

中華民國第 53 屆中小學科學展覽會 作品說明書

國中組 化學科

030217

精油如解液，飛蚊莫摧殘-真薰傳

學校名稱：臺中市立居仁國民中學

作者： 國二 許哲睿 國二 黃冠綸 國二 黃靖惟	指導老師： 王翠妃 陳惠如
---	-----------------------------

關鍵詞：精油、白線斑蚊

壹、摘要

台灣年均溫為 23.6°C，溼度約 75%，非常適合蚊子繁殖。本組期望採用廢棄的柑橘類果皮，及容易栽種的辛香類植物，在家中能自行調配安全無毒的防蚊液。

在以冷壓法所得的大蒜、洋蔥、橘子、柳丁、柚子精油中，我們發現將柚子精油 80% 與混合溶劑 20%(嬰兒油與甜杏仁油 3:1)調配，其對白線斑蚊的忌避率為 68~92%，高於市售的天然防蚊液 60~81%。也優於市售防蚊液中所常見的茶樹精油與香茅精油(自製精油忌避率高於兩者 28~34%)。由所蒐集的資料可以發現柚子精油含高含量的檸檬烯(環狀萜烯類)，其分子結構的穩定性勝於天然防蚊液的成分(多為鏈狀萜烯類)。若能將屬於農業廢棄物的柚子果皮(其餘柑橘類果皮精油也有不錯的驅蚊效果)再製成精油，可使廢棄物得到更有效的再利用。

貳、研究動機

七月時，我們這組恰好被分配到地下室打掃，哪知一小時打掃完，穿長褲的我腳踝就被蚊子叮了 10 幾個包，真是奇癢無比。為了我這易被蚊子相中的體質，我決心利用這一年研究可行的驅蚊方法。趁著暑假，夥同我的好友們展開了研究的旅程。我們在這段時間雖然蒐集及閱讀許多資料，但對於研究方向仍不知從何處著手，所以我們決定厚著臉皮打電話給中興大學昆蟲系教授，非常幸運地教授邀請我們參觀他的實驗室並和我們分享他的研究過程。在同一天，在我們尋找可使用的驅蚊植物時，巧遇園藝系教授，在聊天中，教授和我們分享他提煉精油的過程，透過教授們的協助與引導，我們逐漸進入佳境也找到研究的方向。



參、研究目的

- 1、尋找合適的方法萃取白千層、澳洲茶樹、落羽松、檸檬香茅、左手香、烏心石六種植物葉、柄的精油與萃取橘子、柚子、柳丁、洋蔥、蒜頭、九層塔等精油
- 2、養殖白線斑蚊並完成防蚊測試之裝置
- 3、以酒精稀釋植物葉片之精油並進行防蚊測試，以了解不同精油、不同濃度下對白線斑蚊的驅敵效果
- 4、改以家中可自製的精油(橘子、柚子、柳丁、洋蔥、蒜頭、九層塔)改變不同溶劑種類、狀態、並採不同比例混合溶劑測試白線斑蚊的驅敵效果
- 5、將上述的結果進行實驗分析，分析其成分的差異對驅蚊的影響

肆、研究器材和設備






一、精油種類及藥品：




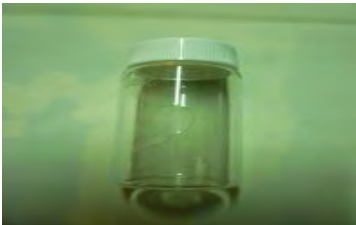



精油種類及藥品	用途	數量	圖片
酒精	1.稀釋精油濃度 2.洗滌量筒等	規格:95%	
白千層	精油	3kg	
澳洲茶樹	精油	1kg	
落羽松	精油	7kg	
檸檬香茅	精油	1kg	
左手香	精油	4kg	





烏心石	精油	1kg	
橘子	精油	500g	
柚子	精油	300g	
柳丁	精油	500g	
洋蔥	精油	830g	
蒜頭	精油	100g	
甜杏仁油	溶劑		
凡士林	溶劑		

嬰兒油	溶劑		
甘油	溶劑		

二、使用器材：

器材名稱	用途	數量及規格	圖片
水銀溫度計	量取溫度		
額溫槍	量取測試者手溫		
離心機	將柑橘類的液體離心分層	規格:最高 14000 轉/分	
離心管	裝取榨取出柑橘類的液體	數量:100 規格:1.5 毫升	
壓克力吸管	吸取及移動蚊子	數量:2	

自製吸管		數量:2	
針筒		數量:4 規格:3 毫升	
酵母粉	餵食子子用	數量:1	
試樣瓶	保存精油	數量:40	
塑膠杯	盛裝精油	數量:14	
羽化瓶		數量:4	
成蟲飼養箱	飼養雌蚊	數量:4 規格:15 cm×15 cm×15 cm	

成蟲餵食器	置於成蟲飼養上	數量:4	
量筒		10 毫升	
滴管		30 毫升	
壓榨機	榨取柑橘類精油	數量:1	

伍、研究步驟

一、尋找合適的方法萃取白千層、澳洲茶樹、落羽松、檸檬香茅、左手香、烏心石六種植物葉及部分柄的精油與萃取橘子、柚子、柳丁、洋蔥、蒜頭精油

(一) 我們選擇氣味較明顯的六種植物，這些植物(如圖一)精油量不足以採用冷壓法，所以選擇產率較高無溶劑殘餘問題的水蒸餾萃取法進行萃取。

1、採剪約5~6公斤植物，取1公斤的植物(葉與柄)放置於蒸餾瓶中，將水裝於蒸餾瓶中約2/3滿，並將蒸餾瓶置放於電磁加熱器上。(如圖二、三)

圖一：各類植物

		
白千層	澳洲茶樹	落羽松
		
檸檬香茅	左手香	烏心石



圖二：裁剪葉片及秤重



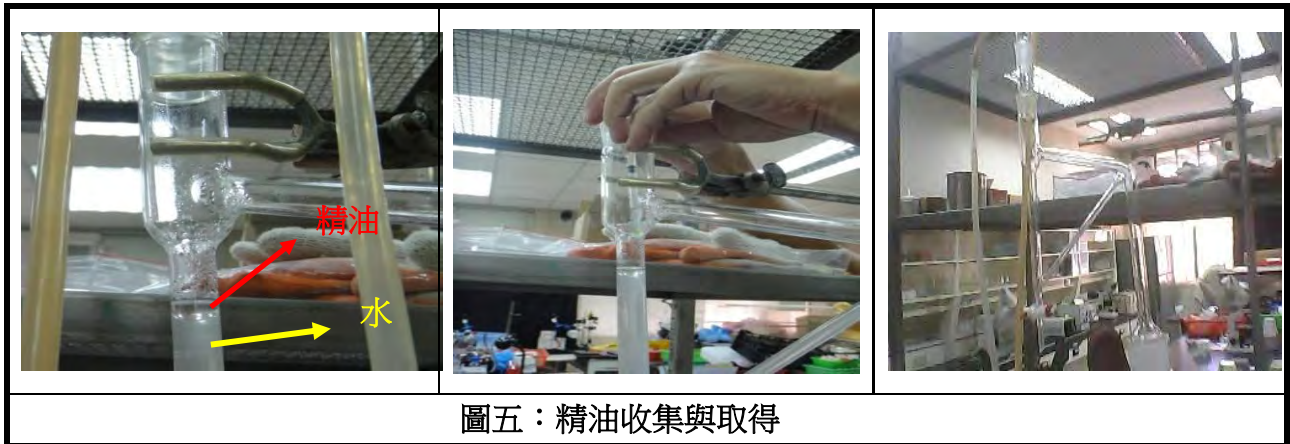
圖三：加熱蒸餾瓶

2、將冷凝管裝置於蒸餾瓶上方，下端的連接口以橡膠管接上水龍頭，當作進水口。較熱的水因密度降低會自動往上流，有助於冷卻水的循環，故上端作為出水口。(如右圖四)

以電磁加熱器開始進行加熱，水沸騰後，約再1小時，精油開始在冷凝管旁的似分液漏斗處開始冷凝(如圖五)，因精油密度小於水且不溶於水，



所以精油浮在水的上方，待精油油面高度不再升降時，即可關掉電磁加熱器，以針筒抽出上方純粹的精油。



4、重複3. 步驟以增加精油產率。第一次萃取精油的產率較低，之後的產率皆會提升，主 因第一次進行蒸餾時會有部分精油凝結於冷凝管壁上，待第二次進行蒸餾時，管壁上已有附著的精油，所以精油得以順利在似分液漏斗中冷凝。

5、取得精油後，將漏斗打開，使水流出後進行清洗後才可進行下一種植物。

(三) 家用精油（如：橘子、柚子、柳丁、洋蔥、蒜頭、九層塔）的萃取

1、收集橘子、柚子、柳丁 300g~500g（感謝同學們努力在午餐時間貢獻果皮給我們使用）、九層塔 1kg，以壓榨機進行壓榨，再使用離心機離心 10 分鐘（14000 轉/分），離心後，我們以針筒吸取上方精油和果臘，置於試樣瓶後再以保鮮膜封住後蓋緊。

2、取洋蔥 830g、蒜頭 100g、九層塔 190g，直接以壓榨機進行壓榨，將壓榨出的汁液放入燒杯中靜置 2~3 天，再以針筒取出上方精油。

二、養殖白線斑蚊並完成防蚊測試之裝置

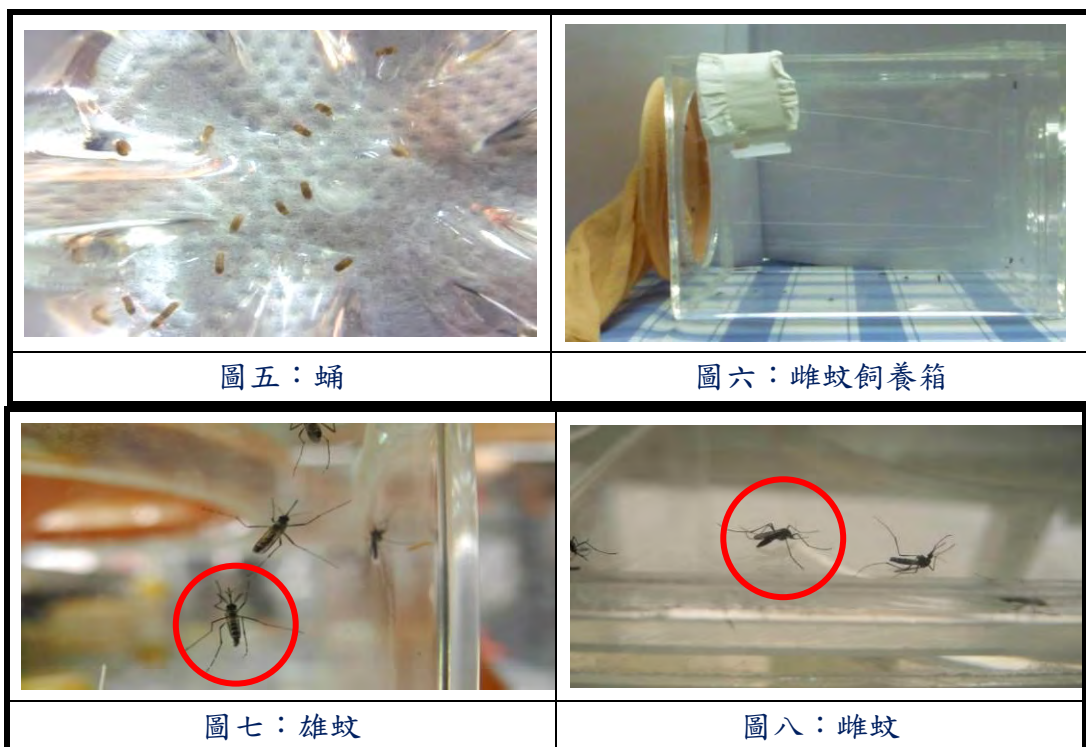
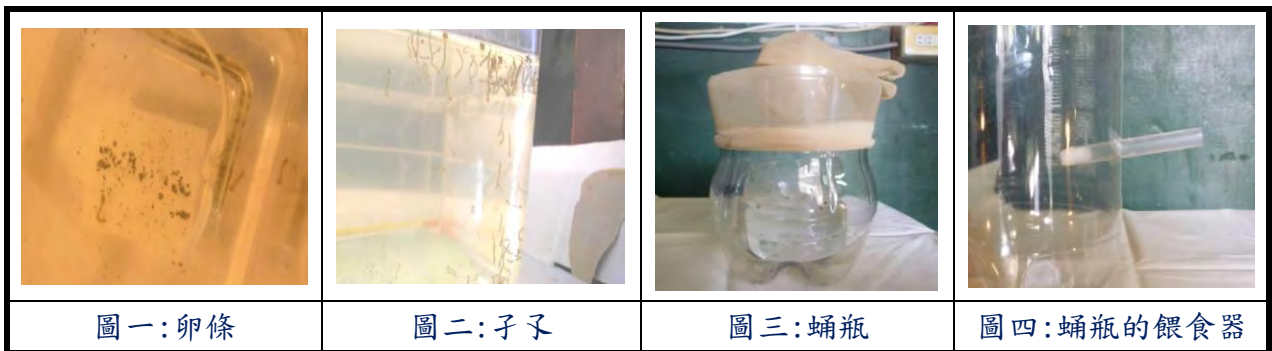
台灣的蚊蟲種類有 135 種，但真正會造成疾病傳染的有熱帶家蚊、三斑家蚊、環紋家蚊、矮小瘧蚊、埃及斑蚊、白線斑蚊，為配合實驗時間所以選擇易於白天出現的種類（如：埃及斑蚊、白線斑蚊），且在中部地區比例較大的，所以白線斑蚊就成為我們的測試種類。

(一) 培育蚊子（卵→孑孓→蛹→羽化成蚊的過程）

1、為避免病媒蚊的傳播，所以商請中興大學教授給予我們實驗室中所培養的卵條，開始進行白線斑蚊的培育過程。

2、將自來水進行曝氣三天。（以除去水中的氯氣），剪取約兩公分長的卵條，置於餐巾紙上（藉由白色紙巾的反射以了解幼卵的孵育情形），再放入水槽中。利用燈泡照光使得以維持水溫 25°C，並在水槽中放置溫度計得以隨時檢測。（如圖一）

- 3、 子子有避光性，故在水槽上方加以黑布遮掩，定期加入酵母粉，提供所需之營養。（如圖二）
- 4、 在裁切1/2的1500mL寶特瓶中放置採剪為1/2的750mL的寶特瓶，並在其上方以絲襪套住，作為避免成蟲飛出與吸取成蟲的通道，此為蛹瓶（如圖三）。在大保特瓶的側邊放置一段以棉花塞住的吸管，作為羽化後成蚊的餵食器。（如圖四）
- 5、 以剪掉前端的塑膠滴管吸取水槽內的蚊蛹置於蛹瓶內羽化。（如圖五）
- 6、 每日以壓克力吸管吸取蛹瓶中的成蚊進行分類。將雌蟲移入成蟲飼養箱餵食10%糖水（如圖六、七、八）；將雄蟲放置於以絲襪封住上方的透明保特瓶內，不進行餵食，使其自然死亡。



(二)實驗結束後蚊子的處理：

雄蚊:將雄蟲置於空寶特瓶內，不進行任何餵食，使其自然死亡，包裹後丟棄。

雌蚊:不進行餵食，待其脫水自然死亡，以壓克力管將死亡的雌蚊吸出，包裹後丟

棄。

子子與卵:將水槽中的水倒置塑膠桶內，並投入數枚壹圓銅板，再加以沸水澆入，最後在正午時刻將其倒入於柏油路面上至乾燥死亡。

三、以酒精稀釋植物葉片之精油並進行防蚊測試，以了解不同精油、不同濃度下對白線斑蚊的驅敵效果

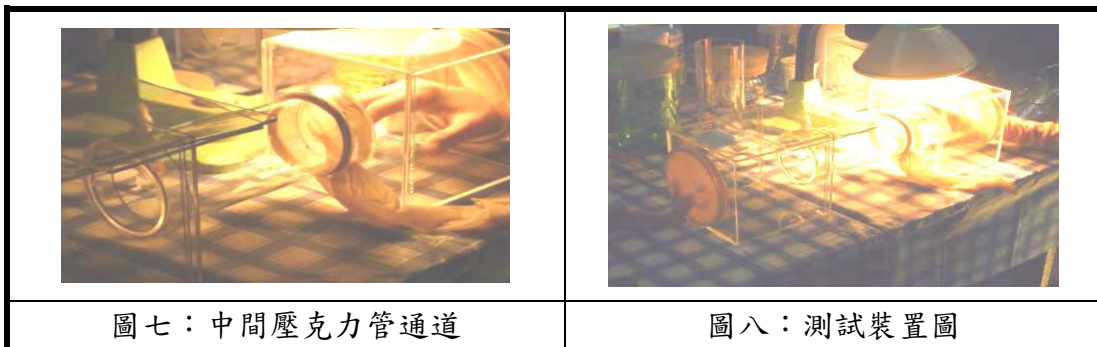
(一) 精油的配置

- 1、依塩屋紹子(2005)資料顯示可以擦在人皮膚上的濃度為5%，濃度太高的精油是會對人體造成灼傷現象的。所以我們以酒精稀釋並配置體積百分濃度為10%的白千層、落羽松、烏心石、左手香、檸檬香茅、澳洲茶樹約20毫升，進行驅蚊測試，以了解這六種常見的植物中，何者的驅蚊效果最好。
- 2、選取驅蚊效果最好的前四種精油白千層、左手香、檸檬香茅、澳洲茶樹，配製體積百分濃度為5%，以了解這四種常見的植物中，當濃度降低至人體可塗抹的程度時，其驅蚊效果的變化。
- 3、選取驅蚊效果最好且產率最佳的(代表經濟效益較高)的白千層，依序以酒精稀釋成4%→3%→2%→1%，以了解濃度降低後，其驅蚊效果的變化。

(二) 實驗裝置及測試說明

1、驅蚊測試箱

- (A) 左端的壓克力盒子(15cm × 15cm × 15cm)為置放雌白線斑蚊，具有孔洞，可保持空氣流通，箱子右側設有擋板，可控制雌蚊進出圓形壓克力與測試區。
- (B) 右端的壓克力盒子(15cm × 15cm × 15cm)為置放精油及伸入手掌，具有孔洞可保持空氣流通。
- (C) 圓形壓克力管為連接左、右二個壓力克力箱的管道。壓克力管的目的是因蚊子極有可能只是因為亂飛、好奇心、或因氣流影響而經過，不一定是被人體的氣味吸引著，所以我們在其中架了一條給蚊子緩衝期的通道(即壓克力管)，蚊子必須碰到壓克力管終點上的絲襪才算是蚊子被人體的氣味吸引而靠近，為避免受到雌蚊叮咬，我們必須在右端壓克力箱交接之壓克力管口處套上兩層絲襪，阻擋及避免雌蚊叮咬。
- (D) 若雌蚊受到人體(手掌)氣味吸引，則會從左端壓克力箱進入壓克力管，最終停在壓克力管右側的絲襪上。(如圖七、八)



(三) 驅蚊測試:

1、在測試前一天撤除糖水，使其24小時內不得進食，將雌蚊20隻移入左端壓克力箱。每次測試前記錄當時人體溫度(即手掌溫度)、室內氣溫、測試者、記錄者、精油種類及濃度等。測試時間為30分鐘，測試前僅留桌上一盞檯燈供照明記數與提供收熱源，並開著電扇，使風向與測試裝置垂直，保持空氣流通，防止精油因蒸發而使空氣飽和，降低雌蚊的感觀。

2、**實驗組**：將放入 5mL 精油的小塑膠杯置於右端壓克力盒子並靠近絲襪，再放入測試人的手於壓克力盒中。伸入手掌後，拔出左端壓克力箱的擋板，同時按下碼表計時。當雌蚊接觸到絲襪，即記錄一次，紀錄事項包括當時絲襪上雌蚊隻數及時間(幾分幾秒)。每次測試皆為 30 分鐘。同種精油、同種濃度測試三次~五次，由所記錄的數據算出 30 分鐘內在壓克力管絲襪上平均停留的蚊子隻數，依此原則測試各種類不同濃度的精油。

對照組：將放入 5mL 酒精的小塑膠杯置於右端壓克力盒子，並放入測試人的手於壓克力盒中。伸入手掌後，拔出左端壓克力箱的擋板，同時按下碼表計時。每次測試皆為 30 分鐘。測試三次~五次，由所記錄的數據算出 30 分鐘內在壓克力管絲襪上平均停留的蚊子隻數。

(四) 實驗數據分析

每次驅蚊測試不同精油及濃度，測試至少三個人，共三次。(若測試有數據與其他數據差距太大需進行捨棄，再重新測試)，測試時間為30分鐘，計算30分鐘內停留在絲襪的蚊子的平均隻數，再採忌避率 (Repellency, %) 公式 (鄭森松、張上鎮, 2010) 以進行計算，評估其忌避效果。其計算公式如下所示：

$$\text{忌避率}(\%) = \{1 - [\text{試驗組之蚊蟲數} / (\text{試驗組之蚊蟲數} + \text{對照組之蚊蟲數})]\} \times 100\%$$

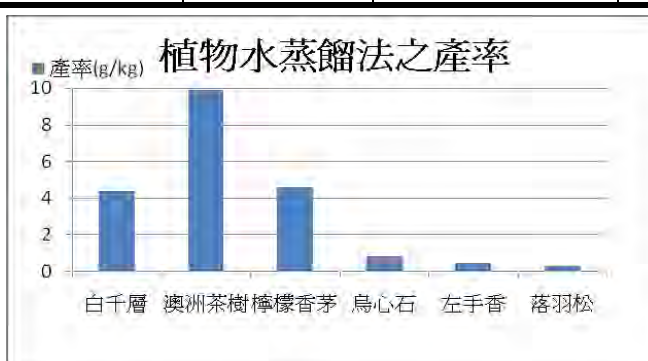
四、改以家中可自製的精油 (橘子、柚子、柳丁、洋蔥、蒜頭) 改變不同溶劑種類、狀態、或比例，採貼布或防蚊液體方式，測試白線斑蚊的驅敵效果

- 1、家用精油橘子、柚子、柳丁、洋蔥、蒜頭，取純精油 5mL 放置於試樣瓶準備驅蚊測試，選取出驅蚊效果最好的精油。
- 2、將驅蚊效果最好的精油—柚子，將精油先以嬰兒油調製，依坊間精油調製的方式先以 1:1: 方式調配 5 毫升，以進行 30 分鐘的驅蚊測試。若驅蚊效果未能到近純柚子精油的驅蚊效果再提高濃度進行 30 分鐘的驅蚊測試。每次測試次數至少 3 次。
- 3、承 2，將較好的驅蚊精油濃度，以此濃度將精油與嬰兒油、凡士林、或坊間常用的基底油 (杏仁油) 進行配製，取 5mL 後進行 30 分鐘的驅蚊測試，並將純精油 5mL 滴至化妝棉片上以分辨接觸面積的改變是否影響精油揮發的效果，並同時測量不同溶劑在 30 分鐘內，其隨時間的驅蚊效果，以了解不同溶劑對於精油揮發的時間有何影響。
- 4、以上述的實驗結果，合成可自製的精油貼片或溶劑混合液，以維持長時間的驅蚊效果。

陸、研究結果與討論

一、白千層、澳洲茶樹、落羽松、檸檬香茅、左手香、烏心石六種植物以水蒸餾萃取法之精油產率

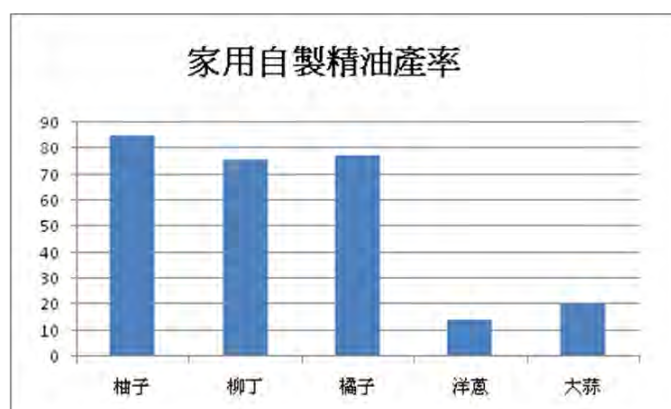
精油種類	採集數量及部位	精油產量	精油產率	製造方式
白千層	3kg 葉	13.2g	4.4g/kg	水蒸餾法
澳洲茶樹	1kg 葉	9.92g	9.92g/kg	水蒸餾法
檸檬香茅	0.9kg 葉	4.12g	4.58g/kg	水蒸餾法
烏心石	1kg 葉	0.81g	0.81g/kg	水蒸餾法
左手香	4kg 葉	1.84g	0.46g/kg	水蒸餾法
落羽松	7kg 葉	1.89g	0.27g/kg	水蒸餾法



實驗結果：由上圖得知，以水蒸餾法獲得植物精油的產率為澳洲茶樹>檸檬香茅>白千層>烏心石>左手香>落羽松。

二、橘子、柚子、柳丁、洋蔥、大蒜、九層塔六種家用辛香植物以冷壓法之精油產率

精油種類	採集數量及部位	精油產量	精油產率	製造方式
柚子	0.3kg 果皮	25.48g	84.93g/kg	冷壓法
柳丁	0.5kg 果皮	37.82g	75.84g/kg	冷壓法
橘子	0.5kg 果皮	38.67g	77.34g/kg	冷壓法
洋蔥	0.83kg 整體	11.48g	14g/kg	壓榨法
大蒜	0.10kg 整體	10.08g	20g/kg	壓榨法



實驗結果：由上圖得知，以冷壓法萃取的精油產率為柚子>橘子>柳丁>大蒜>洋蔥。

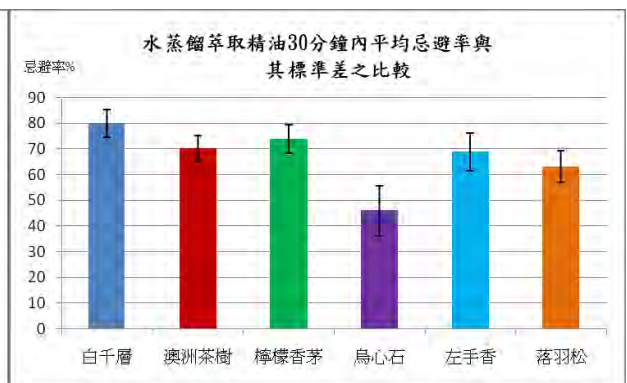
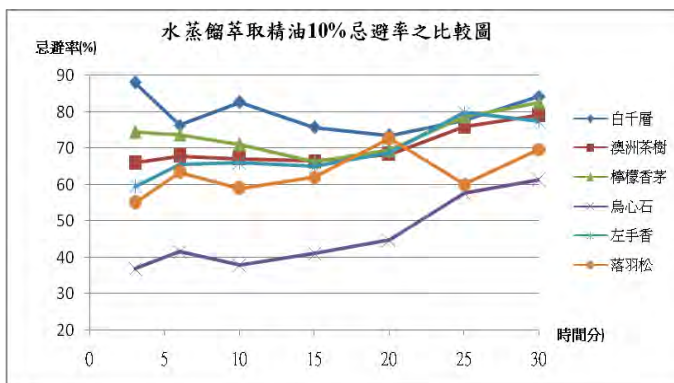
實驗討論：以產率來看柚子果皮所含得精油最多，橘子、柳丁果皮所萃取的精油約是柚子果皮的 0.91 及 0.89 倍，而大蒜與洋蔥因其成分大多溶於水，所以精油產率最低，只有柚子果皮的 0.24、0.16 倍。

三、精油濃度10%時之白千層、澳洲茶樹、落羽松、檸檬香茅、左手香、烏心石 5 毫升驅蚊(白線斑蚊)效果比較 (忌避率%) ※對照組：酒精5毫升

蚊子平均停留隻數		3 分鐘	6 分鐘	10 分鐘	15 分鐘	20 分鐘	25 分鐘	30 分鐘
酒精 (對照組)	測試一	2.45	4.9	4.5	4.33	6.25	6.6	6.89
	測試二	2.45	4	3.8	3.8	5	5.2	5.8
	測試三	2.5	3	3.29	3.09	3	3.72	4.33
	平均	2.44	3.78	3.63	3.92	5.03	5.94	6.27
白千層 (10%)	測試一	0	1	1	1.29	2.43	2.42	1.5
	測試二	1	1.5	1.27	1	1	1	1
	測試三	0	1	0	1.5	2	1.67	1.7
	平均	0.33	1.17	0.76	1.26	1.81	1.7	1.17
	忌避率	88.08%	76.38%	82.70%	75.69%	73.55%	77.75%	84.28%
澳洲茶樹 (10%)	測試一	1.89	2.17	2.67	2.22	2.5	2	2
	測試二	1.89	2.2	2.67	2.22	2.5	2	2
	測試三	0	1	0	1.5	2	1.67	1
	平均	1.26	1.79	1.78	1.98	2.33	1.89	1.67
	忌避率	65.92%	67.88%	67.11%	66.45%	68.32%	75.86%	79%
落羽松 (10%)	測試一	3	3.57	3.8	3.2	2	4.74	3.76
	測試二	1	1	1.3	1.5	1.4	3	1.94
	測試三	2	2	2.5	2.5	2.3	4.1	2.5
	平均	2	2.19	2.53	2.4	1.9	3.95	2.73
	忌避率	54.93%	63.33%	58.91%	62.04%	72.60%	60.08%	69.65%
檸檬香茅 (10%)	測試一	0	1.4	1.71	2	2.11	3.33	2.27
	測試二	1.5	1.44	1.33	2	2.33	0.5	0.5
	測試三	1	1.2	1.4	2	2.2	1	1.2
	平均	0.83	1.35	1.48	2	2.21	1.61	1.23
	忌避率	74.52%	73.74%	71.05%	66.23%	69.45%	78.68%	82.58%
左手香 (10%)	測試一	2	2.5	2.29	2.33	2.33	2	2.5
	測試二	1.5	2	2	2	2.2	1.5	2
	測試三	1.5	1.44	1.33	2	2.33	1	1

	平均	1.67	1.98	1.87	2.11	2.29	1.5	1.83
	忌避率	59.39%	65.64%	65.98%	65.02%	68.76%	79.84%	77.38%
烏心石 (10%)	測試一	3.5	5.5	9.09	10.25	9	6.14	6.33
	測試二	6.38	6	6	4.4	4.63	3	2.33
	測試三	2.67	4.5	2.8	2.25	5	4	2.33
	平均	4.18	5.33	5.96	5.63	6.21	4.38	3.97
	忌避率	36.82%	41.49%	37.85%	43.04%	44.76%	57.56%	61.24%

	白千層	澳洲茶樹	檸檬香茅	烏心石	左手香	落羽松
標準差	5.62	5.01	5.52	8.97	6.73	10.94

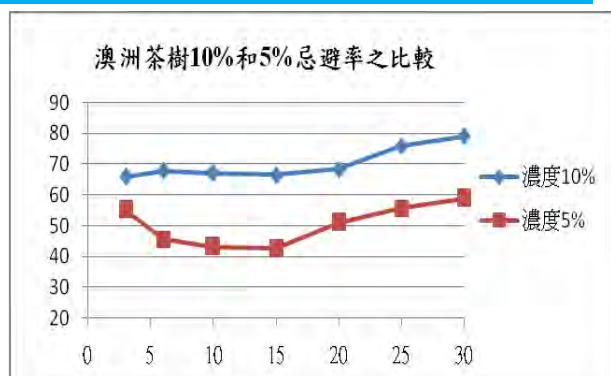
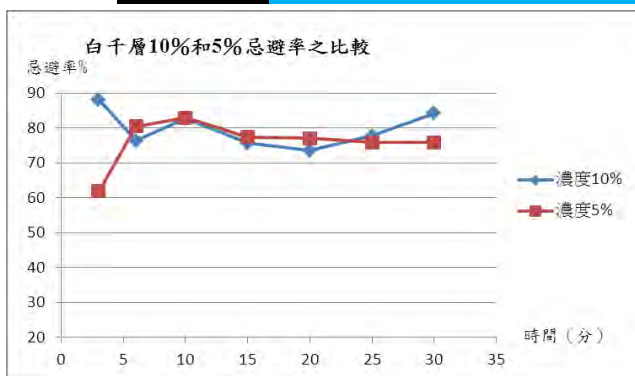


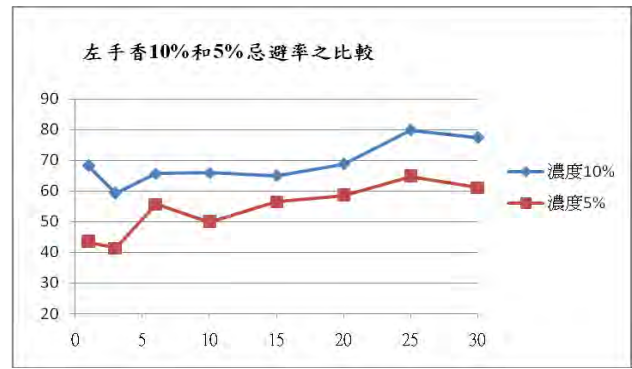
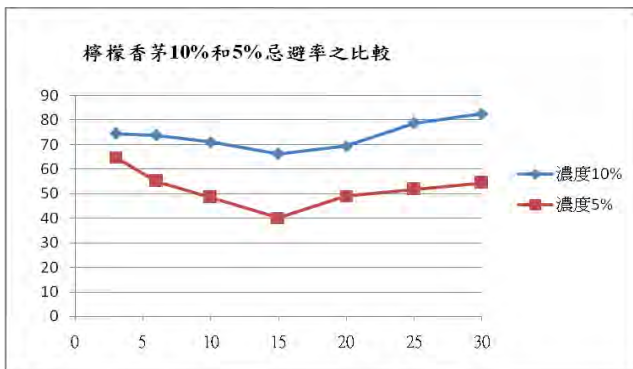
- 實驗結果**：
- (1) 測量時間0~15分鐘來看，驅蚊效果為白千層>檸檬香茅>澳洲茶樹>左手香>落羽松>烏心石。
 - (2) 測量時間15~30分鐘，驅蚊效果為白千層>檸檬香茅>左手香>澳洲茶樹>落羽松>烏心石。
 - (3) 以30分鐘的平均忌避率與標準差直條圖來看，可以發現白千層的忌避效果最好，且30分鐘內的驅蚊效果也較一致。

- 實驗討論**：
- (1) 雖然白千層、檸檬香茅、澳洲茶樹標準差較小，代表三者30分鐘內的驅蚊效果較為穩定。但以忌避率來看，白千層(72%~88%)在30分鐘內的驅蚊效果較佳，並考量產率情形下，白千層為我們驅蚊的首選。
 - (2) 澳洲茶樹產率高、成本低，但驅蚊效果相對於白千層的忌避率少了10%。
 - (3) 左手香、落羽松、烏心石皆是需一段時間後才有較好的驅蚊效果，其所含成份多為倍半萜類化合物(為三個異戊二烯所連接起的化合物)分子量較大(約204)，與酒精的互溶效果略差於含-OH的物質(如：白千層中含57% 1,8桉油醇與13% α -松油醇；檸檬香茅含21%香葉醇)，所以揮發效果也較差。

四、白千層、澳洲茶樹、檸檬香茅、左手香各個精油濃度10%及5% 5毫升時之驅蚊(白線斑蚊)效果比較(忌避率%) ※對照組：酒精5毫升

蚊子平均停留隻數		3分鐘	6分鐘	10分鐘	15分鐘	20分鐘	25分鐘	30分鐘
白千層 (5%)	測試一	2	1.25	1.25	1.08	1	2.42	1.5
	測試二	1	0.5	0	1.25	2	1	1
	測試三	1.5	1	1	1.1	1.5	1.67	1
	平均	1.5	0.92	0.75	1.14	1.5	1.7	1.17
	忌避率	61.90%	80.49%	82.89%	77.43%	77.38%	77.75%	84.28%
澳洲茶樹 (5%)	測試一	1.5	4	5.3	5.4	4.53	4.2	3.67
	測試二	2.67	5.5	5	5.5	5	5	5
	測試三	1.8	4	4	5	5	5	4.5
	平均	1.99	4.5	4.77	5.3	4.84	4.73	4.39
	忌避率	55.05%	45.67%	43.25%	42.53%	50.96%	55.65%	58.83%
檸檬香茅 (5%)	測試一	1.5	3	3.75	5.75	5.18	5.5	5.13
	測試二	1.18	3.24	4	5.8	5.2	5.6	5.3
	測試三	1.3	3	3.8	6	5.28	5.5	5.3
	平均	1.33	3.08	3.85	5.85	5.22	5.53	5.24
	忌避率	64.76%	55.12%	48.55%	40.14%	49.09%	51.77%	54.47%
左手香 (5%)	測試一	4.25	2.54	3.08	4.06	4.75	4	4.62
	測試二	2.8	3.47	4.37	2	2.42	2.7	3.36
	測試三	3.3	3	3.5	3	3.5	3	4
	平均	3.45	3	3.65	3.02	3.56	3.23	3.99
	忌避率	41.40%	55.74%	49.88%	56.50%	58.59%	64.75%	61.10%





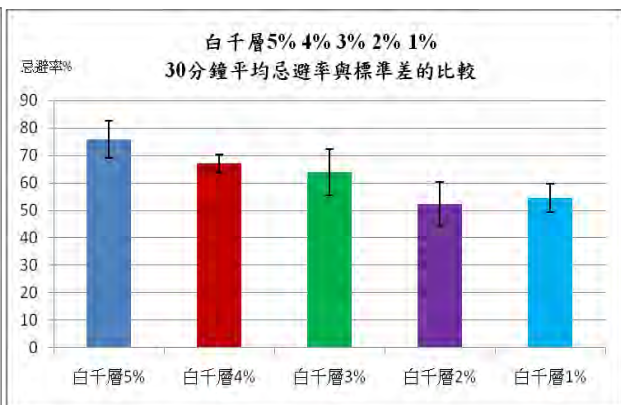
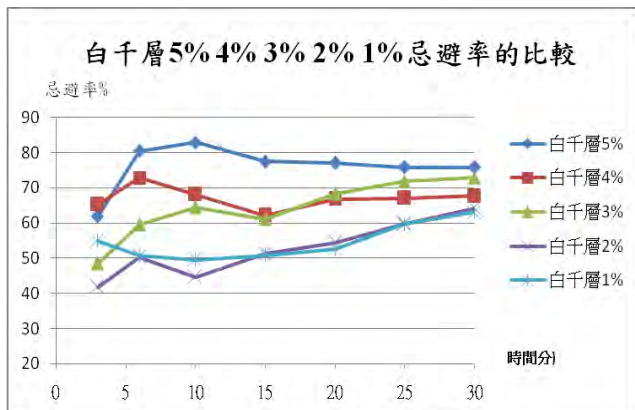
實驗結果:為了可以將植物精油塗抹至身上，故降低濃度至人體可接受的5%，可以發現澳洲茶樹、檸檬香茅、左手香當濃度降低至5%時，驅蚊效果都降低許多（忌避率降5~20%），唯有白千層在降低濃度後忌避率改變不大，也因此將白千層作為之後改變濃度的主要精油。

五、白千層精油濃度5%、4%、3%、2%、1% 5毫升時之驅蚊(白線斑蚊)效果比較 (忌避率%)

※對照組：酒精5毫升

蚊子平均停留隻數		3分鐘	6分鐘	10分鐘	15分鐘	20分鐘	25分鐘	30分鐘
白千層 (4%)	測試一	1	1.5	1.9	2.07	2	3.27	3
	測試二	1.3	1.4	1.7	2.4	2.5	3	3
	測試三	1.6	1.33	1.5	2.71	3	2.5	3
	平均	1.3	1.41	1.7	2.39	2.5	2.92	3
	忌避率	65.22%	72.85%	68.12%	62.11%	66.81%	67.02%	67.65%
白千層 (3%)	測試一	2.8	2.44	2	3	2	2	2
	測試二	2.6	2.6	2	2.5	3	3	3
	測試三	2.38	2.67	2	2	2	2	2
	平均	2.59	2.57	2	2.5	2.33	2.33	2.33
	忌避率	48.45%	59.54%	64.49%	61.07%	68.32%	71.80%	72.89%
白千層 (2%)	測試一	4.2	3.73	5	3.7	4.92	5.5	4.2
	測試二	3	4.5	4.5	5	4.2	4	4.3
	測試三	3	3	4	2.44	3.54	2.45	2.01
	平均	3.4	3.74	4.5	3.71	4.22	3.98	3.5
	忌避率	41.76%	50.26%	44.67%	51.37%	54.39%	59.86%	64.16%

白千層 (1%)	測試一	1	4	3.4	3.6	3.5	4	3
	測試二	2	3.75	3.68	4	4	4	4.34
	測試三	3	3.76	4	3.8	3.8	4	3.7
	平均	2	4	3.69	3.8	3.77	4	3.68
	忌避率	54.93%	50.66%	49.58%	50.79%	57.19%	59.76%	63.02%



實驗結果：白千層濃度降至3%，仍維持70%的忌避率。倘若降至2%以下，忌避率就會下降至40%~50%。

實驗討論：(1) 白千層濃度在3%~5%間，忌避率的差距約5~15%之間，兩者的差距不大，此說明當濃度下降至3%時，將精油溶液塗抹至皮膚上，仍可維持約70%的忌避效果。
(3) 由上圖的可顯示，因白千層所含主要物質大多含-OH基（醇類），所以和乙醇溶劑互溶效果好，也易隨著酒精揮發而揮發，故30分鐘內皆維持較趨平行時間軸的直線，代表其忌避率的穩定性。

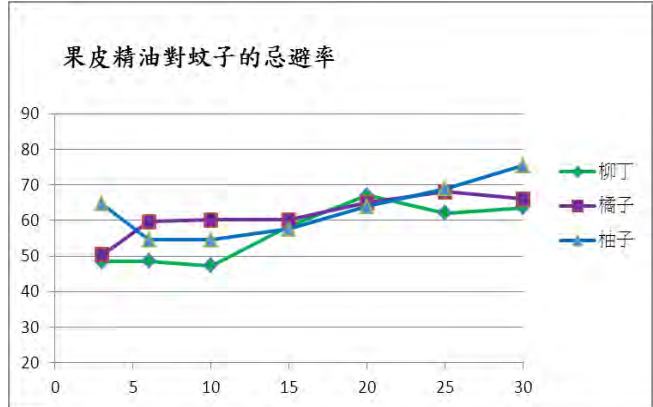
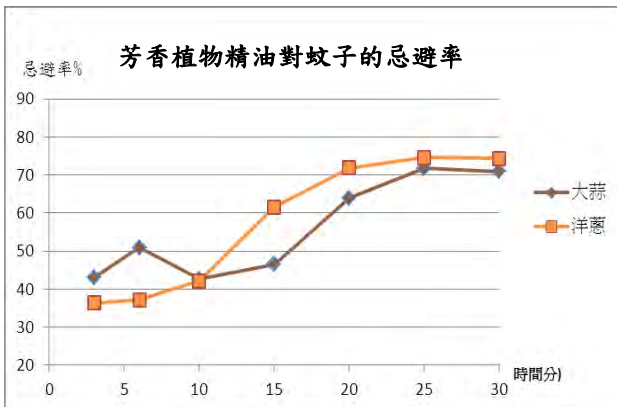
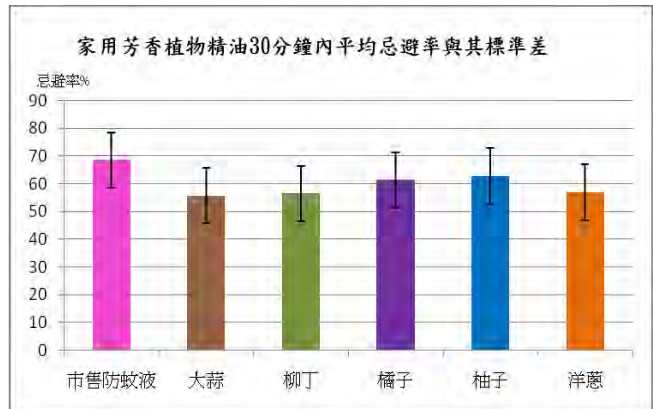
六、大蒜、柳丁、橘子、柚子、洋蔥精油與市售天然防蚊液 5毫升時之驅蚊(白線斑蚊)效果比較(忌避率%)

※對照組：酒精5毫升

蚊子平均停留隻數		3分鐘	6分鐘	10分鐘	15分鐘	20分鐘	25分鐘	30分鐘
大蒜	測試一	3.75	3.8	5.5	5.59	2.93	2.75	2.69
	測試二	3.5	3.3	4.3	4.25	2.6	2.14	2.2
	測試三	2.4	3.85	4.88	3.67	3	2.1	2.8
	平均	3.22	3.65	4.89	4.5	2.84	2.33	2.56
	忌避率	43.10%	50.89%	42.61%	46.55%	63.90%	71.83%	70.99%

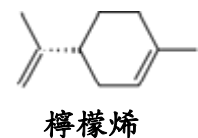
柳丁	測試一	3.29	3.75	3.89	2.75	2	4.2	3.33
	測試二	2	4.25	4.25	2.83	3.44	3.17	3.88
	測試三	2.5	4	4	2.78	2	3.5	3.55
	平均	2.6	4	4.05	2.79	2.48	3.62	3.59
	忌避率	48.42%	48.60%	47.30%	58.46%	66.99%	62.11%	63.63%
橘子	測試一	2.8	2.88	2.85	3.2	3.14	3.4	4.17
	測試二	2	2.3	1.85	2	2.25	2.2	2
	測試三	2.4	2.5	2.5	2.58	2.75	2.75	3.5
	平均	2.4	2.55	2.4	2.59	2.71	2.78	3.22
	忌避率	50.39%	59.65%	60.22%	60.20%	64.97%	68.09%	66.06%
柚子	測試一	1.67	2.6	3.3	3.4	2.43	2.5	1
	測試二	1	3.86	2.8	2.5	3.17	2.83	3.14
	測試三	1.33	3	3	2.75	2.88	2.7	2
	平均	1.33	3.15	3.03	2.88	2.83	2.68	2.05
	忌避率	64.64%	54.54%	54.49%	57.63%	64.03%	68.94%	75.40%
洋蔥	測試一	4	6	4.6	2.4	1.75	2.4	2.67
	測試二	4.57	6.86	5.36	2.5	2.14	1.67	1.6
	測試三	4.2	6.3	5	2.45	2	2	2.2
	平均	4.26	6.39	4.97	2.45	1.96	2.02	2.16
	忌避率	36.41%	37.20%	42.14%	61.55%	71.94%	74.59%	74.41%
市售防蚊液	測試一	1	1.5	1.2	1.43	3	1.33	1.57
	測試二	2	3.67	2.17	2.62	2.125	2.18	1.33
	測試三	2	2.5	2	2	2.5	1.7	1.45
	平均	1.67	2.56	1.79	2.00	2.54	1.52	1.45
	忌避率	59.39%	59.67%	66.99%	66.15%	66.44%	79.68%	81.22%

	市售防蚊液	大蒜	柳丁	橘子	柚子	洋蔥
標準差	8.98	12.30	8.07	7.63	8.48	16.45



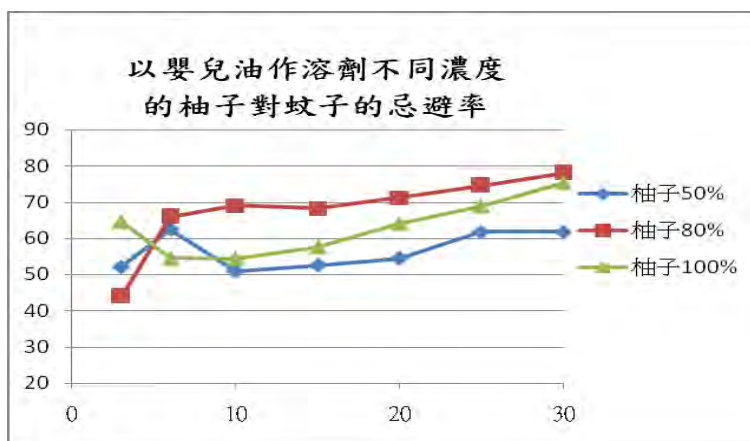
實驗結果： (1) 由直條圖形可以看出，30分鐘內忌避效果分別為市售天然防蚊液 > 柚子 > 橘子 > 洋蔥 > 柳丁 > 大蒜。
 (2) 將辛香料精油與果皮精油做比較，以忌避率圖形及標準差來看，柑橘類果皮精油驅蚊效果30分鐘內較為一致且穩定，辛香料精油驅蚊效果較無一致性，皆須15分鐘後驅蚊效果才能提升。

實驗討論： (1) 在圖中柚子精油的忌避率最平行於時間軸，這說明柚子精油在長時間0~30分皆可維持較穩定的忌避率，忌避率最高可達到75%只差坊間所賣的天然防蚊液6%，且產率為最高，因此選定為之後我們自製防蚊液的主要精油。
 (2) 洋蔥、大蒜雖在15~20分鐘後忌避率逐漸上升，且可達70%以上的忌避率，但在實驗過程，這兩種精油氣味過度濃郁，的確會讓人產生噁心的不適感，所以不列入自製防蚊液的考量。
 (3) 橘子精油在忌避率來看，雖略差餘柚子精油，但只有4~9%的差距，且以產率約為柚子的0.9倍；以家用自製考量，無柚子果皮時，仍可採用橘子精油。
 (4) 以柚子、柳丁、橘子30分鐘內的忌避率來看，其忌避率的效果較為恆定，可能因三者皆為柑橘類的果皮，其成分皆含如檸檬烯的萜類結構(如右圖)。



七、以嬰兒油作溶劑配置柚子精油50%、80% 5毫升時之驅蚊(白線斑蚊)效果比較(忌避率%)
 ※對照組：酒精5毫升

蚊子平均停留隻數		1分鐘	3分鐘	6分鐘	10分鐘	15分鐘	20分鐘	25分鐘	30分鐘
柚子50% (溶劑-嬰兒油)	測試一	1	2	2.82	2.71	4.4	4.8	5.11	5.44
	測試二	1.5	2.5	2	4.8	3	3.83	2.4	2.67
	測試三	1.2	2.2	2	3	3.2	4	3.5	3.5
	平均	1.23	2.23	2.27	3.5	3.53	4.21	3.67	3.87
	忌避率	51.07%	52.19%	62.46%	50.91%	52.61%	54.45%	61.81%	61.84%
柚子80% (溶劑-嬰兒油)	測試一	1.96	3.82	1.7	1.72	2.79	2.91	2.67	2.12
	測試二	0.59	0.25	2.16	1.57	1.18	1.18	1.41	1.18
	測試三	1.5	3	2	1.6	1.5	2	2	2
	平均	1.35	3.11	1.95	1.63	1.82	2.03	2.03	1.77
	忌避率	48.82%	43.97%	65.95%	69.03%	68.27%	71.26%	74.56%	78.02%

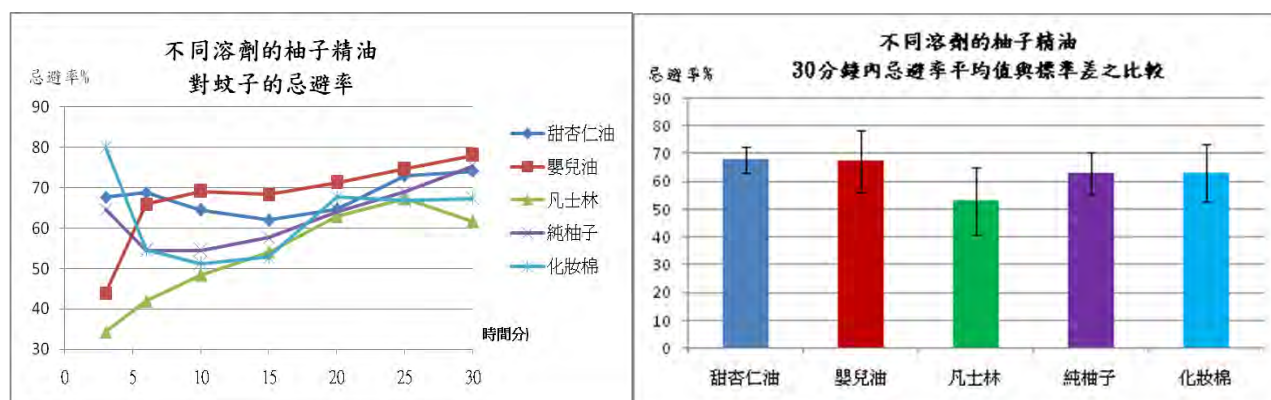


實驗結果：(1) 柚子精油濃度若由純精油下降至50%，忌避率就會下降約10%左右。
 (2) 柚子精油濃度若由純精油下降至80%，忌避率除了前3分鐘較差於純精油外，3分鐘後甚至優於純精油。

八、以嬰兒油、凡士林、甜杏仁油（配製精油常見的基底油）作溶劑配置柚子精油80% 5毫升及將純柚子精油 5毫升滴至化妝棉時之驅蚊(白線斑蚊)效果比較（忌避率%）
 ※對照組：酒精5毫升

蚊子平均停留隻數		1分鐘	3分鐘	6分鐘	10分鐘	15分鐘	20分鐘	25分鐘	30分鐘
柚子80% (溶劑-凡士林)	測試一	2	4.44	4	3.15	3	3.5	3.33	4.5
	測試二	0.5	5	6.7	4.6	3.62	2.4	2.44	3.35
	測試三	1.85	4.5	5	3.85	3.4	3	2.88	3.85
	平均	1.45	4.65	5.23	3.87	3.34	2.97	2.88	3.9
	忌避率	47.03%	34.41%	41.95%	48.44%	54.01%	62.91%	67.32%	61.66%
柚子80% (溶劑-甜杏仁油)	測試一	1	1.75	2.67	2.5	2.83	3	2.17	2.4
	測試二	0	0.5	1	1.5	2	2.5	2.25	2
	測試三	1	1.25	1.5	2	2.4	2.75	2.19	2.2
	平均	0.67	1.17	1.72	2	2.41	2.75	2.2	2.2
	忌避率	65.88%	67.63%	68.70%	64.49%	61.94%	64.66%	72.94%	74.03%
純柚子 (化妝棉)	測試一	0.5	0	2.5	3.6	3.42	2.25	3.25	2.9
	測試二	1	1.33	3.85	3.38	3.56	2.57	2.56	3.25
	測試三	0.5	0.5	3.1	3.4	3.5	2.4	3	3
	平均	0.67	0.61	3.15	3.46	3.49	2.41	2.94	3.05
	忌避率	65.88%	79.98%	54.56%	51.22%	52.89%	67.65%	66.92%	67.28%

溶劑種類與材質	甜杏仁油	嬰兒油	凡士林	化妝棉	柚子100%
標準差	4.21	12.14	11.33	9.74	8.48



實驗結果：(1) 以標準差來看以甜杏仁油做為柚子精油的溶劑標準差值最小，說明以此做溶劑對蚊子的忌避率可維持長時間較穩的的效果。但嬰兒油至6分鐘後忌避率就可明顯上升，10分鐘後為忌避率最佳之溶劑。甜杏仁油、嬰兒油做為溶劑時

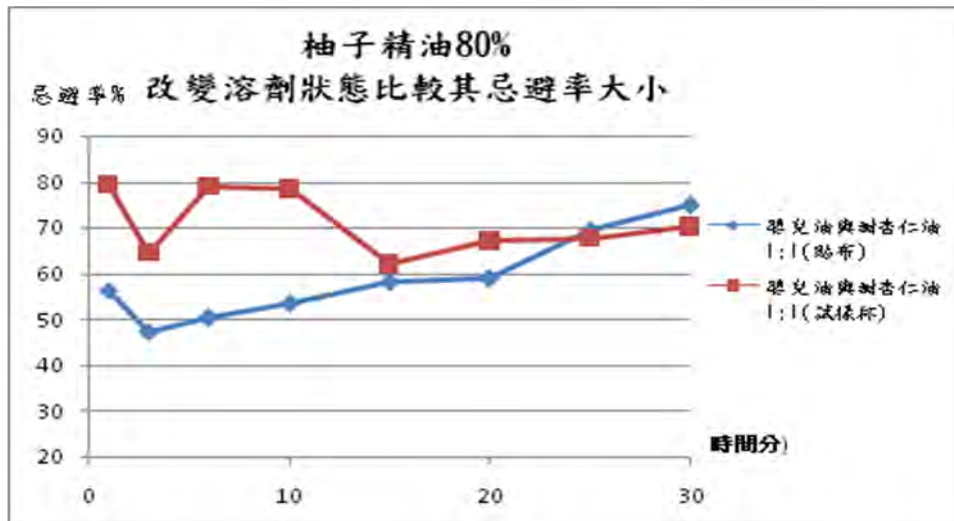
其對蚊子的忌避效果皆優於純柚子精油。

- (2) 以凡士林作溶劑會使柚子精油與純柚子精油比較，其忌避率會降10~20%。
- (3) 將純柚子精油滴至化妝棉上，一開始忌避率可得到80%，但6分鐘後忌避率就降至50~60%。
- (4) 以30分鐘內忌避效果比較依次為：甜杏仁油 \geq 嬰兒油 $>$ 化妝棉 $>$ 純柚子 $>$ 凡士林

- 實驗討論**：
- (1) 甜杏仁油主要為脂肪酸，嬰兒油為礦物油皆對精油（萜烯類、萜品醇）有不錯的溶解效果，故可維持不錯的忌避率。
 - (2) 凡士林一開始就為固態，為和精油均勻混合，需以隔水加熱至50~60℃才可加入精油混合。凡士林為原油分餾所得的半固體狀，含碳數達16~32個，雖然一開始選定凡士林為溶劑的主要原因其穩定性甚高，也常作為油性基劑。但為使與精油互溶，加熱的結果卻造成精油中的分子被破壞（精油最佳保存溫度為20~25℃），而降低了驅蚊效果。
 - (3) 將精油滴至化妝棉，的確因化妝棉的表面積大，揮發性快，使前3分鐘忌避率達到80%，但也因揮發速度過快，使精油在很短時間就揮發大部分，6分鐘後精油忌避率就急速降低。

九、以嬰兒油與甜杏仁油作混合溶劑，並嘗試將嬰兒油與甜杏仁油以1：1均勻塗抹於貼布與填裝於試樣杯中（柚子精油占80%，皆取精油與溶劑混合液5毫升）作驅蚊（白線斑蚊）效果比較（忌避率%）

蚊子平均停留隻數		1分鐘	3分鐘	6分鐘	10分鐘	15分鐘	20分鐘	25分鐘	30分鐘
嬰兒油與甜杏仁油1:1 (貼布)	測試一	1	2.9	4	4.5	2.9	3.56	2.67	2.13
	測試二	1	2	3.5	4	3	4.1	3	2.5
	測試三	1	3.2	3.7	1	2.6	2.9	2.1	1.67
	平均	1	2.7	3.73	3.17	2.83	3.52	2.59	2.1
	忌避率	56.28%	47.45%	50.33%	53.43%	58.06%	58.84%	69.64%	74.93%
嬰兒油與甜杏仁油1:1 (試樣杯)	測試一	0	1.67	1	1	2.4	2.6	2.83	2.67
	測試二	0	1	1.33	1	2	2	2.83	2.5
	測試三	1	1.33	0.67	1	2.8	2.8	2.83	2.8
	平均	0.33	1.33	1	1	2.4	2.47	2.83	2.66
	忌避率	79.43%	64.64%	79.09%	78.41%	62.04%	67.11%	67.73%	70.25%

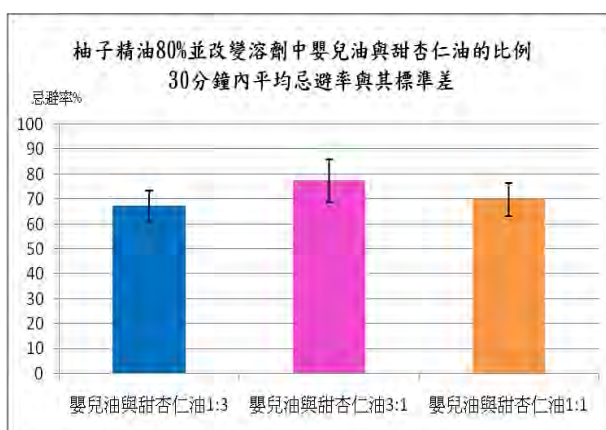
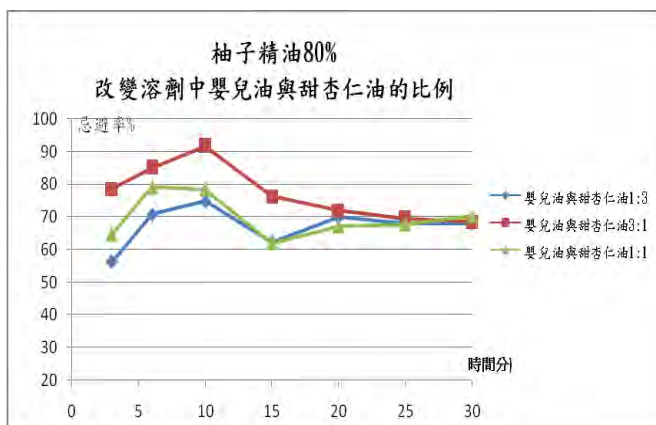


實驗結果：將嬰兒油與杏仁油以1:1比例做混合做為柚子精油溶劑，直接置放於試樣杯比直接塗抹於一般貼布上的忌避效果好約20~30%。

實驗討論：膠布上的膠大部分為矽氧樹脂，因矽氧樹脂多具透氣，對氧氣和陽光有很好的抗氧化能力，不易沾黏，也因如此多做為膠布材料。當天實驗結束後，貼布撕開有濃稠的白色物質，主因膠布中的矽氧樹脂為聚合物，分子中的空隙較大，所以很有可能精油分子會鑽入聚合物的空隙中，不只產生濃稠的白色膠狀物質，也使精油揮發速度變低。但以貼布型態防蚊仍是可未來進行研究的方向，但須避免精油滲透到黏膠處而降低精油驅蚊能力。

十、以嬰兒油與甜杏仁油作混合溶劑，並嘗試將嬰兒油與甜杏仁油以1:1、1:3、3:1不同比例混合填裝於試樣杯中（柚子精油占80%，皆取精油與溶劑混合液5毫升）作驅蚊（白線斑蚊）效果比較（忌避率%）

蚊子平均停留隻數		1分鐘	3分鐘	6分鐘	10分鐘	15分鐘	20分鐘	25分鐘	30分鐘
嬰兒油與甜杏仁油1:3 (試樣杯)	測試一	1.67	2	1.67	1.33	2.4	2.2	2.8	3
	測試二	1.67	1.67	1.67	1.33	2.2	2.3	2.9	3
	測試三	1	2	1.33	1	2.5	2	2.67	2.89
	平均	1.45	1.89	1.56	1.22	2.37	2.17	2.79	2.96
	忌避率	47.09%	56.33%	70.84%	74.86%	62.37%	69.9%	68.04%	67.91%
嬰兒油與甜杏仁油3:1 (試樣杯)	測試一	0	1	1	0	1.33	2	2.67	3
	測試二	1	1	0	1	1	2	2.67	3
	測試三	0	0	1	0	1.33	1.89	2.5	2.67
	平均	0.33	0.67	0.67	0.33	1.22	1.96	2.61	2.89
	忌避率	79.43%	78.52%	85.01%	91.59%	76.28%	71.94%	69.45%	68.46%



實驗結果：(1) 以混合溶劑來看，在前20分鐘其忌避率的效果，依次為嬰兒油與甜杏仁油比例為3:1>1:1>1:3，說明嬰兒油比例較大時，在前20分鐘的驅蚊效果較佳。

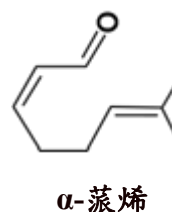
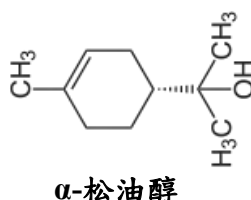
(2) 由直條圖也可發現，溶劑中嬰兒油與甜杏仁油3:1時，其平均忌避率最佳，

實驗討論：嬰兒油的成分主要為輕質礦物油，由原油分餾所得到的無色無味液狀飽和性碳氫化合物（類混合物），且輕質礦物油比重與黏稠度較低。甜杏仁油主要成分為不飽和脂肪酸（含碳數12~16）。

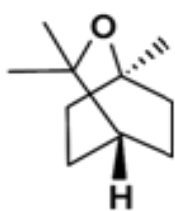
以兩種溶劑的結構來看，柚子精油成分多為單萜烯類，為非極性物質，與嬰兒油的飽和碳鏈互溶效果較好，再藉由甜杏仁油的不飽和脂肪酸結構雖也可與柚子精油作不錯的互溶，但也因極性的差異，造就柚子精油與甜杏仁油的凡得瓦力略小於與嬰兒油，所以當嬰兒油中混合甜杏仁油做為溶劑時，會使精油較早開始揮發進行驅蚊效果。

柒、結 論

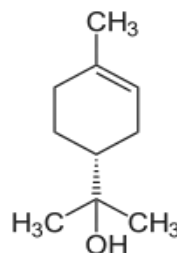
- 1、以水蒸餾法萃取 10% 的精油濃度，以忌避率的數值來看：白千層（72~88%）> 檸檬香茅（66~82%）> 澳洲茶樹（66~79%）> 左手香（59~80%）> 落羽松（36~72%）> 烏心石（37~61%），白千層的忌避率較高且 30 分鐘得測量時間皆可維持較一致的忌避效果。在白千層、檸檬香茅、澳洲茶樹含高比例的單萜類，例如白千層含 α -松油醇、檸檬香茅則含如檸檬醛、茶樹含 α -蒎烯，其分子量較小，揮發的較快，且單萜烯類多具有抗菌的功能。



- 2、當植物精油濃度降至可塗抹於皮膚的 5% 時（以前三名的植物來看），白千層的忌避率由最高值來看由 88% → 84%，而檸檬香茅與澳洲茶樹忌避率降 18%。且白千層濃度由 10% 降至 3%，仍維持 70% 的忌避率。主因白千層中有一半以上為萜品醇（如：1,8 桉油醇、 α -松油醇）和酒精互溶效果好，隨著酒精的高揮發性，精油也得最佳的揮發和驅蚊效果。

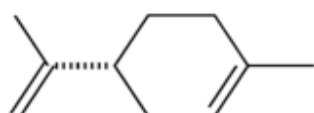


1,8 桉油醇

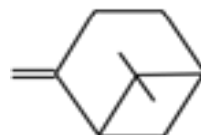


α -松油醇

- 4、在家用精油上，其忌避率的數值為：柚子（50~75%）> 洋蔥（36~75%）> 大蒜（42~71%）> 橘子（46~68%）> 柳丁（47~67%）。與市售的防蚊液忌避率（60~81%）做比較，柚子最高與最低數值只差防蚊液 6~10%，且在 30 分鐘的測量時間內皆維持不錯的忌避效果。
- 5、柚子的成分主要為檸檬烯（limonene）約 71.61%， β -蒎烯次之，依下方的結構分析可知，兩者皆為萜類，且為單萜類，分子量較小也較易揮發。林琳（2008）研究所示，檸檬烯有驅蚊的效果，此萜類結構因成環狀就更穩定，不易在空氣中氧化，所以較能長時間的維持不錯的驅蚊效果。



檸檬烯



β -蒎烯

- 6、為使柚子精油能作為家中自製的驅蚊劑，一開始我們選取甘油、凡士林、嬰兒油、甜杏仁油做為溶劑，目的使精油能塗抹於皮膚，其特性與成分如下：

甘油（丙三醇）：甘油天然保溼效果很好。但因為甘油為醇類，極性較大，不易與精油互溶，多次實驗也是相同結果。

嬰兒油：為石油分餾所得到的無色無味液狀飽和性碳氫化合物類混合物，屬輕質礦物油（含碳數約18~23），可滋潤皮膚，阻隔皮膚的水分蒸發的作用。

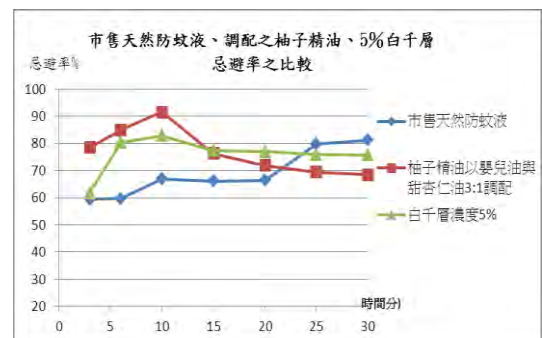
甜杏仁油：不飽和脂肪酸（含碳數12~16）為主，含碳數不多，雖為油脂卻不黏膩，多作為精油稀釋的基底油。

凡士林：凡士林為原油分餾所得的半固體狀，含碳數達25~32個，為飽和碳氫化合物所以穩定性甚高，多作為油性基劑（塗抹於皮膚以防止水分散失）。但為與精油互溶，加熱的卻造成精油中的分子被破壞，而降低了驅蚊效果。

此四種常見的物質中，嬰兒油與甜杏仁油的含碳數與柚子精油內的主要成分檸檬烯β-蒎烯（含碳數10）含碳數較接近。在溶劑的選擇上皆優於凡士林。

7、以柚子精油的混合溶劑來看，嬰兒油與甜杏仁油1：1、1：3、3：1忌避率分別是62~79%、47~74%，68~92%，依此可了解嬰兒油的比例較高忌避率效果較好，主要因嬰兒油為碳氫飽和碳鍊屬非極性，與柚子精油的主要成分（檸檬烯、β-蒎烯）皆屬非極性，互溶效果更佳，再加入一些甜杏仁油（脂肪酸），略降低溶液中分子間的吸引力，使部分精油得以較快揮發，以能長時間維持驅蚊效果。自製精油優於市售驅蚊精油的原因，若比較市售防蚊液主要成分香茅來看，香茅主要成分為檸檬醛，次要為香葉烯，分子結構皆為萜類，但不如柚子精油成分中的檸檬烯的環狀結構穩定，似乎因此驅蚊效果較差些。

9、如右圖，防蚊液、白千層 5%、自行調配的柚子精油標準差分別為 8.75、6.70、8.51，說明市售天然防蚊液 30 分鐘內驅蚊效果的一致性較低，較不易長時間維持驅蚊能力。而白千層與調配之柚子精油皆有不錯的忌避效果。若能將農業廢棄物的柚子果皮，製成精油並以嬰兒油與杏仁油進行調配，可減少農業廢棄物所造成的污染，也可以研究所得的方法，在家中自行製造安全無毒的防蚊液。



而驅蚊效果很好的白千層精油則可以少量精油加水或酒精稀釋，放置於白色容器中，將此容器放置於家中庭院，利用太陽光加熱揮發，以達到驅蚊效果並可避免蚊蟲在庭院中繁殖。

捌、參考資料

- 一、國中自然與生活科技第四冊第五章有機化合物。南一出版社。
- 二、台灣林業 2010 年八月號 P14~19。天然防蚊樹種—柳杉。鄭森松、張上鎮（2010）
- 三、孔雀草等五種園林植物對蚊子的驅避影響及揮發物成分的鑑定。林琳（2008）
- 四、萜類化合物。楊峻山（2005）。
- 五、棕帶蜚蠊聚集行為與植物精油對棕帶蜚蠊的忌避效果。蔡佩珍（1998）

【評語】 030217

該團隊嘗試從天然植物中提煉精油以達驅蚊效果，並找出有效植物如白千層、柚子等，但在驅蚊統計研究數據上未有足夠說服力。若再加努力鑽研，應有佳績。