

中華民國第 54 屆中小學科學展覽會

作品說明書

高職組 農業及生物科技科

佳作

091404

「綠癌」生「綠金」－生態危害植物再利用研究

學校名稱：國立東勢高級工業職業學校

作者： 職二 王嘉洋 職二 吳宗祐 職二 紀仁翔	指導老師： 江柎鈞 孫瑞海
---	-----------------------------

關鍵詞：小花蔓澤蘭、香澤蘭、台灣鋏蠋

摘要

本研究針對同為世界百大生態危害植物小花蔓澤蘭與香澤蘭進行水蒸氣蒸餾後，利用其蒸餾提取物及殘留物進行再利用研究。實驗發現，小花蔓澤蘭與香澤蘭的精油收率分別為 2.32 mL/kg 及 1.48 mL/kg，每克精油還原力與總酚含量分別為 13.56 ± 0.90 mg Vit.C、 7.58 ± 0.77 mg G.A. 與 17.65 ± 1.28 mg Vit.C、 21.48 ± 0.67 mg G.A.；每克精油清除 12.25% 自由基相當於 0.23 克與 0.52 克維他命 E；每克精油減少 50% 油脂中過氧化物能力相當於 0.20 克與 0.19 克維他命 E，如此好的抗氧化活性可應用於天然抗氧化劑功能的使用。提取物可配製成驅避台灣鈎蠓的防蚊乳液可有將近 4 小時完全驅避時間；另蒸餾後殘留物也能成功應用於天然植物染及 DIY 手作紙。經本研究成功的讓原本摘除後只能焚燒的廢棄物有完全的利用價值，真正的讓『綠癌』生『綠金』。

壹、研究動機

在閱讀科技新聞時看到「小花蔓澤蘭醋液有機成分之分離及其應用於小黑蚊忌避機制之分析」^[9]，利用緩慢熱解小花蔓澤蘭反應得到醋液，用來進行驅避小黑蚊的研究。我們認為既然醋液有忌避小黑蚊的功效，是否代表著在小花蔓澤蘭的植物體中也會有這特殊的成分呢？因此聯想到應用在高一的普通化學實驗及化學技術實驗課程的自製水蒸氣蒸餾裝置進行精油的提取實驗中學到精油為植物行光合作用的代謝產物，普遍存在植物體中，那麼是否代表著小花蔓澤蘭也能提取出精油呢？如果有，精油中是否也會有忌避小黑蚊的成分呢？經初步嘗試從小花蔓澤蘭成功提取出精油，驗證先前的假設，於是開始著手本研究，小花蔓澤蘭經水蒸氣蒸餾的提取物是否具有驅避小黑蚊的功效。

而在收集關於小花蔓澤蘭資料過程中也發現同為世界百大外來入侵種生物的香澤蘭對台灣的生態危害也屬嚴重，政府每年都要花費不少經費進行控制它們的擴散範圍，因此，亦將香澤蘭列入本次研究的對象，探討小花蔓澤蘭與香澤蘭經水蒸氣蒸餾後所得提取物是否有驅避蚊子及小黑蚊之效用及其它可再利用之價值性。

表1 簡介小花蔓澤蘭與香澤蘭

	小花蔓澤蘭 ^[1]	香澤蘭 ^{[3][16]}
圖片		
學名	<i>Mikania micrantha</i>	<i>Chromolaena odorata</i>
別名	薇甘菊、假澤蘭、國外稱「一分鐘一英哩雜草」	飛機草、民國草、暹羅草
原產地	南美洲	熱帶美洲
根	鬚根	軸根
葉	單葉對生，葉為心形或者三角形，葉漸尖	葉對生，質地稍厚，上面綠色，下面淡綠色，兩面粗澀
花	白色至白綠色小花	淡紫色小花
果實	黑色五稜形，其有白色冠毛作為風媒	瘦果黑色，被毛或腺體，具有黃褐色短冠毛
分佈圖		
介紹	菊科植物，其原用意是在戰爭時掩蓋基地但其生長極快速且會攀附及掩蓋其他植物奪取其他植物的養分造成植物死亡，而有「植物殺手」、「綠癌」之稱。生殖方式有無性生殖及有性生殖且生長快速，林務局以收購方式來處理並以火燒毀，減少其數量。	菊科植物可生於惡劣環境最高可到2公尺，其根部可分泌刺激性物質使周圍植物無法生長，早期引進為了藥用。目前林務局防治方式為引進香澤蘭昆蟲天敵進行防治 ^[19] 試驗階段，因此處理方式還是以人工摘除為主。

台灣鈇蠓及一般蚊子是不同科，如表 2^[10]。在台灣，兩者的防治及驅避都同樣的惱人，各式各樣的防蚊商品相繼的上市，本研究將利用蒸餾出的小花蔓澤蘭與香澤蘭的精油和露水進行驅避台灣鈇蠓和一般蚊子的效用研究。

表 2 簡介台灣鈇蠓與一般蚊子

	台灣鈇蠓 ^[11]	一般蚊子 ^[17]
圖片		
分類	雙翅目、蠓科、鈇蠓屬、蠓亞屬	昆蟲綱，雙翅目，蚊科
生存條件	潮濕之陰涼、含砂質及腐植質生有青苔或藍綠藻的表土層	炎熱潮溼的地方、積水的地方和含腐植質多之滯留水，如：市街之水溝、暗溝、化糞池、污水池及積水廢棄輪胎
傳染疾病	無任何傳染疾病，但叮咬過於頻繁會過敏、起紅疹	日本腦炎、登革熱、瘧疾、血絲蟲病、黃熱病等
介紹	台灣鈇蠓(<i>Forcipomyia taiwana</i> Shiraki)又稱「小黑蚊」、「黑微仔」、「小金剛」是一種嚴重的騷擾性昆蟲，主要為雌性在吸血，其吸血活動從早晨就開始高峰期是在中午至下午三、四點。	一般家蚊其分很多種如： 熱帶家蚊 、 地下家蚊 、 三斑家蚊 、 白腹叢蚊 等等但統稱一般家蚊，其生活史10~14天即可完成，一般為雌性在室內夜間吸血活動，有時空地在黃昏及黎明之時，常可見雄蚊成群飛集一團，此為交配之目的。

貳、研究目的

一、利用水蒸氣蒸餾進行小花蔓澤蘭和香澤蘭成分提取實驗

- (一) 針對新鮮及陰乾之全株植物做比較
- (二) 針對無花及含花全株的比較

二、精油提取物的抗氧化活性分析

- (一) 普魯士藍還原力測定
- (二) 總酚含量測定
- (三) 抑制自由基能力測定
- (四) 抑制油脂過氧化物生成活性測定

三、探討小花蔓澤蘭及香澤蘭相關成品開發與應用

- (一) 探討蒸餾提取物作為防蚊及驅避台灣鈇蠓之效用
- (二) 探討蒸餾後殘留物之再利用性
 1. 探討經水蒸氣蒸餾後殘留液作為植物染液之可行性
 2. 探討經水蒸氣蒸餾後固體殘留物製作手作紙之可行性

參、研究器材

器 材							
鋸子	量杯	鐵板	噴罐	鋼鍋	濾網	瓶蓋	加熱器
長筷子	矽膠塞	離心機	電熱器	細網篩	由令皮	溫度計	熱熔膠
防水手套	電子天平	橡膠盆子	熱熔膠槍	超高腳蒸架	蛇形冷凝管	家用型電鑽組	雙外牙1/2x3/8
26cm水果籃	T灣頭1/2	卜申1/2x3/8	26cm 油鍋、蓋	固定夾(燕尾夾)	6mm軟木片2尺x3尺	3cm不鏽鋼立布1/2	壓克力透明管3cmx1m
龍頭不鏽鋼進水管3尺		冷卻循環機(FIRSTEK B402H)		損壞滴定管(製作精油收集器)		紫外線可見光譜儀(Spectrophotometer HALOR B-10)	
藥 品							
洗衣粉	碳酸鈉	醋酸銅	固色劑	鐵明礬	維他命C	氫氧化鈉	沒食子酸
95%乙醇	簡易乳化劑	大豆沙拉油	精油乳化劑	聚丙烯醯胺	赤血鹽[K ₃ Fe(CN) ₆]	維他命E (α-Tocopherol)	BHA (butylated hydroxyanisole)
BHT (butylated hydroxytoluene)		DPPH (1, 1-Diphenyl-2-picrylhydrazyl)			磷鉬酸酚試劑 (Folin-Ciocalteu phenol reagent)		

肆、研究方法

一、利用水蒸氣蒸餾進行小花蔓澤蘭和香澤蘭成分提取實驗

將新鮮摘取之小花蔓澤蘭及香澤蘭分成新鮮與風乾進行實驗，探討其熱源、加熱時間和蒸氣溫度與精油、露水餾出量。

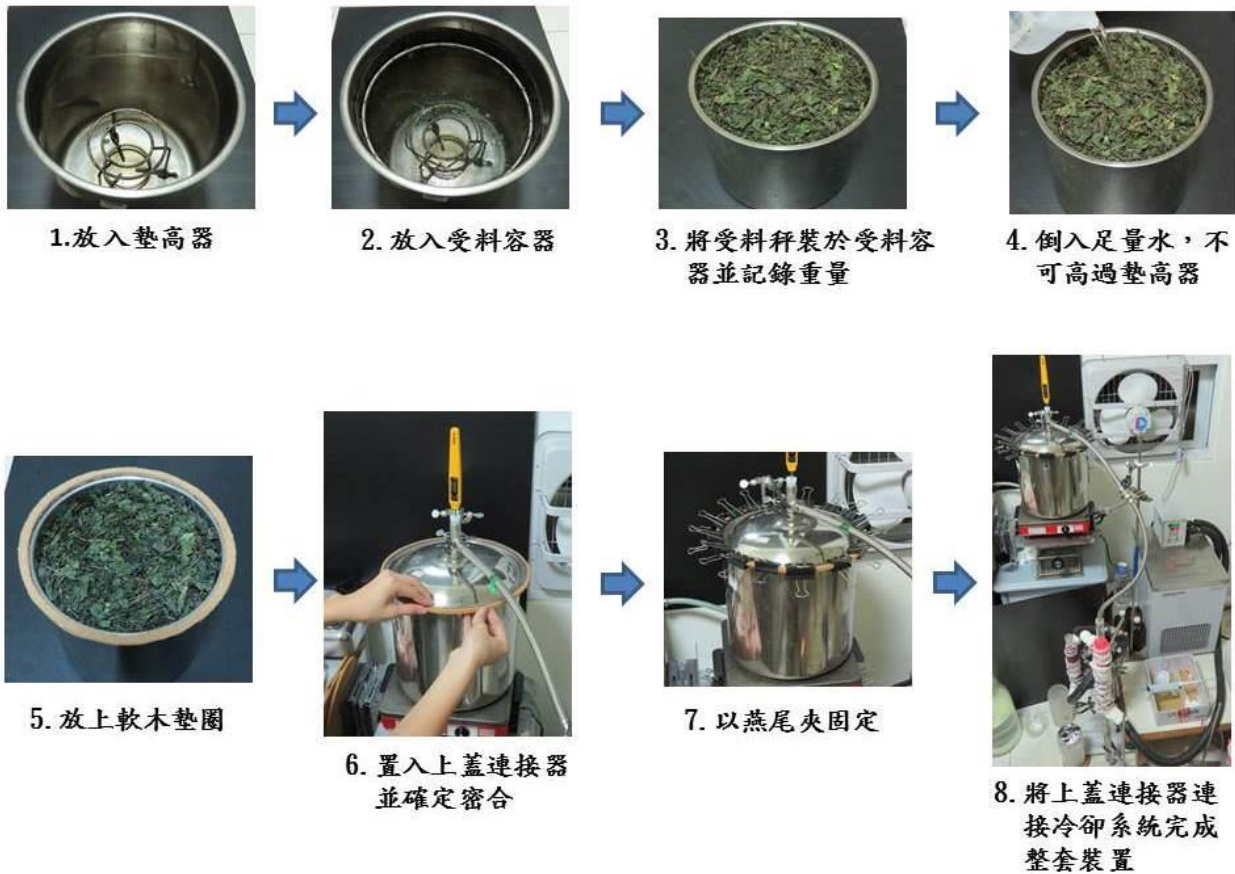


圖 1 利用自組裝裝置進行水蒸氣蒸餾之步驟^[18]

(一) 針對新鮮及風乾之全株植物做比較

1. 將採集的材料篩選剔除其他植物後，等量分裝成十數份，並記錄每份原重，放置通風處陰乾。
2. 每日實驗前秤重紀錄。
3. 剪碎後依圖 1 進行水蒸氣蒸餾至餾出精油穩定或餾出水量達加水量的 70%。
4. 每隔固定時間紀錄蒸氣溫度、餾出水量及精油餾出量。

(二) 針對無花及含花全珠的比較

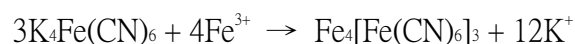
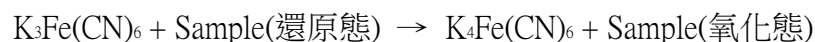
同(一).1~(一).4 步驟。

二、精油提取物的抗氧化活性分析

現今「抗老化」越來越受重視，因此有些保健藥品會放入抗氧化劑等成分，而天然抗氧化劑比人工合成抗氧化劑來的安全且對健康較無疑慮，人工合成之抗氧化劑如 BHA 及 BHT 等亦可能會有致癌性之風險，所以藉由抗氧化活性分析試驗來探討小花蔓澤蘭及香澤蘭是否能作為天然之抗氧化劑。

(一) 普魯士藍還原力測定^[7] (參考 Oyaizu 試驗方法)

試樣中的抗氧化劑會將赤血鹽 $[K_3Fe(CN)_6]$ 還原成黃血鹽 $[K_4Fe(CN)_6]$ ，黃血鹽再與 Fe^{3+} 形成普魯士藍，生成的量愈多，代表著試樣中的抗氧化成分愈高，還原力指標愈大。



1. 取 0.5 mL 0.2 M pH= 6.6 之磷酸鹽緩衝溶液，分別加入 3.2 μ g/mL 標準液 0、0.5、1、1.5、2、2.5 mL 及水 3.5、3、2.5、2、1.5、1 mL，使總體積為 4 mL。
2. 加入 0.5 mL 1% 赤血鹽[K₃Fe(CN)₆]，於 50°C 水浴 20 分鐘。
3. 取出並快速冷卻 5 分鐘，再加入 0.5 mL 10% TCA，離心（5000 轉 10 分鐘）。
4. 取上清液 2 mL，加入 2.6 mL 蒸餾水。
5. 再加入 0.4 mL 0.1% FeCl₃ 顯色，放置 10 分鐘。
6. 於分光光度計測 700 nm 之吸光值，由標準品作用量(μ g)對吸光值計算求得標準檢量線。
7. 取 3.2 μ g/mL 之試樣溶液 2.5 mL，依照步驟 1~6，將吸光值代入標準液之檢量線公式求得相當標準品的作用量。
8. 為了避免誤差，樣品反應後測吸光值再扣掉樣品反應前之吸光值。

(二) 總酚含量測定^[2] (參考 Kujala 試驗方法)

用比色分析法^[5]，以磷鉬酸酚試劑(Flouin-Ciocalteu phenol reagent)檢測樣品中酚類化合物的總含量，樣品中若含有酚類化合物，則會與磷鉬酸酚試劑反應呈現藍色，藍色越深代表試樣中的總酚物質含量越高。

1. 分別取 3.2 μ g/mL 沒食子酸標準溶液體積 0、1、2、3、4、5 mL 及水 5、4、3、2、1、0 mL。
2. 加入 1 mL 之 2N 磷鉬酸酚試劑及 2 mL 7.5 %碳酸鈉溶液，混合均勻靜置 30 分鐘，以 5000rpm 離心 8 分鐘。
3. 取上澄液以分光光度計測其 760 nm 之吸光值，由標準品作用量(μ g)對吸光值計算求得標準檢量線。
4. 取 3.2 μ g/mL 之試樣品 5 mL 依步驟 1~3 進行操作。
5. 總酚含量之計算方式是以標準品之標準曲線，計算出樣品中相對的標準品含量 (mg/g)，並以此表示樣品中總酚類化合物之含量。

(三) 清除 DPPH 自由基試驗^[12] (參考 Shimada 試驗方法)

油脂在自行氧化的過程中會產生自由基而造成脂質酸敗，抗氧化物藉由提供氫原子來清除脂質過氧化物自由基進而達到抑制氧化連鎖反應之進行。DPPH 具有穩定的自由基，在波長 517 nm 處有一強吸收，當試樣中含有可提供原子與 DPPH 作用，則藍色會消退，當吸光值愈低表示清除自由基的能力愈高。

1. 新鮮配製 0.1 mM 之 DPPH 之甲醇溶液。
2. 分別取 1.6 與 8.0 μ g/mL 標準品溶液及 3.2 μ g/mL 試樣溶液 0、1、2、3、4、5 mL 和水 8、7、6、5、4、3 mL 於試管中，再加入 2 mL 0.1 mM DPPH 混合均勻。
3. 避光，靜置 30 分鐘。以分光光度計，在波長 517 nm 下測其吸光值。
4. 計算清除率。

清除率公式為：
$$\text{清除率}(\%) = 1 - (A_{\text{sample}}/A_{\text{blank}}) \times 100\%$$

(四) 抑制油脂過氧化物生成活性測定

不飽和油脂雙鍵上的碳氫化合物受到其他化學活性物質作用，移去氫原子而形成高氧化態的過氧化物而造成油脂酸敗。為減緩油脂自氧化反應的速率，以防止油脂酸敗，會添加抗氧化劑，本實驗在測定兩種植物精油應用於防蚊乳

液產品中是否具有抑制不飽和油脂中過氧化物的生成，達油脂安定之效果。油脂的過氧化價測定為將油脂中的過氧化物和碘化鉀作用生成碘，加入澱粉指示劑後，再以硫代硫酸鈉滴定檢測過氧化價的含量，所滴定的硫代硫酸鈉越多，表示其過氧化價越高。

1. 取 20g 精油含量 0~1000 ppm 植物油，在60°C的恆溫箱放置 24 小時。
2. 加入 20mL 的溶液(醋酸:正己烷=3:2)，再加上1mL飽和碘化鉀溶液，攪拌1 分鐘後，加入1 mL 10% 十二烷基磺酸鈉，加入1mL澱粉液。
3. 以 0.1N 的硫代硫酸鈉滴定至黃褐色轉為乳白色及滴定終點。

三、探討小花蔓澤蘭及香澤蘭相關成品開發與應用

看過以植物精油作為天然防蚊液之研究^[13]，本研究想探討小花蔓澤蘭和香澤蘭的精油是否可驅避台灣銜蠓及防蚊的效果。以不同比例的精油及露水配製，探討何種條件對於驅避台灣銜蠓和防蚊的效果最佳。從防蚊中就想到了驅蟲，於是利用小花蔓澤蘭和香澤蘭的精油及露水配製成園藝用驅蟲劑。部分植物具有天然植物染功能，本研究想探討小花蔓澤蘭及香澤蘭經水蒸氣蒸餾法後的殘留液是否具有植物染的功能。小花蔓澤蘭及香澤蘭蒸餾後的殘留物，探討是否可作為紙漿之再利用性。

(一) 探討防蚊及驅避台灣銜蠓之效用

1. 於受測者兩小腿，皆預留長寬皆為 10 cm 的小腿範圍，已進行實驗的受測範圍，其餘部位則用不透氣布料將其完全包覆(避免氣味干擾)。
2. 其一腳為實驗組(塗抹或噴灑防蚊成品)，另一腳則為其對照組(不塗抹或噴灑防蚊成品)。
3. 每一次在噴霧不同的精油及露水前，都藥用酒精棉片進行擦拭，以去除皮膚上的味道殘留降低實驗變因。
4. 進行實驗時分別記錄對照組小黑蚊及蚊子的叮咬隻數，當實驗組被叮咬時結束實驗並記錄時間。

(二) 研究蒸餾後殘留物之再利用性

1. 探討經水蒸氣蒸餾後殘留液作為植物染液之可行性

經水蒸氣蒸餾完的殘留液發現為深色溶液，也從網路看到有利用新鮮小花蔓澤蘭來進行植物染，因此，本研究針對蒸餾後的殘留液進行植物染的測試。

- (1) 秤布的重量，依布重之 5%加入精鍊劑，水加熱至精鍊劑溶解後，將布弄濕並擰乾後放入，水煮開後將火關小煮 30 分鐘。
 - (2) 將精鍊完的布，投入 1~5%(對水)媒染劑中浸泡，媒染時間 10 分鐘至 2 小時之間，浸泡過程中須經常攪拌。
 - (3) 媒染後的布投入殘留液中進行加溫染色，染至水開後轉小火 30 分鐘(期間要不停攪拌)，降溫，浸泡 2 小時。
 - (4) 取出被染物充分清洗晾曬後即完成。
2. 探討經水蒸氣蒸餾後固體殘留物製作手作紙之可行性^{[8][14][15]}

近期因人類用紙量日益增加，再加上大樹的砍伐，導致生態環境造成破壞。此研究想探討將小花蔓澤蘭和香澤蘭經水蒸氣蒸餾的殘留物，可否用來

DIY 製作手作紙及作為非木纖維紙漿的可能性。

傳統的 DIY 手作紙工藝體驗課程均是由現成的紙漿進行手抄紙，因此，本研究進行可讓喜歡 DIY 手工藝者可從造紙原料親自製得手作紙的課程設計。

- (1) 將蒸餾後的殘留物磨碎後，加入 1M 氫氧化鈉持溫蒸煮進行解纖 3 小時。
- (2) 將殘留物徹底清洗避免氫氧化鈉的殘留，少量多次以橡膠槌用力敲打纖維數分鐘。
- (3) 少量多次利用果汁機將打纖完的纖維進行打漿後加入聚丙烯醯胺攪拌溶解。
- (4) 將已均勻攪拌的纖維和凝聚劑倒入自製模子中，拿起模子輕輕搖動，直到紙漿分布均勻後平平舉起，等待紙漿瀝乾，陰乾。

伍、結果與討論

一、利用水蒸氣蒸餾進行小花蔓澤蘭和香澤蘭成分提取實驗

(一) 針對新鮮及陰乾之全株植物做比較

1. 新鮮及陰乾全株植物蒸餾時間和蒸氣溫度、精油餾出量關係

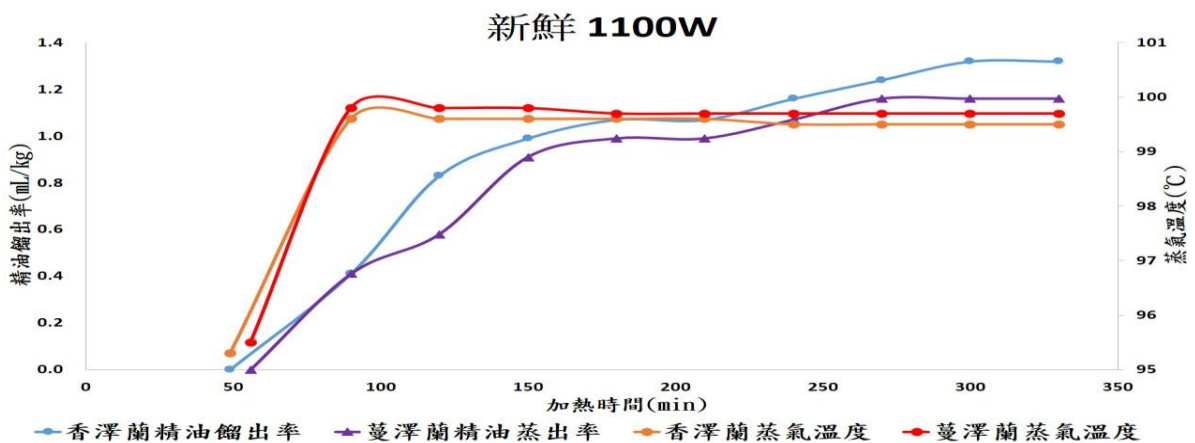


圖 2 新鮮材料熱源 1100W 蒸餾動力學^[註]

註：餾出水量達加水量 70%而提早停止蒸餾。

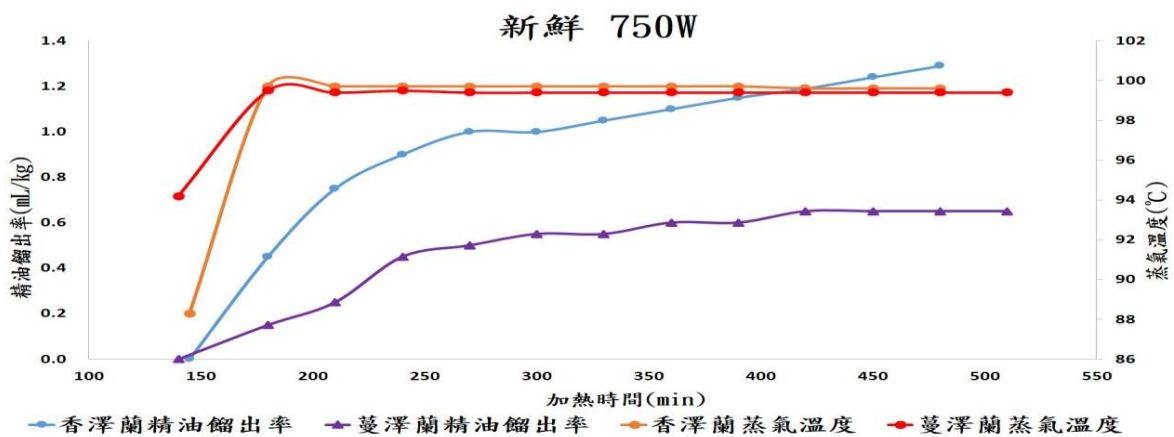


圖 3 新鮮材料熱源 750W 蒸餾動力學^[註]

註：餾出水量達加水量 70%而提早停止蒸餾。

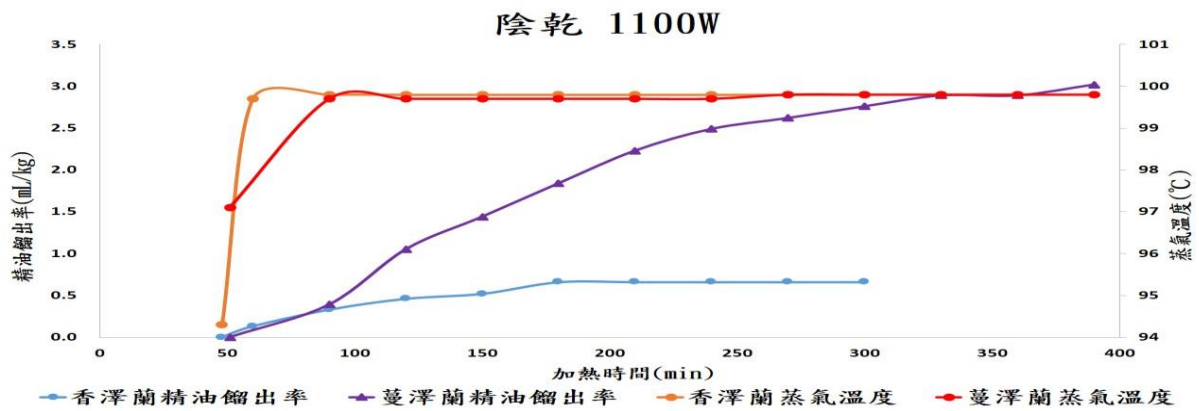


圖 4 陰乾材料熱源 1100W 蒸餾動力學^[註]

註：餾出水量達加水量 70%而提早停止蒸餾。

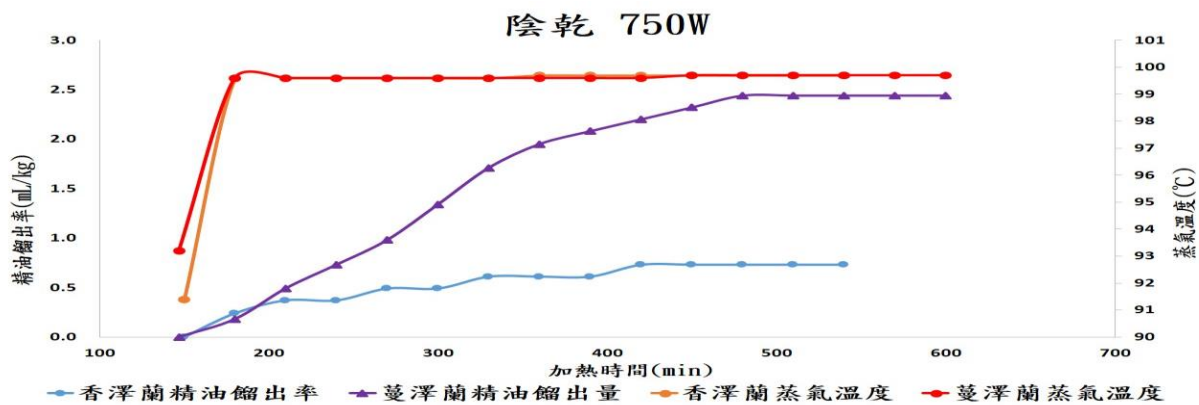


圖 5 陰乾材料熱源 750W 蒸餾動力學^[註]

註：餾出水量達加水量 70%而提早停止蒸餾。

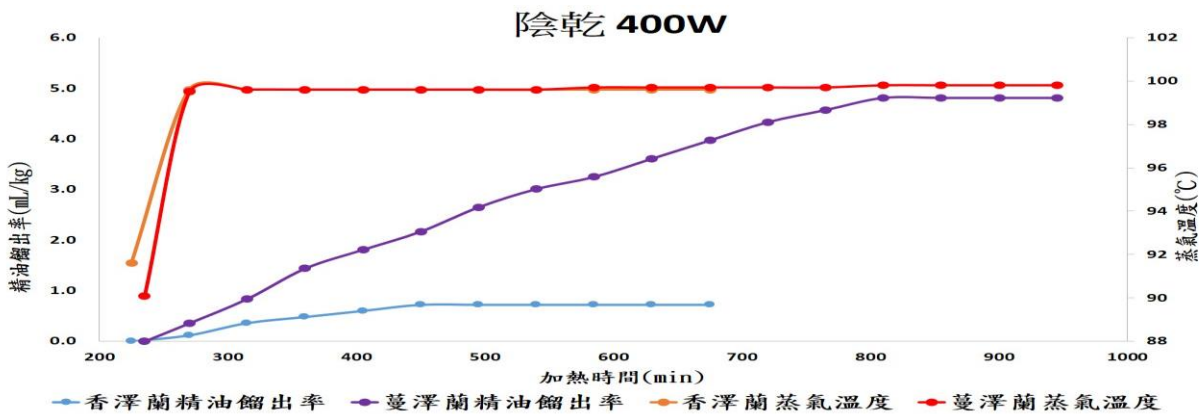


圖 6 陰乾材料熱源 400W 蒸餾動力學

在不同的熱源大小下進行加熱蒸餾過程中，蒸氣溫度均介在 99.5~99.8°C 之間，而本套裝置為一開放系統，故符合在常壓下水的沸點溫度。高瓦數的熱源供應，蒸氣產生量較大，餾出水量也較大，從蒸餾動力學的數據看來，在 300 分鐘的蒸餾時間下香澤蘭的精油餾出完全程度比率在 1100W、750W 及 400W 分別為 90%、67%及 49%；小花蔓澤蘭分別為 75%、39%及 18%，顯見蒸氣量越大精油被餾出的程度越快，但如以耗去相同的總加熱電量來比較，香澤蘭分別為 90%(300 分鐘)、100%(450 分鐘)及 100%(675 分鐘)；小花蔓澤蘭分別為 75%(300 分鐘)、70%(450 分鐘)及 50%(800 分鐘)，但加熱時間越長冷卻

系統所需的用電成本也跟著提高，因此由動力學實驗，本次實驗的蒸餾條件為：最初以 1100W 加熱至蒸氣溫度為 60°C 時，將熱源轉為 750W 加熱至總時間為 6 小時即停止實驗。則加熱系統與冷卻系統的總耗電量為 9 度。

2. 全株植物含水量變化與精油餾出率關係

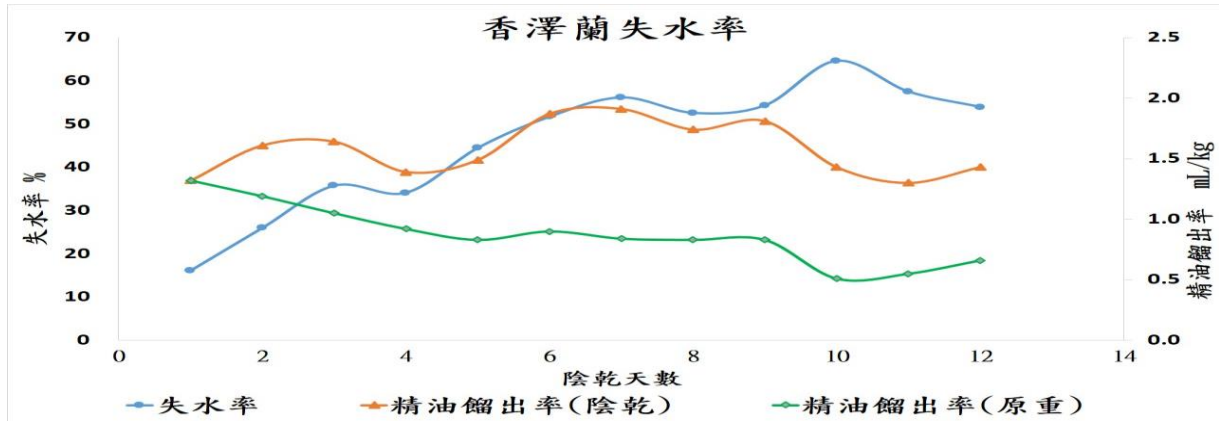


圖 7 香澤蘭失水率與精油餾出率關係

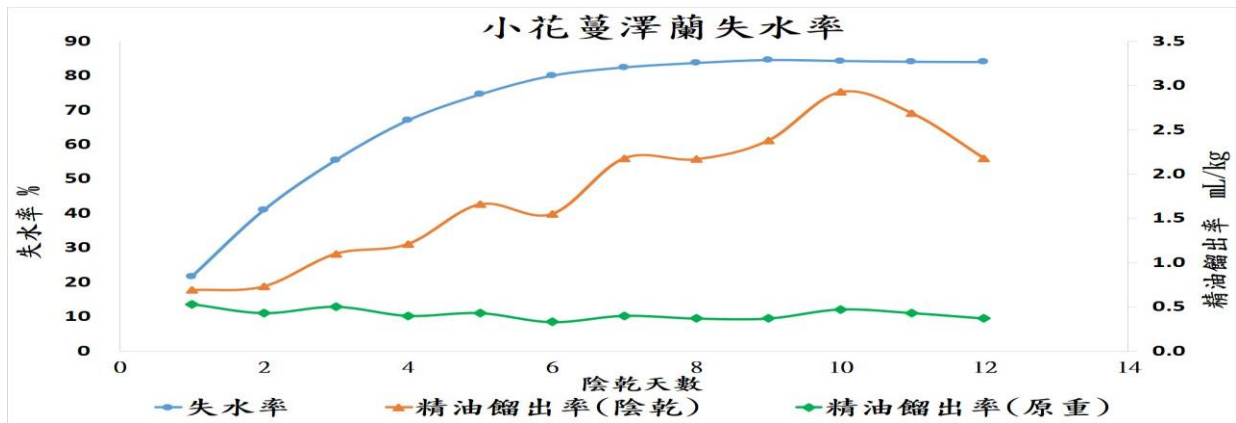


圖 8 小花蔓澤蘭失水率與精油餾出率關係

從圖 7 與圖 8 可看出小花蔓澤蘭植物內的精油，隨著陰乾的時間增加而沒有甚麼變異，但香澤蘭則有下降的趨勢，從此我們認為兩種植物在摘除後最適合的蒸餾時間有所不同，香澤蘭適合在摘除後立即要進行水蒸氣蒸餾，而小花蔓澤蘭則適合在摘除後經 7 天的陰乾處理再進行水蒸氣蒸餾實驗。

(二) 針對無花及含花全株的比較

表 3 新鮮與陰乾植物精油餾出率比較

		新 鮮	陰 乾
香澤蘭	無花	1.48±0.24	0.72±0.26
	有花	1.31±0.01	1.24±0.08
小花蔓澤蘭	無花	0.81±0.07	2.32±0.75
	有花	1.19±0.63	2.14±0.67

註：平均值±S.D(n=5)

表 4 小花蔓澤蘭採集地區精油餾出量的差異

東勢地區	新社地區	大肚地區	卓蘭地區
2.30±0.78	1.35±0.79	2.14±0.78	1.22±0.63

註：平均值±S.D(n=5)

從表 3 中可看出新鮮香澤蘭的精油餾出量較陰乾為高；而小花蔓澤蘭新鮮材料的精油餾出率則遠低於經陰乾處理的受料。在新鮮受料上有花和無花的精油餾出率的差異並不大。

從小花蔓澤蘭採集地區的精油餾出率上看來，在東勢和大肚地區採集地區空曠日照區域廣，新社與卓蘭地區則日照區域範圍較少，顯現植物體的精油含量受到植物生長地區氣候條件的影響。

二、 精油提取物的化學活性分析

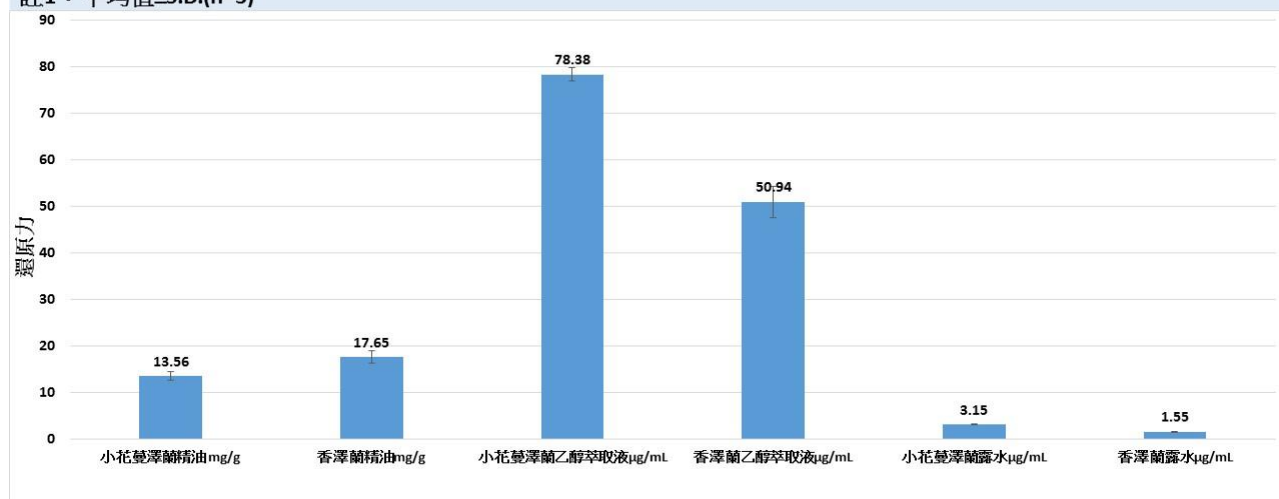
(一) 普魯士藍還原力測定

表 5 小花蔓澤蘭及香澤蘭各種提取物的普魯士藍還原力測定

	小花蔓澤蘭 精油	香澤蘭 精油	小花蔓澤蘭 乙醇萃取液	香澤蘭 乙醇萃取液	小花蔓澤蘭 露水	香澤蘭 露水
還原力	13.56±0.90 mg Vit.C / g	17.65±1.28 mg Vit.C / g	98.30±1.11 μg Vit.C / mL	66.28±1.99 μg Vit.C / mL	3.15±0.03 μg Vit.C / mL	1.55±0.07 μg Vit.C / mL

維他命 C 檢量線： $y = 0.2259x + 0.0006$ ， $R^2 = 0.9986$

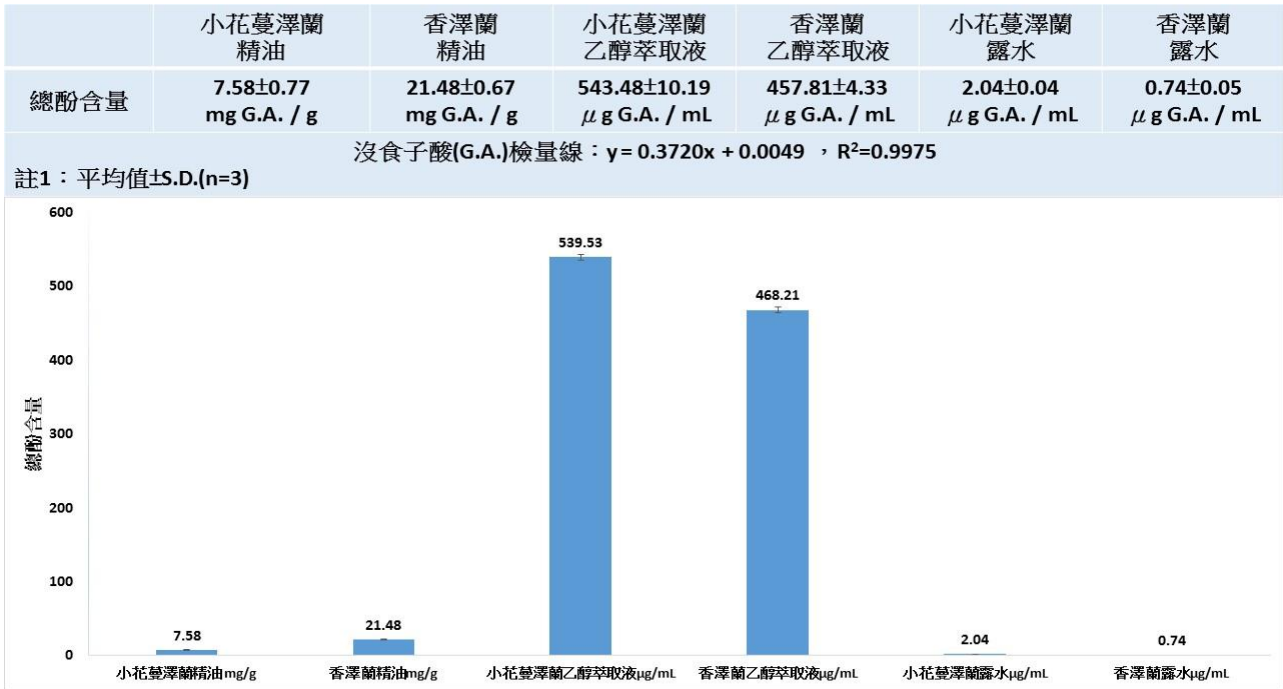
註1：平均值±S.D.(n=3)



如表 5 在普魯士藍還原力測定實驗結果兩種植物精油不含花的還原力均大於含花精油的還原力，其中從不含花的香澤蘭所蒸餾得到的精油每 1 公克其還原力相當於 532.8 毫克的維他命 C；每 1 公克不含花的小花蔓澤蘭精油還原力也有相當 337.0 毫克的維他命 C，可見此兩種精油作為抗氧化劑功能的能力相當不錯，值得開發應用。

(二) 總酚含量測定

表 6 小花蔓澤蘭及香澤蘭各種提取物的總酚含量測定



從表 6 中小花蔓澤蘭及香澤蘭各種提取液的總酚含量，香澤蘭精油由明顯的比小花蔓澤蘭精油還要高，但小花蔓澤蘭乙醇萃取液卻比香澤蘭還高，這不僅顯示不同植物光合作用產生的代謝產物均不相同，造成在蒸餾出的精油成分的差異，而使得其抗氧化活性有所不同。

(三) 抑制自由基能力測定

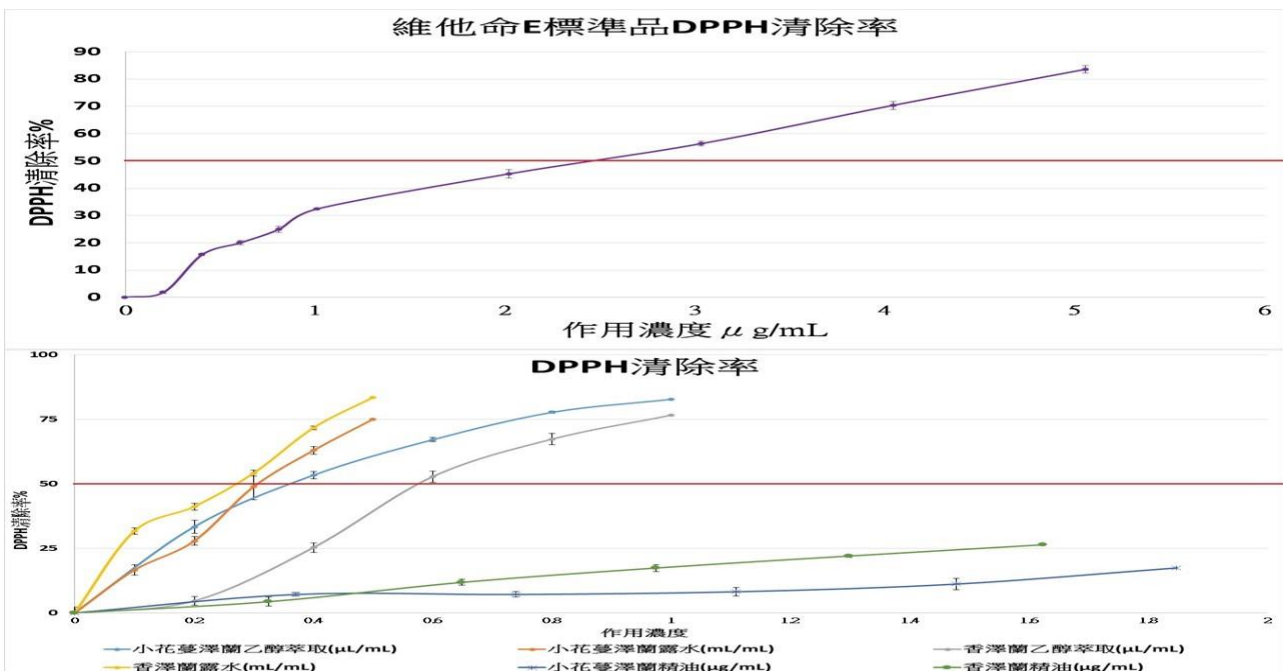


圖 9 小花蔓澤蘭及香澤蘭各種提取物的抑制自由基能力測定

註：1000 毫升露水濃縮為 100 毫升檢測露水試樣。

註：158.4 克小花蔓澤蘭磨碎粉末以乙醇浸泡過濾定量至 500 毫升。

註：217.3 克香澤蘭磨碎粉末以乙醇浸泡過濾定量至 500 毫升。

以香澤蘭與小花蔓澤蘭精油進行抑制自由基能力實驗，每克精油清除 12.25% 自由基的能力分別相當於 0.23 及 0.52 克的維他命 E，顯見兩種精油清除自由基的能力相當的弱，我們認為有幾種可能因素：第一為這兩中植物精油中存在著抑制自由基的成分很少，第二為在蒸餾的過程中有效抑制自由基的成分被破壞或者未被蒸餾出來，或者為較小的水溶性分子留在露水中。

為證明此想法，將陰乾含花的小花蔓澤蘭與香澤蘭磨碎後取定量以乙醇浸泡 24 小時後過濾並定量至 500 毫升，經實驗測得小花蔓澤蘭與香澤蘭每毫升乙醇萃取液清除 50% DPPH 自由基的 IC₅₀ 分為相當於 6.71 及 4.23 mg Vit.E。而小花蔓澤蘭及香澤蘭蒸餾所得的濃縮露水每毫升清除 50% DPPH 自由基的 IC₅₀ 分為相當於 7.97 及 9.16 μ g Vit.E。

由小花蔓澤蘭及香澤蘭乙醇浸漬萃取液的高化學活性，我們認為小花蔓澤蘭及香澤蘭兩種植物中有效抑制自由基的成分不是未被蒸餾出來就是在蒸餾的過程中被破壞了。

(四) 抑制油脂過氧化物生成活性測定

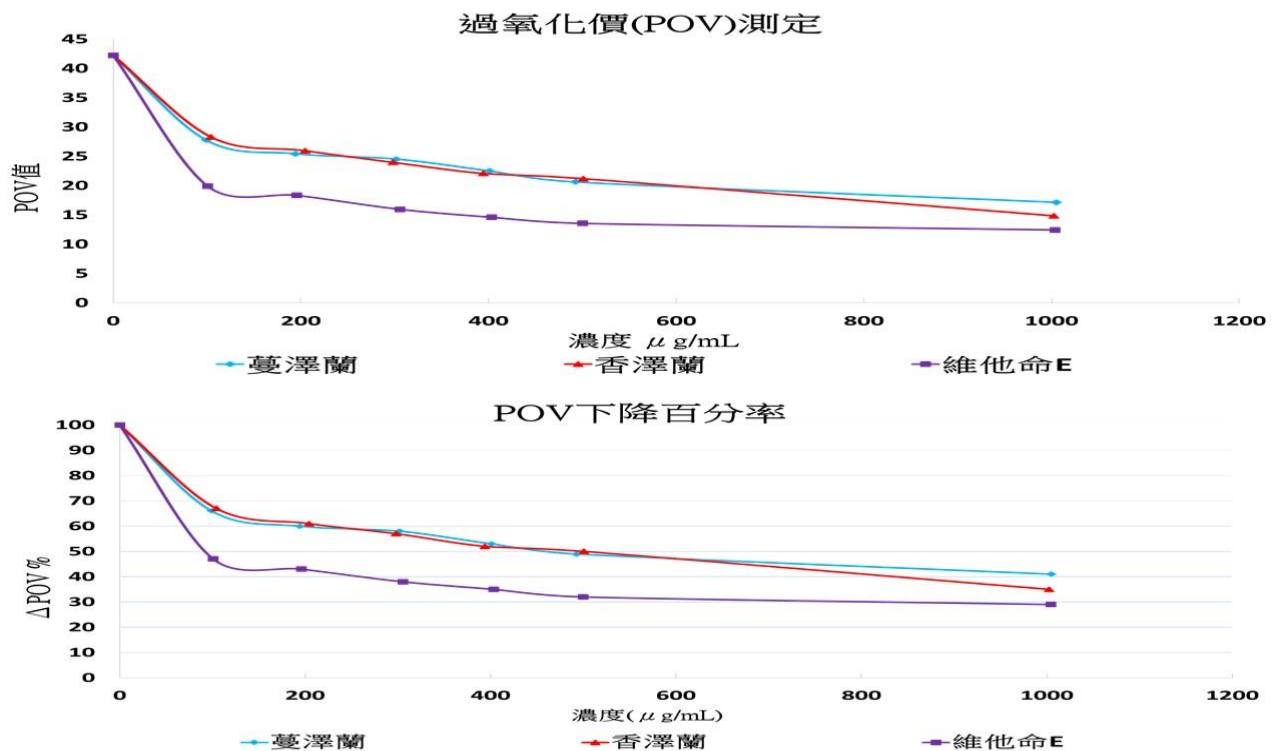


圖 10 兩種植物精油抑制過氧化價(POV)活性測定

由圖 10 可看出，小花蔓澤蘭與香澤蘭精油在過氧化價測定實驗中，隨著植物油中精油含量的增加，過氧化物的生成量(POV 值)有減少的趨勢，當 POV 值減少 50%時維他命 E 的濃度為 95.1 μ g/mL，小花蔓澤蘭為 469.6 μ g/mL，香澤蘭為 500.6 μ g/mL。經換算每 1 公克小花蔓澤蘭精油抑制油脂過氧化物能力相當於 0.20 公克維他命 E，每 1 公克香澤蘭精油抑制油脂過氧化物能力相當於 0.19 公克維他命 E，由此實驗結果，小花蔓澤蘭與香澤蘭精油具有應用於油脂的抗氧化劑之能力。

三、 探討小花蔓澤蘭及香澤蘭相關成品開發與應用

(一) 探討防蚊及驅避台灣缺蠓之效用

表 7 香澤蘭成品不同配方對驅避台灣鈹蠓及一般家蚊之忌避與人體保護效果

香澤蘭成品驅避台灣鈹蠓及驅蚊實驗					
		純露水	精油水	精油膏	精油乳液
台灣鈹蠓	對照組 (隻/小時)	14.3±1.5	6.0±0.8	5.7±0.9	4.3±1.0
	實驗組 完全有效驅避時間(min)	20.6±11.8	240.0±0.0	223.7±23.2	218.2±30.1
蚊子	對照組 (隻/小時)	0.3	0	0.3	0
	實驗組 完全有效驅避時間(min)	163.1±48.1	240.0±0.0	224.9±21.3	240.0±0.0

註1：完全有效驅避時間為塗抹成品後計時至第一隻叮咬時間。

註2：實驗時間4小時，AM09:30~PM13:30(因戶外溫度偏高，避免測試者身體超過負荷，4小時停止實驗)。

從表 7 中得知，香澤蘭經水蒸氣蒸餾所得的露水對台灣鈹蠓的驅避效果相當差，然而，以香澤蘭精油所配製的精油水、精油膏及乳液在驅避台灣鈹蠓的時效在 4 小時內幾乎可達完全驅避效果而不被叮咬，但精油水會因運動流汗而流失，油膏不易塗抹大範圍面積，因此本研究將以乳液作為成品開發的型態。

表 8 小花蔓澤蘭成品不同配方對驅避台灣鈹蠓及一般家蚊之忌避與人體保護效果

小花蔓澤蘭成品驅避台灣鈹蠓及驅蚊實驗						
		純露水	精油水	精油露水 ^{註3}	精油膏 ^{註3}	精油乳液 ^{註3}
台灣鈹蠓	對照組 (隻/小時)	16.0±2.2	17.3±2.0	11.0±1.8	17.0±2.1	19.3±3.1
	實驗組 完全有效驅避時間(min)	42.4±25.8	107.3±17.9	211.3±29.2	164.7±23.3	139.2±47.8
蚊子	對照組 (隻/小時)	0.3	0.3	0.3	0.3	0.7
	實驗組 完全有效驅避時間(min)	120.0±0.0 ^{註2}	120.0±0.0 ^{註2}	240.0±0.0	211.7±40.0	240.0±0.0

註1：完全有效驅避時間為塗抹成品後計時至第一隻叮咬時間。

註2：實驗時間2小時，AM10:00~12:00(因身體其它部位防護不足，被叮咬嚴重，提前2小時結束)。

註3：實驗時間4小時，AM09:30~PM13:30(因戶外溫度偏高，避免測試者身體超過負荷，4小時停止實驗)。

從表 8 小花蔓澤蘭成品驅蚊實驗結果，經蒸餾提取的小花蔓澤蘭露水單純使用對台灣鈹蠓的驅避效果最差，精油露水的效果最好，以單純小花蔓澤蘭精油配製成的油膏與乳液驅避台灣鈹蠓的時效也在 2~3 小時之間。從表 7 及表 8 香澤蘭精油驅避台灣鈹蠓的效果比小花蔓澤蘭的精油還要好。由於實驗時間限制在 4 小時，無法看出表 7 中香澤蘭精油水的完整的時效，也因氣候關係，實驗地點的台灣鈹蠓密度降低非常多，因此將以捕捉飼養台灣鈹蠓及蚊子來進行實驗來減少環境氣候等因素的變因，並且必須再進行改變精油含量的驅蚊實驗。



台中大坑 驅避台灣鈹蠓實驗



對照組



實驗組

圖 11 台中大坑進行驅避台灣鈹蠓實驗

表 9 小花蔓澤蘭及香澤蘭精油配製防蚊防曬乳液

成品編號	油相 ^[註1]	乳化劑	精油 ^[註2]	TiO ₂	ZnO	MCX	Parsol	水相 ^[註3]	300nm	360nm
A	12	1	0	0	0	7.5	3	76.5	0.181	0.050
B	12	1	1.5	0	0	7.5	3	75.0	0.111	0.016
C	12	1	2.5	0	0	7.5	3	74.0	0.311	0.046
D	12	1	2.5	1	0.5	7.5	3	72.5	0.442	0.072
E	12	1	2.5	2	1	7.5	3	71.0	0.602	0.093
F	12	1	2.5	4	2	7.5	3	68.0	0.694	0.134
SPF28									0.123	0.006
SPF30									0.267	0.015
SPF40									0.340	0.042
SPF48									0.393	0.086

註1：乳油木果脂:小麥胚芽油:葡萄籽油:橄欖油:荷荷巴油=1:1:1:1:1。

註2：小花蔓澤蘭:香澤蘭:檸檬桉:肉桂葉:洋甘菊:茉莉=2:2:2:2:1:1。編號B不含小花蔓澤蘭及香澤蘭精油。
除洋甘菊與茉莉精油外均為自製蒸餾精油。

註3：水相中含有0.4%玻尿酸、10%甘油及5%PCA-Na。

小花蔓澤蘭及香澤蘭精油與物理性和化學性紫外線吸收隔離劑調配成防蚊防曬乳液，利用分光光度計與市售不同防曬係數的防曬乳液比較在波長 360nm(UVA)及 300nm(UVB)的吸光度，來判斷兩種精油是否具有吸收 UVA 及 UVB 之能力。由表 9 中成品編號 B 與 C，當總量 1%的小花蔓澤蘭及香澤蘭添加後，在 300 及 360nm 的吸光度明顯的增加，其阻隔 UVA 與 UVB 的能力與市售防曬係數 SPF40 相近，因此，可初步判斷兩種植物精油具有阻隔 UVA 與 UVB 的能力，在防曬成品上可減少化學性防曬劑的用量，並藉由兩種精油抑制油脂過氧化物能力來作為乳液中油脂的天然抗氧化劑。

有報導指出防曬乳與防蚊液一起使用差點使人喪命^[6]，因防曬油主要成分(二苯甲酮 C₆H₅COC₆H₅)會激發防蚊液中主要成分(待乙妥 DEET C₁₂H₁₇NO)，會促進皮膚對兩者的吸收，其中防蚊液的吸收會比原來高出三倍，DEET 經由皮膚吸收後，輕則

皮膚過敏，嚴重至神經中毒使人昏迷，所以本研究想藉由香澤蘭與小花蔓澤蘭的提取物與防曬乳結合作出具有天然防蚊及防曬兼保濕的產品。

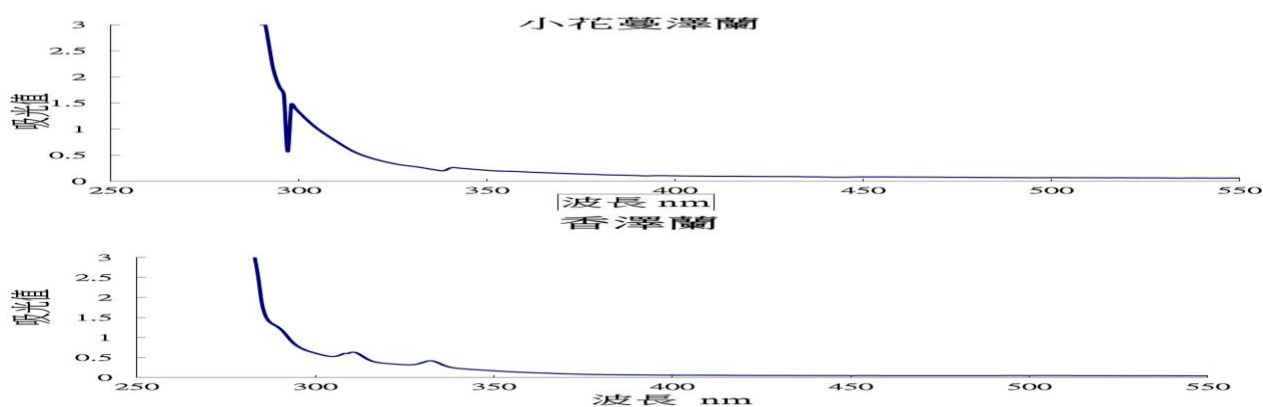


圖 12 小花蔓澤蘭及香澤蘭精油乙醇溶液全光譜圖

(二) 探討蒸餾後殘留物之再利用性

1. 探討經水蒸氣蒸餾後殘留液作為植物染液之可行性

表 10-1 以小花蔓澤蘭蒸餾後殘留液進行植物染實驗

媒染劑 醋酸銅		染煮時間				
		10分鐘	20分鐘	30分鐘	1小時	2小時
1%	水洗前	ItGy7.5	ItGy7.5	ItGy8.5	ItGy8.5	ItGy7.5、ItGy8.5
	水洗後	ItGy7.5	ItGy8.5	ItGy8.5	ItGy8.5	ItGy8.5
3%	水洗前	ItGy8.5	mGy6.5、ItGy7.5	mGy5.5、mGy6.5	Itg8	ItGy7.5
	水洗後	ItGy8.5	mGy6.5、ItGy7.5	ItGy7.5、ItGy8.5	Itg8	ItGy7.5、ItGy8.5
5%	水洗前	mGy7.5	g8	g6	g8	ItGy7.5、ItGy8.5
	水洗後	mGy7.5	g8	g8	g8	ItGy7.5、ItGy8.5
媒染劑 醋酸鋁		染煮時間				
		10分鐘	20分鐘	30分鐘	1小時	2小時
1%	水洗前	Itg10、ItGy8.5	ItGy8.5	Itg8	ItGy7.5、ItGy8.5	ItGy7.5、ItGy8.5
	水洗後	Itg8	ItGy8.5	Itg8	ItGy8.5、ItGy7.5	ItGy8.5
3%	水洗前	mGy6.5、ItGy7.5	Itg8	Itg10	ItGy7.5、ItGy8.5	ItGy8.5、W9.5
	水洗後	ItGy7.5、ItGy8.5	Itg8	Itg8	ItGy8.5、ItGy7.5	ItGy8.5、W9.5
5%	水洗前	ItGy7.5、ItGy8.5	Itg8	Itg8	ItGy8.5、ItGy7.5	ItGy8.5
	水洗後	ItGy7.5、ItGy8.5	Itg8	Itg8	ItGy8.5、ItGy7.5	ItGy8.5

表 10-2 以小花蔓澤蘭蒸餾後殘留液進行植物染實驗

媒染劑 醋酸鐵		染 煮 時 間				
		10分鐘	20分鐘	30分鐘	1小時	2小時
1%	水洗前	g8	ltg8	ltg8	ltg6	ltg8
	水洗後	g8	ltg8	ltg8	ltg6	ltg8
3%	水洗前	ltg8	ltg8	ltGy7.5	mGy6.5、g8	ltg8
	水洗後	ltg8	ltg8	ltGy7.5	ltg8	ltg8
5%	水洗前	ltg8	ltg8	ltg8	g8、dk8	W9.5、dk8
	水洗後	ltg8	ltg8	ltg8	ltg8	mGy6.5、g8
媒染劑 鐵明礬		染 煮 時 間				
		10分鐘	20分鐘	30分鐘	1小時	2小時
1%	水洗前	ltGy7.5	ltGy7.5	ltg10	ltGy7.5	ltGy7.5
	水洗後	ltGy7.5	ltGy7.5	ltGy7.5、ltGy8.5	ltGy7.5、ltGy6.5	ltGy7.5
3%	水洗前	ltGy7.5	ltg10	ltGy7.5	ltGy7.5	ltGy7.5
	水洗後	ltGy7.5、mGy6.5	ltg10	ltGy7.5、ltGy6.5	ltGy8.5	ltGy7.5、ltGy6.5
5%	水洗前	ltg10	ltGy7.5	ltg10	ltGy6.5	g10
	水洗後	mGy6.5、mGy5.5	ltGy7.5、ltGy8.5	ltGy7.5	ltGy7.5、ltGy8.5	ltGy6.5

註：表中英文數字編號為以實際染布(掃描與實際染布有色差)與財團法人日本色彩研究所 129a 色卡比對顏色最接近之色卡(如表 12)。

以小花蔓澤蘭蒸餾後的殘留液作為染液，分別以醋酸銅、醋酸鋁、醋酸鐵及鐵明礬作為媒染劑進行一次植物染實驗，所得結果如表 10。其中以 5% 媒染劑著色最深，在不同的媒染時間進行相同的染色，以浸泡 10 分鐘媒染劑著色最深最均勻，因此，以小花蔓澤蘭水蒸氣蒸餾後的殘留液進行植物染，在這四種媒染劑以 5% 的使用濃度進行浸泡媒染 10 分鐘後，在經加溫染色。

表 11-1 以香澤蘭蒸餾後殘留液進行植物染實驗

媒染劑 醋酸銅		染 煮 時 間				
		10分鐘	20分鐘	30分鐘	1小時	2小時
1%	水洗前	ltGy7.5	ltGy7.5	ltg8、lt10	dp10、dp8	dp10、dp8
	水洗後	ltGy8.5	ltGy8.5	ltg8	ltg8	ltg8
3%	水洗前	dp10、dp8	dk8	dk8	dk8、g8	dk8
	水洗後	ltg8	dk8	dk8	dk8、dk6	dk8、dk6
5%	水洗前	dk8	dk8	dk8	dk8、dk6	dk8
	水洗後	ltg8、dk8	dk8	dk8	dk8、dk6	dk8
媒染劑 醋酸鋁		染 煮 時 間				
		10分鐘	20分鐘	30分鐘	1小時	2小時
1%	水洗前	ltg8、dk6	ltg8	ltg8	ltg8、dk6	ltg8、dk6
	水洗後	ltg8	ltg8	ltg8	ltg8、dk6	ltg8、dk6
3%	水洗前	ltg8、dk6	ltg8、dk6	ltg8	ltg8	ltg8、dk6
	水洗後	ltg8	ltg8	ltg8	ltg8	ltg8
5%	水洗前	ltg8、dk6	ltg8	ltg8	ltg8	ltg8、dk6
	水洗後	ltg8	ltg8	ltg8	ltg8	ltg8

表 11-2 以香澤蘭蒸餾後殘留液進行植物染實驗

媒染劑 醋酸鐵		染 煮 時 間				
		10分鐘	20分鐘	30分鐘	1小時	2小時
1%	水洗前	dk6、dk8	dk8、ltg8	g6	ltg8、dk6	g4、g6
	水洗後	dk6、dk8	g8	ltg8	ltg8、dk6	g6
3%	水洗前	dk6、dk8	g8	dk6、dk8	dk6、dk8	g8、g6
	水洗後	dk6、dk8	g8	g8	g8	g6
5%	水洗前	dk8	g8	g8、g6	dk8	g8
	水洗後	dk8	g6	g6	dk8	g6
媒染劑 鐵明礬		染 煮 時 間				
		10分鐘	20分鐘	30分鐘	1小時	2小時
1%	水洗前	g8、g6	g8	g8	g8	g8
	水洗後	g8	g8	g8、g6	g8	g8
3%	水洗前	dk8	dk8	g8	g8	dk8
	水洗後	dk8	g6	g8	g8	g8
5%	水洗前	dk8	g8	g6、dk8	g6、dk8	dk8
	水洗後	g6	g8	g6、dk8	g6、dk8	g8、g6

註：表中英文數字編號為以實際染布(掃描與實際染布有色差)與財團法人日本色彩研究所 129a 色卡比對顏色最接近之色卡(如表 12)。

表 12 財團法人日本色彩研究所 129a 色卡

財團法人日本色彩研究所 129a 色卡							
dp10	ltg10	lt10	g10	dp8	dk6	g4	g6
dk8	dk8	g8	ltg6	ltg8	W9.5	ltGy8.5	ltGy7.5
ltGv6.5							

以香澤蘭蒸餾後的殘留液作為染液，同樣以醋酸銅、醋酸鋁、醋酸鐵及鐵明礬作為媒染劑進行一次植物染實驗，所得結果如表 11。四種媒染劑在不同濃度相同的浸泡時間經染色著色的深度差異無小花蔓澤蘭染液般的明顯，其中醋酸鐵媒染劑在 10 分鐘的浸泡時間下在進行染色後著色強度最大，但其餘三種媒染劑則以浸泡媒染劑 2 小時後在進行染色，著色的強度最深。

小花蔓澤蘭及香澤蘭精水蒸氣蒸餾後的液體殘留液作為植物染的天然染料，小花蔓澤蘭的著色較香澤蘭差，會有這樣的差異，我們認為經蒸餾後的殘留液在所含染料的濃度差異所造成。因此，兩種植物經蒸餾後的殘留液已不是當廢棄物丟棄，可經收集作為植物染的天然染料。

2. 探討經水蒸氣蒸餾後固體殘留物製作手作紙之可行性

在製作手作紙的過程中，從蒸餾後的殘渣直接進行解纖後依一般製紙過程進行製紙，所得的紙漿纖維粗糙，經抄紙器抄得的紙張取下即破碎，我們認為我們的解纖是在常壓下進行，不同於一般所使用解纖機在高壓高溫下進行解纖，蒸餾後的殘渣碎段只有表面解纖，因此，我們嘗試先將殘留物破碎後再進行解纖製紙。

表 13 以小花蔓澤蘭蒸餾後固體殘留物 DIY 手作紙實驗




改變氫氧化鈉濃度	0.5 M	1 M	2 M	3 M	5 M	報紙
得纖率(%)	28.74±0.28	24.50±0.52	24.04±1.88	19.21±0.17	17.51±0.79	—
木質素含量(%)	6.25±0.07	8.51±0.11	5.38±0.04	8.26±0.07	6.41±0.11	—
紙張基重(g/m ²)	39	47	65	37	65	51
紙張厚度(mm)	0.233±0.037	0.270±0.019	0.304±0.046	0.218±0.028	0.353±0.051	0.085±0.003
紙張密度(g/cm ³)	0.17±0.03	0.17±0.04	0.26±0.03	0.16±0.02	0.18±0.02	0.64±0.02
抗張指數(N·m/g)	4.49±0.70	3.30±0.21	0.28±0.13	2.52±0.08	1.93±0.11	5.74±0.12
吸水性(cm)	4.97±0.21	8.53±0.17	6.93±0.12	5.07±0.12	7.30±0.16	1.32±0.04
吸油性(cm)	2.07±0.46	2.67±0.19	2.50±0.08	1.33±0.09	2.53±0.09	0.54±0.03
手作紙成品						

表 14 以香澤蘭蒸餾後固體殘留物 DIY 手作紙實驗







改變氫氧化鈉濃度	0.5 M	1 M	2 M	3 M	5 M	一般影印紙
得纖率	34.48±0.57	31.68±1.23	28.33±0.39	30.21±1.97	27.99±1.97	—
木質素含量(%)	13.98±0.21	8.07±0.21	8.20±0.23	6.04±0.09	9.74±0.05	—
紙張基重(g/m ²)	52	48	69	72	64	106
紙張厚度(mm)	0.195±0.028	0.230±0.023	0.347±0.028	0.369±0.025	0.329±0.040	0.17±0.01
紙張密度(g/cm ³)	0.27±0.04	0.21±0.02	0.20±0.01	0.20±0.02	0.19±0.03	0.73±0.03
抗張指數(N·m/g)	5.87±0.21	1.51±0.24	1.59±0.23	1.20±0.33	5.06±0.29	11.22±0.12
吸水性(cm)	8.60±0.43	9.87±0.09	9.10±0.36	9.23±0.12	5.80±0.29	0.83±0.16
吸油性(cm)	1.20±0.24	2.43±0.48	2.53±0.05	2.63±0.05	1.83±0.12	0.58±0.04
手作紙成品						

表 15 各式紙張的物理性質

	書法紙	宣紙	壓墓紙	金紙	厚金紙	玉米葉紙
得纖率	—	—	—	—	—	26.92±1.26
木質素含量(%)	—	—	—	—	—	4.66±0.05
紙張基重(g/m ²)	35	46	51	49	140	39
紙張厚度(mm)	0.059±0.003	0.078±0.004	0.141±0.016	0.121±0.013	0.521±0.045	0.098±0.014
紙張密度(g/cm ³)	0.59±0.04	0.58±0.02	0.36±0.09	0.40±0.07	0.27±0.06	0.73±0.03
抗張指數(N·m/g)	15.56±0.43	26.76±2.08	2.57±0.35	15.29±1.92	14.49±0.56	10.54±0.18
吸水性(cm)	1.07±0.05	1.17±0.05	0.97±0.11	1.27±0.09	4.23±0.41	3.73±0.31
吸油性(cm)	0.33±0.05	0.57±0.12	0.23±0.05	0.50±0.01	1.67±0.05	0.97±0.05
手作紙成品						

將破碎後的小花蔓澤蘭及香澤蘭蒸餾後殘渣分別以不同濃度的氫氧化鈉進行解纖蒸煮，各實驗條件所得纖維及所抄得紙張之物理性質如表 13 及表 14。小花蔓澤蘭的得纖率隨著氫氧化鈉的使用濃度增加而降低，而香澤蘭的變化較不明顯，我們認為小花蔓澤蘭的莖部無香澤蘭莖部木質化那麼明顯，因此當氫氧化鈉濃度增加，溶出的木質素也較多，得纖率因此而下降。

兩種受料經抄製的成紙與一般影印紙及報紙在紙張物理性質的比較上，本實驗方法抄製的紙張其基重在一般印刷紙25~250 g/m²範圍內；在密度及抗張指數上明顯的偏低，我們認為造成此差異主要原因在於本實驗方法在打漿

及紙張的壓實方面的強度明顯不足，雖然可抄製成紙，但纖維間的交織情形過於鬆散，使得紙張密度偏低，進而影響到紙張的抗張強度。也由於紙張的纖維交織鬆散，使得在吸水性及吸油性測試因空隙間的毛細作用而變大。我們以玉米葉為材料，經本研究製紙方法製得的玉米葉紙的抗張指數僅為王捷蓊等人^[4]製得的玉米葉紙的25%，雖然以本研究簡單的製紙設備所得到的紙張強度沒有專業的製紙好，從表15來看，小花蔓澤蘭及香澤蘭以本研究方法製得的紙張較為接近壓墓紙，因此，我們認為可將生長快速的小花蔓澤蘭與香澤蘭作為非木纖維紙漿來製造金紙。

在紙質的色澤外觀上，隨著氫氧化鈉濃度的增加，紙張的色澤明顯的偏深偏暗。綜觀表 13 及 14 的結果，我們設計 DIY 手作紙工藝課程的實驗條件如表 16，操作步驟如圖 13。

表 16 DIY 手作紙工藝課程設計的實驗條件

	蒸 煮 液	蒸 煮 時 間	打 纖	打 漿	凝 聚 劑
實 驗 條 件	0.5M 氫氧化鈉	小火沸騰 3小時	每2秒1下拋 打5至10分鐘	以果汁機打 漿5分鐘	以4‰凝聚劑 溶液調漿，以 打蛋器打散靜 置30分鐘後抄 紙

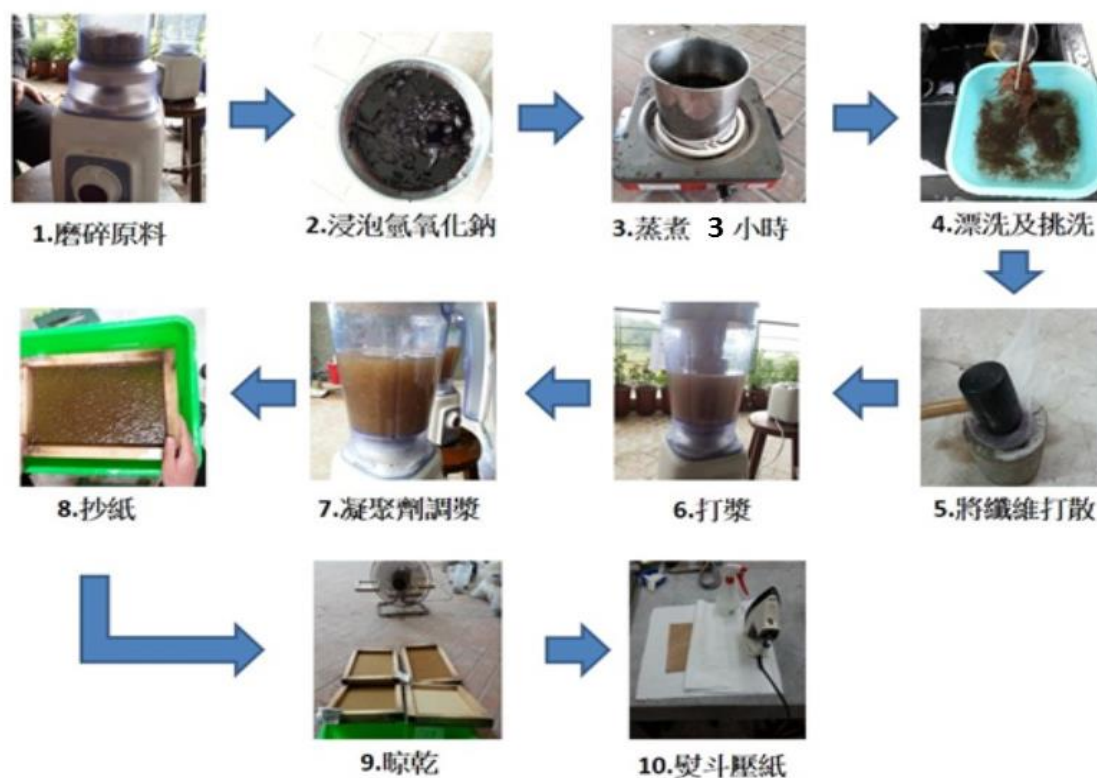


圖 13 DIY 手作紙工藝課程圖解操作步驟

陸、結論

- 一、為了避免香澤蘭與小花蔓澤蘭開花後產生種子而造成危害面積的擴大，因此，兩者採集的時間均以未開花最佳。小花蔓澤蘭因含水率較高可在採集陰乾 6-8 天再進行蒸餾可得較高的精油收率(2.32 mL / kg)，而香澤蘭採集後即可立即進行蒸餾其精油收率為 1.48 mL / kg。
- 二、小花蔓澤蘭及香澤蘭提取物之化學活性：

	小花蔓澤蘭 精油	小花蔓澤蘭 乙醇萃取液	小花蔓澤蘭 露水	香澤蘭 精油	香澤蘭 乙醇萃取液	香澤蘭 露水
還原力	13.56±0.90 mg Vit.C / g	98.30±1.11 μg Vit.C / mL	3.15±0.03 μg Vit.C / mL	17.65±1.28 mg Vit.C / g	66.28±1.99 μg Vit.C / mL	1.55±0.07 μg Vit.C / mL
總酚含量	7.58±0.77 mg G.A. / g	543.48±10.19 μg G.A. / mL	2.04±0.04 μg G.A. / mL	21.48±0.67 mg G.A. / g	457.81±4.33 μg G.A. / mL	0.74±0.05 μg G.A. / mL
清除 自由 基 能力	0.23±0.01 g Vit.E/g(IC _{12.5})	6.71±0.11 mg Vit.E/mL(IC ₅₀)	7.97±0.12 μg Vit.E/mL(IC ₅₀)	0.52±0.02 g Vit.E/g(IC _{12.5})	4.23±0.09 mg Vit.E/mL(IC ₅₀)	9.16±0.06 μg Vit.E/mL(IC ₅₀)
抑制 油 脂 過 氧化 物 能力	0.20±0.02 g Vit.E/g			0.19±0.01 g Vit.E/g		

- 三、小花蔓澤蘭及香澤蘭精油應用於驅避台灣鈹蠓有效時間分為 140 分鐘及 210 分鐘，具有開發成天然防蚊乳液之潛力，以達個人防護避免病媒蚊及小黑蚊叮咬。本研究將此兩種精油搭配紫外線隔離吸收劑，配製成天然精油防蚊防曬乳液。
- 四、一般蒸餾後的殘渣與殘留液均是丟棄，經本研究發現，小花蔓澤蘭與香澤蘭經蒸餾後的殘渣可用作非木纖維紙漿用途可行性。殘留液可作為天然染料，大幅減少廢棄物的生成，也大幅提高原本對生態是極大威脅的小花蔓澤蘭和香澤蘭之利用價值，有助於摘除小花蔓澤蘭與香澤蘭，能有效控制甚至減少它們對生態危害的面積，讓『生物多樣性』的生態保護永久持續，真正的讓『綠癌』生『綠金』。
- 五、本研究有別一般解纖蒸煮器，以最便利的裝置及較溫和的蒸煮條件，設計 DIY 手做紙工藝課程，可讓學生或一般大眾皆能親身體驗造紙的樂趣，從中感受紙的價值，進而懂得珍惜，達到寓教於樂的功效。

柒、參考文獻

1. 水草塘主(2011，8 月 26 日)。小花蔓澤蘭圖片。取自
<http://blog.xuite.net/chenu2007/wland/50270455>
2. 王曉芬、王有綱、易光輝(2007)。化妝品常用二十種精油清除 DPPH 自由基之能力、總酚含量及紅百里香精油主要化學成分分析之研究。弘光科技大學化妝品應用系。
3. 台灣野生植物資料庫(無日期)。香澤蘭資料。取自
http://www.yesgood.com.tw/plant_top/A_strokes/%E9%A6%99%E6%BE%A4%E8%98%AD/%E9%A6%99%E6%BE%A4%E8%98%AD.htm
4. 王捷莓、謝岱芸。植物葉片纖維形態分析與物理性質之觀察。北一女中。

5. 江孟玲、蔡永昌(102)。分析化學Ⅱ。新北市；台科大股份有限公司。
6. 防曬乳、防蚊液同時擦 20 歲女過敏頭昏(2013, 6 月 30 日)。民 102 年 11 月 10 日，取自：<http://tw.news.yahoo.com/%E9%98%B2%E6%9B%AC%E4%B9%B3-%E9%98%B2%E8%9A%8A%E6%B6%B2%E5%90%8C%E6%99%82%E6%93%A6-20%E6%AD%B2%E5%A5%B3%E9%81%8E%E6%95%8F%E9%A0%AD%E6%98%8F-095520023.html>
7. 呂怡萱、吳采懋、羅伊伶、蕭亦琇(2007)。抗氧化能力測定與應用。中華民國第四十七屆中小學科學展覽會作品說明書(編號：091402)。國立嘉義高級工業職業學校。
8. 李鴻麟等著(2011)。生態材料實習。屏東縣：國立屏東科技大學。取自：<http://openinfo.npust.edu.tw/agriculture/npus12/ee/part3/agr5part3ch7.pdf>
9. 林庭瑋(2011)。小花蔓澤蘭慢速熱解及其醋液應用於小黑蚊防治之初探(碩士論文)。台中市：中興大學森林學系。
10. 林宗翰、林敬浩(無日期)。暗黑嗜血者—小黑蚊。取自 <http://www.doc88.com/p-446541851365.html>
11. 林義祥(2009, 11 月 11 日)。台灣蚊蠓圖片。取自 <http://gaga.biodiv.tw/myweb/9610px/954.htm>
12. 陳玫聿、謝安俞、張正諺、林凱祥、蕭祐易(2011)。薑心比心~蝴蝶薑在化妝品之創新研究。100 年全國高職學生時務專題製作競賽暨成果展報告書。國立員林高級農工職業學校。
13. 郭昱臻、塗冠婷、吳姿穎(2011)。蚊香尋芳—植物精油驅避台灣鈹蠓之功效探討。中華民國 51 屆中小學科學展覽會作品說明書(編號：040716)。國立暨南國際大學附屬高級中學。
14. 黃潛峰、許育維、邱亭瑜(2013)。「纖」入為「紙」—多種纖維質廢棄物之造紙效能與品質研究。中華民國第 53 屆中小學科學展覽會作品說明書(編號：030827)。台中市立長億高級中學(附設國中)。
15. 許秀如、車家伶、周柏宇、陳興益(2010)。牧草製紙漿之木質素定量。教育部化工群科中心學校專題製作競賽。國立曾文高級農工職業學校。
16. 黃士元(2007, 9 月 27 日)。香澤蘭圖片。取自 http://ecotourism.tw.tranews.com/Show/Style4/News/c2_News.asp?SItemId=0271030&ProgramNo=tw10012000001&SubjectNo=45181
17. 維基百科(2013, 4 月 30 日)。蚊。取自 <http://zh.wikipedia.org/wiki/%E8%9A%8A>
18. 葉子豪、李哲廷、李智揚(2012)。『精』『精』計較—精油自己來。中華民國第 52 屆中小學科學展覽會作品說明書(編號：091102)。國立東勢高級工業職業學校。
19. 賴博永(2005)。香澤蘭 (Chromolaena odorata) 之昆蟲天敵生物防治之研究 (行政院農業委員會林務局)。屏東縣：國立屏東科技大學。

【評語】 091404

1. 以生態危害植物小花蔓澤蘭為實驗材料應用於精油提取與手作紙製作，成果具有實際應用價值。
2. 實驗內容充實並能具體完成。
3. 建議對相關背景知識進行收集與查證之工作再加強。