

2024 年【科學探究競賽-這樣教我就懂】

技高組 成果報告表單

題目名稱：沒「油」你不行 - 超級抗旱的台灣油芒

一、摘要：

台灣油芒被視為「超級未來食物」，在極端氣候下耐乾旱、耐鹽，且不怕淹水。對於台灣而言，近幾年來面對多次的缺水事件，所以本研究要進一步研究台灣油芒的逆境能力，以及在未來的糧食危機中，找到一條生路。

而台灣油芒脯胺酸含量在土壤含水率 20%時可達 466 ppm，如此的保護機制可使水份大量保存於體內。在耐鹽鹼部分在鹽度 17.5%(1/2 海水)和 8.75%(1/4 海水)時，皆使體內脯胺酸大量產生避免水分因滲透壓流失，不過在 17.5%時，植株有明顯萎靡乾枯現象，因此可知台灣油芒耐鹽鹼能力最高在鹽度 8.75%左右。

由實驗發現台灣油芒在土壤含水率 80%和 60%時，可在顯微鏡觀察中清楚發現氣孔，而在 40%和 20%土壤含水率的觀測結果，已無法觀察出氣孔，因此可知氣孔調整也是台灣油芒抗旱機制之一。

二、探究題目與動機

台灣油芒被視為「超級未來食物」，在極端氣候下耐乾旱、耐鹽，且不怕淹水。此外，台灣油芒和稻米一樣一年兩收。台灣油芒的外觀與小麥類似，根據台東鸞山部落布農族長輩的說法，過去布農族人在山上都會栽種。然而，由於漢化和飲食習慣的改變，以及顆粒小、難處理、口感乾等原因，台灣油芒在過去的 60 年以上幾乎消失了。

中研院於八年前提出了復育計畫，並在全台各地進行田野調查，如今台灣油芒的復育工作已經取得了一些成果。他們發現，雖然各國都有野生油芒，但只有在台灣，在兩三千年前就被原住民祖先馴化成可以栽種食用的農作物，成為台灣特有品種。

隨著全球氣候變遷，乾旱問題日益嚴重，對於台灣而言，近幾年來面對多次的缺水事件，先是 2017 年的乾旱，再來是 2021 年面臨 1947 年以來最嚴重的乾旱危機，短短 6 年內發生了 2 次嚴重的大缺水。因此如何找到能夠抵抗乾旱的作物，已經成為一個迫切的問題，所以本研究要進一步研究台灣油芒的逆境能力，以期在未來的糧食危機中，找到一條生路。

三、探究目的與假設

- (一) 觀察台灣油芒在不同土壤溼度時生長情況。
- (二) 觀察台灣油芒在不同鹽度時的存活率。
- (三) 觀察台灣油芒在不同土壤溼度時生長的葉片氣孔數量。
- (四) 利用脯胺酸測試台灣油芒在不同水分、鹽分的耐旱程度。

四、探究方法與驗證步驟

(一) 探究方法

種植台灣油芒並觀察



觀察鹽度存活率



測定脯胺酸含量

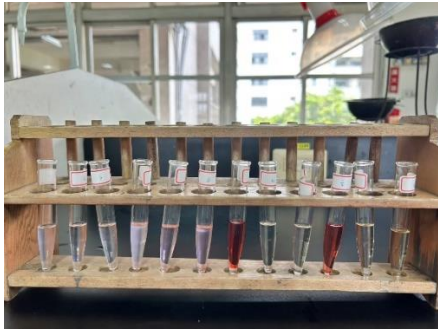


觀察氣孔

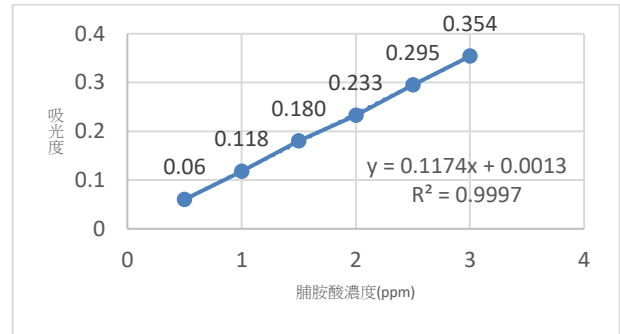
(二) 驗證步驟

測量脯胺酸

植物在逆境條件下體內脯胺酸會增加避免體內水分散失，而脯胺酸可用磺基水楊酸提取植物體內脯胺酸，然後用酸性茚三酮處理使溶液變成紅色，最後再用甲苯萃取出溶液色素，最後以分光光度計用 520 nm 波長測定吸光度，再利用標準品測出檢量線，並以檢量線算出植物樣品中脯胺酸含量。



脯胺酸含量測定



脯胺酸含量檢量線

1. 觀察台灣油芒在不同土壤濕度時生長狀況

將台灣油芒與水稻幼苗分別在 20%、40%、60%、80% 土壤含水率下種植，觀察並記錄植株高度(cm)，可以發現台灣油芒在幼苗期間發展較慢。



台灣油芒幼苗



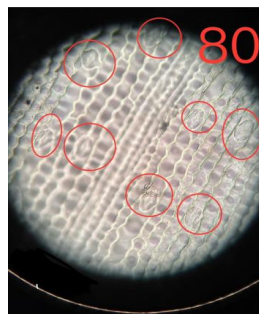
台灣油芒

2. 觀察台灣油芒幼苗在不同鹽度時存活率

將台灣油芒幼苗分別用鹽度 1%、2%、3% 的水溶液澆灌下種植，觀察並記錄幼苗存活率。

觀察氣孔

利用指甲油針對台灣油芒葉片進行細胞氣孔的採樣，首先將指甲油均勻塗在葉片上，等指甲油乾透後，小心撕下，在倍率 40*10 下觀察台灣油芒氣孔數量。



植物氣孔

3. 觀察台灣油芒在不同土壤溼度時生長的葉片氣孔數量

觀察氣孔可以得知，水分的多寡會影響氣孔閉合，水分越多氣孔的開口會越大，因為多餘的水分需要被蒸散，且水份可以促進植物生長，並有助於氣孔行程。而水分越少氣孔會自動收縮，讓水分留著不被蒸發，以確保植物可以繼續生存。

4. 台灣油芒在各土壤含水率脯胺酸含量(ppm)變化

將台灣油芒分別在 20%、40%、60%、80%土壤含水率下，每種植 5 天，取樣進行脯胺酸含量測定，脯胺酸越高，則植物抗旱能力越佳。

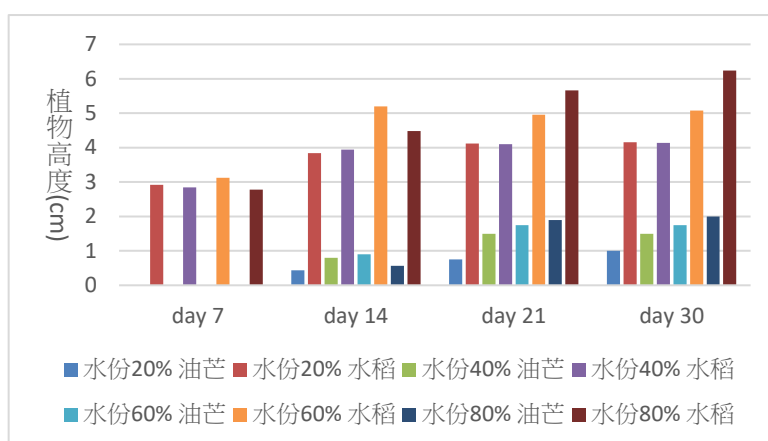
5. 台灣油芒在不同鹽度的脯胺酸含量(ppm)變化

一般海水鹽度約 35‰，但用純海水灌溉台灣油芒無法存活，因此實驗採用 1/2、1/4、1/8 海水鹽度也就是 17.5‰、8.75‰、4.375‰進行澆灌，每次澆灌至土壤含水率 80%，每種植 5 天，取樣進行脯胺酸含量測定。

五、結論與生活應用

1. 觀察台灣油芒幼苗在不同土壤溼度時生長狀況

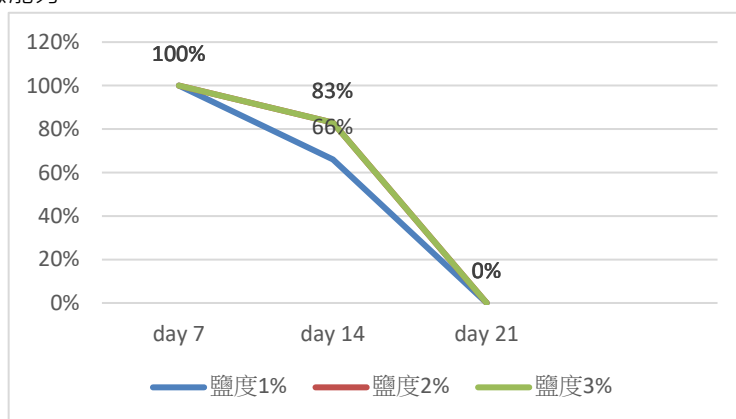
因實驗過程正值夏天高溫氣候，種植條件較差，且台灣油芒從文獻可知幼苗期發展較慢，因此整體成長速度不佳，但仍可從實驗看出在含水率 20%時，台灣油芒仍有成長，不過成長狀態仍明顯不如高土壤含水率。



台灣油芒與水稻在不同濕度的植物高度(cm)

2. 觀察台灣油芒幼苗在不同鹽度時的存活率

台灣油芒從文獻可知幼苗期發展較慢，因此整體成長速度不佳，且幼苗時以含鹽的水灌溉存活率在 Day 21 降至 0%，明顯幼苗無法在土壤鹽鹼化時存活超過 3 周。但在脯胺酸實驗時，是以成株狀態下實驗，此時台灣油芒卻有很好的耐鹽鹼能力。

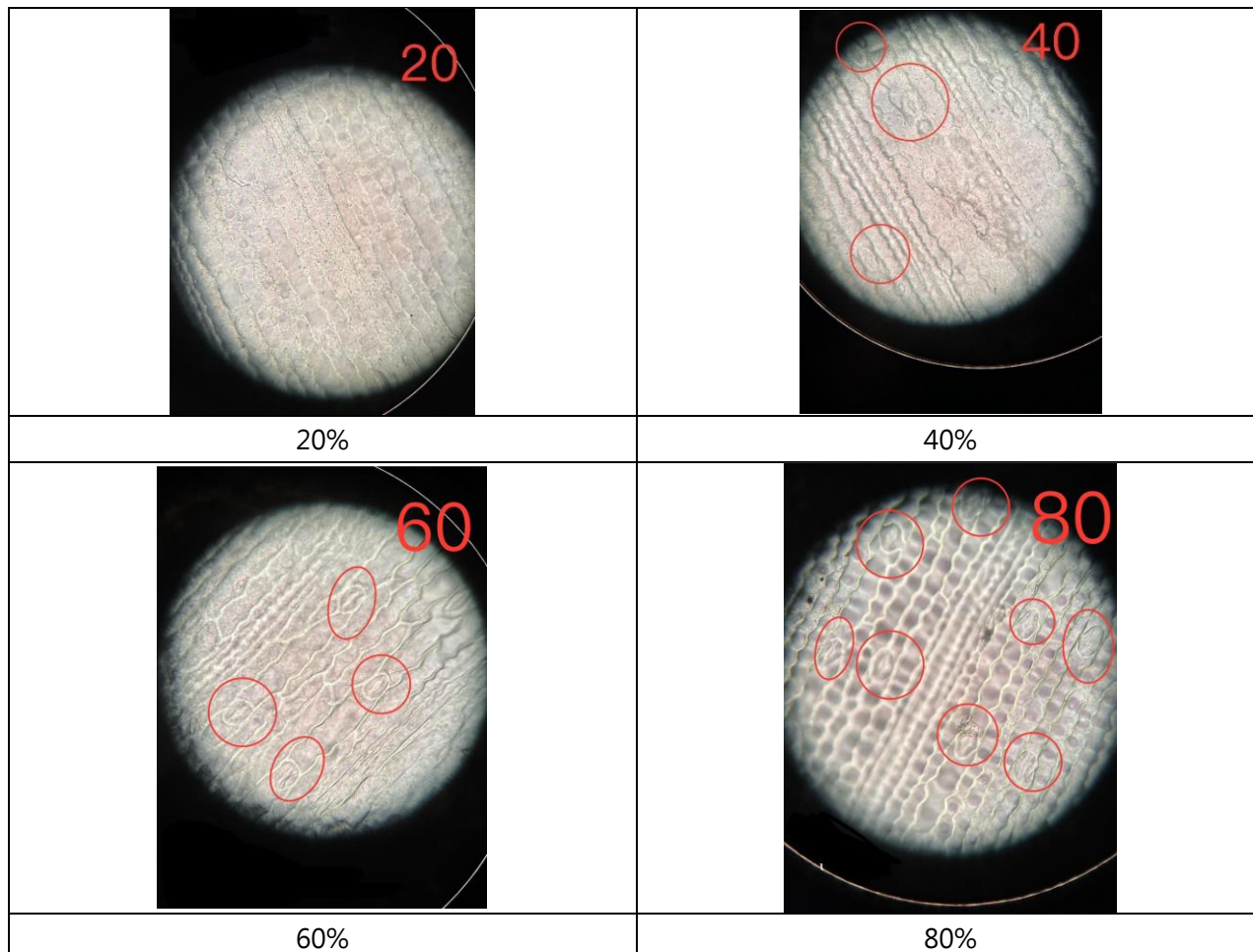


台灣油芒幼苗在不同鹽度的存活率

3. 觀察台灣油芒在不同土壤濕度時生長的葉片氣孔數量

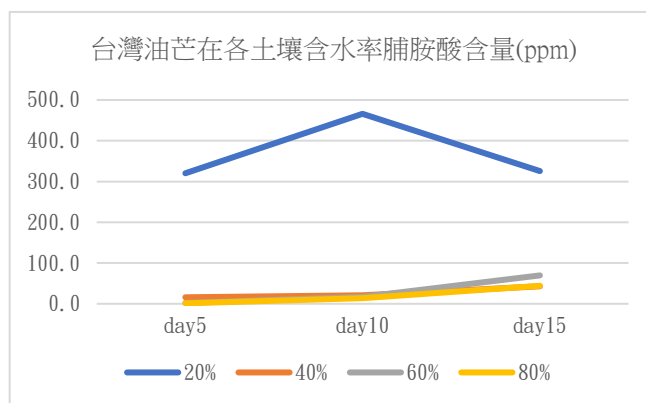
實驗發現台灣油芒在土壤含水率 80%和 60%時，可在顯微鏡觀察中，清楚發現氣孔且土壤含水率越高，氣孔越多，而在 40%和 20%土壤含水率的觀測結果，已無法觀察出氣孔，因此可知氣孔調整也是台灣油芒抗旱機制之一。

台灣油芒氣孔分佈狀況表



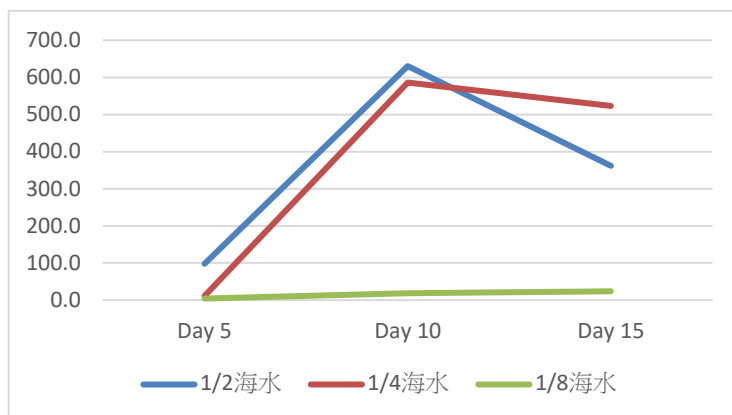
4. 利用脯胺酸測是台灣油芒在不同水分、鹽分的耐旱程度

經實驗發現台灣油芒在低土壤含水率(20%)第五天時脯胺酸含量已升至 320.2 ppm，皆高於文獻中的水稻，在此基礎維持至第 15 天，由此可知台灣油芒具有極佳的抗旱能力。



台灣油芒在各土壤含水率脯胺酸含量(ppm)變化

而在耐鹽鹼部分在鹽度 17.5%(1/2 海水)和 8.75%(1/4 海水)時，皆使體內脯胺酸大量產生，避免水分因滲透壓流失，不過在 17.5%(1/2 海水)時，在 Day 15 時植株有明顯萎靡乾枯現象，因此可知台灣油芒耐鹽鹼能力最高在鹽度 8.75%左右，而在 4.375%(1/8 海水)時未觸發脯胺酸抵抗機制，應可正常生長。



台灣油芒在不同鹽度的脯胺酸含量(ppm)

參考資料

1. 盧太城(2020)。中央通訊社 CNA。超級未來食物油芒耐旱不怕淹水 永續團體建議推廣。
2. 許素惠(2021)。農傳媒。全球獨有超級未來食物 古老抗旱油芒成功復育。
3. 蔡佳珍、陳世忠(2020)。台視新聞網。油芒抗旱耐逆境 台灣獨有的未來超級食物。
4. 呂培苓、顏子惟(2020)。我們的島。未來食物養成記：油芒的故事。
5. 答樂歌 Taleke (2014)。開心的新米食 原鄉食糧新主張。
6. 徐孟亮、姜孝成、周廣洽、陳良碧(1998)。水稻抗旱性與葉片抗脫水能力、脯胺酸及糖的關係。