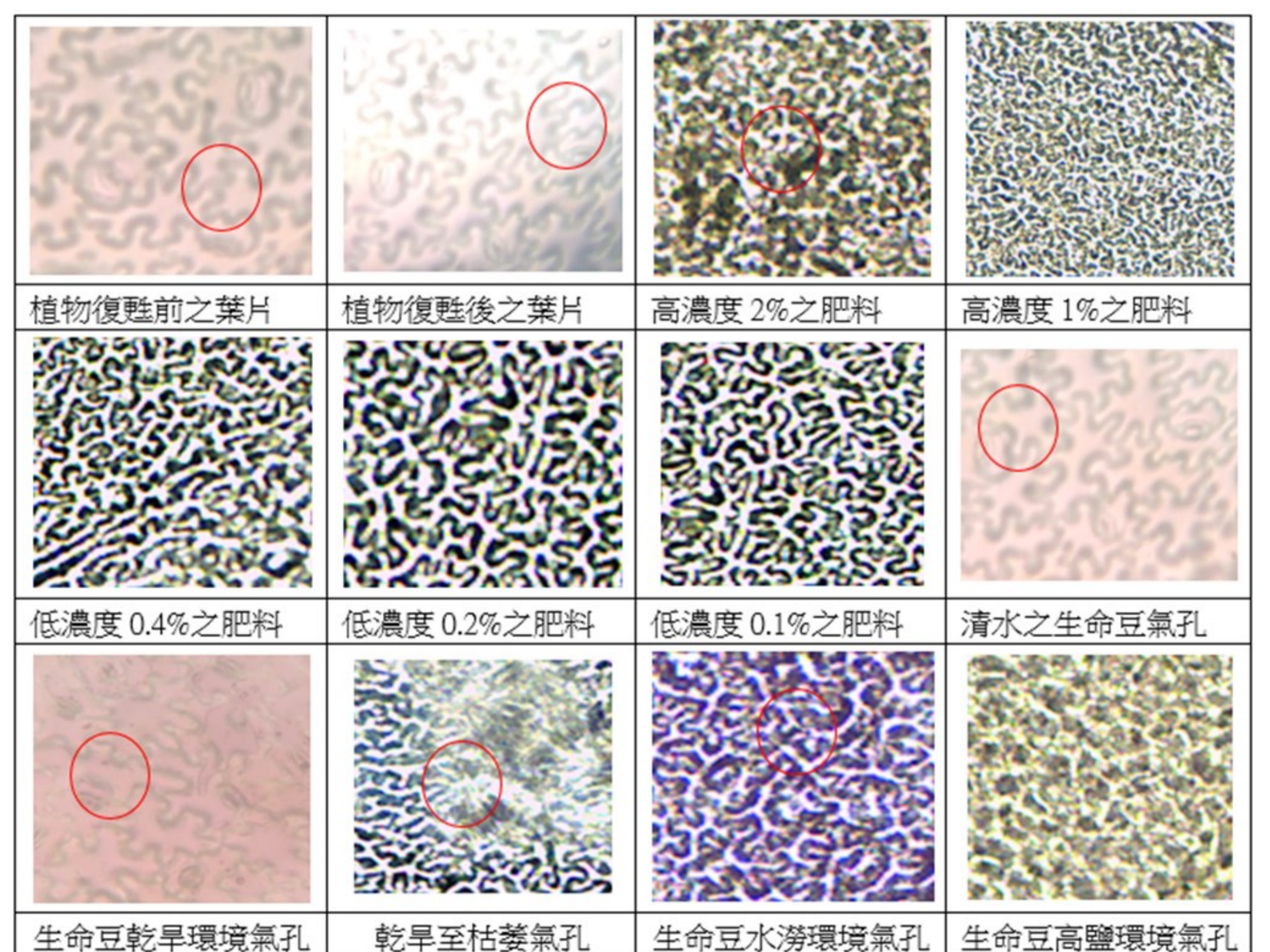


圖 5-8-1 不同植物逆境之生命豆蒸散作用蒸散水分蒸散量(ml)(N=5)

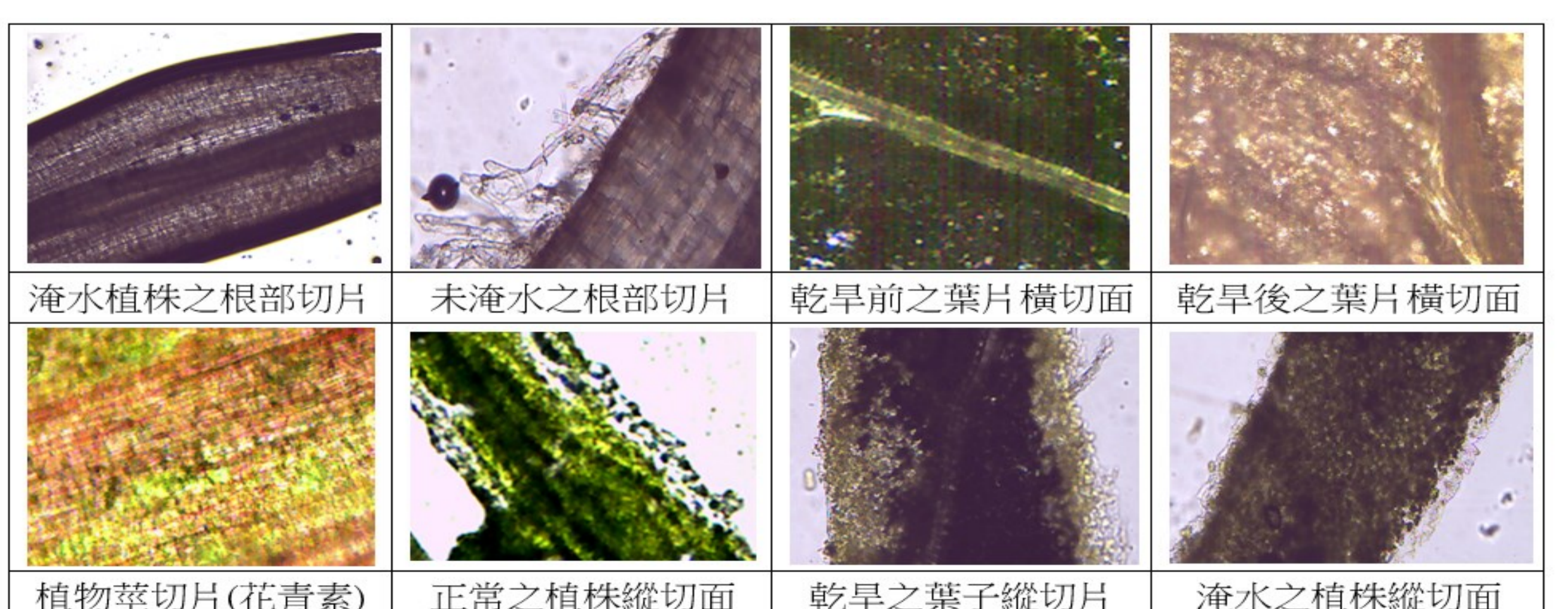
(二) 生命豆不同逆境之生命豆之葉背氣孔顯微鏡切片

表 10-2-1: 生命豆不同逆境之生命豆之葉背氣孔顯微鏡切片整理



(三) 乾旱及淹水之植物之根莖葉之複式顯微鏡切片

表 10-3-1: 乾旱及淹水之植物之根莖葉之複式顯微鏡切片整理



十一、探討放置不同植物逆境生命豆之離子流失率之變化

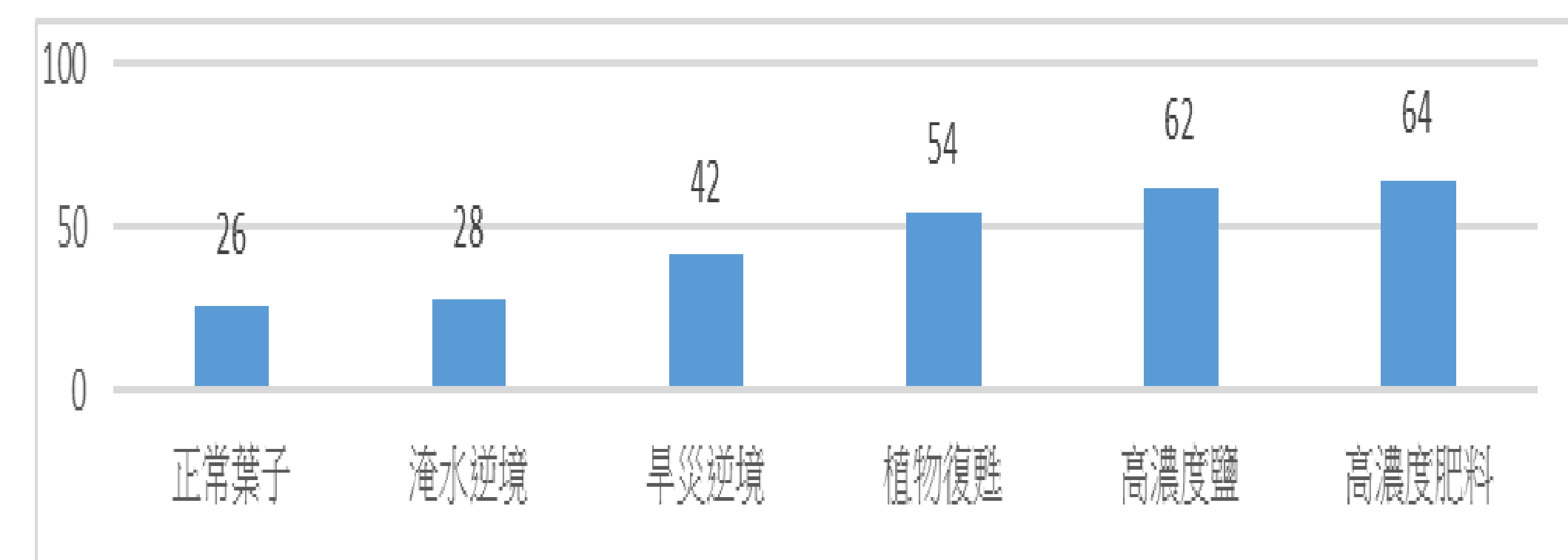


圖 5-9-1: 不同植物逆境生命豆之葉子離子流失率比較圖表(流失率%)

十二、探討生命豆植物復甦之現象及限制。

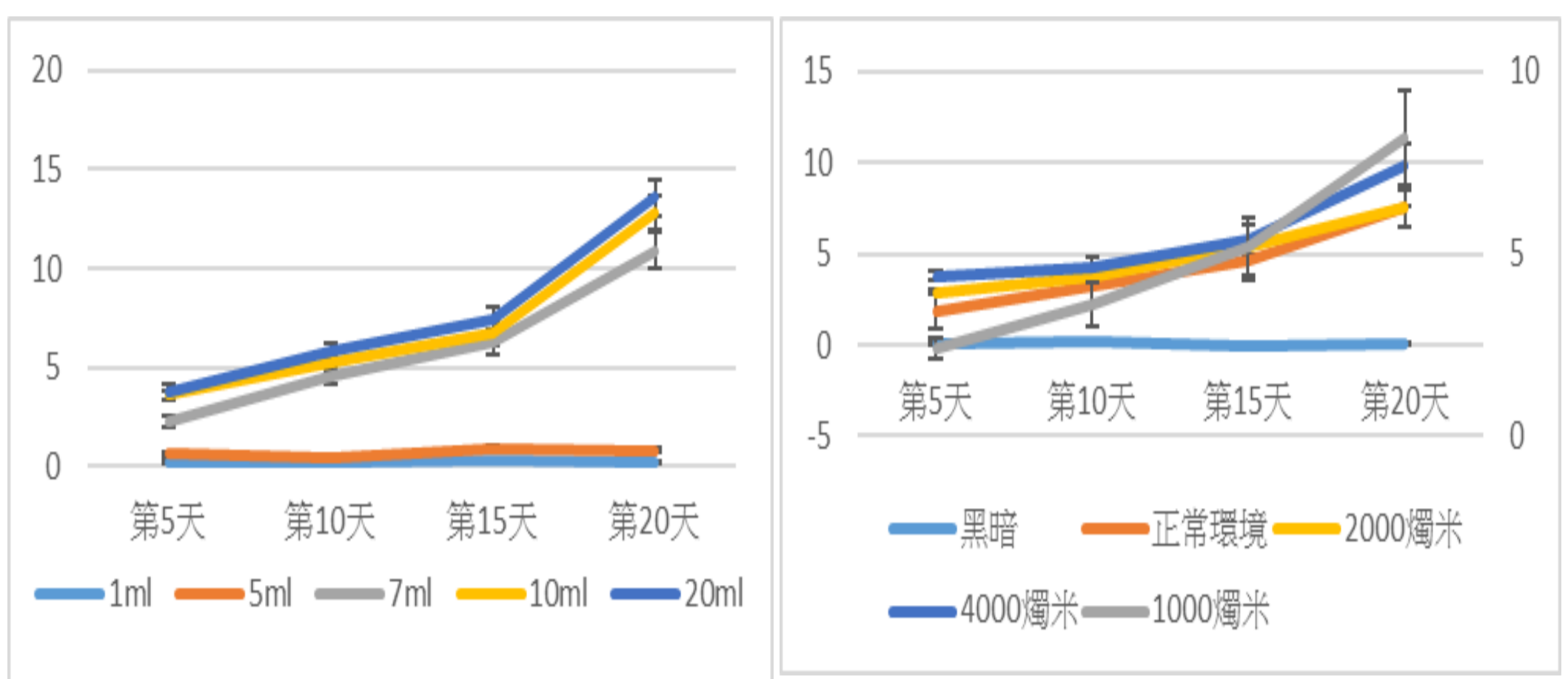


圖 5-10-1: 澆水量對於植物復甦之影響 圖 5-10-2: 光照強度對於植物復甦影響



圖 5-10-3: 處理前的葉子

圖 5-10-4: 未澆水 14 天之葉子

圖 5-10-5: 植物復甦之葉子

陸、問題與討論

一、生命豆抗逆境之失敗原因及成功抵抗逆境之生理機制。

(一) 生命豆抗旱之機制。

(1) 各部位間水分重新分配: 成熟的老葉凋零 (2) 細胞膜結構遭到破壞: 葉子因脫水而破壞了細胞膜的結構 (3) 破壞了正常的代謝過程: 合成減弱而分解增強, 包括: 葉綠素也會降低 (4) 及影響其他的生理過程: 包括植株矮小、氣孔開度變小, 造成 CO₂ 進入葉肉變困難, 光合作用明顯下降, 但呼吸作用仍持續進行。

(二) 生命豆抗澇(淹水)之機制。

淹水造成植物生理調節為乙烯(ACC)增加, 導致葉片偏上生長, 因為根部缺氧, 有氧呼吸減弱, 無氧呼吸增加, 大量累積乙醇及乙醛等無氧呼吸之產物, 光合作用下降, 根部的活力也會下降(蔣德安, 2018)。

二、花青素對於生命豆生長之演化功能探討。

花青素累積有四種假說, 分別為: (1) 抗真菌 (2) 光保護 (3) 抗氧化以及 (4) 抗食植動物的功能(鹿兒陽, 2008)。我們也發現生命豆在面對各項植物逆境時, 均會有離子流失的現象, 而離子流失的現象, 經由文獻提及均和植物體內產生的超氧化物的氧化作用有相關(進而對植物產生一些葉子及組織(根部)的危害, 可以支持花青素的合成具有光保護以及抗氧化的功能 (Gould et al., 2002; Neill et al., 2002)。

三、植物復甦機制受光照影響

植物復甦受到植物的光保護機制調控(黃偉, 2017), 經由上花青素的功能文獻探討, 在生命豆植株也可以獲得相同的答案, 推論植物復甦的能力受到光線強度及花青素的合成相互影響。

四、測量離子流失率之植物生理意義。

生物膜的功能穩定性與植物的抗逆性息息相關, 植物經歷逆境(乾旱、水澇害、鹽害...) 能使細胞膜系統到損傷(蔣德安, 2018), 內部也會產生過的活性氧產生使細胞膜上之磷脂質與過氧化物反應劇烈, 因此以導電度測量離子流失率也可為證據之一。

捌、未來研究及研究應用

生命豆可以生存在乾旱或水澇的兩大極端環境, 持續研究希望可以解決人類的糧食危機, 但是因為本研究團隊缺乏較精確之儀器及生物技術, 我們在查找文獻時, 均可以得知無論是植物具有抗旱或者植物復甦的機制均有特定基因調控(蔣德安, 2018; 林志忠, 2016), 可以製造出特定的蛋白質, 而花青素有助於植物面對水分逆境時, 持續研究及可以將抗旱、植物復甦及花青素生成之基因找出, 將這些基因轉殖至國際間的經濟作物, 那將是全球的福音。

柒、結論

一、生命豆對於不同植物逆境的抗逆性

小苗可以在耐旱至少長達 20 天, 而在水澇(淹水)的環境下可以長期的存活, 但不論在旱災或水澇的環境下, 生長速度均低於無逆境的環境。

二、生命豆適合的土質

達邦土>達邦沙>發泡石>培養土>溪沙>麥飯石, 經由自製土質分析機構實驗, 發現達邦土及達邦沙較容易保存水分, 通透性較差可以使水流動較慢, 為最適合生命豆生長的環境。

三、生命豆小苗是否需要施肥

因此我們可以推測生命豆若是在有適度施肥的環境, 可以長出漂亮的葉子促進光合作用, 提升養分的生成; 但過度施肥則會造成土壤鹽鹼化, 造成植株內滲透壓不平衡, 造成植物死亡。

四、生命豆面對逆境之植物生理調節

我們發現生命豆在乾旱的環境下, 會將氣孔關閉, 而在水澇災害時, 會將氣孔打開, 而且我們發現植物不只會調節蒸散作用的強度, 也同時會調節呼吸作用及光合作用, 我們也發現葉片會有離子流失的現象, 應與葉片內部產生超氧化物(自由基)有關係。

五、生命豆植物復甦之現象及其限制

光線照度越強, 植物復甦的成功率越高, 而且生長的長度越高, 葉面積也越大, 而我們也觀察到產生成的花青素量也越多, 但花青素的功能為促進植物復甦還是光保護, 仍待接續探討。

六、生命豆遭遇不同逆境之花青素含量與還原糖分部呈現相關

我們發現植物復甦後, 花青素含量仍會上生, 而且含糖量也會上升, 而比對淹水逆境中的植株高度後, 發現生命豆在淹水逆境中會趨緩莖與葉的生長高度並提升根部的生長, 花青素濃度也隨之增高, 相對於莖之含量是降低的。

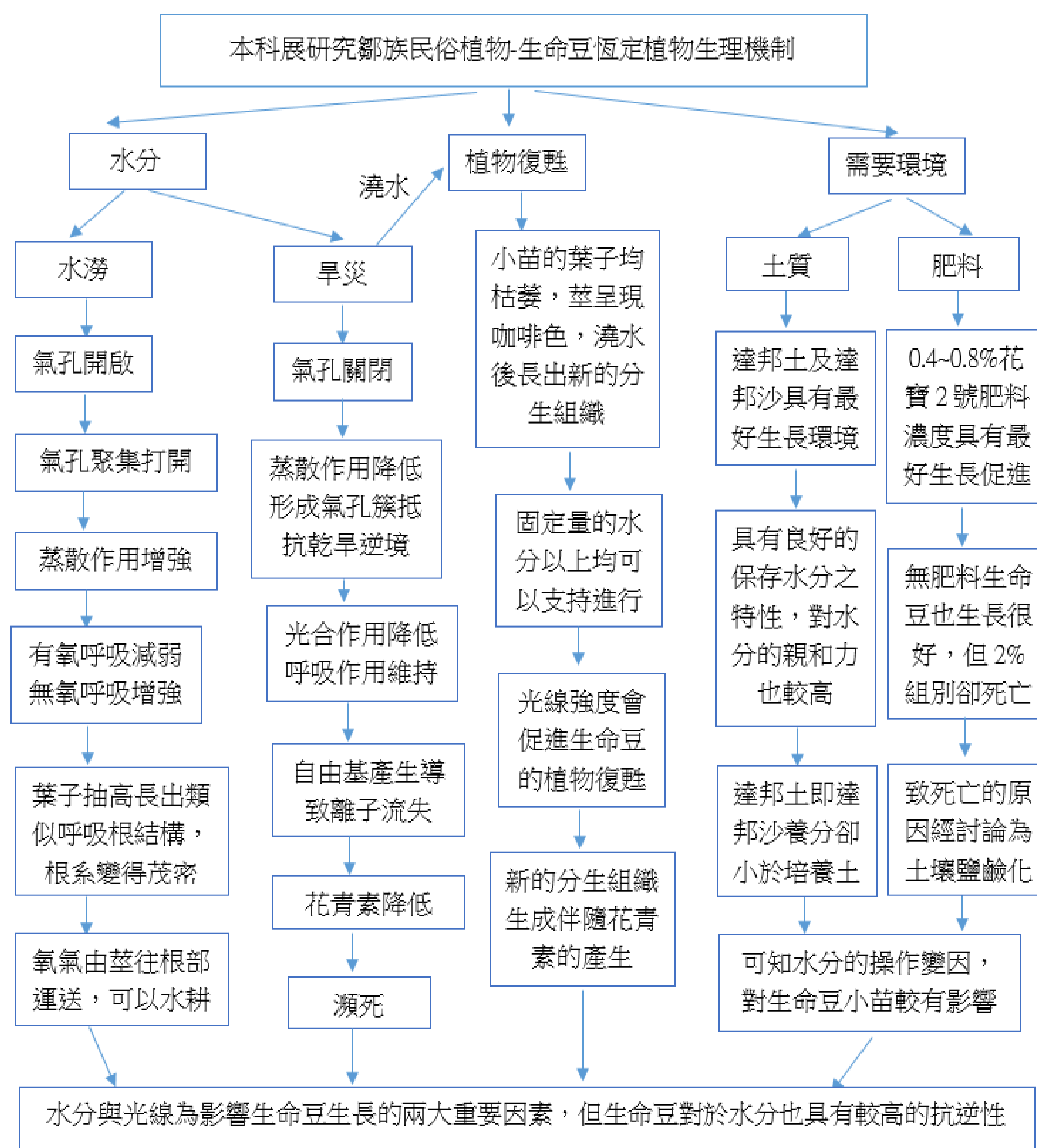


圖 7-1-1: 本篇研究鄒族民俗植物-生命豆之研究結論總結結構圖

玖、參考資料

Neill, S.O., Gould, K.S.(2002). *Antioxidant activities of red versus green leaves in Elatostema rugos Cell Enum* : Plantviro. 25 : 539-547, 2002.

Wei Huang et al.(2012). Cyclic electron flow plays an important role in photoprotection for the resurrection plant *Paraboea rufescens* under drought stress. *Planta*. 235, pages819-828(2012)

李雅芝、蔡晴羽(民 102)。苦難才是最營養的肥料—「生命豆」的故事。商業週刊。民 102 年 7 月 15 日, 取自: <https://www.businessweekly.com.tw/careers/blog/4084>

林志忠(民 105)。【豆豆不簡單】耐旱營養用途多、窮人的肉類:樹豆。環境資中心。民 105 年 12 月 20 日, 取自: <https://e-info.org.tw/node/201818>

文安農業(民 106)。土壤土質不同, 澆水學同大不同!每日頭條。民 106 年 5 月 31 日, 取自: <https://kknews.cc/zh-tw/agriculture/bo6r3j9.html>

花鳥園(民 106)。光保護機制助復甦植物求生。每日頭條。民 106 年 11 月 07 日, 取自: <https://kknews.cc/zh-tw/science/9xyngzq.html>

江芝韻、林恆生(民 104)。養我育我的部落勇士—探討小米(becenge)的生存之秘。中華民國第五十五屆中小學科學展覽會。國中組生物科。

陳瑤玲(民 104)。傳統的創造:以阿里山鄒族生命豆季為例。台灣原住民族研究季刊。第 8 卷, 第 1 期, 頁 77-112。

蔣德安(民 107 年)。植物生理學。臺北市。五南。

嘉義縣阿里山鄉公所(民 103)。《嘉義縣阿里山鄉 2014 年「瘋鄒族娜就嫁給我」生命豆季宣傳單》。嘉義縣:阿里山鄉公所。

浦忠成(民 102)。命名、利用與分類:阿里山鄒族植物初探。第九屆嘉義研究學術研討會論文集, 頁 1-22。