

2022 年【全國科學探究競賽-這樣教我就懂】

高中 (職) 組 成果報告表單

題目名稱： 單寧酸的防曬乳-自製環保防曬乳之研究

一、摘要：

本實驗探討運用單寧酸自製防曬乳之防曬能力。經由穩定度及濃度條件測試之實驗,我們發現避光存放的維生素 B₂ 在 100 天時,仍能展現其穩定性,再加上檢量線的測定,我們選用 25 ppm 維生素 B₂ 作為防曬能力之感測試劑,用以取代高中實驗室不常見 SPF 檢測儀,作為防曬能力的監測。在自製防曬乳中,發現成分單純成分的單寧酸防曬能力較差,但在對於海洋友善中具有潛力,未來希冀加入混合型成份防曬乳中,對於防曬能力能有最佳的加成性,另也發現有其他經過前處理的咖啡渣作為防曬的紡織成分,希冀未來確認其前處理方式,也可作為我們友善防曬乳的主力成分。

二、探究題目與動機

防曬乳為現代人出門的日常用品,可以防止曬傷、曬黑的甚至能避免皮膚老化或是降低罹患皮膚癌的風險。市面上販賣的防曬乳非常多元,防曬係數(Sun Protection Factor)以及曬黑指數(Protection Grade of UV-A)數字越高,一般民眾認為較有成效也越受歡迎。但我們好奇,當我們在炎炎夏日使用防曬乳時,那些主打各式各樣防曬功能的廣告台詞的大力宣傳下,這些產品背後,又參雜了多少對皮膚有害的物質?而當我們在海邊從事海上活動,或是每日沖洗後流向海洋的防曬乳物質,又對海洋造成什麼影響?

從上述的好奇,心中延伸出幾個疑問,我們能不能找到同時較不傷害皮膚且對環境友善的成分用以製作防曬乳?自製防曬乳的效果會跟市面賣的效果會有很大的差別嗎?因此我們想針對能同時達到防曬、不傷害肌膚且對環境友善的物質,自製防曬乳並且探究其中的防曬能力,因此設計接下來的實驗。

三、探究目的與假設

- 一、探討維生素 B₂ 作為用來檢測防曬能力之穩定性及適合檢測之濃度。
- 二、探討自製單寧酸防曬乳在 UV-A(365 nm)紫外燈管照射下的防曬情況。
- 三、探討自製單寧酸防曬乳在太陽光照射下的防曬情況。
- 四、探討檢測防曬能力裝置所用的避光材質對檢測樣品的影響。

四、探究方法與驗證步驟

一、文獻回顧

(一)紫外光(Ultraviolet,UV)波段

UV 波段位於 100nm-400nm,可分為 UV-A 波段(320-400nm)、UV-B 波段(280-320nm)、UV-C 波段(100-280nm),其中 UV-A 波段和 UV-B 波段的紫外光,波長長,會穿透大氣層照射到地表,對生物造成影響。而 UV-A 波段的紫外光會使皮膚的黑色素沉澱,導致肌膚變黑、產生皺紋;UV-B 波段則能量較強,會使肌膚曬傷、曬紅;UV-C 波段,因波長短,會被臭氧層

阻擋，於是不在我們此次的探討範圍中。

(二) 維生素 B₂ (Vitamin B₂)

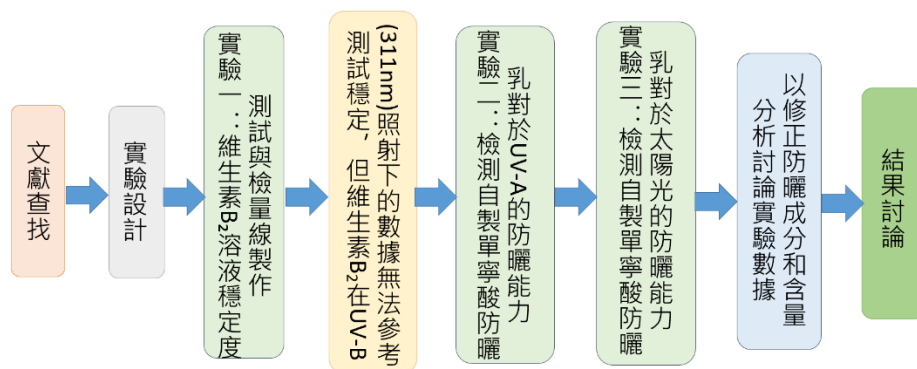
又稱核黃素(Riboflavin)，根據關於維生素 B₂(Vitamin B₂)資料 (Ronald, B. (2014). Detection and Assay of Vitamin B-2 (Riboflavin) in Alkaline Borate Buffer with UV/Visible Spectrophotometry. International Scholarly Research Notices.)，我們得知它照光後容易產生不可逆的分解導致濃度下降，我們進而可以使用此物質當作我們的感光試劑，以及量化我們防曬乳的防曬效果。

實驗器材

二、實驗主要器材

紫外可見分光光度計、超音波震盪器、分析天平、微量吸管、磁石攪拌器、紫外線燈管(UV-B 311 nm)、紫外線燈管(UV-A 365nm)

三、流程圖



圖一、流程圖

四、實驗步驟及討論

(一) 實驗一：維生素 B₂ 溶液穩定度測試與檢量線製作

1. 配製 1 ppm、5 ppm、10 ppm、25 ppm、50 ppm、100 ppm 不同濃度維生素 B₂ 溶液:

- (1) 利用百萬分濃度公式求出應加入的維生素 B₂ 質量。
- (2) 選用 100 mL 的燒杯，再加入 75 mL 的水，攪拌使固體完全溶解。
- (3) 藉玻棒將溶液經漏斗轉置於容量瓶中。

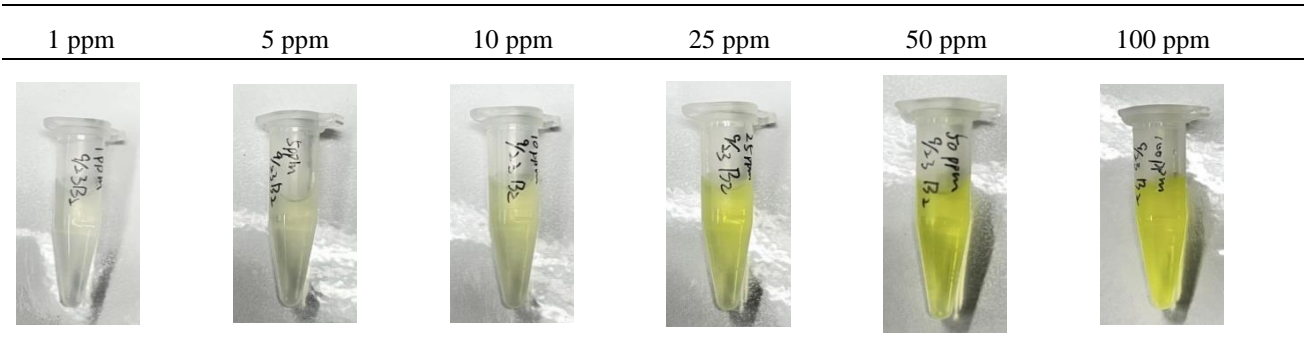
利用洗滌瓶以水潤洗燒杯 4 次，將潤洗液移轉入容量瓶中，繼續添加水於瓶中，到標線下方約 2 cm 高度處，改使用滴管，逐滴添加水到標線處。

(4) 塞好瓶塞，以一手壓按住瓶塞，另一手托住瓶體，將瓶倒轉和旋轉使溶液混合，再倒轉回來。重覆此上下倒置混合數次，以確使維生素 B₂ 溶液混合均勻。

(5) 將維生素 B₂ 溶液分裝至離心管當中保存並且避光。

(6) 將 100 ppm 維生素 B₂ 溶液，稀釋配製不同濃度的維生素 B₂ 溶液。

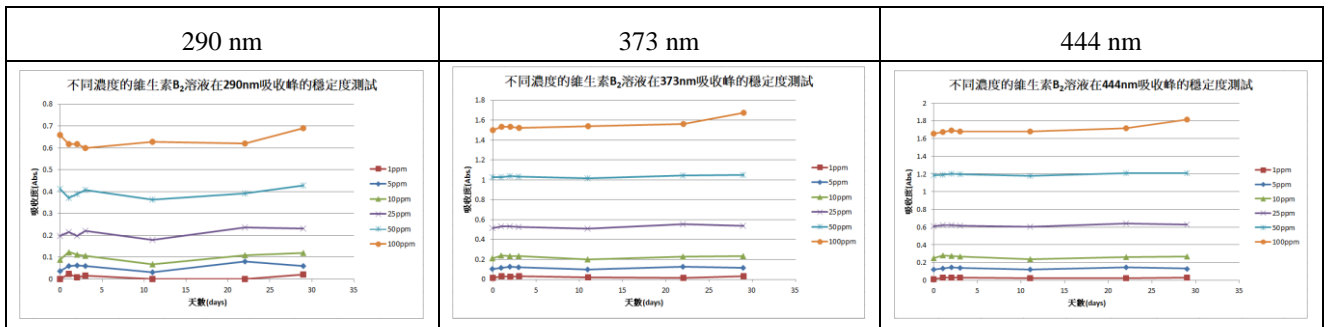
表一、不同濃度的維生素 B₂ 溶液



2. 測量不同濃度的維生素 B₂ 溶液吸收光譜圖：

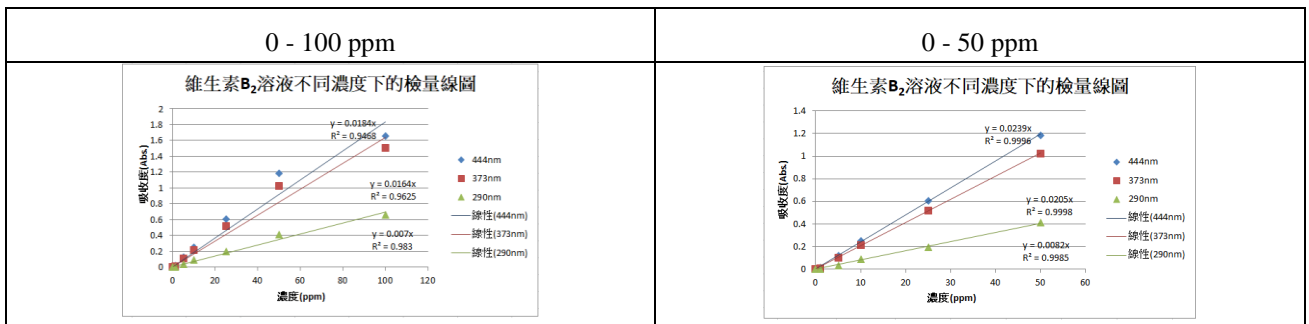
- (1) 將維生素 B₂ 溶液利用微量吸量管吸取 1.5 mL 滴入比色管中，放入分光光度計中進行測量。
- (2) 將測量過的維生素 B₂ 溶液從比色管中吸出分開盛裝後避光保存。
- (3) 為追蹤穩定度，分別在第一、二、三、十一、二十二、二十九天，持續測量追蹤 B₂ 的吸收度，確認其穩定度，並作圖去做比較。

表二、同濃度的維生素 B₂ 溶液在不同吸收峰的穩定度測試圖



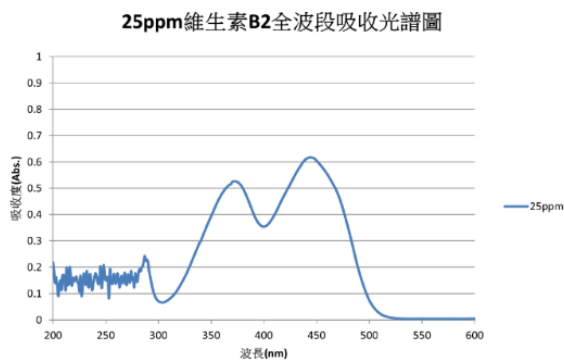
如表二所示，運用實驗所得的維生素 B₂ 溶液的特徵吸收峰(290 nm、373 nm、444 nm)吸收度和時間的關係，透過觀察圖形來判斷其穩定性。可見其第零天到第三天期間變動幅度較大，而一個禮拜後的吸光度變化趨於平緩，可知其吸光度在二十九天內都十分穩定。

表三、維生素 B₂ 檢量線圖



運用實驗一所繪製的維生素 B₂ 溶液的特徵吸收峰吸收度和時間的關係，444 nm、373 nm、290 nm 的特徵吸收峰值製作檢量線，運用決定指數(R² 值)的誤差觀察其吸收度的穩定性，在實驗量測過程中，發現 100 ppm 的維生素 B₂ 水溶液常常有沉澱發生，於是我們將 100 ppm 的數據點拿掉，再將檢量線進行線性

回歸後，所得的決定係數(R^2 值)較趨近於一，如表三所示，代表其回歸方程式更具可信度，適合作為後續實驗二、三所需的檢量線，於是決定使用範圍落在 0-50 ppm 濃度的維生素 B₂ 溶液，作為的檢測試劑，必要時回推其相關濃度。



圖二、25 ppm 維生素 B₂ 全波段吸收光譜圖

根據實驗結果發現，將維生素 B₂ 溶液在 UV-B 波段(311 nm)照射下，發現隨著照光時間的變化，在特徵吸收峰(290 nm、373 nm、444 nm)的吸收度數值會上下起伏，但在 300 nm - 320 nm 的波段，吸收度不佳，如圖二維生素 B₂ 於 UV-Vis 光譜圖上所示，故本次使用的 UV-B 波段(311 nm)照射下，無法看出維生素 B₂ 有效地作為偵測的感光試劑。

(二) 實驗二：檢測自製防曬乳對於 UV-A(365nm)的防曬能力

1. 自製不同防曬成分的防曬乳：

- (1) 利用分析天平和秤量紙秤量所需的防曬成分、甘油、乳化劑以及水，成分含量與克數於表四所示。
- (2) 將所需的防曬成分以及甘油加入燒杯混合並利用磁力攪拌器進行攪使其均勻。
- (3) 將乳化劑與水加入另一個燒杯中並利用磁力攪拌器進行攪拌使其勻。
- (4) 將二種溶液加入於同一燒杯並利用磁力攪拌器進行攪拌使其均勻。
- (5) 將此配置完成的自製防曬乳裝入樣品瓶避光保存，配置完成的自製防曬乳於表五所示。

表四、防曬乳比例一覽表

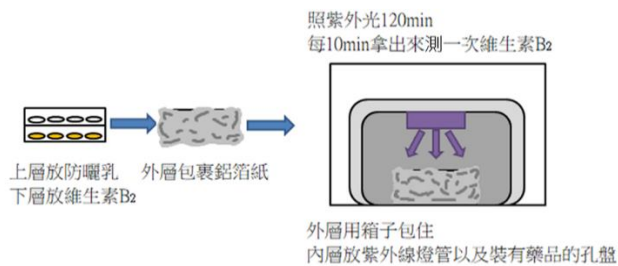
自製防曬乳 防曬成分	自製防曬乳 防曬成分比例	自製防曬乳 添加物克數(g)			
		C ₁₇ H ₂₀ N ₄ O ₆	H ₂ O	C ₃ H ₈ O ₃	乳化劑
純 C ₁₇ H ₂₀ N ₄ O ₆	5	0.430	4	4	0.2
	10	0.910	4	4	0.2

表五、以不同防曬成分自製防曬乳之狀態

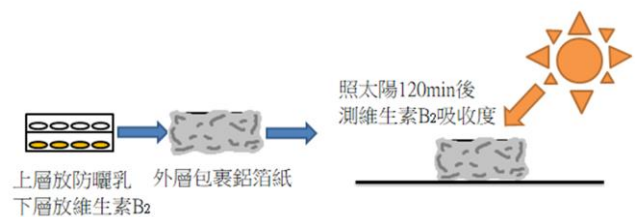
Tannic acid 5.0 %	Tannic acid 10 %	小潔革命 防曬隔離乳 SPF30	Seba med 防曬保濕乳液 SPF50

2. 檢測自製防曬乳，經由 UV-A(365 nm)照射後所得的之吸收光譜圖：

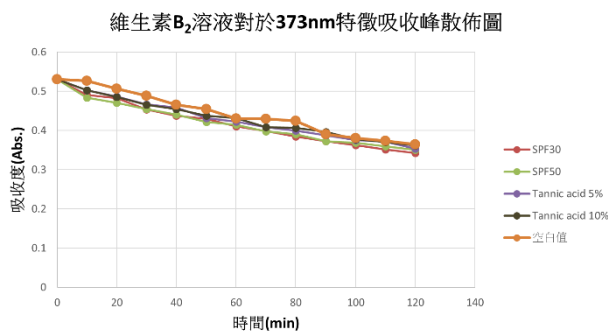
- (1) 製作空白值，將感光試劑至於水下方測量光照前後的吸收度變化。
- (2) 利用微量吸管定量吸取 0.2 mL 的自製防曬乳以及 0.2 mL 的水於孔盤中。
- (3) 利用微量吸管定量吸取 2 mL 的 25 ppm 維生素 B₂ 至於不同孔盤中。
- (4) 將放入防曬乳的孔盤上疊在裝入維生素 B₂ 的孔盤上方，外層包覆鋁箔紙，並放入已裝置紫外線燈管的黑箱中，裝置示意圖，如圖三所示。
- (5) 再將照射過紫外線燈管的維生素 B₂ 放入分光光度計測量，與空白值作比較。
- (6) 每 10 分鐘測量一次數據，總共 120 分鐘。



圖三、紫外線照射裝置圖



圖四、太陽光照射裝置圖



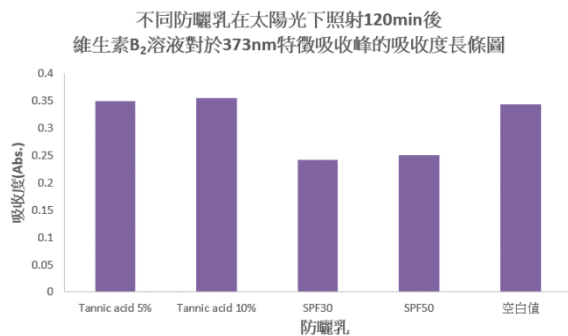
圖五、不同物質的防曬乳照射 UV-A(365 nm)後
的特徵吸收峰吸收度變化圖

小潔革命防曬隔離乳 SPF30 和 Seba med 防曬保濕乳液 SPF50 與我們的自製單寧酸防曬乳趨勢相近，但作為防曬成分的吸收度變化圖其二者趨勢皆呈現下降，而下降趨勢竟大於空白值，與一開始的假設截然相反。

(三) 實驗三：檢測自製防曬乳對於太陽光的防曬能力

1. 檢測感光試劑在自製防曬乳下，經由太陽光照射後所得的之吸收光譜圖

- (1) 製作空白值，將感光試劑至於水下方測量光照前後的吸收度變化。
- (2) 利用微量吸管定量吸取 0.2 mL 的自製防曬乳以及 0.2 mL 的水於孔盤中。
- (3) 利用微量吸管定量吸取 2 mL 的 25 ppm 維生素 B₂ 至於不同孔盤中。
- (4) 將放入防曬乳的孔盤上疊在裝入維生素 B₂ 的孔盤上方，外層包覆鋁箔紙，並在紫外線指數高量級下放置在有太陽光的位置，裝置示意圖，如圖四所示。
- (5) 再將照射過太陽光的維生素 B₂ 放入分光光度計測量，與空白值作比較。



圖四、不同成份自製防曬乳照太陽光後在 373nm 特徵吸收峰吸收值變化表

自製單寧酸防曬乳在太陽光照射 120 分鐘後，吸收度比空白值高，具防曬效果。但市售防曬乳也與實驗二發生同種現象，具有防曬成分卻吸收度低於空白值。

而我們推估為裝置的問題，並進行重新審視實驗流程，發現裝置正上方照射防曬乳的紫外光，可能會從其他孔洞進入孔盤內部再被底下的鋁箔紙反射，而對維生素 B₂ 溶液造成影響。

五、結論與生活應用

- 一、維生素 B₂ 溶液在避光保存的情況下，配置後 0-30 天內光譜吸收度沒有明顯變化，依照實驗持續追蹤至一百天，吸收度仍然無明顯變化，顯示維生素 B₂ 溶液作為照光的檢測試劑，是非常穩定的。
- 二、選擇維生素 B₂ 溶液作為檢測試劑的濃度選擇，依據製作的檢量線，發現當維生素 B₂ 溶液落在 0-50 ppm 的範圍下，檢量線之決定係數(R² 值)趨近於一，且因為在實驗過程中發現 50 ppm 濃度，仍會隨著時間增長，在孔盤有析出的現象，且 25 ppm 對於我們偵測的穩定度中最佳，故本實驗選擇 25 ppm 的維生 B₂ 溶液作為檢測試劑。
- 三、單寧酸作為防曬物質的自製防曬乳對於太陽光具有一定的防曬能力。
- 四、裝置若以鋁箔紙作為孔盤周遭的避光裝置，可能會使感光試劑受到反射光影響，未來將會對裝置進行改良與修正。
- 五、目前實驗進度，雖自製的防曬乳暫時無法突破市售防曬乳的防曬能力，但也同時發現部分廠商在外包裝標明海洋友善標章時，仍有添加部分成分：奧克立林，在海洋標章建議從 10% 降至 9%，此次市售的產品中為 8%，但由文獻查找發現對海洋仍有微量傷害的影響，希冀未來我們可以持續進行實驗研究，將為尋找更多對海洋友善且在防曬能力尚可維持的成分而持續努力。

參考資料

- 一、蔡幸霖 (2019)。到底是誰阻擋了紫外線？。全國中小學小論文作品。
- 二、全國高職學生 104 年度專題暨創意競賽 (2015)。防曬乳與精油的「香」遇。全國高職學生 104 年度專題暨創意競賽。
- 三、Gasparro, F. P. (1998). A Review of Sunscreen Safety and Efficacy. *Photochemistry AND Photobiology*, 68(3), 243-256.
- 四、Bartzatt. R. (2014). Detection and Assay of Vitamin B-2 (Riboflavin) in Alkaline Borate Buffer with UV/Visible Spectrophotometry. *International Scholarly Research Notices*.