

2024 年【科學探究競賽-這樣教我就懂】

國中組 成果報告表單

題目名稱：盛極必酸，鹼嘗輒止——探討酸鹼溶液對植物向性的影響

一、摘要

本研究透過測量綠豆幼苗在不同濃度的硝酸水溶液、氫氧化鈉水溶液中的生長角度與長度等數值，探討酸鹼變化對綠豆幼苗向性的影響。長度方面，我們發現純水組的綠豆在發芽後的 4~5 天會有快速生長現象；種植在 10^{-5}M 氫氧化鈉水溶液的綠豆則在第三天有明顯生長；發芽後的第二天移植到 10^{-5}M 硝酸水溶液，則在第三天快速生長，且植株總長度比在純水中更長。向性方面，我們發現綠豆發芽後的第三天到第四天是決定綠豆幼苗角度的關鍵期，純水組呈現明顯的負向光性，由酸性溶液移植到鹼性溶液的綠豆幼苗呈現正向光性，其餘皆無明顯向性。本研究以簡單器材觀察植物，能推廣成生物課程的實驗，可以幫助酸生長假說驗證的發展，也可應用於農業科技。

二、探究題目與動機

向性是植物趨向或背離刺激方向的反應，控制機制目前大多認為和生長素有關（康軒版國中自然七年級上冊第五章），前人研究中已知色光促進植物生長（鄭瑞杰，2005），未提及酸鹼是否會影響植物向性，近期酸雨頻繁，農人也時常以鹼性物質作為施肥，因此我們想探討酸鹼對植物向性的影響。

三、探究目的與假設

- (一) 探討酸鹼溶液對於植物生長的影響
- (二) 以植物在酸鹼溶液中的向性探討酸生長假說

四、探究方法與驗證步驟

- 一、依照需要的濃度配置硝酸水溶液以及氫氧化鈉水溶液，使用 pH meter 測量 pH 值。
- 二、綠豆泡水 12 小時到呈現發芽狀態。
- 三、把珍珠板放進玻璃瓶中，使其漂浮在溶液上(圖 1)、(圖 2)，用於後續實驗。



圖 1 綠豆苗在玻璃瓶中生長的俯視圖



圖 2 綠豆苗在玻璃瓶中生長的側視圖

四、實驗設置



圖 3 實驗設置圖

五、測量綠豆苗長度與角度等數據



圖 4 使用 ImageJ 測量綠豆苗長度示意圖

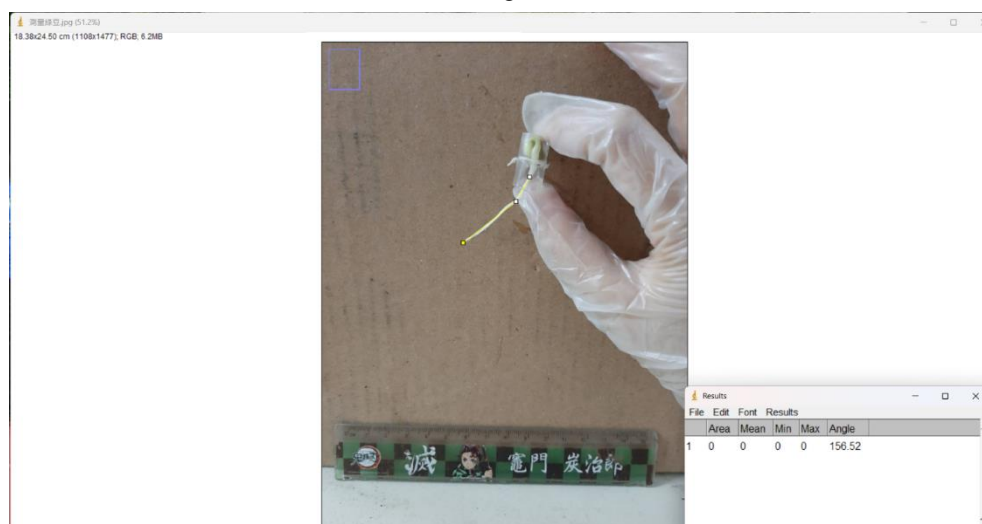


圖 5 使用 ImageJ 測量綠豆苗角度示意圖

四、實驗 1：探討綠豆在純水、 10^{-5}M 硝酸水溶液、 10^{-5}M 氫氧化鈉水溶液中的生長差異

將泡水 12 小時的綠豆分別在不同的酸鹼溶液中種植 5 天。

五、實驗 2：探討綠豆在純水中發芽後在不同成長階段移植到 10^{-5}M 硝酸水溶液對綠豆生長結果的影響種植五天，共五組，分為純水（對照組）、第二天移植到硝酸（第一組）、第三天移植到硝酸（第二組）、第四天移植到硝酸（第三組）、五天皆用 10^{-5}M 硝酸水溶液（硝酸），每天拍照記錄，用 ImageJ 分析長度及角度。

八、實驗 3：探討綠豆在純水中發芽後，在不同成長階段移植到 10^{-5}M 氫氧化鈉水溶液，對綠豆苗生長的影響。分組同實驗 2，但硝酸水溶液改為氫氧化鈉水溶液。

九、實驗 4：探討綠豆在酸、鹼溶液中移植的生長狀況 I。共種植五天，分為五組：純水（對照組）、五天皆用 10^{-6}M 氫氧化鈉水溶液（鹼）、五天皆用 10^{-6}M 硝酸水溶液（酸）、第三天由硝酸水溶液移植到氫氧化鈉水溶液（酸到鹼）、第三天由氫氧化鈉水溶液移植到硝酸水溶液（鹼到酸），每天拍照記錄，並用 ImageJ 分析長度及角度。

十、實驗 5：探討綠豆在酸、鹼溶液中移植的生長狀況 II。此實驗共種植 9 天，步驟同實驗 4，但於第 5 天移植；另增加打氣設備，以利綠豆苗根部的呼吸作用。

五、結論與生活應用

一、實驗 1：探討綠豆苗在純水、 $10^{-5}M$ 硝酸水溶液、 $10^{-5}M$ 氫氧化鈉水溶液中的生長差異

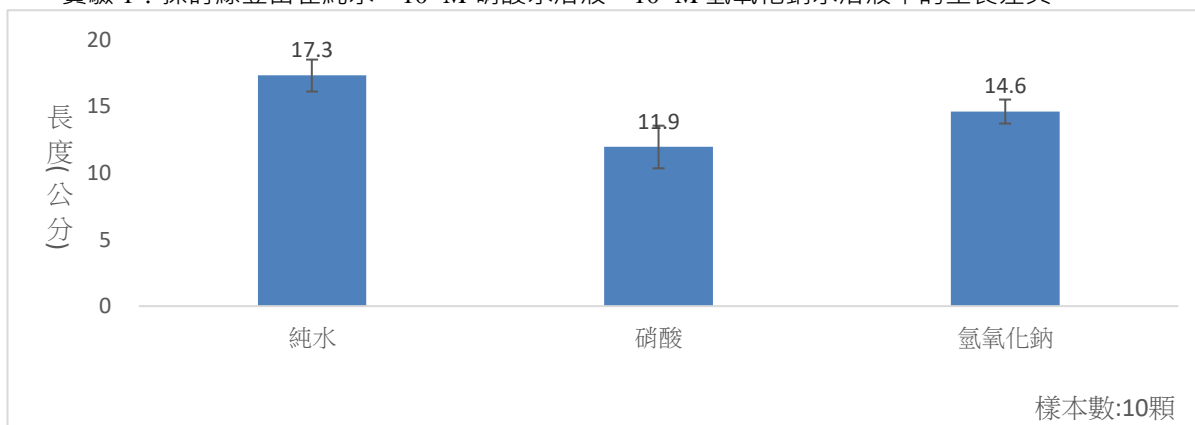


圖 6 綠豆苗在純水、 $10^{-5}M$ 硝酸水溶液、 $10^{-5}M$ 氫氧化鈉水溶液中種植 5 天的植株總長

由圖 6 可知，在純水中的植株總長最長，比在硝酸水溶液中生長的植株長 45%，比在氫氧化鈉水溶液中生長的植株長 19%

二、實驗 2：探討綠豆在純水中發芽後，在不同成長階段移植到 $10^{-5}M$ 硝酸水溶液，對綠豆苗生長的影響

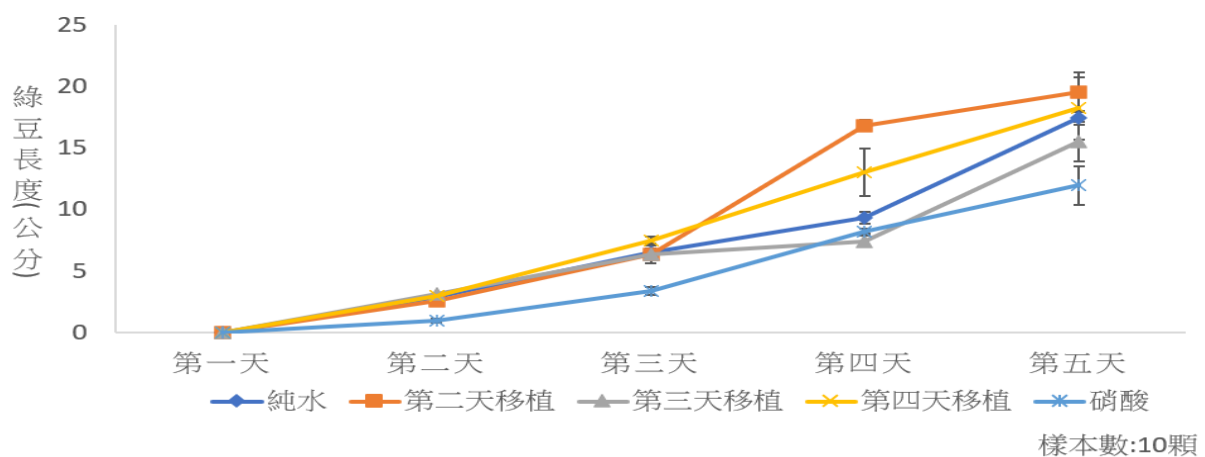


圖 7 不同天數移植到 $10^{-5}M$ 硝酸水溶液對綠豆苗生長長度的影響

由圖 7 可知，單純在硝酸水溶液中生長的綠豆苗相對其他組別生長速度稍慢；純水中生長、第三天移植到 $10^{-5}M$ 硝酸水溶液的綠豆苗在第四天有較明顯生長；第二天移植的綠豆苗，在第三天時有明顯快速生長；第四天移植的豆苗，生長速率相對穩定。

三、實驗 3：探討綠豆在純水中發芽後，不同成長階段移植到 $10^{-5}M$ 氫氧化鈉水溶液對綠豆苗生長的影響

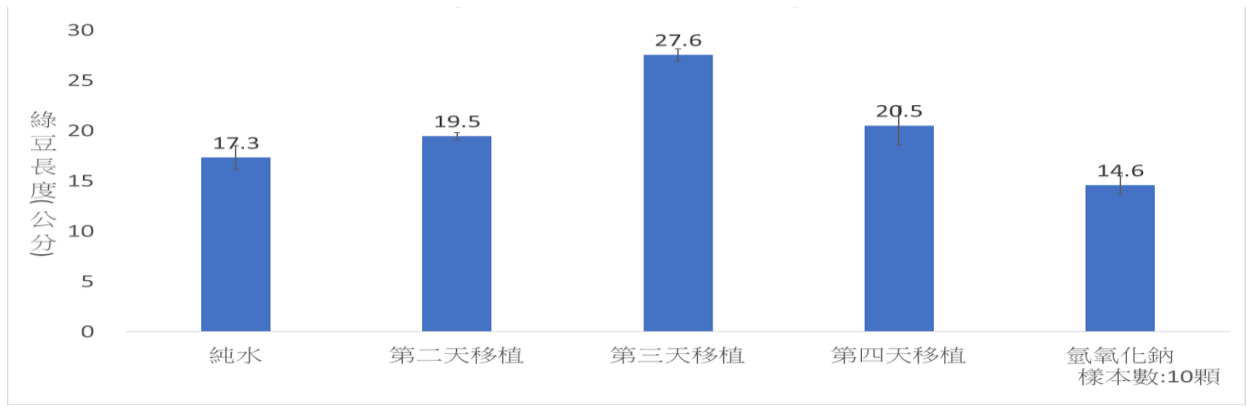


圖 8 不同天數移植到 $10^{-5}M$ 氫氧化鈉水溶液，生長第五天的植株總長度

由圖 8 可知，第三天移植到氫氧化鈉水溶液的綠豆苗總長度最長，比對照組長 59%，且比一直在氫氧化鈉水溶液中生長的植株長 89%。

四、實驗 4：探討綠豆苗在第三天轉換酸、鹼溶液的生長狀況 I

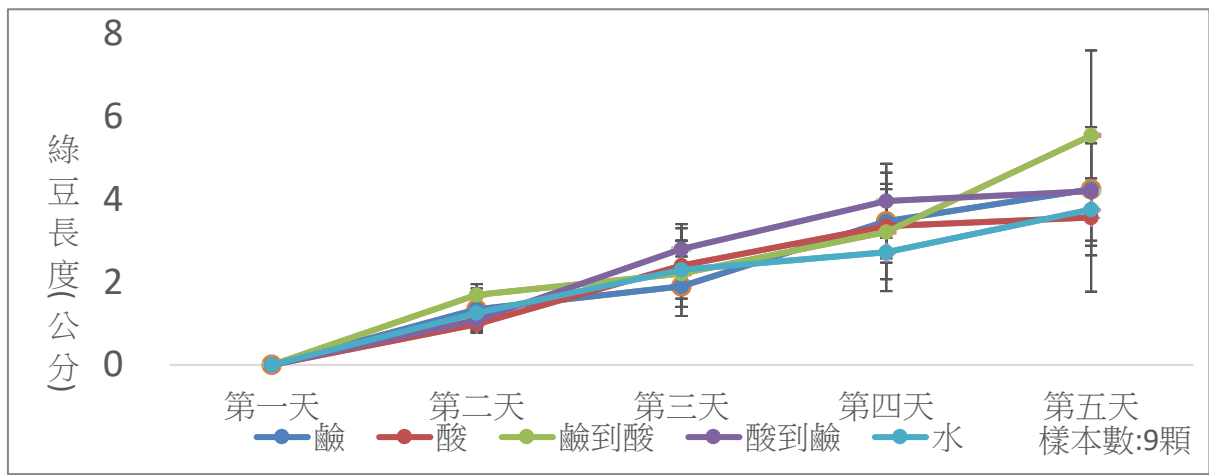


圖 9 在第三天轉換酸、鹼溶液的綠豆苗長度變化

由圖 11 可知，對照組沒有明顯加速生長；鹼組在第三天生長較快；鹼到酸的組別第四天快速生長；酸、酸到鹼的組別第四天生長減緩，生長趨勢相近。

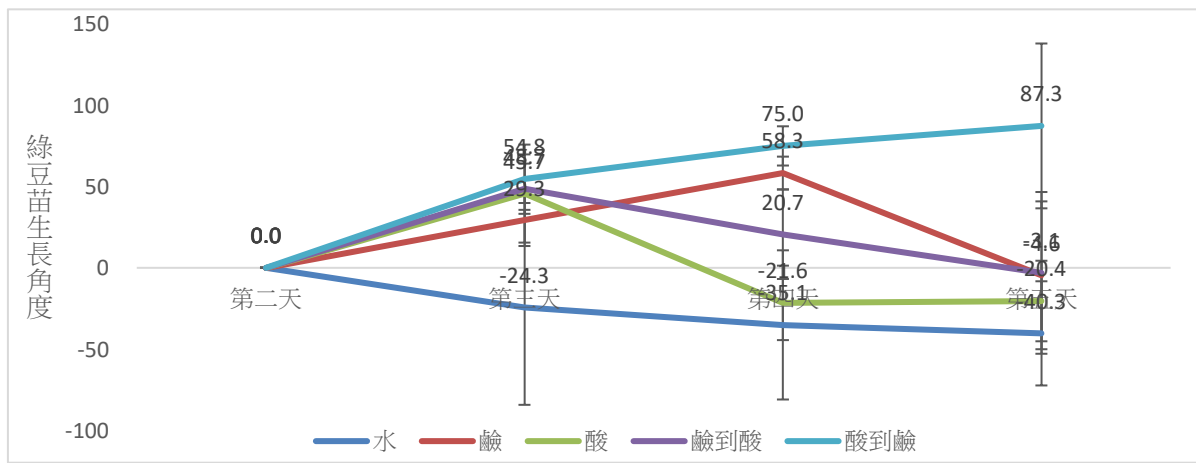


圖 10 在第三天轉換酸、鹼溶液的綠豆苗每天的偏折角度變化圖

由圖 10 得知，對照組的綠豆苗呈現越來越明顯的負向光性；酸到鹼組的綠豆苗，呈現越來越明顯的向光性。酸組、鹼到酸組的綠豆苗都在第三天由正向光性轉為負向光性，酸組轉變程度較大；鹼組的綠豆苗在第四天由向光性轉為負向光性。

五、實驗 5：探討綠豆苗在酸鹼溶液中移植的生長狀況 II

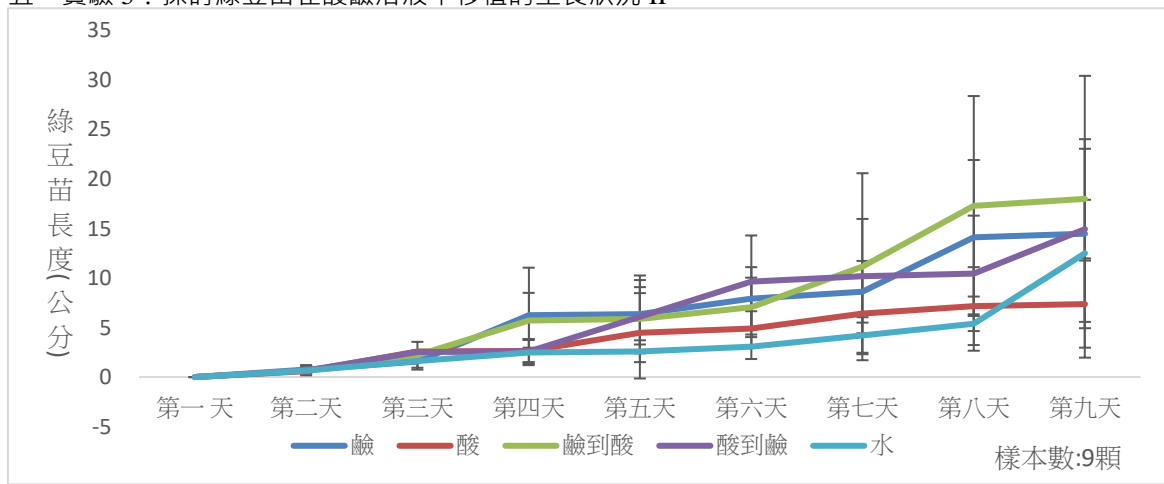


圖 11 在第五天轉換酸、鹼溶液的綠豆苗，9 天生長長度變化圖

由圖 15 可知，對照組在第八天有快速生長、酸組第四天有稍微長得快一點。有在氫氧化鈉水溶液中生長的組別，都出現兩個生長較快的時段，鹼組在第三天、第七天生長較快；鹼到酸組在第三天、第六~八天；酸到鹼組則在第四~六天、第八天。

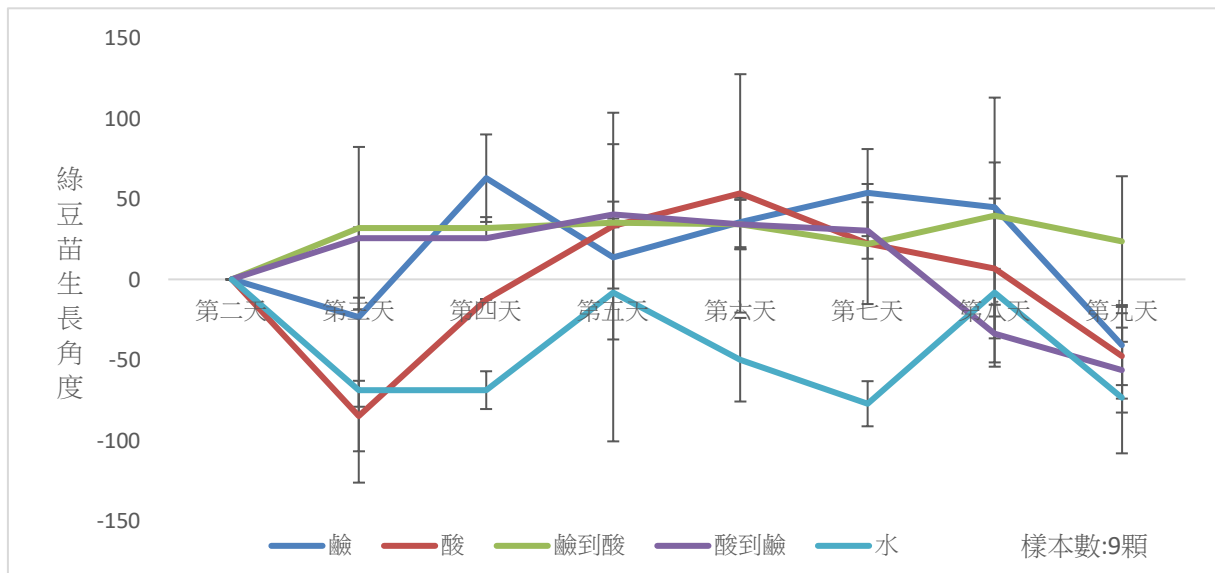


圖 12 在第五天轉換酸、鹼溶液的綠豆苗，9 天內的角度變化圖

由圖 12 可知，第五天轉換溶液酸鹼度之前，同在酸性環境的酸組、酸到鹼組呈現相反向性，同樣在鹼性環境的鹼組、鹼到酸組也是相反向性，但所有組別都在第三天出現轉折或減緩。第五天轉換酸鹼溶液的組別，都在第七天出現較大角度變化，但是鹼到酸轉正、酸到鹼轉負。對照組、鹼組在九天內都有兩次角度變化，酸組變化較緩而只呈現一個起伏。

- 一、 $10^{-5}M$ 硝酸在第二天時移植的最長，全部都用硝酸種植的綠豆最短。
- 二、 $10^{-5}M$ 氫氧化鈉在第三天時移植的綠豆最長，全部都用氫氧化鈉種植的綠豆最短
- 三、在第三天移植到氫氧化鈉的綠豆長度是在第三天移植到硝酸的綠豆的 1.8 倍
- 四、移植到 $10^{-5}M$ 氫氧化鈉，由長到短排列：第三天 > 第四天 > 第二天 > 純水 > 氫氧化鈉。
- 五、移植到 $10^{-5}M$ 硝酸，由長到短排列：第二天 > 第四天 > 純水 > 第三天 > 硝酸
- 六、 $10^{-6}M$ 酸鹼移植，長度由長到短排列：鹼到酸 > 酸到鹼 = 鹼 > 水 > 酸
- 七、發芽初期， $10^{-5}M$ 氫氧化鈉誘發正向光性
- 八、 $10^{-5}M$ 硝酸使向性轉向

參考資料

- 謝姍蓉, 洪儀靜, & 洪素美. (n.d.). *不同光源對種子萌發與幼苗生長之影響*。中華民國第四十五屆中小學科學展覽會 作品說明書 高中組生物 (生命科學) 科 <https://twsf.ntsec.gov.tw/activity/race-1/45/senior/0407/040708.pdf>
- 鄭瑞杰. (n.d.). *植物向光性的訊息傳導*。中華民國第四十五屆中小學科學展覽會 作品說明書 高中組生物 (生命科學) 科 <https://twsf.ntsec.gov.tw/activity/race-1/45/senior/0407/040718.pdf>
- 黃子伶, & 林怡瑄. (n.d.). *探討影響海洲骨碎補生長方向的環境因素*。中華民國第六十屆中小學科學展覽會 作品說明書 高級中等學校組 植物學科 <https://twsf.ntsec.gov.tw/activity/race-1/60/pdf/NPHSF2020-052107.pdf>
- 謝宇恩, 黃怡亭, 馬悅慈, 陳映杉, & 孔慶恩. (n.d.). *氣語非凡—植物的攻防策略*。中華民國第 51 屆中小學科學展覽會 作品說明書 國小組生物科 <https://twsf.ntsec.gov.tw/activity/race-1/51/pdf/080314.pdf>
- 林倅如, & 陳宜雯. (n.d.). *光由植物體下方向上照射對植物生長影響的探討*。中華民國第 23 屆中小學科學展覽會 作品說明書 國中學生組生物科 <https://twsf.ntsec.gov.tw/activity/race-1/23/pdf/23m/105.pdf>
- 羅慶平, 郭益瑄, 鄭惟純, & 楊慧儒. (n.d.). *擋不住的誘惑—植物與光「相對運動」向光性影響的探討*。中華民國第 35 屆中小學科學展覽會 作品說明書 高小組生物科 <https://www.ntsec.edu.tw/science/detail.aspx?a=21&cat=57&sid=4469&print=1>
- 余知奇, 鄭時旭, 蕭伯舟, & 王介. (n.d.). *向光? 背地? — 植物向性運動初探*。中華民國第 35 屆中小學科學展覽會 作品說明書 高小組生物科 <https://twsf.ntsec.gov.tw/activity/race-1/35/pdf/35s/156.pdf>
- 4 3 12 生長素的特性三捷. (2014, November 12). YouTube. https://www.youtube.com/watch?v=4WRd88-MCcs&list=PL3EfezjI2VRZT-Eau6BVu3y6_E2BmE5Rd