

# 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

(鄉土)教材獎

032915

去蕪「純精」，落葉變黃金

學校名稱：新北市立崇林國民中學

作者：  國二 黃芷妍  國二 詹采霓	指導老師：  羅陽青
---------------------------------	------------------

關鍵詞：精油(Essential oil)、  
抑菌(Anti bacteria)、  
減壓蒸餾(Concentrated under reduced  
pressure)

## 摘要

本研究利用校內落葉堆肥中的紫花馬櫻丹萃取精油，為保存其精油成分我們採減壓濃縮蒸餾法，以相對低溫的條件下探討 9 種不同變因中，此法的最佳條件並測其抑菌能力。結果顯示(1)葉片或花瓣需要烘乾，以 35°C 烘乾 18 小時，續以 35°C 的水浸泡 23 小時，並以 50°C 蒸餾，以 50 毫升浸泡液第一滴蒸餾液滴出後蒐集 20 分鐘萃取效果最佳；(2)花瓣與葉片萃取精油皆有效果；(3)以水浸泡比以油浸泡萃取效果佳。抑菌實驗結果顯示，萃取之精油對大腸桿菌和金黃色葡萄球菌皆有抑菌效果。萃取的馬櫻丹精油經 IR 鑑定與天然羅勒和薰衣草精油圖譜極相似；GC-MS 鑑定得知主要成分為冰片、萜烯、甾類，抑菌與防蟲成分。未來可將其利用在校園與社區創造特色伴手禮與生物防治產品。

## 壹、研究動機

下課後經過輔導處，工友伯伯修剪花臺的紫花馬櫻丹散落一地，其獨特的氣味吸引了我們。此時才發現校園中到處都開滿了紫花馬櫻丹，而想起生物老師曾說過馬櫻丹已被列為世界百大外來侵入種，1645 年荷蘭人將其引入臺灣後，其超強繁殖力很快地擴張地盤，到處可見，而校園也無法倖免。這麼多馬櫻丹，既然無法消滅，那要如何好好利用它們呢？除了當肥料，難道就沒有其他用途了嗎？！

我們打算從落葉裡萃取出「精油」又被稱為「**黃金液體**」，表示確實有其經濟上的價值。但精油真的有這麼高的 CP 值嗎？而且動輒可以存放多年都不會發霉，從植物中萃取出來的純精油真的可以辦到嗎？市售的精油是否有額外添加其他成分？我們想要知道答案。

我們查閱了相關資料，發現精油還具有抑菌能力，而最常見的抗細菌試驗之菌種為大腸桿菌與金黃色葡萄球菌。在印度有很多使用馬櫻丹的產品，葉片萃取物可以當作抗菌、殺菌、殺蟲和殺線蟲活性使用。在國中修習過相關生物（生物第二冊第四章：植物構造）與理化（第二冊第一章：密度、理化第一冊第二章：純物質與混和物的分離和第二冊第五章：有機化合物、第六章：壓力）課程後，我們決定運用既有的相關知識，**親手找出馬櫻丹精油的最佳萃取條件並解開其抑菌能力的祕密**。

於是本研究希望能盡量保存校園植物馬櫻丹的精油成分，此外，**我們希望能達到環保及資源再利用的目的**，使修剪後的馬櫻丹不是只有做堆肥，而是萃取精油後再去做堆肥，如此更加**提高馬櫻丹的價值**；也可以提供同學們瞭解如何精鍊校園其他植物的參考。最後鑑定其成分用當季的植物發展特色伴手禮，如精油香皂、洗手乳與化妝品…等。除了本校同學之外，希望能進一步推廣於社區大學或一般民眾，讓隨手可得的馬櫻丹成為免費且可以利用的資源，而不再只是垃圾或是堆肥，讓這些落葉變成黃金。

## 貳、研究目的

### 一、能從馬櫻丹萃取出精油並符合以下三點條件：

- (一) 在相同條件之下萃取精油的量較多。
- (二) 做出有抑菌效果的精油。
- (二) 純精油放置至少半年都不會發霉。

### 二、討論哪一種萃取精油方法對校園和社區是最佳 CP 值。使用減壓濃縮裝置蒸餾校園植物馬櫻丹，以找出萃取精油的最佳條件並比較萃取出的精油為目的。而蒸餾最後蒐集於容器中的液體，分為兩層，上層為精油，下層為純露。

### 三、依據第一和第二項目找出最佳條件，實驗架構如圖 1 所示，實驗進度如圖 2 所示(2018/5-2019/6)。

#### (一) 利用馬櫻丹葉片進行烘乾實驗的比較與最佳條件的設定：

1. 實驗一：探討有無烘乾的影響。
2. 實驗二：探討烘乾時間的影響。
3. 實驗三：探討烘乾溫度的影響。

#### (二) 利用馬櫻丹葉片進行浸泡實驗的比較與最佳條件的設定：

1. 實驗四：探討泡水時間的影響。
2. 實驗五：探討泡水溫度的影響。
3. 實驗六：探討浸泡葡萄籽油的影響。

#### (三) 利用馬櫻丹葉片進行萃取實驗的比較與最佳條件的設定：

1. 實驗七：探討蒸餾時葉片的有無是否影響萃取的結果。
2. 實驗八：探討蒸餾時溫度的影響。
3. 實驗九：探討蒸餾時第一滴蒸餾液滴出後蒐集時間的影響。

#### (四) 利用馬櫻丹花瓣進行萃取實驗的比較與最佳條件的設定：

1. 實驗十：探討蒸餾時花瓣的有無是否影響萃取的結果。

#### (五) 利用紙錠擴散法以大腸桿菌與金黃色葡萄球菌進行抑菌實驗，比較其抑菌效果：

1. 實驗十一：探討自製精油與市售精油對大腸桿菌的抑菌效果。
2. 實驗十二：探討自製馬櫻丹葉片與花瓣精油對大腸桿菌抑菌效果的比較。
3. 實驗十三：探討精油蒐集時間對大腸桿菌與金黃色葡萄球菌的抑菌效果。

#### (六) 精油成分分析(委外)：

1. 實驗十四：傅立葉轉換紅外線光譜儀(FT-IR)分析精油。
2. 實驗十五：氣相層析質譜儀(GC-MS)分析精油。

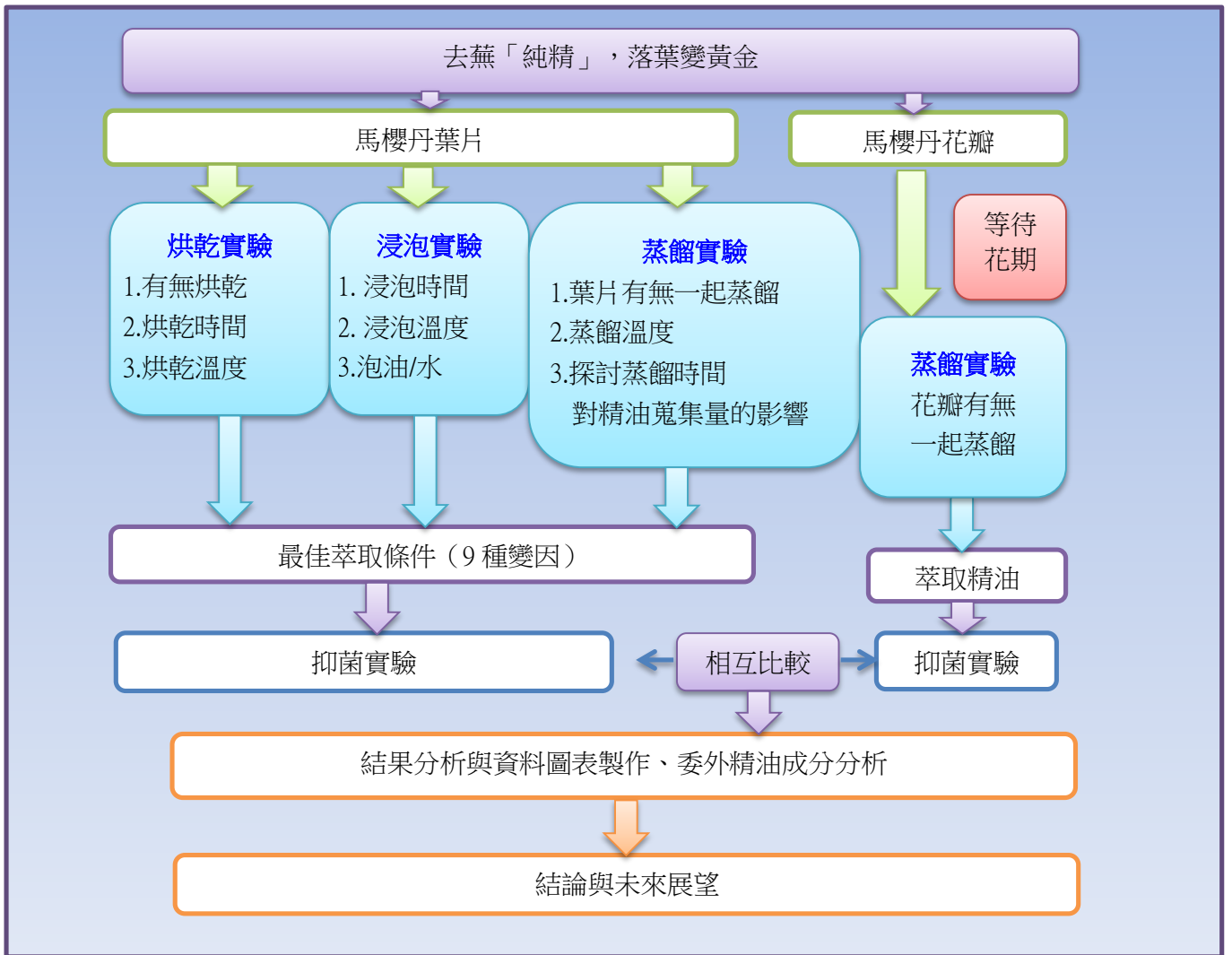


圖 1 實驗架構圖

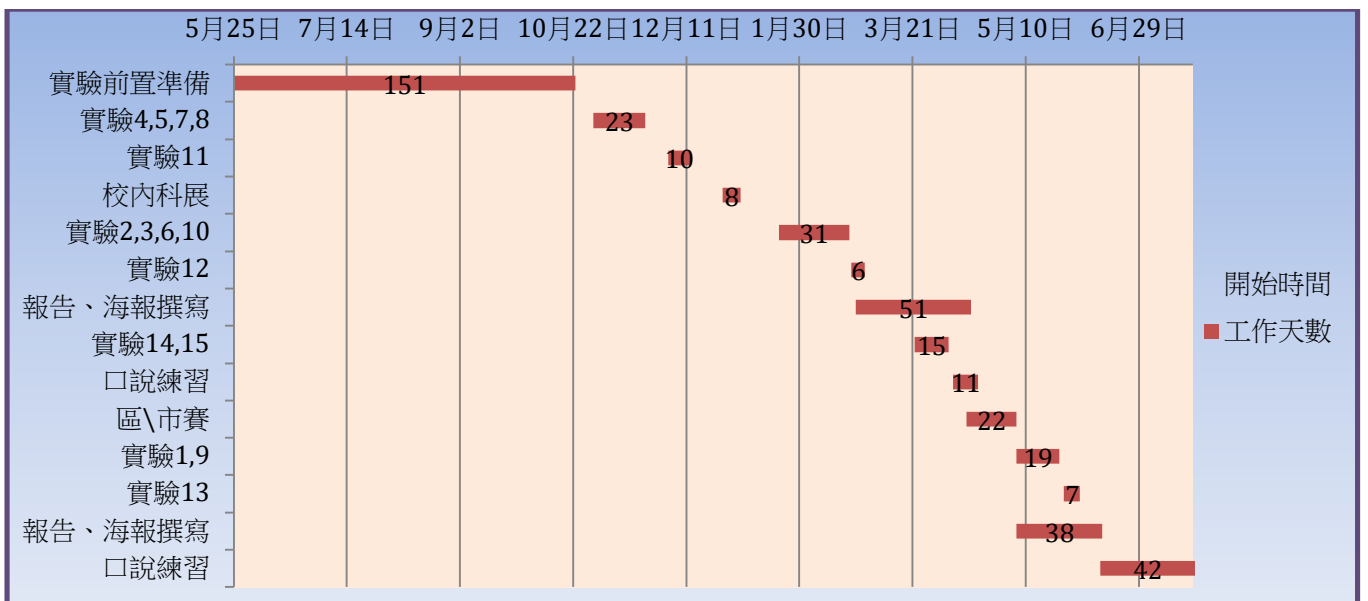


圖 2 實驗進度甘特圖(Gantt chart)

## 參、研究設備及器材

表 1 實驗設備與器材

					
野生紫花馬櫻丹 ( <i>Lantana camara</i> )	殺菌釜 (Autoclave)	恆溫震盪培養箱 (shaker)	真空抽取裝置 (Water aspirator)	蒸餾水機 (Distilled water)	恆溫水浴鍋 (Water bath cauldron)
					
精油瓶 (Vial)	濾紙 (Filter paper)	標籤 (Label sticker)	培養皿 (Petri dish)	打洞器 (Hole puncher)	鑷子 (Tweezers)
					
乳膠手套 (Latex gloves)	無菌棉花 (Sterile cotton ball)	微量吸管 (Pipette)	大腸桿菌 ( <i>E. coli</i> )	紅外線光譜儀 (Infrared spectrometer)	氣相層析質譜儀 (GC-MS)
					
玻璃滴管 (Dropping pipet)	微量吸管 (Pipette)	電子秤 (Electronic scale)	冰箱 (Refrigerator)	燒杯 (Beaker)	漏斗 (Funnel)
					
錐形瓶 (Erlenmeyer flask)	無菌操作台 (Laminar bench)	馬櫻丹花瓣 ( <i>Lantana camara</i> flower)	葡萄籽油 (Grape seed oil)	NA 培養基 (Nutrient agar)	隔熱手套 (Insulation gloves)
					
血清瓶 (Serum bottle)	酒精燈 (Alcohol burner)	接菌環/棒 (Smear loop)	金黃色葡萄球菌 ( <i>Staphylococcus aureus</i> )	厚紙板 (Cardboard)	市售精油 (Essential oil)

## 肆、研究過程與方法

### 一、文獻回顧

討論精油的文獻很多，但是以馬櫻丹為主題而萃取精油的方法文獻並沒有。比較其他精油的萃取方式與應用，精油能透過各種物理化學的萃取方式，從植物的葉片、花朵、果皮、種子、根部、樹皮、樹脂等部位，分離提煉而得到，大部分精油都是以蒸餾法而來，而柑橘類精油則多半以冷壓法製備而得。常用的精油萃取方式有蒸餾法、有機溶劑萃取法、冷壓法及臨界二氧化碳萃取法。

本研究所採取的減壓濃縮法採取減壓的好處就是可以避免以下其他萃取方法的壞處發生。傳統的精油萃取方法是採用常壓水蒸氣蒸餾法和溶劑萃取法。其中水蒸氣蒸餾法是目前最廣泛應用的一種方法，適用於揮發性的、水中溶解度不大的成分，分為直接、間接、直間接並用法，但水蒸氣蒸餾法消耗能量大，萃取的產品產率低，由於操作溫度較高經常引起精油中熱敏成分的熱裂解和易水解成分的水解使活性成分被破壞，部分成分可能損失使產品失去新鮮的風味，所萃取的精油必須除去夾帶的水分，以防止霉變，延長產品的儲存和保質期。

有機溶劑萃取法是利用揮發性有機溶劑連續回流萃取或冷浸萃取，該方法精油回收率較高，但因植物體中的樹脂、油脂和蠟等也同時被萃取出，致使精油雜質含量較多，需進一步精製。但主要缺點是有機溶劑殘留、有毒、萃取時間長、效率低、萃取不完全。冷壓法是將精油含量較豐富的原料如柑橘等粉碎壓榨，從植物組織中將精油擠壓出來，然後靜置分層或用離心機分出油份即得粗製精油。該方法可在室溫下操作，所得揮發油可保持原有香味故品質較好，但所得精油不純，可能含有水分、葉綠素、粘液質及細胞組織等雜質而呈渾濁狀態；同時很難將揮發油完全壓榨出來，精油榨出率低。同時蒸餾法（simultaneous Distillation Extraction, SDE）是將樣品蒸汽和萃取溶劑的蒸汽在密閉的裝置中充分混合，反覆萃取得到精油。此方法操作簡單產率較高但是長時間的高溫蒸煮產生較多的人為副產物，香氣失真。臨界二氧化碳萃取法是利用溫度、壓力處於臨界點的超臨界流體作為溶劑進行選擇性萃取的方法。具有萃取過程易控制、萃取效率高、無溶劑殘留、萃取條件溫和等優點，廣泛應用於精油的萃取分析。但是此設備昂貴，一般學校無法購買。

本研究為了不破壞馬櫻丹本身應有的微量物質，嘗試尋找較低溫的萃取方式。經與指導老師討論後發現，以減壓的方式可讓蒸餾時的沸點降低，故嘗試以有別一般蒸餾的減壓濃縮法，利用學校現有的旋轉減壓濃縮機蒸餾馬櫻丹葉片與花瓣，在減壓條件下連續蒸餾，除了可以分離和純化精油外，也不需要加熱至 100℃，減少了高溫可能影響馬櫻丹精油萃取效果的疑慮。

## 二、名詞解釋：

- (一)減壓濃縮法 (Steam Distillation)：直接將植物泡在水中，讓植物裡的精油溶出來。再將它加熱，精油蒸發後經過導管冷凝成液體。精油會在上層，而純露在下層。
- (二)巴斯德殺菌法 (Pasteurization)：是用水蒸汽的高溫高壓對物品進行滅菌處理的方式。通常的處理條件是在 1.21 大氣壓高壓飽和蒸汽 121 攝氏度下處理 15~20 分鐘。
- (三)洋菜膠 (Agar)：需具有良好凝膠性能，金屬離子濃度低特性，熔點達 100 度，用來分離純菌，大多數微生物無法將其分解。
- (四)LB 培養基 (LB Broth)：微生物學實驗中最常用的營養性培養基，用於培養大腸桿菌等細菌，分為液態培養基和加入瓊脂製成的固態培養，篩選以大腸桿菌為宿主的選殖。
- (五)LB 培養液(LB Culture medium)：重要成分包含酵母菌蒸餾物 (Yeast extract) 和蛋白月朮 (Tryptone)。其形式為液態或是固態培養基。液體培養基是將各成份溶於純水中。若加入洋菜 (Agar) 則會成為固體培養基。洋菜是固體微生物培養基理想的凝固劑。具有良好的溶解性。固體洋菜會在 90~100°C 會溶解。液體洋菜會在約 42°C 時凝固。
- (六)紙錠擴散法 (Disk Diffusion Method)：其方法為將溶劑含浸於濾紙上，另準備培養基於培養皿中，待培養基凝固後，將菌液均勻的分布於培養基表面上，將含浸好試樣之濾紙放於培養基表面上，以 37°C 培養，觀察結果，記錄每試樣對細菌抑制生長的直徑。
- (七)抑菌環 (Zone of inhibition)：使用紙錠擴散法做抑菌實驗，若溶劑有抑菌效果，濾紙四周會立即形成一環圈，可測量直徑比較抑菌效果。
- (八)稀釋法 (Dilution method)：常用於決定試劑對微生物抑制或致死的最低濃度。
- (九)傅立葉轉換紅外線光譜法 (FT-IR Spectroscopy)：是一種用來獲得固體, 液體或氣體的紅外線吸收光譜以及各種官能基的特徵頻率的技術。
- (十)氣相層析質譜法 (Gas Chromatography-Mass Spectroscopy)：是將混合物樣品注入氣相層析儀中，在層析柱上進行分離之後進入質量分離器，最後可以得到不同組分之質譜圖。

### 三、萃取精油的方法：

以減壓濃縮法萃取精油流程如下：

#### (一) 葉片前置處理：

1. 實驗前一天要將無菌操作臺的殺菌燈打開(讓無菌操作台隔夜殺菌)。
2. 把器材放在殺菌釜中殺菌 30 分鐘，或者用酒精殺菌(巴斯德殺菌法，以 1.21 大氣壓、121℃，殺菌 15~20 分鐘)。
3. 葉片放入錐形瓶，並放進恆溫震盪培養箱(關閉震盪功能)烘乾。
4. 將烘乾的葉片 6g 放入錐形瓶用棉花塞住瓶口。放入殺菌釜中殺菌 30 分鐘。
5. 泡無菌水，用棉花塞住瓶口，放入恆溫震盪培養箱(關閉震盪功能)。

#### (二) 減壓濃縮法實驗步驟：

1. 開恆溫水浴鍋，依實驗目的設定溫度。裝上瓶子，並轉緊排氣孔。
2. 把濃縮蒸餾裝置調整到適當的高度。等到溫度到達設定值時，開啟濃縮蒸餾裝置，設定轉速。
3. 開啟減壓抽取裝置。(蒸餾精油待精油釋出第一滴後，蒐集 5 分鐘)。
4. 關閉恆溫水浴鍋和濃縮蒸餾裝置。轉開排氣孔吸氣。關閉減壓抽取裝置。取下瓶子並測量精油體積與質量。

#### (三) 萃取之後續保存：

1. 將裝有精油的瓶子放在無菌操作臺，並開啟紫外線燈殺菌。
2. 放於冰箱低溫保存。
3. 萃取精油的步驟如圖 3 所示。

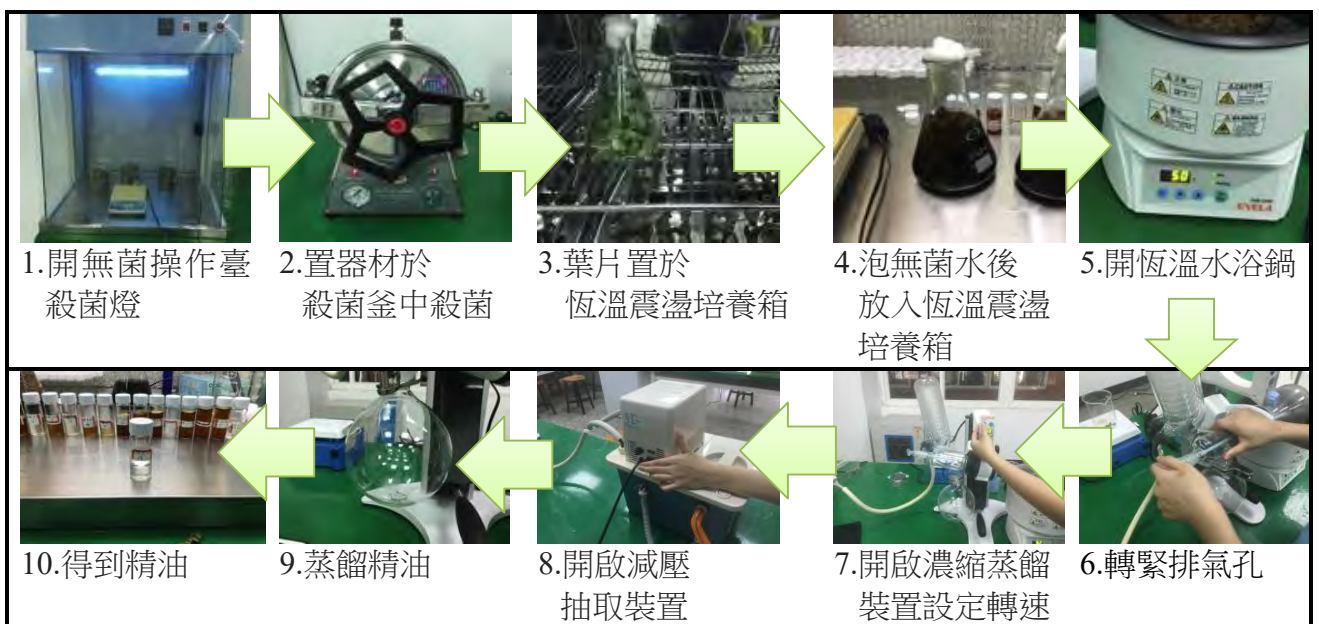


圖 3 萃取精油的步驟



#### 四、抑菌實驗步驟：

##### (一) 培養基的製作：

1. 把放在冷凍（-80°C）的大腸桿菌放入震盪培養箱（關閉震盪功能）37°C 培養 24 小時。
2. 準備 500 ml 的（蒸餾）水並平均倒入兩個燒杯中。
3. 準備 14g 的 NA 培養基倒入燒杯中均勻攪拌直到內部的粉末完全溶解為止。
4. 將溶解後的溶液放入兩個血清瓶中（不能關緊），並放入殺菌釜中以巴斯德殺菌法殺菌 30 分鐘。
5. 將殺菌後的液體放入個塑膠培養皿中(厚度 4mm)，並等待液體凝固成膠狀。
6. 配置培養基步驟如圖 4 所示。

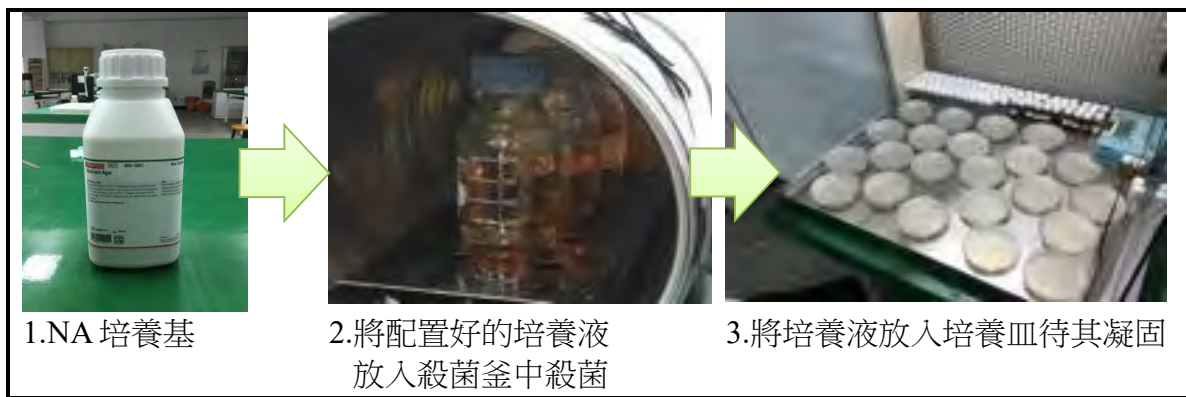


圖 4 配置培養基步驟

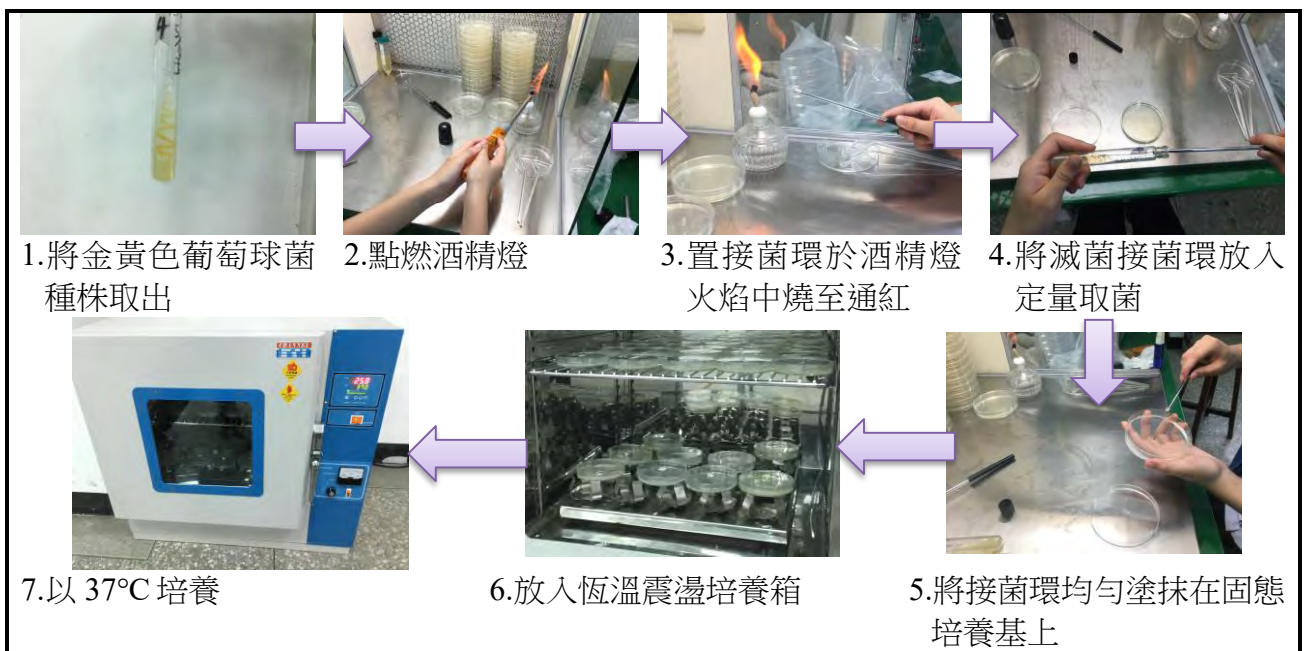


圖 5 接菌實驗步驟

## (二) 接菌實驗步驟（大腸桿菌和金黃色葡萄球菌）：

1. 取出置於冰箱的大腸桿菌和金黃色葡萄球菌。
2. 將接菌環置於酒精燈上方燃燒，使其達到殺菌的效果。
3. 將接菌環放入大腸桿菌/金黃色葡萄球菌中使接菌環上布滿菌種。
4. 將菌種塗抹在固態培養基上。再放入恆溫震盪培養箱以 37°C 培養（關閉震盪功能）24 小時。
5. 接菌實驗步驟如圖 5 所示（以金黃色葡萄球菌為例）。

## (三) 紙錠擴散法步驟：

1. 將厚紙板用打洞機打成直徑約 0.6 公分的圓形大小紙錠。
2. 將紙錠用雙面膠貼在培養基上。
3. 使用微量吸管將 0.015ml 的精油滴在紙錠上。
4. 再放入恆溫震盪培養箱以 37°C 培養（關閉震盪功能）24 小時。
5. 紙錠擴散法步驟如圖 6 所示。



圖 6 紙錠擴散法步驟

## (四) 抑菌效果與實驗後的紀錄：

1. 每三個小時觀察一次含有精油的紙錠和接菌後的培養皿。
2. 拍照並紀錄抑菌環出現的時間，並持續到抑菌環消失。
3. 丟棄前，先將培養基放入殺菌袋中以殺菌釜殺菌。

## 五、精油成分分析

萃取之後精油的精油必須確定其成分，以及每次萃取後的精油都是相同的內容物。因學校無此精密儀器設備，故本研究委託儀器廠商交由有紅外光譜儀與氣相層析質譜儀研究單位代為檢驗與學習原理和操作。

### (一) 紅外線光譜儀(FT-IR)之分析：

#### 1. 分析原理：

紅外光譜儀主要是使用中紅外光譜區，利用物質吸收能量使官能基產生振動或轉動而產生吸收光譜。常用來確定有機化合物的分子結構，但是如果是混合物質就需要結合其他的儀器如 GC-MS 來一起判斷結構。

## 2. 實驗步驟：

- (1)以毛細管抽取上層的精油或下層的純露。
- (2)先設定儀器掃描光譜的條件如掃描次數與解析度，再掃描未放樣品時的光譜為背景。
- (3)將毛細管抽取後的精油放置於樣品載物台上，再掃描樣品。
- (4)將得到的精油光譜圖與電腦資料庫做比對。

## (二) 氣相層析質譜儀(GC-MS)之分析：

### 1. 分析原理：

氣相層析質譜儀是結合氣相層析分析與質譜分析，樣品經由流動相的攜帶而流經固定相。因樣品的混合物中有不同的移動速率，而將樣品中的成分分離。而分離後的樣品再經由高速的電子碰撞分子，使其斷裂分離成碎片。由碎片的質量-電荷比分析可得到分子量，再經由電腦圖譜分析比對可得到可能的分子式與結構。

### 2. 實驗步驟：

- (1)將抽取上層精油放進樣品瓶中放進氣相層析樣品槽中。
- (2)設定氣相層析的溫度、條件及時間並設定質譜儀的溫度與條件。
- (3)開始分析樣品、等 GC 圖譜出現後在依照出現的時間去分析其質譜圖。
- (4)將得到的圖譜與電腦資料庫做比對。

## 伍、 研究結果

本研究從實驗一到實驗九找尋的最佳萃取條件都是設定為出現第一滴蒸餾液後收集 5 分鐘。

### 第一部分：烘乾實驗（實驗一、二與三）

#### 實驗一、探討有無烘乾的影響：

- (一)實驗目的：探討葉片有無烘乾與烘乾時間對純露、精油的量與密度的影響，並找出最佳烘乾時間。
- (二)實驗設計：

操縱變因	有無烘乾與烘乾時間
控制變因	乾葉片重 6g、烘乾溫度 35°C、泡水時間 23 小時、泡水溫度 35°C、泡水 200ml、加熱溫度 50°C、第一滴蒸餾液滴出後蒐集 5 分鐘
應變變因	蒸餾液總體積(純露體積加精油體積)、蒸餾液總重量(純露重量加精油重量)、精油體積、蒸餾液密度、顏色、第一滴蒸餾液滴出的時間

(三) 實驗結果：

表 2 葉片有無烘乾實驗之數據

項目	顏色	總體積 (ml)	總重量 (g)	精油體積 (ml)	蒸餾液密度 (g/cm <sup>3</sup> )	第一滴蒸餾液 滴出時間
無烘乾	透明	0.7	0.7	0.1	1	7'42''
有烘乾	透明	3	2.8	0.2	0.93	1'25''

實驗二、探討烘乾時間的影響：

(一) 實驗目的：探討葉片有無烘乾與烘乾時間對純露、精油的量與密度的影響，並找出最佳烘乾時間。

(二) 實驗設計：

操縱變因	有無烘乾與烘乾時間
控制變因	乾葉片重 6g、烘乾溫度 35°C、泡水時間 23 小時、泡水溫度 35°C、泡水 200ml、加熱溫度 50°C、第一滴蒸餾液滴出後蒐集 5 分鐘
應變變因	蒸餾液總體積(純露體積加精油體積)、蒸餾液總重量(純露重量加精油重量)、精油體積、蒸餾液密度、顏色、第一滴蒸餾液滴出的時間

(三) 實驗結果：

表 3 葉片烘乾不同時間實驗之數據

烘乾時間 (小時)	顏色	總體積 (ml)	總重量 (g)	精油體積 (ml)	蒸餾液密度 (g/cm <sup>3</sup> )	第一滴蒸餾液 滴出時間
18	透明	4.7	4	0.2	0.85	1'08''
23	透明	3	2.8	0.2	0.93	1'25''

實驗三、探討烘乾溫度的影響：

(一) 實驗目的：探討葉片放進恆溫震盪培養箱烘乾時間對純露、精油量與密度的影響，並找出最佳烘乾溫度。

(二) 實驗設計：

操縱變因	烘乾溫度
控制變因	乾葉片重 6g、烘乾時間 23 小時、泡水時間 23 小時、泡水溫度 35°C、泡水 200ml、加熱溫度 50°C、第一滴精油滴出後蒐集 5 分鐘
應變變因	蒸餾液總體積、蒸餾液總重量、精油體積、蒸餾液密度、顏色、第一滴蒸餾液滴出的時間

(三) 實驗結果：

表 4 葉片烘乾不同溫度實驗之數據

烘乾溫度 (°C)	顏色	總體積 (ml)	總重量 (g)	精油體積 (ml)	蒸餾液密度 約 (g/cm <sup>3</sup> )	第一滴蒸餾液 滴出時間
65	透明	1.2	0.8	0.1	0.67	0'32''
35	透明	3	2.8	0.2	0.93	1'25''

## 第一部分烘乾實驗討論：

- (一)對於蒸餾前葉片需不需要烘乾做了實驗。在其餘的條件相同下，結果如表 2 所示。葉片未經烘乾就直接浸泡水，葉片未烘乾時所萃取的蒸餾液其密度為 1，趨近於水的密度，合理的懷疑其萃取出來的精油量幾乎是沒有的。因此精油最佳的萃取條件第一步需要葉片進行烘乾。
- (二)對於烘乾的時間，我們比較了烘乾 18 小時與 23 小時。由實驗結果，如表 3 所示。蒸餾液密度在葉片烘乾 18 小時之後，其密度小於烘乾 23 小時，比較接近期望的精油密度，烘乾所以精油最佳的萃取條件為烘乾 18 小時。
- (三)烘乾溫度的實驗結果如表 4 所示，發現葉片烘乾 65°C 之後，第一滴蒸餾液出來的較快，時間比烘乾 35°C 快很多，但蒸餾出的總量較少，其精油的量也較少。實驗證明精油最佳的萃取條件以 35°C 烘乾為最佳條件。

## 第二部分：浸泡實驗（實驗四、五與六）

### 實驗四、探討泡水時間的影響：

- (一)實驗目的：探討葉片放進恆溫震盪培養箱泡水時間對純露、精油的量與密度的影響，並找出最佳泡水時間。
- (二)實驗設計：

操縱變因	泡水時間
控制變因	乾葉片重 6g、烘乾時間 23 小時、烘乾溫度 35°C、泡水溫度 35°C、泡水 200ml、加熱溫度 50°C、第一滴精油滴出後蒐集 5 分鐘
應變變因	蒸餾液總體積、蒸餾液總重量、精油體積、蒸餾液密度、顏色

- (三)實驗結果：

表 5 葉片泡水不同時間實驗之數據

泡水時間 (小時)	顏色	總體積 (ml)	總重量 (g)	精油體積 (ml)	蒸餾液密度 約 (g/cm <sup>3</sup> )	泡水時間 (小時)
18	黃色	5	4.7	0.5	0.94	18
23	透明	4.2	3.9	0.2	0.93	23

### 實驗五、探討泡水溫度的影響：

- (一)實驗目的：探討葉片放進恆溫震盪培養箱泡水時的溫度對純露、精油的量與密度的影響，並找出最佳的泡水溫度。

(二) 實驗設計：

操縱變因	泡水溫度
控制變因	乾葉片重 6g、烘乾時間 23 小時、烘乾溫度 35°C、泡水時間 23 小時、泡水 200ml、加熱溫度 50°C、第一滴蒸餾液滴出後蒐集 5 分鐘
應變變因	蒸餾液總體積、蒸餾液總重量、精油體積、蒸餾液密度、顏色

(三) 實驗結果：

表 6 葉片泡水不同溫度實驗之數據

泡水溫度(°C)	顏色	總體積(ml)	總重量(g)	精油體積(ml)	蒸餾液密度約(g/ cm <sup>3</sup> )
65	透明	5.3	5.0	0.2	0.94
35	透明	4.2	3.9	0.2	0.93

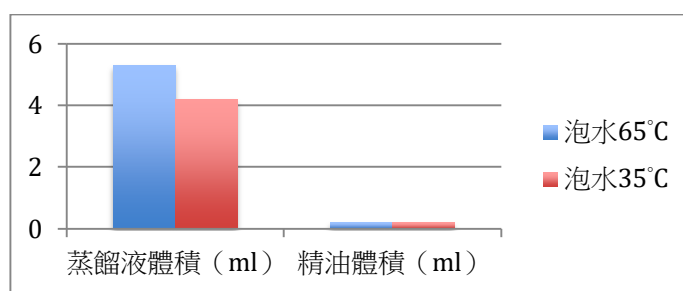


圖 7 泡水溫度不同對精油量的影響

實驗六、探討浸泡葡萄籽油的影響：

(一) 實驗目的：探討泡葉片的液體對純露、精油的量與密度的影響，並找出最佳的浸泡液體，並找出最佳浸泡溶液。

(二) 實驗設計：

操縱變因	使用葡萄籽油浸泡葉片
控制變因	乾葉片重 6g、烘乾溫度 35°C、烘乾時間 23 小時、泡水時間 23 小時、泡水溫度 35°C、泡油 200ml、加熱溫度 50°C、第一滴蒸餾液滴出後蒐集 5 分鐘
應變變因	蒸餾液總體積、蒸餾液總重量、精油體積、蒸餾液密度、顏色、第一滴蒸餾液滴出時間

(三) 實驗結果：

表 7 葉片泡油與泡水實驗之數據

浸泡用的物質	顏色	總體積 (ml)	總重量 (g)	精油體積 (ml)	蒸餾液密度約 (g/ cm <sup>3</sup> )	第一滴蒸餾液滴出時間
油	透明	1.6	0.7	0.1	0.44	2'20''
水	透明	3	2.8	0.2	0.93	1'25''

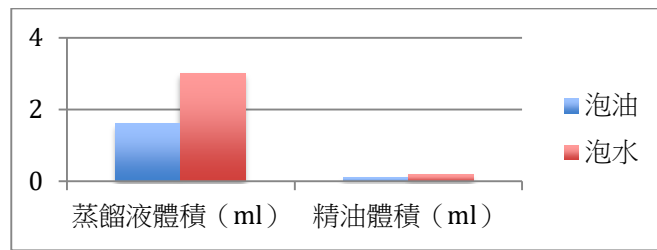


圖 8 浸泡油和浸泡水對精油量的影響

## 第二部分浸泡實驗討論：

- (一) 浸泡時間實驗結果如表 5 所示，泡水時間 18 小時與 23 小時比較，雖然泡 18 小時萃取出來的精油量比較多。但泡 18 小時所蒸餾到的精油較容易發霉，因此實驗證明最佳精油的萃取條件葉片以 23 小時泡水時間為最佳條件。
- (二) 浸泡溫度實驗結果如表 6 與圖 7 所示，泡水 35°C 和 65°C 蒸餾出的精油體積無顯著差異。雖然蒸餾液的總體積以 65°C 泡水的溫度較多，但是泡水溫度過高可能會破壞原本葉片裡的微量物質。因此最佳精油的萃取條件葉片以 35°C 泡水溫度為最佳條件。
- (三) 泡油或泡水實驗結果如表 7 與圖 8 所示，葉片用油浸泡後所蒸餾出總體積極少，表示純露的量只有 1.5ml 而葉片泡水可得到的純露有 2.8ml。而葉片泡水蒸餾液的密度為 0.93 g/cm<sup>3</sup>，比較接近精油的密度。以油浸泡葉片蒸餾出第一滴蒸餾液所需的時間較久，推測因為油的沸點較高所以需要比較久的時間，文獻上的浸泡油而萃取精油通常都要泡超過一個月才能讓精油釋出。因此最佳精油的萃取條件以葉片泡水為最佳條件。

## 第三部分：蒸餾實驗（實驗七、八與九）

### 實驗七、探討蒸餾時葉片的有無是否影響萃取的結果：

- (一) 實驗目的：探討葉片泡水過後是否要一起放進機器蒸餾對純露、精油的量與密度的影響，並找出最佳蒸餾時的條件。
- (二) 實驗設計：

操縱變因	蒸餾時是否把葉片一起放入萃取
控制變因	乾葉片重 6g、烘乾溫度 35°C、烘乾時間 23 小時、泡水時間 23 小時、泡水溫度 35°C、泡水 200ml、加熱溫度 50°C、第一滴蒸餾液滴出後蒐集 5 分鐘
應變變因	蒸餾液總體積、蒸餾液總重量、精油體積、蒸餾液密度、顏色

- (三) 實驗結果：

表 8 葉片有無一起加熱蒸餾實驗之數據

葉片蒸餾	顏色	總體積(ml)	總重量(g)	精油體積(ml)	蒸餾液密度約(g/cm <sup>3</sup> )
無	透明	3	2.8	0.2	0.93
有	透明	5	4.8	0.1	0.96

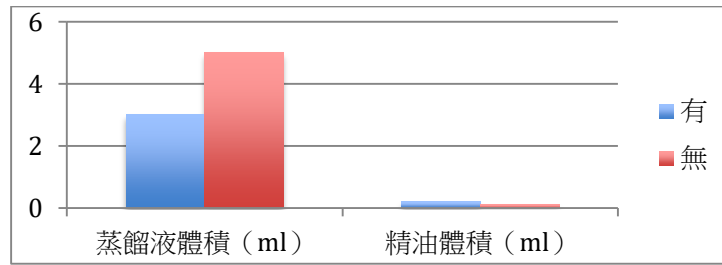


圖 9 葉片有無一起加熱蒸餾對精油量的影響

實驗八、探討蒸餾溫度的影響：

(一)實驗目的：探討在減壓濃縮裝置蒸餾時的溫度對純露、精油的量與密度的影響，並找出最佳蒸餾溫度。

(二)實驗設計：

操縱變因	蒸餾溫度
控制變因	乾葉片重 6g、烘乾溫度 35°C、烘乾時間 23 小時、泡水時間 23 小時、泡水溫度 35°C、泡水 200ml、無葉片一起放入機器中、第一滴精油滴出後蒐集 5 分鐘
應變變因	蒸餾液總體積、蒸餾液總重量、精油體積、蒸餾液密度、顏色

(三)實驗結果：

表 9 不同溫度蒸餾實驗之數據

蒸餾設定的溫度	顏色	總體積(ml)	總重量(g)	精油體積(ml)	蒸餾液密度
30°C		無蒸餾出液體			
40°C	透明	0.7	0.4	0.2	0.57g/ cm <sup>3</sup>
50°C	透明	4.2	3.9	0.2	0.93g/ cm <sup>3</sup>
60°C	淺咖啡色	43.5	42.5	0.5	0.98g/ cm <sup>3</sup>
70°C	本儀器恆溫水浴鍋無法達到此溫度				

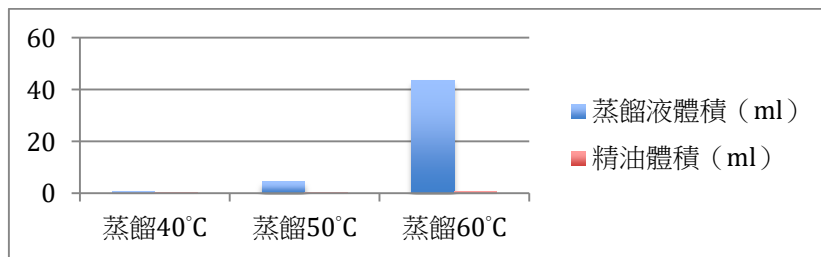


圖 10 蒸餾溫度不同對蒸餾液量的影響



圖 11 透明無色之精油



圖 12 咖啡色之精油



圖 13 發霉之精油



### 實驗九、探討蒸餾時第一滴蒸餾液滴出後蒐集時間的影響：

(一)實驗目的：探討在減壓濃縮裝置蒸餾時第一滴蒸餾液滴出後蒐集時間對純露、精油的量與密度的影響，並找出最佳蒸餾液的蒐集時間。

(二)實驗設計：

操縱變因	蒐集時間
控制變因	乾葉片重 6g、烘乾溫度 35°C、烘乾時間 23 小時、泡水時間 23 小時、泡水溫度 35°C、泡水 200ml、無葉片一起放入機器中、蒸餾溫度
應變變因	蒸餾液總體積、蒸餾液總重量、精油體積、蒸餾液密度、顏色、第一滴蒸餾液滴出時間

(三)實驗結果：

表 10 蒸餾液蒐集時間實驗之數據

樣品編號	蒐集時間	顏色	總體積 (ml)	總重量 (g)	精油體積 (ml)	蒸餾液密度約 (g/cm <sup>3</sup> )	第一滴蒸餾液滴出時間
5 分鐘(1)	5	透明	1.9	1.8	0.2	0.95	2'47"
5 分鐘(2)	5	透明	2.2	2	0.1	0.91	2'38"
5 分鐘(3)	5	透明	1.8	1.8	0.1	1	1'03"
10 分鐘(1)	10	透明	6.5	6.3	0.1	0.97	1'24"
10 分鐘(2)	10	透明	4.4	4.2	0.2	0.95	2'31"
10 分鐘(3)	10	透明	5.2	5	0.2	0.96	2'03"
15 分鐘(1)	15	透明	6.1	5.9	0.1	0.97	3'39"
15 分鐘(2)	15	透明	7	6.9	0.1	0.99	3'03"
15 分鐘(3)	15	透明	5.2	5.1	0.1	0.98	2'19"
20 分鐘(1)	20	透明	7.8	7.6	0.1	0.94	2'27"
20 分鐘(2)	20	透明	8.4	8.2	0.1	0.98	1'44"
20 分鐘(3)	20	透明	11.6	12.4	0.3	1.07	2'13"

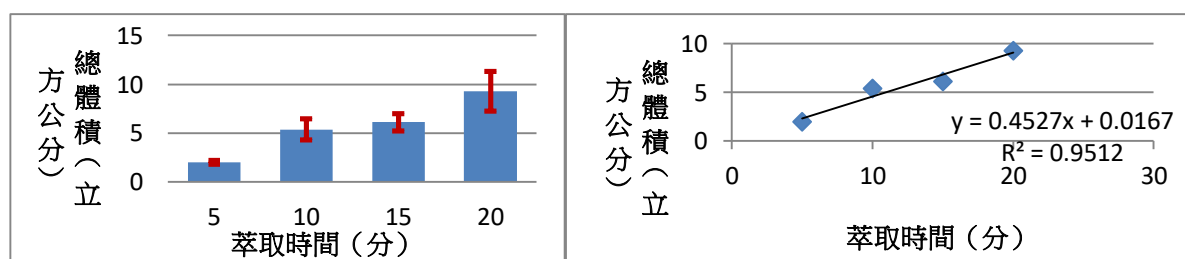


圖 14 萃取時間與萃取總體積及其回歸分析

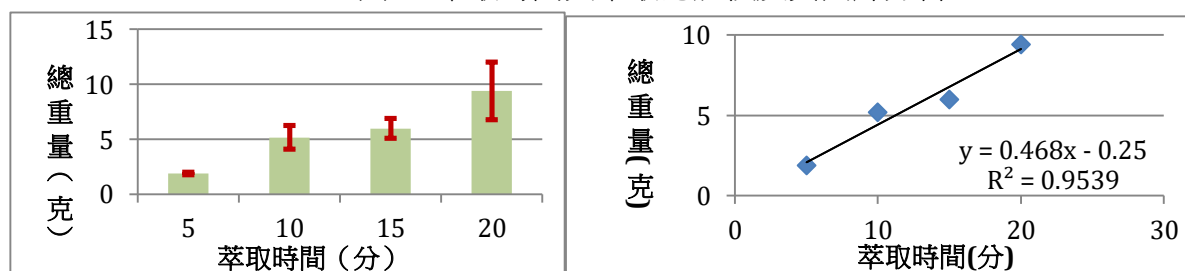


圖 15 萃取時間與總重量及其回歸分析

### 第三部分蒸餾實驗討論：

- (一)有無葉片一起蒸餾實驗結果如表 8 與圖 9 所示，有葉片在蒸餾裝置中一起蒸餾所得到的蒸餾液總體積雖然比較多，但是得到的精油體積比無葉片的精油體積少。蒸餾液的密度以無葉片蒸餾的密度比較接近精油期望的密度。蒸餾時把葉片放進機器一起蒸餾會造成蒸餾完清洗不易，因此最佳精油的萃取條件是不需要把葉片放入機器一起蒸餾。
- (二)蒸餾溫度實驗結果如表 9 與圖 10 所示，恆溫水浴鍋設定 40°C 與 50°C 所蒸餾出來的精油，為透明無色（如圖 11），較不容易發霉，因此效果最好。恆溫水浴鍋使用越高溫的溫度（60°C）蒸餾葉片，越快蒸餾出液體。但顏色為咖啡色（如圖 12）而且容易發霉（如圖 13）。溫度太高蒸餾出的蒸餾液容易產生質變。因此蒸餾時設定的溫度不能太高。而溫度太低如 30°C 蒸餾時等待第一滴精油滴出的時間較久，不易蒸餾。因此也不是合設定為蒸餾時的溫度。因此最佳精油的萃取條件是蒸餾時的溫度設定為 50°C，其密度也比較符合精油一般的密度。
- (三)蒸餾時間的影響在實驗中設定第一滴蒸餾液滴出後蒐集 5、10、15 與 20 分鐘，每一種蒐集時間均做三次重複實驗，其結果如表 10 所示。隨著蒐集時間越長其蒸餾液的總體積與總重量也隨之增加。雖然總體積增加，但是萃取出精油量在四種不同時間卻相似，表示增加的是純露的量。也就是固定葉片的量去浸泡固定體積的水，其萃取出純精油的量是有一定的，並不會隨著蒸餾的時間長短而有所太大的差異。但是純露的量卻增加很多。其回歸線如圖 14 及 15 所示。與總體積的關係  $R^2=0.9512$  而與總重量的關係  $R^2=0.9539$ 。而重複三次實驗的結果在蒸餾五分鐘其平均密度為 0.95 與蒸餾二十分鐘後的平均密度相同，必較接近所期望的精油密度。

### 第一~第三部分總結:

本實驗所設定的最佳蒸餾條件：烘乾溫度 35°C、烘乾時間 18 小時、泡水時間 23 小時、泡水溫度 35°C、泡水 200ml、蒸餾溫度 50°C，而蒸餾液在第一滴滴出後設定蒐集 20 分鐘，效率最好。因為萃取出來的總蒸餾液最多，密度最接近所預期的精油密度。

### 第四部分：花瓣蒸餾實驗（實驗十）

#### 實驗十、探討蒸餾時花瓣的有無是否影響萃取的結果：

- (一)實驗目的：探討花瓣泡水過後是否要一起放進機器蒸餾對純露、精油的量與密度的影響，並找出最佳蒸餾時的條件。

(二)實驗設計：

操縱變因	蒸餾時是否把花瓣一起放入萃取
控制變因	花瓣乾重 20g、烘乾溫度 35°C、烘乾時間 23 小時、泡水時間 23 小時、泡水溫度 35°C、泡水 200ml、加熱溫度 50°C、第一滴蒸餾液滴出後蒐集 5 分鐘
應變變因	蒸餾液總體積、蒸餾液總重量、精油體積、蒸餾液密度、顏色

(三)實驗結果：

表 11 花瓣有無一起加熱蒸餾實驗之數據

葉片蒸餾	顏色	總體積(ml)	總重量(g)	精油體積(ml)	蒸餾液密度約(g/ cm <sup>3</sup> )
無	透明	2.2	1.9	0.2	0.86
有	透明	3.8	3.9	0.1	1.03

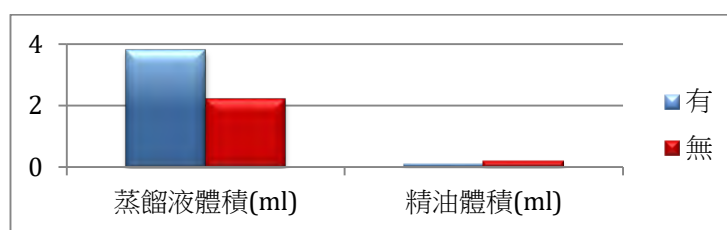


圖 16 花瓣有無一起加熱蒸餾對精油量的影響

(四)實驗討論：

實驗結果如表 11 與圖 16 所示，實驗結果發現加入花瓣蒸餾出的純露量較多，而僅用浸泡花瓣 23 小時後的水蒸餾，萃取效率較差。而做了抑菌實驗後，我們發現有加入花瓣蒸餾出的精油其抑菌效果較沒放入花瓣所蒸餾出的精油佳。

第五部分：抑菌實驗（實驗十一、十二與十三）

實驗十一、探討自製精油與市售精油對大腸桿菌的抑菌效果(定性)：

(一)實驗目的：探討實驗蒐集的精油是否有抑菌效果，並比較市售精油的抑菌效果。  
(本實驗的精油採用第一滴蒸餾液滴出後蒐集 5 分鐘)

(二)實驗結果與討論：

1. 抑菌環出現：觀察放入紙錠後 18 小時的培養皿（如圖 17），發現紙錠周圍出現透明抑菌環（如圖 18），表示所蒸餾的精油有抑菌的效果。此證明本實驗所蒸餾的精油有 18 小時內的抑菌效果。但此次觀察並無法確知抑菌環開始的時間。
2. 抑菌環消失：觀察放入紙錠後 44 小時的培養皿，我們發現，第 18 小時觀察到的透明處，又出現白色的大腸桿之菌落。此結果可得知精油的抑菌效果，無法維持到 44 小時。但此次觀察無法確知抑菌環消失的時間。
3. 以市售迷迭香與薄荷精油做抑菌實驗，發現觀察二天並無抑菌環的出現，因此實驗發現市售的精油並無抑菌的效果。

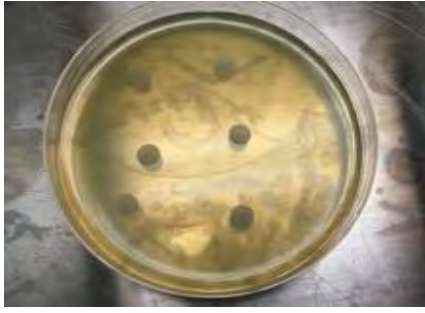


圖 17 觀察第 18 小時的葉片精油培養皿

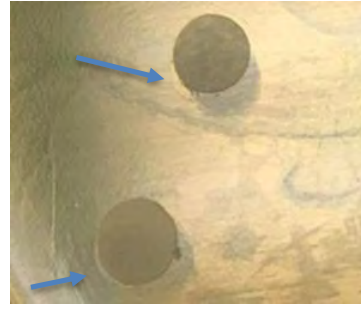


圖 18 觀察第 18 小時的葉片精油所出現的抑菌環(藍色箭頭所指之處)

### 實驗十二、探討自製馬櫻丹葉片與花瓣精油對大腸桿菌抑菌效果的比較。

(一) 實驗目的：探討實驗花瓣萃取的精油是否有抑菌效果，並比較有無花瓣加入一起蒸餾的抑菌效果。（本實驗的精油採用第一滴蒸餾液滴出後蒐集 5 分鐘）

(二) 實驗結果與討論：

由此抑菌實驗結果，可得知用花瓣加入蒸餾出的精油在觀察第 16 小時（如圖 19）出現 0.5mm 的抑菌環（如圖 20）。沒有加花瓣一起進入機器蒸餾的精油其抑菌環在觀察第 19 小時時已消失；有加花瓣一起蒸餾的精油其抑菌環在第 24 小時才消失。所以實驗結果得知有加花瓣一起蒸餾出的精油抑菌效果較佳。



圖 19 觀察第 16 小時的花瓣精油培養皿



圖 20 觀察第 16 小時的花瓣精油所出現的抑菌環

### 實驗十三、探討精油蒐集時間對大腸桿菌與金黃色葡萄球菌的抑菌效果(定量)。

(一) 實驗目的：探討實驗蒐集精油的時間不同是否有相同抑菌效果，並比較精油對於大腸桿菌與金黃色葡萄球菌的抑菌效果。

(二) 大腸桿菌 實驗結果與討論：

大腸桿菌抑菌環大小（直徑）：

1. 本實驗針對第一滴蒸餾液蒸餾後，蒐集時間 5、10、15 及 20 分鐘所萃取出精油做抑菌實驗。實驗為三重複，所量的抑菌環大小的平均值如表 12 與圖 21 所示。實驗結果發現，以蒐集精油時間為 5 分鐘的其抑菌環的大小比較小，因此抑菌（大腸桿菌）效果明顯的較其他時間的精油差。
2. 實驗發現抑菌（大腸桿菌）效果在觀察的第 47 到 51 小時最佳。

- 實驗發現原本抑菌效果比葉片好的花瓣精油（實驗十一所得之結果），由於花瓣精油放置過久，導致其抑菌效果變差。
- 第一滴蒸餾液出現後蒐集時間 20 分鐘所萃取出精油的抑菌（大腸桿菌）效果最佳，如圖 22。
- 蒐集時間 20 分鐘所萃取出精油對大腸桿菌的抑菌環較大，且維持較久，如圖 23。

表 12 大腸桿菌抑菌環大小之數據

使用精油 \ 觀察時間	5 分鐘	10 分鐘	15 分鐘	20 分鐘	花瓣精油
第 30 小時	0.62 cm	0.66 cm	0.71 cm	0.69 cm	0.66 cm
第 39 小時	0.63 cm	0.68 cm	0.72 cm	0.70 cm	0.67 cm
第 43 小時	0.68 cm	0.69 cm	0.70 cm	0.72 cm	0.67 cm
第 47 小時	0.64 cm	0.70 cm	0.70 cm	0.73 cm	0.66 cm
第 51 小時	0.65 cm	0.72 cm	0.72 cm	0.72 cm	0.68 cm
第 54 小時	0.63 cm	0.70 cm	0.72 cm	0.72 cm	0.65 cm
第 63 小時	0.63 cm	0.70 cm	0.70 cm	0.72 cm	0.66 cm
第 67 小時	0.63 cm	0.70 cm	0.68 cm	0.71 cm	0.64 cm
第 71 小時	0.64 cm	0.70 cm	0.68 cm	0.71 cm	0.64 cm
第 75 小時	0.64 cm	0.69 cm	0.68 cm	0.70 cm	0.64 cm
第 78 小時	0.64 cm	0.69 cm	0.68 cm	0.71 cm	0.64 cm
第 87 小時	0.64 cm	0.70 cm	0.69 cm	0.71 cm	0.64 cm
第 91 小時	0.63 cm	0.70 cm	0.68 cm	0.68 cm	0.64 cm
第 96 小時	0.63 cm	0.70 cm	0.69 cm	0.71 cm	0.66 cm

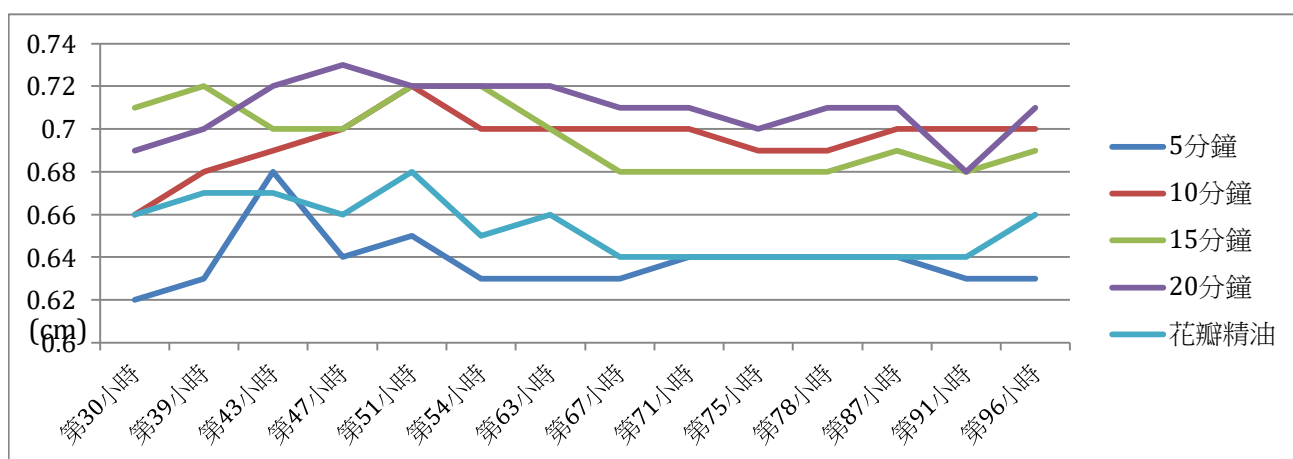


圖 21 大腸桿菌抑菌環大小之折線圖

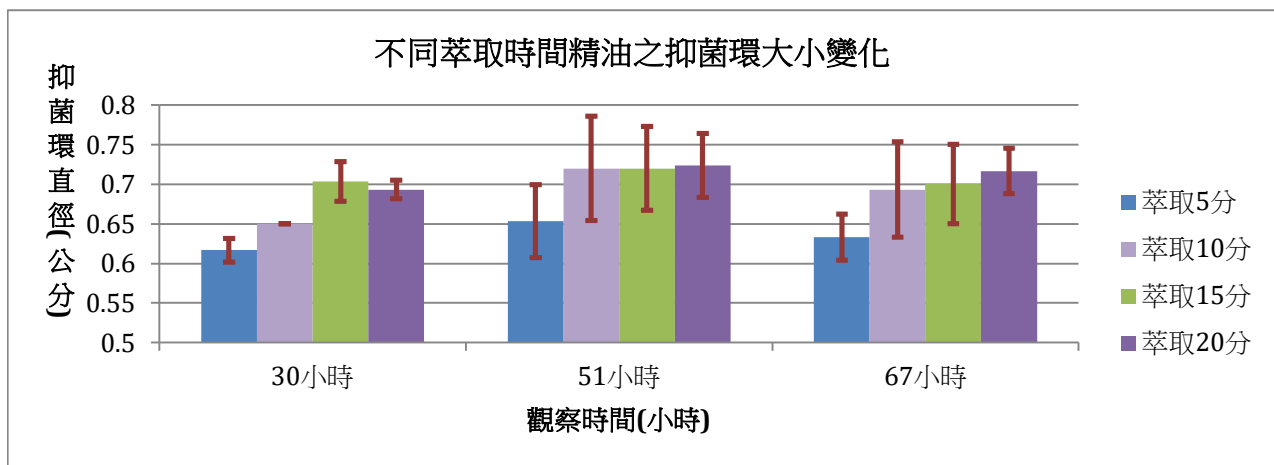


圖 22 不同時間萃取精油對大腸桿菌之抑菌環變化

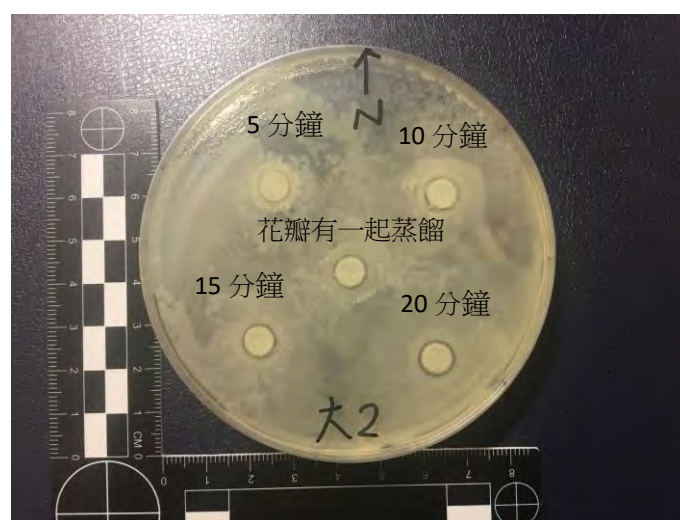


圖 23 蒐集時間對大腸桿菌的抑菌環

### (三)金黃色葡萄球菌實驗結果與討論：

金黃色葡萄球菌抑菌環大小（直徑）：

1. 本實驗針對第一滴蒸餾液蒸餾後，蒐集時間 5、10、15 及 20 分鐘所萃取出精油做抑菌實驗。實驗為三重複，所量的抑菌環大小的平均值如表 13 與圖 24 所示。實驗證明抑菌環的出現表示馬櫻丹精油對金黃色葡萄球菌有抑菌效果。
2. 實驗發現抑菌（金黃色葡萄球菌）效果在觀察的第 47 到 51 小時最佳。
3. 實驗數據顯示第一滴蒸餾液出現後蒐集時間不同對金黃色葡萄球菌的抑菌效果並沒有太大的影響，如圖 26。
4. 蒐集時間 5 分鐘與 20 分鐘所萃取出精油對金黃色葡萄球菌抑菌環較大，但是 20 分鐘所萃取的精油量較多，故仍以萃取 20 分鐘的最佳，如圖 25。

表 13 金黃色葡萄球菌抑菌環大小之數據

使用精油	5 分鐘	10 分鐘	15 分鐘	20 分鐘	花瓣精油
觀察時間					
第 30 小時	0.76 cm	0.74 cm	0.70 cm	0.74 cm	0.69 cm
第 39 小時	0.77 cm	0.75 cm	0.80 cm	0.77 cm	0.73 cm
第 43 小時	0.79cm	0.79cm	0.77cm	0.74cm	0.70cm
第 47 小時	0.74cm	0.70cm	0.78cm	0.72cm	0.73cm
第 51 小時	0.73cm	0.67cm	0.68cm	0.69cm	0.74cm
第 54 小時	0.72cm	0.69cm	0.71cm	0.72cm	0.78cm
第 63 小時	0.74cm	0.69cm	0.72cm	0.69cm	0.74cm
第 67 小時	0.71cm	0.64cm	0.71cm	0.71cm	0.72cm
第 71 小時	0.71cm	0.67cm	0.70cm	0.70cm	0.71cm
第 75 小時	0.69cm	0.69cm	0.69cm	0.69cm	0.69cm
第 78 小時	0.71cm	0.70cm	0.69cm	0.68cm	0.69cm
第 87 小時	0.65cm	0.67cm	0.68cm	0.63cm	0.68cm
第 91 小時	0.69cm	0.66cm	0.69cm	0.68cm	0.64cm
第 96 小時	0.69cm	0.66cm	0.69cm	0.65cm	0.66cm

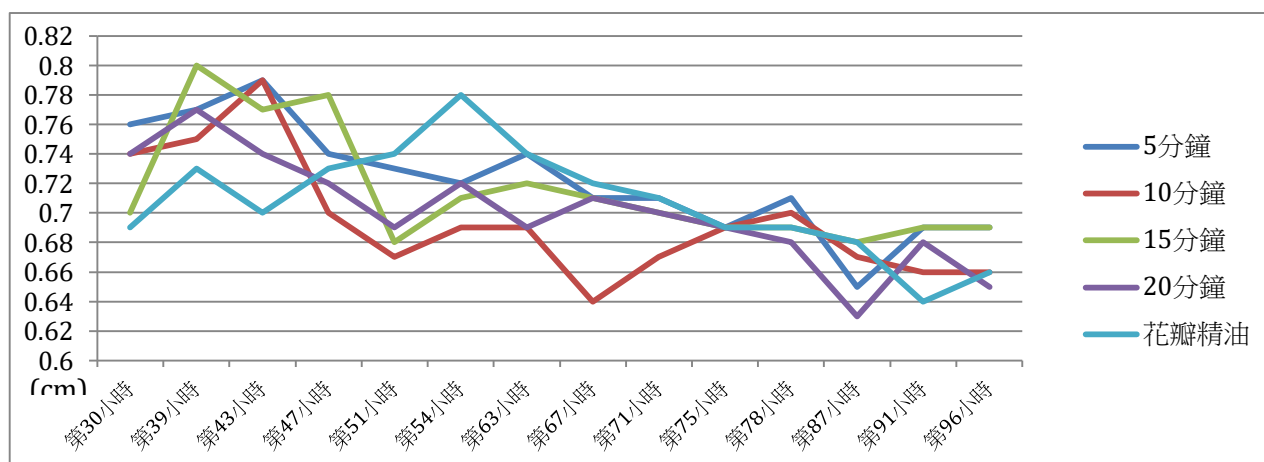


圖 24 金黃色葡萄球菌抑菌環大小之折線圖

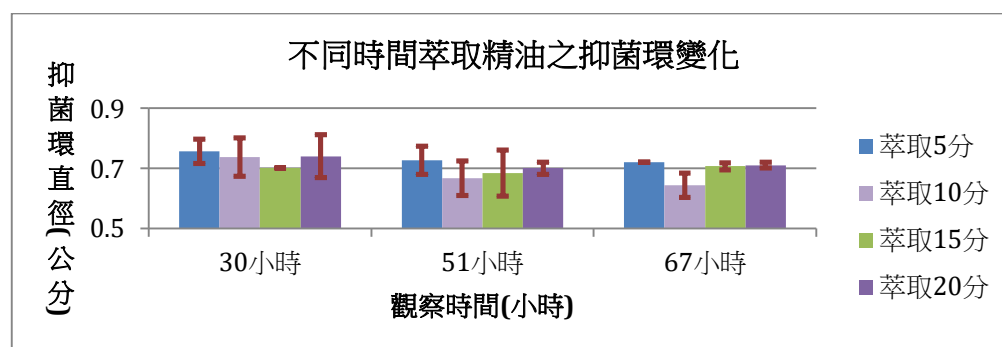


圖 25 不同時間萃取精油對金黃色葡萄球菌之抑菌環變化

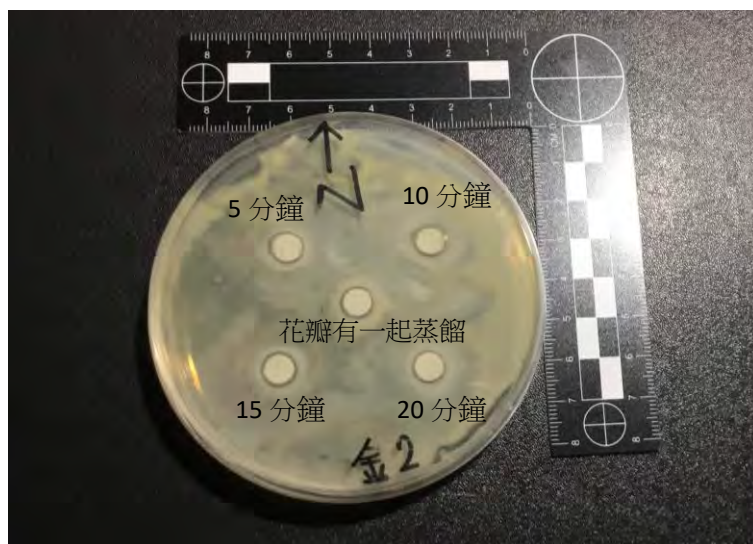


圖 26 蒐集時間對金黃色葡萄球菌的抑菌環

## 第五部分：精油成分分析（實驗十四與十五）

### 實驗十四、傅立葉轉換紅外線光譜儀(FT-IR)分析精油。

(一) 實驗目的：以紅外線光譜分析馬櫻丹葉片與花瓣萃取出來的精油

(二) 實驗結果與討論：

1. 紅外線光譜儀所鑑定出來的結果，可得知實驗萃取出來的馬櫻丹精油其主要成份跟文獻中由羅勒（如圖 28）及薰衣草（如圖 29）萃取的精油成分均相同。均由萜烯類化合物與芳香族化合物所組成。
2. 而本實驗中，無論其萃取條件不同，但從實驗一到實驗九，萃取出來的馬櫻丹精油主要成分大致相同，並有相同的紅外光譜圖（如圖 30）。而我們也發現，不管我們是使用馬櫻丹花瓣還是葉片所萃取出來的精油其紅外光譜圖都相似，表示其成分都相同。
3. 將本實驗萃取的精油和市售精油作比對（如圖 31），從紅外光譜圖可發現市售精油添加了甘油和其他不同的成分。
4. 在蒸餾時第一滴蒸餾液滴出後本實驗蒐集時間分別設定 5、10、15 和 20 分鐘，IR 分析證明不論時間的長短，紅外光譜圖都相同，而且上層的精油與下層的純露其光譜也相同。表示都有精油的成分存在。

### 實驗十五、氣相層析質譜儀(GC-MS)分析精油。

(一) 實驗目的：以氣相層析質譜儀分析馬櫻丹葉片萃取出來的精油

(二) 實驗結果與討論：

經 GC-MS 鑑定結果，本研究的馬櫻丹精油有 3 種主要的成分：



1. **冰片**: 密度  $1.01\text{g/cm}^3$ ，它對葡萄球菌、大腸桿菌等有抑制作用。對部分致病性皮膚真菌亦有明顯抑制作用，0.5%冰片可抑菌，有溫和的防腐作用（如圖 32）。圖 33 為冰片標準 GC-MS 圖譜。
2. **茨烯**: 密度  $0.842\text{g/cm}^3$  在室溫下易揮發，有刺鼻的氣味，是許多精油的成分之一，如松節油、柏油、樟腦油、香茅油等，也具有抑菌的效果（如圖 34）。圖 35 為茨烯標準 GC-MS 圖譜。
3. **脞類**: 密度  $0.9\text{g/cm}^3$  它是春筍和冬筍含有的成分，可防蟲（如圖 36）。圖 37 為脞類標準 GC-MS 圖譜。

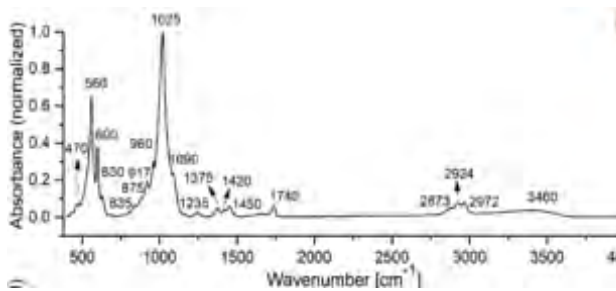


圖 27 羅勒標準紅外光譜圖

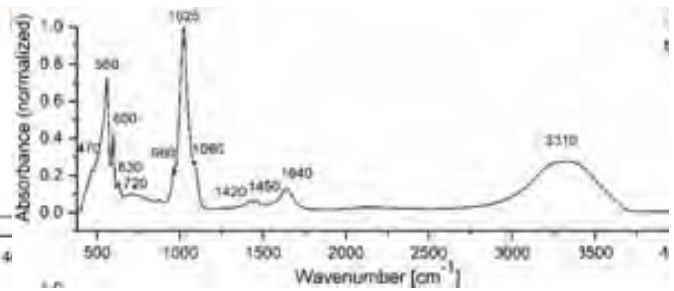


圖 28 薰衣草標準紅外光譜圖

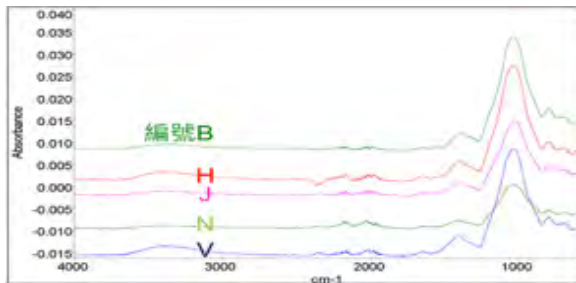


圖 29 本實驗萃取精油的紅外光譜圖

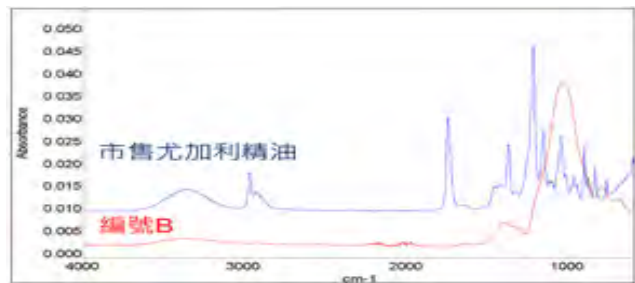


圖 30 市售精油與我們的精油紅外光譜圖比較

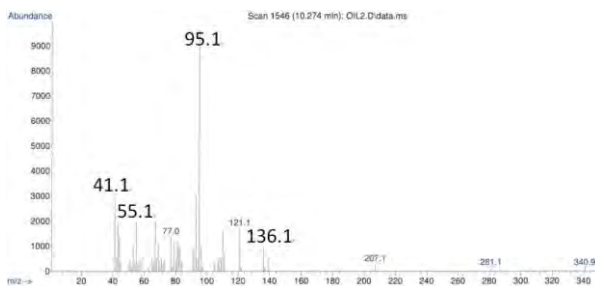


圖 31 GC-MS 精油的主要成分-(冰片)

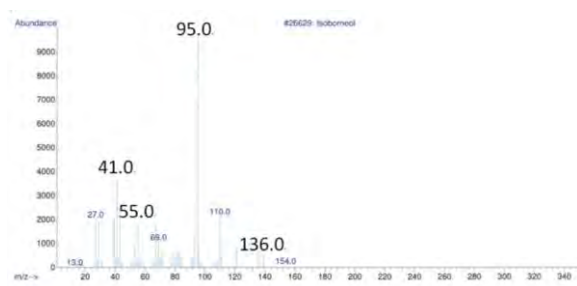


圖 32 冰片標準 GC-MS 圖譜

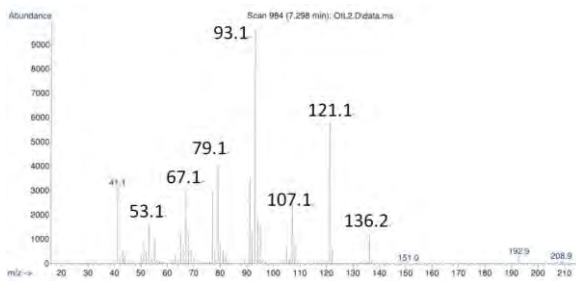


圖 33 GC-MS 精油的主要成分二(萜烯)

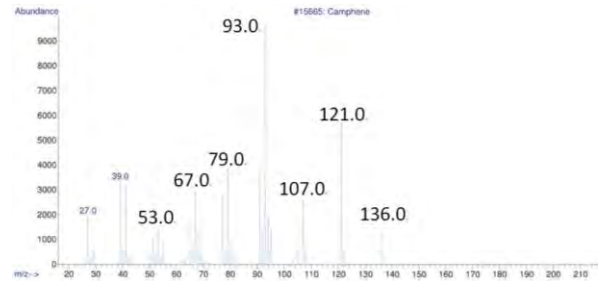


圖 34 萜烯標準 GC-MS 圖譜

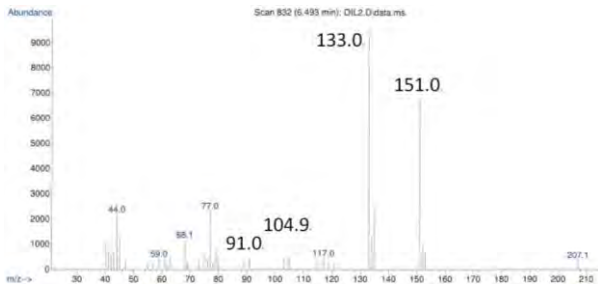


圖 35 GC-MS 精油的主要成份三(脞類)

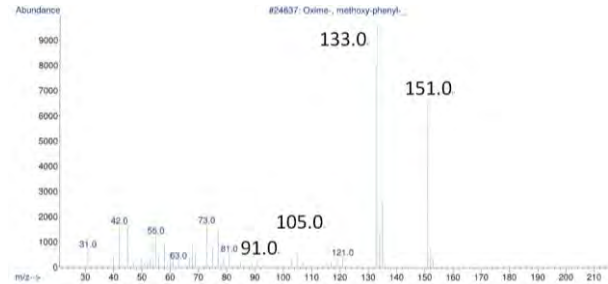


圖 36 脞類標準 GC-MS 圖譜

## 陸、討論

### 一、本實驗研究之方法及選用葉片。

#### (一)為何選用馬櫻丹葉片？

本實驗選用的是紫花馬櫻丹，由於實驗所需大量的葉片，而且採摘完畢後也不會影響植物發展。大部分市售馬櫻丹精油是由花瓣蒸餾而成，但由於一開始操作實驗時，並非馬櫻丹盛開季節，故選用葉片做實驗。而關於花瓣的變因，是在馬櫻丹花盛開的時候蒸餾的。

#### (二)為何使用減壓濃縮法？

本實驗採用旋轉減壓濃縮機蒸餾方式萃取馬櫻丹精油，其目的是為了不破壞馬櫻丹本身應有的微量物質，嘗試尋找較低溫的萃取方式。以減壓方式可讓蒸餾時沸點降低，除可分離和純化精油外，也不需要加熱至 100°C，減少了高溫可能影響馬櫻丹精油萃取效果的疑慮。

### 二、預期的最佳條件和本研究最佳條件之比較。

#### (一)參考相關論文後，預期的最佳條件如表 14 所示。

表 14 本研究預設之最佳條件

有無烘乾	烘乾時間	烘乾溫度	泡水時間	泡水溫度	泡水/葉子/花瓣	葉子/花瓣	花瓣有無一起加熱	加熱溫度	葉子有無一起加熱
有	23 小時	35°C	23 小時	35°C	泡水	花瓣	有	50°C	有

(二)本研究所得到的萃取精油最佳條件如表 15 所示。

表 15 本研究所得到的萃取精油最佳條件

有無 烘乾	烘乾時 間	烘乾 溫度	泡水時 間	泡水 溫度	泡油/ 泡水	葉片/ 花瓣	花瓣有無 一起加熱	加熱 溫度	葉片有無 一起加熱
有	18 小時	35°C	18 小時	35°C	泡水	花瓣	有	50°C	無

(三)預期的最佳條件和本研究最佳條件不同處。

1. **烘乾時間**：預期時間為 23 小時較佳，而實驗結果則是 18 小時較佳。

原本推測烘乾越久，水分蒸發越多，萃取出精油量會越多，不過實驗結果卻是烘乾 18 小時得到的蒸餾液量較多。因此推論烘乾時間太長（23 小時）會把葉片的一些屬於精油的物質也一起蒸發掉。

2. **葉片有無一起加入機器中加熱**：原本預期有一起加入葉片蒸餾較好，而實驗結果證明是無加入葉片蒸餾效果較好。

原本實驗推測加入葉片一起蒸餾得到的精油量較多。不過實驗結果卻是有或無添加葉片得到的精油量相差不大，而蒸餾液的密度以無葉片蒸餾的密度比較接近精油期望的密度，而蒸餾時將葉片放進機器一起蒸餾會造成設備清洗不易。

(四)預期的最佳條件和本論文最佳條件相同處。

有無烘乾（有）、烘乾溫度（35°C）、泡水時間（23hr）、泡水溫度（35°C）、泡油/泡水（水）、葉子/花瓣（花瓣）、花瓣有無一起加熱（有）、加熱溫度（50°C）這些變因都是我們參考論文、與指導老師討論、依自己所學的知識推測的，而實驗結果我們發現這些變因的最佳條件和我們推測的一樣。

### 三、證明本研究萃取的是精油及其抑菌能力。

(一)如何知道蒸餾出的物質是精油？

利用二上理化所學的密度判斷：水的密度是  $1 \text{ g/cm}^3$ ，參考論文中提到精油的最低密度為  $0.84 \text{ g/cm}^3$ 。如果蒸餾出的液體密度介於兩者之間，表示有其成分存在。而本實驗蒸餾出的精油，其密度大多都在  $0.93 \text{ g/cm}^3$  左右，恰好介於兩者之間，所以萃取出來的極有可能是精油。

(二)精油送相關科研單位做**成分鑑定**（學習鑑定過程及基礎原理）：

1. **紅外線光譜儀鑑定**：因學校無法購買貴重儀器因此將精油送相關科研單位做鑑定。用紅外光譜儀做出的馬櫻丹精油圖譜和文獻中使用羅勒及薰衣草萃取的精油紅外光譜相同，均為天然有機混合物質並不含人工化學添加物質。
2. **GC-MS 做成分鑑定**：本實驗為了解開馬櫻丹精油主要的抑菌成份，送相關科研單位使用 GC-MS 做成分鑑定，並鑑定出精油有冰片、萜烯及甾類這三種主要成份。冰片與萜烯這兩種成份是主要的抑菌成分，而甾類則是具有防蟲的功能。

### (三)如何測定其抑菌能力？

1. 抑菌實驗方法：本研究採取的抑菌實驗方法為**紙錠擴散法**。紙錠擴散法是用來比較不同精油的抑菌效果。紙錠擴散法是將泡過精油的濾紙放在培養基上，會形成一個透明的抑菌環。所以用測量抑菌環的直徑來測精油的抑菌效果。
2. 選擇做抑菌實驗的細菌：環境中較常見的細菌與抗菌試驗常測試的菌種有**大腸桿菌**與**金黃色葡萄球菌**。
  - (1) 本實驗選擇大腸桿菌是因為較易取得、容易培養，也是現代生物研究最多的一種細菌。大腸桿菌主要寄生於腸道，約占腸道菌的 0.1%。它隨糞便排放到環境中。它可以在新鮮的糞便和氧氣充足的環境大量孳生約 3 天。有些血清會造成嚴重的**食物中毒或食物感染**。
  - (2) 本實驗選擇金黃色葡萄球菌是因為它是引起**食物中毒**和**皮膚感染**的致病菌，常見於皮膚表面及上呼吸道黏膜。金黃色葡萄球菌為表皮之正常菌叢，常造成伺機性感染，引起不同程度的疾病，如癬、癰、中耳炎、鼻竇炎、骨髓炎和膿毒病。
3. 抑菌前置實驗:以乾葉片重 6g、烘乾溫度 35°C、烘乾時間 23 小時、泡水時間 23 小時、泡水溫度 35°C、泡水 200ml、加熱溫度 50°C、第一滴蒸餾液滴出後蒐集 5 分鐘為條件做大腸桿菌的抑菌實驗（定性）。發現抑菌實驗方法需要改進如下：
  - (1) 實驗結果發現精油的抑菌效果為 18~44 小時，但卻無法得知究竟精油抑菌效果的準確小時數。應增加觀察頻率，才能知道精油抑菌效果可以維持多久。
  - (2) 大腸桿菌如果在培養皿上塗的太多，不容易觀察抑菌環。因此實驗應該要減少大腸桿菌的量，才容易比較抑菌範圍的大小。

(四)確定了抑菌成分，卻不知其濃度能否抑菌。故使用本研究找出的最佳萃取條件，做了定量的實驗。以 50ml 的萃取液，待蒸餾液滴出後各蒐集 5, 10, 15, 20 分鐘，得到 20 分鐘所萃取的精油量最多。為什麼本實驗只蒐集 20 分鐘呢？因為我們用 50ml 的萃取液在 20 分鐘所萃取出蒸餾液約有 9ml，萃取出約 18%的萃取液。但參考論文當中提到精油其實也只佔了 2%，**如果再拉長蒐集的時間，恐怕只是萃取出更多的水**。

(五)接著實驗利用不同時間萃取出精油去做大腸桿菌與金黃色葡萄球菌的抑菌實驗。如果有抑菌效果，未來利用本實驗萃取出馬櫻丹精油，發展相關的產品。關於馬櫻丹精油的第三種主要成分：呋類，參考資料得知具有防蟲的效果。但是礙於研究時程的關係，我們將它列為延續實驗。

#### 四、總結：

回應本研究的題目與研究目的：1.把落葉變成黃金 2.利用減壓法得到最高 CP 值的精油萃取方法 3.找出此方法最佳萃取精油的條件 4.萃取出精油具有對大腸桿菌及金黃色葡萄球菌的抑菌效果。接下來的延續實驗，我們會在未來展望中提出們的想法。

### 柒、結論

#### 一、馬櫻丹萃取精油條件設定與抑菌效果

- (一) 馬櫻丹精油最佳萃取的條件如表 15 所示。花瓣效果雖較好，但是受限於花期，並不能隨時有花可以萃取。因此研究以馬櫻丹葉片為主而設定其最佳的萃取條件。
- (二) 馬櫻丹以減壓蒸餾法萃取精油以第一滴蒸餾液滴出後蒐集 20 分鐘其效益是最大的。其精油的量雖然和蒐集 5 分鐘的量並無很大的差異，但是純露的量卻多很多。實驗證明萃取後的下層純露與上層的精油其成分均相同。不同的差異在下層的純露含水量高。但是純露的商業價值和精油一樣，均可以應用於肥皂、化妝品等。
- (三) 馬櫻丹精油的抑菌效果以萃取蒐集 20 分鐘的精油效果最佳。對於抑制大腸桿菌與金黃色葡萄球菌有相同的效果。因此更證明馬櫻丹的利用價值，校園隨處可得，並不需要專門栽種與照顧，這也是本研究最重要的目的之一，使落葉變黃金。

#### 二、本論文之貢獻

- (一) 打破大家對於名貴精油（薰衣草、羅勒精油）的迷思，像是馬櫻丹這種不起眼的植物，萃取出精油，其實和薰衣草、羅勒萃取出精油成分相同。
- (二) 可提供鄰近的社區大學和媽媽教室一種減壓濃縮法，能夠在低溫下萃取，不破壞精油成分，讓他們能在閒暇時間利用我們找出的最佳條件，更快速且方便的製作精油並帶回家利用。
- (三) 純天然精油才有抑菌效果，我們使用市售精油(薄荷精油、迷迭香)做抑菌實驗發現並無抑菌效果，應該是濃度高低的差異。市售精油都有添加甘油或其他防腐成分，精油的濃度也較低，民眾購買精油時應慎重思考精油價格是否合理。
- (四) 大腸桿菌會造成腹瀉，所以適合添加在肥皂、洗手乳中，避免我們受到大腸桿菌感染。金黃色葡萄球菌也會造成食物中毒與皮膚感染，可以添加到洗面乳、化妝品、肥皂、洗手乳中，避免受到金黃色葡萄球菌的感染。
- (五) 在文獻回顧中，大家都是使用馬櫻丹花萃取，但最後我們發現使用馬櫻丹花瓣和葉片所萃取出精油成分都相同，所以不用特別等到花期時才萃取精油，使用葉片即可有相同(相類似)的效果。

### 三、未來展望

#### (一)開始其他植物得精油蒐集之路

可嘗試使用校園內不同植物來蒐集精油，並使用萃取馬櫻丹的最佳條件萃取看看，或許使用不同植物萃取經由的最佳條件會不同，或者可以比較究竟何種植物所萃取出精油較好。

#### (二)做出相關之伴手禮

利用八下理化第五章有機化合物中所學的皂化反應，可將精油添入其中使製作出的肥皂有天然的精油香味，並嘗試找出加入肥皂中的精油比例應為多少較佳，還可以嘗試找出精油應在製作肥皂時，哪個步驟添加比較適當。

#### (三)生物防治實驗

馬櫻丹具有防蟲功效，所以我們可以在有蟲害的校園植物上噴灑不同濃度的馬櫻丹精油，與噴水對照比較，製作環保的防蟲噴劑。也可以與市售的防蚊液比較其防蚊效果。

## 捌、參考資料及其他

1. 柯勇（2006）。植物生理學。臺北市：藝軒圖書。
2. 黃鵬錡（2005）。香草種植手冊。台北市：上旗文化。
3. 許源（2016）。不同溫度時間對草本植物標本烘乾質量的影響。  
[https://image.hanspub.org/Html/1-2360160\\_18049.htm](https://image.hanspub.org/Html/1-2360160_18049.htm)。
4. 國立中興大學物理系（2007）。培養液製作與菌種復育。  
<http://ezphysics.nchu.edu.tw/genphys/gen/92to95/handout/1.pdf>。
5. Daniela Predoi, Andreea Groza, Simona Liliana Iconaru, Gabriel Predoi, Florica Barbuceanu, Regis Guegan, Mikael Stefan Motelica-Heino ,and Carmen Cimpeanu.(2018). Properties of Basil and Lavender Essential Oils Adsorbed on the Surface of Hydroxyapatite.  
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5978029/>
6. 成功大學化學工程學系（2018）。反應曲面法設計界面活性劑萃取茶樹精油最佳化之研究。  
<http://www.airitilibrary.com/Publication/alDetailedMesh?d°C id=U0026-300720181416340>。
7. 文化大學（2018）。應用實驗設計法於超臨界二氧化碳萃取南瓜子精油之研究。  
<http://140.137.11.136/handle/987654321/40466>。
8. 新客家人（2018）。精油的提煉過程和保存方法。  
<http://140.137.11.136/handle/987654321/40466>。

9. 中興大學食品暨應用生物科技學系（2018）。台灣中南部地區野薑花精油組成成分之比較。<http://www.airitilibrary.com/Publication/alDetailedMesh?d°Cid=U0005-0603201815153900>。
10. 蘇裕昌、何振隆（2001）。抗菌之活性。  
[http://for.nchu.edu.tw/up\\_book/%E8%98%87%E8%A3%95%E6%98%8C\\_2012621120541%E7%B2%BE%E6%B2%B9%E4%B9%8B%E6%8A%97%E8%8F%8C%E6%B4%BB%E6%80%A7.pdf](http://for.nchu.edu.tw/up_book/%E8%98%87%E8%A3%95%E6%98%8C_2012621120541%E7%B2%BE%E6%B2%B9%E4%B9%8B%E6%8A%97%E8%8F%8C%E6%B4%BB%E6%80%A7.pdf)。
11. 莊閔傑、鄭森松、張上鎮、林群雅（2013）。冬筍為何鮮美？認識臺灣孟宗竹筍筍香成分。
12. 胡雅淳、陳俞如（2015）。植物新鮮度與精油萃取量之研究---以芳香萬壽菊與澳洲茶樹為例。<https://www.shs.edu.tw/works/essay/2017/03/2017032211401493.pdf>
13. 傅柏叡（2004）。蒸氣分子與香氣分子的邂逅。  
<https://activity.ntsec.gov.tw/activity/race-1/44/D/030219.pdf>
14. Sai（2007）。如何製作洋菜培養基？。  
<https://tw.answers.yahoo.com/question/index?qid=20070122000015KK03577>。
15. 維基百科（2014）。LB 培養基。[https://zh.m.wikipedia.org/wiki/LB\\_培養基](https://zh.m.wikipedia.org/wiki/LB_培養基)。
16. GM 精油（2016）。精油蒸餾方法。<http://www.gmaxbio.com/extraction/>。
17. MICHAEL（2005）。常見的細菌有哪些種類?致命的細菌又有哪些？。  
<https://tw.answers.yahoo.com/question/index?qid=20050618000011KK05815&guccounter=1>。
18. 維基百科（2009）。大腸桿菌。  
<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E5%A4%A7%E8%85%B8%E6%A1%BF%E8%8F%8C>。
19. 維基百科（2012）。金黃色葡萄球菌。  
<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E9%87%91%E9%BB%83%E8%89%B2%E8%91%A1%E8%90%84%E7%90%83%E8%8F%8C>。
20. 護花網（2013）。馬櫻丹。<http://www.aihuhua.com/huahui/mayingdan.html>。
21. 維基百科（2018）。冰片。<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E5%86%B0%E7%89%87>
22. 維基百科（2018）。菝葜。<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E8%8E%B0%E7%83%AF>
23. 歐明秋（2013）。植物精油萃取概論 Essential Extraction。  
<http://www.slvs.tc.edu.tw/125/20130802093848.pdf>

## 【評語】 032915

利用繁殖力極強的外來種植物紫花馬櫻丹，以低溫蒸餾加上減壓濃縮的方式萃取其精油，並研究其抑菌能力，實驗中探討馬櫻丹葉片烘乾、泡水的時間與溫度對萃取率的影響，最後檢測精油對大腸桿菌與金黃色葡萄球菌的抑菌能力。文獻探討提到並無以馬櫻丹為主題萃取的方法，事實上已有馬櫻丹葉片精油產品，另宜探究馬櫻丹本身之毒性，避免製作過程與應用之危害。



# 摘要

本研究利用校內落葉堆肥中的紫花馬櫻丹萃取精油，為保存其精油成分我們採減壓濃縮蒸餾法以相對低溫的條件下探討9種不同變因中，此法的最佳條件；並測其抑菌能力。結果顯示(1)葉片或花瓣需要烘乾，以35°C烘乾18小時，續以35°C的水浸泡23小時，並以50°C蒸餾，以50毫升浸泡液第一滴蒸餾液滴出後蒐集20分鐘萃取效果最佳；(2)花瓣與葉片萃取精油皆有效果；(3)以水浸泡比以油浸泡萃取效果佳。抑菌實驗結果顯示，萃取之精油對大腸桿菌和金黃色葡萄球菌皆有抑菌效果。萃取的馬櫻丹精油經IR鑑定與天然羅勒和薰衣草精油圖譜極相似；GC-MS鑑定得知主要成分為冰片、萜烯、蒎類，抑菌與防蟲成分。未來可將其利用在校園與社區創造特色伴手禮與生物防治產品。

關鍵字：精油(Essential oil) 抑菌(Anti bacteria)  
減壓蒸餾(Concentrated under reduced pressure)

# 研究動機

1. 如何充分利用滿地無法消滅的馬櫻丹植物，讓落葉變成「黃金液體」。
2. 利用減壓濃縮萃取法做出馬櫻丹精油，並找出馬櫻丹精油的最佳萃取條件並解開其抑制大腸桿菌與金黃色葡萄球菌能力的祕密。
3. 希望能達到環保及資源再利用的目的，提高馬櫻丹的價值。也可用當季植物發展特色伴手禮，如精油香皂與化妝品…等，讓這些落葉變成黃金。

# 研究目的

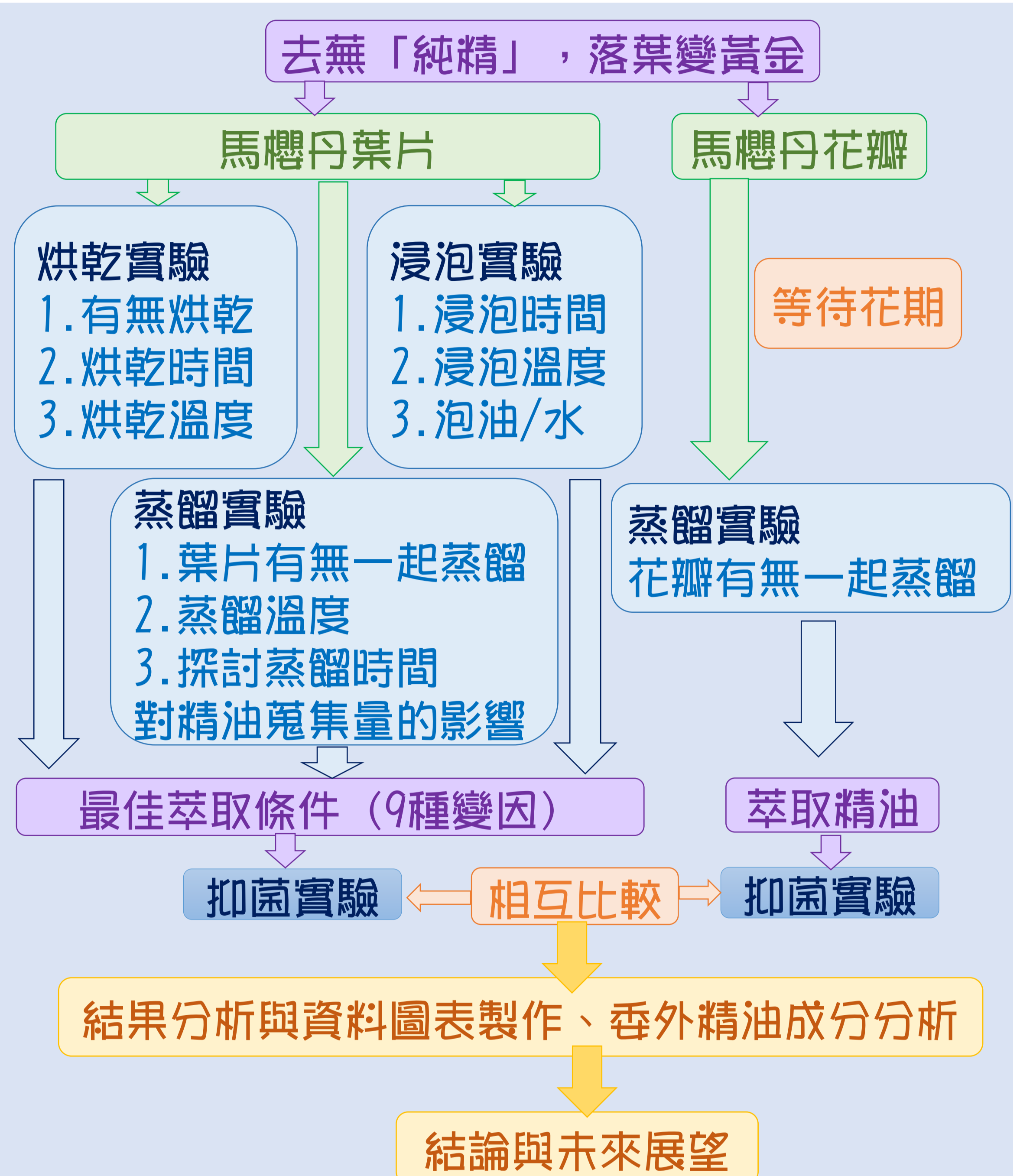
一、能從馬櫻丹萃取出精油並符合以下三點條件：

- (一) 在相同條件之下萃取精油的量較多。
- (二) 做出有抑菌效果的精油。
- (三) 純精油放置至少半年都不會發霉。

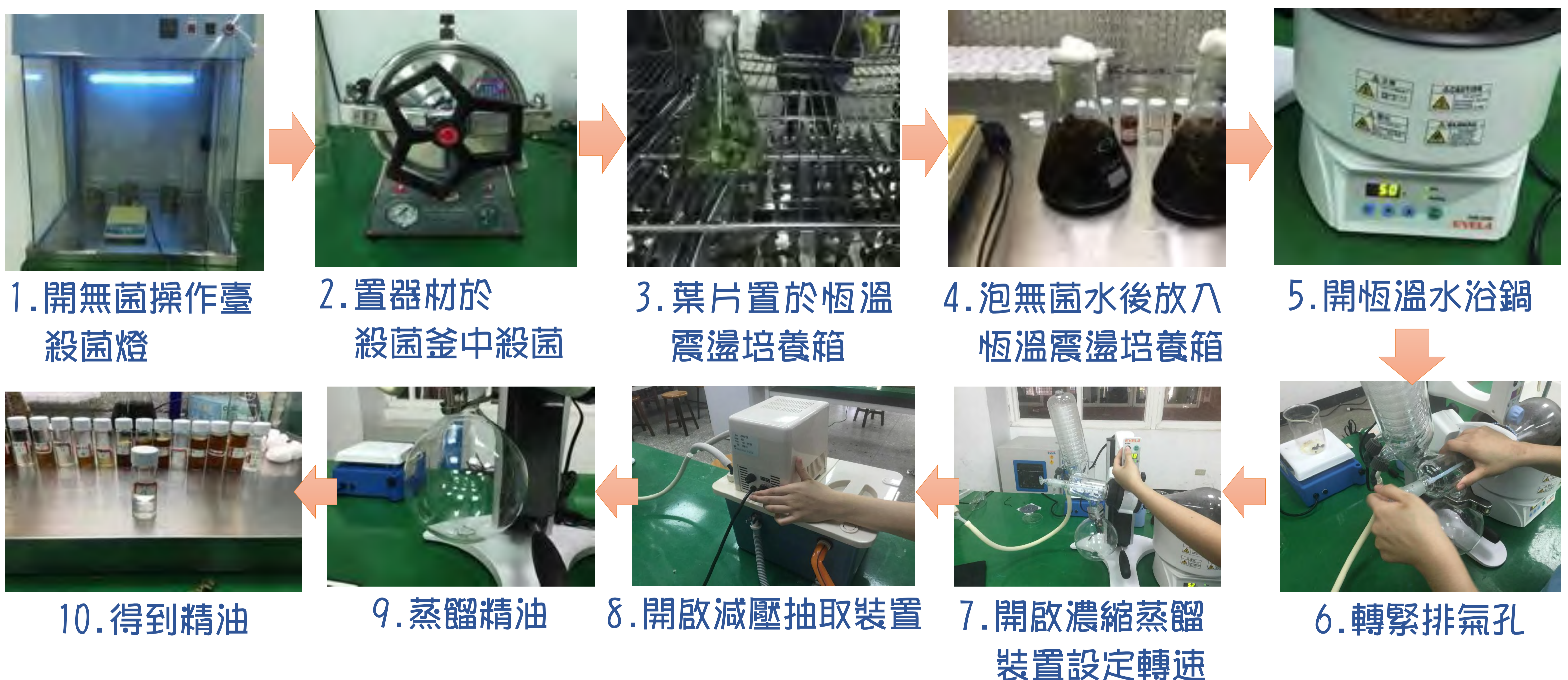
二、使用減壓濃縮裝置蒸餾校園植物馬櫻丹，以找出萃取精油的最佳條件並比較萃取出精油為目的。

- (一) 利用馬櫻丹葉片進行烘乾實驗。
- (二) 用馬櫻丹葉片進行浸泡實驗。
- (三) 利用馬櫻丹葉片進行萃取實驗。
- (四) 利用馬櫻丹花瓣進行萃取實驗的比較與最佳條件的設定。
- (五) 利用紙錠擴散法以大腸桿菌與金黃色葡萄球菌進行抑菌實驗，比較其抑菌效果。
- (六) 精油成分鑑定分析(香外實驗)。

# 實驗架構



# 研究過程及方法



# 結果與討論

## 第一部分：烘乾實驗

1. 萃取第一步需要葉片進行烘乾，蒸餾液密度優於無烘乾。
2. 最佳烘乾時間為18小時，其蒸餾液總體積優於烘乾23小時。
3. 以35°C烘乾為最佳，蒸餾液總體積與精油體積優於烘乾65°C。

變因	總體積 (ml)	總重量 (g)	精油體積 (ml)	蒸餾液密度 (g/cm <sup>3</sup> )
烘乾23小時, 35°C	3.0	2.8	0.2	0.93
無烘乾	0.7	0.7	0.1	1.00
烘乾18小時, 35°C	4.7	4.0	0.2	0.85
烘乾23小時, 65°C	1.2	0.8	0.1	0.67

# 結果與討論

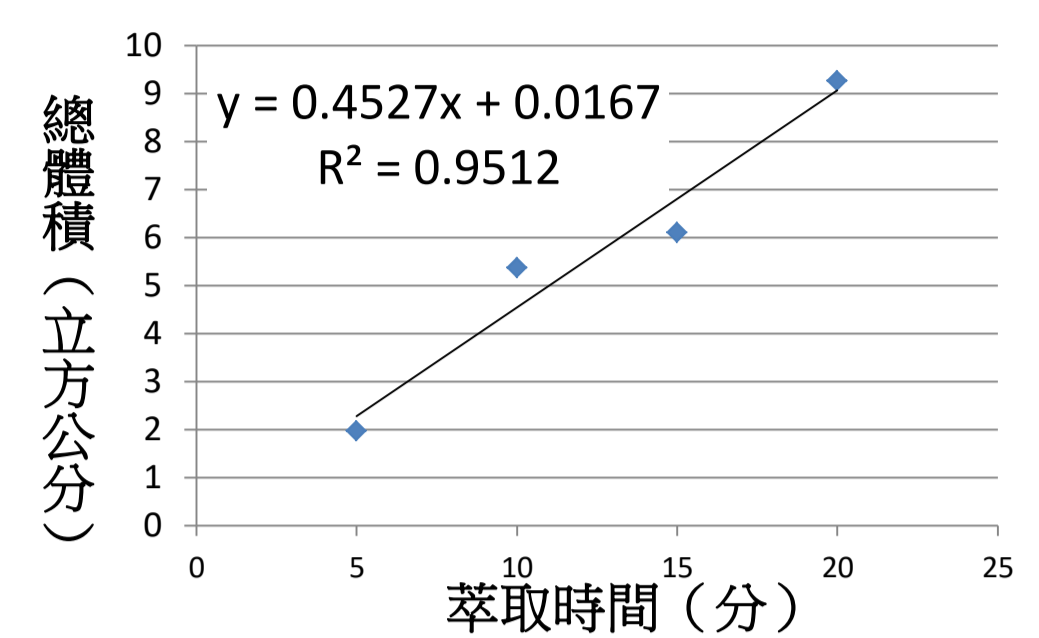
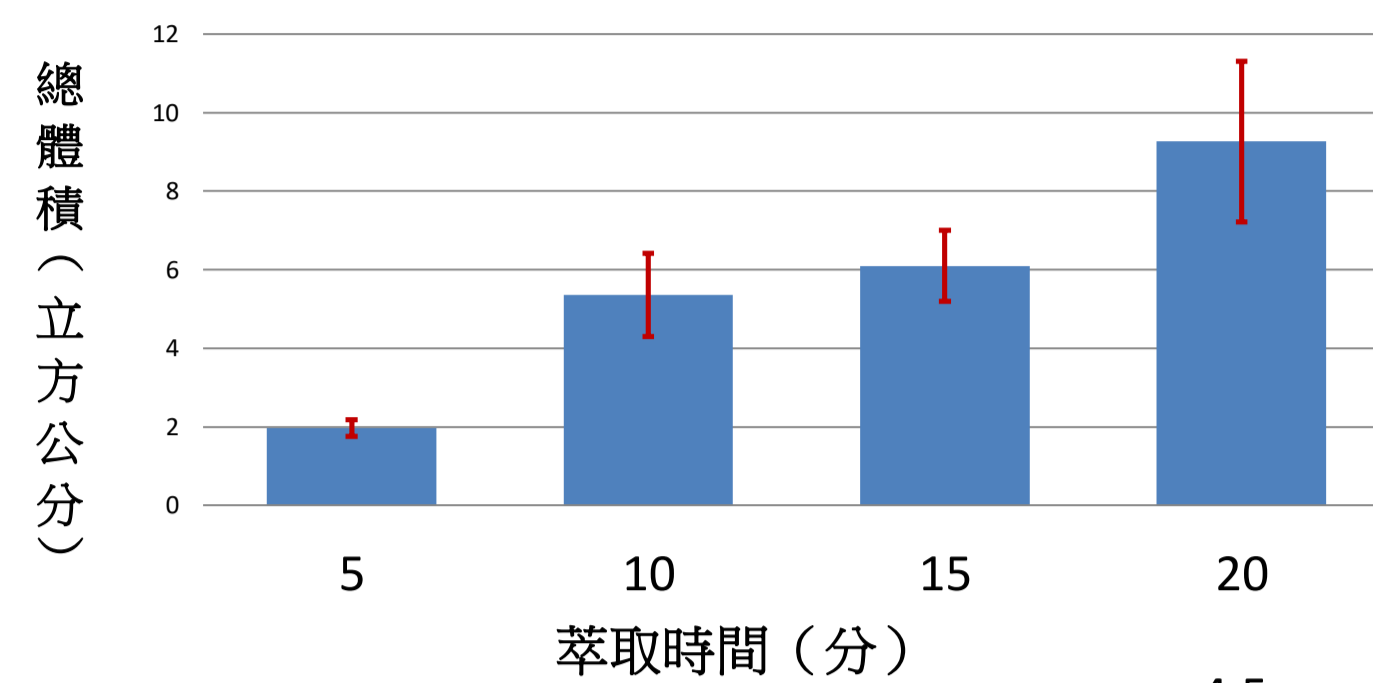
## 第二部分：浸泡實驗

1. 最佳泡水時間為23小時，得到的精油較不容易發霉。
2. 以35°C泡水溫度為最佳條件，65°C泡水的溫度過高可能會破壞原本葉片裡的微量物質。
3. 葉片泡水為最佳條件，因蒸餾液的密度為0.93 g/cm<sup>3</sup>比較接近精油的密度。

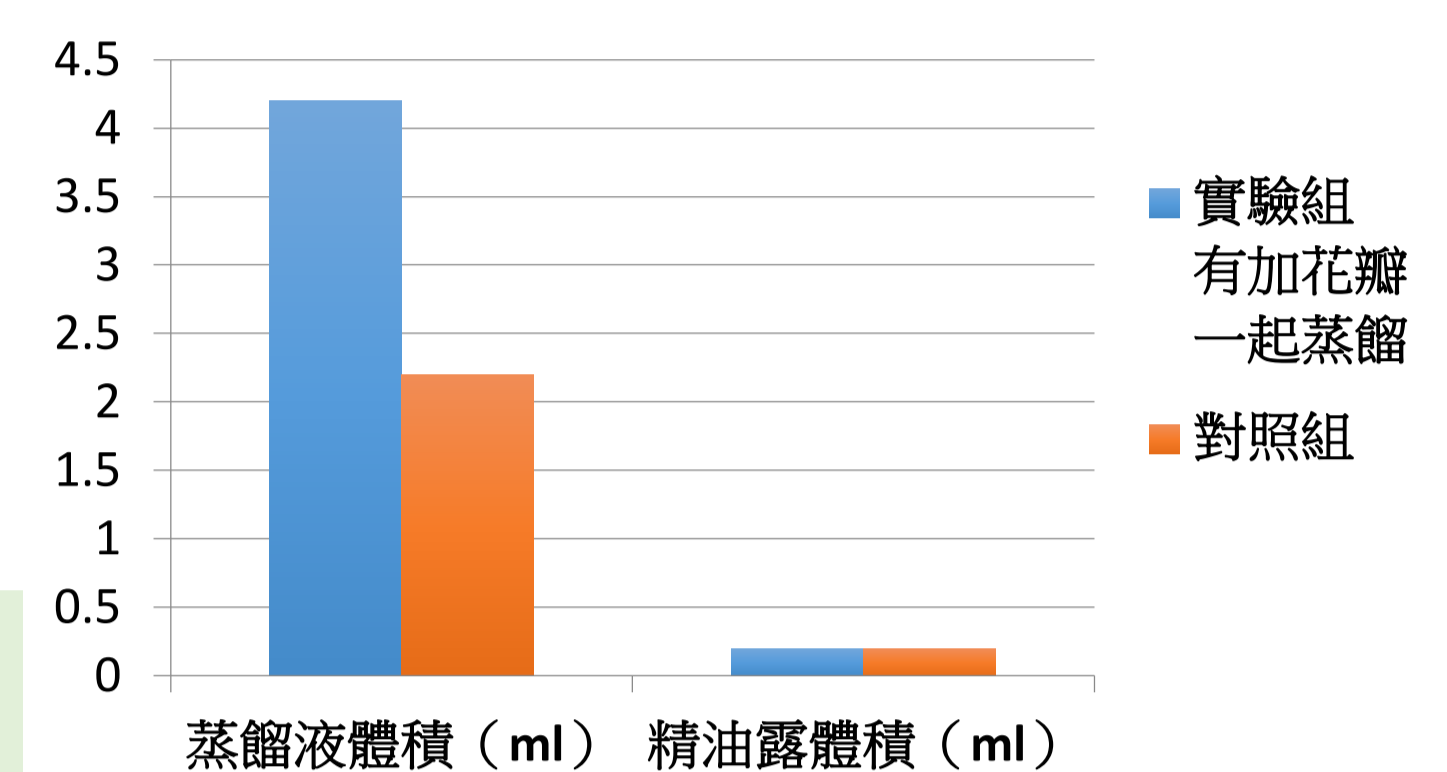
變因	總體積 (ml)	總重量 (g)	精油體積 (ml)	蒸餾液密度 (g/cm <sup>3</sup> )
浸泡水，浸泡23小時，溫度35°C	4.2	3.9	0.2	0.93
浸泡水，浸泡18小時，溫度35°C	5.0	4.7	0.5	0.94
浸泡水，浸泡23小時，溫度65°C	5.3	5.0	0.2	0.94
浸泡油，浸泡23小時，溫度35°C	1.6	0.7	0.1	0.44

## 第三部分：蒸餾實驗

1. 無葉片蒸餾的密度比較接近精油期望的密度。
2. 恆溫水浴鍋設定50°C所蒸餾出來的精油，為透明無色較不容易發霉，因此效果最好。
3. 隨著蒸餾蒐集時間與總體積回歸線的關係 R<sup>2</sup>=0.9512。蒸餾二十分鐘後的平均密度為0.95g/cm<sup>3</sup>比較接近所期望的精油密度。



試作



## 第四部分：花瓣蒸餾實驗

實驗結果發現加入花瓣蒸餾出的純露量較多，而僅用浸泡花瓣23小時後的水溶液蒸餾，萃取效率較差。加入花瓣蒸餾出的精油其抑菌效果較沒放入花瓣所蒸餾出的精油佳。

## 第五部分：抑菌實驗

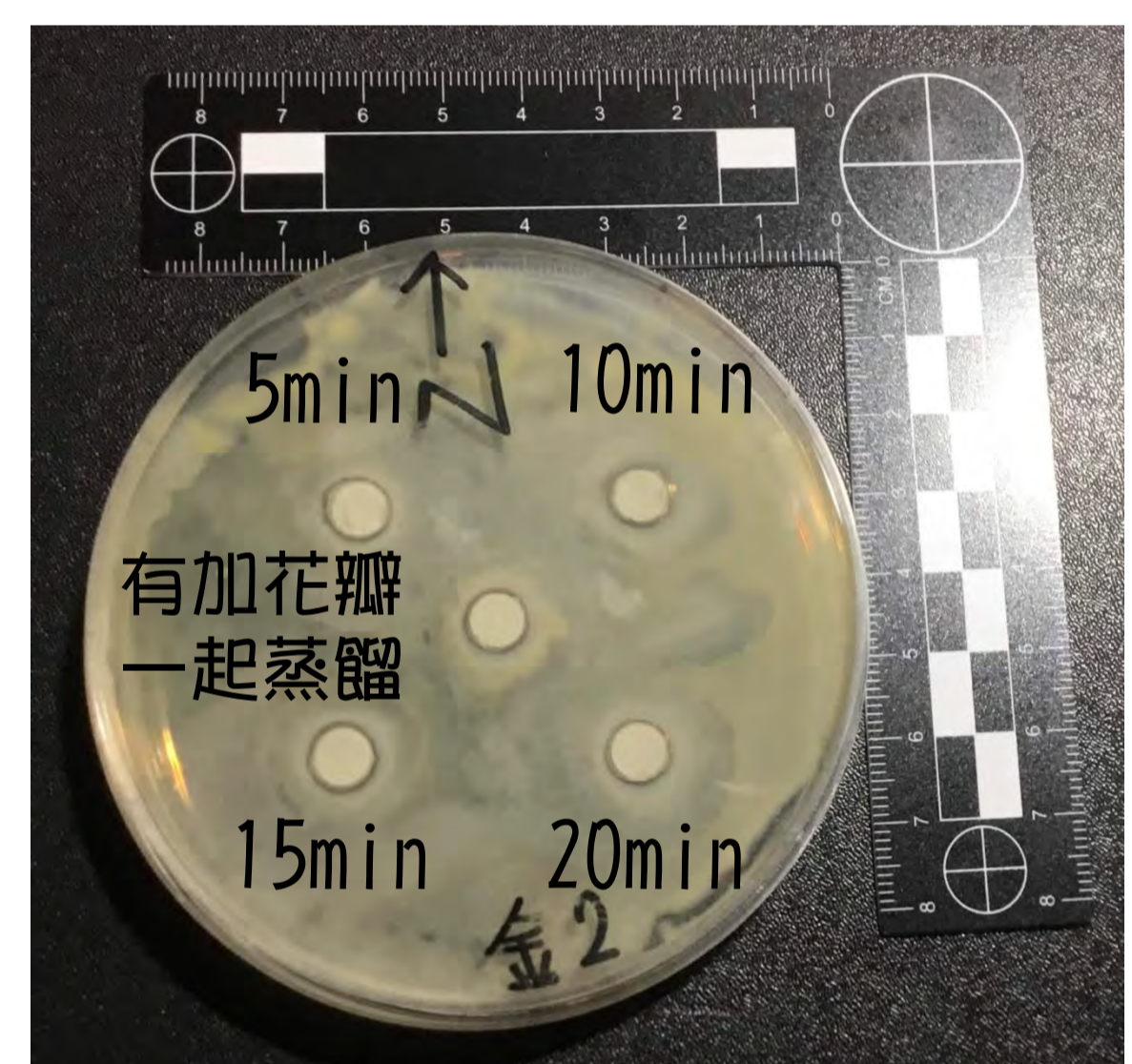
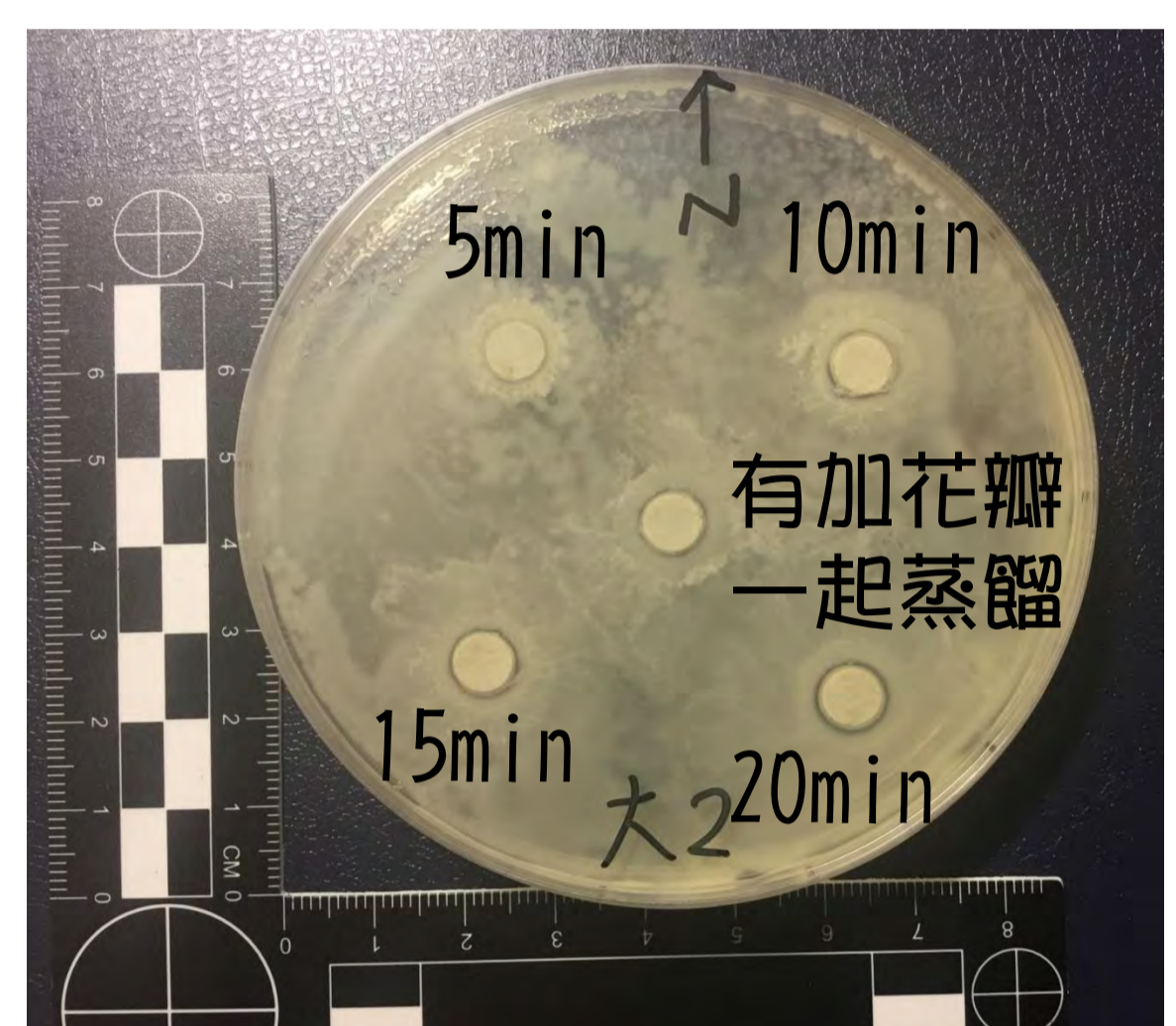
自製精油與市售精油對大腸桿菌的抑菌效果：

1. 自製葉片精油放入紙錠後18小時後，發現紙錠周圍出現透明抑菌環，表示所蒸餾的精油有抑菌的效果。
2. 以市售迷迭香與薄荷精油做抑菌實驗，發現觀察二天並無抑菌環的出現，因此實驗發現市售的精油並無抑菌的效果。

自製馬櫻丹花瓣精油對大腸桿菌抑菌效果：

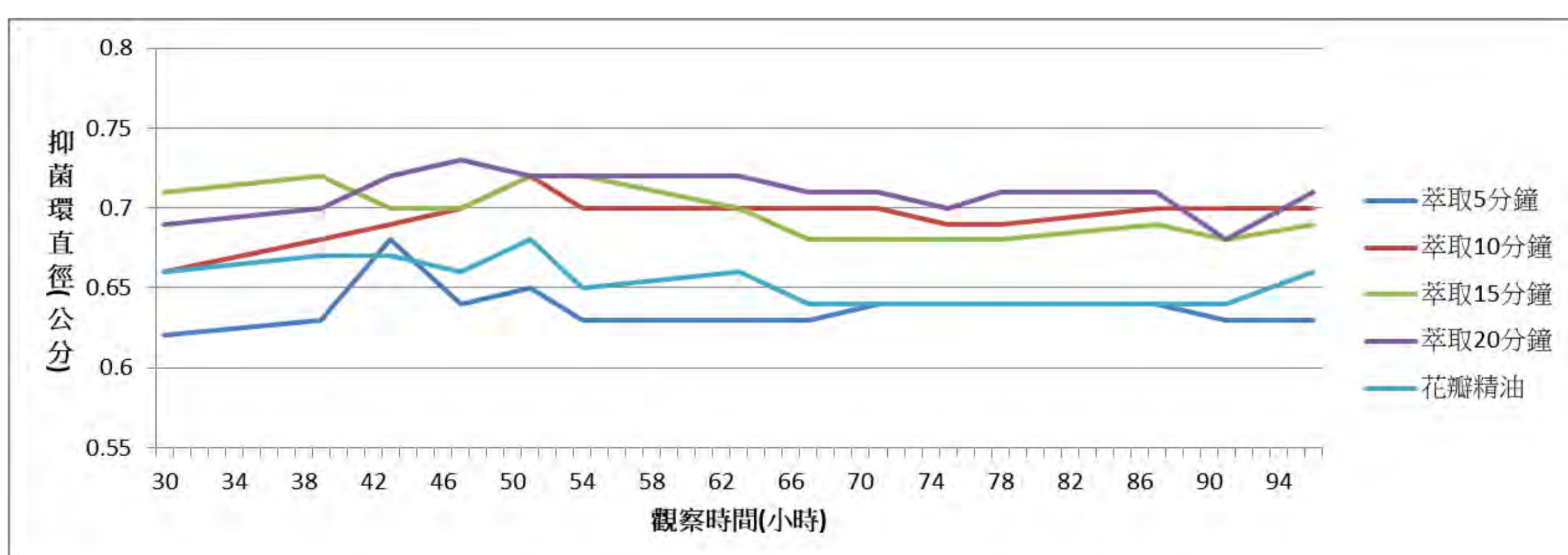
用花瓣加入蒸餾出的精油在觀察第16小時出現0.5mm的抑菌環。沒有加花瓣一起進入機器蒸餾的精油其抑菌環在觀察第19小時時已消失；有加花瓣一起蒸餾的精油其抑菌環在第24小時才消失。所以實驗結果得知有加花瓣一起蒸餾出的精油抑菌效果較佳。

大腸桿菌抑菌環  
金黃色葡萄球菌抑菌環

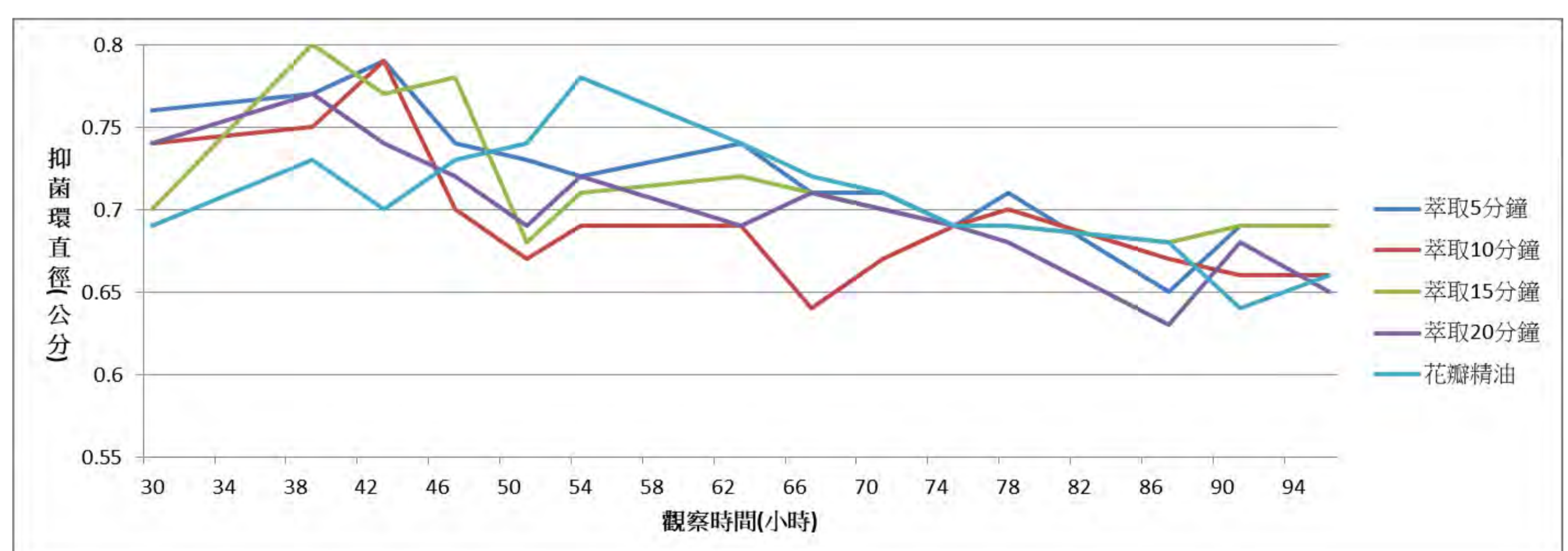


精油蒐集時間對大腸桿菌與金黃色葡萄球菌的抑菌效果：

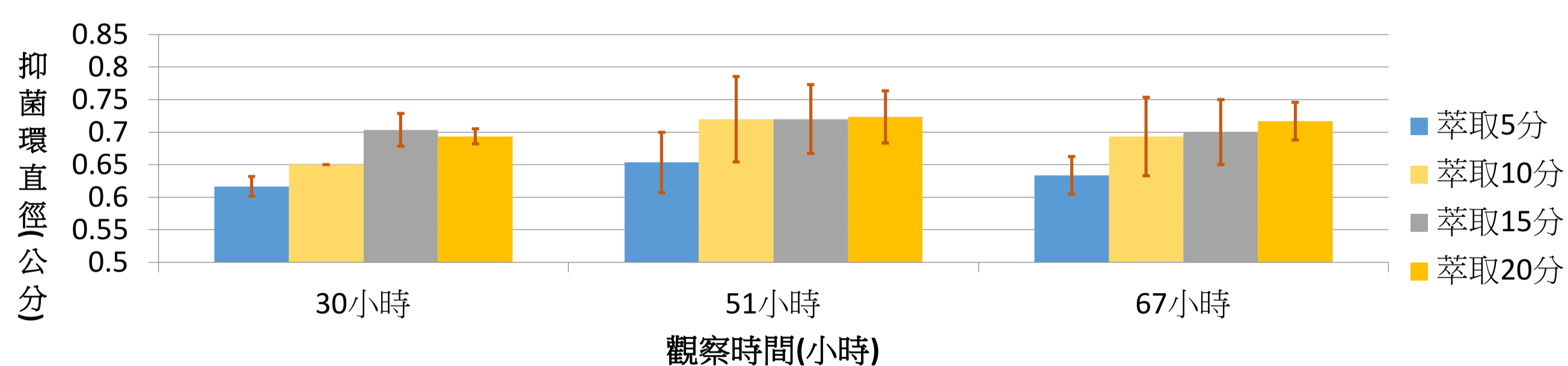
大腸桿菌抑菌變化圖



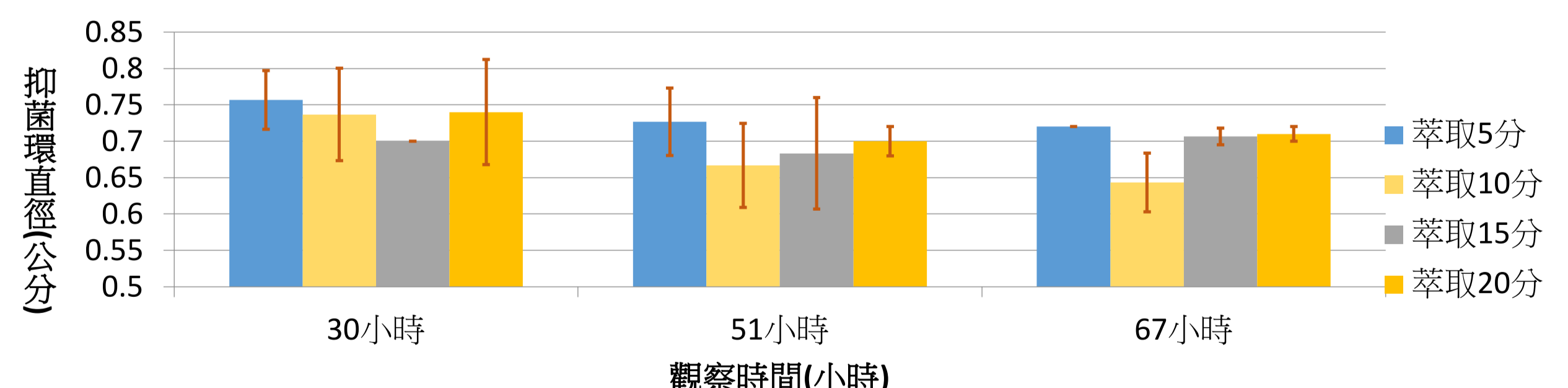
金黃色葡萄球菌抑菌變化圖



不同時間萃取精油對大腸桿菌之抑菌環變化



不同時間萃取精油對金黃色葡萄球菌之抑菌環變化



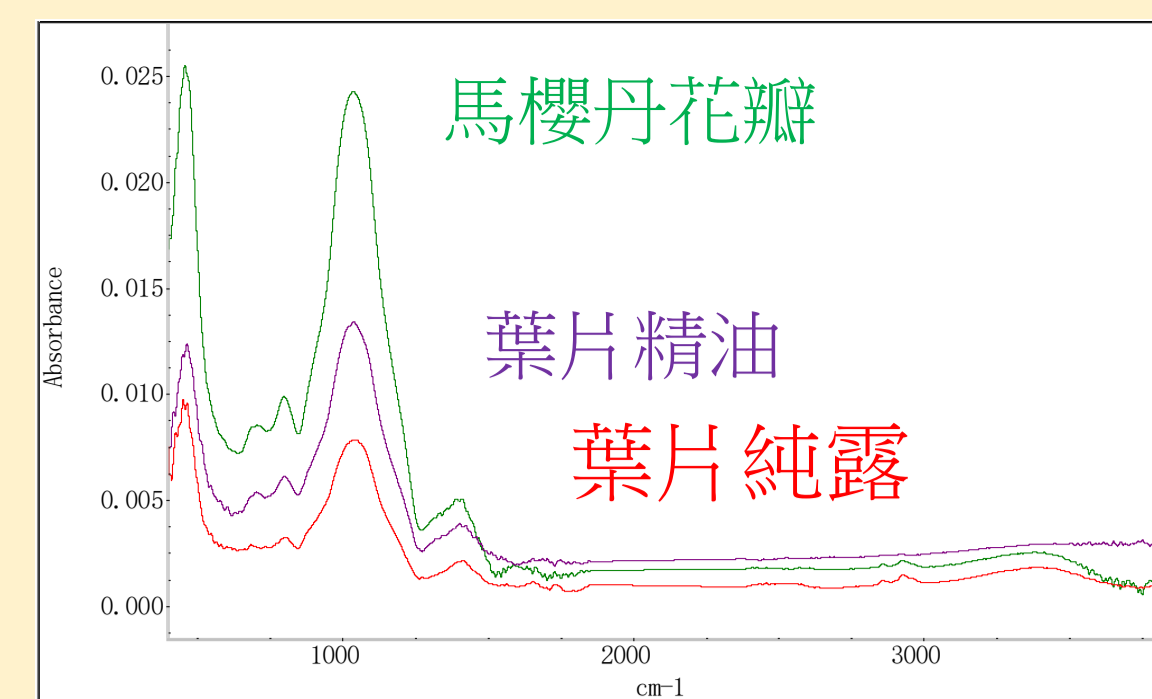
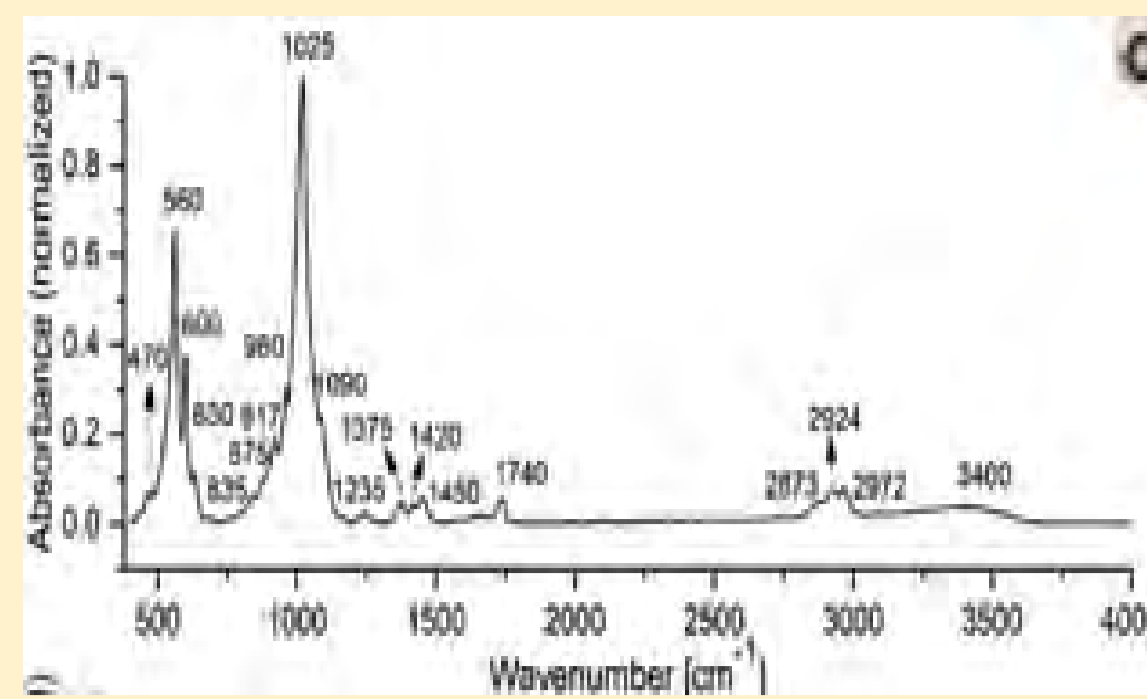
1. 蒐集精油時間為5分鐘的精油其抑菌環的大小比較小，因此抑制大腸桿菌效果明顯的較其他時間的精油差。
2. 抑大腸桿菌效果在觀察的第47到51小時最佳。
3. 第一滴蒸餾液出現後蒐集時間20分鐘所萃取出來的精油抑制大腸桿菌效果最佳。
4. 蒐集時間20分鐘所萃取出來的精油對大腸桿菌的抑菌效果較好，且維持較久。

1. 抑制金黃色葡萄球菌效果在觀察的第43到47小時最佳最佳。
2. 實驗數據顯示第一滴蒸餾液出現後蒐集時間不同對金黃色葡萄球菌的抑菌效果並沒有太大的影響。
3. 蒐集時間5分鐘與20分鐘所萃取出來的精油對金黃色葡萄球菌的抑菌效果較好，但是20分鐘所萃取出來的精油量較多，故仍以萃取20分鐘的最佳。

## 第五部分：精油成分分析

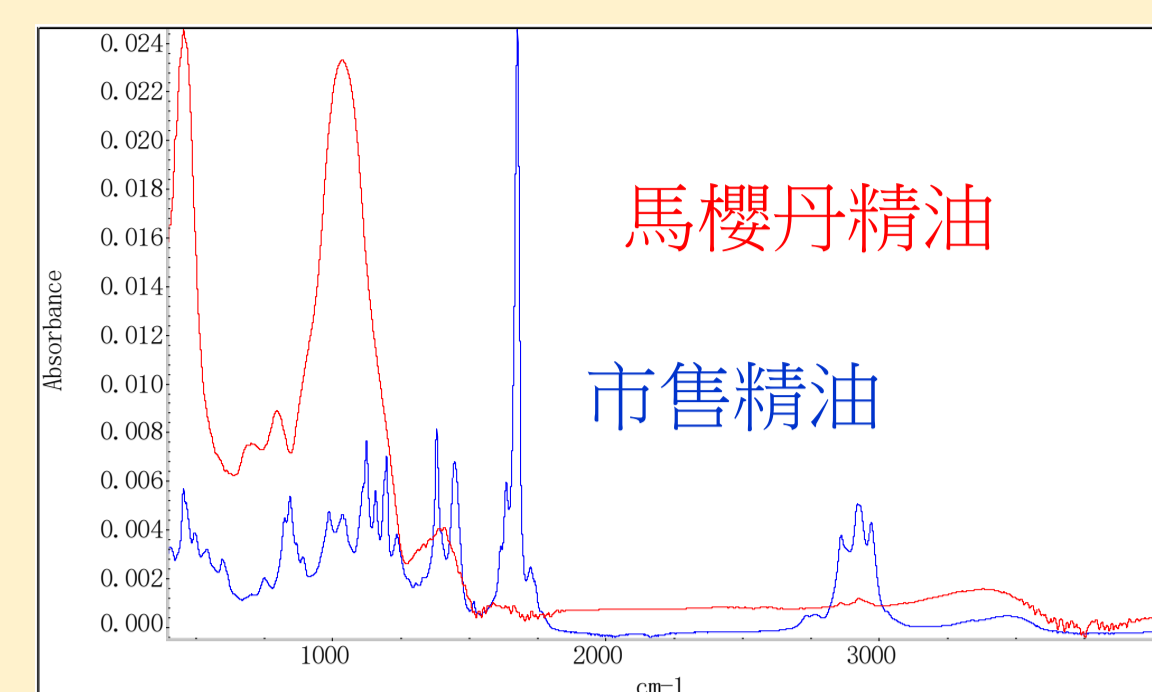
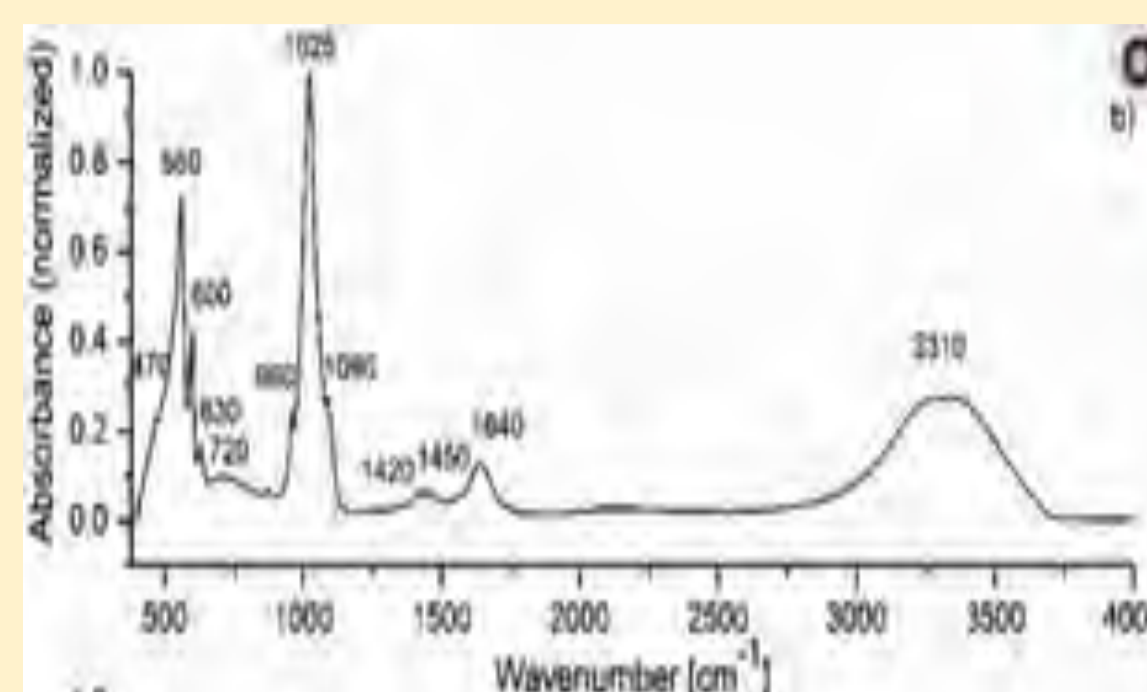
### 傅立葉轉換紅外線光譜儀 (FT-IR) 分析精油

- 紅外線光譜儀所鑑定出來的結果，可得知實驗萃取出來的馬櫻丹精油其主要成份跟文獻中由羅勒及薰衣草萃取的精油成分均相同。均由萜烯類化合物與芳香族化合物所組成。
- 本研究中無論其萃取條件不同，萃取出來的馬櫻丹精油主要成分大致相同。不管使用馬櫻丹花瓣還是葉片所萃取出來的精油其紅外線光譜圖都相似，上層的精油與下層的純露其光譜也相同。表示其成分都相同。
- 本研究萃取的精油和市售精油作比對，可發現市售精油添加了甘油和其他不同的成分。



羅勒標準紅外光譜圖

本研究萃取精油的紅外光譜圖



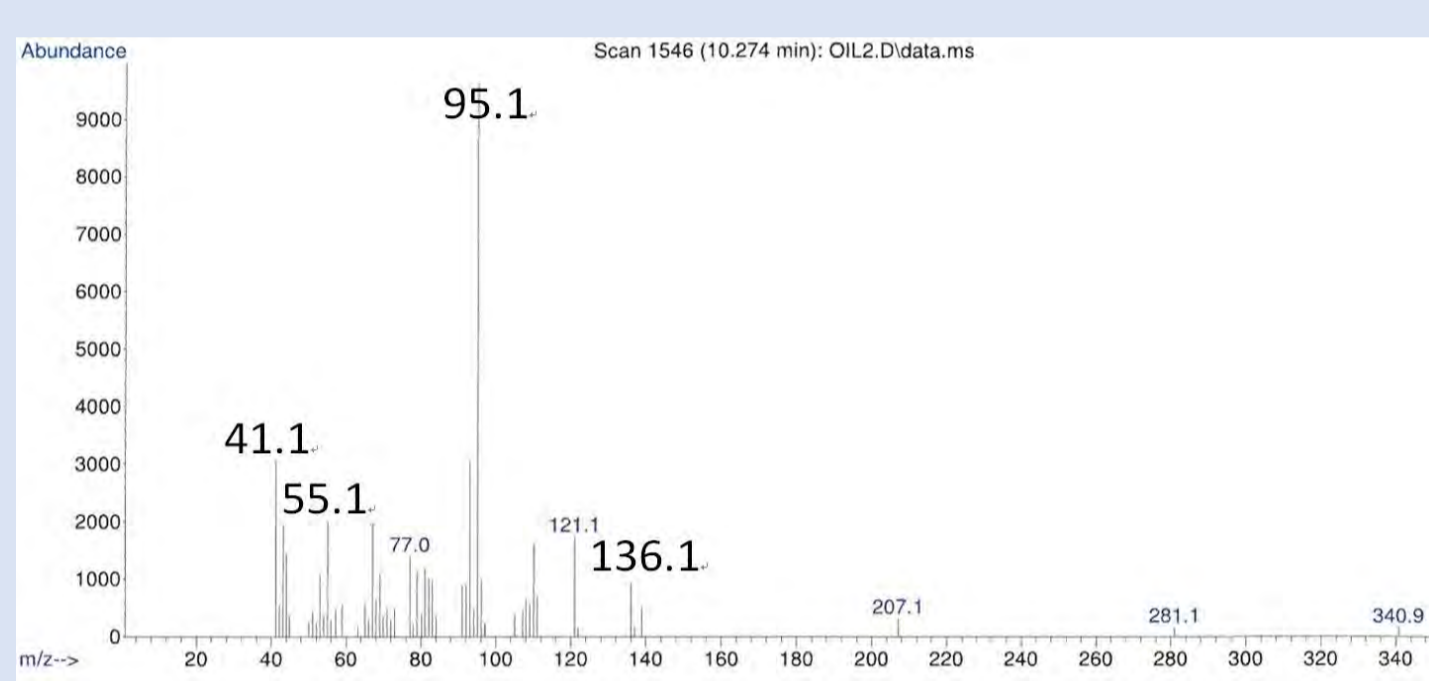
薰衣草標準紅外光譜圖

市售與馬櫻丹精油紅外光譜圖

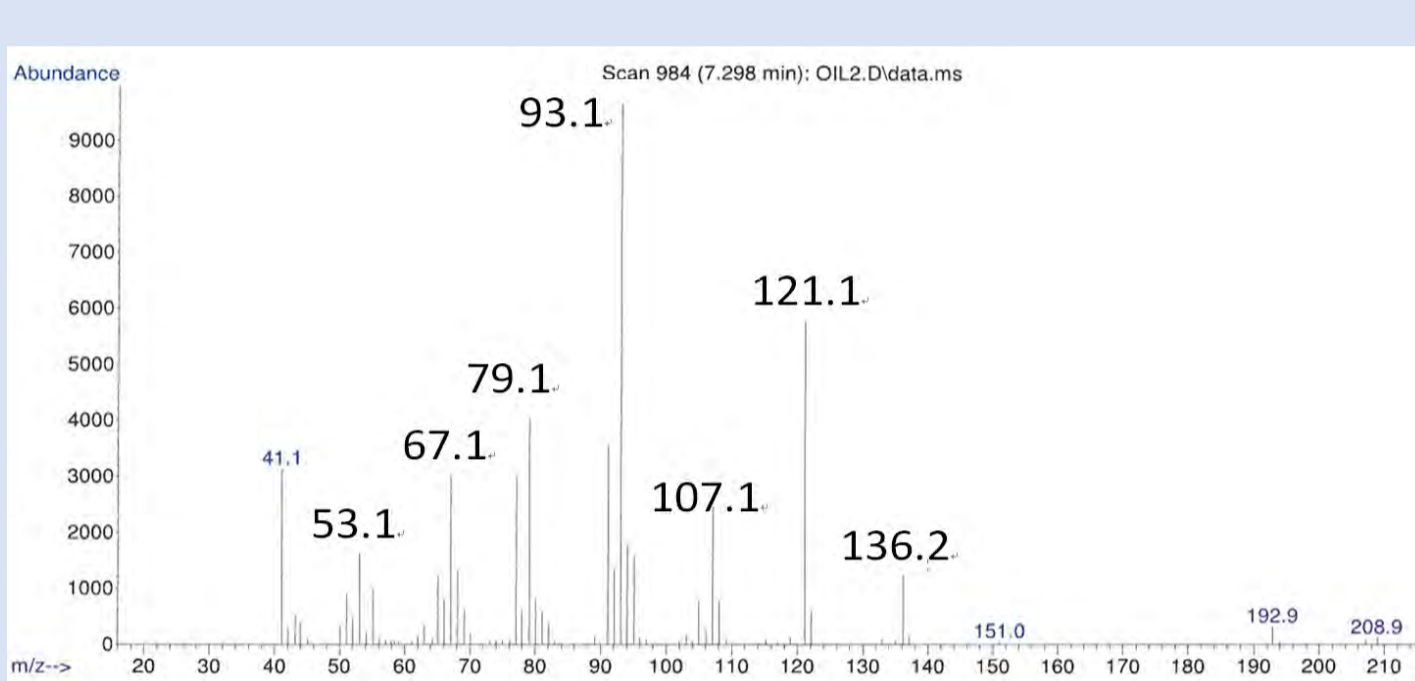
### 氣相層析質譜儀 (GC-MS) 分析精油

經GC-MS鑑定結果，本研究的馬櫻丹精油有3種主要的成分：

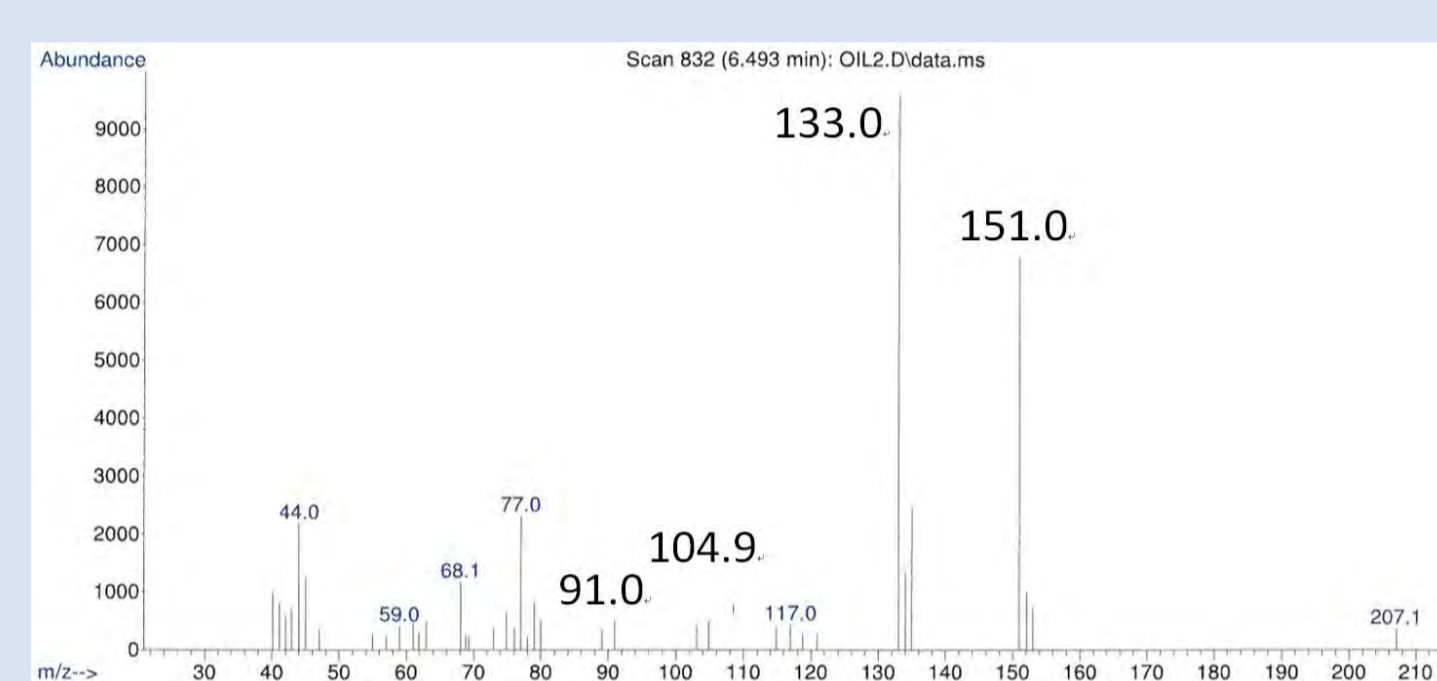
- 冰片**：密度 1.010g/cm<sup>3</sup>，它對葡萄球菌、大腸桿菌等有抑制作用。對部分致病性皮膚真菌亦有明顯抑制作用，0.5%冰片可抑菌，有溫和的防腐作用。
- 莧烯**：密度 0.842g/cm<sup>3</sup>，在室溫下易揮發，有刺鼻的氣味，是許多精油的成分之一，如松節油、柏油、樟腦油、香茅油等，也具有抑菌的效果。
- 蒎類**：密度 0.900g/cm<sup>3</sup>，它是春筍和冬筍含有的成分，可防蟲。



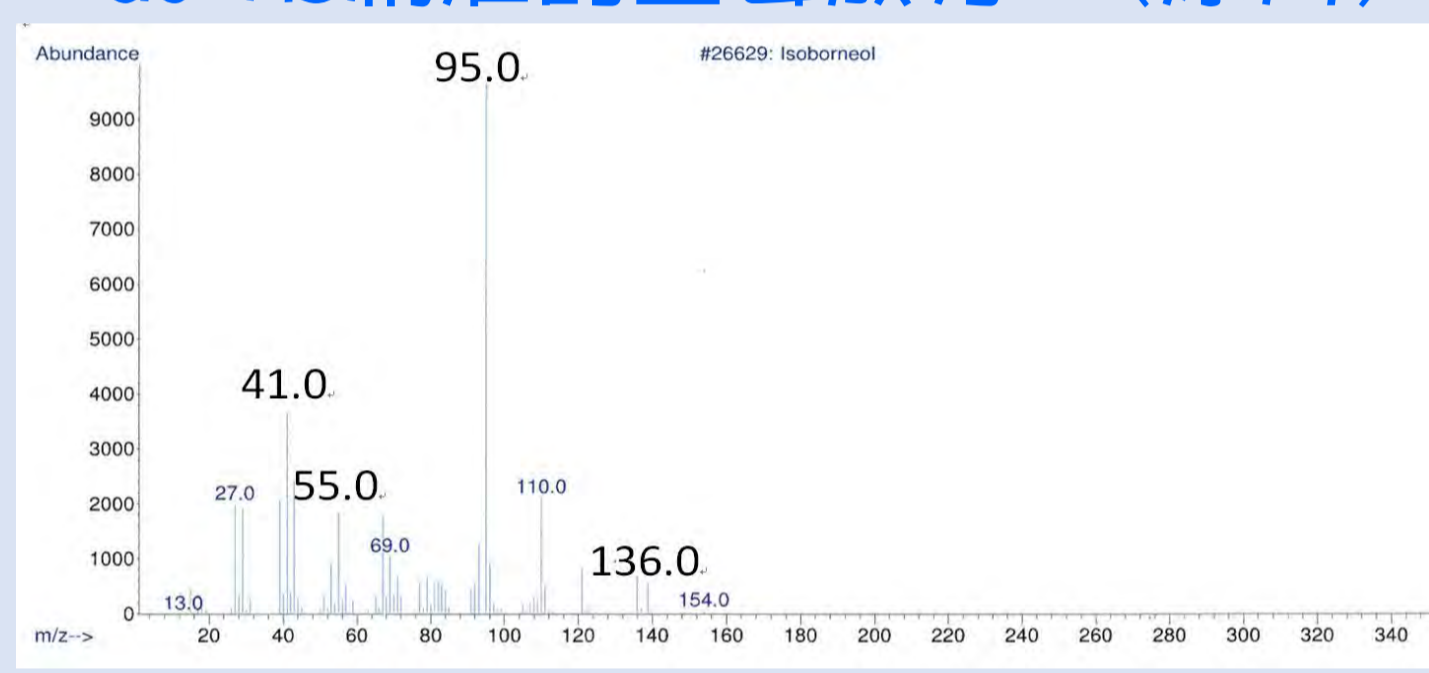
GC-MS精油的主要成分一 (冰片)



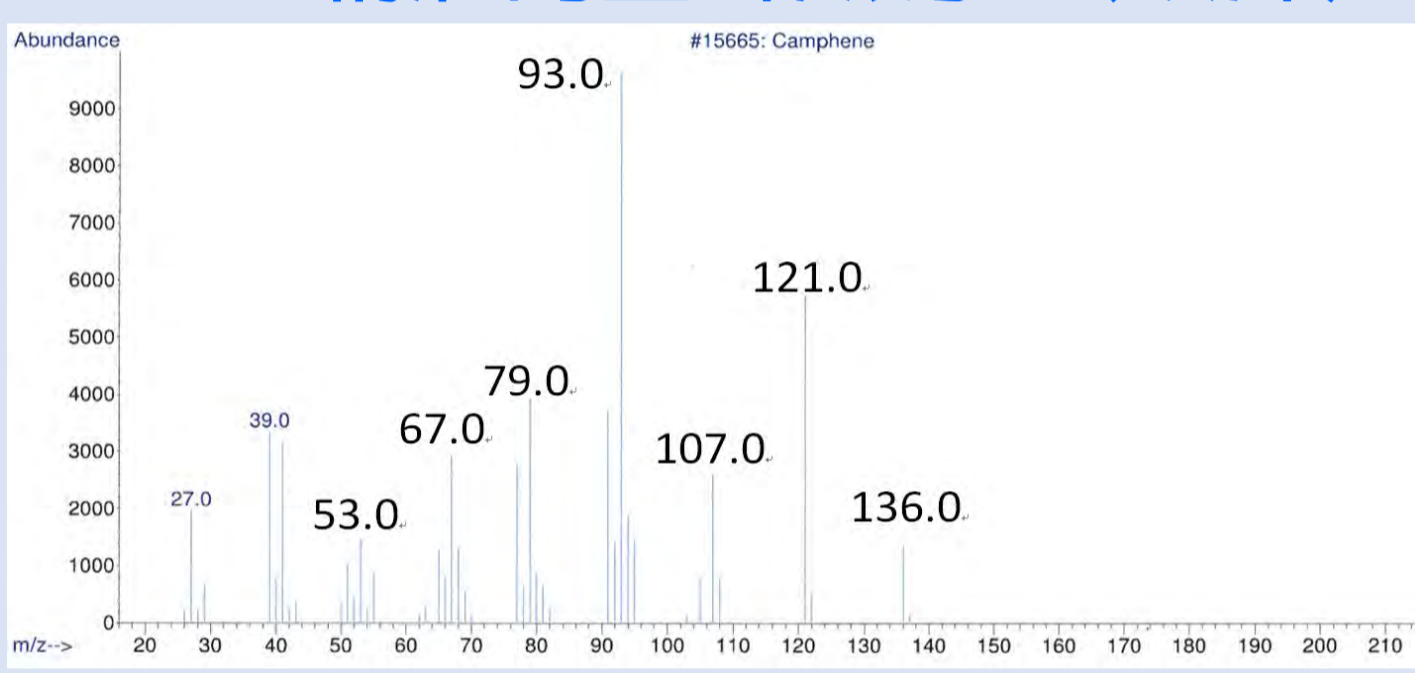
GC-MS精油的主要成分二 (莧烯)



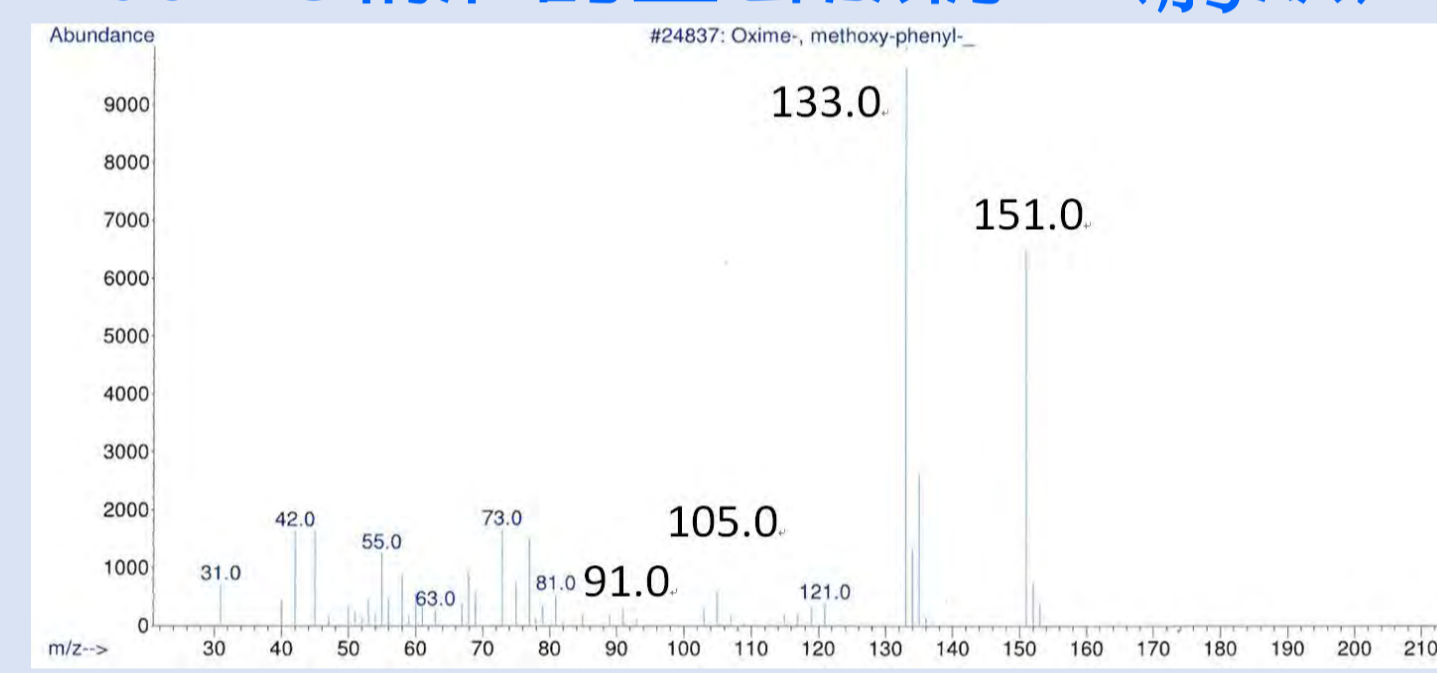
GC-MS精油的主要成分三 (蒎類)



冰片標準GC-MS圖譜



莧烯標準GC-MS圖譜



蒎類標準GC-MS圖譜

## 萃取精油最佳條件

有無烘乾	烘乾時間	烘乾溫度	泡水時間	泡水溫度	泡油/泡水	加熱溫度	葉片/花瓣	葉片有無一起加熱	花瓣有無一起加熱	蒐集時間
有	18hr	35°C	23hr	35°C	水	50°C	花瓣	無	有	20min

## 結論

- 由於受限於花期，因此研究以馬櫻丹葉片為主而設定其最佳的萃取條件。
- 馬櫻丹以減壓蒸餾法萃取精油以第一滴蒸餾液滴出後蒐集20分鐘，其效益是最大的。
- 萃取後下層純露與上層的精油其成分均相同，只是下層的純露含水量高。但是純露的商業價值和精油一樣，均可以應用於肥皂、化妝品等。
- 馬櫻丹的利用價值是可以抑制大腸桿菌及金黃色葡萄球菌因此更證明，校園隨處可得，並不需要專門栽種與照顧，這也是本研究最重要的目的之一，使落葉變黃金。

### 本論文之貢獻

- 打破大家對於名貴精油的迷思，馬櫻丹精油其實和薰衣草、羅勒萃取出來的精油成分相同。
- 本減壓濃縮法找出的最佳萃取條件可提供在低溫下萃取且不破壞精油成分。
- 大腸桿菌與金黃色葡萄球菌會造成食物中毒與皮膚感染，所以適合添加在肥皂、洗面乳、化妝品。
- 我們發現使用馬櫻丹花瓣和葉片所萃取出來的精油成分都相同，所以不用特別等到花期時才萃取精油，使用葉片即可有相同(相類似)的效果。

## 未來展望

- 使用萃取馬櫻丹的最佳條件開始其他植物的精油蒐集之路。
- 將精油添入肥皂使製作出相關之伴手禮。
- 利用馬櫻丹精油做生物防治，噴灑在禾本科植物上防蟲。
- 利用馬櫻丹具有防蟲功效用來製作防蚊液。
- 使用馬櫻丹精油製作面膜。

