

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：光耀門酶—光對過氧化氫酶

一、摘要

本實驗使用馬鈴薯的過氧化氫酶作為材料，探討紫外光照射時間與不同顏色（頻率）純色光對馬鈴薯過氧化氫酶活性的影響。透過每隔兩分鐘測量，經不同處理的過氧化氫酶與過氧化氫反應氣泡高度，算出斜率得出反應速率，比較不同處理對馬鈴薯過氧化氫酶活性的影響。

實驗一為探討紫外光 UVC 照射時間與馬鈴薯過氧化氫酶活性的影響，結果顯示照射 UVC 十五分鐘後比無照射時的過氧化氫酶活性上升，到了三十分鐘、四十五分鐘、六十分鐘活性則相較無照射時逐漸下降。推測紫外光照射十五分鐘以內會對馬鈴薯過氧化氫酶活性有正向刺激效果，三十分鐘後則因過氧化氫酶遭 UVC 破壞活性逐漸下降。

實驗二為經不同顏色（紅、藍、綠、透明）玻璃紙與不透光鋁箔紙包裝，使特定可見光透過特定顏色玻璃紙照射包在其中的馬鈴薯，藉此觀察不同顏色可見光與不照光的處理下，對馬鈴薯過氧化氫酶活性的影響。實驗結果顯示，照混合白光的馬鈴薯過氧化氫酶活性最低，再者是照綠光的，不照光、照紅光及照藍光的相差不大。

二、探究題目與動機

（一）探究動機：

過氧化氫對生物體具有毒性，生物透過體內的過氧化氫酶，將過氧化氫分解為無毒的水和氧氣。我們在課堂中做過有關溫度、酸鹼值、酵素與受質濃度、重金屬與輔因子對馬鈴薯過氧化氫酶活性的影響。我們好奇是否還有其他變因會影響馬鈴薯過氧化氫酶的活性？我們查找資料時發現，普遍被認為對生物體有害的 UVC，在細胞可承受的範圍內經其照射，竟會促進過氧化氫酶活性。此外不同頻率（顏色）的可見光也分別會對過氧化氫酶活性造成不同的影響。

（二）題目訂定：

結合不同光有各自的頻率與特性的知識，本次探究我們決定以光為主軸，探討不同頻率的光對馬鈴薯過氧化氫酶活性的影響，使生物體更有效避免過氧化氫的威脅。

三、探究目的與假設

（一）探究目的：

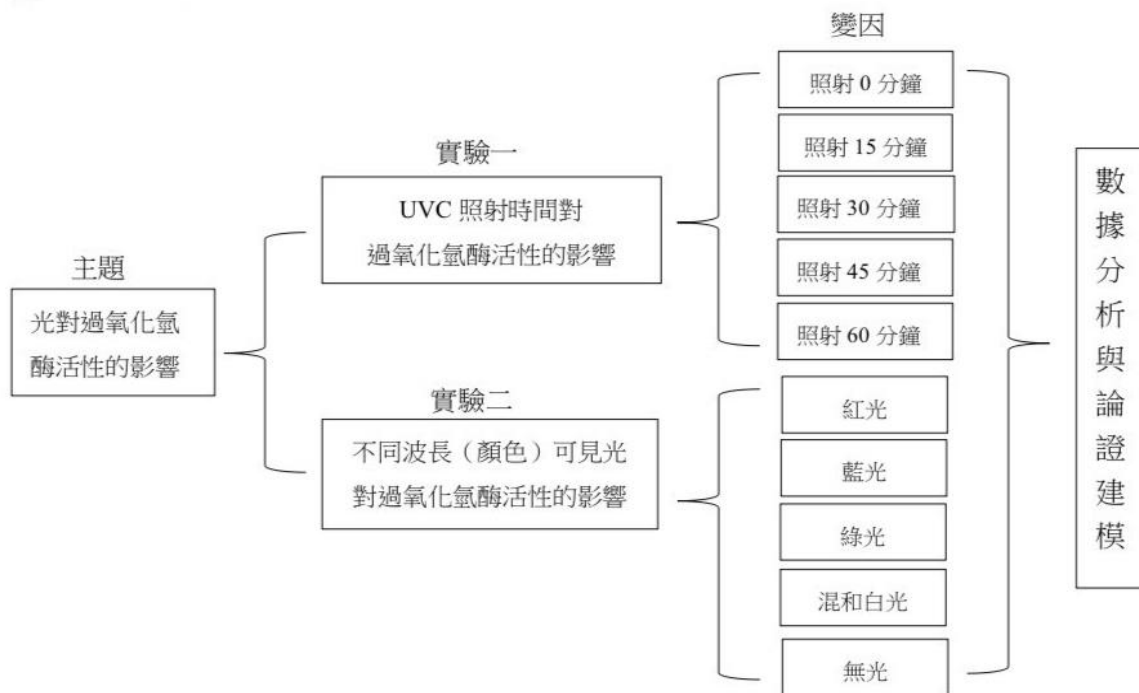
1. 探討照射 UVC 對馬鈴薯過氧化氫酶活性的影響
2. 研究不同波長（顏色）色光對馬鈴薯過氧化氫酶的影響

（二）假設：我們依據參考文獻做了以下兩點假設

1. 細胞可承受範圍內照射 UVC 可促進過氧化氫酶活性，細胞遭破壞後則活性降低
2. 不同頻率的可見光會對過氧化氫酶產生不同影響

四、探究方法與驗證步驟

(一) 實驗架構



圖一：研究架構 (資料來源：研究者自行繪製)

(二) 材料

1. 器材、藥品、儀器

表一：實驗室提供器材 (資料來源：研究者自行繪製)

名稱	試管	50mL 燒杯	4% 雙氧水	pH7 緩衝液	UVC
名稱	3mL 滴管	培養皿	500mL 燒杯	線香	打火機

表二：自備器材 (資料來源：研究者自行繪製)

名稱	15cm 直尺	鋁箔紙	刀子	慢磨機
來源	書局	家樂福	五金行	百貨公司
名稱	紅、綠、藍、透明玻璃紙	鋁箔紙	奇異筆	計時器
來源	書局	家樂福	書局	手機

資料來源：研究者自行繪製

2. 實驗生物：馬鈴薯

(三) 方法

1. 實驗設計

(1) 操作變因：UVC 燈照射酵素液之時間

控制變因：添加酵素液之濃度、體積，添加雙氧水之濃度、體積，照射白燈時間，添加 pH 值緩衝液之體積

應變變因：氧氣氣泡高度

(2) 操作變因：以不同顏色玻璃紙包裹馬鈴薯後以白燈照射

控制變因：添加酵素液之濃度、體積，添加雙氧水之濃度、體積，照射白燈時間，添加 pH 值緩衝液之體積

應變變因：氧氣氣泡高度

2. 操作過程

(1) 實驗一

- a. 將一顆馬鈴薯放入慢磨機中攪打至馬鈴薯原汁及雜質全部流出，將酵素液裝入 500mL 燒杯中備用。
- b. 在 50mL 燒杯中個別裝取 100mL pH7 緩衝液、100mL 4% 雙氧水備用。
- c. 取其馬鈴薯酵素液，將酵素液分裝至五個培養皿 A、B、C、D、E，再放到封閉鐵板中，使其在 UVC 下照射 0、15、30、45、60 分鐘。
- d. 將 2mL 緩衝液、0.5mL 酵素液分別倒入 A1、A2、A3、A4、A5、A6 試管中，混合均勻。
- e. 重複步驟 d 於 B1~B6、C1~C6、D1~D6、E1~E6 24 隻試管中。
- f. 在 A1~A6、B1~B6、C1~C6、D1~D6、E1~E6 30 隻試管中各加入 1mL 雙氧水，搖晃均勻。分別紀錄其 2、4、6、8、10 分鐘時之氧氣泡高度並做圖觀察其趨勢。

(2) 實驗二

- a. 取一顆馬鈴薯分成五等份分別用紅色、藍色、綠色、透明玻璃紙及鋁箔紙包裹，在檯燈下照射兩天。
- b. 將照射完可見光之馬鈴薯丟入慢磨機中攪打至馬鈴薯汁及雜質全部流出，酵素液分成五杯 W (透明保鮮膜)、R (紅光)、B (藍光)、G (綠光)、O (鋁箔紙黑暗)，放 500mL 燒杯備用。
- c. 在 50mL 燒杯中個別裝取 100mL pH7 緩衝液、100mL 4% 雙氧水備

用。

- d. 將 W 燒杯中 0.5mL 酵素液、2mL 緩衝液倒入 W1、W2、W3、W4、W5、W6 試管中，混合均勻。
- e. 重複此步驟於 R1 ~ R6、B1 ~ B6、G1 ~ G6、O1 ~ O6 24 隻試管。
- f. 在 W1 ~ W6、R1 ~ R6、B1 ~ B6、G1 ~ G6、O1 ~ O6 30 隻試管各加入 1mL 雙氧水，搖晃均勻。分別紀錄其 2、4、6、8、10 分鐘時之氧氣泡高度並做圖觀察其趨勢。

(3) 驗證

用打火機點燃線香，將在放入試管口，觀察線香火焰是否會變大以確定試管內氣體是否為氧氣。

五、結論與生活應用

實驗一：UVC 照射時間對過氧化氫酶的影響

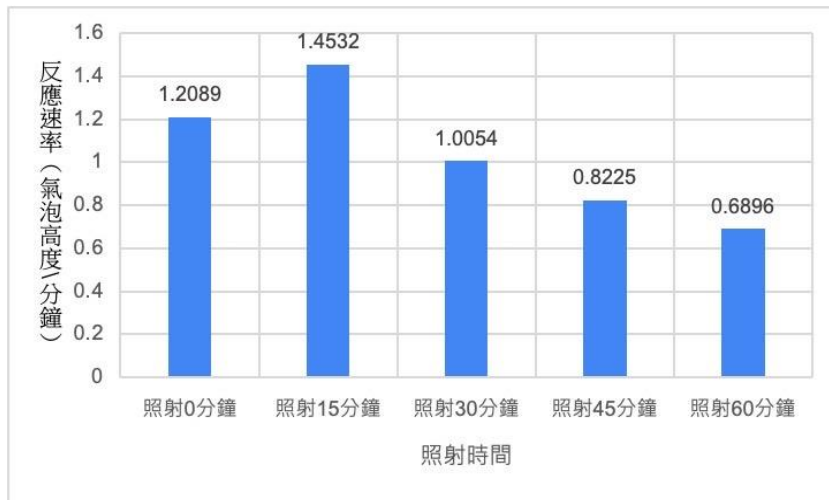
- (一) 根據參考資料 (李宏文等, 1993)、(張利紅等, 2007)，內容有提到 UVC 會促進酶的活性，但照射時間過長，酶會被破壞。由實驗結果 (圖二) 得知，15 分鐘是臨界值，0 至 15 分鐘過氧化氫酶到活性持續上升，直到過了臨界值，過氧化氫酶到活性逐漸遞減，與前人之實驗理論相符合。
- (二) 依實驗結果得知，UVC 照射時間越長，過氧化氫酶的活性越強，達到臨界值後，逐漸遞減。過氧化氫對生物體有劇毒，在遇到過氧化氫酶活性較低的生物時，可利用 UVC 提高過氧化氫酶的活性，協助其分解過氧化氫。

實驗二：可見光對過氧化氫酶的影響

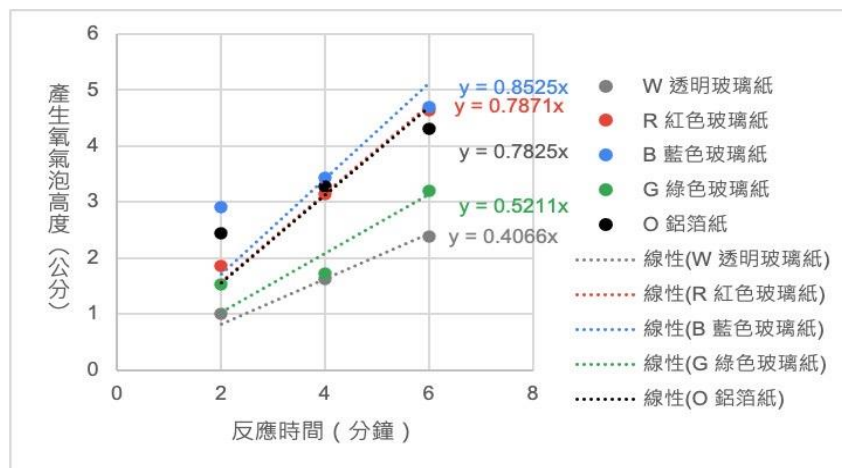
- (一) 根據參考資料 (蒲高斌等, 2004) 中的實驗結果，照綠光的過氧化氫酶活性最低，照紅光及藍光的相差不大，而我們做出的實驗結果也符合前人的實驗理論。但相較於前人的實驗，我們多加了不照光 (鋁箔紙) 及照混合白光的實驗組。
- (二) 根據實驗結果 (圖三)，照混合白光的馬鈴薯過氧化氫酶活性最低，再者是照綠光的，不照光、照紅光及照藍光的相差不大。由此可知，如果要刺激馬鈴薯的過氧化氫酶活性，照綠光可能不是最好的選擇。

驗證：氣泡成分檢驗

將點燃線香放入氣泡中，火焰變旺盛。顯示此氣體有助燃的性質，驗證為氧氣。



圖二：過氧化氫酶在不同 UVC 照射時間下的平均反應速率。
(資料來源：研究者自行繪製)



圖三：過氧化氫酶在不同顏色可見光照射下進行反應，於反應趨緩前的平均氧氣泡高度。(資料來源：研究者自行繪製)



圖四：點燃後線香放入試管中觀察試管中氣體之助燃效果
(資料來源：研究者自行繪製)

應用上，遇到過氧化氫酶活性較低的植物可用相同實驗方法檢驗紫外光的臨界值，再適當將植物株照射紫外光。可見光的部分，可使用紅藍純色光於夜晚照明，或以紅藍玻璃紙包裹照明燈，並避免綠光照射，以增加其過氧化氫酶活性。

參考資料

1. 李宏文、史綺、曹陽、錢餽 (1993) 。紫外光對幾種水生植物過氧化氫酶(CAT)活性的影響。環境科學，14 (4) ，71-75。
2. 張利紅、馬溪平、陳忠林、李雪梅 (2007) UVC 輻射對小麥幼苗光合特性及抗氧化沒活性的影響。農業環境科學學報，(1) ，136-139。
3. 蒲高斌、劉世琦、張珍 (2004) 。不同光值對番茄幼苗生長及抗氧化酶活性的影響。安徽農業科學，(5) ，971-972。