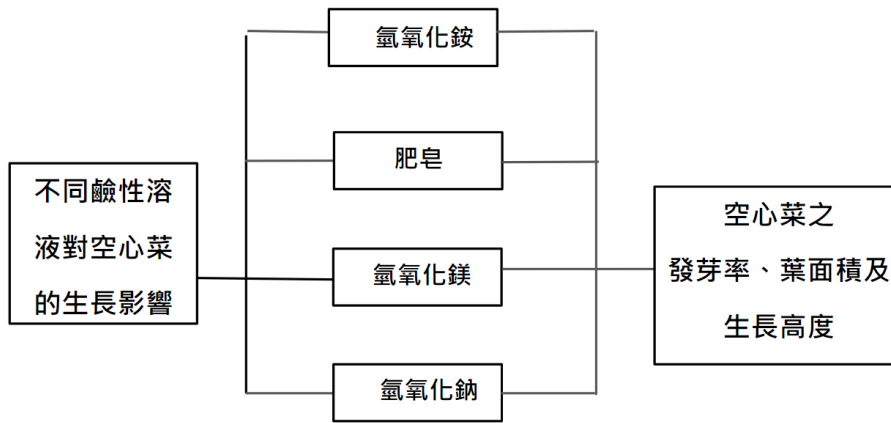


2024 年【科學探究競賽-這樣教我就懂】

普高組 成果報告表單

題目名稱：當酸雨降落開心農場—中和酸雨的方法
一、摘要
本實驗主要探討酸雨對植物生長的影響，並找尋可以有效防制酸雨的方法。我們了解酸雨的組成物質後，選擇 pH=4 的稀釋硫酸作為人工酸雨來種植空心菜，觀察發芽率和生長狀況。在發芽率的方面，使用氫氧化鈣和水澆灌，其發芽率為 100%，然而用氨水、氫氧化鈉和肥皂水，皆未成功發芽；而在植株高度和葉面積的部分，使用氫氧化鈣和水的獲得較良好的生長狀況，使用硫酸的狀況一開始生長快速，但後期卻陸續死亡。總而言之，酸雨是植物非常大的威脅，可以使用氫氧化鈣可以有效中和酸雨，其他鹼性溶液則不推薦。
二、探究題目與動機
近年來，各種人為活動造成全球環境變遷的情形加劇，酸雨即為其中之一。酸雨是由環境中的許多人為活動所引起，如工廠活動及車輛排放之廢氣，其影響包括湖泊酸化、水生生物死亡、農作物吸收水分的能力受阻等。我們的家鄉為農業大縣——雲林，農耕土地面積約 80 公頃，約佔全縣土地面積之 62%，而酸雨的危害不僅造成作物減損，同時更影響著人類的健康安全問題，由此可見酸雨的環境議題已經圍繞在生活周遭。黑豆在 pH=8 的土壤中若進行酸性溶液澆灑，導致酸鹼中和，發芽率可達 100%，若土壤呈現酸性，澆灑鹼性溶液可使黑豆生長最快速(林品蓉，2017)。因此，我們想透過製造人造酸雨的方式，再利用各種不同鹼性溶液的中和程度並觀察其對於植物生長情形之影響，提供能有效抑制農作物因酸雨而腐壞的防治方法，而我們使用常見的農作物空心菜為實驗樣本。
三、探究目的與假設
一、探討酸雨的組成物質，製作人造酸雨 二、觀察不同中和人造酸雨的鹼性溶液對空心菜的發芽率、植株高度及葉面積的影響 三、比較硫酸澆與否對空心菜生長狀況的影響
四、探究方法與驗證步驟
一、研究設備與器材 培養土、盆栽、空心菜種子、硫酸、滴管、燒杯、量筒、電子秤、氨水、氫氧化鈣、氫氧化鈉、肥皂、小蘇打粉、水、滴管
二、研究架構



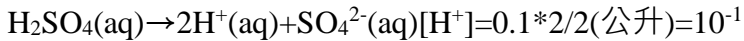
圖一 本實驗之研究架構

三、研究方法

(一) 製造人造酸雨

由環境部網站所提供的資料，我們可以得知酸雨主要是由二氧化硫(SO₂)所組成，而且其 pH 值須小於 5.0，我們使用硫酸加水稀釋，製造簡易酸雨，實驗步驟如下：

1. 取 0.1mole H₂SO₄ (約 5 c.c.)溶於 2 公升水中



pH = -log [H⁺] = -log 10¹ = 1 初步可得 pH 值=1 的酸雨

2. 取初步製成的酸雨 10 毫升溶於 1 公升水中

$$[\text{H}^+] = \text{H}^+ \text{mole} / \text{V}(\text{公升}) \Rightarrow [\text{H}^+] \propto 1/\text{V}$$

$$1(\text{公升}) / 0.01(\text{公升}) = 10^2 \quad [\text{H}^+] = 10^{-1} / 10^2 = 10^{-3}$$

$$\text{pH} = -\log[\text{H}^+] = -\log 10^{-3} = 3$$

3. 再取第二次稀釋之溶液 100 毫升溶於 1 公升水中

$$1(\text{公升}) / 0.1(\text{公升}) = 10^1 \quad [\text{H}^+] = 10^{-3} / 10^1 = 10^{-4}$$

$$\text{pH} = -\log[\text{H}^+] = -\log 10^{-4} = 4$$

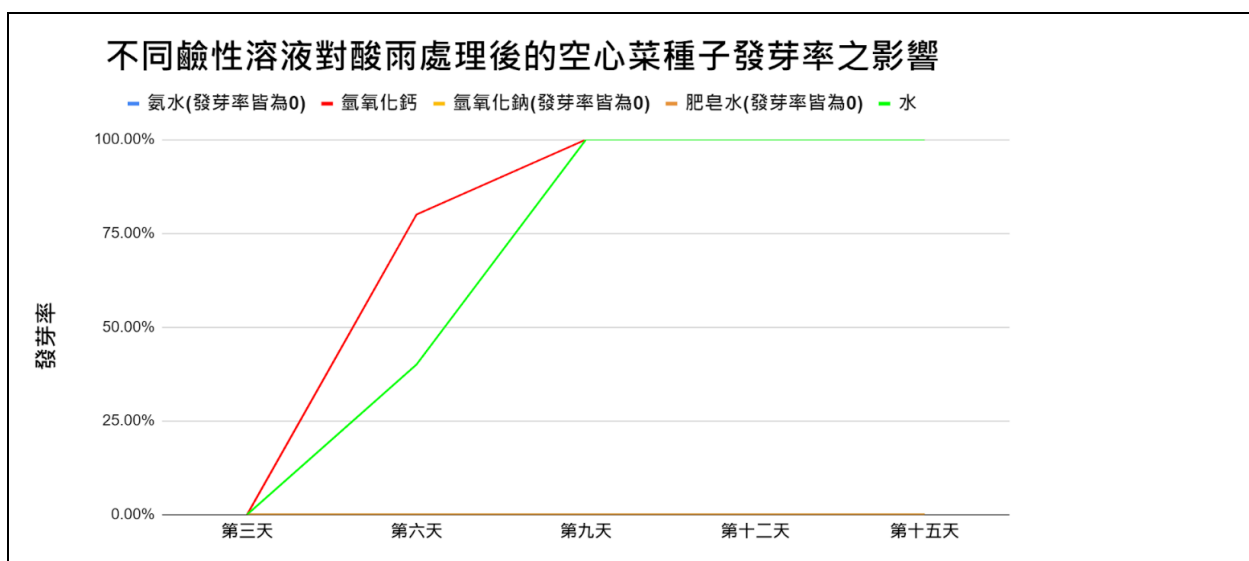
依上述步驟即可的 pH 值=4 的人造酸雨

(二) 觀察不同中和人造酸雨的鹼性溶液對空心菜的發芽率、植株高度及葉面積的影響

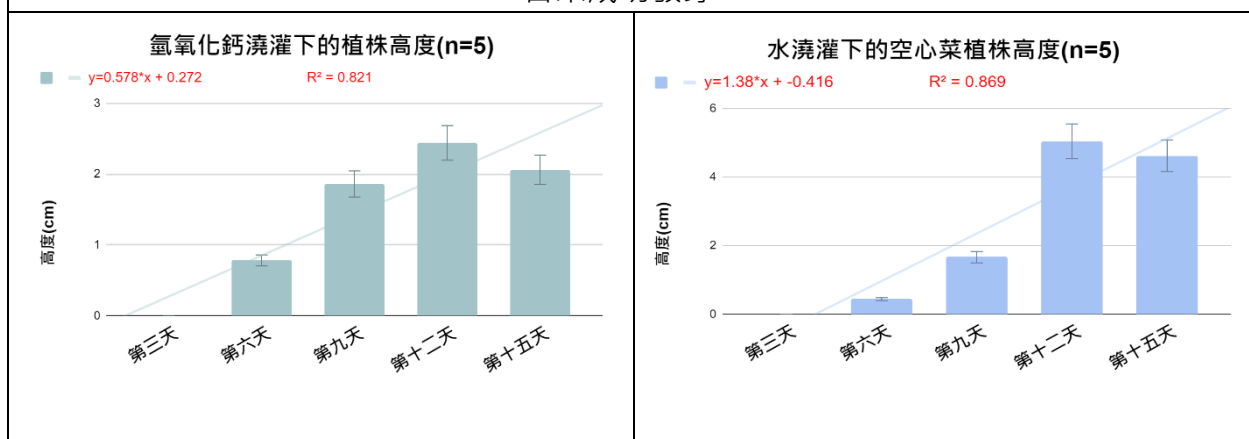
1. 準備穴盤並加入培養土，每組各種入種子大小相似的空心菜種子一顆，再用 pH4(15ml) 的人造酸雨澆水一次，之後分別用以下五種溶液澆水照顧:10%的氫氧化鈉(NaOH)、氫氧化鈣 (Ca(OH)₂)、氨水(NH₄OH)、肥皂水溶液和只用清水(pH7)澆灌，並觀察發芽率和植株高度並拍照記錄。

表(一) 研究目的二的各種澆灌溶液

實驗組別	A	B	C	D	E
澆灌溶液	氨水	氫氧化鈣	氫氧化鈉	肥皂水	水



在氫氧化鈣和水的澆灌下，其發芽率皆為 100%；而氨水、氫氧化鈉和肥皂水的澆灌下，皆未成功發芽。



由 R² 的數值可以得知：天數和植株高度呈現高正相關。我們推論出濃度 10%的氫氧化鈣已可以成功中和酸雨，並且持續生長。

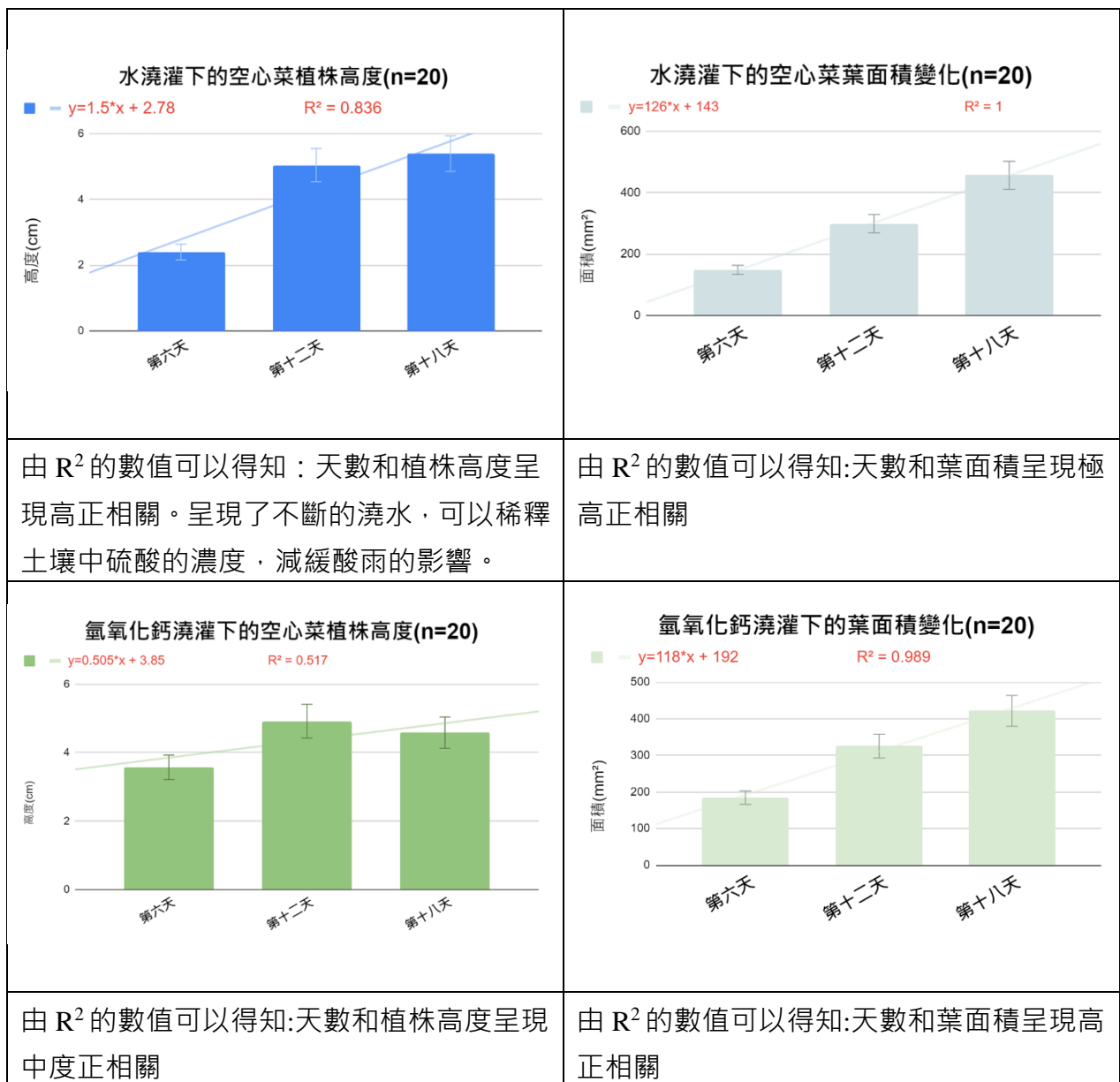
由 R² 的數值可以得知：天數和植株高度呈現高正相關。此結果呈現了不斷的澆水，可以稀釋土壤中硫酸的濃度，減緩酸雨的影響。

圖二、實驗目的二統計圖-1

2. 實驗不同 pH 質的鹼性溶液會對已澆灑酸雨的空心菜的植株高度及葉面積有何影響
 準備五個盆栽並加入培養土，各種入空心菜種子 10 顆。先使用 pH=4(25mL)的人造酸雨澆水一次，之後每天持續用該三種溶液澆水:水(pH7)、10%的氫氧化鈣 (Ca(OH)₂)、小蘇打 (NaHCO₃)定期測量植株高度及葉面積，並拍照記錄。

表(二) 研究目的二-2 各種澆灌溶液

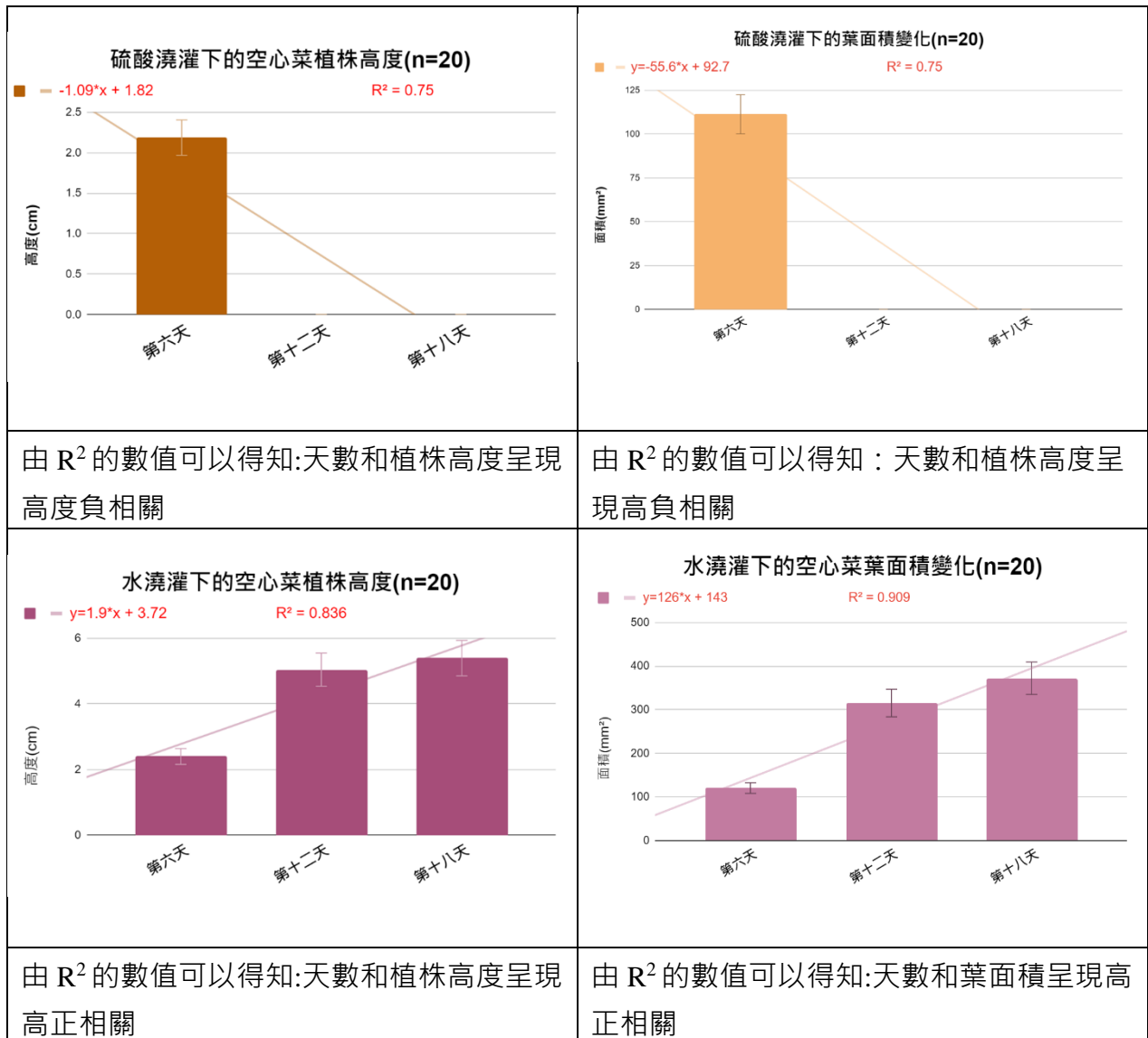
實驗組別	A	B
澆灌溶液	水	氫氧化鈣



圖三、實驗目的二統計圖-2

(三) 比較硫酸澆與否對空心菜生長狀況的影響

準備二個盆栽並加入培養土，各種入空心菜種子 10 顆。使用 pH4(25ml)的人造酸雨和純水澆水。定期測量植株高度，並拍照記錄。



圖四、實驗目的三統計圖

五、結論與生活應用

根據統計資料顯示，利用氫氧化鈣溶液來改善酸雨造成的植物危害，可調節土壤 pH 值，成效顯著，因此建議在酸雨較為嚴重的地區，可以利用此方法改善，一則實驗報告中也有類似結果，其中提到石灰水相較於其他鹼性融液，用來防治酸雨的效果最好，不過不同的是，他們使用肥皂水澆灌綠豆有成功發芽，我們的卻沒有，甚至還有些發霉，推測其原因有可能是植物種類不同導致(陳佩熏等，2002)。酸雨對植物的危害是整體性，實驗結果顯示，雖然前期的生長狀況比其他的溶液還要好，但後期因發育不佳而影響光合作用進行，枯萎死亡，與另外一則科展報告的實驗結果相同，原因推測同樣是因酸雨把種子外層蝕破，才會先發芽(黃至亨等，2003)。

參考資料

林品蓉、廖文琪、林鈺暄、李采靚、張婉暄(2017)。我把「溶液」翻轉了!-不同酸鹼值水溶液與栽培介質對黑豆生長之影響。中華民國第 57 屆中小學科學展覽。

陳佩熏、林雅婷、侯雪惠、陳佳惠(2002)。以綠豆探討酸雨對植物發芽生長的影響。中華民國第 42 屆中小學科學展覽。

黃至亨、李宛柔、藍婕(2003)。當植物遇到酸雨。中華民國第 43 屆中小學科學展覽。