

中華民國第 65 屆中小學科學展覽會

作品說明書

國小組 生物科

探究精神獎

080305

「蒼」不「蒼」紅？—翠葉蘆薈葉片變紅之研究

學校名稱： 南投縣埔里鎮埔里國民小學

| | |
|--------|-------|
| 作者： | 指導老師： |
| 小五 林雍哲 | 胡茵音 |
| 小五 葉采穎 | 林文中 |

關鍵詞： 翠葉蘆薈、保衛細胞

作品名稱：「蒼」不「蒼」紅？—翠葉蘆薈葉片變紅之研究

摘要

本研究探討翠葉蘆薈汁液對植物生長的影響及其變紅現象的成因。實驗結果顯示，翠葉蘆薈與中華蘆薈汁液皆能抑制黴菌生長，且翠葉蘆薈在促進綠豆發芽與水生植物（霓虹水竹草、左手香）生根方面具潛力。

觀察到蘆薈汁液變紅後，進行顯微鏡分析，確認變色細胞為保衛細胞。為了了解變色的原因，進行多項變因測試。結果顯示：單獨的氧氣、加入酸鹼反應、金屬接觸及溫度皆無法造成明顯變色，唯有「在氧氣環境中的照射紫外線」時，才會誘發汁液快速變紅。此外，臭氧氣體亦能在短時間內促使翠葉蘆薈汁液變紅，顯示臭氧可能為促使色素反應的重要因素。

壹、前言：

一、研究動機

有一次自然老師送我們一人一片落地生根，要我們回去種植並觀察，我們就很好奇它怎麼會一直生根？一片葉子竟然就可以繁殖，且繁殖力驚人！它的汁液是否可以促進其他植物生長呢？於是我們暑假就做了一些實驗，可是發現它並不能促進綠豆生長。後來我們上網查找天然的生根劑，發現有些農夫會用蘆薈來幫助植物生長。這讓我們覺得很有趣，所以決定試試看，用蘆薈來幫助植物生長。沒想到，在實驗的過程中，我們意外發現翠葉蘆薈的汁液居然會變紅！這到底是怎麼回事呢？於是我們深入研究，尋找變紅的答案……！

二、研究目的：

(一)前驅實驗：探討翠葉蘆薈汁液對植物生長的情形。

1. 翠葉蘆薈、中華蘆薈汁液對綠豆生長的情形。
2. 翠葉蘆薈汁液對水生植物生根的情形。

(二)探討翠葉蘆薈表皮變色原因：

1. 翠葉蘆薈進行表皮切片觀察。
2. 氧氣對翠葉蘆薈表皮變色的影響。
3. 酸鹼性對翠葉蘆薈表皮變色的影響。
4. 金屬對翠葉蘆薈表皮變色的影響。
5. 溫度對翠葉蘆薈表皮變色的影響。
6. 紫外線對翠葉蘆薈表皮變色的影響。
7. 紫外線+空氣中常見氣體對翠葉蘆薈表皮變色的影響。
8. 臭氧對翠葉蘆薈表皮變色的影響。
9. 臭氧對翠葉蘆薈汁液變色的影響。

三、文獻回顧：

第 44 屆全國科展介紹蘆薈做成薄膜抑菌的效果，這份文獻探討蘆薈本身具有益菌的效果；第 53 屆全國科展介紹光對蘆薈氣孔開閉之研究，這份文件針對蘆薈保衛細胞開閉孔的原因；第 55 屆全國科展介紹蘆薈應用在防曬乳的可行性，這份文獻介紹蘆薈萃取物防曬效果，以及探討是否能成為現今使用的防曬乳。綜上所述，目前還沒有查到關於蘆薈促進植物生長的研究，在網路看到有人分享扦插植物時，會先讓植物的莖沾蘆薈的汁液，這個現象讓我們想去研究蘆薈是否真的有這個功效。另外在做蘆薈是否可以促進其他植物生長的過程中，我們意外發現實驗的翠葉蘆薈汁液居然會變成紅色，因此我們在往下追翠葉蘆薈變紅的原因，目前還查不到相關文獻，就讓我們來一探究竟。

我們在設計實驗前，有查詢植物變色的可能因素，目前有提出 1. 類似蘋果削開後變紅，多酚類基質與空氣中氧氣結合，導致氧化褐變¹；2. 花青素透過酸鹼變色²；3. 金屬離子及錯合物顏色³；4. 溫度等。根據上述的資料，我們從這些可能的因素來探討翠葉蘆薈變色的原因。

貳、研究設備及器材：

一、實驗器材

各式大小燒杯、圓形玻璃盤、量筒、三腳架、陶瓷纖維網、酒精燈、濾紙、玻棒、顯微鏡、蓋玻片、載玻片、錐形瓶、電子磅秤、美工刀、玻璃瓶、枝剪、木夾、石蕊試紙、臭氧機每公升 0.03mg。

二、實驗樣品及藥品

(一)藥品：雙氧水 5%、氫氧化鈉、檸檬酸、小蘇打。

(二)植物採集：翠葉蘆薈、中華蘆薈、綠豆、霓虹水竹草、左手香、綠豆。

¹ 為何蘋果會氧化(2025 年 3 月 8 日)・取自農業知識家・農業知識入口網・行政院農業委員會

² 花青素(2025 年 3 月 8 日)・維基百科

³ 常見有色離子列表(2025 年 3 月 8 日)・高中化學・維基教科書

參、研究過程與方法：

一、前驅實驗：探討翠葉蘆薈、中華蘆薈汁液對植物生長的情形

※ 實驗(一)：翠葉蘆薈、中華蘆薈汁液對綠豆生長的情形。

1. 實驗想法：我們想了解蘆薈是否可以加快綠豆發芽及生長，因此我們設計以下實驗，讓蘆薈汁液作為實驗組，一般澆水作為對照組，受試者為綠豆。

2. 實驗步驟(照片說明)：

(1)先摘取翠葉蘆薈、中華蘆薈葉片，將蘆薈皮撕下，如圖 1-1。

(2)分別將翠葉蘆薈、中華蘆薈果肉用叉子刮取下來，如圖 1-2。

(3)將果肉加水稀釋至 200mL，濃度比例 1：9，如圖 1-3~1-4。

(4)取八盆容器，並在上方擺衛生紙，每組八盆綠豆、每盆綠豆放 3 顆，圖 1-5。

(5)翠葉蘆薈編號 1、中華蘆薈編號 2、對照組水編號 3，每天以配置好的汁液進行澆水，圖 1-6。

(6)將生長情形拍下來，並統計發芽率，如圖 1-7。

3. 實驗圖示



圖 1-1 將蘆薈皮撕下(作者拍攝)



圖 1-2 用叉子將果肉刮下(作者拍攝)

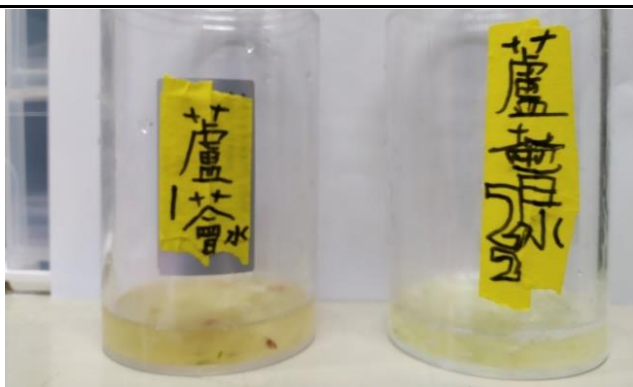


圖 1-3 純蘆薈果肉未稀釋(作者拍攝)

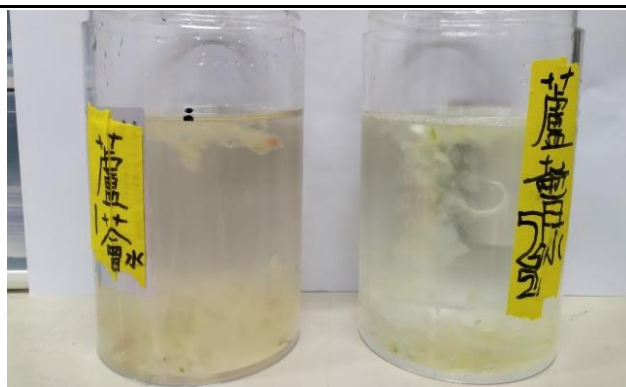


圖 1-4 加水稀釋後(作者拍攝)



圖 1-5 取八盆容器，並在上方擺衛生紙(作者拍攝)



圖 1-6 澆以調製好的溶液，每盆均先澆 5mL(作者拍攝)



圖 1-7 將盆栽擺放在相同位置(作者拍攝)

圖1-1~圖1-7 翠葉蘆薈、中華蘆薈汁液對綠豆生長的情形/照片來源：作者拍攝

※ 實驗(二)、翠葉蘆薈汁液對水生植物生根的情形。

1. 實驗想法：我們透過水生植物來觀察蘆薈是否可以作為天然生根劑，我們只選翠葉蘆薈汁液作為實驗組，一般清水作為對照組，受試者為霓虹水竹草、左手香。之所以選擇水耕植物作為實驗對象，主要是因為水耕法能夠清楚觀察植物根部的生長情形，不像栽種在土壤中的植物，必須挖開土壤才能觀察根部。

2. 實驗步驟(照片說明)：

- (1)取霓虹水竹草、左手香各一株，莖保留 3 個節點。
- (2)將翠葉蘆薈果肉刮取下來。
- (3)將果肉加水稀釋至 200mL，濃度比例 1：9。
- (4)翠葉蘆薈瓶子註明有、對照組註明無，如圖 1-8、圖 1-9。
- (5)經過 20 天觀察生根情形。



圖 1-8 霓虹水竹草(作者拍攝)



圖 1-9 左手香(作者拍攝)

圖 1-8、圖 1-9 水耕法觀察翠葉蘆薈汁液變色情形/照片來源：作者拍攝

3. 根據實驗一、及實驗二結果，我們的發現

- (1)我們發現 1 號汁液，也就是翠葉蘆薈所澆灌的綠豆，衛生紙呈現紅色，原本我們懷疑是盆栽色素溶出，還是其他不確定因素造成實驗汙染。
- (2)我們檢查其他盆的衛生紙，只要是翠葉蘆薈汁液澆灌的，都會呈現淡紅色。
- (3)另外我們用水耕法的植物，也發現翠葉蘆薈會讓整杯水溶液呈現紅色的狀態。
- (4)我們很好奇翠葉蘆薈的汁液一開始並不是紅色，為什麼後來會變紅色呢？我們決定先切片觀察紅色是什麼細胞，並且用不同方式來檢驗什麼因素會造成翠葉蘆薈汁液變紅。

二、探討翠葉蘆薈表皮變色原因：

- (一)翠葉蘆薈細胞進行顯微鏡觀察。
- (二)氧氣對翠葉蘆薈表皮變色的影響。
- (三)酸鹼性對翠葉蘆薈表皮變色的影響。
- (四)金屬對翠葉蘆薈表皮變色的影響。
- (五)溫度對翠葉蘆薈表皮變色的影響。
- (六)紫外線對翠葉蘆薈表皮變色的影響。
- (七)空氣中常見氣體在紫外線照射下對翠葉蘆薈表皮變色的影響。
- (八)臭氧對翠葉蘆薈表皮變色的影響。
- (九)臭氧對翠葉蘆薈汁液變色的影響。

研究流程圖

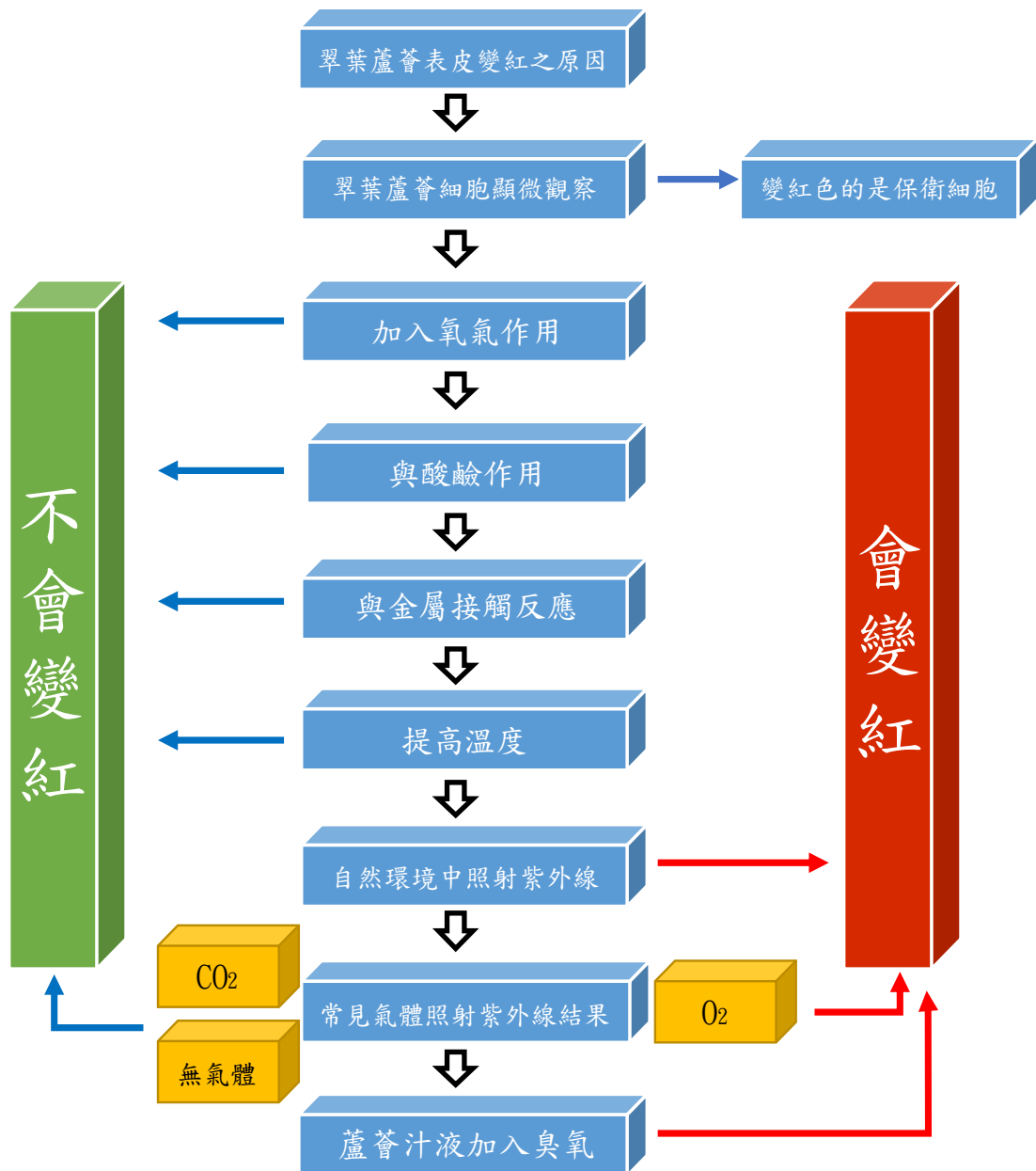


圖 2-1 探討翠葉蘆薈表皮變色原因之研究流程圖/作者自製

※ 實驗(一)：翠葉蘆薈細胞進行顯微鏡觀察。

1. 實驗步驟

- (1) 將翠葉蘆薈表皮撕開，輕輕刮除葉肉，如圖 2-1-1、圖 2-1-2。
- (2) 取紅色表皮部分，以 30 度傾角蓋上蓋玻片，以防玻片內出現氣泡，如圖 2-1-3。
- (3) 分別以放大 100 倍率、400 倍率觀察，並用 iPad 拍下照片，如圖 2-1-4。

2. 實驗圖示



圖 2-1-1 撕開翠葉蘆薈表皮(作者拍攝)



圖 2-1-2 輕輕刮除葉肉並進行切片(作者拍攝)



圖 2-1-3 30 度傾角蓋上蓋玻片(作者拍攝)



圖 2-1-4 放大 100 倍觀察(作者拍攝)

圖 2-1-1~圖 2-1-4 觀察翠葉蘆薈變紅細胞/照片來源：作者拍攝

※ 實驗二：氧氣對翠葉蘆薈表皮變色的影響。

1. 實驗想法：我們懷疑翠葉蘆薈表皮會變色是因為氧化，上網查資料許多蘆薈氧化的相關資料，我們推測是否跟葉片傷口接觸到空氣中的氧，造成氧化而變色。因此我們決定用雙氧水製造氧氣，再將氧氣灌入翠葉蘆薈汁液，觀察變色情形。

2. 實驗步驟(照片說明)：

(1)將翠葉蘆薈汁液取出分成兩杯。

(2)其中實驗組灌入雙氧水產生的氧氣；對照組保持空氣流通，觀察變色的情形。



圖 2-2-5 準備錐形瓶及 5%雙氧水(作者拍攝)

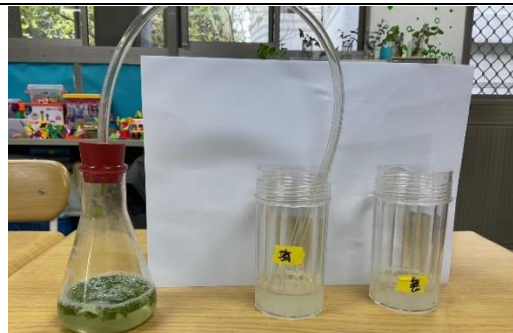


圖 2-2-6 將氧氣打入蘆薈汁液中(作者拍攝)

圖 2-1-5、圖 2-1-6 加入氧氣觀察蘆薈汁液是否變色/照片來源：作者拍攝

※ 實驗三：酸鹼性對翠葉蘆薈表皮變色的影響。

1. 實驗想法：我們懷疑翠葉蘆薈表皮會變色是因為酸鹼反應，我們試著加入弱酸弱鹼，觀察汁液變色情形。

2. 實驗步驟：

(1)翠葉蘆薈汁液加入酸性液體 10g 檸檬酸粉末加水至 100mL；鹼性液體 4g 氫氧化鈉加水至 1 公升水溶液。

(2)觀察汁液變色的情形。

※ 實驗四：金屬對翠葉蘆薈表皮變色的影響。

1. 實驗想法：我們懷疑翠葉蘆薈表皮會變色是因為不鏽鋼刀片切過造成，我們試著分別用金屬或玻璃割開翠葉蘆薈的表皮，觀察葉片變色情形。

2. 實驗步驟(照片說明)：

(1)不鏽鋼水果刀先割下蘆薈葉子如圖 2-4-1。

(2)左邊用載玻片割開蘆薈葉片、右邊用迴紋針插入蘆薈表皮，如圖 2-4-2。

(3)觀察葉片變色的情形，如圖 2-4-3



圖 2-4-1~圖 2-4-3 金屬對翠葉蘆薈變色的影響/照片來源：作者拍攝

※ 實驗五：溫度對翠葉蘆薈表皮變色的影響。

1. 實驗想法：我們懷疑翠葉蘆薈表皮會變色是因為溫度造成，因為我們再切割下去的瞬間可能會產生高溫，另外我們在種水耕植物時，也會將溶液放在陽光底下，我們推測是否溫度會加速變色。

2. 實驗步驟(照片說明)：

(1)將葉片滴下來的汁液放置不鏽鋼鍋中，如圖 2-5-1 圖。

(2)用打火機在下方加熱，觀察鍋內的汁液是否會變色，如圖 2-5-2。



圖 2-5-1 蘆薈的汁液(作者拍攝)



圖 2-5-2 蘆薈的汁液加熱後(作者拍攝)

圖 2-5-1、圖 2-5-2 溫度對翠葉蘆薈變色的影響/照片來源：作者拍攝

※ 實驗六：紫外線對翠葉蘆薈表皮變色的影響。

1. 實驗想法：我們懷疑翠葉蘆薈表皮會變色是因為陽光造成，但我們試著擺在陽光底下，也沒有明顯的變化，因此我們試著用紫外線燈照翠葉蘆薈的表皮，再觀察葉片變色情形。

2. 實驗步驟(照片說明)：

(1)我們取兩片蘆薈葉子，如圖 2-6-1。

(2)一片直接用紫外線燈照射，另一片放入紙箱隔絕紫外線燈，如圖 2-6-2。

(3)每半小時後觀察葉片變色的情形。



圖 2-6-1 取下翠葉蘆薈葉片(作者拍攝)



圖 2-6-2 紫外線燈照射(作者拍攝)

圖 2-6-1、圖 2-6-2 紫外線對翠葉蘆薈變色的影響/照片來源：作者拍攝

※ 實驗七：空氣中常見氣體在紫外線照射下對翠葉蘆薈表皮變色的影響。

1. 實驗想法：我們想解除了紫外線燈外，翠葉蘆薈變色的條件還需要那些氣體，因此我們設計在氧氣環境、二氧化碳環境、無氣體環境、一般空氣環境下用紫外線燈照翠葉蘆薈的表皮，觀察葉片變色情形。

2. 實驗步驟(照片說明)：

(1)我們取翠葉蘆薈葉子。

(2)用雙氧水製造氧氣環境、用小蘇打+檸檬酸製造二氧化碳環境、將塑膠袋空氣都擠出製造無氣體環境、塑膠袋鼓起來製造一般空氣環境、另外一組不照光。

(3) 半小時後觀察葉片變色的情形。



圖 2-7-1 葉片先剪好(作者拍攝)

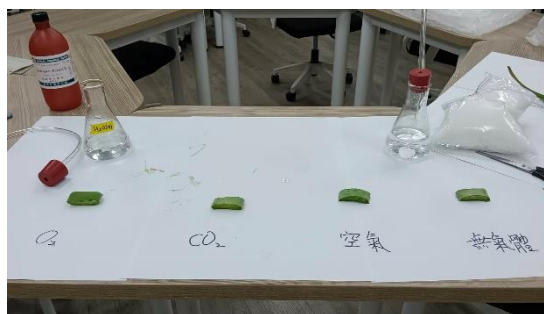


圖 2-7-2 實驗前準備好(作者拍攝)



圖 2-7-3 收集氧氣和二氧化碳(作者拍攝)



圖 2-7-4 直接收集二氧化碳
(作者拍攝)



圖 2-7-5 直接收集氧氣
(作者拍攝)



圖 2-7-6 準備照紫外線燈(作者拍攝)

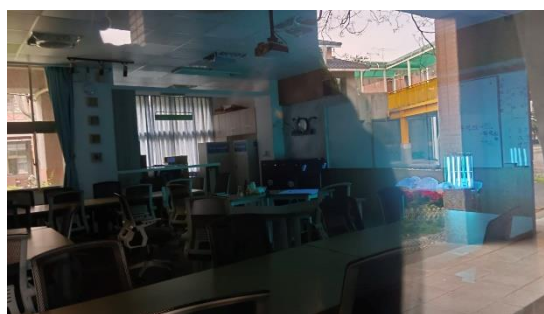


圖 2-7-7 照紫外線燈(作者拍攝)

圖 2-7-1~圖 2-7-7 空氣中常見氣體在紫外線照射下實驗/照片來源：作者拍攝

※ 實驗八：臭氧對翠葉蘆薈表皮變色的影響。

1. 實驗想法：由於在實驗七中，我們發現了在紫外燈與氧氣同時存在的情形下，可以加速翠葉蘆薈的細胞變紅，我們推測有沒有可能是氧氣在紫外燈照射下，變成臭氧，造成翠葉蘆薈細胞變紅。因此我們想透過臭氧機產生的臭氧，對翠葉蘆薈進行實驗。

2. 實驗步驟(照片說明)：

(1)我們取翠葉蘆薈葉子，如圖 2-8-1。

(2)實驗組的部分，首先將塑膠袋空氣都擠出，我們用蔬果臭氧機製造臭氧，然後將製造出臭氧的管子通入放有翠葉蘆薈的塑膠袋中，使塑膠袋鼓起來；對照組則是自然環境，如圖 2-8-2。

(3)半小時後觀察葉片變色的情形。

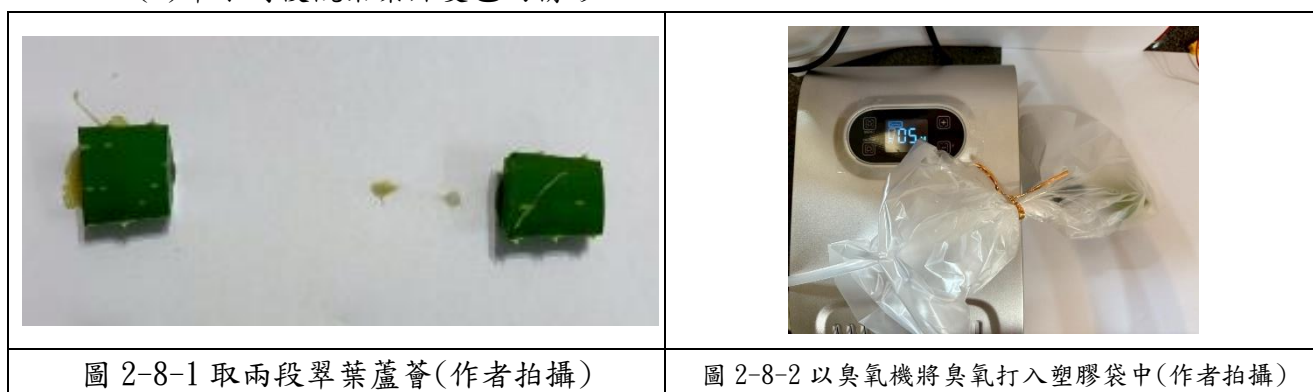


圖 2-8-1、圖 2-8-2 臭氧對翠葉蘆薈表皮變色的影響/照片來源：作者拍攝

※ 實驗九：臭氧對翠葉蘆薈汁液變色的影響。

1. 實驗目的：除了在實驗八我們利用臭氧對細胞進行實驗，我們試著透過臭氧機，將產生的臭氧打入翠葉蘆薈汁液中，觀察蘆薈汁液是否會變紅色。

2. 實驗步驟(照片說明)：

(1)我們準備翠葉蘆薈汁液，將蘆薈汁液加入 100ml 蒸餾水，稀釋平分成兩杯，如圖 2-9-1。

(2)實驗組的部分，利用臭氧機產生臭氧，將氣體打入已經調好的蘆薈汁液；對照組的部分，就是靜置在旁，實驗時可以進行顏色比較，如圖 2-9-2。

(3)將實驗過程拍攝下來。

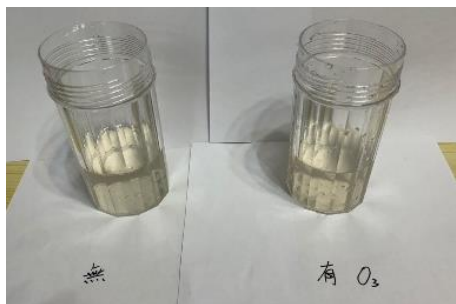


圖 2-9-1 取兩杯稀釋翠葉蘆薈汁液(作者拍攝)

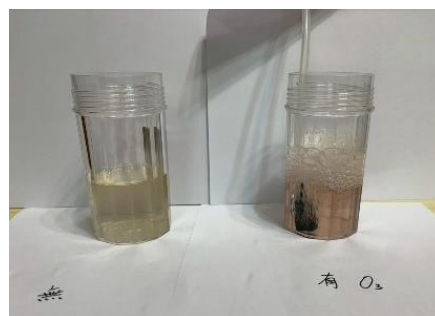


圖 2-9-2 將臭氧打入實驗組中(作者拍攝)

圖 2-9-1、圖 2-9-2 臭氧對翠葉蘆薈汁液變色的影響/照片來源：作者拍攝

肆、研究結果：

一、探討翠葉蘆薈汁液對植物生長的情形：

1. 翠葉蘆薈、中華蘆薈汁液對綠豆生長的情形。原始紀錄資料在捌、附件中表 1-1~表 1-4 中。



圖 4-1-1-1 每日觀察並紀錄結果(作者拍攝)



圖 4-1-1-2 最後測量綠豆生長情形(作者拍攝)

圖 4-1-1-1、圖 4-1-1-2 綠豆生長情形/照片來源：作者拍攝

表 4-1 總體結果分析/作者製表

| 液體種類 | 綠豆平均高度 (cm) | 總發芽數量 | 總發芽率(%) | 衛生紙是否變質 | 其他發現 |
|-----------------|-------------|-------|---------|---------|------|
| 1 號液體 (翠葉蘆薈) | 8.9cm | 21 | 87.5% | 無 | 變紅色 |
| 2 號液體 (中華蘆薈) | 5cm | 20 | 83% | 無 | 變黃色 |
| 3 號液體 (對照組) | 6.2cm | 21 | 87.5% | 有發黴 | 有黑斑 |

※我們發現

- (1)我們發現 1 號汁液，也就是翠葉蘆薈所澆灌的綠豆，會讓衛生紙呈現紅色。
- (2)澆灌翠葉蘆薈汁液的綠豆，平均發芽率最高，生長的高度也較好。
- (3)澆灌翠葉蘆薈、中華蘆薈汁液的綠豆，即使沒有發芽，有沒有發黴的情形。
- (4)雖然翠葉蘆薈組平均高度大於對照組，但在統計上未達顯著，同樣中華蘆薈組也未達顯著。

2. 翠葉蘆薈汁液對水生植物生根的情形。

- (1)我們發現透明翠葉蘆薈果肉汁液，經過幾天後就會讓整杯水溶液呈現紅色的狀態。
- (2)翠葉蘆薈的汁液讓霓虹水竹草及左手香都能快速生根，我們很好奇造成翠葉蘆薈汁液變紅的原因是什麼？因此我們就朝著翠葉蘆薈透明汁液變紅的秘密來進行研究。



圖 4-1-1-3 霓虹水竹草生根情形(作者拍攝)



圖 4-1-1-4 左手香生根情形(作者拍攝)



圖 4-1-1-5 有加翠葉蘆薈水溶液變紅色(作者拍攝)



圖 4-1-1-6 有加翠葉蘆薈水溶液變紅色(作者拍攝)

圖 4-1-1-3~圖 4-1-1-6 顯示澆灌翠葉蘆薈汁液的营养液都變成紅色/照片來源：作者拍攝

- (3)綜合前驅實驗結果，我們發現無論用衛生紙種植綠豆，或是水耕法種植植物，澆灌翠葉蘆薈汁液的部分，都會變成紅色，我們一開始以為是實驗汙染造成，但兩次實驗結果都顯示翠葉蘆薈汁液真的會變紅色。我們決定朝著翠葉蘆薈變色的部分進行研究。

二、探討翠葉蘆薈表皮變色原因：

1. 翠葉蘆薈細胞進行顯微鏡觀察。

(1)在蘆薈表皮細胞部分，我們發現部分保衛細胞變成紅，如圖 4-2-1-1。

(2)發現會變成紅色的細胞，是翠葉蘆薈的保衛細胞，甚至還有保衛細胞只有一半變成紅色，如圖 4-2-1-2。

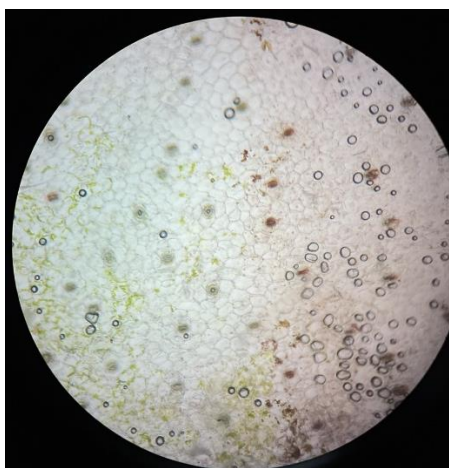


圖 4-2-1-1 翠葉蘆薈的下表皮保衛細胞 100 倍率(作者拍攝)



圖 4-2-1-2 翠葉蘆薈保衛細胞單邊變紅(作者拍攝)

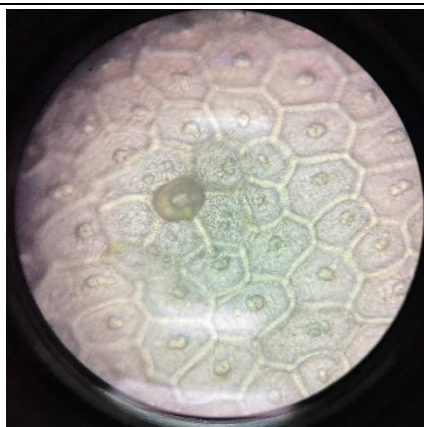


圖 4-2-1-3 翠葉蘆薈的下表皮保衛細胞 400 倍率(作者拍攝)



圖 4-2-1-4 翠葉蘆薈的下表皮保衛細胞 400 倍率(作者拍攝)

圖 4-2-1-1~圖 4-2-1-4 顯微鏡下觀察變紅的部分為保衛細胞/照片來源：作者拍攝

2. 氧氣對翠葉蘆薈表皮變色的影響。

(1)我們透過雙氧水製造氧氣，再灌入翠葉蘆薈的水溶液中，發現並無法加速透明溶液變成紅色。

(2)空氣中氧氣佔 21%，也是自然界常見可以氧化別人的氣體，所以我們原本推測造成翠葉蘆薈汁液變紅是氧化作用，就以氧氣來進行實驗。

(3)但結果顯示翠葉蘆薈變紅並非與空氣中的氧氣結合，產生氧化所造成的，所以翠葉

蘆薈變紅，因與氧化無關，如圖 4-2-2-2。

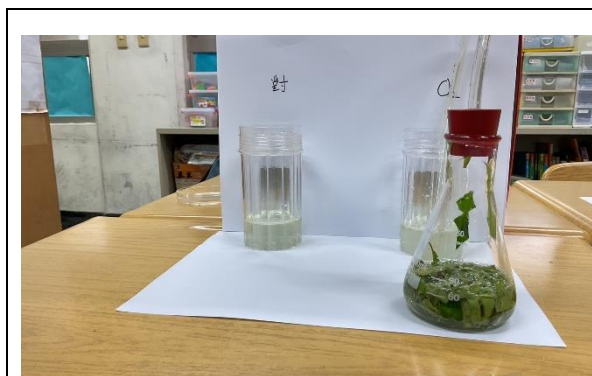


圖 4-2-2-1 一開始的顏色(作者拍攝)

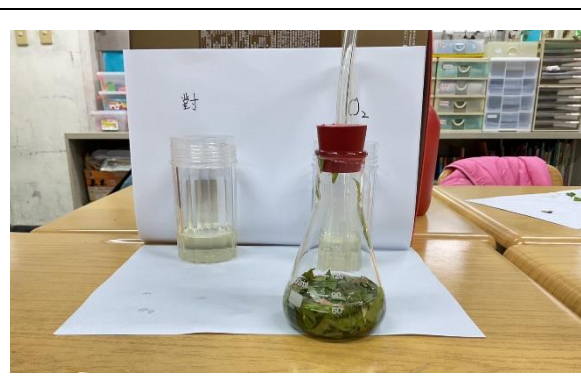


圖 4-2-2-2 三小時後的顏色(作者拍攝)

圖 4-2-2-1、圖 4-2-2-2 加入氧氣後也沒有變色/照片來源：作者拍攝

3. 酸鹼性對翠葉蘆薈表皮變色的影響。

(1)我們先檢測翠葉蘆薈的酸鹼性，發現翠葉蘆薈的汁液(3月4日)一開始檢測呈現酸性，隔天石蕊試紙乾掉後卻變成弱鹼性，如圖 4-2-3-1、圖 4-2-3-2。

(2)針對翠葉蘆薈變紅，我們以酸鹼進行實驗，以檸檬酸和稀釋氫氧化鈉進行實驗，發現弱酸性與弱鹼性無法改變翠葉蘆薈顏色，但強鹼液體可以讓紅色變深。

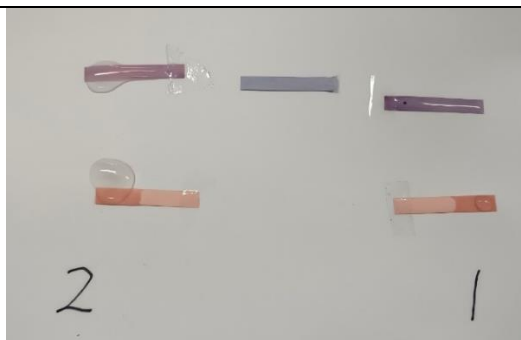


圖 4-2-3-1 3月4日滴翠葉蘆薈汁液至石蕊試紙(作者拍攝)

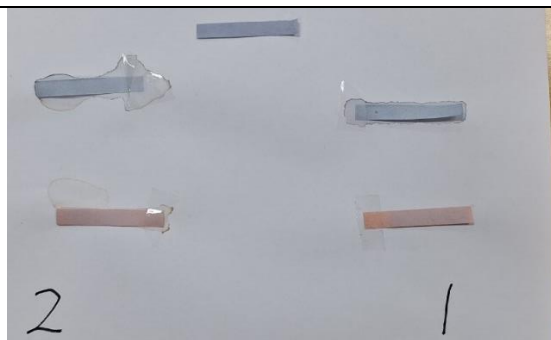


圖 4-2-3-2 3月5日滴翠葉蘆薈汁液乾掉的石蕊試紙(作者拍攝)



圖 4-2-3-3 左邊檸檬酸、右邊稀釋的氫氧化鈉(作者拍攝)



圖 4-2-3-4 右邊有一點變深的感覺(作者拍攝)

圖 4-2-3-1~圖 4-2-3-4 加入酸鹼後也沒有變色/照片來源：作者拍攝

4. 金屬對翠葉蘆薈表皮變色的影響。

- (1)我們發現不鏽鋼金屬對翠葉蘆薈汁液並無特殊反應。
- (2)以玻璃為對照組，發現不鏽鋼接觸翠葉蘆薈的汁液並無加速它變紅色的能力。

5. 溫度對翠葉蘆薈表皮變色的影響。

- (1)我們原本推測溫度是否是翠葉蘆薈變色的關鍵，因為透過日照情形下，翠葉蘆薈汁液是會變成紅色。
- (2)實驗結果發現，在加熱的情形下，翠葉蘆薈汁液並沒有加速變成紅色。

6. 紫外線對翠葉蘆薈表皮變色的影響。

- (1)在日照情形下會變紅色，我們已經測試過溫度，接著我們認為是否跟光有關，我們試著讓割開的翠葉蘆薈在日照下進行實驗，觀察是否有加速變紅的情形。經過 2 小時後，並無明顯變化。
- (2)我們改用紫外線燈進行照射實驗，發現在紫外線燈照射下，翠葉蘆薈會快速變成紅色，顯示紫外線對翠葉蘆薈變色有很大的影響，如圖 4-2-6-2。

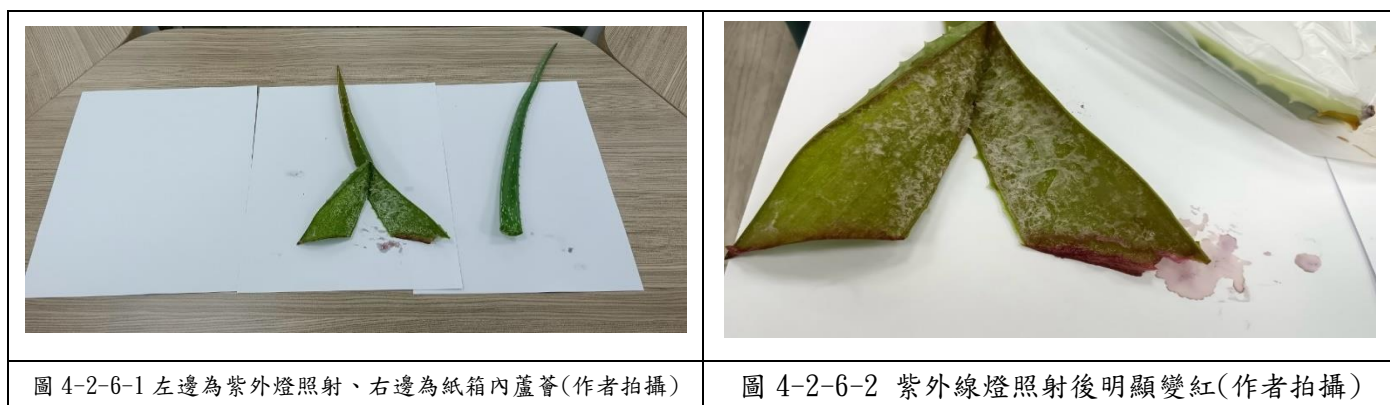


圖 4-2-6-1、圖 4-2-6-2 紫外線照射後蘆薈顏色變紅/照片來源：作者拍攝

7. 空氣中常見氣體在紫外線照射下對翠葉蘆薈表皮變色的影響。

- (1)確定紫外線燈會對翠葉蘆薈的汁液產生變紅的影響，我們想要了解紫外線燈的照射下是否需要空氣中的氣體協助。因此我們針對一般空氣、純氧氣、純二氧化碳、無氣體分別進行紫外線測試，觀察哪一種變色最快。
- (2)結果發現，一般空氣與氧氣組在照射紫外線燈後都有明顯變紅，無氣體與二氧化碳組沒有明顯變紅。將實驗的翠葉蘆薈放置數天後，全部的蘆薈都有變紅，如圖 4-2-7-1~圖 4-2-7-4。

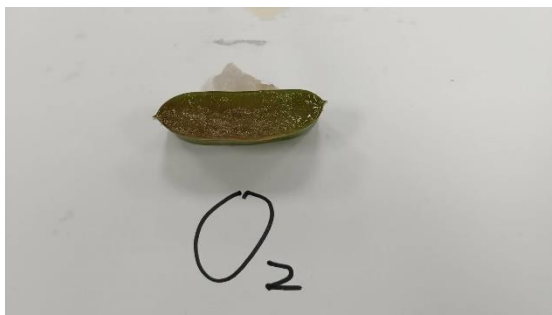


圖 4-2-7-1 照光後有變紅(作者拍攝)

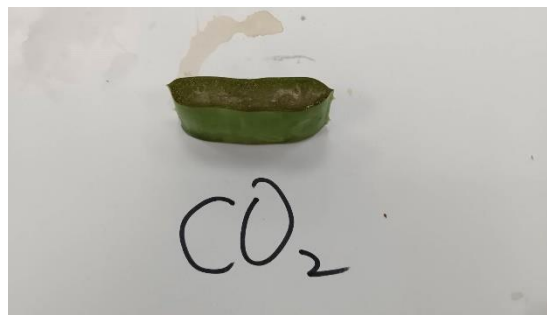


圖 4-2-7-2 二氧化碳照光後沒有變紅(作者拍攝)

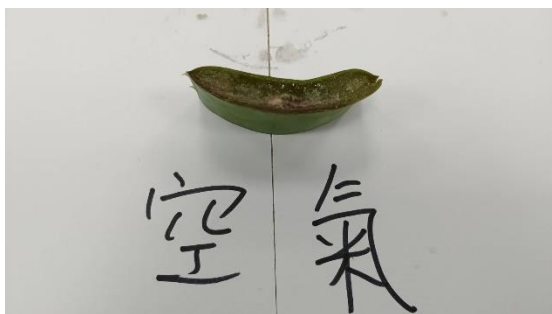


圖 4-2-7-3 照光後有變紅(作者拍攝)



圖 4-2-7-4 無氣體照光後沒有變紅(作者拍攝)



圖 4-2-7-5 在自然環境下靜置(作者拍攝)



圖 4-2-7-6 最後都有變紅(作者拍攝)

圖 4-2-7-1~圖 4-2-7-6 加入氧氣後沒有變色/照片來源：作者拍攝

(3)將實驗結果製成表格。

表 4-2-7-1 空氣中常見氣體在紫外線照射下對翠葉蘆薈表皮變色的情形/作者製表

| 實驗種類 | 氧氣 | 二氧化碳 | 空氣 | 無氣體 | 無紫外光 (對照組) |
|---------------|-----|------|-----|-----|---------------|
| 30 分鐘 紫外線燈 | 沒變紅 | 沒變紅 | 沒變紅 | 沒變紅 | 沒變紅 |
| 60 分鐘 紫外線燈 | 變紅 | 沒變紅 | 變紅 | 沒變紅 | 沒變紅 |
| 3 天後 | 變紅 | 變紅 | 變紅 | 變紅 | 變紅 |

8. 臭氧對翠葉蘆薈表皮變色的影響。

加入 10 分鐘臭氧後，我們發現翠葉蘆薈的表皮細胞並無明顯變紅，我們就再噴一次臭氧，時間也是 10 分鐘，還是沒有變色。

9. 臭氧對翠葉蘆薈汁液變色的影響。

(1)我們將翠葉蘆薈汁液分成兩組，實驗組灌入臭氧，我們發現大約在 30 秒時就出現變色情形，隨著時間越久，整杯蘆薈汁液就呈現紅色。如圖 4-2-9-1。



圖 4-2-9-1 大約 30 秒驗就越來越深(作者拍攝)



圖 4-2-9-2 一分鐘後將臭氧機關閉(作者拍攝)



圖 4-2-9-3 過兩天後，對照組的蘆薈汁液也變紅(作者拍攝)

圖 4-2-9-1~圖 4-2-9-3 加入臭氧氣體蘆薈汁液變色情形/照片來源：作者拍攝

(2)對照組雖然當時後沒有變色，但過兩天後，連對照組也變成紅色。結果顯示翠葉蘆薈汁液在自然環境中變紅是必然，只是臭氧是可以加速變紅的情形發生，如圖 4-2-9-3。

10. 實驗結果整理成表格如下：

表 4-2-10 關於翠葉蘆薈汁液變紅總整理/作者整理

| 實驗方法及過程 | | 是否變色 |
|---------|---|------|
| 氧氣 | 我們利用雙氧水產生氧氣，再將氧氣灌入翠葉蘆薈汁液中，經過將近 3 小時的實驗，也沒有看到汁液顏色的變化。確認蘆薈汁液要變紅，應該不是單純碰到空氣中的氧氣就能變色。 | × |

| | | |
|-------|---|---|
| 酸鹼 | <p>自然課在學酸鹼單元時，我們最常使用植物界的色素—花青素。花青素本身對酸鹼反應很明顯，因此我們當時推測蘆薈汁液會變色的原因是否與酸鹼有關。我們就分別對汁液加入弱酸(檸檬酸)、弱鹼(稀釋的氫氧化鈉水溶液)進行實驗，發現都無法讓蘆薈汁液變色，後來我們將已經變紅色的蘆薈汁液滴入酸或鹼，也無法變色。此實驗確認變色與酸鹼無關。</p> | × |
| 金屬 | <p>在氧氣與酸鹼都不是變色原因的情況下，我們懷疑是不是切蘆薈的不鏽鋼刀造成變色，記得做實驗有看過像硫酸銅溶液是藍色(有二價銅)，老師還有介紹血紅素是紅色(有二價鐵)、葉綠素是綠色(有二價鎂)，所以我們想說會不會是刀子跟蘆薈汁液產生化學反應，但實驗結果發現並無關係。</p> | × |
| 溫度 | <p>我們之所以會發現翠葉蘆薈汁液會變紅，是因為在種植左手香及霓虹水竹草時(研究目的一)，發現整杯種植的液體居然變紅，既然在大太陽底下照射會變紅，我們懷疑是不是溫度造成汁液變紅。經實驗發現與溫度無關。</p> | × |
| 紫外線 | <p>在進行紫外線實驗前，我們有試著將翠葉蘆薈切斷拿到太陽底下曬，但曬了一個下午，也沒有看到它變色，我們才又推測會不會是其中的紫外線讓它變色。因此我們使用疫情期間學校購買的紫消燈進行實驗，每一次 30 分鐘，照了兩次後，翠葉蘆薈的切口處明顯變紅。</p> | ✓ |
| 紫外線+氧 | <p>雖然找到紫外線可以讓翠葉蘆薈的細胞變紅，可是我們在和老師討論時覺得很奇怪，平常翠葉蘆薈種在陽光下，每天照太陽，照理來說紫外線累積起來不是更多，怎麼沒看到翠葉蘆薈整株變紅。所以我們推測會不會是蘆薈被我們切出傷口，傷口接觸到空氣，然後又照射紫外線，才加速讓它變紅。為了驗證這個假設，我們選擇了氧氣、二氧化碳、空氣、無氣體四種環境進行紫外線照射實驗。結果</p> | ✓ |

| | | |
|----|---|---|
| | 發現有氧氣和空氣的組別，翠葉蘆薈都有變紅，證實了紫外線+氧氣可以加速翠葉蘆薈細胞變紅。 | |
| 臭氧 | <p>根據紫外線+氧氣可以讓翠葉蘆薈變紅，我們推測紫外線照射氧氣有</p> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-right: 10px;"> $\begin{array}{l} \text{O}_2 \xrightarrow{\text{UVB}} 2\text{O} \cdot \\ \text{O}_2 + \text{O} \cdot \longrightarrow \text{O}_3 + \text{能量} \\ \text{O}_3 \xrightarrow{\text{UVA}} \text{O}_2 + \text{O} \cdot \end{array}$ </div> <div> <p>可能會產生臭氧，會不會是臭氧造成翠葉蘆薈變色。因此我們利用臭氧機產生臭氧，將臭氧打入蘆薈汁液，實驗結果發現，蘆薈汁液大約 30 秒後開始變色，打入一分鐘的臭氧後，整杯蘆薈水溶液變成紅色。</p> </div> </div> | ✓ |

伍、討論：

一、探討蘆薈汁液對植物生長的情形：

- 一開始我們研究方向是朝蘆薈對植物生長是否有幫助，因為在網路上有看到利用蘆薈來當作植物的生根劑。因此我們選擇學校跟家裡有種的翠葉蘆薈、中華蘆薈來進行研究。
- 我們希望針對種子以及水生植物來進行受試者研究，會選擇綠豆做為種子實驗，主要是因為綠豆容易生長，種植上較沒有難度，我們可以就綠豆生長快慢來進行分析，看哪一種蘆薈對生長較有幫助；選擇水生植物霓虹水竹草和左手香，主要是我們可以利用水耕法來種植，最後也可以透過觀察根生長的情形，方便我們進行比較蘆薈水是否有幫助植物生長的能力。
- 實驗的過程中，我們發現翠葉蘆薈汁液會變紅色，一開始我們以為是實驗器材受到汙染，老師還要我們重作，可是當我們發現不只水耕植物的水變成紅色，連種綠豆的衛生紙也變成紅色，所以是翠葉蘆薈的汁液會變紅，因此我們就將主題轉研究翠葉蘆薈變紅色的原因。
- 另外轉研究主題，還有一個原因是我們發現，蘆薈在幫助綠豆生長的部分(平均 $8.9\text{cm} > 6.2\text{cm}$)雖然有比較好，還有抗發黴的效果，但和對照組生長比起來，並沒有很顯著的優勢，在統計上並無顯著差異，因此我們決定改探討翠葉蘆薈變紅的秘密。

二、探討翠葉蘆薈表皮變色原因：

1. 首先翠葉蘆薈進行表皮切片觀察，發現翠葉蘆薈表皮變色的細胞是保衛細胞。



圖 5-2-1 保衛細胞未變色(作者拍攝)

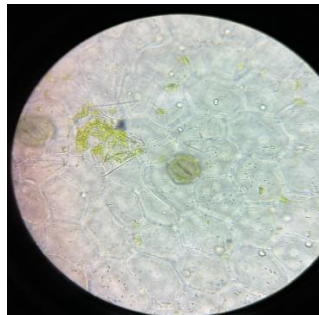


圖 5-2-2 保衛細胞未變色(作者拍攝)

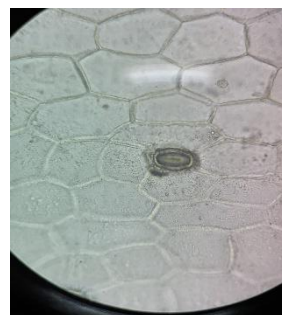


圖 5-2-3 乾掉蘆薈的保衛細胞(作者拍攝)



圖 5-2-4 部分保衛細胞變紅色(作者拍攝)

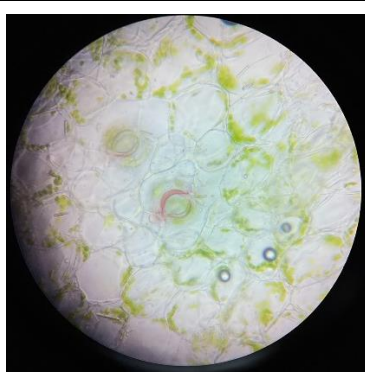


圖 5-2-5 保衛細胞一半變紅色(作者拍攝)



圖 5-2-6 保衛細胞變紅色(作者拍攝)

圖 5-2-1~圖 5-2-6 為翠葉蘆薈表皮細胞樣本/照片來源：作者拍攝

2. 我們上網查了資料，網路對於變色的原因，大部分都是說氧化造成，至於什麼成分氧化也說不清楚，我們先從氧化的部分進行實驗。氧化反應伴隨著還原作用，因此需要有人當氧化劑來造成翠葉蘆薈汁液被氧化，那在大自然界中就空氣中佔 21% 的氧氣最有可能，78% 的氮氣很穩定，在自然情況下是不會當氧化劑，所以我們就以純氧來進行氧化實驗。氧氣在我們透過雙氧水製造後，打入我們準備好的蘆薈汁液，並沒有讓蘆薈水變色，實驗組和對照組的顏色均相同。我們只好另尋其他原因來探討蘆薈汁液變紅的答案。

3. 酸鹼性實驗也可以當作氧化還原的一種，但老師和我們討論說翠葉蘆薈在種植時變色，應該不是強酸強鹼造成，因為我們擺在自然界中，它就慢慢變紅，所以不會是很極端的情況下變色，因此我們就以弱酸弱鹼來進行實驗。透過加入弱酸或弱鹼的水溶液，我們發現蘆薈汁液也沒有變紅的情形。另外，我們也試著把已經變紅的蘆薈汁液，加入弱酸或弱鹼，看它是否能變為透明，結果也不行。證明酸鹼不是翠

葉蘆薈汁液變紅的原因。

4. 我們想說既然酸鹼也不是讓它變色的因素，那我們推測會不會割蘆薈的刀子。因為刀子本身是金屬材質，和蘆薈汁液產生氧化還原反應造成變色。我們推測金屬接觸到植物的汁液，會不會形成金屬離子顏色，造成我們觀看到變色的情形。
5. 當走到山窮水盡時，我們想說種植水耕植物的時候，有讓這些實驗對象照太陽，會不會是陽光的熱造成它變色，因此我們就直接對汁液加熱，看是否能觀察到它變色的情形。
6. 在溫度也不是造成變色原因的情況下，我們就想說會不會是陽光，因此我們就將割開的翠葉蘆薈放在陽光下曝曬，看會不會變色，過了兩個小時也沒有明顯變化。我們決定再縮小範圍，將光鎖定在紫外線的部分，所以我們就利用學校紫消燈來進行照射，結果在照射兩次紫消燈(每次 30 分鐘)，就看到翠葉蘆薈被紫外燈照射的部分變成紅色。
7. 終於找到讓翠葉蘆薈快速變紅色的原因，但我們覺得很奇怪的是，平常翠葉蘆薈直接在陽光底下照射，它並沒有變紅色，整株蘆薈還是綠的呀，而是它出現傷口後，流出來的汁液經過照射後才變紅色，我們就想說是不是還要有什麼物質跟它一起反應，它才會變成紅色。所以我們就決定讓翠葉蘆薈切成一小段，每一小段直接就會碰到氣體，以氧氣、二氧化碳、一般空氣、無任何氣體來進行分析。結果發現在有氧氣+紫外線的情況下，翠葉蘆薈汁液會快速變成紅色。
8. 根據上面發現在有氧氣的環境中，加上紫外線照射，可以讓翠葉蘆薈的葉片細胞快速變紅，我們推測會不會是氧氣在紫外線的照射下形成臭氧，然後臭氧可以讓細胞快速變紅。根據這個假設，我們就使用臭氧機，將臭氧打入塑膠袋，塑膠袋裡面放一小段蘆薈，觀察臭氧是否可以讓細胞變紅，結果細胞並沒有變紅；我們改將臭氧直接打入蘆薈汁液，觀察是否可以讓汁液變紅，實驗結果發現大約 20 秒汁液就開始出現橘色的樣子，再來顏色就越來越深，一分鐘後就整杯變成紅色，反應相當快速。

陸、結論：

- 一、根據實驗結果，我們發現翠葉蘆薈和中華蘆薈汁液種植的綠豆都不會發黴；發芽率的部分翠葉蘆薈和對照組相同，但生長的情形較對照組好。
- 二、翠葉蘆薈對霓虹水竹草和左手香生根有不錯的幫助，實驗顯示加入翠葉蘆薈的汁液的確可以幫助這兩種植物生根。
- 三、翠葉蘆薈切開後會變紅的部分，經顯微鏡觀察是保衛細胞。
- 四、造成翠葉蘆薈汁液變紅的原因是紫外線+氧氣。
- 五、將臭氧氣體打入翠葉蘆薈汁液，可以發現翠葉蘆薈汁液快速變紅的情形。

柒、參考資料：

- 一、劉柔希(2004)・見光死—蘆薈薄膜的光抑菌作用・中華民國第44屆中小學科學展覽會作品說明書。
- 二、劉致頤(2013)・覓光的蘆薈—光誘導蘆薈氣孔開閉之研究・中華民國第53屆中小學科學展覽會作品說明書。
- 三、曾俊諺(2015)・薈不薈防曬?—蘆薈應用在防曬乳可行性之研究・中華民國第55屆中小學科學展覽會作品說明書。
- 四、植物的世界(113)・國小自然科學5上(p.42-p68)・台南市：南一。
- 五、水溶液(113)・國小自然科學5上(p.72-p94)・台南市：南一。
- 六、認識空氣(113)・國小自然科學5下(p.48-p76)・台南市：南一。
- 七、翠葉蘆薈(2024年9月10日)・中文百科・取自
<https://www.newton.com.tw/wiki/%E7%BF%A0%E8%91%89%E8%98%86%E8%96%88>
- 八、蘆薈(2024年9月10日)・農業知識入口網・行政院農業委員會・取自
https://kmweb.moa.gov.tw/knowledge_view.php?id=8189
- 九、為何蘋果會氧化(2025年3月8日)・農業知識家・農業知識入口網・行政院農業委員會・取自
https://kmweb.moa.gov.tw/knowledge_view.php?id=108

十、花青素(2025 年 3 月 8 日)・維基百科・取自

<https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E8%8A%B1%E9%9D%92%E7%B4%A0>

十一、常見有色離子列表(2025 年 3 月 8 日)・高中化學・維基教科書・取自

<https://reurl.cc/9Dk0bj>

捌、附件：

一、本實驗的研究目的，探討翠葉蘆薈、中華蘆薈汁液對植物生長的情形：

※綠豆實驗最終觀察總表 綠豆是否發芽：(是✓/否✗)，有發芽才要量高度喔！

表 1-1 1 號液體(翠葉蘆薈)/作者自製

| 液體 種類 | 盆號 | 綠豆 1 高度(cm) | 綠豆 2 高度(cm) | 綠豆 3 高度(cm) | 衛生紙狀態 (顏色/異味) | 發芽數 |
|-------------------------|----|-------------|-------------|-------------|------------------|-----|
| 1 號 液體 (翠葉 蘆薈) | 1 | ✓14 | ✓7 | ✓6 | 變紅色 | 3 |
| | 2 | ✓8 | ✓11 | ✓11 | | 3 |
| | 3 | ✗ | ✓3 | ✓3 | | 2 |
| | 4 | ✓15 | ✓14 | ✓10 | | 3 |
| | 5 | ✓8 | ✓7 | ✓3 | | 3 |
| | 6 | ✓14 | ✓10 | ✓10 | | 3 |
| | 7 | ✓9 | ✗ | ✓8 | | 2 |
| | 8 | ✓10 | ✓6 | ✗ | | 2 |

| 盆號 | 綠豆 1 (cm) | 綠豆 2 (cm) | 綠豆 3 (cm) | 平均生長長度 (cm) | 總生長長度 (cm) | 標準差 (cm) |
|----|-----------|-----------|-----------|-------------|------------|-------------|
| 1 | 14 | 7 | 6 | 9 | 27 | 3.559026084 |
| 2 | 8 | 11 | 11 | 10 | 30 | 1.414213562 |
| 3 | 0 | 3 | 3 | 3 | 6 | 0 |
| 4 | 15 | 14 | 10 | 13 | 39 | 2.160246899 |
| 5 | 8 | 7 | 3 | 6 | 18 | 2.160246899 |
| 6 | 14 | 10 | 10 | 11.3 | 34 | 1.885618083 |
| 7 | 9 | 0 | 8 | 8.5 | 17 | 0.027681991 |
| 8 | 10 | 6 | 0 | 8 | 16 | 4.109609335 |

表 1-2 2 號液體(中華蘆薈)/作者自製

| 液體 種類 | 盆號 | 綠豆 1 高度(cm) | 綠豆 2 高度(cm) | 綠豆 3 高度(cm) | 衛生紙狀態 (顏色/異味) | 發芽數 |
|---------------------------------|----|-------------|-------------|-------------|------------------|-----|
| 2 號 液體 (中 華 蘆 薈) | 1 | ✓5 | ✓3 | ✗ | 變黃色 | 2 |
| | 2 | ✓3 | ✓3 | ✓4 | | 3 |
| | 3 | ✓4 | ✓3 | ✓7 | | 3 |
| | 4 | ✓9 | ✓4 | ✗ | | 2 |
| | 5 | ✓5 | ✓8 | ✗ | | 2 |
| | 6 | ✓7 | ✗ | ✓5 | | 2 |
| | 7 | ✓5 | ✓13 | ✓3 | | 3 |
| | 8 | ✓10 | ✓6 | ✗ | | 2 |



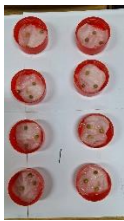
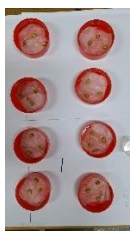
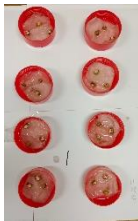
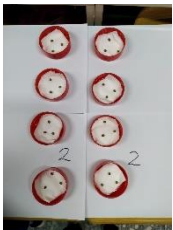
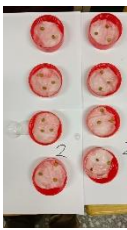
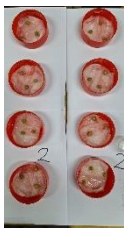





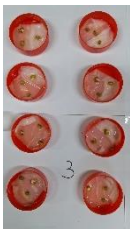

| 盆次 | 綠豆 1 (cm) | 綠豆 2 (cm) | 綠豆 3 (cm) | 平均生長長度 (cm) | 總生長長度 (cm) | 標準差 (cm) |
|----|-----------|-----------|-----------|-------------|------------|-------------|
| 1 | 5 | 3 | 0 | 4 | 8 | 1.054804668 |
| 2 | 3 | 3 | 4 | 3.3 | 10 | 0.471404521 |
| 3 | 4 | 3 | 7 | 4.7 | 14 | 1.699673171 |
| 4 | 9 | 4 | 0 | 6.5 | 13 | 2.681787006 |
| 5 | 5 | 8 | 0 | 6.5 | 13 | 2.099831646 |
| 6 | 7 | 0 | 5 | 4 | 12 | 2.943920289 |
| 7 | 5 | 13 | 3 | 7 | 21 | 4.320493799 |
| 8 | 10 | 6 | 0 | 8 | 16 | 2.109609335 |

表 1-3 3 號液體(水-對照組)/作者自製

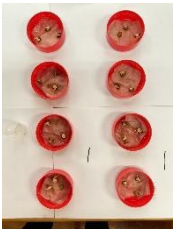
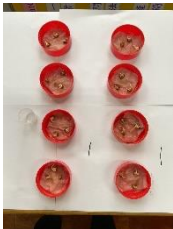




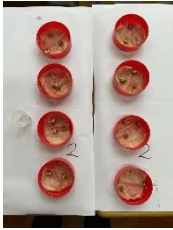
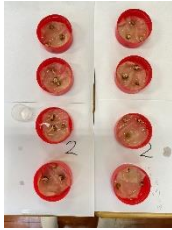


| 液體 種類 | 盆號 | 綠豆 1 高度(cm) | 綠豆 2 高度(cm) | 綠豆 3 高度(cm) | 衛生紙狀態 (顏色/異味) | 發芽數 |
|------------------------------|----|-------------|-------------|-------------|------------------|-----|
| 3 號 液體 (水- 對照 組) | 1 | ✓2 | ✓17 | ✓1 | 有一些黑斑有 異味 | 3 |
| | 2 | ✗ | ✓5 | ✓3 | 有黑斑 | 2 |
| | 3 | ✓7 | ✓3 | ✓5 | | 3 |
| | 4 | ✓2 | ✓5 | ✗ | 長毛、發黴 | 2 |
| | 5 | ✓17 | ✓6 | ✓4 | | 3 |
| | 6 | ✓10 | ✓2 | ✓4 | 有黑斑 | 3 |
| | 7 | ✓10 | ✓6 | ✓4 | 有黑斑 | 3 |
| | 8 | ✗ | ✓12 | ✓6 | | 2 |

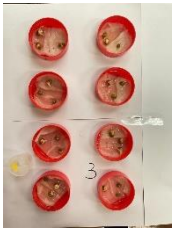
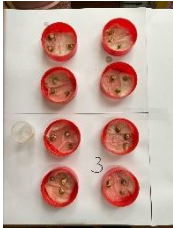
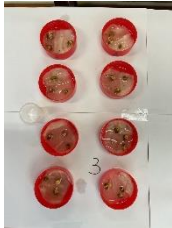
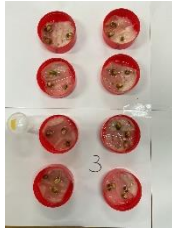
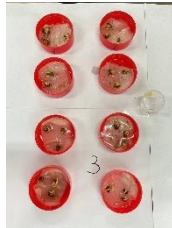
| 盆次 | 綠豆 1 (cm) | 綠豆 2 (cm) | 綠豆 3 (cm) | 平均生長長度 (cm) | 總生長長度 (cm) | 標準差 (cm) |
|----|-----------|-----------|-----------|-------------|------------|-------------|
| 1 | 2 | 17 | 1 | 6.7 | 20 | 7.318166133 |
| 2 | 0 | 5 | 3 | 4 | 8 | 1.054804668 |
| 3 | 7 | 3 | 5 | 5 | 15 | 1.632993162 |
| 4 | 2 | 5 | 0 | 3.5 | 7 | 2.054804668 |
| 5 | 17 | 6 | 4 | 9 | 27 | 5.715476066 |
| 6 | 10 | 2 | 4 | 5.3 | 16 | 3.399346342 |
| 7 | 10 | 6 | 4 | 6.7 | 20 | 2.494438258 |
| 8 | 0 | 12 | 6 | 9 | 18 | 3.098979486 |

2. 觀察記錄 表 1-4/作者自製(作者製表)

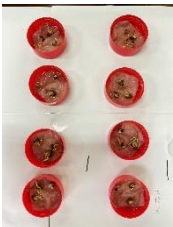
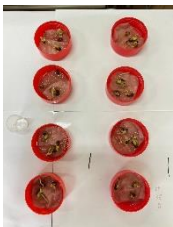



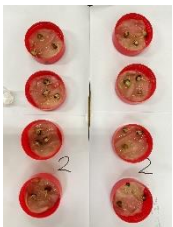
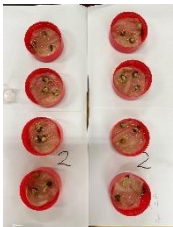


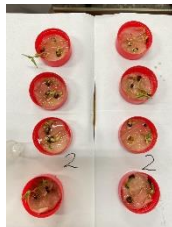
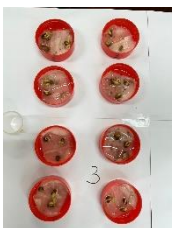
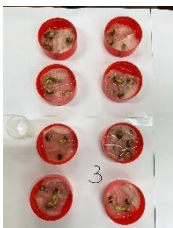
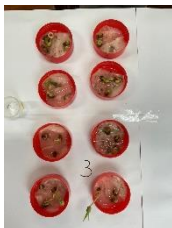

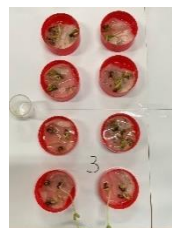
| | Day1 (2月3日) | Day2 (2月4日) | Day3 (2月5日) | Day4 (2月6日) | Day5 (2月7日) |
|----------------------------|--|--|---|--|---|
| 第一組 (翠葉蘆 薈汁液) 發芽率 | 0%  | 0%  | 12.5%  | 70.8%  | 87.5%  |
| 第二組 (中華蘆 薈汁液) 發芽率 | 0%  | 0%  | 16.7%  | 70.8%  | 79.2%  |
| 第三組 (對照組 —水) 發芽率 | 0%  | 0%  | 16.7%  | 54.2  | 58.3%  |

照片來源：作者實驗紀錄時拍攝











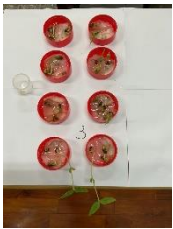




| | Day6 (2月8日) | Day7 (2月9日) | Day8 (2月10日) | Day9 (2月11日) | Day10 (2月12日) |
|----------------------------|--|--|--|--|--|
| 第一組 (翠葉蘆 薈汁液) 發芽率 | 87.5%  | 87.5%  | 87.5%  | 87.5%  | 87.5%  |
| 第二組 (中華蘆 薈汁液) 發芽率 | 83.3%  | 83.3%  | 83.3%  | 83.3%  | 83.3%  |

| | | | | | |
|---------------------------|---|---|---|---|---|
| 第三組 (對照組 一水) 發芽率 | 70.8% | 83.3% | 87.5% | 87.5% | 87.5% |
| |  |  |  |  |  |

照片來源：作者實驗紀錄時拍攝

| | | | | | |
|----------------------------|---|---|---|---|---|
| | Day11 (2月13日) | Day12 (2月14日) | Day13 (2月15日) | Day14 (2月16日) | Day15 (2月17日) |
| 第一組 (翠葉蘆 薈汁液) 發芽率 | 87.5% | 87.5% | 87.5% | 87.5% | 87.5% |
| |  |  |  |  |  |
| 第二組 (中華蘆 薈汁液) 發芽率 | 83.3% | 83.3% | 83.3% | 83.3% | 83.3% |
| |  |  |  |  |  |
| 第三組 (對照組 一水) 發芽率 | 87.5% | 87.5% | 87.5% | 87.5% | 87.5% |
| |  |  |  |  |  |

照片來源：作者實驗紀錄時拍攝

| | Day16 (2月18日) | Day17 (2月19日) | Day18 (2月20日) | Day19 (2月21日) | Day19 (2月21日) |
|----------------------------|--|--|--|--|--|
| 第一組 (翠葉蘆 薈汁液) 發芽率 | 87.5% | 87.5% | 87.5% | 量幾公分 | 量幾公分 |
| |  |  |  |  |  |
| 第二組 (中華蘆 薈汁液) 發芽率 | 83.3% | 83.3% | 83.3% | 量幾公分 | 量幾公分 |
| |  |  |  |  |  |
| 第三組 (對照組 —水) 發芽率 | 87.5% | 87.5% | 87.5% | 量幾公分 | 量幾公分 |
| |  |  |  |  |  |

照片來源：作者實驗紀錄時拍攝

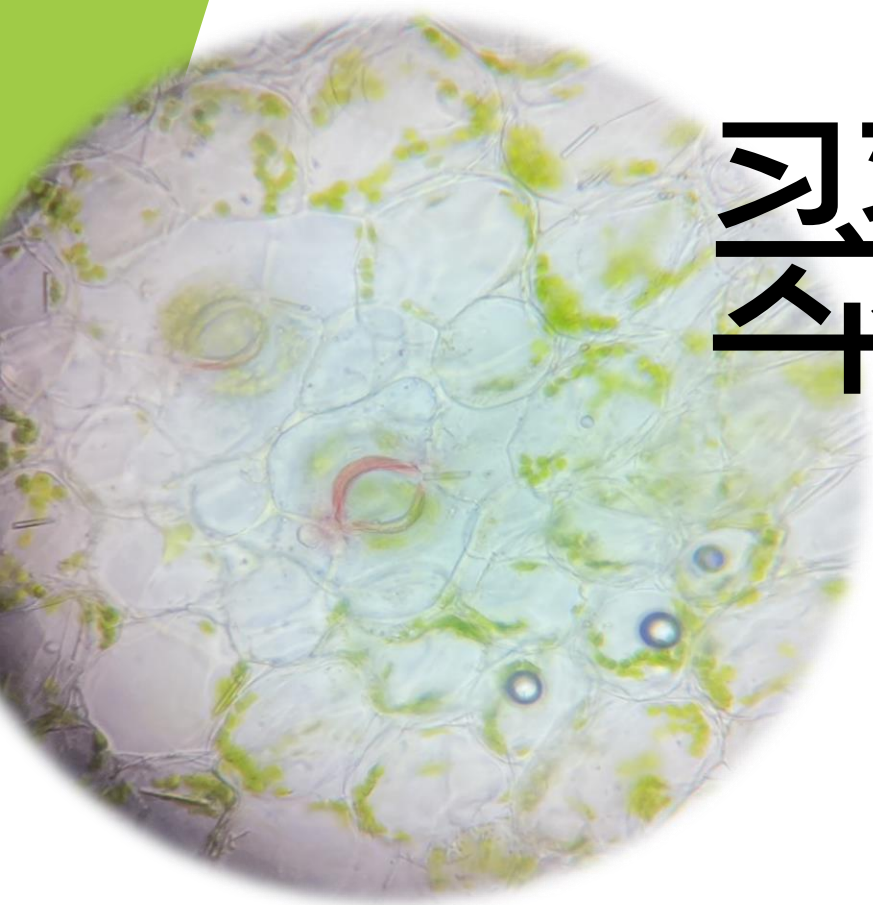
【評語】 080305

1. 本作品探討翠葉蘆薈汁液對植物生長的影響及其變紅現象的成因，從日常生活中發現蘆薈汁液變色的現象，展現主動觀察與提問的能力。
2. 實驗設計細緻多元，自行設計多組對照實驗，涵蓋植物生長、變色機制等。
3. 詳細記錄實驗數據，並以表格、照片輔助說明，結果分析有條理。
4. 若能增加每組實驗的樣本數與重複次數，將使數據更具說服力與統計意義。
5. 建議在進行多組比較時，進一步加強對環境條件（如光照、溫度、濕度等）的控制。部分變因的實驗內容或設計需要再確認，例如：溫度和酸鹼的部分，讓實驗結果更嚴密。
6. 可再多參考國內外相關與蘆薈變色及植物生長促進的研究，讓討論層面更為完整。
7. 若有機會進行更長期的觀察，或將研究延伸至其他植物或變色現象，將能讓研究更具廣度與深度。

作品海報

「蒼」不「蒼」紅一

翠葉蘆薈葉片變紅之研究



壹、前言

一、研究動機

有一次自然老師送我們一人一片落地生根，要我們回去種植並觀察，我們就很好奇它怎麼會一直生根？一片葉子竟然就可以繁殖，且繁殖力驚人！它的汁液是否可以促進其他植物生長呢？於是我們暑假就做了一些實驗，可是發現它並不能促進綠豆生長。後來我們上網查找天然的生根劑，發現有些農夫會用蘆薈來幫助植物生長。這讓我們覺得很有趣，所以決定試試看，用蘆薈來幫助植物生長。沒想到，在實驗的過程中，我們意外發現翠葉蘆薈的汁液居然會變紅！這到底是怎麼回事呢？於是我們深入研究，尋找變紅的答案.....！

二、文獻回顧

第44屆全國科展研究蘆薈薄膜的抑菌效果，第53屆探討光對蘆薈氣孔開閉的影響，第55屆則分析蘆薈應用於防曬乳的可行性。目前還沒有蘆薈促進植物生長的相關研究。網路上有人分享植物扦插時會使用蘆薈汁液，我們進行蘆薈是否具有促進植物生長的研究。**實驗過程中，我們意外發現翠葉蘆薈汁液會變紅，但無相關文獻說明變紅原因**，所以我們決定深入研究此原因。在設計實驗前，我們查閱了植物變色的常見原因，包括：多酚類物質與氧氣結合導致氧化變色；花青素受酸鹼值影響變色；金屬離子顏色；溫度變化。我們將從這些方向著手，探討翠葉蘆薈變色的成因。

三、研究目的

(一)前驅實驗：探討翠葉蘆薈汁液對植物生長的情形。

- 1.翠葉蘆薈、中華蘆薈汁液對綠豆生長的情形。
- 2.翠葉蘆薈汁液對水生植物生根的情形。

(二)探討翠葉蘆薈變色原因：

- 1.翠葉蘆薈進行表皮切片觀察。
- 2.氧氣對翠葉蘆薈表皮變色的影響。
- 3.酸鹼性對翠葉蘆薈表皮變色的影響。
- 4.金屬對翠葉蘆薈表皮變色的影響。
- 5.溫度對翠葉蘆薈表皮變色的影響。
- 6.紫外線對翠葉蘆薈表皮變色的影響。
- 7.紫外線+空氣中常見氣體對翠葉蘆薈表皮變色的影響。
- 8.臭氧對翠葉蘆薈表皮變色的影響。
- 9.臭氧對翠葉蘆薈汁液變色的影響。

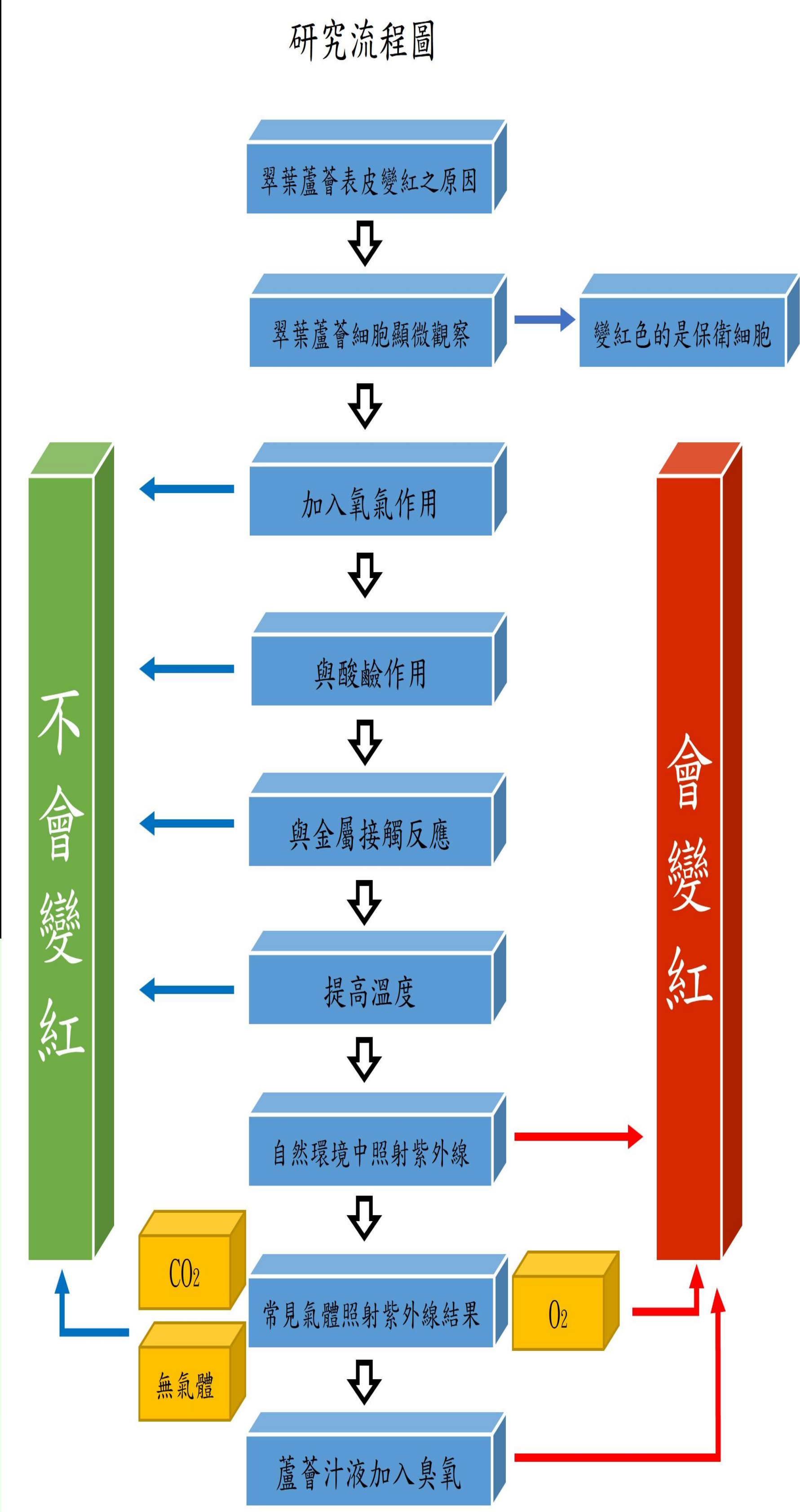


圖1-3-2 探討翠葉蘆薈變色流程圖

貳、研究設備及器材

一、實驗器材

各式大小燒杯、圓形玻璃盤、量筒、三腳架、陶瓷纖維網、酒精燈、濾紙、玻璃棒、顯微鏡、蓋玻片、載玻片、錐形瓶、電子磅秤、美工刀、玻璃瓶、枝剪、木夾、石蕊試紙、臭氧機每公升0.03mg。

二、實驗樣品及藥品

- (一)藥品：雙氧水5%、氫氧化鈉、檸檬酸、小蘇打。
- (二)植物採集：翠葉蘆薈、中華蘆薈、綠豆、霓虹水竹草、左手香、綠豆。

參、研究過程與結果

一、前驅實驗：探討翠葉蘆薈、中華蘆薈汁液對植物生長的情形

實驗(1-1)：翠葉蘆薈、中華蘆薈汁液對綠豆生長的情形。

實驗想法：我們想了解蘆薈是否可以加快綠豆發芽及生長，因此我們設計以下實驗，讓蘆薈汁液作為實驗組，一般澆水作為對照組，受試者為綠豆。

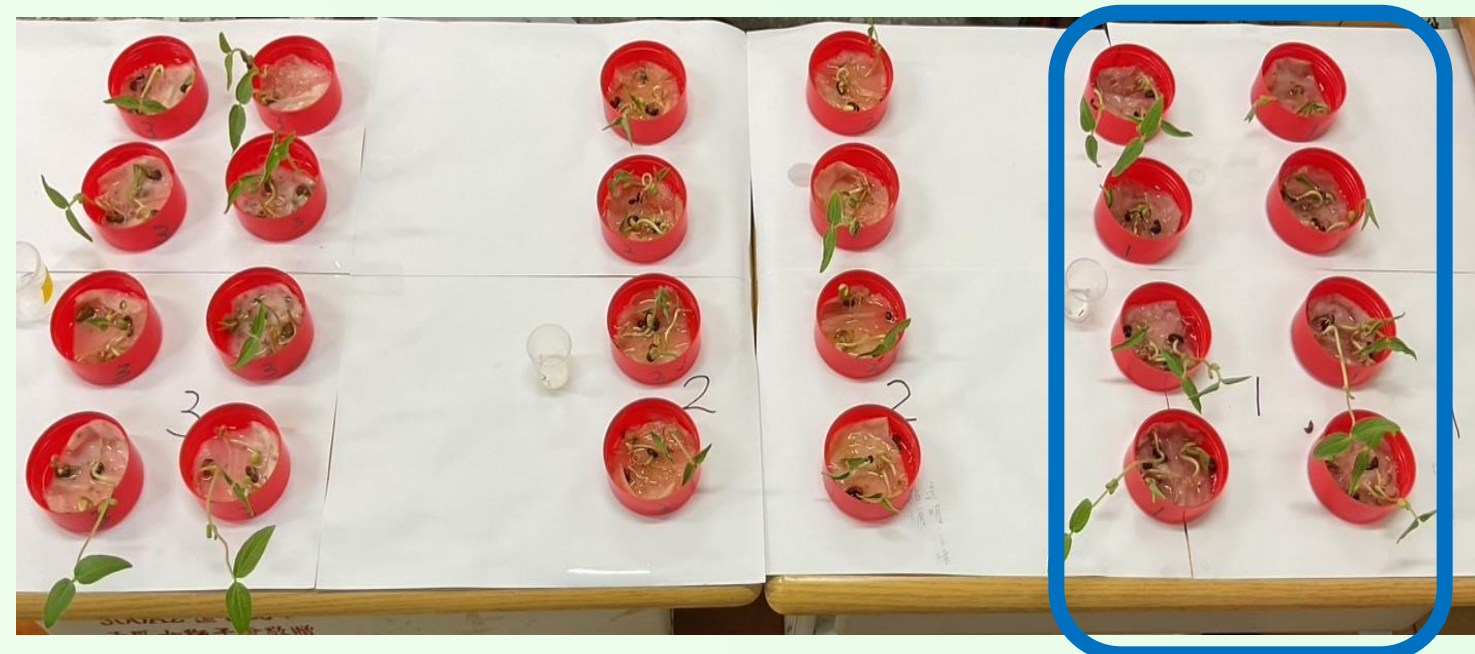


圖3-1-1 綠豆種植情形。

實驗結果：雖然**翠葉蘆薈組平均高度大於對照組**，但在統計上未達顯著，同樣**中華蘆薈組**也未達顯著。

| 液體種類 | 綠豆平均高度 (cm) | 總發芽數量 | 總發芽率(%) | 衛生紙是否變質 | 其他發現 |
|-------------|-------------|-------|---------|---------|------|
| 1號液體 (翠葉蘆薈) | 8.9cm | 21 | 87.5% | 無 | 變紅色 |
| 2號液體 (中華蘆薈) | 5cm | 20 | 83% | 無 | 變黃色 |
| 3號液體 (對照組) | 6.2cm | 21 | 87.5% | 有發黴 | 有黑斑 |



圖3-1-2 第19天測量生長長度

實驗(1-2)、翠葉蘆薈汁液對水生植物生根的情形。

實驗想法：我們透過水生植物來觀察蘆薈是否可以作為天然生根劑。之所以選擇水耕植物作為實驗對象，主要是因為水耕法能夠清楚觀察植物根部的生長情形，不像栽種在土壤中的植物，必須挖開土壤才能觀察根部。



圖3-1-3 種植霓虹水竹草，方便觀察根生長情形

實驗結果：我們發現無論用衛生紙種植綠豆，或是水耕法種植植物，澆灌翠葉蘆薈汁液的部分，都會變成紅色，我們一開始以為是實驗汙染造成，但兩次實驗結果都顯示翠葉蘆薈汁液真的會變紅色。我們決定朝著翠葉蘆薈變色的部分進行研究。



圖3-1-4 意外發現汁液變成紅色

二、探討翠葉蘆薈變色原因：

實驗(2-1)：翠葉蘆薈哪個部位變紅？

實驗想法：我們想了解翠葉蘆薈變色的部分是哪種細胞，因此我們將翠葉蘆薈表皮細胞進行顯微觀察，透過顯微鏡確認變紅的細胞為何？

實驗結果：發現會變成紅色的細胞，是翠葉蘆薈的保衛細胞，甚至還有保衛細胞只有一半變成紅色。

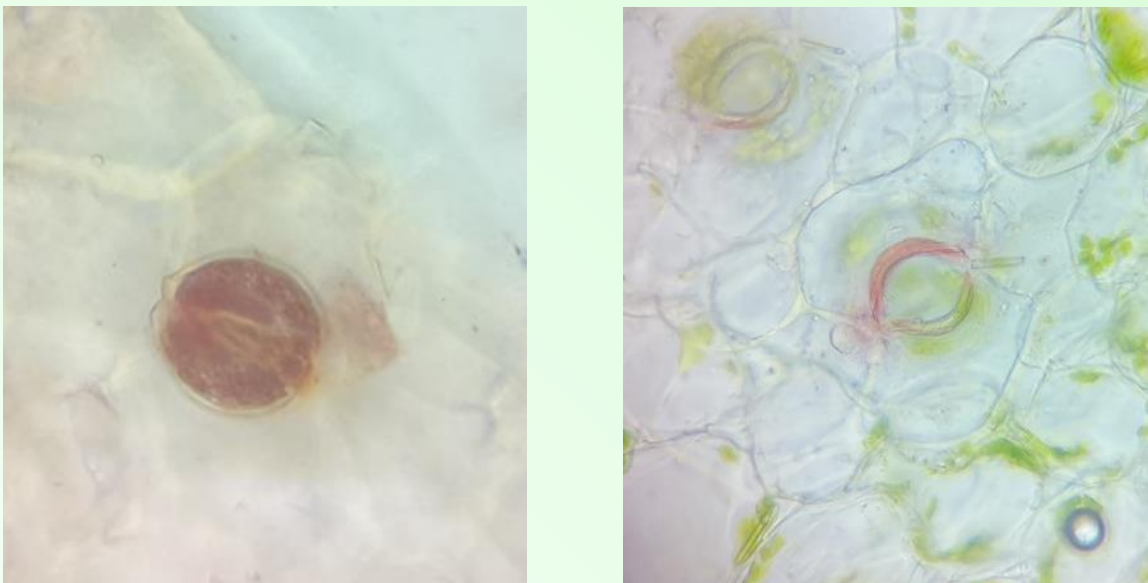


圖3-2-1 保衛細胞變紅色/400倍率

實驗(2-2)：氧氣會讓翠葉蘆薈汁液變色嗎？

實驗想法：我們懷疑翠葉蘆薈表皮會變色是因為氧化，上網查資料，**有人說跟蘋果一樣，切開接觸空氣後變紅**，我們推測是否跟葉片傷口接觸到空氣中的氧，造成氧化而變色。因此我們決定用雙氧水製造氧氣，再將氧氣灌入翠葉蘆薈汁液，觀察變色情形。

實驗結果：我們將氧氣灌入翠葉蘆薈汁液中，實驗近3小時，汁液仍無變色。確認蘆薈汁液要變紅，應該不是單純碰到空氣中的氧氣就能變色。

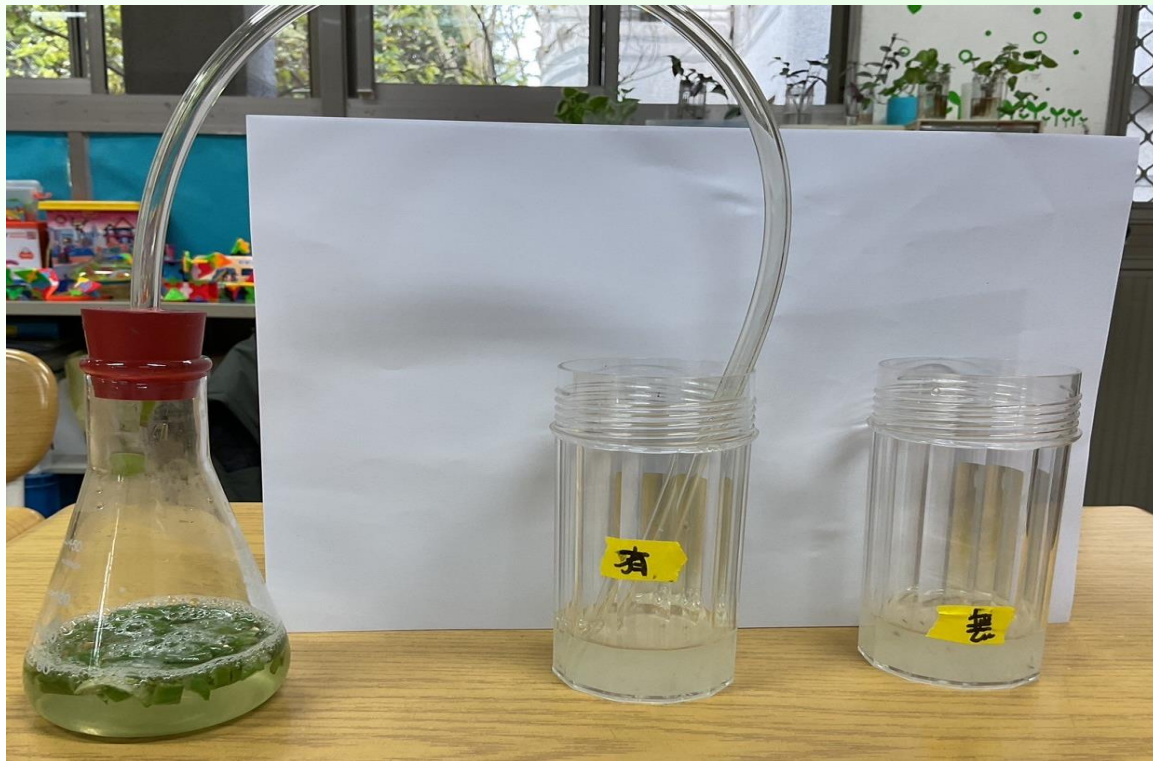


圖3-2-2 將氧氣打入汁液中

實驗(2-3)：酸鹼性會讓翠葉蘆薈汁液變色嗎？

實驗想法：我們懷疑翠葉蘆薈表皮會變色是因為**花青素**，花青素本身對酸鹼反應很明顯，因此我們當時推測蘆薈汁液會變色的原因是否與酸鹼有關。

- 1.我們以透明蘆薈汁液+檸檬酸水 或 +小蘇打水
- 2.我們以已經變紅色蘆薈汁液+檸檬酸水 或 +小蘇打水

實驗結果：1.我們發現加入弱酸or弱鹼都無法讓蘆薈汁液變色。2.後來我們將已經變紅色的蘆薈汁液滴入酸或鹼，也無法變色。此實驗確認變色與酸鹼無關。

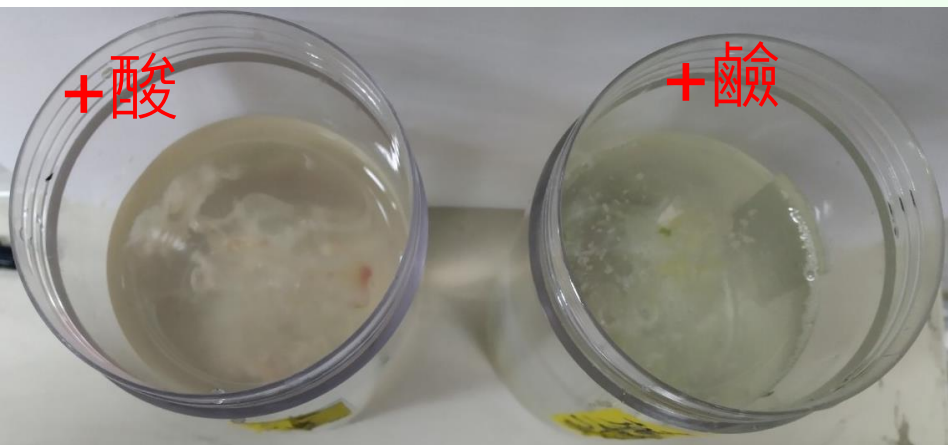


圖3-2-3-1 透明蘆薈汁液+酸鹼

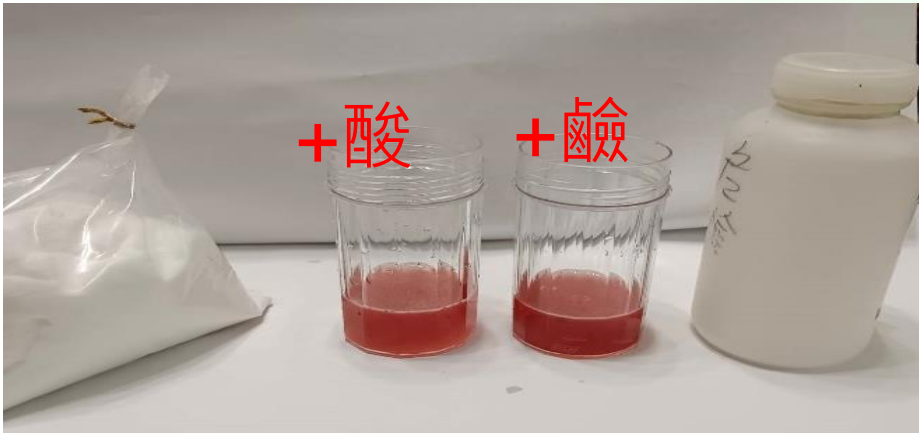


圖3-2-3-2 紅色蘆薈汁液+酸鹼

實驗(2-4)：金屬會讓翠葉蘆薈汁液變色嗎？

實驗想法：我們懷疑翠葉蘆薈表皮會變色是因為**不鏽鋼刀片**切過造成，我們試著分別用金屬或玻璃割開翠葉蘆薈的表皮，觀察葉片變色情形。

實驗結果：發現不鏽鋼接觸翠葉蘆薈的汁液，並無加速它變紅色的能力。

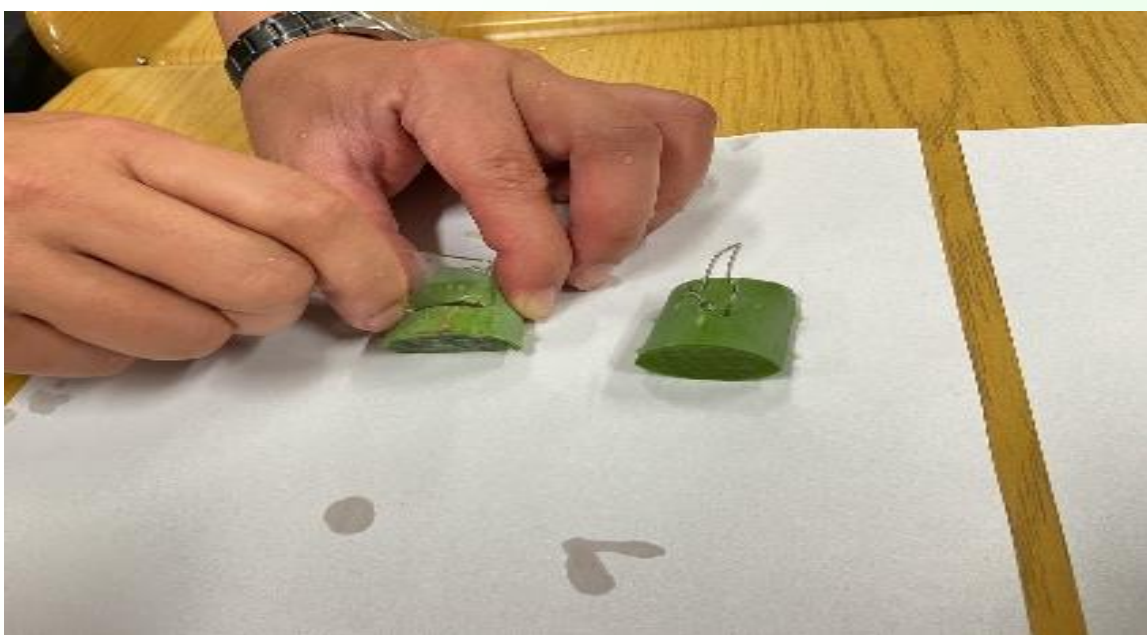


圖3-2-4 金屬與玻璃對蘆薈影響

實驗(2-5)：提高溫度會讓翠葉蘆薈汁液變色嗎？

實驗想法：我們懷疑翠葉蘆薈表皮會變色是因為溫度造成，因為我們在種水耕植物時，將裝有翠葉蘆薈的溶液放在**陽光底下**，結果會變紅色，我們推測是否溫度會造成汁液變色。

實驗結果：雖然透過日照情形下，翠葉蘆薈汁液是會變成紅色，但在加熱的情形下，翠葉蘆薈汁液並沒有加速變成紅色。



圖3-2-5 加熱對蘆薈汁液影響

實驗(2-6)：照射紫外線會讓翠葉蘆薈變色嗎？

實驗想法：我們懷疑翠葉蘆薈表皮會變色是因為**陽光**造成，但我們試著擺在陽光底下，也沒有明顯的變化，因此我們試著用**紫外線燈**照翠葉蘆薈的表皮，再觀察葉片變色情形。

實驗結果：發現在紫外線燈照射下，翠葉蘆薈會快速變成紅色，顯示紫外線對翠葉蘆薈變色有很大的影響

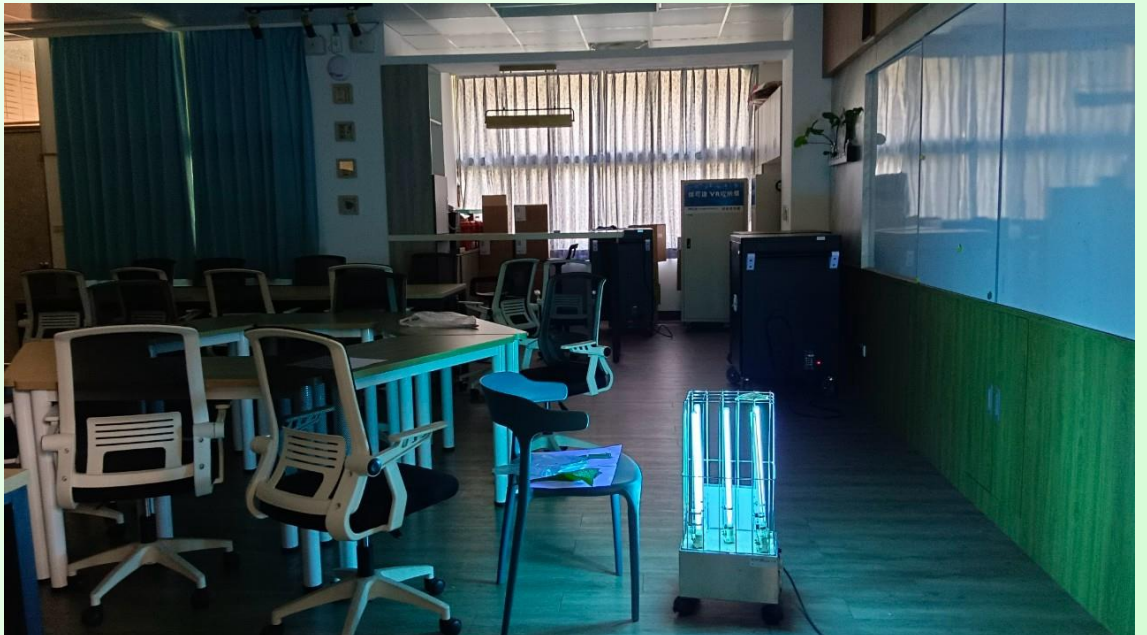


圖3-2-6 照射紫外線

實驗(2-7)：紫外線+空氣中常見氣體會讓翠葉蘆薈表皮變色嗎？

實驗想法：我們在和老師討論時覺得很奇怪，平常翠葉蘆薈種在陽光下，每天照太陽，照理來說紫外線累積起來不是更多，怎麼沒看到翠葉蘆薈整株變紅。所以我們推測會不會是蘆薈被我們切出傷口，**傷口接觸到空氣**，**然後又照射紫外線**，才加速讓它變紅。

實驗結果：我們選擇了氧氣、二氧化碳、空氣、無氣體四種環境進行紫外線照射實驗。結果發現有氧氣和空氣的組別，翠葉蘆薈都有變紅，證實了紫外線+氧氣可以加速翠葉蘆薈細胞變紅。



圖3-2-7-1 加入常見氣體



圖3-2-7-2 常見氣體下照射紫外線

實驗(2-8)：臭氧會讓翠葉蘆薈表皮變色嗎？
實驗想法：由於在實驗(2-7)中，我們發現了在紫外燈與氧氣同時存在的情形下，可以加速翠葉蘆薈的細胞變紅，我們推測有沒有可能是**氧氣在紫外燈照射下，變成臭氧**，造成翠葉蘆薈細胞變紅。因此我們想透過臭氧機產生的臭氧，對翠葉蘆薈進行實驗。

實驗(2-9)：臭氧會讓翠葉蘆薈汁液變色嗎？
實驗想法：除了在實驗(2-8)我們利用臭氧對細胞進行實驗，我們試著透過臭氧機，將產生的臭氧打入翠葉蘆薈汁液中，觀察蘆薈汁液是否會變紅色。

實驗結果：我們利用臭氧機產生臭氧，將臭氧打入塑膠袋內，發現蘆薈沒有變色；打入蘆薈汁液結果發現，蘆薈汁液大約30秒後開始變色，繼續加一分鐘的臭氧後，整杯蘆薈水溶液變成紅色。



圖3-2-8 臭氧直接對蘆薈



圖3-2-9 臭氧加入蘆薈汁液

肆、討論

| | 實驗方法討論 |
|-------|---|
| 氧氣 | 查詢資料發現網路普遍認為是「氧化」造成變色，但多數無法說明是哪種成分。於是我們用 純氧進行實驗 （由雙氧水產生），將氧氣打入蘆薈汁液中，但 並未出現變色 ，與對照組相同。 |
| 酸鹼 | 在探究蘆薈汁液變色原因時，我們以酸鹼指示劑常見的 花青素 為參考，加入弱酸（檸檬酸）與弱鹼（稀釋氫氧化鈉）進行測試，但汁液未變色；即使變紅後再加酸或鹼，顏色也未改變，證實變色與酸鹼無關。 |
| 金屬 | 在排除氧氣與酸鹼因素後，我們懷疑 金屬刀具與蘆薈汁液接觸 是否造成變色，因為像血紅素、葉綠素等都含二價金屬。但實驗結果顯示，刀子並不影響蘆薈汁液變色 |
| 溫度 | 我們在種植左手香與霓虹水竹草時發現翠葉蘆薈汁液變紅，因 發生在陽光下 ，曾懷疑與溫度有關，但實驗證實與溫度無關。 |
| 紫外線 | 在紫外線實驗前，我們曾將切開的翠葉蘆薈曝曬一下午卻未見變色，因而改用 學校的紫消燈 進行照射。每次30分鐘，照兩次後，切口明顯變紅，顯示紫外線會讓翠葉蘆薈變紅。 |
| 紫外線+氧 | 雖然紫外線能讓翠葉蘆薈變紅，但我們發現種在陽光下的整株蘆薈卻不會變色，因此推測變紅需同時具備傷口、 氧氣與紫外線 。為驗證此假設，我們在不同氣體環境下進行紫外線照射，結果只有在氧氣與空氣中變紅，證實紫外線加氧氣能加速變色 |
| 臭氧 | 根據紫外線加氧氣會讓翠葉蘆薈變紅，我們推測可能是產生的臭氧造成變色。於是利用臭氧機將 臭氧打入蘆薈汁液，結果約30秒後開始變紅 ，一分鐘內整杯變為紅色，證實臭氧為關鍵因素。 |

伍、結論

- 一、我們在前驅實驗，研究翠葉蘆薈對植物生長是否有幫助的時候，意外發現翠葉蘆薈的汁液會變紅色。我們就將實驗的方向，改為探討翠葉蘆薈汁液變紅的原因。
- 二、翠葉蘆薈表皮切開後，**會變紅的部分**，經顯微鏡觀察是**保衛細胞**。
- 三、探討翠葉蘆薈汁液變紅的原因，我們發現直接加入氧氣、加入酸鹼、接觸金屬、提高溫度，都**無法**讓翠葉蘆薈變色。
- 四、加速翠葉蘆薈汁液**變紅**的原因，是在**有氧氣的情況下照射紫外線**。
- 五、直接將**臭氧**氣體打入翠葉蘆薈汁液，也可以發現翠葉蘆薈汁液**快速變紅**的情形。

陸、參考文獻

一、劉柔希 (2004) • 見光死—蘆薈薄膜的光抑菌作用•中華民國第44屆中小學科學展覽會作品說明書。

二、劉致頤(2013)•覓光的蘆薈-光誘導蘆薈氣孔開閉之研究•中華民國第53屆中小學科學展覽會作品說明書。

三、曾俊諺(2015)•薈不薈防曬?—蘆薈應用在防曬乳可行性之研究•中華民國第55屆中小學科學展覽會作品說明書。

四、植物的世界（113）•國小自然科學5上（p.42-p68）•台南市：南一。

五、水溶液（113）•國小自然科學5上（p.72-p94）•台南市：南一。

六、認識空氣（113）•國小自然科學5下（p.48-p76）•台南市：南一。

七、翠葉蘆薈(2024年9月10日)•中文百科•取自<https://www.newton.com.tw/wiki/%E7%BF%A0%E8%91%89%E8%98%86%E8%96%88>

八、蘆薈(2024年9月10日)•農業知識入口網•行政院農業委員會•取自https://kmweb.moa.gov.tw/knowledge_view.php?id=8189

九、為何蘋果會氧化(2025年3月8日)•農業知識家•農業知識入口網•行政院農業委員會•取自https://kmweb.moa.gov.tw/knowledge_view.php?id=108

十、花青素(2025年3月8日)•維基百科•取自<https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E8%8A%B1%E9%9D%92%E7%B4%A0>

十一、常見有色離子列表(2025年3月8日)•高中化學•維基教科書•取自<https://reurl.cc/9Dk0bj>