

中華民國第 59 屆中小學科學展覽會 作品說明書

國中組 生活與應用科學(二)科

032909

日曬剋星-火龍果皮花青素防曬之研究

學校名稱：高雄市立龍華國民中學

作者： 國二 洪瑞勝 國二 嚴宜凡 國二 劉昱彰	指導老師： 黃琪雯
---	------------------

關鍵詞：火龍果皮、花青素、光敏電阻

摘要

本研究以蒸餾水加熱葡萄皮、紫高麗菜及火龍果皮的方式，萃取深色果皮或菜葉中所含花青素，並以自製實驗裝置檢測其花青素萃取液具有遮白光及紫外光效果。萃取過程中發現將果皮乾燥處理、改用甲醇或乙醇當溶劑來萃取花青素，上述方式都會加快及提升花青素萃取的量。自製防曬乳中加入火龍果皮的花青素萃取液，其遮紫外光效果(電阻值)約為未添加花青素萃取液的 1.5 倍；將火龍果皮乾燥處理並以甲醇為溶劑的花青素萃取液，在添加工研醋當染媒劑的情況下，麻布染色定色效果佳，且其遮擋紫外光能力(電阻值)遠較未經處理的麻布優異。

壹、研究動機

蝶豆花是最近非常流行的飲品材料，除了繽紛的顏色外，據研究顯示富含的花青素有益美容，也是天然的防曬品。幾年前嘉義農試所曾將**紫肉甘藷**萃取液添加到隔離霜中，成功提高防曬效果。然而許多深色植物的果皮及果肉也都含有花青素，例如葡萄、紫高麗菜及火龍果等，它們的防曬效果如何？同一種蔬果花青素萃取液的濃度與防曬效果有何關聯？將不同濃度和種類的花青素萃取液加入自製防曬霜，是否也能成功提高其防曬效果呢？

貳、研究目的

1. 探討花青素對白光的遮光效果
2. 探討花青素對紫外光的遮擋效果
3. 探究自製花青素防曬乳與染布的防曬效果

參、研究設備及器材

1	LED 白光工作燈	2	紫外光手電筒(波長 395nm)	3	不鏽鋼碗	4	三腳架
5	光敏電阻	6	電氣膠帶	7	培養皿	8	電線
9	三用電表	10	A3 紙箱	11	電子天平	12	麻布
13	棉布	14	葡萄皮	15	紫高麗菜	16	蒸餾水
17	火龍果皮	18	有機椰子油	19	食用級乳化粉	20	氧化鋅
21	99.85%甲醇	22	95%乙醇	23	白光照度計(400~700nm)	24	紫外光照度計(320~400nm)
25	市售物理性防曬乳(雅○)			26	UV-Vis 光譜儀		

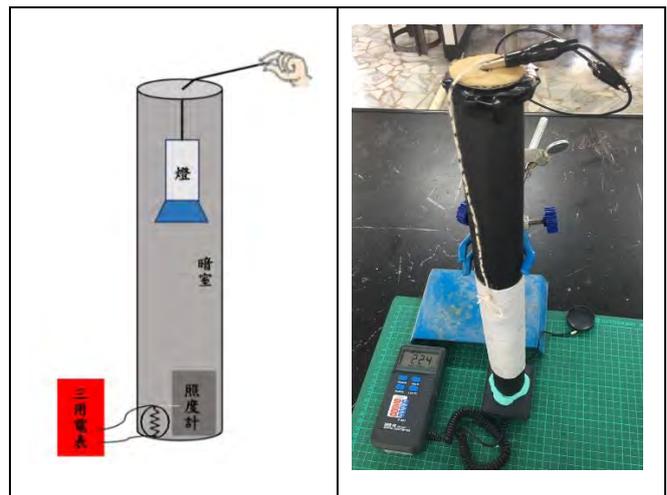
肆、研究過程或方法

多數花朵、果實及彩色葉子等多采多姿顏色來自花青素，花青素它是一種廣泛存在植物的水溶性天然色素，自然界中有超過 500 種以上不同的花青素。在實驗過程中，我們主要以蒸餾水加熱來萃取所選用蔬果樣本中的花青素，蔬果和添加蒸餾水的質量比例，如表一所示。

表一 蔬果和添加蒸餾水的質量比例

標示	樣本 火龍果皮/ 紫高麗菜/ 葡萄皮(g)	蒸餾水(g)
A	40	80
B	40	100
C	40	120

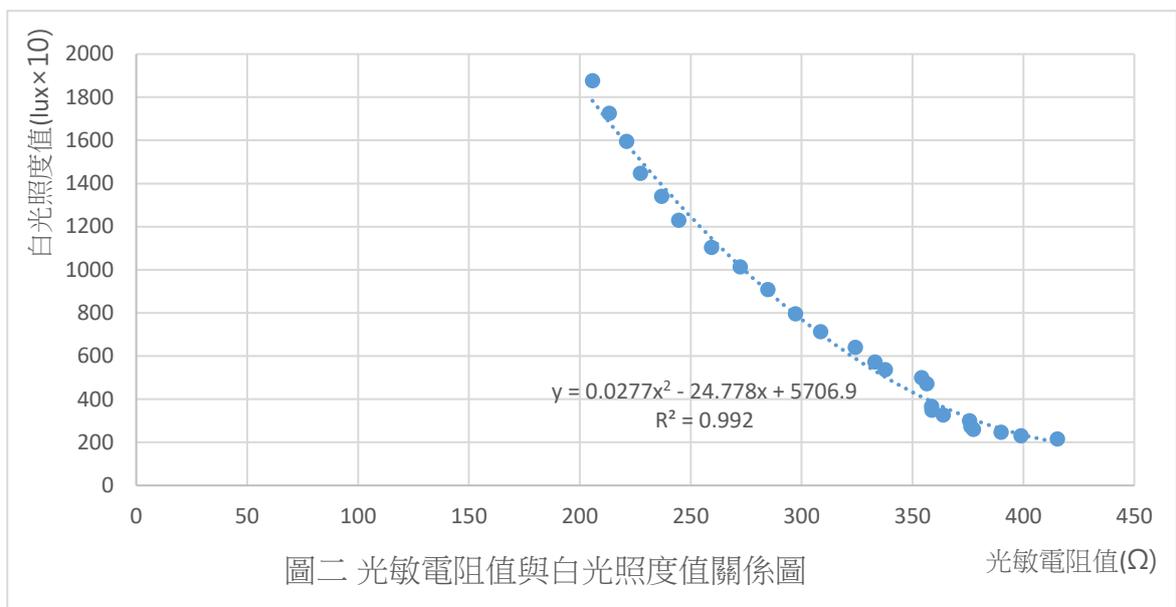
本研究主要利用光敏電阻之電阻值來分析比較樣本所萃取花青素之遮光效果，為了瞭解光敏電阻所測得電阻值和光的照度值兩者間的關係，我們先利用捲筒和海報紙做了如圖一的實驗暗室，藉由改變暗室內燈(手電筒)的高度，來測量暗室內的光敏電阻數值和照度計數值的變化關係，記錄實驗數據如表二及作圖如圖二。



圖一 測量電阻值和照度值的實驗暗室

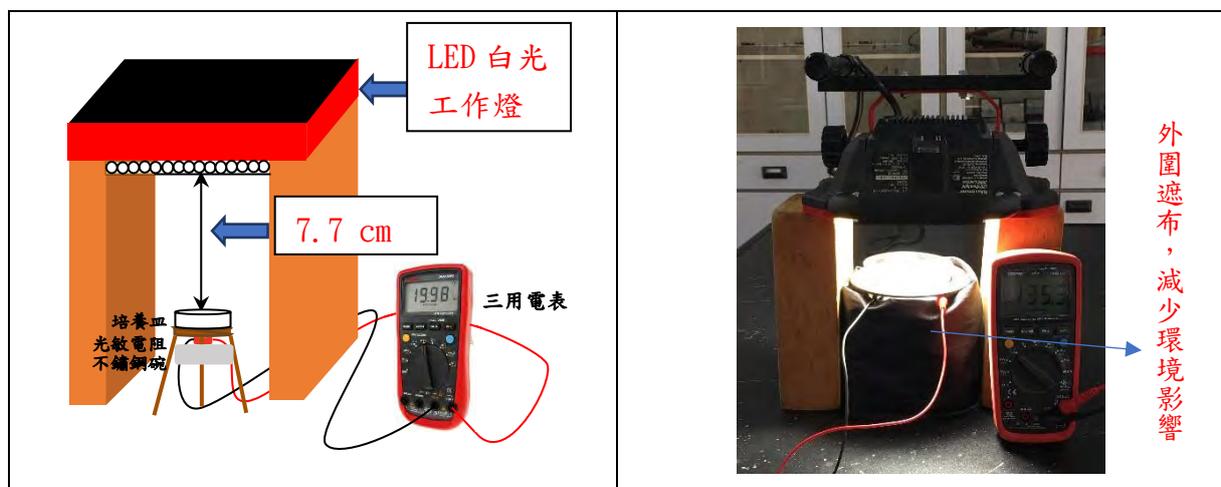
表二 光敏電阻值和白光照度值的關係

白光光源高度(cm)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
光敏電阻值(Ω)	205.7	213.2	221.0	227.2	236.9	244.6	259.3	272.2	284.7
照度值($\text{lux} \times 10$)	1876	1725	1595	1446	1340	1229	1103	1013	908
白光光源高度(cm)	10	11	12	13	14	15	16	17	18
光敏電阻值(Ω)	297.2	308.5	324.2	333.0	337.7	354.1	356.4	358.6	358.7
照度值($\text{lux} \times 10$)	795	712	640	572	536	500	472	366	348
白光光源高度(cm)	19	20	21	22	23	24	25		
光敏電阻值(Ω)	363.8	375.6	376.3	377.4	389.9	398.8	415.2		
照度值($\text{lux} \times 10$)	327	299	273	259	247	230	216		



一、探討花青素對白光的遮光效果

為探討花青素萃取液是否有遮光效果，我們設計了實驗裝置，如圖三，利用白光通過花青素萃取液後，萃取液下的光敏電阻的電阻數值變化，判斷遮光效果。所測得電阻值愈大，照度愈小，表示所採用的實驗樣本遮光效果愈佳。



圖三 自製實驗裝置設計圖和裝置實際圖

實驗一、花青素萃取液的遮白光效果

【實驗步驟】

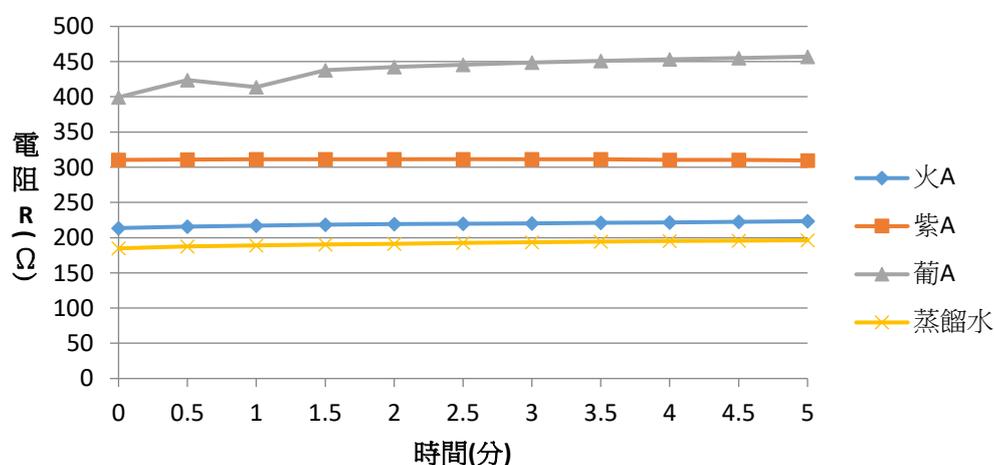
1. 分別取 40 公克剪碎後的火龍果皮放入兩個 250cc 的燒杯內，並各加入 80 公克的蒸餾水。
2. 將其加熱至約 60°C(不可超過 60°C，超過可能會破壞花青素)，靜置五分鐘後過濾出火龍果花青素萃取液。
3. 將火龍果花青素萃取液倒入培養皿中，液高為 0.5 cm。

- 將培養皿移至實驗裝置的三腳架上，每 30 秒測量一次電阻值，記錄數據如表三。
- 分別取紫高麗菜與葡萄皮重複步驟 1~4。
- 以蒸餾水為對照組。

【實驗結果】

表三 花青素萃取液的遮白光效果(液高 $h = 0.5 \text{ cm}$)

時間(分) \ 原料 電阻 (Ω)	火龍果皮	紫高麗菜	葡萄皮	蒸餾水
0	213.6	310.6	399.4	184.8
0.5	215.7	311.0	423.6	187.4
1.0	217.2	311.2	413.8	189.0
1.5	218.3	311.4	437.8	190.2
2.0	219.1	311.3	442.4	191.4
2.5	219.6	311.5	445.5	192.5
3.0	220.3	311.3	448.6	193.4
3.5	221.1	311.2	451.0	194.2
4.0	221.8	310.6	453.3	195.1
4.5	222.7	310.3	454.9	195.6
5.0	223.4	309.7	457.0	196.3



圖四 不同花青素萃取液遮白光效果比較圖

【實驗顯示】

由實驗數據中對照蒸餾水進行比較後，我們發現三種花青素萃取液的電阻數值皆高於 200Ω ，部分數值甚至較蒸餾水的電阻數值高出近兩倍，確實有遮白光的效果。在火龍果皮、紫高麗菜及葡萄皮花青素萃取液的遮白光效果測量結果中，葡萄皮遮白光效果最佳，明顯高於其他二者，而紫高麗菜次之，火龍果皮則略差，如圖四。

實驗二、不同濃度的花青素萃取液遮白光效果

【實驗步驟】

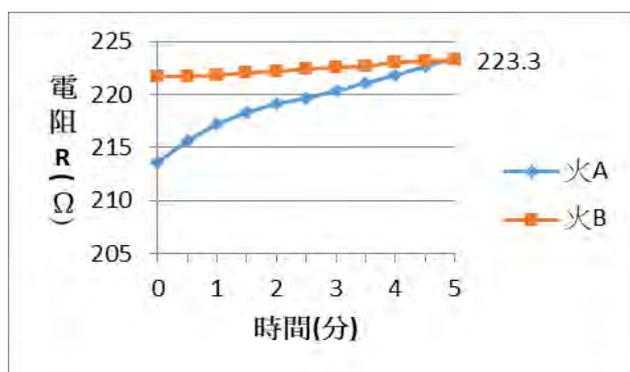
1. 分別秤取 40 公克剪碎後的火龍果皮放入兩個 250cc 的燒杯內，並各加入 80 公克及 100 公克的蒸餾水。
2. 將其加熱至約 60°C(超過此溫度可能會破壞花青素)，靜置五分鐘後過濾出火龍果花青素萃取液。
3. 將火龍果花青素萃取液倒入培養皿中，液高為 0.5 cm。
4. 將培養皿移至實驗裝置的三腳架上，每 30 秒測量一次電阻值，記錄數據如表四。
5. 分別取紫高麗菜與葡萄皮重複步驟 1~4。

【實驗結果】

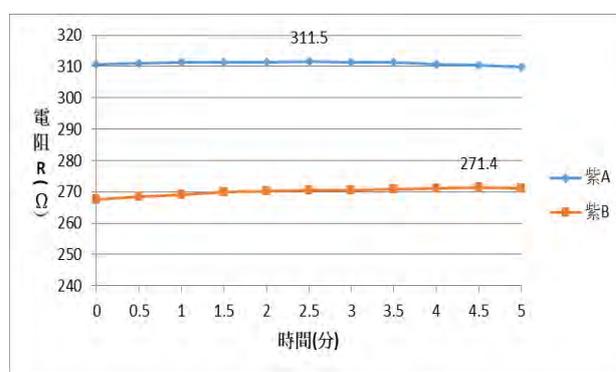
表四 不同濃度的花青素萃取液遮白光效果(液高 h=0.5 cm)

時間(分) \ 原料 電阻 (Ω)	火 A	火 B	紫 A	紫 B	葡 A	葡 B	蒸餾水
0	213.6	221.7	310.6	267.7	399.4	280.7	184.8
0.5	215.7	221.7	311.0	268.4	423.6	281.5	187.4
1.0	217.2	221.8	311.2	269.2	413.8	282.2	189.0
1.5	218.3	222.0	311.4	269.9	437.8	283.0	190.2
2.0	219.1	222.2	311.3	270.2	442.4	283.3	191.4
2.5	219.6	222.4	311.5	270.5	445.5	283.7	192.5
3.0	220.3	222.5	311.3	270.6	448.6	284.4	193.4
3.5	221.1	222.7	311.2	270.9	451.0	285.0	194.2
4.0	221.8	223.0	310.6	271.1	453.3	285.7	195.1
4.5	222.7	223.1	310.3	271.4	454.9	285.9	195.6
5.0	223.4	223.3	309.7	271.1	457.0	286.5	196.3

■ 「火 A」表示 40g 火龍果皮+80g 蒸餾水; 「火 B」表示 40g 火龍果皮+100g 蒸餾水



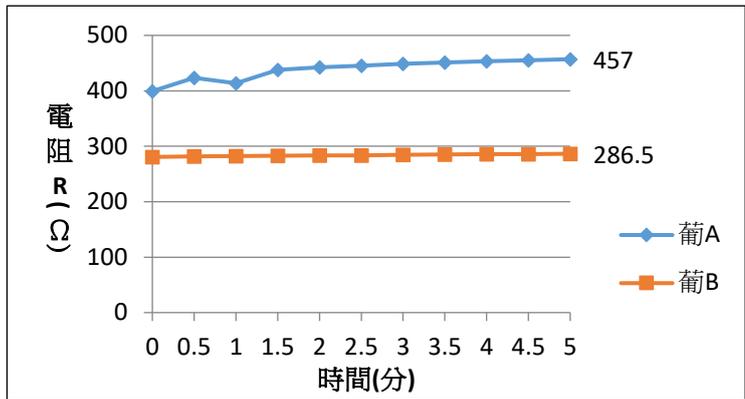
圖五 不同濃度的火龍果皮花青素萃取液遮白光效果(液高 h=0.5 cm)



圖六 不同濃度的紫高麗菜花青素萃取液遮白光效果(液高 h=0.5 cm)

【實驗顯示】

由圖五~圖七中不同濃度的花青素萃取液遮白光效果中發現，葡萄皮及紫高麗菜皆有明顯差異，濃度較高者(40g 蔬果/80g 蒸餾水)和較低者(40g 蔬果/100g 蒸餾水)所測得的電阻值大約高出約 1.1~1.5 倍左右，而火龍果皮的差異則較不明顯。



圖七 不同濃度的葡萄皮花青素萃取液遮白光效果

實驗三、不同液高的花青素萃取液遮白光效果

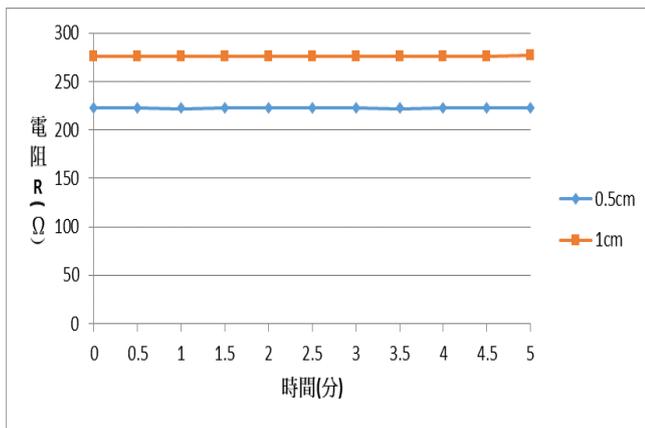
【實驗步驟】

1. 取 40 公克剪碎後的火龍果皮放入 250cc 的燒杯內，並加入 120 公克的蒸餾水。
2. 將其加熱至約 60°C，靜置五分鐘後過濾出火龍果皮花青素萃取液。
3. 將火龍果皮花青素萃取液倒入培養皿中，液高為 0.5 cm。
4. 將培養皿移至實驗裝置的三腳架上，每 30 秒測量一次電阻值，記錄數據如表五。
5. 將液高增加為 1 cm，重複步驟 4。
6. 分別取紫高麗菜與葡萄皮重複步驟 1~5。

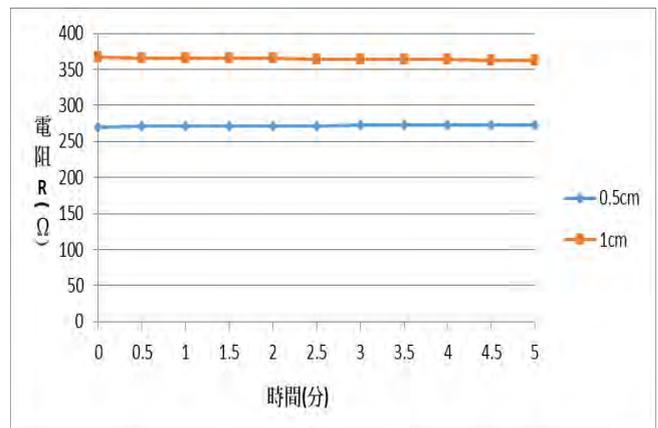
【實驗結果】

表五 不同液高的花青素萃取液遮白光效果(樣本 C：40g 原料 + 120g 蒸餾水)

原料 液高(cm) 時間 電阻 (Ω) (分)	火龍果皮		紫高麗菜		葡萄皮	
	0.5 cm	1 cm	0.5 cm	1 cm	0.5 cm	1 cm
0	222.3	276.4	270.2	366.9	253.6	425.8
0.5	222.3	276.0	270.9	365.6	262.2	433.0
1.0	222.2	276.1	271.3	365.6	264.3	434.8
1.5	222.3	276.1	271.7	365.2	266.2	435.8
2.0	222.4	276.3	271.8	365.1	267.7	436.8
2.5	222.4	276.2	272.0	364.6	269.1	437.7
3.0	222.5	276.3	272.5	364.5	269.8	438.9
3.5	222.2	276.4	272.3	364.3	270.7	439.4
4.0	222.5	276.3	272.4	364.0	271.5	439.7
4.5	222.4	276.4	272.4	362.9	272.8	440.0
5.0	222.7	276.5	272.4	362.4	273.2	440.5



圖八 不同液高的火龍果皮花青素萃取液遮白光效果

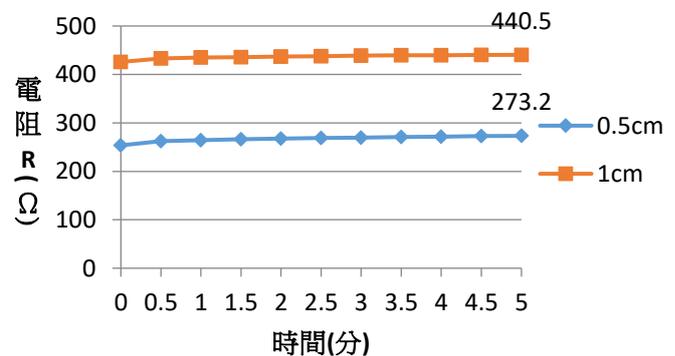


圖九 不同液高的紫高麗菜花青素萃取液遮白光效果

【實驗顯示】

1. 由「不同液高的花青素萃取液遮白光效果」實驗中，以不同液高量測相同來源的花青素萃取液的電阻值，比較測量結果，可發現液高為 1 cm 的電阻值均大於液高為 0.5 cm 的電阻值。

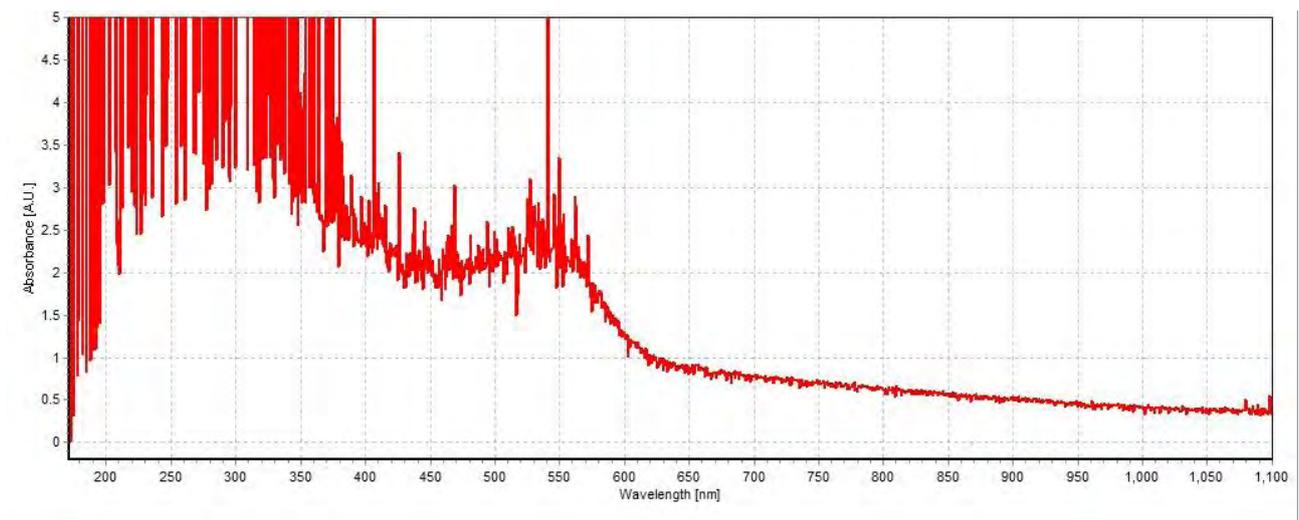
2. 其中以葡萄皮花青素萃取液的差異最為明顯，液高 1 cm 及 0.5 cm 的測量結果差了將近兩倍，火龍果皮及紫高麗菜結果也均有差異。由實驗結果可推論花青素萃取液的液高越高，也就是厚度越大，其遮白光效果越佳。



圖十 不同液高的葡萄皮花青素萃取液遮白光效果

由圖八~十的實驗結果發現，葡萄皮花青素萃取液的遮白光效果表現略優於另二者，但因為葡萄果實小，使得我們在實驗中葡萄皮的取得就顯得量少而不易，而紫高麗菜是可食食材，若具遮光效果但鮮少為人們所食用或利用的火龍果皮也能促使其發揮最大的效用，或許可以扭轉被丟棄的命運，所以我們嘗試選擇火龍果皮繼續進行後續進一步的實驗。

常見的火龍果分為紅肉(通稱為紅龍果)及白肉火龍果，兩者產期有些不同，但兩者果皮皆含有明顯紅色素，資料上顯示可能含花青素、甜菜紅素或類胡蘿蔔素等，為了分析我們所萃取出火龍果皮成分，我們將以水為溶劑的萃取液進行光譜分析，根據我們查詢的資料，花青素有四種異構物，吸收峰約落在 545nm 附近，由圖十一的光譜，我們可看出在 545nm 附近有明顯吸收，可說明萃取出液體內明顯含有花青素，花青素是天然防曬品，於是我們試著將萃取液進行更進一步的研究與測試。



圖十一 火龍果皮花青素萃取液(以水為溶劑)UV-Vis 光譜圖

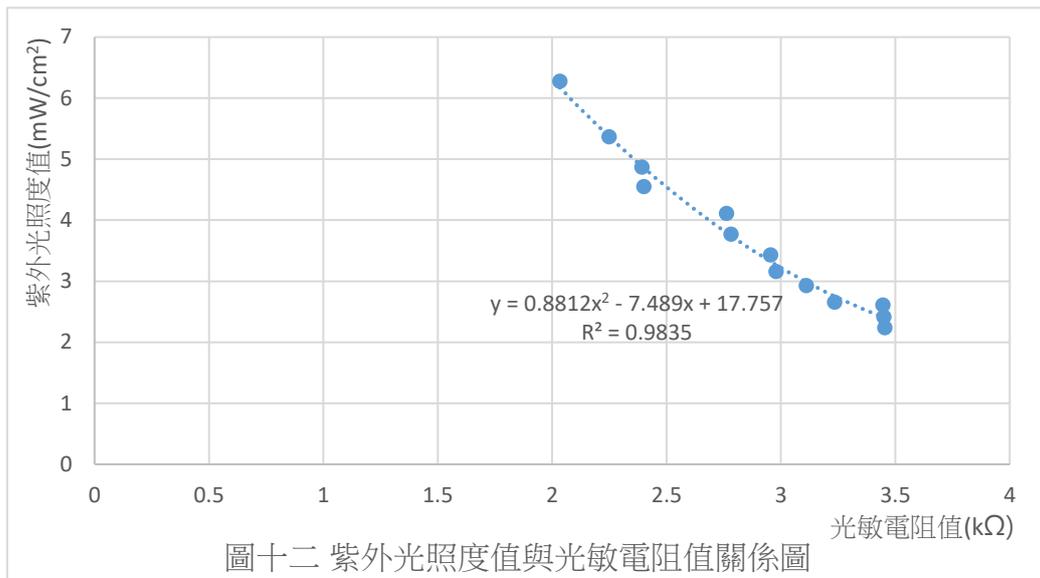
二、探討花青素對紫外光的遮擋效果

由實驗結果發現花青素萃取液的確具遮白光的效果，我們在蒐集資料時得知光照能促進生長活化，但也造成病變及老化，尤其是長波長紫外光(UVA，320 ~400 nm)穿透力較強，可以深入真皮層，對皮膚造成較大的破壞，於是我們想進一步研究，花青素萃取液是否也能有效遮擋紫外光。

我們利用圖一之裝置，將白光手電筒改為紫外光手電筒，同時也將白光照度計改為紫外光照度計，進行實驗。上下移動紫外光手電筒高度，量測在暗箱內的光敏電阻數值和紫外光照度計照度值的變化，找出兩數值間的關係，記錄數據如表六及作圖如圖十二。

表六 光敏電阻值和紫外光照度值的關係

紫外光源高度(cm)	1	2	3	4	5	6	7
光敏電阻值(k Ω)	2.033	2.249	2.392	2.400	2.762	2.781	2.955
照度值(mW/cm ²)	6.28	5.37	4.87	4.55	4.11	3.77	3.43
紫外光源高度(cm)	8	9	10	11	12	13	
光敏電阻值(k Ω)	2.978	3.111	3.234	3.445	3.450	3.453	
照度值(mW/cm ²)	3.16	2.93	2.66	2.61	2.42	2.24	

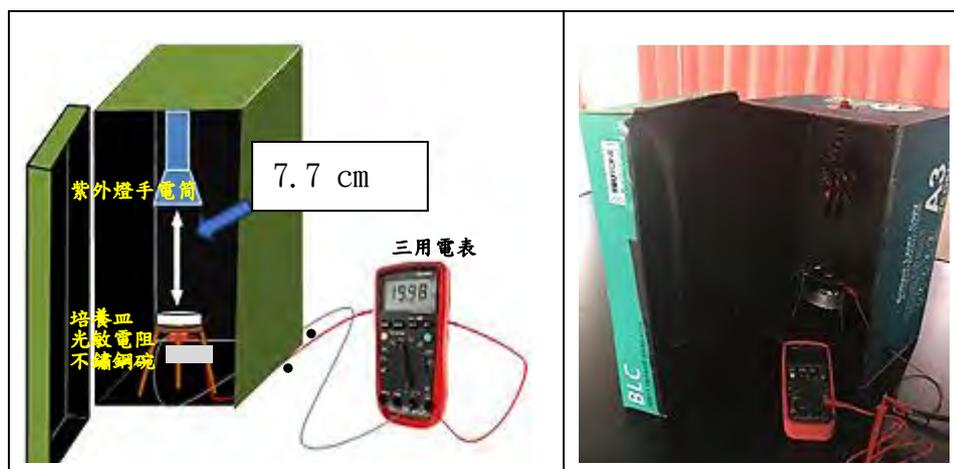


實驗一、火龍果皮花青素萃取液是否能遮擋紫外光

為了減少在實驗過程中環境外來光源的影響，我們重新設計了實驗裝置，如圖十三-「**實驗暗箱**」，利用影印紙外箱當暗箱外殼，將紙箱內部貼滿黑色海報紙，並懸掛紫外光手電筒(波長 395 nm)。利用紫外光通過花青素萃取液後，記錄萃取液下的光敏電阻的電阻數值變化，判斷其遮擋紫外光效果。

【實驗步驟】

1. 將不同濃度比例的火龍果皮花青素萃取液，分別加入培養皿至液高為 0.5 cm。
2. 將培養皿移至實驗裝置的三腳架上，每 30 秒測量一次電阻值，記錄數據如表七。
3. 將液高增加為 1 cm，重複步驟 1~2。

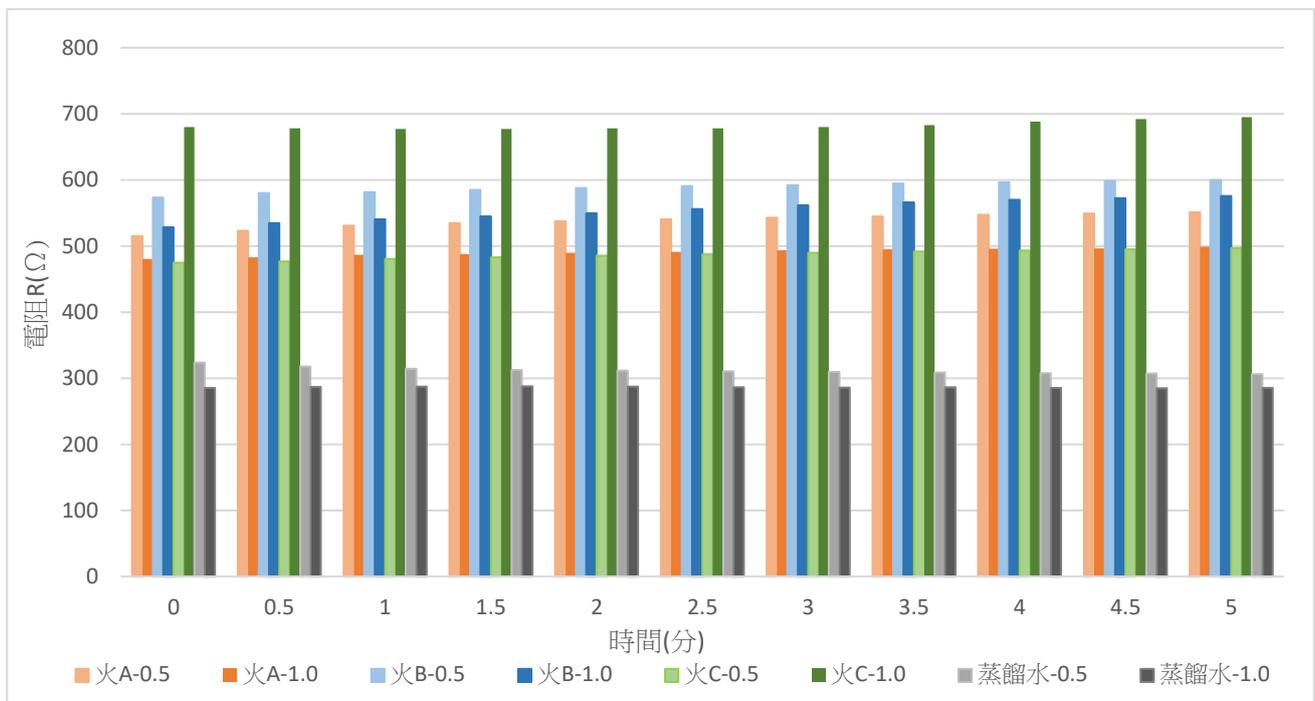


圖十三 實驗暗箱設計圖和實驗暗箱實際圖

【實驗結果】

表七 火龍果皮花青素萃取液遮擋紫外光效果

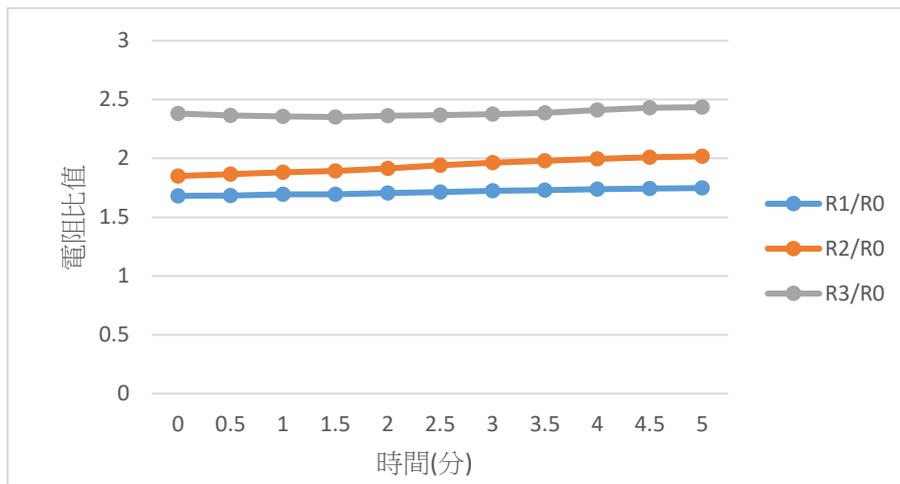
原料		火龍果皮 A (40g 火龍果皮+80g 蒸餾水)		火龍果皮 B (40g 火龍果皮+100g 蒸餾水)		火龍果皮 C (40g 火龍果皮+120g 蒸餾水)		蒸餾水	
時間 (分)	液高 (cm)	0.5 cm	1 cm	0.5 cm	1 cm	0.5 cm	1 cm	0.5 cm	1 cm
	0	電阻 (Ω)	514.9	480.3	573.3	528.4	474.9	680.0	323.6
0.5		522.8	483.1	579.9	534.6	476.6	678.0	317.6	286.8
1.0		531.0	486.8	581.7	540.5	480.5	677.0	314.3	287.4
1.5		534.4	487.8	584.9	544.6	483.0	677.0	312.6	287.9
2.0		537.4	489.7	587.8	549.8	485.4	678.0	311.4	287.2
2.5		540.4	491.0	590.8	556.0	487.4	678.0	310.4	286.4
3.0		542.8	493.5	592.3	561.6	489.6	680.0	309.4	286.1
3.5		544.9	494.9	594.5	566.1	491.6	683.0	308.6	286.2
4.0		547.1	496.2	596.4	569.7	493.3	688.0	307.8	285.5
4.5		548.9	496.7	598.2	572.3	495.1	692.0	306.9	284.8
5.0		550.9	498.7	599.9	575.7	496.8	695.0	306.3	285.4



圖十四 火龍果花青素萃取液遮擋紫外光效果

表八 火龍果皮花青素萃取液與蒸餾水遮擋紫外光之比較(電阻比值)

電阻比值 時間(分)	火 A (液高 1cm)	火 B (液高 1cm)	火 C (液高 1cm)	蒸餾水 (液高 1cm)			
	R_1/R_0				R_2/R_0	R_3/R_0	
	R_1	R_2	R_3	R_0			
0	1.68172268	480.3	1.85014005	528.4	2.38095238	680	285.6
0.5	1.68444909	483.1	1.86401673	534.6	2.36401673	678	286.8
1.0	1.69380654	486.8	1.88065414	540.5	2.35560194	677	287.4
1.5	1.69433831	487.8	1.89162903	544.6	2.35151094	677	287.9
2.0	1.70508356	489.7	1.91434540	549.8	2.36072423	678	287.2
2.5	1.71438547	491.0	1.94134078	556.0	2.36731843	678	286.4
3.0	1.72492135	493.5	1.96295001	561.6	2.37679133	680	286.1
3.5	1.72921034	494.9	1.97798742	566.1	2.38644304	683	286.2
4.0	1.73800350	496.2	1.99544658	569.7	2.40980735	688	285.5
4.5	1.74403089	496.7	2.00948033	572.3	2.42977528	692	284.8
5.0	1.74737210	498.7	2.01716888	575.7	2.43517869	695	285.4



圖十五 火龍果皮花青素萃取液與蒸餾水遮擋紫外光之比較

【實驗顯示】

1. 由圖十四實驗數據得知，三種花青素萃取液遮擋紫外光的效果頗佳，且數值平穩。其中表現最佳的火 C(40g 火龍果皮+120g 蒸餾水)遮擋紫外光效果較對照組蒸餾水相比，約為蒸餾水的 2.8 倍(R_3/R_0)，至於表現墊後的火 A(40g 火龍果皮+80g 蒸餾水)，其電阻值約為蒸餾水的 2 倍左右。
2. 低濃度的花青素萃取液遮擋紫外光的效果比高濃度花青素萃取液效果更好。
3. 實驗結果顯示大部分液高 0.5 cm 萃取液遮擋紫外光效果比液高 1.0 cm 萃取液效果較好。

實驗二、乾燥果皮之花青素萃取液遮擋紫外光效果之探討

我們在前面花青素萃取液遮白光實驗中，不論是葡萄皮、紫高麗菜或是火龍果皮均是在未經特別處理的情況下，直接切碎放入蒸餾水加熱來萃取花青素，果皮及蔬菜本身所含的水分對花青素萃取是否造成影響？若將果皮先進行乾燥處理，其花青素萃取液遮擋紫外光之效果有無往上提升之可能？

(一)以水為溶劑萃取乾燥處理過的葡萄皮，萃取液是否能提高遮擋紫外光的效果

【實驗步驟】

1. 取等量葡萄皮兩份，一份於室內陰涼處乾燥 24 小時，另一份葡萄皮直接加水加熱萃取。
2. 將不同處理方式(乾燥或未乾燥)的葡萄皮花青素萃取液，分別加入培養皿至液高為 0.1 cm。
3. 將培養皿移至裝置的三腳架上(如圖十三)，每 30 秒測一次電阻值，記錄數據如表九。

【實驗結果】

表九 乾燥葡萄皮/未乾燥葡萄皮花青素萃取液遮擋紫外光效果

時間(分)		0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5
電阻 (kΩ)	乾燥葡萄皮 萃取液	7.36	7.46	7.55	7.63	7.70	7.74
	未乾燥葡萄皮 萃取液	3.249	3.223	3.360	3.428	3.380	3.433
時間(分)		3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	
電阻 (kΩ)	乾燥葡萄皮 萃取液	7.78	7.83	7.87	7.88	7.97	
	未乾燥葡萄皮 萃取液	3.422	3.410	3.426	3.430	3.439	

經過乾燥處理的葡萄皮所萃取出之花青素溶液遮擋紫外光效果明顯提升約 2 倍。萃取液顏色也有明顯差異，如圖十六，可以說我們將果皮乾燥處理後所得到的花青素萃取液在濃度數量上有明顯增加(由萃取液顏色觀察)，因此對於原本遮光表現就較葡萄皮差的火龍果皮，我們仍想進一步挑戰是否能提高火龍果皮內花青素的萃取，我們在一

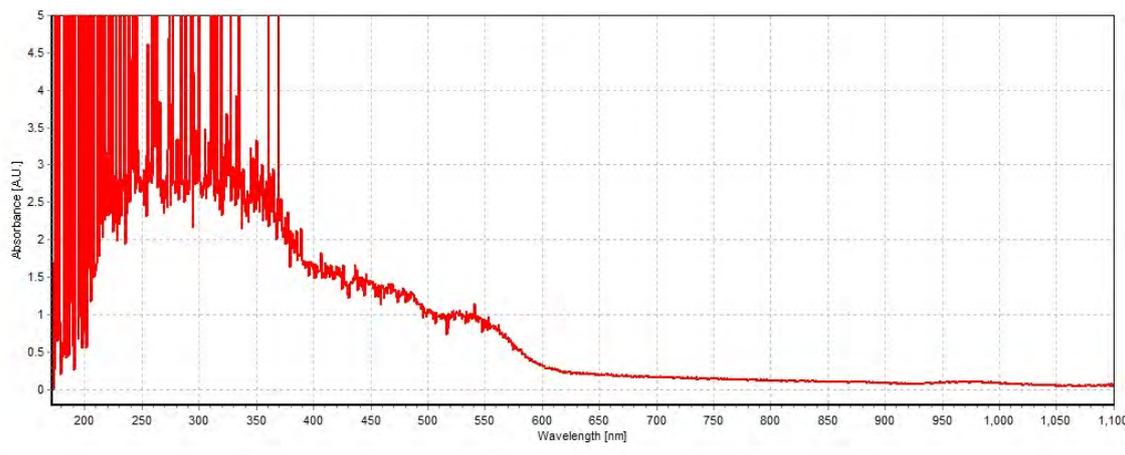


圖十六 葡萄皮萃取液
圖左-乾燥葡萄皮；圖右-未乾燥葡萄皮

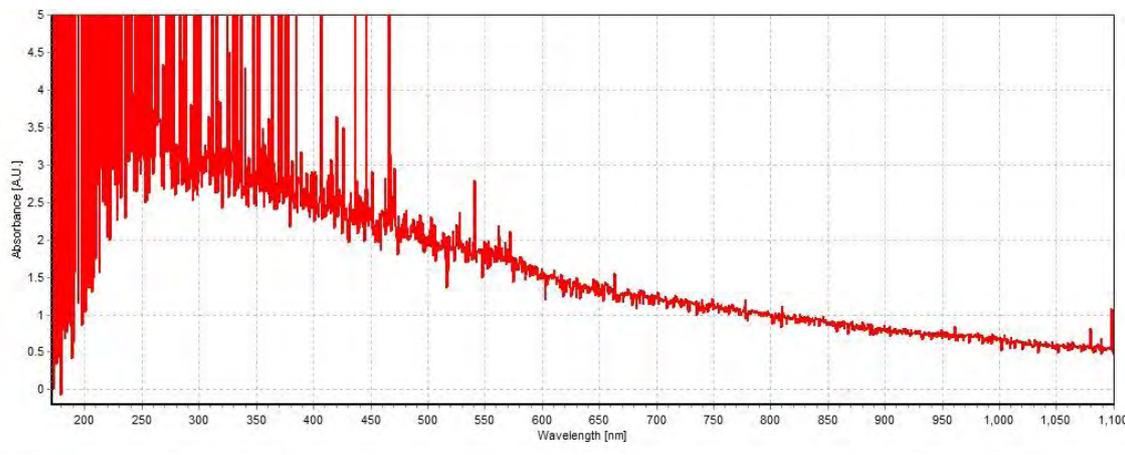
篇染料敏化太陽能電池期刊文章中發現：該研究利用甲醇當溶劑，從火龍果皮萃取天然染

料…。是否當我們改用蒸餾水以外的其他溶劑來萃取火龍果皮中的花青素也會有所助益，於是我們想測試不同溶劑對乾燥火龍果皮內的花青素萃取效果。

我們為確認以甲醇及乙醇為溶劑時所萃取出之火龍果皮花青素溶液內含的成分物質，將萃取液進行光譜分析，結果如圖十七及十八，由圖可看出其在約 545nm 處亦有明顯吸收，表示的確有成功萃取出花青素，但乙醇似乎萃取出較多的其他物質，所以依花青素的萃取效果而言，應該是甲醇優於乙醇，以下試著進行實驗比較兩者萃取差異。



圖十七 以甲醇為萃取溶劑



圖十八 以乙醇為萃取溶劑

(二) 不同溶劑(甲醇/乙醇)對乾燥火龍果皮花青素萃取效果之影響(以遮擋紫外光效果進行比較)

花青素是水溶性色素，我們實驗設計採加水加熱萃取，雖然經過曬乾脫水處理後的火龍果皮萃取液在遮光效果有所提升，但若以甲醇或乙醇為溶劑來萃取火龍果皮內的花青素，能否有更佳的萃取效果？我們檢測及記錄實驗暗箱的電阻值變化來比較之。

【實驗步驟】

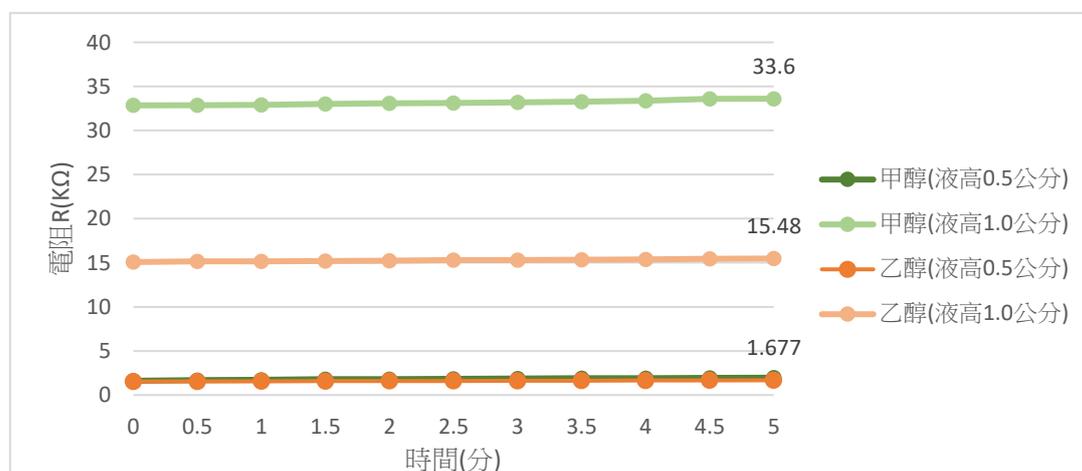
1. 將曬乾後的火龍果皮 40g 剪碎放入燒杯內，各加入 80ml 99.85% 甲醇、95% 乙醇、蒸餾水後，放在室內陰涼處靜置 24 小時，過濾使用。
2. 將火龍果皮花青素萃取液，加入培養皿至液高為 0.5 cm。
3. 將培養皿移至實驗裝置的三腳架上，每 30 秒測量一次電阻值，記錄數據如表十。
4. 將液高增加為 1 cm，重複步驟 3。

【實驗結果】

表十 不同溶劑的火龍果皮花青素萃取液遮擋紫外光效果

樣本 電阻 (kΩ) 時間 (分)	甲醇萃取		乙醇萃取		蒸餾水萃取	
	液高 h 0.5 cm	液高 h 1.0 cm	液高 h 0.5 cm	液高 h 1.0 cm	液高 h 0.5 cm	液高 h 1 cm
	0	1.620	32.85	1.536	15.08	2.431
0.5	1.695	32.88	1.551	15.16	2.435	5.810
1.0	1.749	32.89	1.565	15.18	2.436	5.822
1.5	1.790	33.00	1.577	15.21	2.439	5.831
2.0	1.822	33.07	1.590	15.25	2.442	5.842
2.5	1.853	33.12	1.605	15.29	2.444	5.848
3.0	1.881	33.20	1.621	15.30	2.448	5.866
3.5	1.900	33.28	1.639	15.33	2.449	5.878
4.0	1.924	33.39	1.655	15.39	2.452	5.874
4.5	1.949	33.58	1.668	15.44	2.454	5.887
5.0	1.970	33.60	1.677	15.48	2.457	5.897

由表十可看出在高液高的情形下，甲醇萃取花青素遮擋紫外光效果比乙醇佳，對照光譜圖，也發現使用乙醇為萃取溶劑較可能溶出其他物質，故萃取花青素的溶劑以甲醇較乙醇適合。



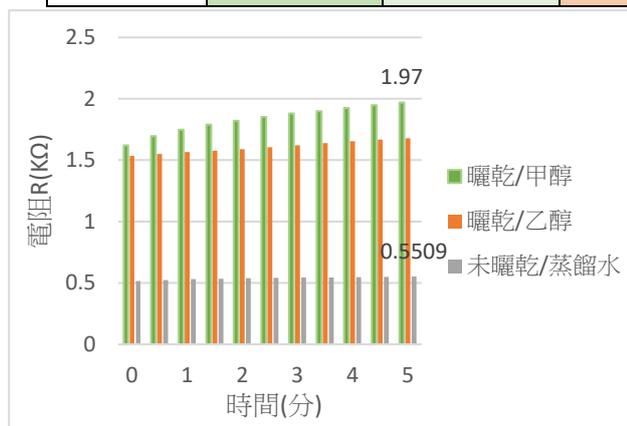
圖十九 甲醇/乙醇萃取火龍果皮花青素的遮擋紫外光效果

改以 99.85% 甲醇跟 95% 乙醇當溶劑來萃取火龍果皮中的花青素，我們發現兩者的花青素萃取液在液高 0.5 cm 時，沒有顯著差異；但是當兩者液高為 1 cm 時，甲醇的花青素萃取液數據明顯優於乙醇。但乾燥處理後的火龍果皮再加入蒸餾水下去萃取時，蒸餾水反倒先被乾燥的火龍果皮吸收，無法順利得到足量花青素萃取液。

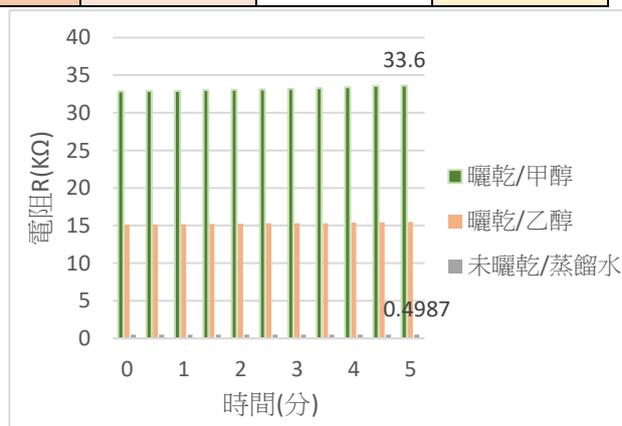
我們為了比較火龍果皮乾燥處理與改用甲醇或乙醇當溶劑來萃取花青素其效果的差異性，特將乾燥處理的火龍果皮以甲醇和乙醇萃取的結果，跟用蒸餾水萃取未乾燥處理的火龍果皮花青素萃取液比較，如下表十一：

表十一 不同溶劑的火龍果皮花青素萃取液遮擋紫外光效果比較

樣本 電阻 (kΩ) 時間 (分)	曬乾/甲醇萃取		曬乾/乙醇萃取		未曬乾/蒸餾水萃取	
	液高 h	液高 h	液高 h	液高 h	液高 h	液高 h
	0.5 cm	1 cm	0.5 cm	1 cm	0.5 cm	1 cm
0	1.620	32.85	1.536	15.08	0.5149	0.4803
0.5	1.695	32.88	1.551	15.16	0.5228	0.4831
1.0	1.749	32.89	1.565	15.18	0.5310	0.4868
1.5	1.790	33.00	1.577	15.21	0.5344	0.4878
2.0	1.822	33.07	1.590	15.25	0.5374	0.4897
2.5	1.853	33.12	1.605	15.29	0.5404	0.4910
3.0	1.881	33.20	1.621	15.30	0.5428	0.4935
3.5	1.900	33.28	1.639	15.33	0.5449	0.4949
4.0	1.924	33.39	1.655	15.39	0.5471	0.4962
4.5	1.949	33.58	1.668	15.44	0.5489	0.4967
5.0	1.970	33.60	1.677	15.48	0.5509	0.4987



圖二十 不同花青素萃取溶劑遮擋紫外光效果比較(液高 0.5 cm)



圖二十一 不同花青素萃取溶劑遮擋紫外光效果比較(液高 1.0 cm)

【實驗顯示】

由圖二十和二十一實驗數據顯示，不論是液高 0.5 或 1.0 cm，乾燥處理後的火龍果

皮，使用甲醇或乙醇為溶劑所得到的花青素萃取液，其遮擋紫外光的效果都相當好，甲醇溶劑效果又比乙醇溶劑佳。在液高 0.5 cm 時，以甲醇為溶劑的花青素萃取液其電阻值為蒸餾水的 3.6 倍，而液高 1.0 cm 時，以甲醇為溶劑的花青素萃取液其電阻值甚至為蒸餾水的 67.4 倍。

【空白實驗】

考量改用甲醇或乙醇這兩種不同溶劑其本身對紫外光吸收效果之影響，特以溶劑本身進行空白實驗，數據如表十二。

表十二 不同溶劑遮擋紫外光之空白實驗

時間 (分)	溶劑		乙醇		蒸餾水	
	甲醇		乙醇		蒸餾水	
	液高 h 0.5 cm	液高 h 1 cm	液高 h 0.5 cm	液高 h 1 cm	液高 h 0.5 cm	液高 h 1 cm
0	0.951	0.655	0.872	1.075	0.3236	0.2856
0.5	1.020	0.682	1.000	1.208	0.3176	0.2868
1.0	1.050	0.722	1.022	1.252	0.3143	0.2874
1.5	1.057	0.737	1.056	1.294	0.3126	0.2879
2.0	1.043	0.747	1.172	1.332	0.3114	0.2872
2.5	1.071	0.766	1.091	1.315	0.3104	0.2864
3.0	1.005	0.727	1.089	1.323	0.3094	0.2861
3.5	1.023	0.723	1.063	1.324	0.3086	0.2862
4.0	1.034	0.724	1.068	1.333	0.3078	0.2855
4.5	1.061	0.727	1.072	1.340	0.3069	0.2848
5.0	1.063	0.746	1.077	1.346	0.3063	0.2854

三、探究自製花青素防曬乳與染布的防曬效果

實驗一.1 自製花青素防曬乳遮擋紫外光效果

整體實驗結果，以火 C(水 120g 和火龍果皮 40g 比例)的花青素萃取液，其遮擋紫外光效果最佳，因此，我們試著以這個比例來製作含有花青素萃取液的防曬乳。

為了瞭解添加花青素萃取液是否能增強防曬乳遮擋紫外光的效果，我們嘗試自製防曬乳，參考防曬乳 DIY 配方與比例，我們在防曬乳水相固定的情況下調整蒸餾水和花青素萃取液的比例，來探討是否能增強防曬效果並與市售防曬乳效果比較。

【實驗步驟】

1. 製作防曬乳(參考坊間防曬乳 DIY 配方)

依實驗設計需求防曬乳水相固定-總質量為 37.5g 不同比例的火龍果花青素萃取液和蒸餾水

(註:本實驗添加之花青素萃取液均為火龍果皮 C)。

實驗組編號	步驟 1	步驟 2	步驟 3
實驗組甲 100%花青素萃取液	取 7.5cc 有機椰子油、2g 食用級乳粉和 3g 氧化鋅加入燒杯中攪拌 3 分鐘至均勻混合呈濃稠狀。	加入 <u>37.5g 花青素萃取液</u>	均勻攪拌 約 15 分鐘。
實驗組乙 75%花青素萃取液		加入 <u>28.12g 花青素萃取液</u> <u>與 9.38g 蒸餾水共 37.5g</u>	
實驗組丙 50%花青素萃取液		加入 <u>18.75g 花青素萃取液</u> <u>與 18.75g 蒸餾水共 37.5g</u>	
實驗組丁 25%花青素萃取液		加入 <u>9.38g 花青素萃取液</u> <u>與 28.12g 蒸餾水共 37.5g</u>	
實驗組戊 全蒸餾水		加入 <u>37.5g 蒸餾水</u>	

■自製防曬乳添加花青素萃取液多寡:

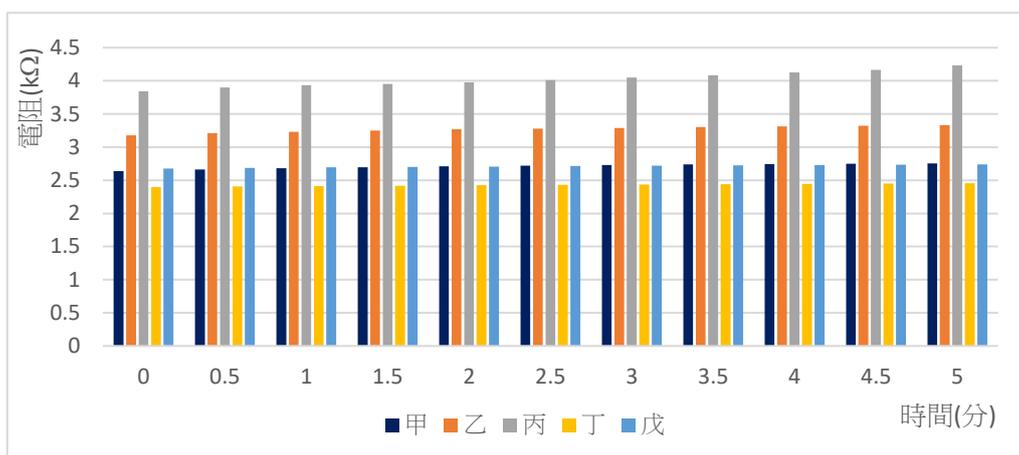
實驗組甲 > 實驗組乙 > 實驗組丙 > 實驗組丁 > 對照組戊

2. 將分別塗抹 0.1 cm 厚的甲、乙、丙、丁、戊防曬乳於培養皿內，並將培養皿移至實驗暗箱裝置(圖十三)的三腳架上，每 30 秒測量一次電阻值，記錄數據如表十三。

【實驗結果】

表十三 自製花青素防曬乳遮擋紫外光效果

時間 (分)	電阻 (kΩ)	樣本	實驗組甲 (100%花青素萃取液)	實驗組乙 (75%花青素萃取液)	實驗組丙 (50%花青素萃取液)	實驗組丁 (25%花青素萃取液)	對照組戊 (蒸餾水)
0			2.638	3.177	3.841	2.399	2.675
0.5			2.663	3.211	3.900	2.407	2.688
1.0			2.683	3.233	3.933	2.413	2.694
1.5			2.698	3.251	3.955	2.419	2.700
2.0			2.711	3.267	3.978	2.425	2.707
2.5			2.751	3.279	4.011	2.431	2.713
3.0			2.729	3.290	4.048	2.436	2.718
3.5			2.737	3.301	4.085	2.442	2.724
4.0			2.744	3.312	4.128	2.447	2.730
4.5			2.750	3.322	4.165	2.452	2.736
5.0			2.756	3.331	4.232	2.457	2.741



圖二十二 自製不同濃度花青素防曬乳遮擋紫外光效果

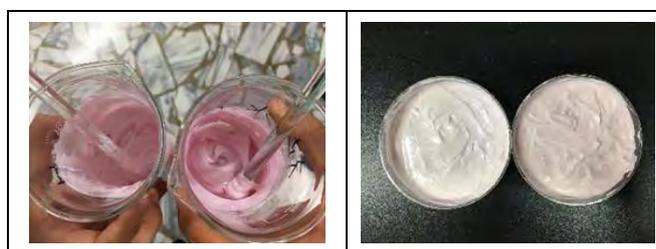
【實驗顯示】

1. 由表十三及圖二十二的實驗結果得知，實驗組丙(50%花青素萃取液)的遮擋紫外光效果最佳，遠高於其他組，實驗組乙的效果其次，而實驗組丁的遮擋紫外光效果最差。推測添加適量花青素萃取液會使自製防曬乳的遮紫外光效果提升，其中以我們所調配的 50% 花青素萃取液效果最佳，當添加過多花青素萃取液時效果反而下降，然而添加比例與防曬效果不成正比。
2. 五組自製防曬乳的遮擋紫外光效果皆隨時間而微幅成長，不過差異並不明顯，推測可能是因溫度上升，導致所測電阻值微幅上升。而時間對火龍果皮花青素防曬乳的遮擋紫外光效果影響因測量時間不夠長，無法確定結果，不過測量前花青素防曬乳呈淡紫紅色，照光測量後，顏色明顯褪為白色，如圖二十三。

實驗一.2 市售物理性防曬乳與自製花青素防曬乳遮擋紫外光效果之比較

【實驗步驟】

塗抹 0.1 cm 厚的市售物理性防曬乳於培養皿內，並將培養皿移至實驗暗箱裝置(圖十三)的三腳架上，每 30 秒測量一次電阻值，記錄數據如表十四。



圖二十三 花青素防曬乳顏色變化：
照光前(左)；照光後(右)

【實驗結果】

表十四 市售物理性防曬乳和自製防曬乳遮擋紫外光效果

時間(分)		0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5
電阻 (kΩ)	市售	24.29	25.15	26.31	27.64	27.79	28.01
	自製	3.841	3.900	3.933	3.955	3.978	4.011
時間(分)		3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	
電阻 (kΩ)	市售	28.64	28.88	29.20	29.18	29.26	
	自製	4.048	4.085	4.128	4.165	4.232	

【實驗顯示】

添加了花青素萃取液的自製防曬乳雖然比未添加的自製防曬乳遮擋紫外光效果佳，但和市售物理性防曬乳遮擋紫外光效果仍有一大段差距，查詢了市售防曬乳成分，添加成分多達30種，推測可能是有更穩定的防曬劑成分或添加物。

實驗一.3 自製花青素防曬乳戶外遮擋紫外光效果

為了測試自製花青素防曬乳在戶外大太陽下實際使用時，是否能真的發揮增強遮擋紫外光的效果，於是我們進行以下測試，裝置如圖二十四。

【實驗步驟】

1. 在未開始進行防曬乳實驗前，先測量兩台照度計在陽光下剛開始照度是否相同，若不相同則可能是兩台照度計有些微的偏差，記錄下偏差值，待實驗後，將偏差值扣除，取得較準確的照度值。
2. 同時使用兩台相同規格型號的紫外光照度計(量測範圍:320 ~400 nm)，二片載玻片分別塗上厚 0.1 cm 的未添加及有添加花青素的防曬乳，放在陽光下實測 30 分鐘，記錄照度計數值變化，記錄數據如表十五。



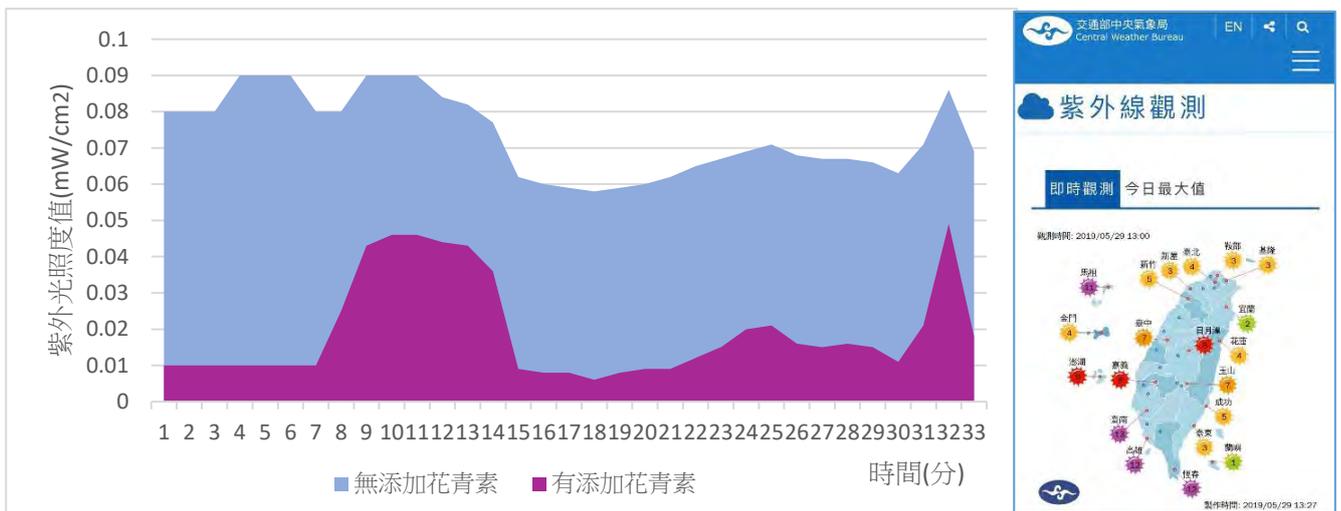
圖二十四 自製防曬乳戶外測量紫外光照度值裝置圖

【實驗結果】

表十五 有無添加花青素防曬乳戶外的紫外光照度值

時間(分)		1	2	3	4	5	6	7	8
照度值 (mW/cm ²)	無添加	0.08	0.08	0.09	0.09	0.09	0.08	0.08	0.09
	有添加	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.025	0.043
時間(分)		9	10	11	12	13	14	15	16
照度值 (mW/cm ²)	無添加	0.09	0.09	0.084	0.082	0.077	0.062	0.060	0.059
	有添加	0.046	0.046	0.044	0.043	0.036	0.009	0.008	0.008
時間(分)		17	18	19	20	21	22	23	24
照度值 (mW/cm ²)	無添加	0.058	0.059	0.060	0.062	0.065	0.067	0.069	0.071
	有添加	0.006	0.008	0.009	0.009	0.012	0.015	0.020	0.021
時間(分)		25	26	27	28	29	30	31	32
照度值 (mW/cm ²)	無添加	0.068	0.067	0.067	0.066	0.063	0.071	0.086	0.069
	有添加	0.016	0.015	0.016	0.015	0.011	0.021	0.049	0.018

【實驗顯示】



圖二十五 有無添加花青素防曬乳戶外的紫外光照度值比較圖

實驗二.1 花青素染布遮擋紫外光效果

【實驗步驟】

1. 製作花青素萃取液染布

實驗組甲

- (1)取 40 公克剪碎後的火龍果皮放入 250cc 的燒杯內，並加入 80 公克的蒸餾水。
- (2)在(1)中加入棉布、麻布一起加熱至 60℃，靜置 20 分鐘後將布夾起晾乾。

實驗組乙

- (1)秤取 40 公克剪碎後的火龍果皮放入 250cc 的燒杯內，並加入 80 公克的蒸餾水，將其

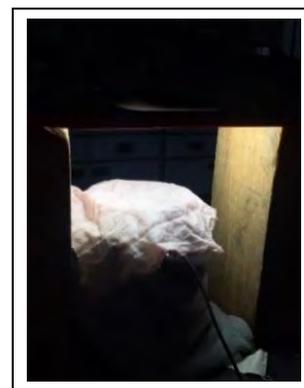
加熱至 60°C 後，過濾，取出濾液。

(2)將棉布、麻布加入濾液中，靜置 20 分鐘後將布夾起晾乾。

對照組丙

未經花青素染色處理的棉布、麻布。

- 將上述三個組別的棉布與麻布覆蓋於培養皿上，並將培養皿移至實驗暗箱裝置如圖二十六的三腳架上，每 30 秒測量一次電阻值，記錄數據如表十六。



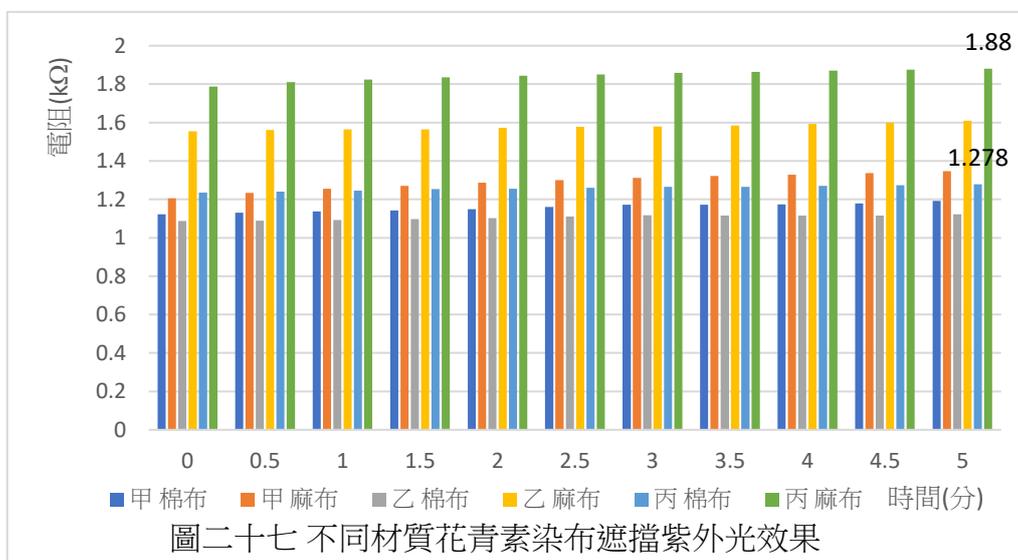
圖二十六 實驗暗箱

【實驗結果】

表十六 花青素染布遮擋紫外光效果

時間 (分)	樣本 電阻 (kΩ)	實驗組甲		實驗組乙		對照組丙	
		棉布	麻布	棉布	麻布	棉布	麻布
0		1.122	1.206	1.087	1.555	1.235	1.787
0.5		1.131	1.234	1.089	1.562	1.240	1.810
1.0		1.138	1.255	1.093	1.564	1.246	1.824
1.5		1.143	1.271	1.098	1.565	1.254	1.835
2.0		1.149	1.287	1.103	1.573	1.256	1.844
2.5		1.160	1.301	1.111	1.577	1.260	1.851
3.0		1.173	1.312	1.118	1.580	1.266	1.858
3.5		1.172	1.322	1.116	1.585	1.266	1.864
4.0		1.174	1.329	1.115	1.592	1.270	1.870
4.5		1.178	1.337	1.116	1.600	1.274	1.875
5.0		1.192	1.346	1.123	1.610	1.278	1.880

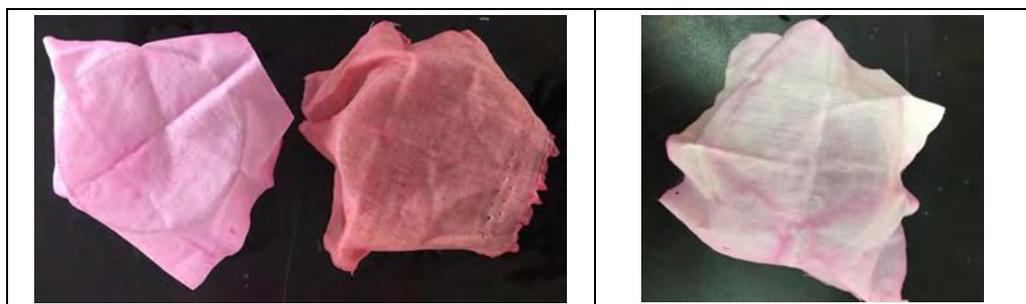
【實驗顯示】



相同染布處理方式的棉布及麻布，麻布的遮擋紫外光效果比棉布好，而完全沒處理的丙的棉布與麻布遮擋紫外光效果皆高於其他兩組，花青素萃取液染布並未能如預期發揮遮擋紫外光的作用，且原已染上淡紫紅色的染布在乾燥過程中顏色逐漸消失，如圖二十八及圖二十九。

針對上述實驗結果，我們推測可能是染布乾燥的過程中，因環境的光線或氣體，使花青素萃取液遮擋紫外光效果逐漸下降。此外，我們在此所使用的火龍果皮花青素萃取液濃度低且遮光效果較葡萄皮花青素萃取液及紫高麗菜萃取液差，致未能有遮光之效果。於是我們在下一項實驗(實驗二.2)改為利用葡萄皮花青素萃取液，且利用花青素在酸性環境下是相對穩定的條件下，加

入染媒劑-工研醋，試試是否能有效提高染布定色及遮光效果。



圖二十八 染色後的麻布

圖二十九 完全乾燥後的麻布

實驗二.2 葡萄皮花青素染布定色後遮擋紫外光效果

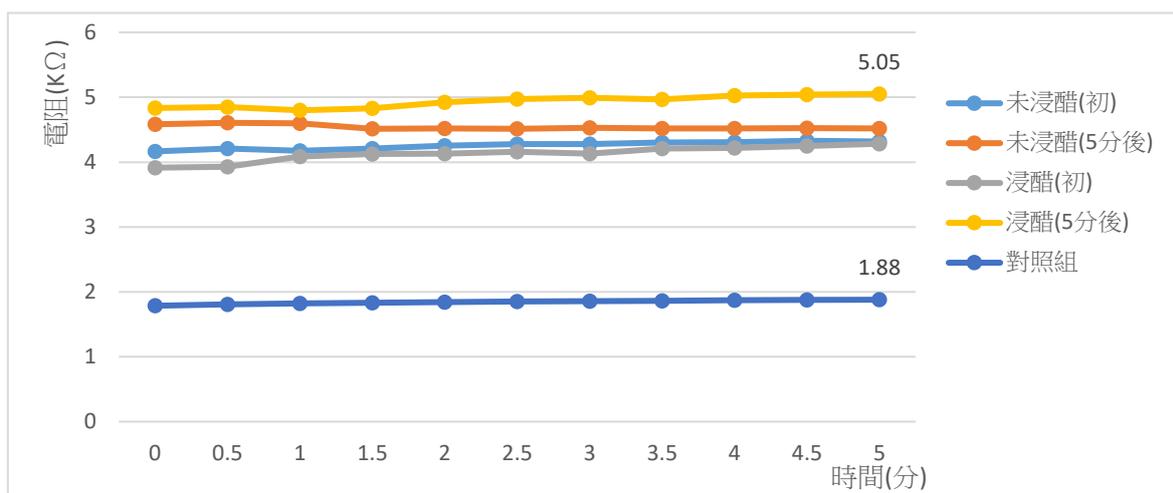
【實驗步驟】

1. 將兩塊麻布浸泡清水 30 分鐘，擰乾。
2. 將其中一塊麻布泡進工研醋中約 5 分鐘，另一塊靜放備用。
3. 取 40 公克的葡萄皮加入 80 公克蒸餾水，加熱至 55°C 後熄火靜置 5 分鐘後，過濾。
4. 將葡萄皮花青素萃取液分兩份，一份放入洗淨的麻布，一份放入泡了工研醋的麻布，浸泡 5 分鐘後，再次加熱 10 分鐘，靜置約 60 分鐘待溫度回復至室溫。
5. 放至室溫後進行沖洗晾乾，完成定色。
6. 將上述麻布覆蓋於培養皿上，並將培養皿移至實驗暗箱裝置(圖二十六)的三腳架上，每 30 秒測量一次電阻值，記錄數據如表十七。

【實驗結果】

表十七 葡萄皮花青素染布定色後遮擋紫外光效果

時間 (分)	樣本 電阻 (k Ω)	未浸醋麻布		浸醋麻布		對照組
		初始	5 分鐘後	初始	5 分鐘後	麻布
0		4.166	4.586	3.915	4.833	1.787
0.5		4.210	4.606	3.929	4.848	1.810
1.0		4.176	4.600	4.086	4.799	1.824
1.5		4.210	4.514	4.126	4.829	1.835
2.0		4.256	4.521	4.129	4.925	1.844
2.5		4.278	4.514	4.163	4.971	1.851
3.0		4.280	4.530	4.132	4.990	1.858
3.5		4.304	4.519	4.212	4.968	1.864
4.0		4.308	4.521	4.218	5.026	1.870
4.5		4.330	4.523	4.249	5.039	1.875
5.0		4.318	4.520	4.284	5.050	1.880



圖三十 葡萄皮花青素染布定色後遮擋紫外光效果

【實驗顯示】

1. 有做染色處理的麻布遮擋紫外光的效果明顯較完全未處理的麻布佳，所測出的電阻值差異高達 2.69 倍。
2. 未浸醋處理的麻布剛測量時表現比有浸醋處理的麻布佳。但有浸醋定色處理的麻布在 5 分鐘後遮擋紫外光的效果高過未浸醋處理的麻布，顯示有浸醋定色處理的麻布遮擋紫外光效果有增強作用。



圖三十一

左-未浸醋麻布，右-浸醋麻布

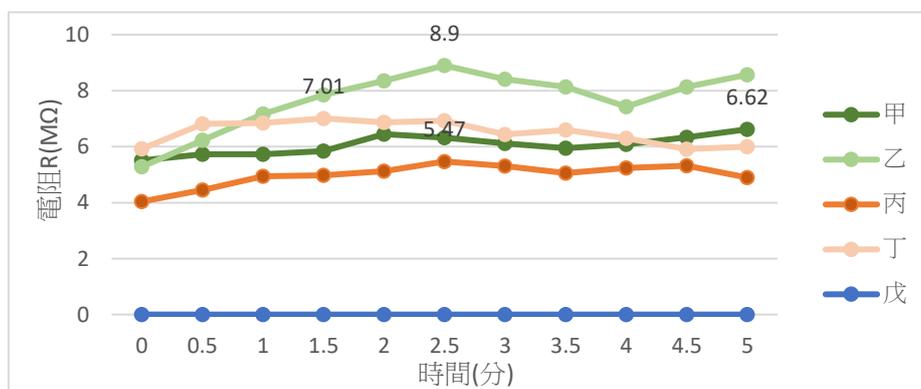
實驗二.3 乾燥的火龍果皮花青素萃取液之染布實驗，能否提高遮擋紫外光的效果

【實驗步驟】

1. 將兩塊麻布浸泡清水 30 分鐘，擰乾。
2. 將其中一塊麻布泡進工研醋中約 5 分鐘，另一塊靜放備用。
3. 取 40 公克曬乾火龍果皮加入 80 公克蒸餾水，加熱至 55°C 後熄火靜置 5 分鐘後，過濾。
4. 將火龍果皮花青素萃取液分兩份，一份放入洗淨的麻布，一份放入泡了工研醋的麻布，浸泡 5 分鐘後，再次加熱 10 分鐘，靜置約 60 分鐘待溫度回復至室溫。
5. 放至室溫後進行沖洗晾乾，完成定色。
6. 取 40 公克未乾燥火龍果皮重複步驟 3~5，記錄並比較其數值，如表十八。

表十八 使用曬乾的火龍果皮花青素染布定色後遮擋紫外光效果

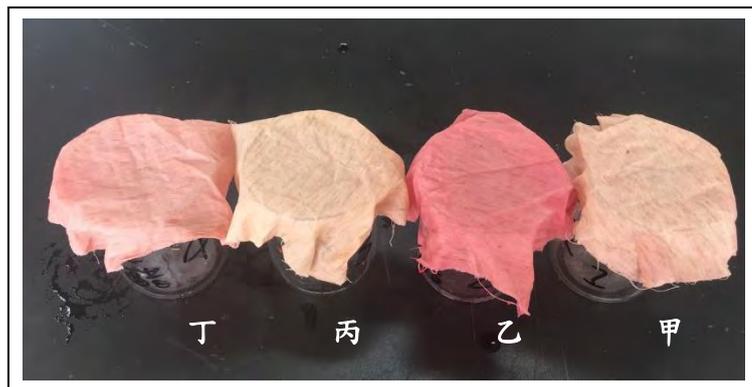
樣本 電阻 (MΩ) 時間 (分)	乾燥的果皮		未乾燥的果皮		對照組
	未浸醋麻布 甲	浸醋麻布 乙	未浸醋麻布 丙	浸醋麻布 丁	麻布 戊
0	5.51	5.28	4.04	5.92	1.787×10^{-3}
0.5	5.73	6.23	4.45	6.81	1.810×10^{-3}
1.0	5.73	7.17	4.94	6.85	1.824×10^{-3}
1.5	5.84	7.85	4.97	7.01	1.835×10^{-3}
2.0	6.45	8.35	5.12	6.87	1.844×10^{-3}
2.5	6.32	8.90	5.47	6.93	1.851×10^{-3}
3.0	6.12	8.41	5.31	6.43	1.858×10^{-3}
3.5	5.95	8.14	5.06	6.59	1.864×10^{-3}
4.0	6.08	7.43	5.24	6.30	1.870×10^{-3}
4.5	6.33	8.14	5.32	5.91	1.875×10^{-3}
5.0	6.62	8.57	4.90	6.00	1.880×10^{-3}



圖三十二 火龍果皮花青素經不同處理後的染布遮擋紫外光效果

【實驗顯示】

實驗結果顯示，利用乾燥火龍果皮花青素萃取液染布後，能使染色後的麻布遮擋紫外光效果更佳，尤以經乾燥處理的火龍果皮提高花青素萃取液的濃度，且做浸醋處理的麻布乙，染色後定色效果明顯優



圖三十三 經不同處理方式的染布顏色

於其他三者(如圖三十三)，遮擋紫外光效果也較純麻布優異。

伍、研究結果

一、探討花青素對白光的遮光的效果

1. 火龍果皮、紫高麗菜及葡萄皮的花青素萃取液對白光的遮光效果，經自製檢測裝置之實驗數據顯示，這三者所測得的電阻值皆高於 200Ω ，遠較對照組高出近兩倍，遮白光效果以葡萄皮最佳，紫高麗菜次之，而火龍果皮表現最弱。
2. 不同濃度花青素萃取液遮白光表現，測量結果顯示葡萄皮與紫高麗菜之花青素萃取液濃度愈高，其遮白光效果愈好，而火龍果皮的花青素萃取液靜置 5 分鐘後，電阻數值約同為 223Ω ，無明顯差異。
3. 相同濃度但不同液高的花青素萃取液，結果顯示液高 1 cm 的遮白光效果均較液高 0.5 cm 者為佳(葡萄皮>紫高麗菜>火龍果皮)，液高的改變測得葡萄皮花青素萃取液電阻值變化約 170Ω 左右、紫高麗菜電阻值變化量約 90Ω ，火龍果皮電阻值變化也有約 50Ω 左右。

二、探討花青素對紫外光的遮擋效果

1. 火龍果皮之花青素萃取液對紫外光的遮光效果，在液高 0.5 cm 時，以 40g 火龍果皮+100g 水的比例最佳，測得的電阻值約 573Ω 左右，40g 火龍果皮+80g 水次之，而 40g 火龍果皮+120g 水測得電阻值約 474Ω 最差；在液高 1 cm 的條件下，以 40g 火龍果皮+120g 水所測的電阻值約 680Ω 最佳，其次為 40g 火龍果皮+100 水，效果最差為 40g 火龍果皮+80g 水，此時後兩者的遮紫外光效果也較同濃度但液高僅 0.5 cm 為差。
2. 將葡萄皮放置室內通風乾燥 24 小時後，利用蒸餾水加熱所得花青素萃取液(液高 0.1 cm)

遮擋紫外光效果明顯提升約 2 倍。

3. 將火龍果皮乾燥 24 小時後，改以甲醇跟乙醇當萃取溶劑，數據顯示兩者所得花青素萃取液，其遮擋紫外光的效果都相當好，甲醇溶劑效果又比乙醇溶劑佳。在液高 0.5 cm 時，以甲醇為溶劑的花青素萃取液其電阻值為蒸餾水的 3.6 倍，而液高 1.0 cm 時，以甲醇為溶劑的花青素萃取液其電阻值甚至為蒸餾水的 67.4 倍。(備註此為蒸餾水萃取未乾燥火龍果皮之數據)

三、探究自製花青素防曬乳與染布的防曬效果

1. 實驗組丙(50%花青素萃取液)的遮擋紫外光效果最佳，測得電阻達 3.8k Ω 遠高於其他組，實驗組乙(75%花青素萃取液)的效果其次，而實驗組丁(25%花青素萃取液)的遮擋紫外光效果最差。自製防曬乳的遮擋紫外光效果皆隨時間而微幅成長，不過差異並不明顯。自製的花青素防曬乳顏色明顯會隨時間變化而變色，測量前花青素防曬乳呈淡紫紅色，照光測量後，顏色褪為白色，顯見色素不穩定。
2. 自製花青素防曬乳丙與市售物理性防曬乳做比較，市售防曬乳測得電阻約 24.3k Ω ，遠高於自製防曬乳的 3.8k Ω 。
3. 相同染布處理方式的棉布及麻布，麻布的遮擋紫外光效果比棉布好，而完全沒處理的丙的棉布與麻布遮擋紫外光效果皆高於其他兩組，花青素萃取液染布並未能發揮遮擋紫外光的作用，且原已染上淡紫紅色的染布在乾燥過程中顏色逐漸消失。
4. 實驗結果顯示，利用乾燥火龍果皮花青素萃取液染布後，能使染色後的麻布遮擋紫外光效果更佳，尤以經乾燥處理的火龍果皮提高花青素萃取液的濃度，且做浸醋處理的麻布乙，染色後定色效果明顯優於其他，且遮擋紫外光效果也較純麻布優異。

陸、討論

一、探討花青素對白光的遮光效果

1. 常見遮光實驗往往以照度值之變化來加以探討，本實驗設計以光敏電阻之電阻值變化來闡述遮光效果，經實驗設計(如圖一)及數據分析(如圖二)發現，白光照度值與光敏電阻值之多項式關係， $R^2=0.992$ ，表示本實驗所測得的電阻值亦可轉換成相對應之照度值。
2. 以火龍果皮、紫高麗菜及葡萄皮萃取出花青素溶液，實驗結果顯示花青素萃取液確實有

遮光效果，有製作防曬用品的可能性。其中，由於葡萄皮及火龍果皮皆屬食材廢棄物，而火龍果皮的量則較葡萄皮為多，因此我們較傾向利用火龍果皮作為實驗對象。

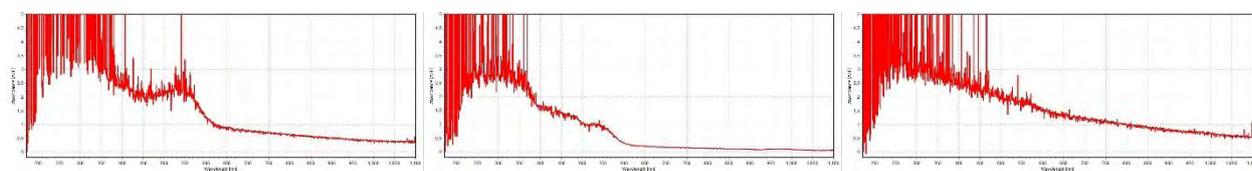
3. 以相同蔬果的花青素萃取液進行不同濃度的比較，葡萄皮及紫高麗菜的差異較明顯，濃度較高者(40g 蔬果/80g 蒸餾水)和較低者(40g 蔬果/100g 蒸餾水)所測得的電阻值大約高出約 1.1~1.5 倍，火龍果皮的差異則較不明顯。由此我們發現火龍果花青素溶液的濃度不需太高便有不錯的遮光效果，相較葡萄皮及紫高麗菜更為節省資源並有一定效果。
4. 以不同液高量測相同花青素溶液的電阻值，比較測量結果，電阻值皆有明顯差異。其中以葡萄皮的差異最為明顯，液高 1 cm 及 0.5 cm 的測量結果差了將近兩倍。火龍果皮及紫高麗菜結果也均有差異。可見花青素溶液的液高越高，也就是厚度越大，遮光效果越佳，可推論表示花青素萃取液的量越多越有利於遮白光。
5. 自然界有超過 500 種不同花青素，本實驗選用葡萄皮(深紫色/紫紅色)、紫高麗菜(紫色)及火龍果皮(紅色)其內所含花青素種類，受限於學校儀器設備無法檢測，萃取所得花青素濃度也無法定量表示，僅能設定量測變數再來推算花青素萃取物度遮光效果之影響。

二、探討花青素對紫外光的遮擋效果

1. 紫外光照度值與紫外光光敏電阻值之關係，我們採圖一之裝置設計，記錄不同高度之紫外光照度值與光敏電阻值，其數據分析結果(如圖十二)， $R^2=0.9835$ ，應可說明以光敏電阻值來探討紫外光遮光效果之可行性。
2. 比較不同比例的火龍果花青素萃取液對紫外光的遮擋效果，濃度比例排名前二位的花青素萃取液，都是以液高 0.5 cm 的高度效果較為優異，而後者反之；但我們發現濃度愈低，效果愈好。若我們以花青素含量來分析，是否表示一定量的花青素對遮擋紫外光起了作用，當量太多時(濃度比例前二位，液高 1 cm)或量太少時(濃度比例最低，液高 0.5 cm)，遮光效果未達我們的預期。
3. 在探究花青素萃取液遮擋紫外線效果之過程中，我們也試著去除果皮的水分，常溫乾燥 24 小時後再進行萃取。乾燥後的葡萄果皮，所得花青素萃取液遮紫外光效果明顯比未乾燥處理的數值增加，我們在本次實驗採用葡萄皮主要著眼於其為乾燥處理前的數據極佳，若能於處理後的電阻值有明顯的增加，代表乾燥處理是可行及有用的。
4. 實驗顯示果皮的乾燥處理有助提升花青素萃取液濃度，故我們在改用甲醇或乙醇萃取乾

燥果皮時，將果皮改回火龍果皮，實驗所測得的電阻值遠較以蒸餾水萃取未乾燥火龍果皮大，最高達 60 倍左右，我們也只能推測使用甲醇或乙醇讓火龍果花青素的萃取量及速率更佳，但是溶劑的改變是否對花青素其他性質有所影響？萃取時間(24 小時，未加熱)是否也影響著本次實驗結果？或許可針對最佳萃取條件來設計實驗與深入研究探討。

5. 由不同溶劑萃取出火龍果皮花青素，經圖三十四的 UV-Vis 光譜顯示，在 545nm 附近吸收明顯，顯示萃取液內含花青素，而溶劑萃取效果，蒸餾水和甲醇的吸收度曲線分布相似，和乙醇不同，推測以乙醇為溶劑時，可能萃取出更多非花青素的其他物質。所以以萃取花青素效果而言，溶劑選擇以蒸餾水 > 甲醇 > 乙醇。



圖三十四 由左到右分別為以蒸餾水、甲醇和乙醇為溶劑萃取出火龍果皮花青素的光譜

三、探究自製花青素防曬乳與染布的防曬效果

1. 本研究目的為探討自製花青素防曬乳之效果，我們需考量火龍果皮久置可能會發霉；採用非水之溶劑來萃取時，所加入的花青素萃取液是否會與材料發生反應或導致塗抹皮膚後造成敏感與不適，所以還是採未乾燥處理的火龍果皮加蒸餾水加熱萃取的方式。
2. 實驗過程中發現製作好的花青素萃取液經一天放置後有些微發霉有腐臭味，幾天後顏色轉褐色長出菌，保存不易。但是我們在自製防曬乳時發現，火龍果皮剝下後即刻進行萃取並製成的防曬乳，其放置一星期後，除顏色轉淡變白色外，並未有發霉或腐臭味。
3. 自製防曬乳遮擋紫外光實驗，花青素萃取液加入防曬乳中明顯增加其防曬效果，但遮擋紫外光效果並不如預期中的由防曬乳中花青素萃取液濃至淡呈現好至差的情況。我們由 40 公克火龍果皮+120 公克水所得萃取液為基底，自製防曬乳所需水相內含花青素萃取液的濃度：甲(100%)>乙(75%)>丙(50%)>丁(25%)>戊(蒸餾水)，而遮擋紫外光的效果：丙>乙>甲>戊(蒸餾水)>丁，以 50%花青素萃取液的丙遮擋紫外光效果最佳，將近為對照組-蒸餾水的 1.5 倍。水相全為花青素萃取液的甲遮擋紫外光效果反而居中，而採 25 %花青素萃取液時遮擋紫外光效果竟比對照組-蒸餾水差！我們推測花青素萃取液濃度在 50%~100%間能有效增加防曬乳的遮擋紫外光的效果，和研究二的實驗結果相近，當花

青素萃取液濃度適中(不宜太濃或稀)，遮擋紫外光的效果愈好，但是究竟花青素實際含量多少才是最佳比例，受限於國中實驗室的儀器設備不足，期待能有更精密儀器來加以精準定量與分析。

4. 在一開始的花青素萃取液染布的實驗中，無論是棉布或麻布，完全沒處理的對照組的遮擋紫外光效果皆比兩個經染布處理的實驗組佳。為什麼花青素萃取液加入防曬乳中明顯增加其遮擋紫外光的效果，而花青素萃取液染布並未能發揮遮擋紫外光的作用？防曬乳中含有花青素萃取液，染布則是將布浸入花青素萃取液後晾乾，且原已染上淡紫紅色的染布在乾燥過程中顏色逐漸變淡，推測可能是染布乾燥的過程中，因環境的溫度及光照等因素，使花青素萃取液遮擋紫外光效果逐漸下降，意即花青素萃取液不穩定所致。
5. 參考傳統染布之過程及花青素的特性，我們嘗試加入生活中可食用的工研醋來穩定花青素萃取液並協助定色，染布遮紫外光效果明顯提升，染布顏色也較為持久。我們採用工研醋主要是家中廚房幾乎隨手可得，又是食品添加物，使用上較為安心，但就實驗設計與結果推論而言，理應探討在不同 pH 值下花青素萃取液的穩定性，期待有機會再進行後續深入的探討。

柒、結論

1. 我們將葡萄皮、紫高麗菜及火龍果皮以蒸餾水加熱至 60°C 來萃取花青素，並利用自製實驗裝置來探討花青素萃取液之遮白光效果，實驗結果顯示三者的花青素萃取液具遮白光效果，三者遮光效果(花青素萃取液)以葡萄皮最佳，紫高麗菜次之，火龍果皮墊後。
2. 由光譜結果顯示，以蒸餾水、甲醇及乙醇為溶劑皆能萃取出火龍果皮花青素，其中蒸餾水及甲醇萃取效果皆佳，而乙醇則易萃取出更多其他物質。
3. 火龍果皮花青素萃取液具遮擋紫外光效果，此外果皮乾燥處理後能提升花青素萃取液濃度；改用甲醇或乙醇為溶劑，其萃取效果更為顯著，其中甲醇又比乙醇優異。
4. 由光敏電阻值及戶外紫外光照度計實測顯示，添加火龍果皮花青素萃取液的自製防曬乳可提升防曬乳之遮擋紫外光效果；將麻布放入花青素萃取液中浸泡，並加入工研醋當染媒劑協助穩定花青素萃取液與定色，染色後的麻布較未經處理的麻布具優異遮擋紫外光之能力。

5. 火龍果皮為家庭無法食用的有機資材(堆肥廚餘)，本實驗結果顯示火龍果皮中所含花青素具遮白光與遮紫外光，可加入自製防曬乳中或將衣料染色以提升防曬效果，以上結果可提供為廢棄物再利用或食品加工之參考，唯火龍果皮內花青素之定性分析及最佳萃取方式之建置，有待更進一步之研究。

捌、參考資料及其他

1. 國中自然與生活科技(國二下)(第四冊)(康軒版)(p.70~75)3-4 酸鹼的濃度
2. 國中自然與生活科技(國三上)(第五冊)(康軒版)(p.141~148)4-4 電阻與歐姆定律
3. 張雅媛、李芳君、莊芳如(2016)·當紅不讓-洛神葵花青素萃取及果凍製作·取自
<https://activity.ntsec.gov.tw/activity/race-1/56/pdf/052212.pdf>
4. 吳玉娟、周思妤、黃姿瑜(2018)·染上新色彩·取自
<http://www.shs.edu.tw/works/essay/2018/03/2018033110021855.pdf>
5. 鄭婉辰、劉宛靈、華偲滢(2013)·植物煮染—果皮利用：葡萄、火龍果、柚子·取自
<http://www.shs.edu.tw/works/essay/2013/03/2013033001034524.pdf>
6. 沈成洋、陳萍憶、吳汶珊(2017)·由二氧化硫測定花青素性質·取自
<http://www.shs.edu.tw/works/essay/2017/11/2017111411084775.pdf>
7. 鄭茜如、楊水平(2011)·化學情境試題:色彩鮮艷的花青素(1)·取自
<http://highscope.ch.ntu.edu.tw/wordpress/?p=22981>
8. 鄧秀玫(2005)·仙人掌紅龍果(Hylocereusspp.)果皮成分分析及品質評價之研究·取自
<https://hdl.handle.net/11296/b6kxk5>
9. Muhammad Fadlilah,Astari Indarsari,Bastian B. Purba,Nofrijon Sofyan(2017).
Performance of Natural Dye Extracted from Dragon Fruit(Hylocereus Undatus)Peels at solvent pH
Variation as Sensitizer in Dye-Sensitized Solar Cell ·
http://www.ijraj.in/journal/journal_file/journal_pdf/6-406-151141412345-50.pdf
- 10.張勝寒、李艷青、李曉敏、許佩瑤(2016)·染料敏化太陽能電池天然染料製備及性能分析·
<http://hjhx.rcees.ac.cn/hjhx/homeAction!downloadArticleFile.action?attachType=PDF&id=5816>

【評語】 032909

本研究以蒸餾方式，萃取深色果皮或菜葉中所含花青素，並製成防曬乳，或用以浸染麻布，偵測這些成品遮紫外光效果。但仍需注意花青素的穩定度，以確保其應用價值。近年火龍果花青素題材已有多次報導，故新穎度不足。(2018-58 屆科展[非常好色，左右紅圓]---火龍果皮色素萃取之應用-連江縣立中正國民小學)、(2017-57 屆科展火辣又神奇的防護：以火龍果皮、辣椒和洛神花色素製作天然護脣膏之研究)

摘要

本研究以蒸餾水加熱葡萄皮、紫高麗菜及火龍果皮的方式，萃取深色果皮或菜葉中所含花青素，並以自製實驗裝置檢測其花青素萃取液具有遮白光及紫外光效果。萃取過程中發現將果皮乾燥處理、改用甲醇或乙醇當溶劑來萃取花青素，上述方式都會加快及提升花青素萃取的量。自製防曬乳中加入火龍果皮的花青素萃取液，其遮紫外光效果(電阻值)約為未添加花青素萃取液的1.5倍；將火龍果皮乾燥處理並以甲醇為溶劑的花青素萃取液，在添加工研醋當染媒劑的情況下，麻布染色定色效果佳，且其遮擋紫外光能力(電阻值)遠較未經處理的麻布優異。

壹、研究動機

蝶豆花是最近非常流行的飲品材料，除了繽紛的顏色外，據研究顯示富含的花青素有益美容，也是天然的防曬品。幾年前嘉義農試所曾將紫肉甘藷萃取液添加到隔離霜中，成功提高防曬效果。然而許多深色植物的果皮及果肉也都含有花青素，例如葡萄、紫高麗菜及火龍果等，它們的防曬效果如何？同一種蔬果花青素萃取液的濃度與防曬效果有何關聯？將不同濃度和種類的花青素萃取液加入自製防曬霜，是否也能成功提高其防曬效果呢？

貳、研究目的

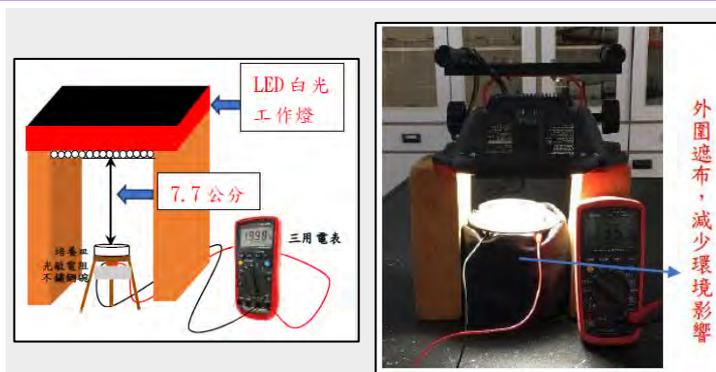
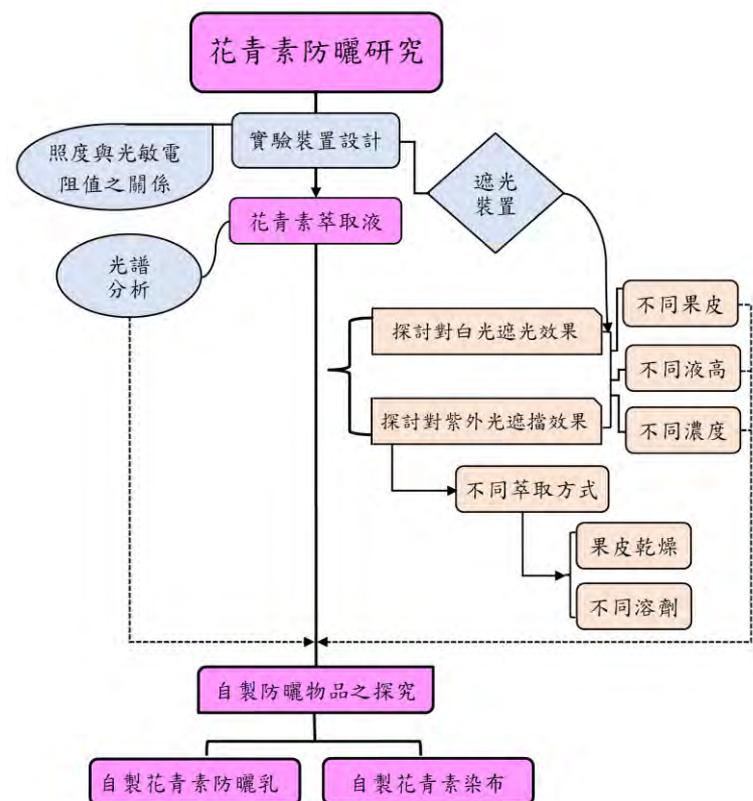
1. 探討花青素對白光的遮光效果
2. 探討花青素對紫外光的遮擋效果
3. 探究自製花青素防曬乳與染布的防曬效果

參、研究設備及器材

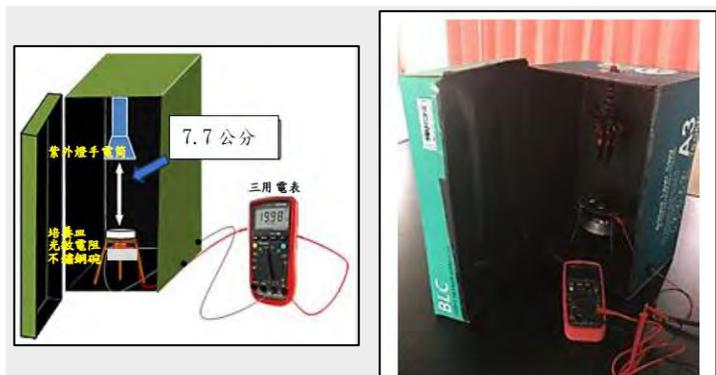
LED 白光工作燈、紫外光手電筒、光敏電阻、白光照度計、紫外光照度計、UV-Vis 光譜儀... 火龍果皮、葡萄皮、紫高麗菜...

肆、研究過程與方法

研究流程圖

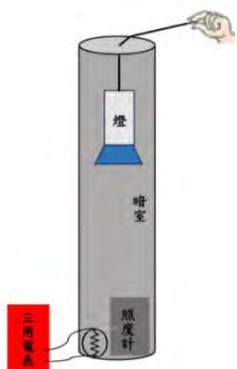


圖/自製白光實驗裝置設計圖和裝置實際圖

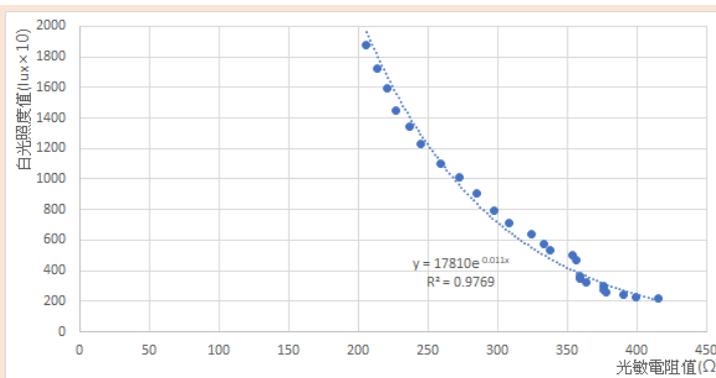


圖/自製紫外光實驗裝置設計圖和裝置實際圖

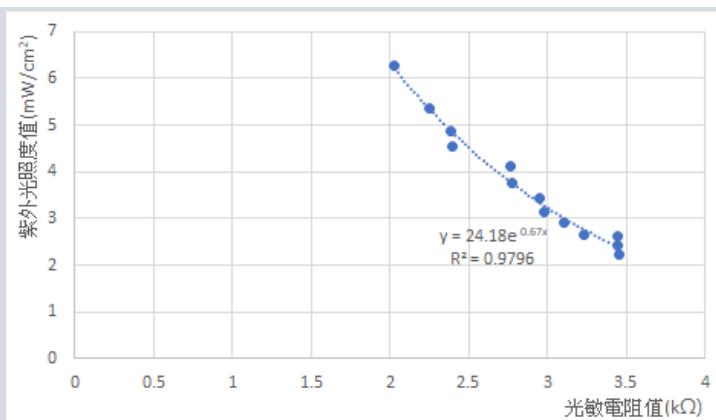
實驗裝置與設計



藉由改變暗室內燈(手電筒)的高度，來測量暗室內的光敏電阻數值和照度計數值的變化關係。



圖/白光照度值與光敏電阻值關係



圖/紫外光照度值與光敏電阻值關係

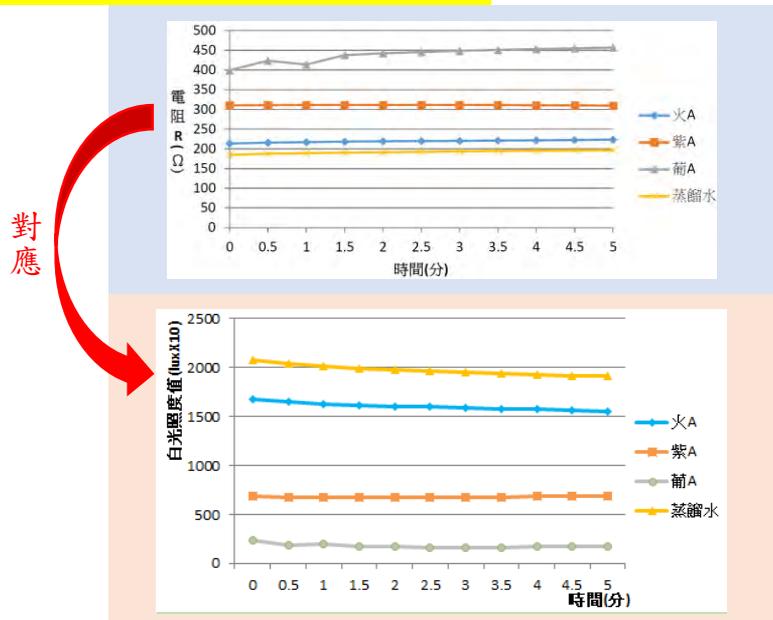


圖/測量電阻值和照度值的實驗暗室

伍、實驗結果與討論

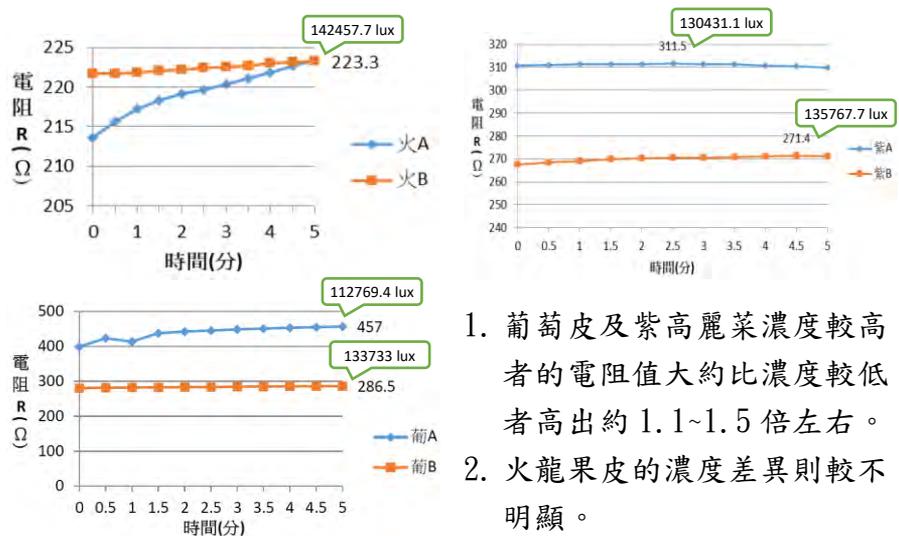
一、探討花青素對白光的遮光效果

實驗一、花青素萃取液的遮白光效果



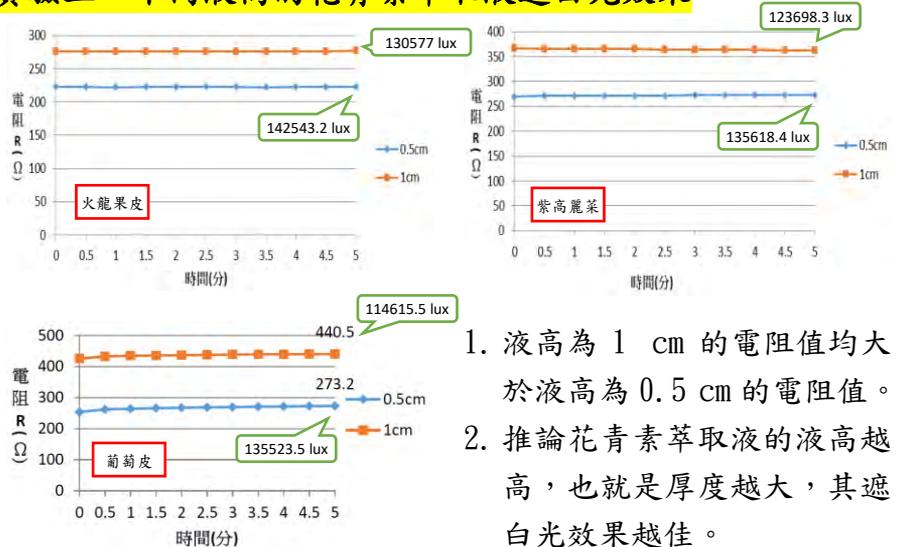
萃取液遮白光效果，以葡萄皮遮白光效果最佳，明顯高於其他二者，而紫高麗菜次之，火龍果皮則略差。

實驗二、不同濃度的花青素萃取液遮白光效果



1. 葡萄皮及紫高麗菜濃度較高者的電阻值大約比濃度較低者高出約 1.1~1.5 倍左右。
2. 火龍果皮的濃度差異則較不明顯。

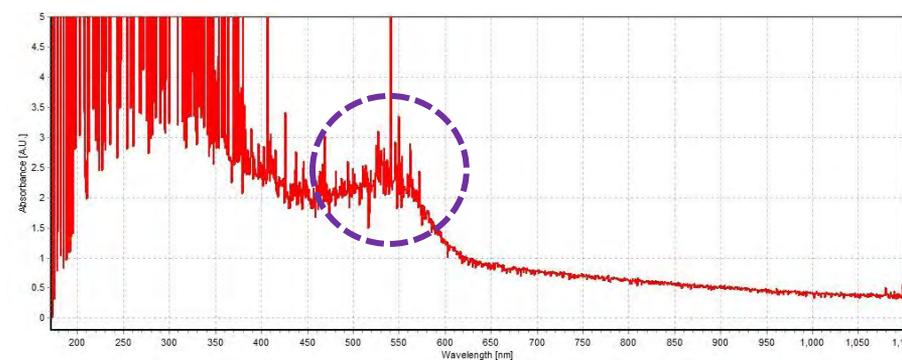
實驗三、不同液高的花青素萃取液遮白光效果



1. 液高為 1 cm 的電阻值均大於液高為 0.5 cm 的電阻值。
2. 推論花青素萃取液的液高越高，也就是厚度越大，其遮白光效果越佳。

火龍果皮鮮少為人們所食用或利用，我們實驗結果發現其萃取液具遮光效果，若能善加利用促使其發揮最大的效用，或許可以扭轉被丟棄的命運，所以我們選擇火龍果皮繼續進行後續的實驗。

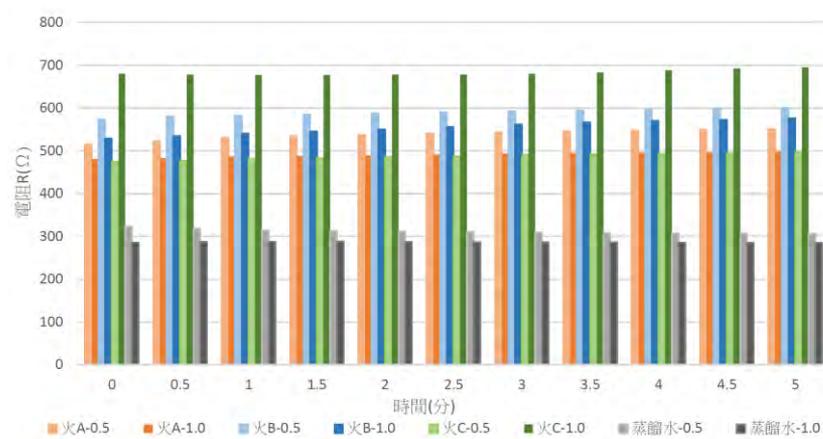
火龍果皮含有明顯紅色素，資料顯示可能含花青素、甜菜紅素或類胡蘿蔔素等，為了分析火龍果皮萃取液成分，我們將以水為溶劑的萃取液進行光譜分析，查詢得知花青素的吸收峰約落在 545nm 附近，由下圖的光譜，我們可看出在 545nm 附近有明顯吸收，可說明萃取液內明顯含有花青素。



圖/火龍果皮花青物萃取液(水為溶劑)UV-Vis 光譜圖

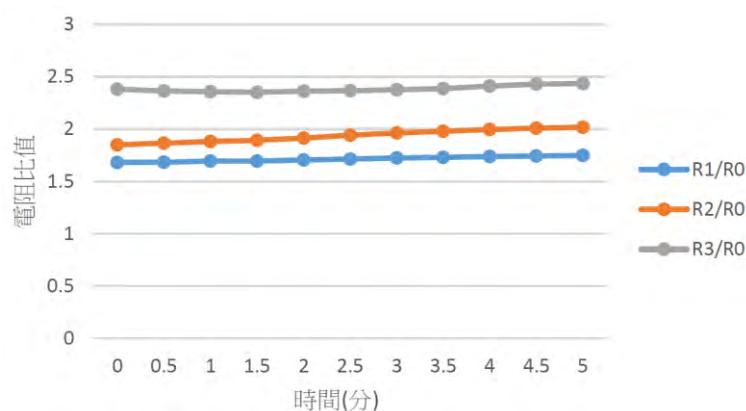
二、探討花青素對紫外光的遮擋效果

實驗一、火龍果皮花青素萃取液是否能遮擋紫外光



圖/火龍果花青素萃取液遮擋紫外光效果

1. 三種花青素萃取液遮擋紫外光的效果頗佳，低濃度花青素萃取液遮擋紫外光的效果比高濃度花青素萃取液效果好。
2. 實驗結果顯示大部分液高 0.5 cm 萃取液遮擋紫外光效果比液高 1.0 cm 萃取液效果較好。



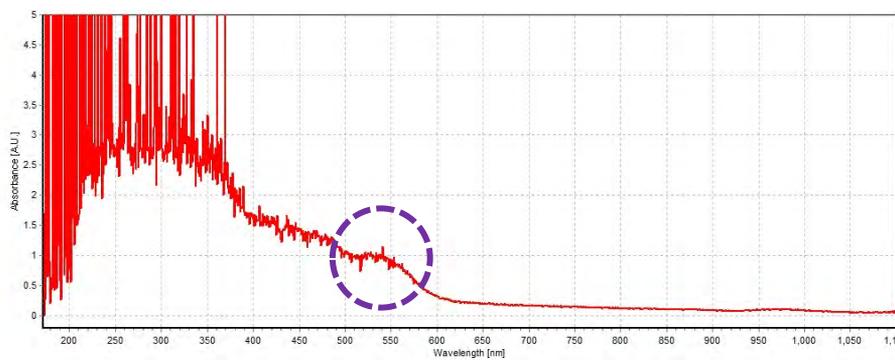
圖/火龍果皮花青素萃取液與蒸餾水遮擋紫外光之比較

實驗二、乾燥果皮之花青素萃取液遮擋紫外光效果之探討

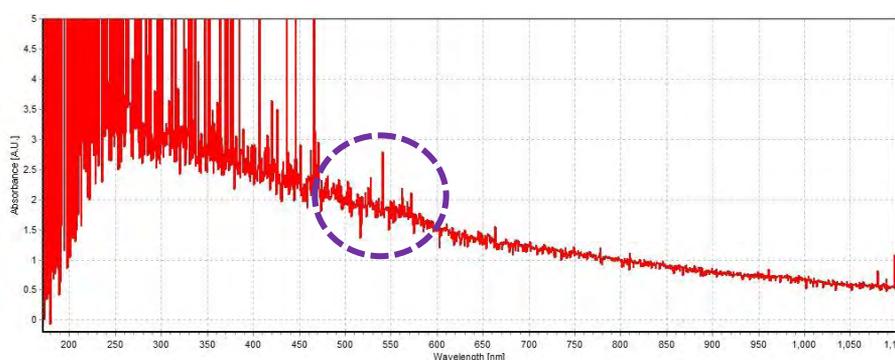
(一)以水為溶劑萃取乾燥處理過的葡萄皮，萃取液是否能提高遮擋紫外光的效果

時間(分)	0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	
電阻 (kΩ)	乾燥葡萄皮萃取液	7.36	7.46	7.55	7.63	7.70	7.74
	未乾燥葡萄皮萃取液	3.249	3.223	3.360	3.428	3.380	3.433
時間(分)	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0		
電阻 (kΩ)	乾燥葡萄皮萃取液	7.78	7.83	7.87	7.88	7.97	
	未乾燥葡萄皮萃取液	3.422	3.410	3.426	3.430	3.439	

我們為確認以甲醇及乙醇為溶劑時所萃取出之火龍果皮花青素溶液內含的成分物質，將萃取液進行光譜分析，由圖可看出其在約 545nm 處亦有明顯吸收，表示的確有成功萃取出花青素。

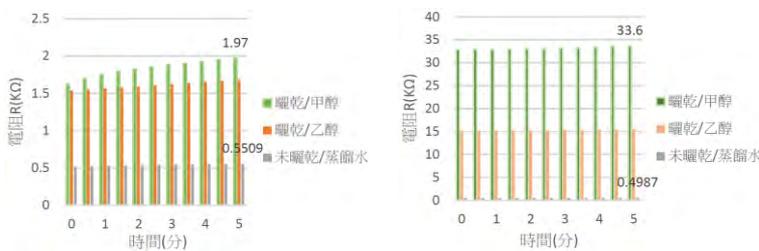
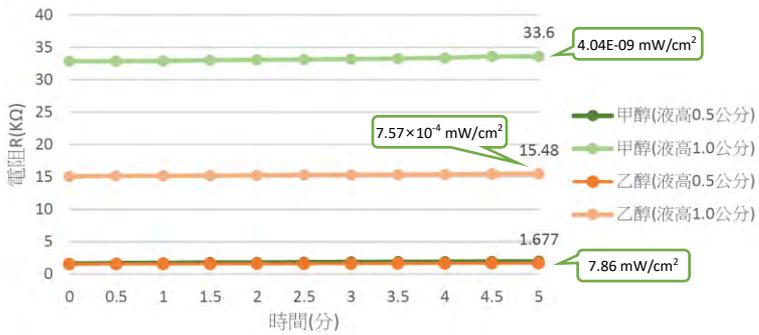


圖/火龍果皮花青物萃取液(甲醇為溶劑)UV-Vis 光譜圖



圖/火龍果皮花青物萃取液(乙醇為溶劑)UV-Vis 光譜圖

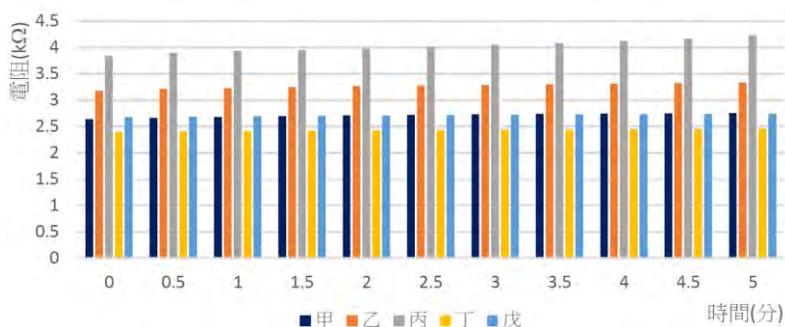
(二)不同溶劑(甲醇/乙醇)對乾燥火龍果皮花青素萃取效果之影響(以遮擋紫外光效果進行比較)



使用甲醇或乙醇為溶劑所得到的花青素萃取液，其遮擋紫外光的效果都相當好，甲醇溶劑效果又比乙醇溶劑佳。

三、探究自製花青素防曬乳與染布的防曬效果

實驗一.1 自製花青素防曬乳遮擋紫外光效果

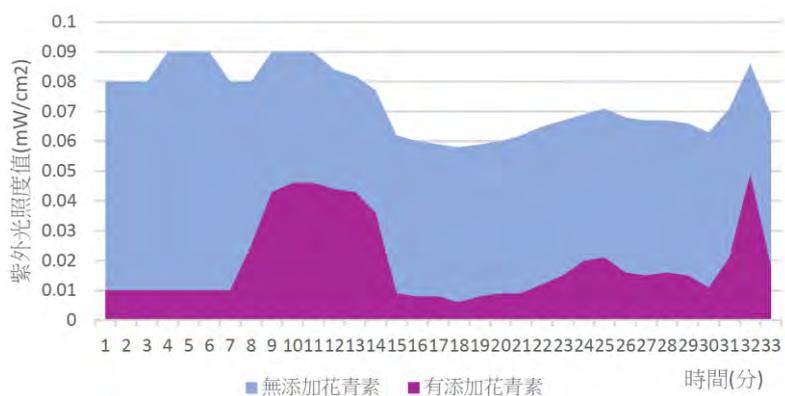


推測添加適量花青素萃取液會使自製防曬乳的遮紫外光效果提升，其中以我們所調配的 50% 花青素萃取液效果最佳。

實驗一.2 市售物理性防曬乳與自製花青素防曬乳遮擋紫外光效果之比較

時間(分)	0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	
電阻 (kΩ)	市售	24.29	25.15	26.31	27.64	27.79	28.01
	自製	3.841	3.900	3.933	3.955	3.978	4.011
時間(分)	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0		
電阻 (kΩ)	市售	28.64	28.88	29.20	29.18	29.26	
	自製	4.048	4.085	4.128	4.165	4.232	

實驗一.3 自製花青素防曬乳戶外遮擋紫外光效果

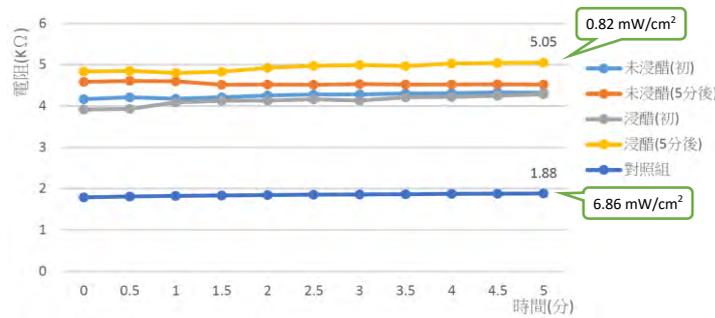


實驗二.1 花青素染布遮擋紫外光效果



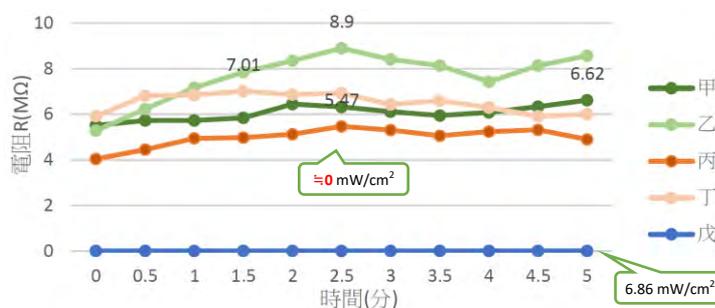
花青素萃取液染布並未能如預期發揮遮擋紫外光的作用，且原已染上淡紫紅色的染布在乾燥過程中顏色逐漸消失。

實驗二.2 葡萄皮花青素染布定色後遮擋紫外光效果



染色處理的麻布遮擋紫外光的效果明顯較完全未處理的麻布佳，且有浸醋定色處理的麻布遮擋紫外光效果有增強作用。

實驗二.3 乾燥的火龍果皮花青素萃取液之染布實驗，能否提高遮擋紫外光的效果



經乾燥處理的火龍果皮提高花青素萃取液的濃度，且做浸醋處理的麻布，其染色後定色效果明顯優於其他三者，遮擋紫外光效果也較純麻布優異。

陸、結論

- 我們將葡萄皮、紫高麗菜及火龍果皮以蒸餾水加熱至 60°C 來萃取花青素，並利用自製實驗裝置來探討花青素萃取液之遮白光效果，實驗結果顯示三者的花青素萃取液具遮白光效果，三者遮光效果(花青素萃取液)以葡萄皮最佳，紫高麗菜次之，火龍果皮墊後。
- 由光譜結果顯示，以蒸餾水、甲醇及乙醇為溶劑皆能萃取出火龍果皮花青素，其中蒸餾水及甲醇萃取效果皆佳，而乙醇則易萃取出更多其他物質。
- 火龍果皮花青素萃取液具遮擋紫外光效果，此外果皮乾燥處理後能提升花青素萃取液濃度；改用甲醇或乙醇為溶劑，其萃取效果更為顯著，其中甲醇又比乙醇優異。
- 由光敏電阻值及戶外紫外光照度計實測顯示，添加火龍果皮花青素萃取液的自製防曬乳可提升防曬乳之遮擋紫外光效果；將麻布放入花青素萃取液中浸泡，並加入工研醋當染媒劑協助穩定花青素萃取液與定色，染色後的麻布較未經處理的麻布具優異遮擋紫外光之能力。
- 火龍果皮為家庭無法食用的有機資材(堆肥廚餘)，本實驗結果顯示火龍果皮中所含花青素具遮白光與遮紫外光，可加入自製防曬乳中或將衣料染色以提升防曬效果，以上結果可提供為廢棄物再利用或食品加工之參考，唯火龍果皮內花青素之定性分析及最佳萃取方式之建置，有待更進一步之研究。

柒、參考資料及其他

- 鄭茜如、楊水平(2011)·化學情境試題:色彩鮮艷的花青素(1)·<http://highscope.ch.ntu.edu.tw/wordpress/?p=22981>
- Muhammad Fadlilah, Astari Indarsari, Bastian B. Purba, Nofri jon Sofyan(2017). Performance of Natural Dye Extracted from Dragon Fruit(Hylocereus Undatus)Peels at solvent pH Variation as Sensitizer in Dye-Sensitized Solar Cell·http://www.iraj.in/journal/journal_file/journal_pdf/6-406-151141412345-50.pdf