

中華民國第四十六屆中小學科學展覽會
作品說明書

高中組 生活與應用科學科

第三名

040813

夏日防曬大作戰—以植物葉片測試各種防曬用品的效果

學校名稱： 高雄市立高雄女子高級中學

作者：	指導老師：
高二 李孟怡	林育芸
高二 蕭雅勻	張穎文
高二 徐郁媚	
高二 張允瑄	

關 鍵 詞：紫外光、防曬、葉片

摘要

本實驗以植物(白木蘇花)葉片，測試各種防曬用品的效果。

利用紫外光燈管照射葉片 20 小時，結果顯示防曬油的係數(SPF)30 以上效果較佳，SPF 大於 30 的效果並沒有隨之增加。維生素 E 與 C 對防曬油的效果有明顯的幫助，尤其是維生素 E 的效果很好。

布料材質以亮面布和排汗布的防曬效果最差，棉布和魚鱗布最佳，主要和編織密度有關。編織密度越低防曬效果越差，越高防曬效果越好。

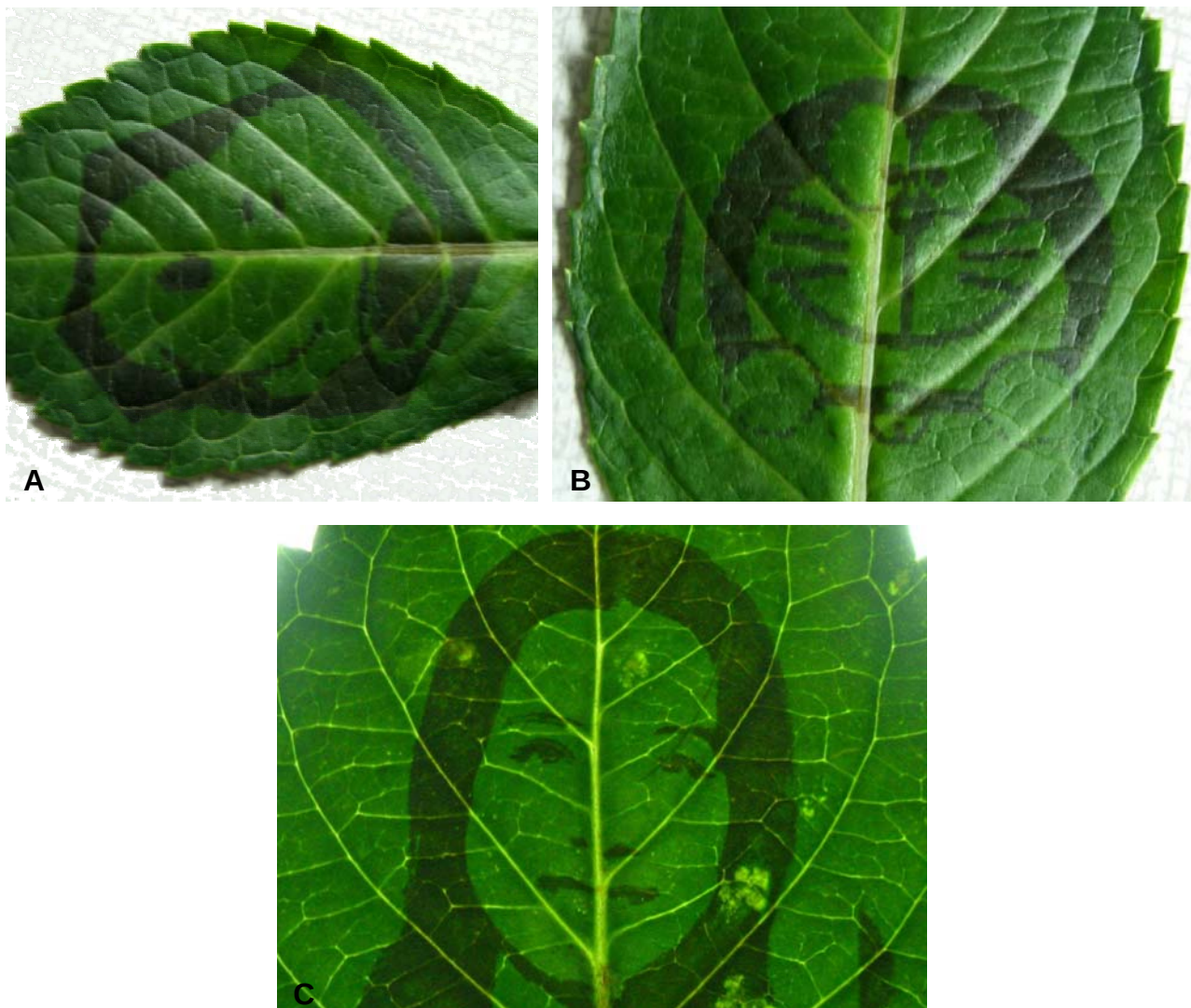
傘的抗紫外光能力以內面塗有銀色物質的較佳，因為愈不透光，紫外光也愈不容易穿透。

太陽眼鏡的防曬效果與材質和顏色有關，一般的玻璃即有阻擋紫外光的效果，而塑膠材質阻隔紫外光效果很差，鏡片顏色以綠色最能反射紫外光。

汽車隔熱紙淺黑色的防曬效果不佳，其餘顏色效果差異不大。

壹、研究動機

近年來，大眾所關注的主要議題—地球南極上空臭氧層的日益稀薄，臭氧層的破洞最直接的影響便是大量紫外光（尤其是 UV-B）射入地球，過多的紫外光會使生物細胞容易產生病變，最明顯的例子就是皮膚癌機率的增加；高一基礎化學及生物中皆有提過相關的課題，所以，我們想要測試市面上各種防曬用品的防曬效果。在一次科研社專題演講中，我們聽到有關「葉片成像」的實驗：葉片遭紫外光照射的部分會呈現明顯的深色，利用此原理讓葉片呈現圖案（圖一）。於是利用此相同原理來做為我們測試防曬效果的方法。



圖一、葉片成像。A：史努比，B：小叮噹，C：人像。

貳、研究目的

- 一、 測試各種植物葉片在紫外光照射下的情形
- 二、 研究各種防曬用品對白木蘇花葉片的防曬效果
- 三、 探討白木蘇花葉片顏色變深的原因

參、研究設備與器材

一、 測試各種植物葉片在紫外光照射下的情形

1. 紫外光燈管 (SANKYO DENKI G30T8, 圖二)
2. 葉片
 - (1) 白木蘇花 (*Dendrolobium umbellatum* (L.) Benth.) (圖三)
 - (2) 茄苳 (*Bischofia javanica* Blume)
 - (3) 菩提 (*Ficus religiosa* Linn.)
 - (4) 稜果榕 (*Ficus septica* Burm. f.)
3. 鋁箔紙
4. 棉花
5. 掃描器 (MICROTEK ScanMaker 5900)



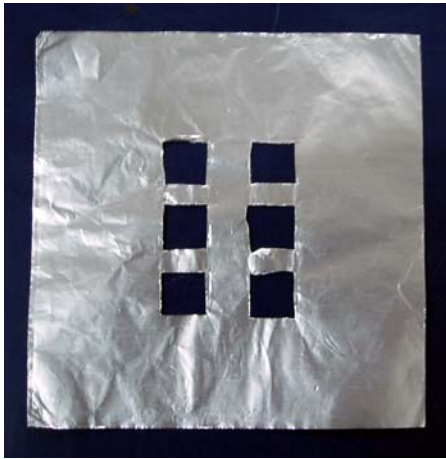
圖二、紫外光燈管



圖三、白木蘇花

二、 各種防曬用品對白木蘇花葉片的防曬效果

1. 紫外光燈管 (SANKYO DENKI G30T8)
2. 白木蘇花葉片
3. 鋁箔紙 (裁切好 6 個 1 cm^2 的方格, 圖四)
4. 塑膠薄膜
5. 棉花
6. 各式防曬用品
 - (1) 防曬油 (各式品牌、防曬係數), 維生素 E 膠囊、維生素 C 錠
 - (2) 布料 (各式材質、顏色)
 - (3) 傘具 (普通傘、抗 UV 傘)
 - (4) 鏡片 (各式太陽眼鏡、蛙鏡)
 - (5) 汽車隔熱紙 (各式品牌、顏色)
7. 掃描器 (MICROTEK ScanMaker 5900)



圖四、鋁箔紙（裁好六個 1 cm²的方格）



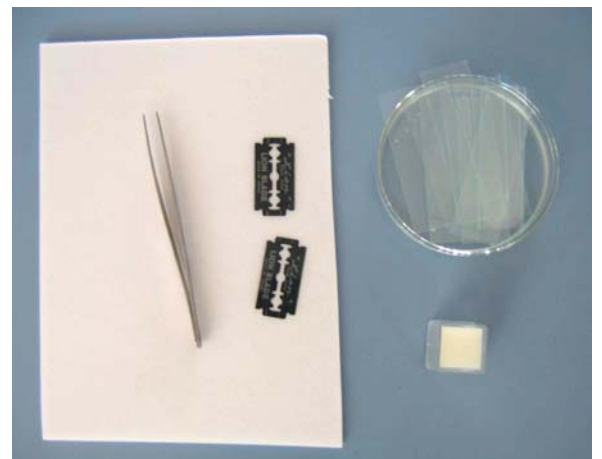
圖五、實驗器材（一）

三、顯微切片照相

1. 光學複式顯微鏡（Nikon Model Eclipse E400）（圖六）
2. 顯微照相機（Nikon COOLPIX 4500）（圖六）
3. 雙面刀片
4. 載玻片
5. 蓋玻片



圖六、光學複式顯微鏡及顯微照相機



圖七、實驗器材（二）

四、光合色素之層析分離

1. 烘乾葉片
2. 研鉢
3. 紗布
4. 90%丙酮
5. 石油醚
6. 100 ml 量筒
7. 毛細管
8. 長條厚濾紙（長 25 公分，寬 1.5 公分）
9. 吹風機
10. 膠帶
11. 鋁箔紙



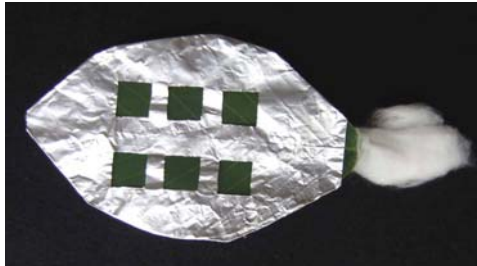
圖八、實驗器材（三）

肆、過程與方法

一、 測試各種植物葉片在紫外光照射下的情形

(一) 植物的選取

1. 於校園採集各種植物葉子數片（白木蘇花、茄苳、菩提、稜果榕）。
2. 將植物葉片包上裁切好的鋁箔紙，棉花沾水浸溼包覆於葉柄（圖九），放置於紫外光下照射 20 小時。
3. 利用掃描器直接掃描葉片，並挑選葉片變色最明顯的植物。



圖九、包上鋁箔的葉片

(二) 紫外光照射

1. 照度：210 LUX。
2. 照射時間：每隔 1 小時觀察一次葉片變色的情況，紀錄最佳的照射時間。

二、 各種防曬用品對白木蘇花葉片的防曬效果

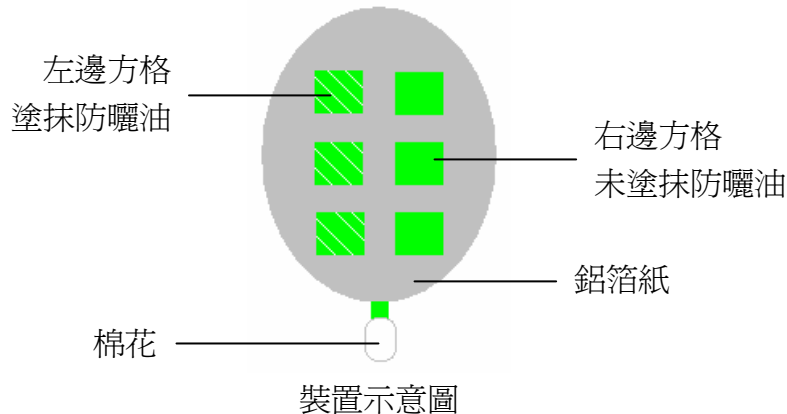
由於以上的實驗結果，以豆科的白木蘇花（*Dendrolobium umbellatum* (L.) Benth.）效果最佳，故之後的實驗皆採用白木蘇花的葉片，而紫外光的最佳照射時間則為 20 小時。

(一) 實驗一之一

1. 研究目的：測試不同係數防曬油的防曬效果。
2. 防曬油係數：SPF15（品牌 A）、SPF18（品牌 B）、SPF30（品牌 C 物理性）、SPF30（品牌 D 化學性）、SPF38（品牌 E）、SPF48（品牌 F）。
3. 研究過程及方法：
 - (1) 取 6 片白木蘇花葉片洗淨擦乾。
 - (2) 將裁切好的鋁箔紙包於每一葉片上。
 - (3) 取各種不同品牌、係數的防曬油 0.01 ml，均勻塗抹在葉片左邊方格中，右邊方格則為對照組。
 - (4) 因為將防曬油直接塗抹於葉面，會對實驗結果觀察造成影響，於是在葉片上多加上一層塑膠薄膜（已事先證實能使紫外光穿透），使防曬油不直接接觸葉面。
 - (5) 將作好的葉片置於紫外光下照射 20 小時。

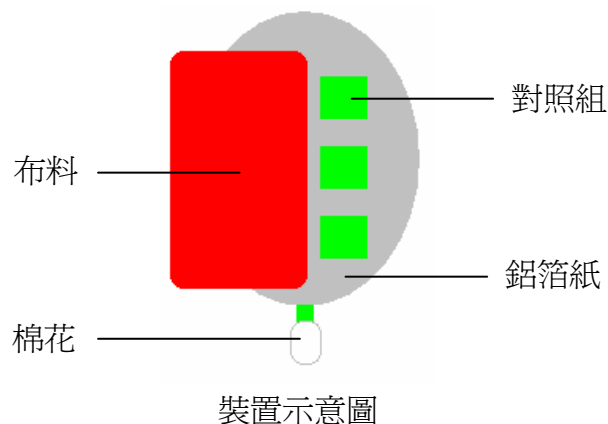
實驗一之二

1. 研究目的：測試維生素 E、C 對防曬油防曬效果的影響。
2. 實驗材料：維生素 E 膠囊，維生素 C 錠，防曬油 SPF30（品牌 C 物理性）。
3. 研究過程與方法：
 - (1) 取 3 片白木蘇花葉片洗淨擦乾。
 - (2) 將裁切好的鋁箔紙包於每一葉片上。
 - (3) 分別將維生素 E、維生素 C 與防曬油以體積 1：1 的比例混合，再各取混合物 0.01 ml 均勻塗於葉片左邊方格中，右邊方格則為對照組。
 - (4) 將作好的葉片置於紫外光下照射 20 小時。



(二) 實驗二

1. 研究目的：不同布料材質及顏色對紫外光的遮蔽效果。
2. 布料材質及顏色：
 - (1) 棉布（黑、白、紅），
 - (2) 亮面布（黑、白、紅），
 - (3) 排汗布（黑、白、紅），
 - (4) 魚鱗布（黑、白、紅）。
3. 研究過程與方法：
 - (1) 取 12 片白木蘇花葉片洗淨擦乾。
 - (2) 將裁切好的鋁箔紙包於每一葉片上。
 - (3) 將不同材質、顏色的布料覆蓋於葉片左邊方格上，右邊為對照組。
 - (4) 將作好的葉片置於紫外光下照射 20 小時。



(三) 實驗三

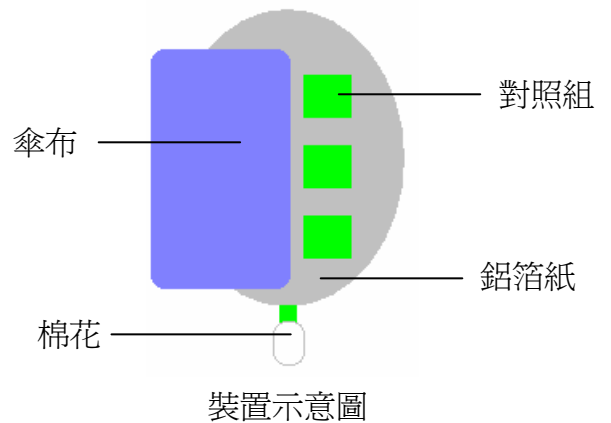
1. 研究目的：測試市售傘抗 UV 的效果。

2. 傘的種類：

- (1) 淺綠碎花雨傘
- (2) 淡粉紅洋傘（無銀底，抗 UV）
- (3) 綠色銀底洋傘（抗 UV）
- (4) 藍色銀底洋傘（抗 UV）

3. 研究過程與方法：

- (1) 取 4 片白木蘇花葉片洗淨擦乾。
- (2) 將裁切好的鋁箔紙包於每一葉片上。
- (3) 裁下一塊傘布，將其覆於葉片左邊方格上，右邊為對照組。
- (4) 將作好的葉片置於紫外光下照射 20 小時。



(四) 實驗四

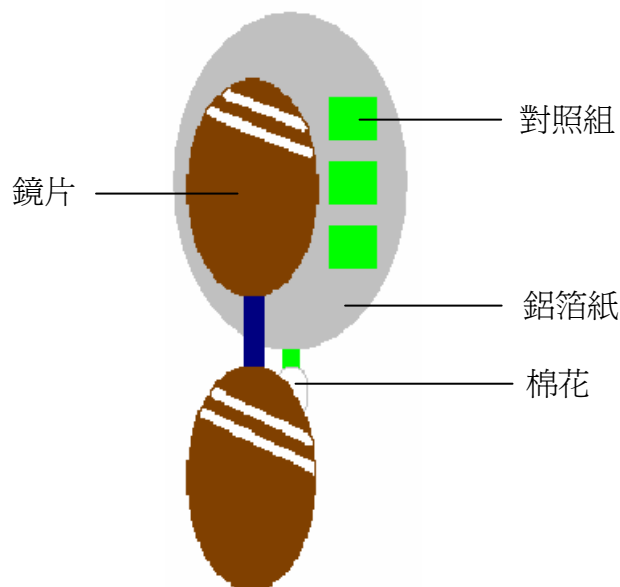
1. 研究目的：測試各種不同鏡片抗 UV 的效果。

2. 鏡片種類：

- (1) 太陽眼鏡（黑、紅、藍、綠色鏡片）
- (2) 蛙鏡（黑、紅、藍、透明色鏡片）

3. 研究過程與方法：

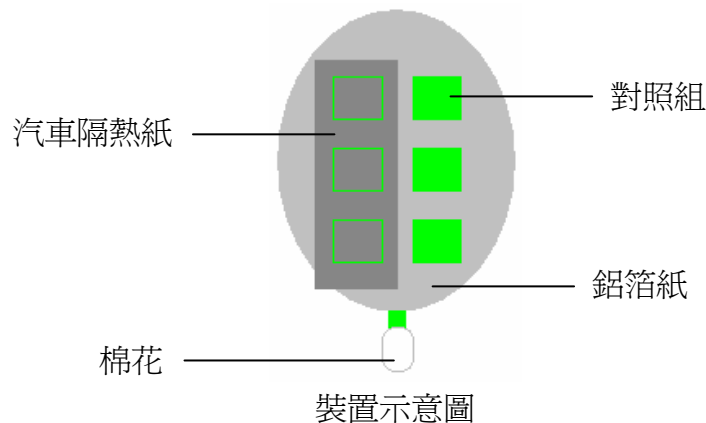
- (1) 取 7 片白木蘇花葉片洗淨擦乾。
- (2) 將裁切好的鋁箔紙包於每一葉片上。
- (3) 將鏡片遮於葉片左邊方格上，右邊為對照組。
- (4) 將作好的葉片置於紫外光下照射 20 小時。



裝置示意圖

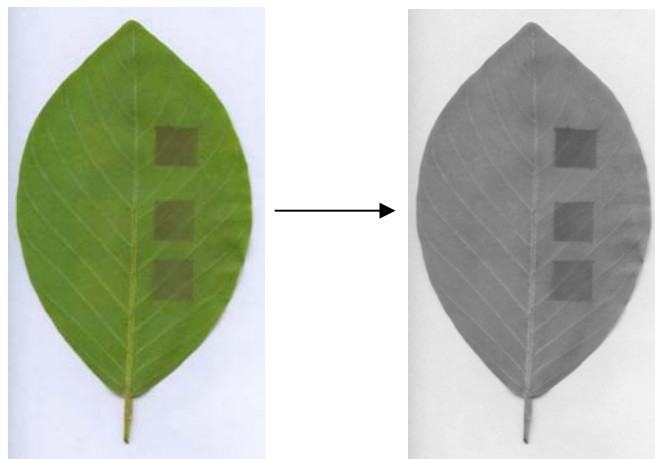
(五) 實驗五

1. 研究目的：測試汽車隔熱紙對紫外光的遮蔽效果。
2. 隔熱紙：品牌 A（深黑色）、品牌 B（黑色）、品牌 C（淺黑色）、品牌 D（藍黑色）、品牌 E（藍色）、品牌 F（銀色）、投影片。
3. 研究過程與方法：
 - (1) 取 7 片白木蘇花葉片洗淨擦乾。
 - (2) 將裁切好的鋁箔紙包於每一葉片上。
 - (3) 將隔熱紙的黏膜撕下，有黏性的一邊朝上置於葉子左邊方格上，右邊為對照組。
 - (4) 將作好的葉片置於紫外光下照射 20 小時。



(六) 數據分析

1. 掃描：利用掃描器直接掃描葉片結果
 - (1) 掃描器：MICROTEK ScanMaker 5900
 - (2) 解析度：600 dpi
2. 分析方法：顏色深度的判斷採用軟體 Adobe Photoshop 7.0 中的 CMYK 顏色表示法（印刷三原色），K 值表示黑色，K 值愈大，顏色深度愈深。
 - (1) 電腦開啓 Adobe Photoshop 7.0，將照片先以綠色版做處理。



- (2) 在每個 1 cm^2 的方格內，任意取四點，並記錄該四點在 CMYK 顏色表示法中的 K 值，取平均值（ $\bar{X}$ ）作為葉片經過照射後，顏色的深度。
- (3) 在每個 1 cm^2 的方格外，也任意取四點，並記錄該四點在 CMYK 顏色表示法中的 K 值，取平均值（ $\bar{X}'$ ）作為葉片原來顏色的深度。

- (4) 將上述兩數值相減 ($X-X'$)，所得數值即為葉片每個方格，經過紫外光照射 20 小時後，顏色所增加的深度 (D)。
- (5) 葉片六個方格中，左右相鄰的兩個方格為一組實驗數據，將所求得的 D 值作以下數據處理，所得即為防曬效果：

$$\text{防曬效果} = \frac{|D_{\text{對照組}} - D_{\text{實驗組}}|}{D_{\text{對照組}}}。$$

- (6) 將各組的防曬效果，以 One-way ANOVA 變異數分析。 $p < 0.05$ 被認定具有統計上之顯著差異。

三、 探討白木蘇花葉片顏色變黑的原因

(一) 顯微切片照相

1. 切片製作

- (1) 取葉片：新鮮、紫外光照射 20 小時。
- (2) 做葉片的橫切。
- (3) 置於顯微鏡下觀察。

2. 顯微照相

- (1) 先將比例尺置於顯微鏡下，分別以 40X、100X 觀察並拍照。
- (2) 依序將做好的切片置於顯微鏡下拍照，並紀錄放大倍率（注意：顯微照相機的放大倍率與拍攝比例尺時必須相同）。

(二) 光合色素之層析分離

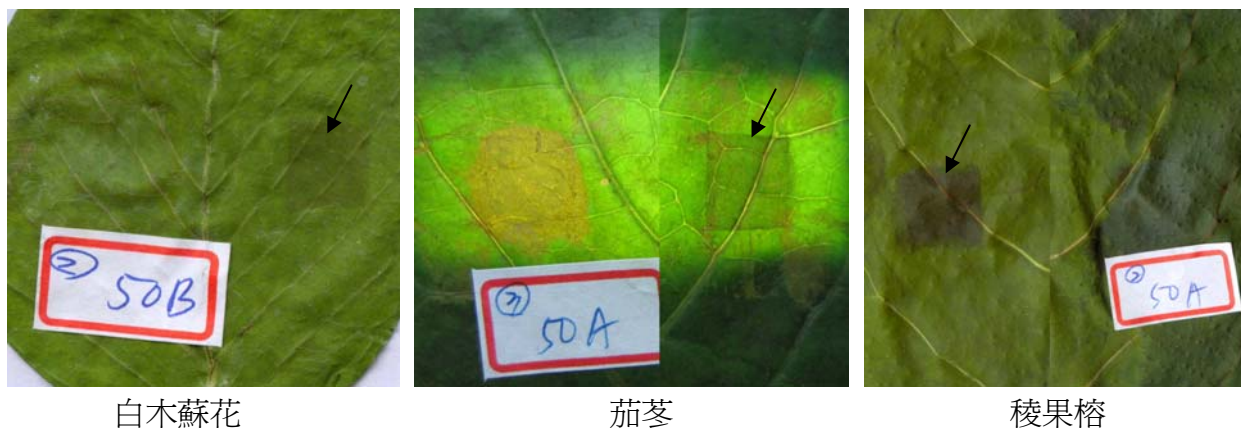
1. 取 10 片葉片，5 片放置於紫外光下照射 20 小時，另 5 片則置於陽光下。
2. 經過 20 小時後，將兩組葉片放進烘箱，以溫度 80℃ 連續烘乾 2 小時。
3. 將烘乾葉片放入研鉢中研磨至粉末狀，倒入 5 ml 90% 丙酮，稍微研磨將色素萃取出後，用紗布過濾葉汁。
4. 取長條厚濾紙，在一端 1.5 公分處剪成尖形箭頭，以毛細管吸取萃取出來的葉汁，點在離尖端 3 公分處，待乾後再點，連續點 5 次。
5. 將長濾紙放入裝有石油醚 4.5 ml 及 90% 丙酮 0.5 ml 混合液的 100 ml 量筒中，使尖端浸入混合液 0.5 公分。
6. 當混合液上升至濾紙 90% 時，取出長濾紙掃描並紀錄色素在濾紙的分布情形。

伍、研究結果

一、 測試各種植物葉片在紫外光照射下的情形

(一) 植物的選取

1. 三种植物的照射結果如圖十。
2. 菩提的葉子經過 20 小時後，失水非常嚴重，整片葉子呈現乾枯，完全無法觀察照射的效果。
3. 由於以上的實驗結果，以豆科的白木蘇花 (*Dendrolobium umbellatum* (L.) Benth.) 效果最佳，故之後的實驗皆採用白木蘇花的葉片。



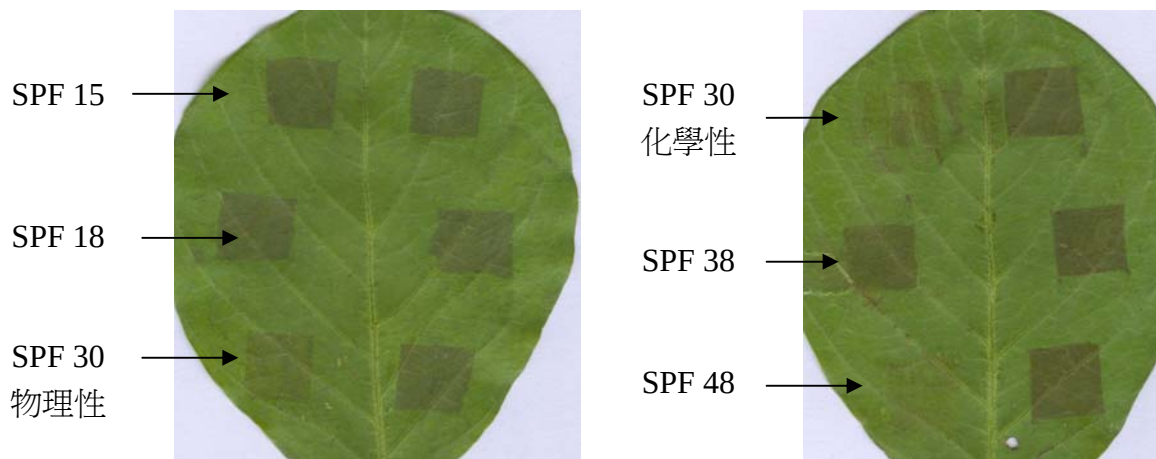
圖十、三种植物連續照射紫外光 20 小時（箭頭所指處）

- (二) 紫外光照射：發現 20 小時的效果最佳，而且葉子不會因為脫水過多而呈現乾枯狀態，所以之後的實驗照射時間皆採 20 小時。

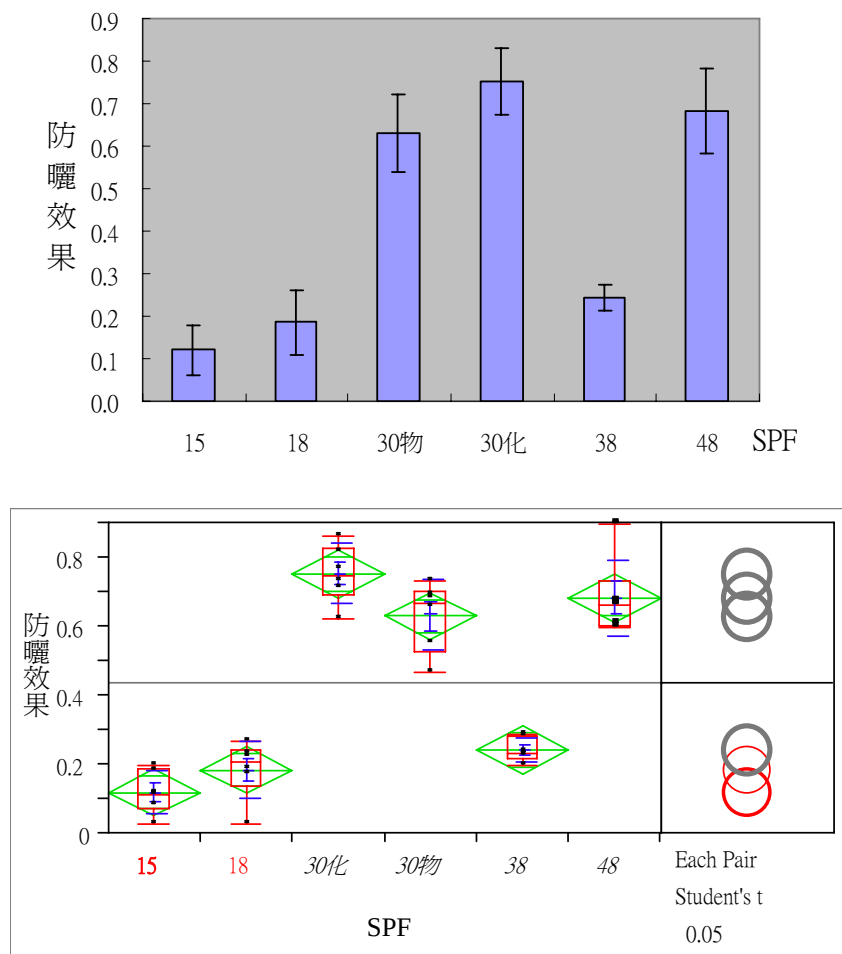
二、 研究各種防曬用品對白木蘇花葉片的防曬效果

(一) 實驗一之一

1. 塗抹 SPF 15、SPF 18 以及 SPF 38 防曬油的葉片，顏色皆較深；塗抹 SPF 30 物理性、SPF 30 化學性、SPF 48 防曬油的葉片，顏色明顯比較淡（圖十一）。
2. ANOVA 分析，塗抹 SPF 30 化學性的防曬油，防曬效果比 SPF 30 物理性還來的好（圖十二）。



圖十一、各種係數防曬油防曬效果



圖十二、各種防曬油防曬效果數據分析

實驗一之二

1. 添加維生素 C、維生素 E 後，葉片被曬黑的情況有明顯的減輕。添加維生素 E 的防曬油，葉片幾乎沒有被曬黑，而添加維生素 C 的防曬油，葉片仍有些部分被曬黑（圖十三）。
2. ANOVA 分析，也顯示防曬油添加維生素有助於防曬效果（圖十四）。

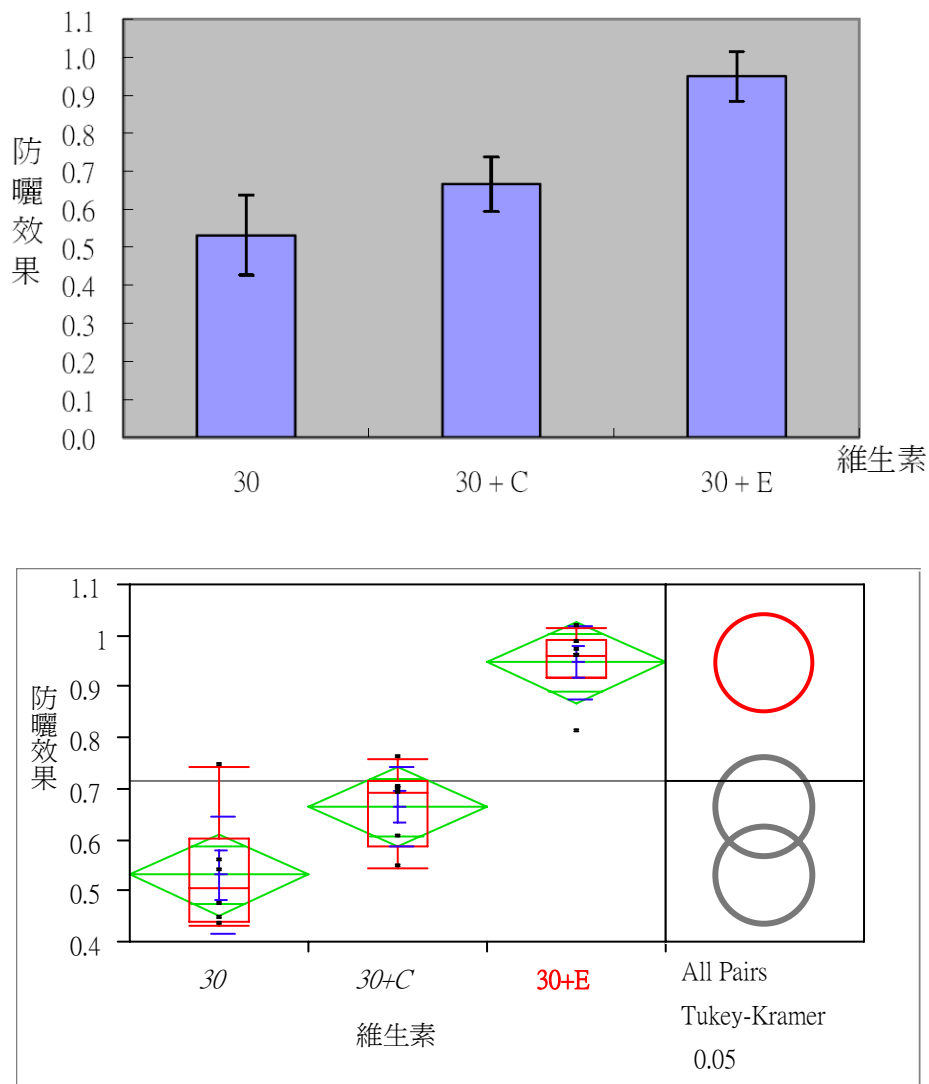


A.無添加維生素

B.添加維生素 C

C.添加維生素 E

圖十三、防曬油添加維生素的防曬效果



圖十四、防曬油添加維生素的防曬效果數據分析

(二) 實驗二

1. 不同材質的布料（圖十五、十六）

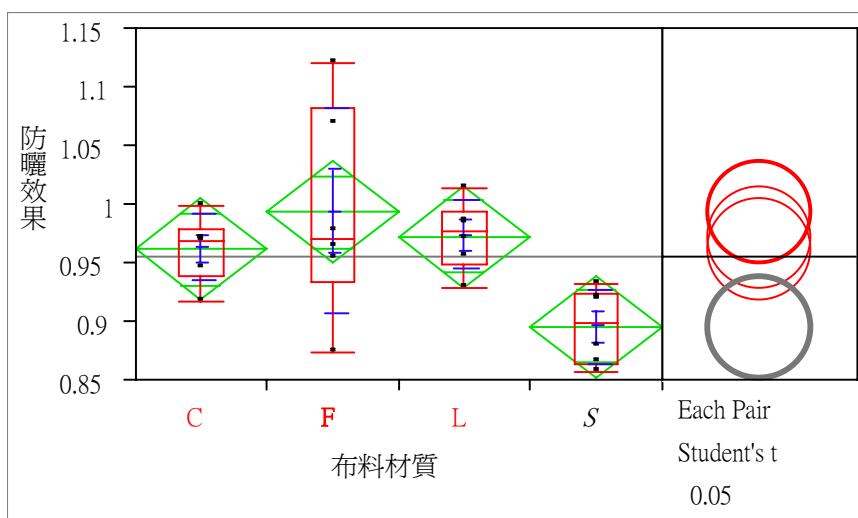
- (1) 白色布：亮面布的防曬效果最差，和其他三種布料有明顯的差異。
- (2) 黑色布：排汗布的防曬效果最差，和其他三種布料有明顯的差異。
- (3) 紅色布：各種材質防曬效果均相同。

2. 不同顏色的布料（圖十五、十七）

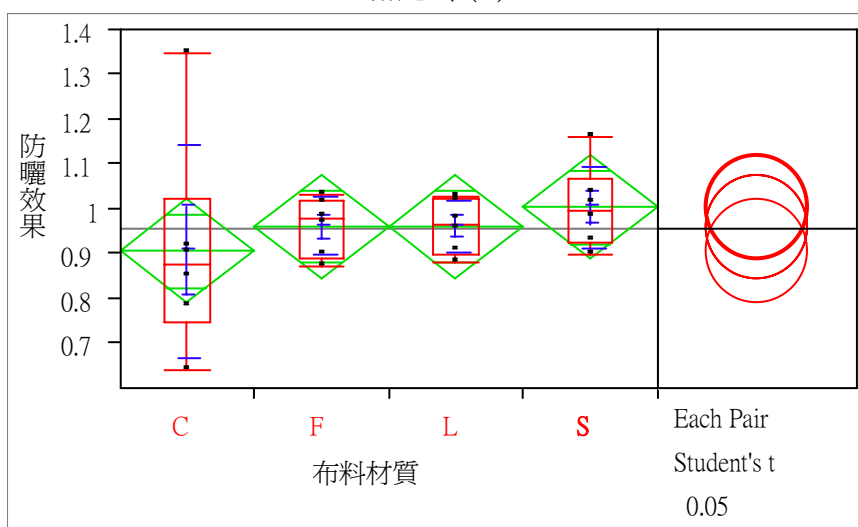
- (1) 棉布、亮面布及魚鱗布：白色防曬效果最佳。
- (2) 排汗布：紅色防曬效果最佳。

顏色 材質	黑色(B)	紅色(R)	白色(W)
棉布(C)			
魚鱗布(F)			
亮面布(L)			
排汗布(S)			

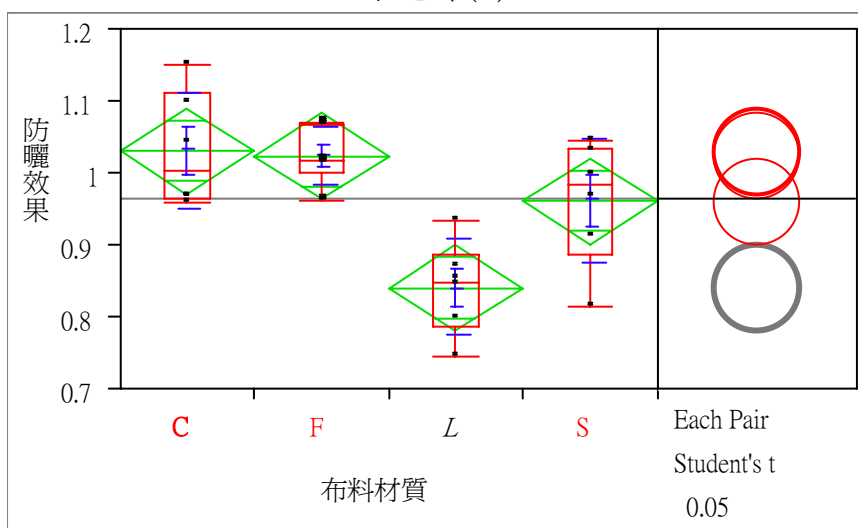
圖十五、不同布料材質及顏色的防曬效果



黑色布(B)



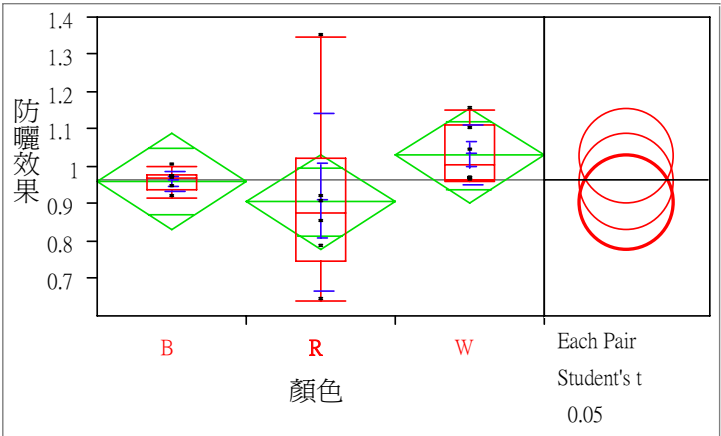
紅色布(R)



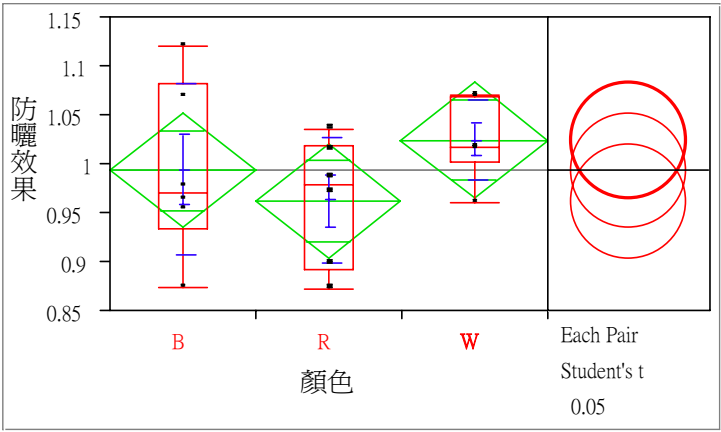
白色布(W)

圖十六、不同材質布料防曬效果數據分析

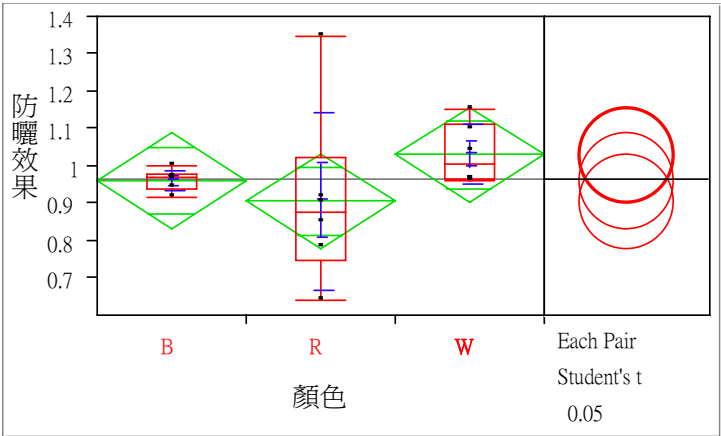
棉布(C)



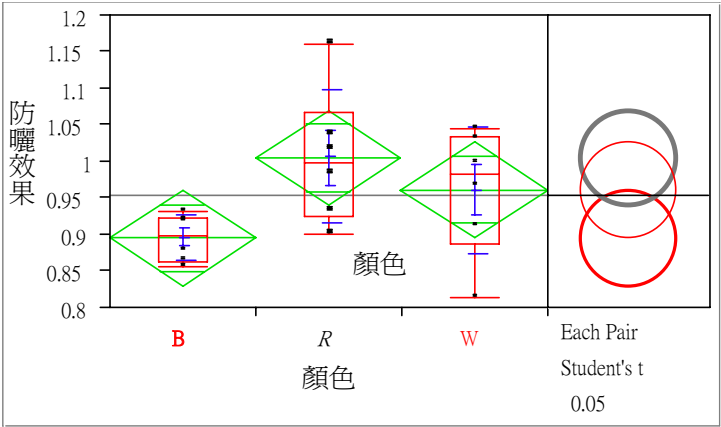
魚鱗布(F)



亮面布(L)



排汗布(S)



B：黑色
R：紅色
W：白色

圖十七、不同顏色布料防曬效果數據分析

(三) 實驗三

1. 傘內塗有銀色抗 UV 物質的兩把傘（藍、綠色）都有很好的防曬效果，另外兩把（淡粉紅、淺綠碎花）效果不佳（圖十八）。
2. 淡粉紅洋傘的防曬效果比淺綠碎花雨傘好（圖十九）。



藍色銀底洋傘(抗 UV) (B)



淺綠碎花雨傘(F)

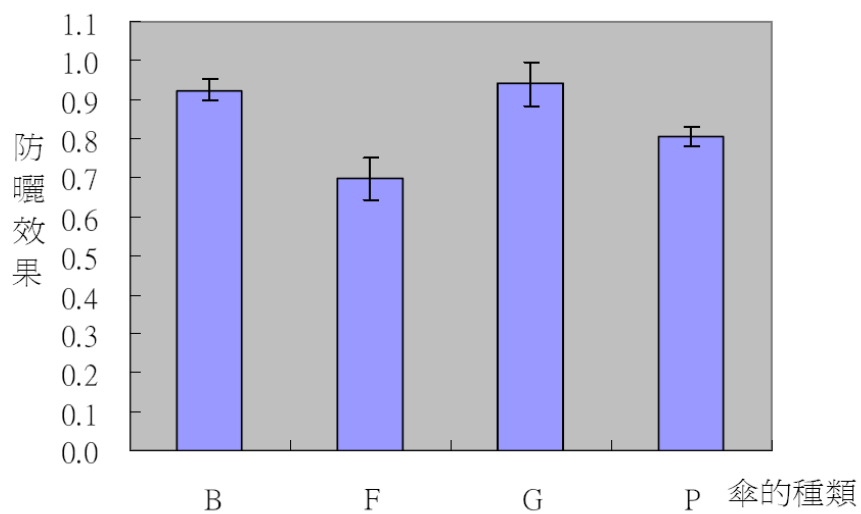


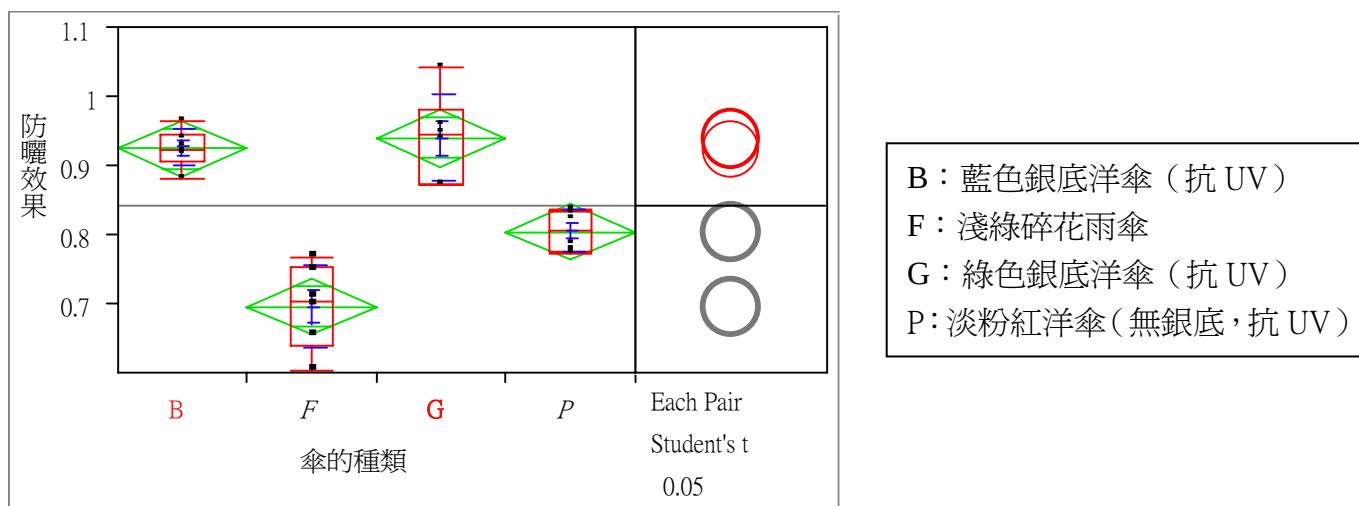
綠色銀底洋傘(抗 UV) (G)



淡粉紅洋傘(無銀底，抗 UV) (P)

圖十八、各式傘具的防曬效果





圖十九、各式傘具防曬效果數據分析

(四) 實驗四

1. 太陽眼鏡：不同顏色鏡片的太陽眼鏡，綠色鏡片的效果較好，紅色鏡片的效果明顯比其他顏色鏡片都還差（圖二十、二十一）。
2. 蛙鏡：黑色鏡片的蛙鏡，防曬效果比其他顏色的蛙鏡好（圖二十二、二十三）。



黑色太陽眼鏡(B)

藍色太陽眼鏡(BLUE)



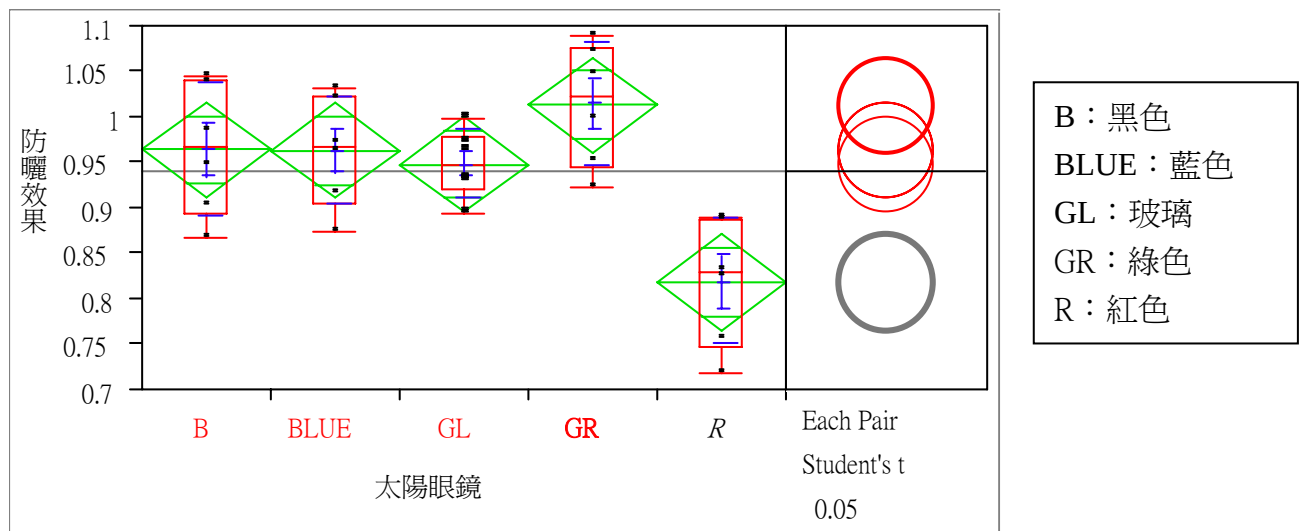
綠色太陽眼鏡(GR)



紅色太陽眼鏡(R)

紅色太陽眼鏡遮蓋處
（因為眼鏡彎度過彎，故改變放置方式）

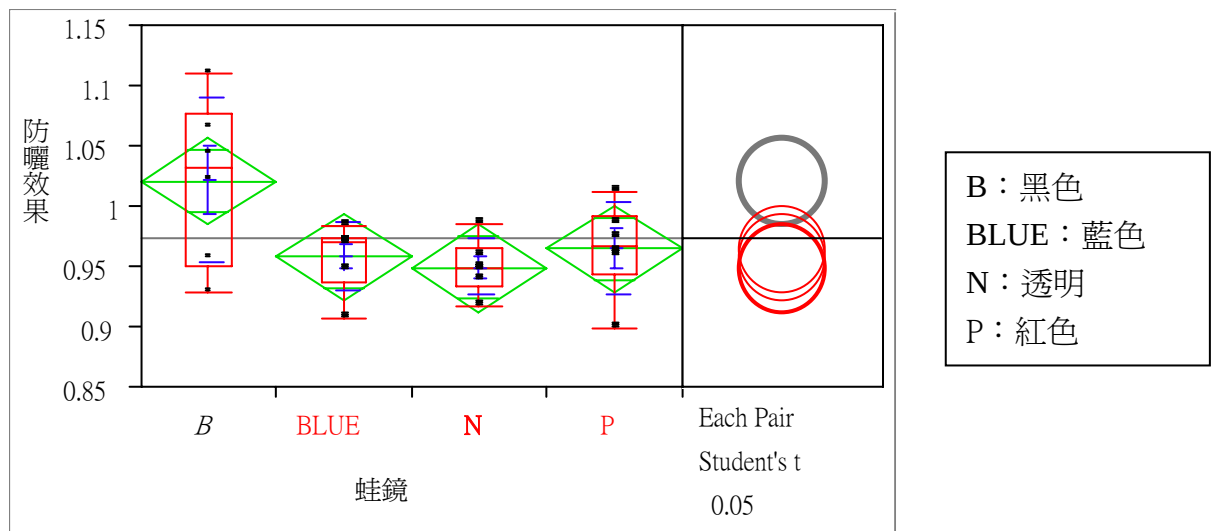
圖二十、各式太陽眼鏡的防曬效果



圖二十一、太陽眼鏡防曬效果數據分析



圖二十二、各式蛙鏡的防曬效果



圖二十三、蛙鏡防曬效果數據分析

(五) 實驗五

不同顏色的汽車隔熱紙，淺黑色的防曬效果明顯比其他顏色還要差（圖二十四、二十五）。



黑色 (B)

藍黑色 (BB)

藍色(BLUE)



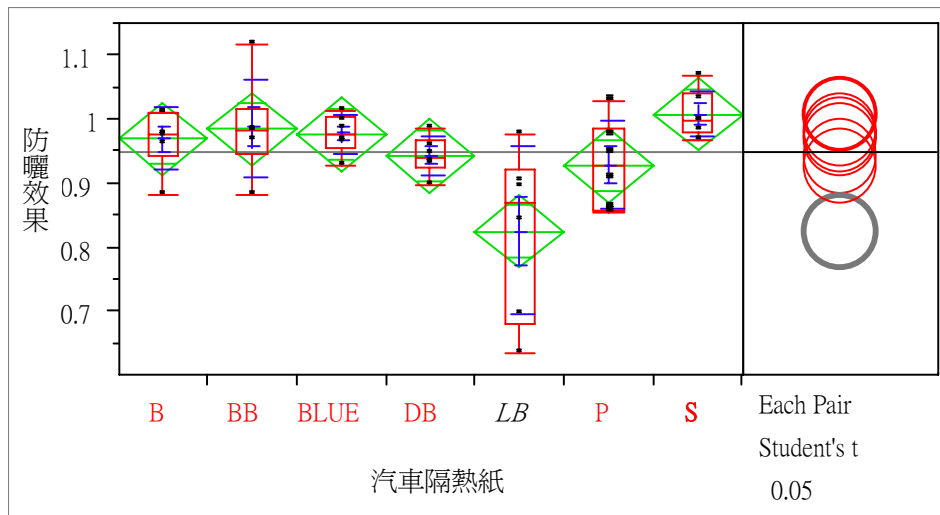
深黑色(DB)

淺黑色(LB)

投影片(P)

銀色(S)

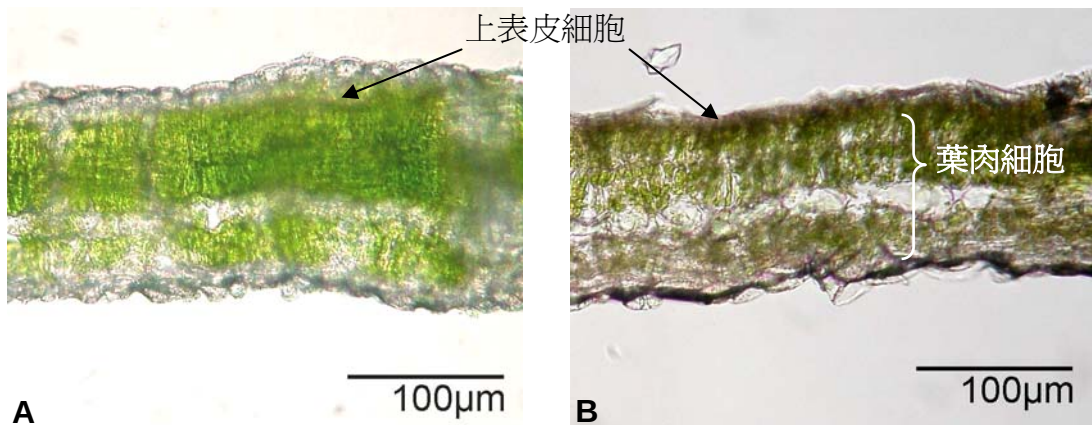
圖二十四、各式汽車隔熱紙的防曬效果



圖二十五、不同顏色汽車隔熱紙防曬效果數據分析

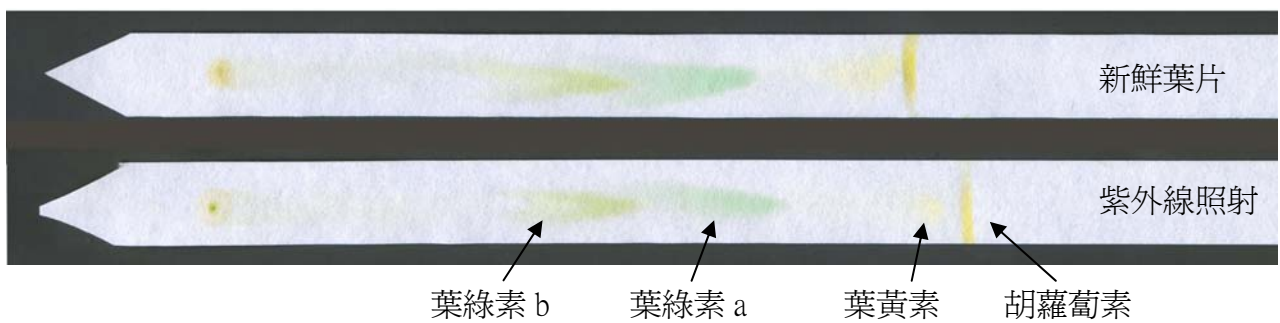
三、 探討白木蘇花葉片顏色變黑的原因

(一) 顯微切片照相：切片結果發現，經過紫外光照射的葉片，其上表皮細胞及葉肉細胞皆有變黑的現象。



圖二十六、白木蘇花葉片橫切面。A：新鮮葉片，B：紫外光照射 20 小時。

(二) 光合色素之層析分離：經過層析分離後，發現經過紫外光照射的葉片，其葉綠素 a、b 仍然存在於葉片中，但葉綠素 a 的量較少。



圖二十七、光合色素之層析分離

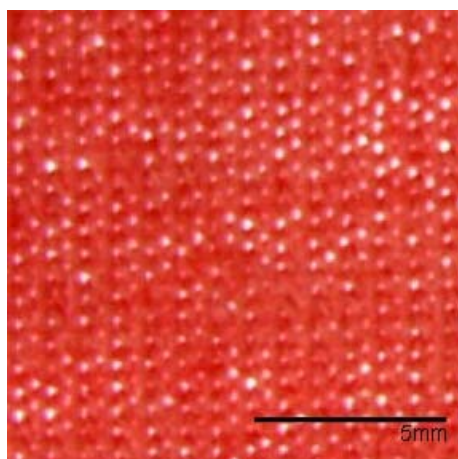
陸、討論

一、 防曬油

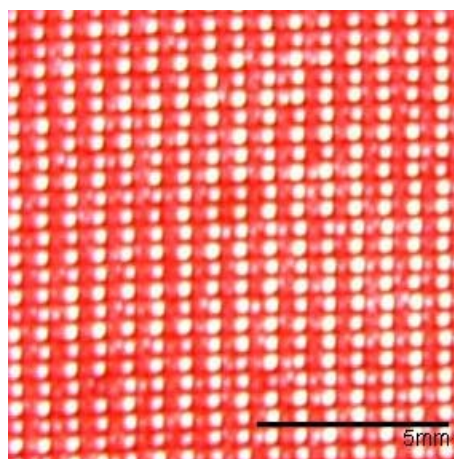
1. 防曬係數 SPF (Sun Protection Factor) 是代表阻隔紫外光的能力 (尤其是 UV-B)，SPF 指數愈高，阻隔紫外光的能力也就愈強。防曬係數的計算，是以皮膚在使用防曬油後被曬紅的時間除以不使用防曬油被曬紅的時間所得的數值。
2. 部分防曬油會以 PA 表示其阻隔紫外光的能力，指的是隔離 UV-A 的能力，一般以 + 表示阻隔能力，三個 + 為上限，約可以阻擋 90% 的 UVA。
3. 長時間暴露於陽光下，防曬油的補擦很重要。不要迷信所謂“係數愈高，防曬效果愈好”，SPF 15 的防曬油，就已經可以隔離 93% 的紫外光，而 SPF 30 的防曬油，更可以隔離 97% 的紫外光，所以係數比 30 再高，是沒有意義的！而我們的實驗一也顯示，防曬油 SPF 48 與防曬油 SPF 30 的防曬效果並沒有顯著的差異。
4. 雖然 SPF 係數愈高，皮膚的抗曬能力愈好，但通常有會伴隨副作用產生，如引起接觸性皮膚炎、粉刺加劇。實驗中我們也發現，若將防曬油直接塗於葉面，有些植物會起化學作用，導致葉面變黃乾枯缺水。
5. 防曬油的成分可分為物理性與化學性兩種，物理性防曬油是利用反射紫外光的原理，此類的產品多含有高度曲折率的成分；而化學性防曬油則是利用其內含的成分，吸收紫外光。
6. 實驗中發現，同樣是 SPF 30 的防曬油，物理性與化學性的防曬效果卻有所差異。研究兩者的成分，化學性防曬油添加了維生素 E，由於維生素 E 與抗氧化有關，我們便將維生素 E 添加到物理性的防曬油中，測試其防曬效果。實驗證明添加維生素 E 的確增進防曬油的防曬效果。

二、 布料

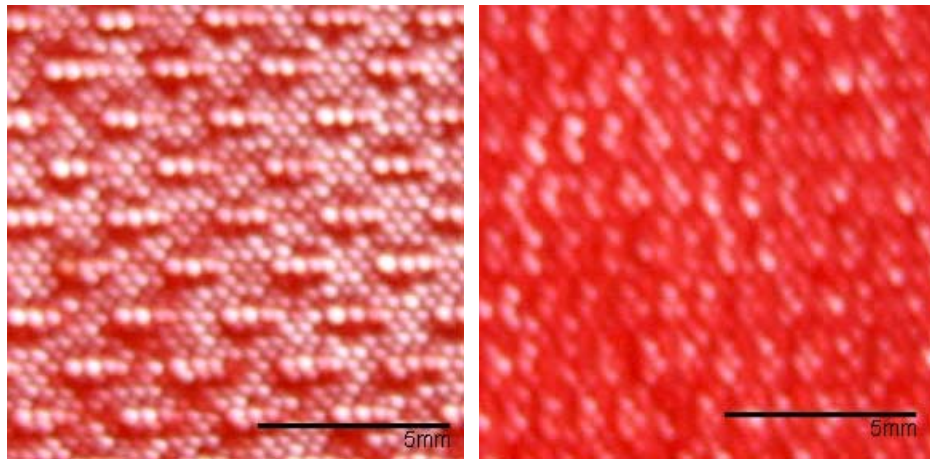
1. 在實驗中我們發現，亮面布和排汗布的防曬效果較差，深入研究布料的編織方式，發現有很大的差異（圖二十八）：亮面布和排汗布的編織密度較低，棉布和魚鱗布的編織密度較高。布料的編織密度會影響紫外光的透光率，所以在選購服飾時，要選擇編織密度高的材質。



棉布



亮面布



排汗布

魚鱗布

圖二十八、不同布料的編織密度

2. 白色的棉布、亮面布及魚鱗布的防曬效果比其他顏色好，推測白色布料可能含有螢光物質，能反射紫外光。
3. 我們同時也發現，紅色的排汗布防曬效果，比白色、黑色都要好，紅色有阻隔紫外光的能力，科學研究也證實，鮮豔的紅色有對抗 UV-B 的作用。

三、 傘

一般市售有銀底的洋傘，都聲稱具有抗 UV 的效果，我們實驗也顯示此銀底物質的確具有抗 UV 的效果。淡粉紅洋傘傘內雖然沒有銀底物質，但該產品的洋傘內含有抗 UV 的物質，所以雖然其效果比具有銀底的洋傘還差，但仍比完全沒有抗 UV 物質的洋傘還好。

四、 太陽眼鏡

1. 太陽眼鏡的鏡片必須添加抗 UV 物質，才具有防曬效果，而且以茶褐色、墨綠色、灰色為佳。我們的實驗也證明綠色鏡片的太陽眼鏡防曬效果較好。
2. 實驗中紅色鏡片的太陽眼鏡防曬效果比其他顏色太陽眼鏡的效果差，由於紅色太陽眼鏡是於夜市地攤購買，材質為塑膠鏡片，而其他三者皆有品牌來源，推測眼鏡材質優劣對於抗紫外光有很大的影響。
3. 在水中仍會受到紫外光的傷害，所以游泳時應配戴具有抗 UV 效果的蛙鏡，以保護眼睛。我們的實驗結果指出，黑色蛙鏡抗 UV 的效果較好。

五、 汽車隔熱紙

1. 市售的汽車隔熱紙顏色深淺不一，我們的實驗顯示，防曬效果大致相同，除非是很淺的黑色，效果才有明顯的差異。
2. 實驗中的銀色隔熱紙，透光率極低，貼在車窗上，不易被看到車內的情形，甚至可以看到自己的影像，實驗結果也證明其防曬效果明顯比較好。

六、 葉片變色的原因

1. 植物遇到強光時，會採取一些自我保護作用。紫外光能量過高不會被葉綠素吸收利

用，反而會破壞葉綠素，使其失去綠色。切片結果顯示顏色變深的部分有傷害到表面的表皮細胞，部分的葉肉細胞也有變黑的現象。

2. 實驗進一步確認葉子的葉綠素有無被破壞。我們利用色素的層析分離來檢測經紫外光照射後的葉子，其葉肉細胞中含有的色素與一般正常的葉子是否有差異。我們發現兩者的色素層析四種色素都有出現，但葉綠素 a、葉黃素的顏色比較淡，推測可能是因為葉肉細胞並未被完全破壞。
3. 葉肉細胞並未被完全破壞，我們推測的原因有幾個：一可能是因為照射紫外光的時數不夠，二則可能是我們所選取的白木蘇花是屬於熱帶的植物，也許對於紫外光等的強光有比較強的防禦能力。

柒、結論

- 一、白木蘇花 (*Dendrolobium umbellatum* (L.) Benth.) 的葉片經紫外光照射會變黑，是測試防曬用品效果的好材料。
- 二、不用迷信高防曬係數的防曬油，超過 SPF30 以上的產品，與 SPF30 者並無明顯差異。維生素 E 和維生素 C 皆可促進防曬油的效果，尤其是維生素 E。
- 三、布料編織的密度要高，才能有效阻擋紫外光作用。
- 四、洋傘要選擇內面塗有銀色物質的，愈不透光，紫外光的遮蔽效果較令人滿意。
- 五、太陽眼鏡的材質與防曬效果較有關，鏡片顏色則以綠色效果較好。
- 六、汽車隔熱紙只要不是太淡的顏色，對紫外光的阻隔能力都差不多。

捌、參考資料及其他

1. 周昌弘 (民 79)。植物生態學。臺北縣：聯經出版。
2. 應紹舜 (民 76)。台灣高等植物彩色圖誌第二卷。台北市。
3. 李家若 (民 91)。斑城綠映：高雄女中校園植物圖說。高雄市：生態教育工作室。
4. 李美惠 (民 94)。圖解彩色管理的實踐。台北縣，博碩文化。
5. 楊冠政、邵鵬飛、黃璧祈、梁光裕、許偉傑 (民 94)。龍騰生物 (上)。臺北縣：龍騰文化事業股份有限公司。
6. 市售防曬產品成份大解析！(2005.08.22)。消費者文教基金會。取自：
<http://www.consumers.org.tw/unit412.aspx?id=519>
7. 夏日皮膚保護：正確的防曬觀念與方法。長庚美容醫學中心。取自：
<http://www.cgmh.org.tw/cosmetic/contents/der01.htm>。
8. 白木蘇花。自然與人文數位博物館。取自 <http://ndap.nmns.edu.tw>。
9. 如何選擇適合自己的防曬指數 (無日期)。民 95 年 5 月 8 日，取自：
<http://www.she.com/index.cfm>。
10. 太陽下的安全活動守則。保柏(BUPA) Health Insurance。取自：
http://www.bupa.com.hk/chi/tips/safe_sun.asp#1
11. 何宏儒 (2005/8/23)。不要迷信 SPF 係數 30 以上的防曬油！取自：
http://www.xoobs.org/modules/newbb/viewtopic.php?topic_id=682&forum=3

評	語
---	---

040813 夏日防曬大作戰- 以植物葉片測試各種防曬用品的效果

本作品以葉片變色來測量紫外線的傷害，並以掃描器來定量變色的程度，符合科學研究的方法，且以防曬乳液及日常防曬用品和布料為研究對象符合實用的原則。若能在掃描數據的擷取，及各材料防曬原理多加探討，可以各深入完整。