

# 中華民國第 62 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

佳作

032910

家庭式簡易高效能精油萃取裝置研發

學校名稱：臺北市私立復興實驗高級中學(附設國中)

作者： 國二 張恩瑜 國二 游亭儀	指導老師： 黃俊昇 馬瑪宣
-------------------------	---------------------

關鍵詞：風冷凝、自由膨脹、精油萃取

## 摘要

本研究以手邊可得家庭五金材料，自製簡易精油萃取機，以不同冷凝方法和機體結構，架設有效自製精油萃取機。不同於傳統畢氏冷凝法及水冷式冷凝法，自製風冷式冷凝裝置在機體上方設計小進口通入冷風，以鋁箔紙包覆不鏽鋼油漏形成冷凝夾層，應用氣體自由膨脹原理達最佳冷凝效果，萃取效率較市售裝置提升 16%，但價格為 1/10。以茶樹精油進行自由基清除測試及抑菌能力評估。實驗結果顯示，自製茶樹精油抗氧化力較市售精油高 19~27%。抑菌測試可知，自製茶樹精油濃度 100%組別，抑菌效果為 75%乙醇之 4 倍。本研究研發之自製精油萃取機，可供一般民眾架設家庭簡易萃取裝置參考。

## 壹、前言

### 一、研究動機

在一次農場的參訪中，發現農場內種了一排清香茂盛的樹木，樹葉為片針狀，於是我們好奇的詢問解說員那到底是什麼樹?解說員答說：「在農場內為了防蚊所以種了上百棵澳洲茶樹」，這引起我們對澳洲茶樹的興趣，想要深入研究它，查詢有關茶樹的網路資料及文獻，才發現他是良好的護膚聖品，甚至網路報導指出皮膚老化、外傷、燙傷等都能獲得有效的改善，於是又跟生物老師請益，老師說：「澳洲茶樹的精油不但可以抗氧化，還可以有效的抑菌…等功效」。於是我們就迫不及待的，著手準備器材，利用課餘時間開始做實驗。

### 二、研究目的

- (一)以自由膨脹氣體做功原理設計氣冷式自製簡易高效精油蒸餾器，並和水冷式蒸餾器作精油產率比較。
- (二)瞭解茶樹精油提煉之方法及原理，並探討提高改善精油萃取率的變因，藉此找到最佳萃取率的條件。
- (三)澳洲茶樹精油及茶樹花露水之抗氧化特性研究。
- (四)瞭解茶樹精油消除自由基之原理。
- (五)自行提煉茶樹精油與市售精油消除 DPPH 自由基能力 IC50 比較。
- (六)澳洲茶樹精油抑菌特性研究。



圖 1. 參訪郊外農場內種植的澳洲茶樹

### 三、文獻回顧

(一)澳洲茶樹簡介:澳洲茶樹的學名是 *Melaleuca alternifolia*，又名互葉白千層(*M. alternifolia*)，在分類上，它屬於千層樹屬(*Melaleuca*)。樹型直立呈圓錐形，枝條細長。葉線形互生或螺旋狀著生，嫩葉呈黃綠色，成熟時變翠綠色；葉子類似茶的新芽，呈線形的葉片如松樹般，含芳香精油。澳洲茶樹的原產地在澳大利亞新南威爾斯州北部流域的沼澤溼地，可生於半乾旱半溫暖至炎熱地帶，因此生長分布區域廣泛，茶樹細葉中含有豐富的精油。茶樹精油成分主要為桉油酚(cineole)、松油精(pinene).....等，具有良好的殺菌及抗氧化作用。

(二)水蒸氣蒸餾法裝置原理：如圖 2 所示

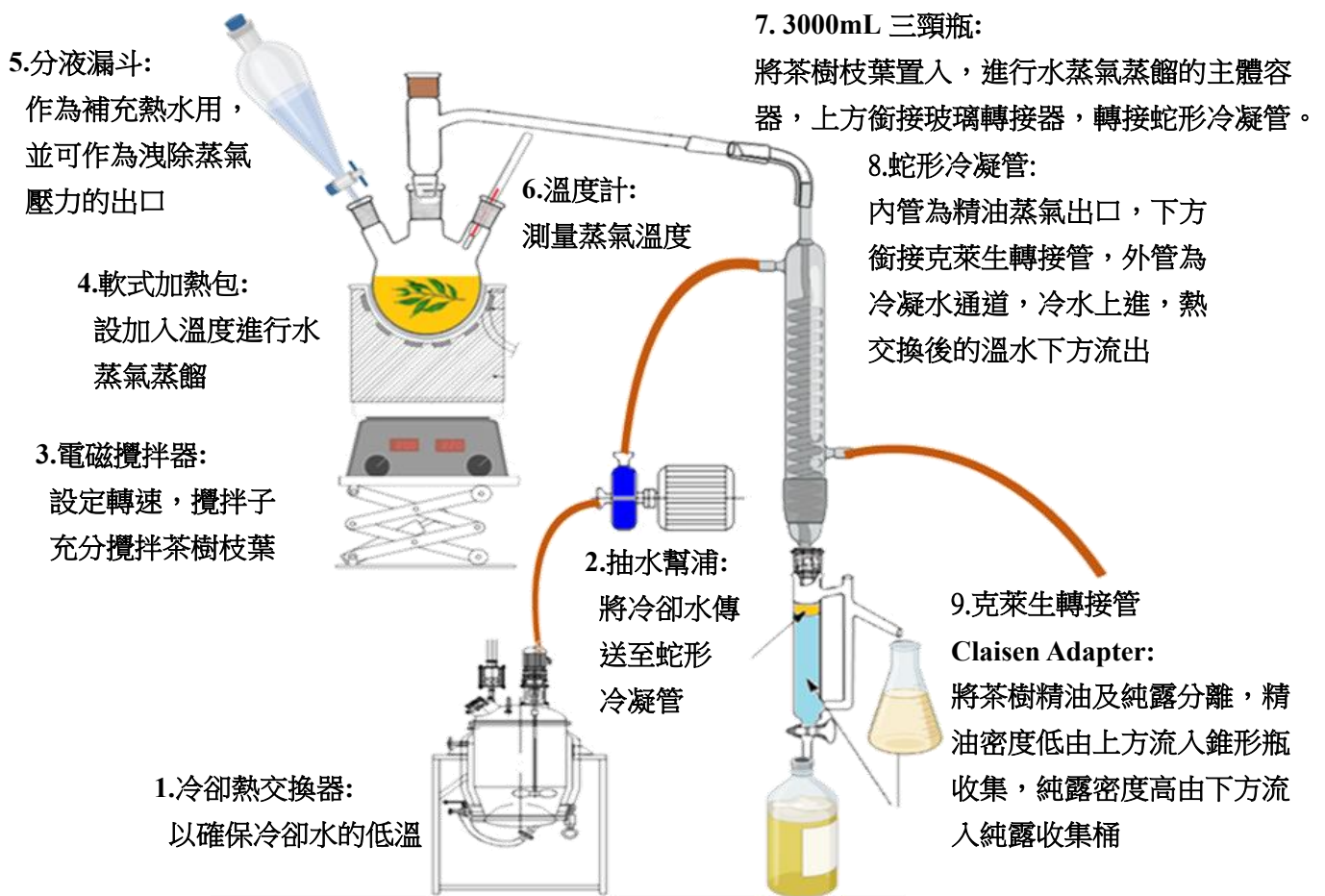


圖 2.傳統實驗室精油蒸餾器裝置原理圖

(三)市售水冷式精油蒸餾器裝置原理：如圖3所示

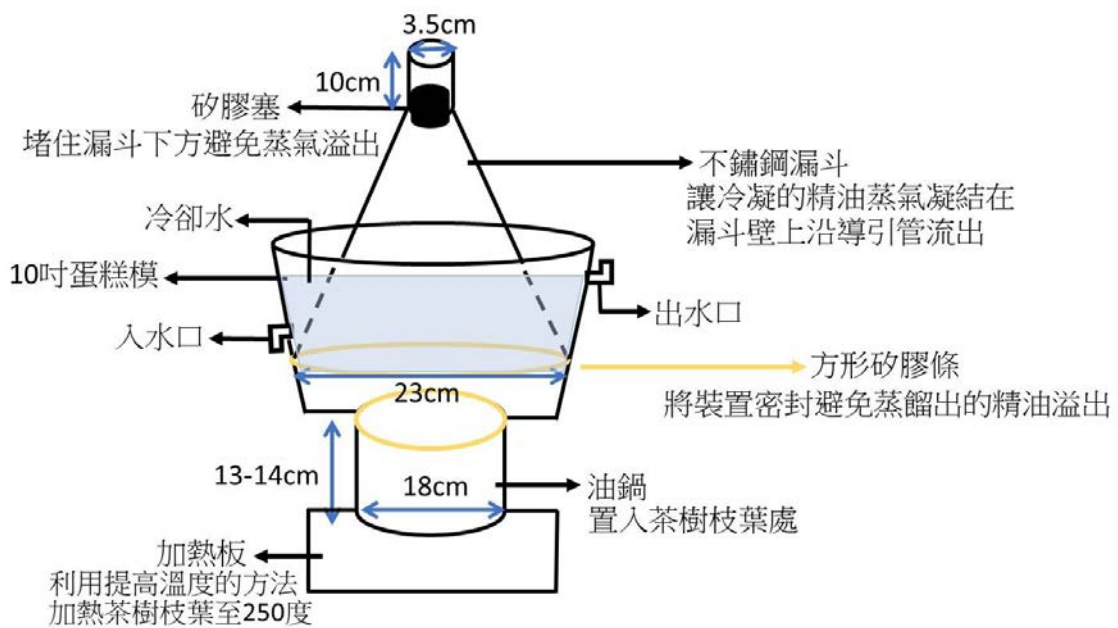


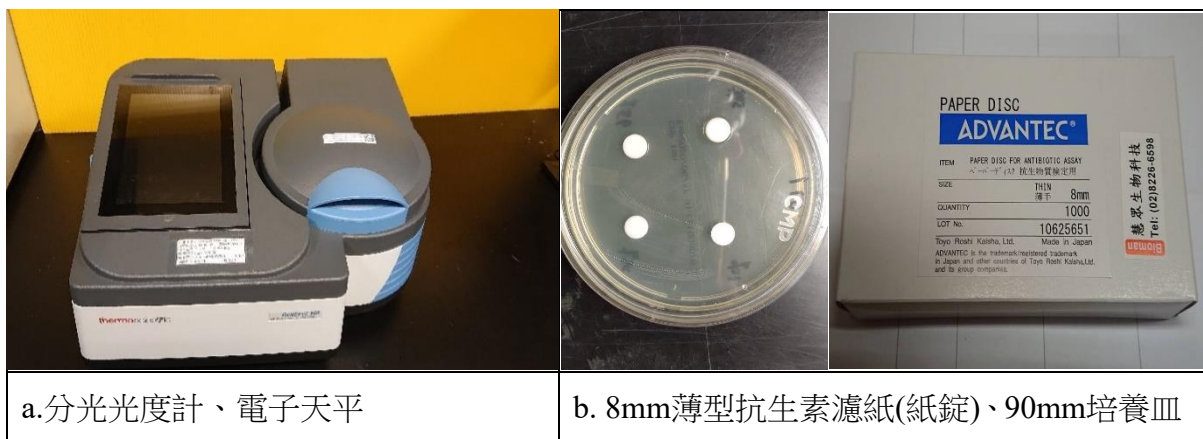
圖 3.市售水冷式精油蒸餾器裝置原理圖

## 貳、研究設備及器材

一、藥品:茶樹精油、過錳酸鉀、碘液、DPPH 試劑(1,1-二苯-2-三硝苯肼)、乙醇、澱粉。

儀器:分光光度計、電子天平 7m、L8mm 薄型抗生素濾紙(紙錠)、90mm 培養皿、螺蓋樣本瓶、比色皿、微量吸管、滴定裝置及容量瓶、電子加熱攪拌器、4 位數電子天平、0.22 $\mu$ m 針頭濾器、1.5mL 微量離心管、150mL 燒杯、25mL 量筒。

表1 實驗器材及設備





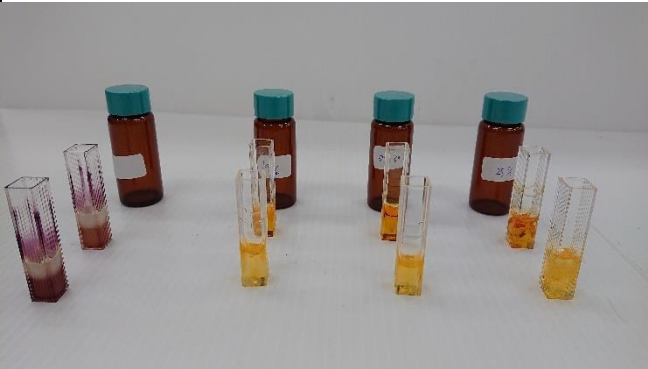
c. 微量吸管



d. 滴定裝置及容量瓶、茶樹精油



e. 電子加熱攪拌器、4位數電子天平



f. 7mL 螺蓋樣本瓶、比色皿(cuvette 3c.c)



g. 0.22μm針頭濾器、1.5mL微量離心管



h. 維他命C、過錳酸鉀、碘液、DPPH試劑

## 二、自製簡易高效精油蒸餾器:

裝置組成: 蛋糕膜、上口25cm、下口4cm油漏、風扇、鋁箔紙、18cm油鍋、焊錫、鐵絲。

使用工具: 電子加熱板、Tektronix直流電源供應器。

## 參、研究過程及方法

### 一、茶樹精油的提煉

#### (一)提煉方法：水蒸氣蒸餾法

##### 1.流程說明：

將澳洲茶樹枝葉置入油鍋，盛水 1000ml，並加熱產生高溫水蒸氣，分別剪成 10、30、50cm，使精油蒸發經冷凝後得到精油和純露混合液，並比較精油產率，最後另以分液漏斗萃取，使油水分離，分離出上層茶樹精油和下層之純露。

##### 2.實驗流程：

- (1)將 2 公斤但不同長度的茶樹枝葉茶樹枝葉置入油鍋，並將蛋糕模倒置於上方，以防水條連接並密封蛋糕模及油鍋的縫隙，確保茶樹蒸氣不外露溢出，冷凝水不與其混合。
- (2)架設不鏽鋼漏斗並用矽膠塞塞住，使精油蒸氣沿著低溫漏斗壁凝結成液態茶樹精油，並沿著精油收集溝槽，精油收集槽和油鍋分隔，以確保不會回流至下方油鍋內的茶樹枝葉中。精油流入倒出孔經由導引管流入油水分離器。
- (3)用加熱板加熱油鍋至 250°C，使茶樹枝葉經過高溫冷凝成茶樹精油蒸氣。
- (4)將水蒸氣蒸餾法蒸餾出的茶樹精油蒸氣冷凝:本實驗最主要的冷凝方式有兩種，第一種水冷式冷凝，第二種則為氣冷式冷凝，並比較兩種冷凝效果的差異。
- (5)將茶樹枝葉剪成不同長度 10、30、50cm，並比較精油產率的差異。

### 二、樣品及試劑溶液配置

#### (一)各體積百分率濃度茶樹精油乙醇溶液之製備實驗：

##### 1.使用微量吸量管吸取定量 95.0%乙醇及自行蒸餾所得的茶樹精油:

設定調節旋鈕治所需定量體積，吸液時緩慢放鬆按鈕，等待 1-2 秒鐘後從吸取液體，將按鈕往下按至第 1 停止點並排出液體，待 3-6 秒之後按壓至第 2 停止點，確認吸管尖端殘餘液完全排出後，並鬆開按鈕，在吸取溶液時不可按壓至第 2 停止點，造成定量上的不準確。

##### 2.視取用溶液的量調整溶液配製的體積，將以下溶液的量放大即可:

取 900 $\mu$ L 的 95.0%乙醇及 100 $\mu$ L 茶樹精油，即為體積百分率 10%茶樹精油。

取 750 $\mu$ L 95.0%乙醇及 250 $\mu$ L 茶樹精油，即為體積百分率 25%茶樹精油。

取 500 $\mu$ L 95.0%乙醇及 500 $\mu$ L 茶樹精油，即為體積百分率 50%茶樹精油。

取 250 $\mu$ L 95.0%乙醇及 750 $\mu$ L 茶樹精油，即為體積百分率 75%茶樹精油。

1000 $\mu$ L 茶樹精油，即為 100%茶樹精油。

3.完成配製各濃度茶樹精油乙醇溶液，供後續抗氧化性及抑菌實驗使用。

(二)2mM DPPH 乙醇試劑之配製實驗步驟：

1.精稱 0.0788g DPPH 粉末，置入 100mL 之容量瓶內。

2.加入 95.0%乙醇至 100mL 刻度線處，以磁攪拌子充分攪拌後，即為 2mM DPPH 溶液。

3.配置完的 DPPH 乙醇試劑，其容量瓶必須使用鋁箔紙包覆，以免陽光照射破壞 DPPH 自由基試劑，並在 30 分鐘內使用完畢。

### 三、DPPH 自由基清除率評估茶樹精油抗氧化活性

(一)清除 DPPH 自由基原理：

使用 DPPH(1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl)抗氧化測試來評估抗氧化劑的還原力大小。DPPH 溶於甲醇或乙醇為紫羅藍色溶液，結構上為較穩定的自由基，當加入的樣品其中的抗氧化劑(本質為還原劑)會供氫還原 DPPH，此時 DPPH 溶液會由紫羅藍色轉為淡黃色，即加入的樣品成份具抗氧化力，且顏色愈淡抗氧化能力越強。DPPH 乙醇溶液在波長 517nm 時有最大吸光值，故測定相對於空白對照組的吸光值下降百分比，可判定各試驗樣品清除 DPPH 自由基能力之強弱，其吸光值愈低，表示樣品清除 DPPH 自由基能力愈強，成份抗氧化力越佳。

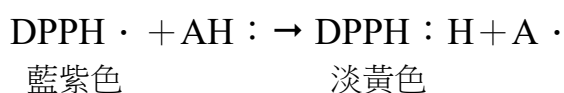
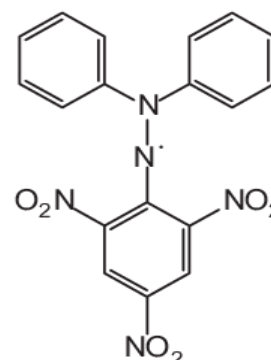


圖 4. DPPH 自由基化學結構式及反應方程式



**(二) DPPH 最大吸收度波長尋找實驗：**(Shimada, K. et al 1992，參考文獻 1)

1. 配製 DPPH 標準溶液，溶液濃度各為 0.1、0.3、0.5、0.8、1.0、2.0 mM。
2. 以微量吸量管吸取各 DPPH 標準溶液 1.5mL，置於分光檢測試管(比色皿)中。
3. 將比色皿置於分光光度計內比色管座上，設定掃描模式為全波長 340~800nm，測定最大吸收度波峰對應之波長。

**(三) 茶樹精油乙醇液之 DPPH 自由基清除率實驗步驟** (Dinis 法，1994，參考文獻 2)

1. 依茶樹精油乙醇液製備實驗，配製各濃度茶樹精油(10%、25%、50%、75%、100%)。
2. 以微量吸量管吸取各濃度的茶樹精油溶液 1000 $\mu$ L 放入分光比色皿中。
3. 在各濃度的茶樹精油溶液比色皿內加入 1000 $\mu$ L 的 2mM DPPH 試劑，將比色皿內的溶液搖晃均勻混合。(DPPH 試劑需要在配置後 30 分鐘內使用完畢)
4. 取 1000 $\mu$ L 的 95.0%乙醇加入 1000 $\mu$ L 的 2mM DPPH 試劑，混合均勻，作為控制組對比用。
5. 各比色皿置於常溫 25 $^{\circ}$ C 下，靜置待 25 分鐘後測定吸收光譜。
6. 將比色皿放入置於光度計內比色管座上測定吸光值，並設定最大吸收度光譜波長 517nm。
7. 記錄吸光度，計算清除 DPPH 自由基清除率。

$$\text{清除率(\%)} = \left[ 1 - \left( \frac{\text{樣品吸光值}}{\text{未加樣品控制組吸光值}} \right) \right] \times 100$$

**(四) 對照組實驗:市售茶樹精油對 DPPH 自由基清除率實驗步驟**

1. 準備二種不同品牌市售茶樹精油 A、B 及 2mM DPPH 乙醇溶液
2. 以 95.0%乙醇、市售茶樹精油配製各濃度精油乙醇液(10%、25%、50%、75%、100%)。
3. 在各濃度的茶樹精油溶液比色皿內加入 1000 $\mu$ L 的 2mM DPPH 試劑，將比色皿內的溶液搖晃均勻混合。(DPPH 試劑需要在配置後 30 分鐘內使用完畢)
4. 取 1000 $\mu$ L 的 95.0%乙醇加入 1000 $\mu$ L 的 2mM DPPH 試劑，混合均勻，作為控制組對比用。
5. 各比色皿置於常溫 25 $^{\circ}$ C 下，靜置待 25 分鐘後測定吸收光譜。
6. 將比色皿放入置於光度計內比色管座上測定吸光值，並設定最大吸收度光譜波長 517nm。
7. 記錄吸光度，計算清除 DPPH 自由基清除率。



## (五)精油抗氧化活對比實驗

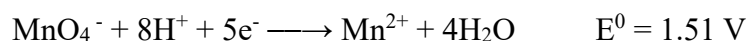
- 1.以市售茶樹精油自由基清除率對照，與自行提煉茶樹精油乙醇液之自由基清除率比較。
- 2.對比市售及自行提煉茶樹精油，二者清除率在 50%時之濃度(稱之 IC50 值)，IC50 的數值越小，代表抗氧化劑清除 DPPH 自由基的能力越強。若市售茶樹精油清除率 50%時，其 IC50 值高於自行提煉茶樹精油，則表示自行提煉茶樹精油對清除 DPPH 自由基能力比市售茶樹精油高，即抗氧化活性高於市售茶樹精油。

## 四、氧化還原滴定法評估茶樹精油抗氧化活性

### (一)、過錳酸鉀滴定法

#### 1.實驗原理：

過錳酸鉀(KMnO<sub>4</sub>)為為氧化還原滴定常使用的強氧化劑，過錳酸根離子(MnO<sub>4</sub><sup>-</sup>)在酸性溶液條件中會氧化還原劑，自身進行還原反應產生亞錳離子(Mn<sup>2+</sup>)，過錳酸根離子為深紫色，其還原後的 Mn<sup>2+</sup>為淡粉紅色，顏色轉換明顯故不需使用指示劑，就可以肉眼判斷滴定終點，茶樹精油乙醇溶液若使紫紅色過錳酸鉀溶液褪色，代表茶樹精油乙醇溶液具抗氧化性能，若滴定消耗過錳酸鉀溶液的量愈多，抗氧化能力就愈強。



### (二)實驗步驟：

- 1.配製各體積百分率濃度茶樹精油乙醇溶液 (10%、25%、50%、75%、100%)。
- 2.配製 0.010M 過錳酸鉀酸性溶液為滴定標準液:
  - (1)取 0.158g KMnO<sub>4</sub> 置於燒杯內並加入 50mL 水為溶劑，燒杯置於電磁加熱攪拌器上穩定加熱至溫度 60°C，加入 10mL 98%濃 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>，均勻攪拌 30 分鐘。
  - (2)靜置降至室溫後，將溶液倒入 100mL 容量瓶內，並以洗瓶裝水沖洗殘液，確認溶液完全轉移至容量瓶
  - (3)加水置容量瓶 100mL 刻度線，並混合均勻。

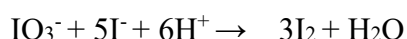
- 3.取各檢測液 20.00mL，以 0.010M 過錳酸鉀酸性溶液滴定至紫紅色褪去，顏色轉為淡紅色瞬間即為滴定終點。讀取過錳酸鉀溶液消耗之體積，三重複實驗。
- 4.另取純水置入錐形瓶中，滴入 0.010M 過錳酸鉀酸性液，作為對照以利滴定終點的判定。
- 5.取 95.0%乙醇 20.00ml，以 0.010M 過錳酸鉀酸性溶液滴定，至紫紅色褪去顏色轉為淡紅色瞬間即為滴定終點，紀錄過錳酸鉀溶液消耗之體積，作為空白實驗。

## 二、碘滴定法

(一)實驗原理：碘為一種較過錳酸鉀緩和的氧化劑，採用澱粉作為指示劑，對於滴定終點十分靈敏極具定量的價值，茶樹精油乙醇溶液與碘溶液進行氧化還原反應，若消耗碘液的量愈多，其抗氧化性能愈強。

(二)實驗步驟：

- 1.配製 0.010M 碘標準液，並以硫代硫酸鈉標準溶液標定之。



- (1)使用天平精秤 2.14g  $\text{KIO}_3$ ，粗秤天平秤量 8.3g  $\text{K I}$ 。
  - (2)將其兩者置於燒杯，加入 50mL 蒸餾水及 1ml 濃硫酸。
  - (3)攪拌使固體溶解再倒入 1000 mL 容量瓶中，加水至刻度線。
2. 配製各體積百分率濃度茶樹精油乙醇溶液 (10%、25%、50%、75%、100%)。
  - 3.澱粉指示劑的配置

取可溶性澱粉 1 克倒入裝有 50mL 蒸餾水的燒杯中，加熱溫度至 70°C，加熱約 10 分鐘並混合攪拌均勻。

- 4.取各濃度茶樹精油乙醇檢測液 20.00mL，加入 1mL，10M 硫酸及 1mL 的澱粉溶液。
- 5.以 0.010M 碘標準液滴定各濃度茶樹精油乙醇檢測液，待溶液出現藍色且 30 秒內藍色不褪去，即達滴定終點，讀取碘標準液液溶液消耗之體積，三重複實驗。
- 6.另取純水置入錐形瓶中，滴入 0.010M 碘標準液，作為對照以利滴定終點的判定。
- 7.取 95.0%乙醇 20.00ml，以 0.010M 碘標準液滴定，待溶液出現藍色且 30 秒內藍色不褪去，即達滴定終點，紀錄 0.010M 碘標準液消耗之體積，作為空白實驗。

## 五、茶樹精油的抑菌實驗及抑菌性效果評估

### (一)實驗相關原理

#### 1.大腸桿菌簡介：

本實驗採用菌種 *Escherichia coli* 大腸桿菌（簡寫為 *E. coli*），為腸道裡寄生的最著名的一種細菌，主要分佈於大腸內。是一種兩端鈍圓、能運動、無芽孢的革蘭氏陰性短桿菌。除某些特情況外，一般不致病。1885 年當西奧多·埃舍裡希 Theodor Escherich 嘗試找出霍亂病原時，他分離出大腸桿菌，並將其最初命名為 *Bacterium coli commune*。

#### 2.名詞解釋：

##### (1)抑菌圈(Zone of inhibition)：

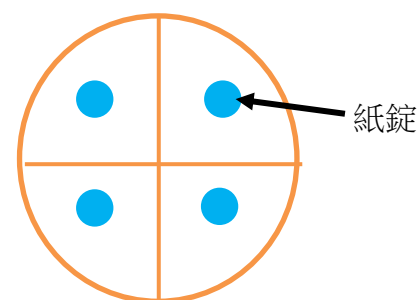
弗萊明 Alexander Fleming 發現接種了青黴的培養皿中，青黴的周圍不生長細菌，其範圍以青黴菌落為圓心的規則圓形狀，此一範圍被弗萊明稱為抑菌圈。抑菌圈可用來判斷抗生素對某致病菌抑菌效果的方法，此實驗又稱做紙錠瓊脂擴散試驗，紙錠指的是由各藥廠生產含有各種抗生素的小圓形紙錠，及不加任何藥劑的空白紙錠，而培養一般使用 M-H 培養基 Müller-Hinton agar，先將瓊脂塗上標準濃度待測菌液並貼上紙錠，紙錠上所含的抗生素在瓊脂上會擴散開來，若該細菌能夠被紙錠上的抗生素抑制生長，則在紙錠周圍就會出現一個圈且在圈內無細菌的生長，即所謂的抑菌圈。

##### (2)抑菌圈大小：

培養基置於 37°C 恆溫培養箱培養，取出後測量抑菌圈之直徑，直徑大小以 mm 作為計量單位，在固定劑量濃度下作比較，抑菌圈的直徑越大即益菌效果越佳，抑菌圈直徑小於 10 mm 代表試劑沒有明顯抑菌效果，介於 10 mm 表示有輕度抑菌活性，介於 11~15 mm 為中度抑菌活性， $\geq 16$  mm 為高度抑菌活性。

### (3)稀釋塗抹法 (Dilution Spreading Method) :

將混和菌液稀釋後均勻塗抹於培養基上，將滴加不同濃度精油的紙錠置於固態培養基上。



## (二)檢樣液配製及實驗器材滅菌

圖 5.菌液均勻塗抹在四等份區域上

### 1.各濃度茶樹精油及純露之配製:

(1)以微量吸管吸取定量 100 $\mu$ L 茶樹精油及 900 $\mu$ L 乙醇溶劑置於 1.5mL 微量離心管，蓋上離心管蓋子並搖晃混合均勻，即為體積百分比率 10%的茶樹精油乙醇檢樣液。依此法配製各體積百分比率濃度的茶樹精油(10%、25%、50%、75%、100%)。

(2)製備三種茶樹純露濃度(0%、50%、100%)作為對比，以微量吸管吸取 500 $\mu$ L 95.0%乙醇及 500 $\mu$ L 茶樹純露，均勻混合，即為體積百分率 50%茶樹純露。而茶樹純露濃度 0.00%為 95.0%乙醇溶液不含茶樹純露，100%則為不稀釋的茶樹純露。

### 2.固態培養基

本實驗使用 TSA 總生菌培養基(NEOGEN Culture Media Tryptic Soy Agar)。

### 3.抑菌實驗器材滅菌

- (1)血清瓶蓋置入滅菌釜中，血清瓶瓶栓於瓶口上旋轉 1 圈(不可完全拴緊)。
- (2)實驗前需先將待用儀器置入滅菌釜中滅菌至少 30 分鐘。
- (3)消毒壓力：1.2Kgs/cm<sup>2</sup>，消毒溫度 121°C，消毒時間 30min。

## (三)茶樹精油濃度對E.coli抑菌效果評估實驗

- 1.以微量吸管吸取適量的大腸桿菌細菌液，置於培養基中，並以滅菌棉花棒旋轉塗抹，使菌液均勻分散於培養基上。

- 2.以微量吸管吸取1mL將各濃度茶樹精油檢液及茶樹純露滴於紙錠上(實驗組)，並以滴乙醇或無菌水的空白紙錠為對照組、空白紙錠加無菌水做為控制組。
- 3.以滅菌過的鑷子將紙錠置入含E.coli細菌液之培養基上，將培養基四等份劃分，使1個培養基可置入4個紙錠，並紙錠間距超過20mm以免互相干擾。
- 4.用實驗室用封口膜(parafilm)封好培養基，置入恆溫培養箱中溫度設定37°C，1~2天後取出，紀錄抑菌圈直徑。

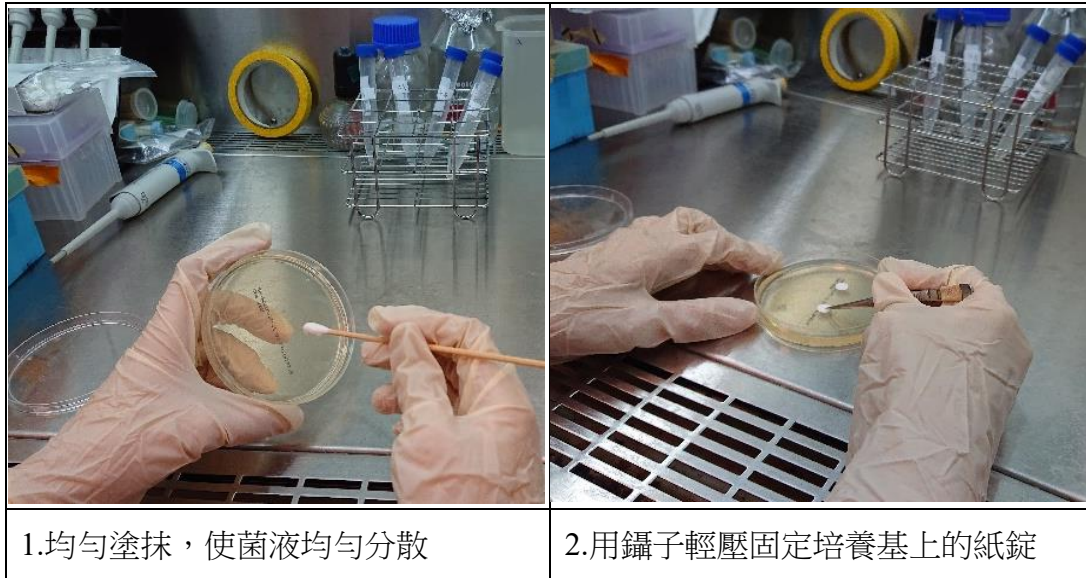


圖 6.紙錠法抑菌作用實驗過程

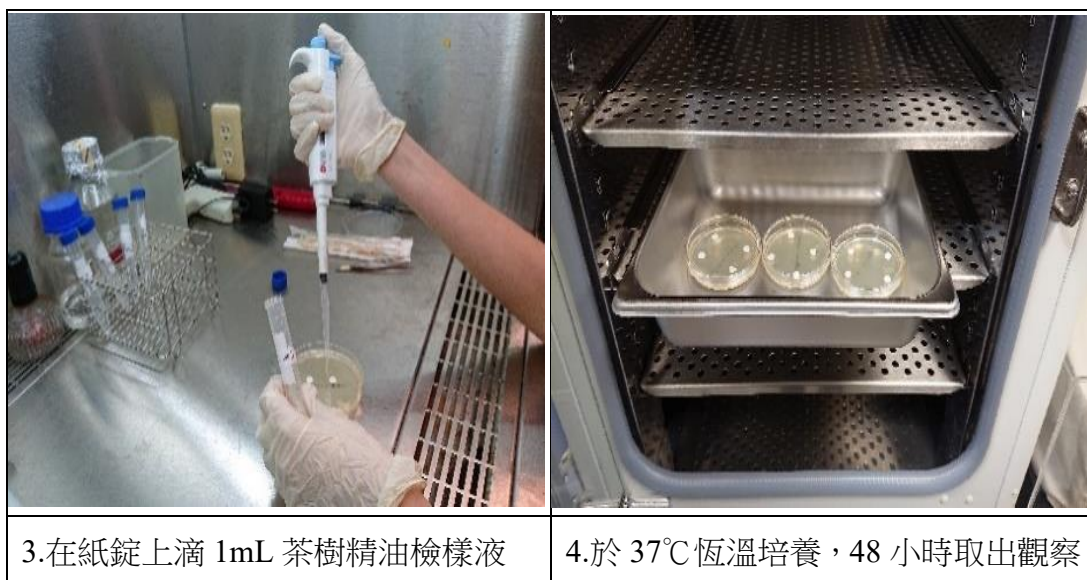


圖 6.紙錠法抑菌作用實驗過程

## 肆、研究結果

### 一、風冷式精油萃取機設計及原理解說

#### (一) 風冷式精油萃取機設計

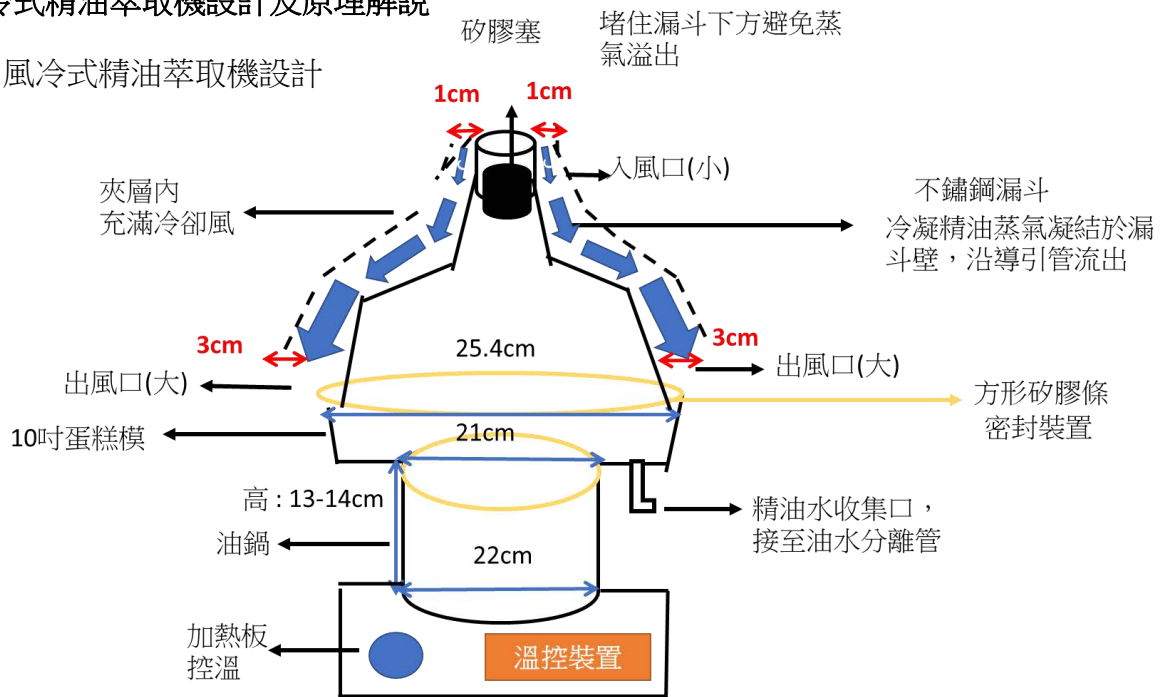


圖7.風冷式冷凝機架構模擬圖

#### 裝置特色:

##### 1. 風冷式冷凝

有別於一般精油萃取裝置(畢氏冷凝管、水冷式萃取法)，使用風冷式冷凝法，不用外接水降溫，不用擔心漏水問題，使用上更加方便。

##### 2. 自由膨脹原理降溫

氣體從壓力大處(進風口徑小，直徑 ~ 1 cm)傳輸到壓力小處(出風口徑大，直徑 ~ 3 cm)，會擴張(膨脹)用掉錐形不鏽鋼油漏的熱能，溫度因而降低。

##### 3. 家庭式簡易架設

使用裝置的元件由家庭五金行採買，不鏽鋼油漏、油鍋、鐵絲、耐熱膠帶、方形矽膠條、鋁箔紙、風扇、塑膠管；蛋糕模具油蛋糕材料行購買；網路訂購油水分離器。一套裝置總金額不到台幣 3000 元，而且萃取效率與市售之經由萃取機同等級，實用且高 CP 值。

(二) 風冷式精油萃取機實體圖

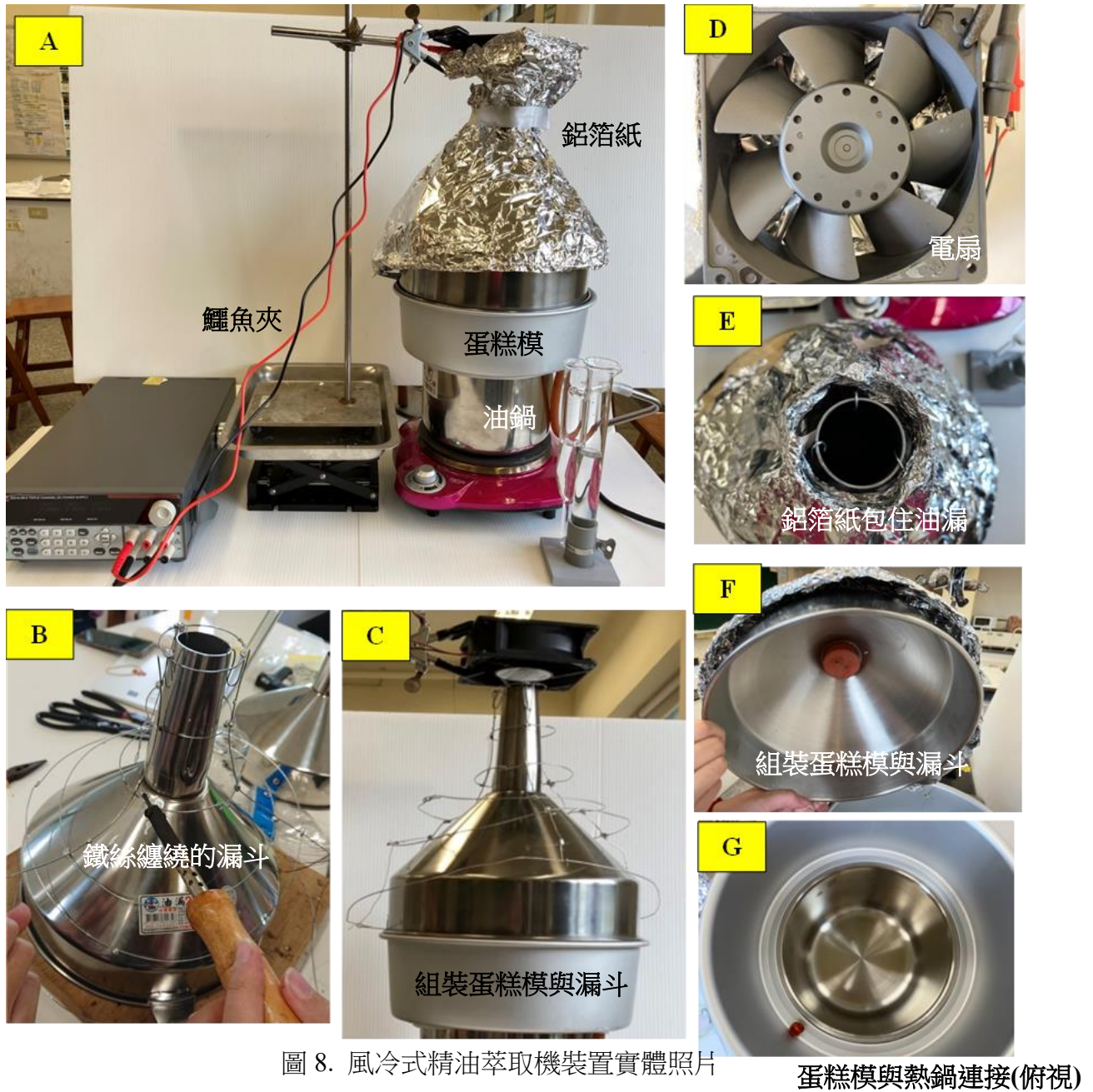


圖 8. 風冷式精油萃取機裝置實體照片

蛋糕模與熱鍋連接(俯視)

- A: 整體架設                      B: 焊接不鏽鋼油漏之鐵絲支架                      C: 油漏與鐵絲網裝置  
 D: 風扇(冷凝主要能量) E: 鋁箔包覆油漏 F: 油漏內部結構(仰視) G: 機體內部結構(俯視)

1. 裝置說明

(1) 裝置底部為加熱板加熱油鍋後是茶樹精油蒸氣向上，在精油蒸汽冷凝於油漏內壁後由精油收集口連接至油水分離管接出，由左下方直流電源供應器，再經由紅黑色的鱷魚夾提供電扇所需的能量，將風灌入鋁箔紙包裹的鐵絲支架中，右前方則為油水分離器，利用密度大小不同的原理將油水分離。(圖8A)

- (2)風冷式架構是經由鐵絲網環繞並焊接而成，首先我們將鐵絲剪成大小不一的圓，將其調為適當比例後做出掛勾，讓鐵絲網能至於油漏底部，再經由焊接技術，連在一起，最後利用耐熱程度較高的銅線做最後一部的固定。(圖 8B)
- (3)將焊接後的鐵絲網套於油漏上，做整體機體的第一部分固定，將其連結直流電源供應器，電源啟動後就能將風輸入裝置。(圖 8C)
- (4)風冷式冷凝機中的主要能量供應，以電壓 12 伏特、電流 0.52 安培啟動裝置，並以自由膨脹原理冷凝機體，達到經由萃取之效果。(圖 8D)
- (5)將鋁箔紙包住第一層油漏，將氣流沿不鏽鋼漏斗與鋁箔形成的夾層集中輸送。(圖 8E)
- (6)油漏內部，將橡膠塞置於油漏底部確保蒸氣不外漏，並將漏洞以耐熱膠封住。(圖 8F)
- (7)蛋糕模與油鍋內部，油鍋與蛋糕模以耐熱膠帶封住，纏繞後固定。(圖 8G)

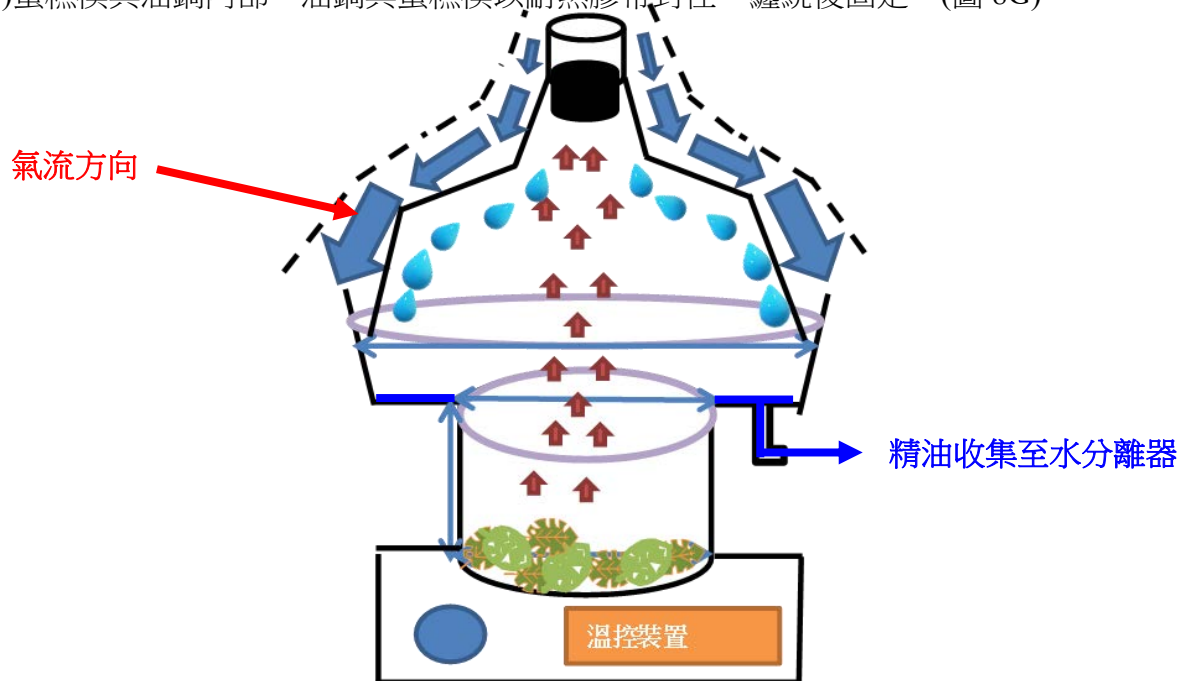


圖 9.風冷式架構蒸氣冷凝模擬圖



## 2. 整體架構及冷凝細部原理過程:

將茶樹枝葉置入油鍋，紅箭頭代表茶樹蒸氣向上蒸發蒸發到漏斗內壁，之後轉換為藍色小水滴冷凝於漏斗內壁，接著因為重力關係滑下，下面的水我們可以看做是茶樹純露與家茶樹精油地混和物，最後帳樣的一個混和物會沿著 L 型的水管流向油水分離管利用密度不同而分離。

- (1) 溫控裝置: 將溫度調至適當溫，加熱油鍋內部茶樹枝葉，確保所有茶樹精油蒸發為茶樹蒸氣並向上冷凝。
- (2) 油鍋為置入茶樹枝葉並加熱他的容器。
- (3) 將蛋糕模倒置，邊緣可作為茶樹精油及純露的導引位置。
- (4) 藍色箭頭代表風的路徑而藍色箭頭的大小則代表風的體積，藍色箭頭的大小有小而變大，此為自由膨脹原理的結果。

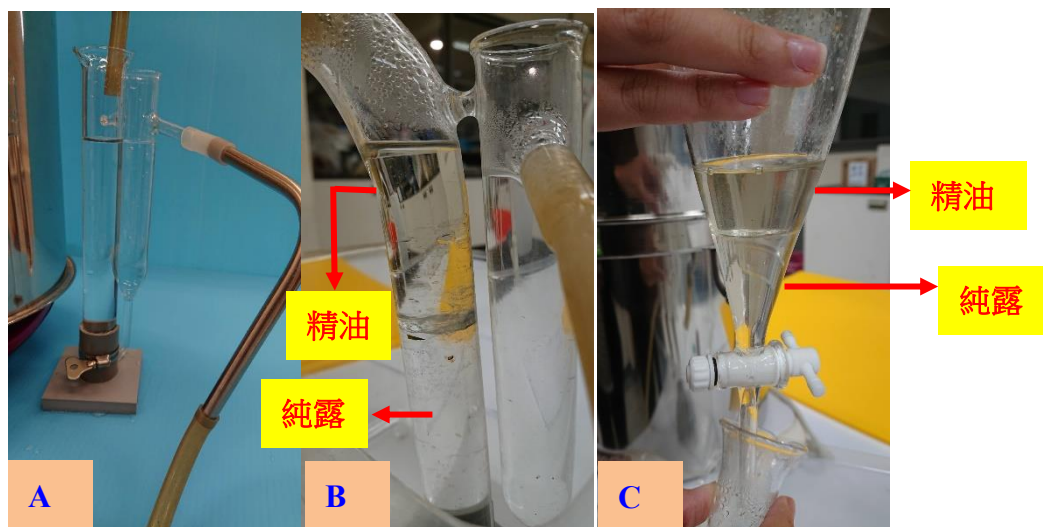


圖 10. 油水分離器

## 3. 油水分離器大部結構原理

- (1) 油水分離的機制將經過機器蒸餾出的精油和水分成兩層。(圖 10A)
- (2) 精油因密度較小浮在水面上，而純露則透過連通管原理導入另一個玻璃管中。(圖 10B)
- (3) 利用分液漏斗將密度較大的水往下漏出，可方便汲取上層的精油。(圖 10C)

## 二、茶樹精油產率比較

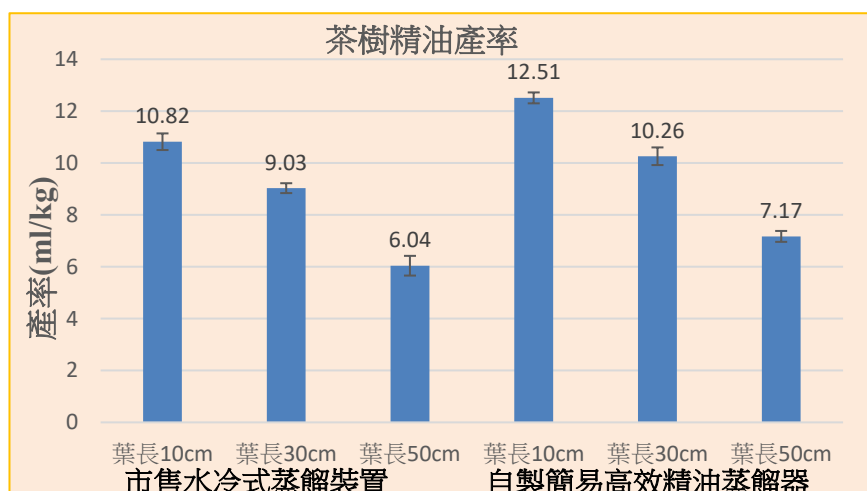


圖 11.精油產率統計分析(兩儀器皆設定加熱溫度為 150°C，精油提煉時間為 90 分鐘)

### (一)實驗結論：(圖 11)

- 1.自製簡易高效精油蒸餾器提煉茶樹精油平均產率：葉長 10cm、30cm、50cm，依序為 12.51 ml/Kg、10.26 ml/Kg、7.17 ml/Kg，並使用 Exce 統計函數 STDEV 計算得知精油平均產率標準差依序各別為 0.21、0.34、0.21 ml/Kg。
- 2.無論使用市售水冷式蒸餾裝置或自製簡易高效精油蒸餾器提煉茶樹精油，將相同重量的茶樹枝葉蒸餾提煉，茶樹枝葉愈短，精油產率越高，但當茶樹枝葉短於 3cm 時，市售水冷式蒸餾裝置的精油平均產率低於 1.3 ml/Kg，自製簡易高效精油蒸餾器精油平均產率低於 2.2 ml/Kg，故推論在當茶樹枝葉短於 3cm 時，茶樹枝葉內的精油易揮發不易保存。
- 3.由圖 11 可知自製簡易高效精油蒸餾器提煉的精油產率較市售水冷式蒸餾裝置高： $(12.51-10.82)/10.82=16\%$ ，故其精油產率提升了 16%。

### 三、DPPH 自由基清除率評估茶樹精油抗氧化活性

#### (一)、DPPH 最大吸收度波長尋找實驗

##### 1.數據

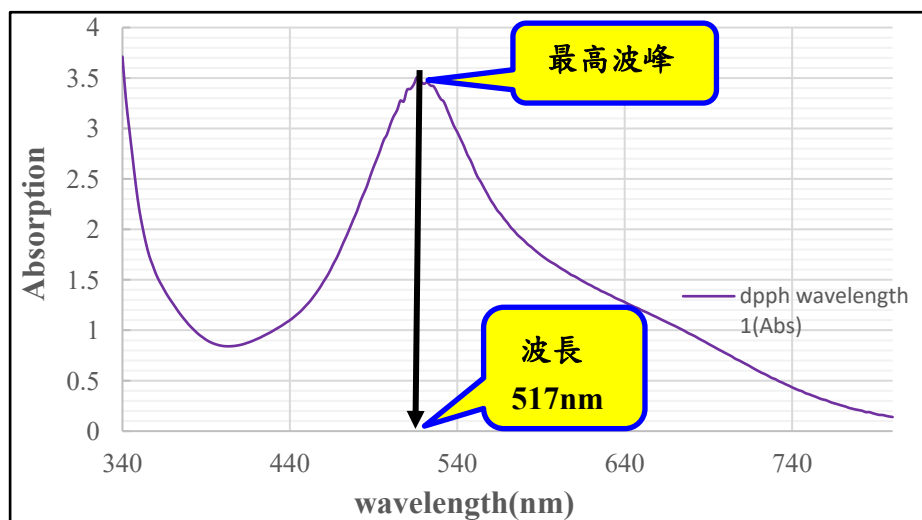


圖 12. 2.0 mM DPPH 標準液最大吸收光譜(波長 517nm)

##### 2.結論：如圖 12 所示

(1)DPPH 最大吸收度波峰，此時的波長稱最大吸收波長，數值為 517nm。

(2)配製不同濃度之 DPPH 標準液，溶液濃度各為 0.1、0.3、0.5、0.8、1.0、2.0 mM，

測到的吸光度不同，濃度越高吸收度越大，但最大吸收波長都在 517nm，為明顯觀測吸收度，本實驗皆採用 2.0 mMDPPH 標準液。

#### (二)、自製精油蒸餾器提煉茶樹精油乙醇液之 DPPH 自由基清除率試驗(實驗組)

##### 1.數據

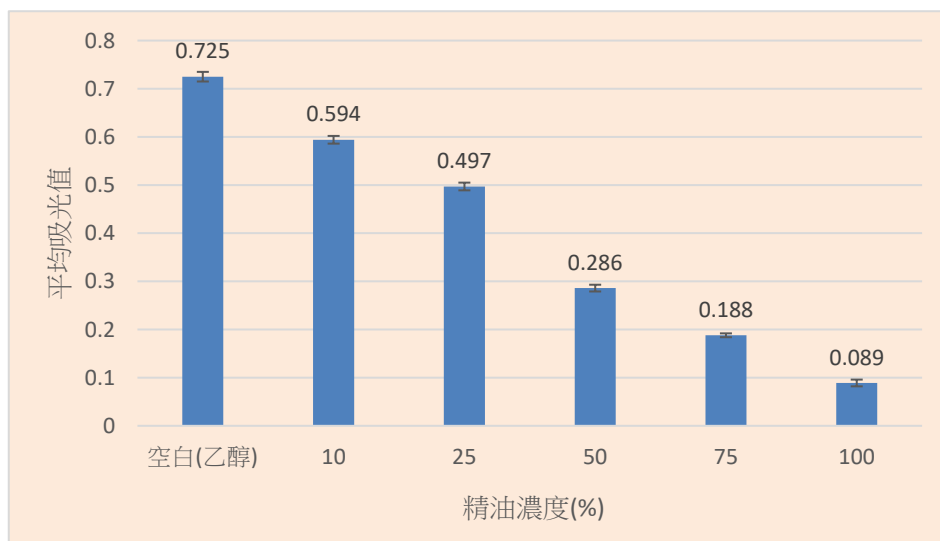


圖 13.茶樹精油不同濃度之吸光值

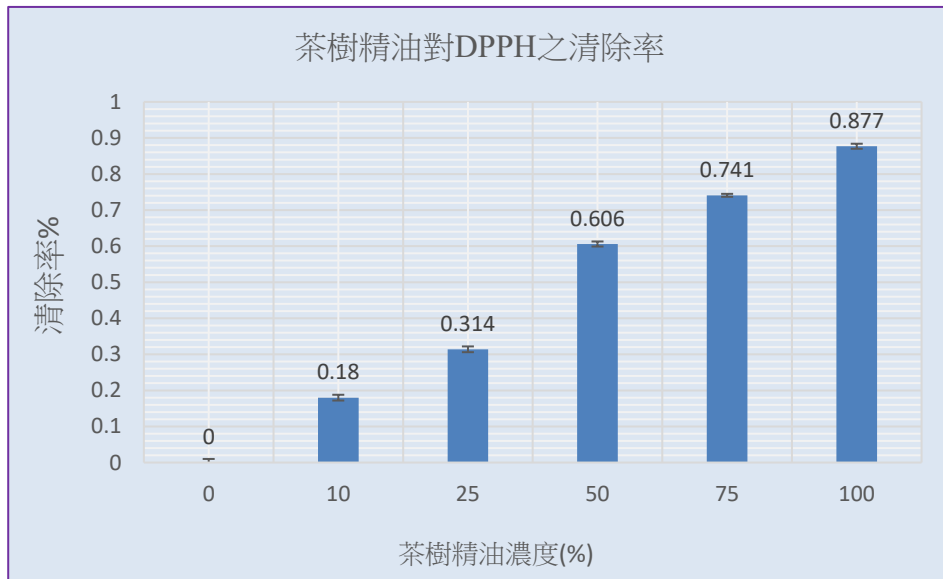


圖 14.茶樹精油不同濃度對 DPPH 之清除率

2.實驗結論：由圖 13、14，數據統計分析得知

(1)茶樹精油 10%、25%、50%、75%、100%不同濃度之吸光值，各別是 0.594、0.497、0.286、0.188、0.089，標準差為 0.008、0.008、0.0070、0.0040、0.007。濃度愈高，吸光值下降量愈多，代表對 DPPH 之清除率愈高。

(2)由吸光值計算 100%茶樹精油清除自由基 DPPH 能力達 87.7%；75%茶樹精油乙醇液萃取液達 74.1%；50%茶樹精油乙醇液達 60.6%；25%茶樹精油乙醇液達 31.4%；10%茶樹精油乙醇液達 18.0%。

(三)、對照組實驗:市售茶樹精油對 DPPH 自由基清除率試驗

1.數據:

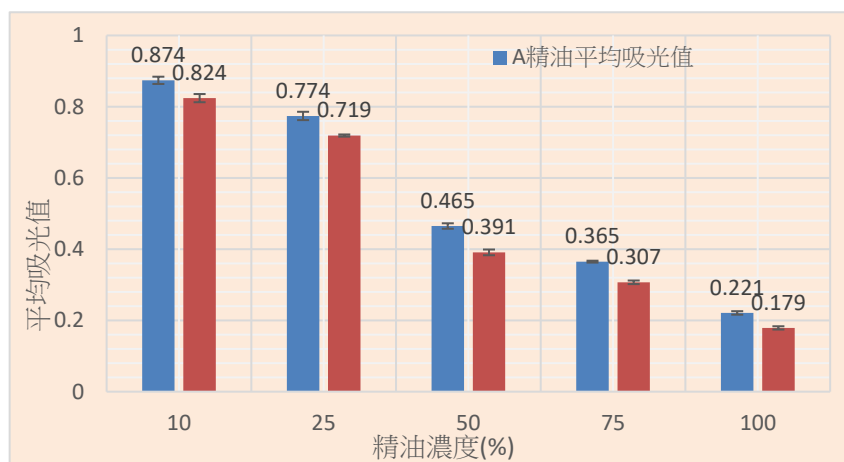


圖 15. 市售茶樹精油對 DPPH 自由基清除率試驗不同濃度之吸光值

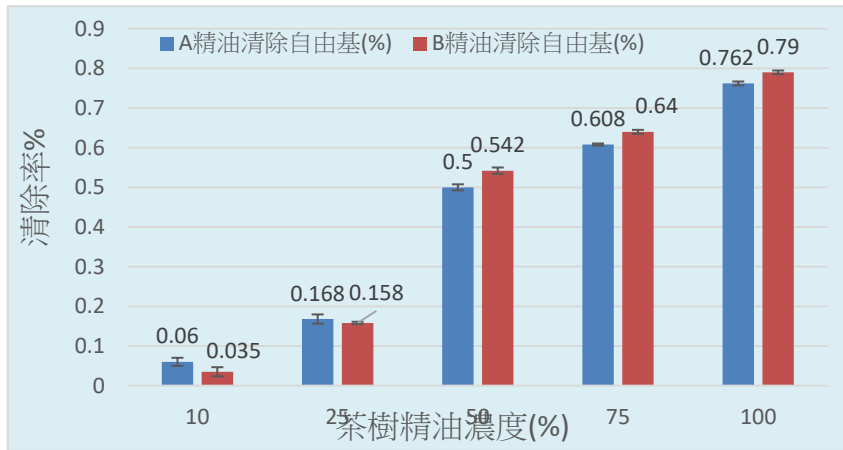


圖 16.不同濃度市售茶樹精油對 DPPH 之清除率

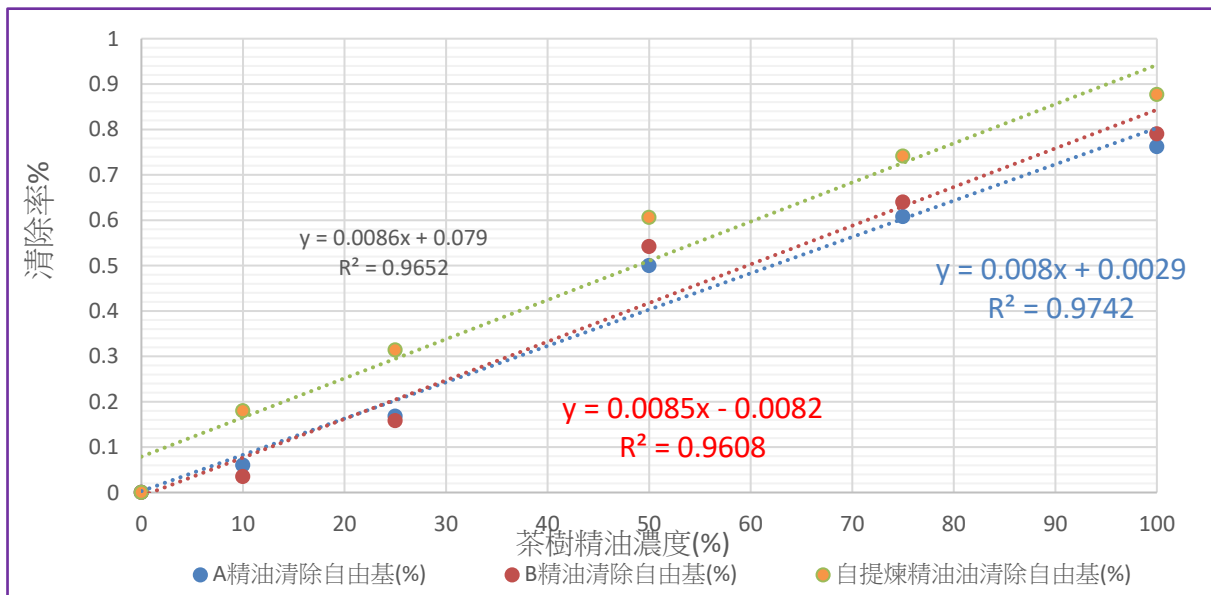


圖 17.三種茶樹精油對 DPPH 之清除率線性關係圖

2.實驗結論：由圖 15、16，分析得知

(1)得知市售茶樹精油 A，10%、25%、50%、75%、100%不同濃度之吸光值，各別是：0.874、0.774、0.465、0.365、0.221，市售茶樹精油 B 吸光值，各別是：0.854、0.824、0.719、0.391、0.307、0.179，相較於自製精油蒸餾器提煉茶樹精油之吸光值高相同濃度下，吸光值較乙醇空白試驗下降量少，市售茶樹精油對 DPPH 之清除率較自提煉的精油低。

(2)由清除率定義推算:

$$\text{清除率(\%)} = \left[ 1 - \left( \frac{\text{樣品吸光值}}{\text{未加樣品控制組吸光值}} \right) \right] \times 100$$

並由圖 17 三種茶樹精油對 DPPH 之清除率線性關係圖，由減量線回歸方程式計算:

自提煉茶樹精油:  $y = 0.0086x + 0.079$

A 牌茶樹精油:  $y = 0.008x + 0.0029$

B 牌茶樹精油:  $y = 0.0085x - 0.0082$

三種茶樹精油對 DPPH 清除率達 50%時，其精油體積百分率濃度(v/v)依序為 48.9%、62.13%、57.85%，即自提煉、A 牌、B 牌茶樹精油其 IC50 值各為 48.9%、62.13%、57.85%。

#### (四)、茶樹精油抗氧化活性評估

1.實驗結論：由圖 15 及圖 16，分析比較得知

(1)由茶樹精油乙醇液之 DPPH 自由基清除率算而得 IC50 數值做比較：

B 牌茶樹精油 > A 牌茶樹精油 > 自提煉茶樹精油。

(2)從 DPPH 自由基清除率得知，抗氧化性:

自提煉茶樹精油 > A 牌茶樹精油 > B 牌茶樹精油。

(3)實驗組與對照組的清除自由基(DPPH)能力%比較得知，48.9%自提煉茶樹精油抗氧化力和 62.13%A 牌茶樹精油及 57.85%B 牌茶樹精油抗氧化力相當，在相同清除率下，茶樹精油濃度越低，及抗氧化性越佳。

#### 四、滴定法評估茶樹精油抗氧化活性

(一)、過錳酸鉀標準液(0.010M)滴定實驗(取各濃度檢測液20.00ml)

1.實驗數據

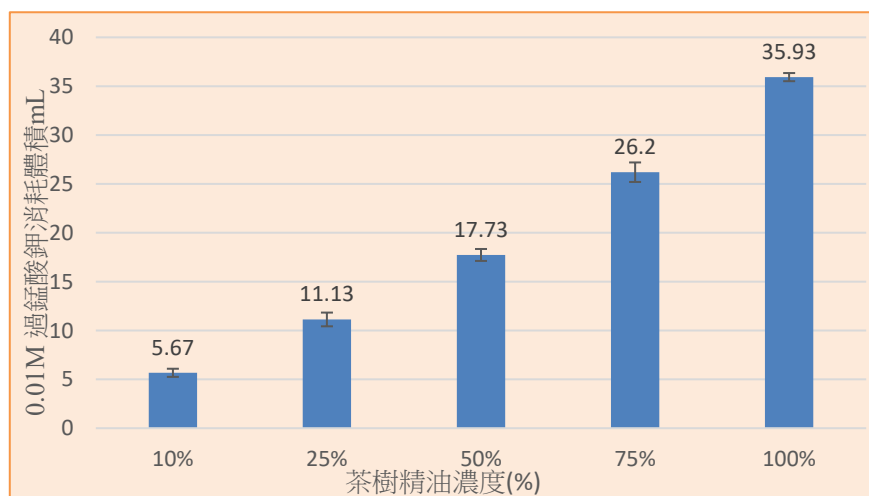


圖 18.過錳酸鉀標準液(0.010M)滴定實驗數據

## 2.實驗結果

(1)取檢測液各20.0ml，平均消耗0.010MKMnO<sub>4</sub>液的體積，隨著茶樹精油濃度的上升而增加，100%茶樹精油乙醇檢測液為35.93ml，50%茶樹精油乙醇檢測液為17.73ml，10%茶樹精油乙醇檢測液為5.67ml；因此濃度茶樹精油乙醇檢測液抗氧化力大小：茶樹精油乙醇檢測液100% > 75% > 50% > 25% > 10%，茶樹精油濃度越高，抗氧化力越強。

(2)將純水置入另一錐形瓶中，滴入等體積的 KMnO<sub>4</sub> 標準液作為對照，以利滴定終點顏色的判定。過錳酸鉀滴定時，在達滴定終點前為無色，達終點呈淡紅色，溶液顏色變化明顯，故不必使用指示劑，但滴定時須隨時搖晃錐形瓶以確保混合均勻。

### (二)、0.010M碘標準液滴定實驗(取各濃度檢測液20.00ml)

#### 1.實驗數據

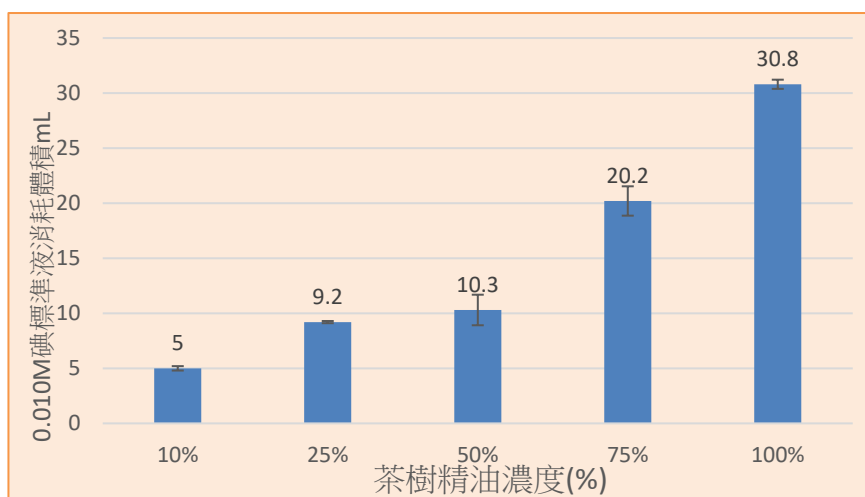


圖 19.碘標準液(0.010M)滴定實驗數據

#### 2.實驗結果

(1)取檢測液各20.0ml，平均消耗0.010M碘液的體積，100%茶樹精油乙醇檢測液為30.80ml，75%茶樹精油乙醇檢測液為20.20ml，50%茶樹精油乙醇檢測液為10.30ml，25%茶樹精油乙醇檢測液為9.20ml，10%茶樹精油乙醇檢測液為5.00ml；抗氧化力比較：茶樹精油乙醇檢測液100% > 75% > 50% > 25% > 10%，茶樹精油濃度越高，抗氧化力越強，但滴定同濃度的茶樹精油乙醇檢測液，碘標準液消耗量較過錳酸鉀標準液多。

(2)達滴定終點呈藍色，此因達滴定終點時碘酸鉀 KIO<sub>3</sub> 和碘化鉀 KI 成的碘分子 I<sub>2</sub>，和澱粉生成的藍色錯合物所致，使用澱粉為指示劑，指示滴定終點十分靈敏。

## 五、澳洲茶樹精油及其純露的抑菌測試

### (一)紙錠法

#### 1.紙錠法-不同濃度茶樹精油乙醇液對E.coli(大腸桿菌)抑菌能力測試

##### (1)實驗數據：

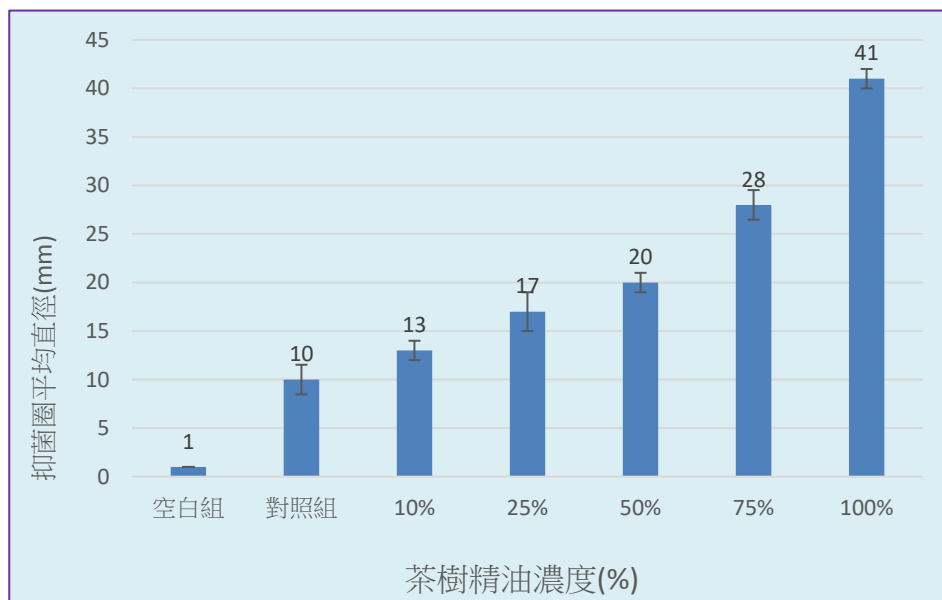


圖20.不同濃度茶樹精油對對E.coli之抑菌圈直徑(mm)測量(48hr後)

##### (2)實驗結論：圖21.A-D

- 量測抑菌圈的直徑越長，即茶樹精油抑菌能力越強。由實驗結果得知，茶樹精油濃度越大，抑菌能力越強：100% > 75% > 50% > 25% > 10%。
- 茶樹精油抑菌圈和乙醇對照組比較，可知茶樹精油有顯著抑菌效果，甚至100%茶樹精油時，抑菌圈直徑為乙醇的4倍大達41mm。



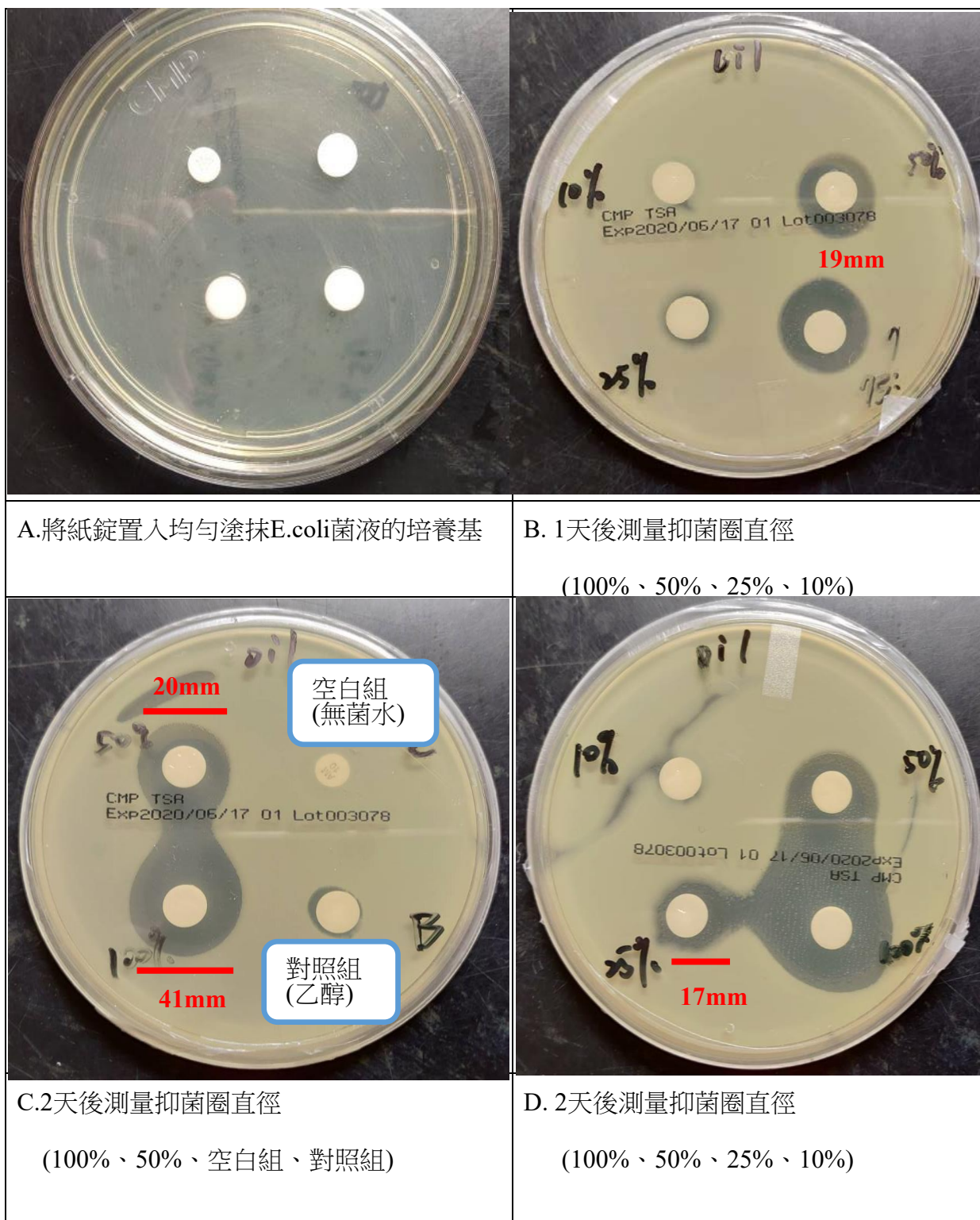


圖 21.不同濃度茶樹精油對 E.coli(大腸桿菌)抑菌圈大小

## 2.紙錠法-茶樹純露對E.coli(大腸桿菌)抑菌能力測試

### (1)實驗數據：

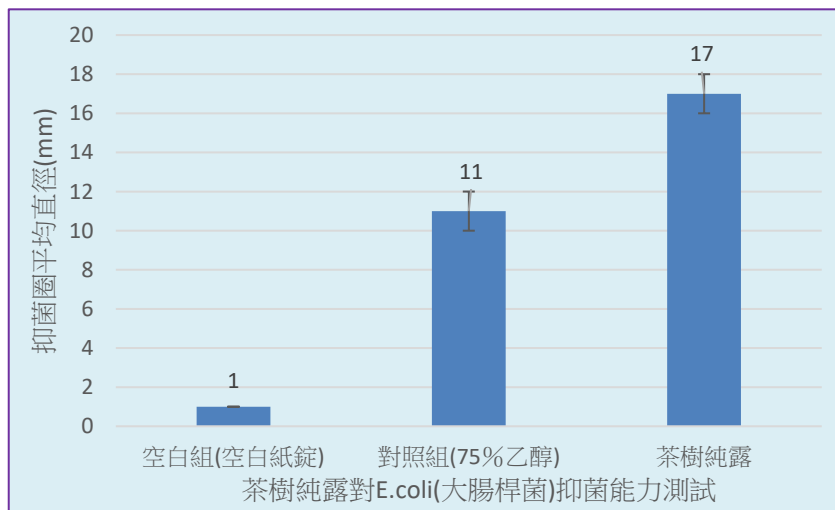


圖 22.不同濃度茶樹純露對對 E.coli 之抑菌圈直徑(mm)測量

### (2)實驗結論：如圖22所示

- 1.量測抑菌圈的直徑越長，即茶樹精油抑菌能力越強。由實驗結果得知，茶樹純露抑菌圈直徑為17mm，而對照組75%乙醇的抑菌圈直徑為11mm。
- 2.茶樹純露其抑菌圈直徑大小和 25%茶樹精油乙醇液抑菌圈大小相當，由圖 18 結果可知各濃度茶樹純露的抑菌圈大小差異不大，因能造成抑菌效果主要成分為精油，而水蒸氣蒸餾法所得的茶樹純露精油含量少，再用乙醇溶劑稀釋，精油佔比更是少量，故茶樹純露的抑菌效果不如 50%、75%、100%茶樹精油。

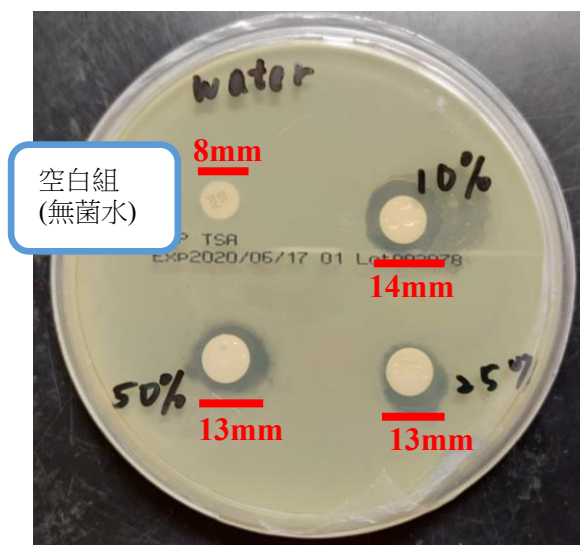


圖 23.茶樹純露對 E.coli(大腸桿菌)抑菌圈大小

## 伍、討論

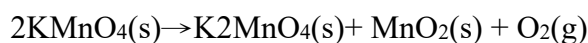
- 一、自製風冷式精油蒸餾器有別於一般市售水冷式精油蒸餾器，利用氣體的流動降溫，加上熱力學之自由膨脹原理的應用，減少水冷式冷凝機體漏水，升溫後的冷凝水造成燙傷與機體搬運不便等問題。鋁箔用以維持密閉，達到自由膨脹的基本條件，快速提高茶樹精油產率。
- 二、以矽膠塞置入油漏底部，確保其系統密閉，茶樹蒸氣不外洩，避免造成蒸氣燙傷，或萃取精油不符合置入原料。
- 三、利用焊接技術，將支撐機體的基本結構鐵絲環環相接，利於支撐包覆在外的鋁箔紙，且自製之結構可依需求調整結構形式，在本實驗中以頂部為 1cm 底部為 3cm 之鐵絲環連接，並以耐熱銅線固定，其結構有益於保留空間供氣體流動。
- 四、透過油水分離器將精油與純露分離，透過密度不同的性質將茶樹純露經連通管原理導入純露收集桶內，而茶樹精油則儲存於油水分離器中，在此步驟中須避免經冷凝機萃取出的高溫蒸汽，將機體內部大氣壓力抽走也就是說在此時機體內部承先低壓的狀態而外部第器壓力較大，精油連通管原理可得知，當萃取出精油高於連通至油水分離器的矽膠管後，會因為液體游高壓流向低壓的原理，導致精油倒吸回機體中。
- 五、在採用相同重量的茶樹枝葉蒸餾提煉精油，茶樹枝葉愈短精油產率越高，但當茶樹枝葉短於 3cm 時，精油平均產率降低，故推論在室溫 25°C 保存下，當茶樹枝葉短於 3cm 時不利茶樹枝葉內的精油的保存，精油易揮發。
- 六、進行水蒸氣蒸餾提煉茶樹精油時，蒸餾溫度設定為 200~250°C，蒸餾時間為 1.5~3h，葉長 10cm 下，此時精油萃取產率最佳，在上述條件下實驗室蒸餾裝置精油產率可達 10.82ml/Kg，自製簡易高效精油蒸餾器精油產率可達 12.51ml/Kg，且氣冷式風扇轉速越快精油冷凝效果越加，精油產率越高。

七、清除有機自由基法(Shimada Method,1992)是一種快速、靈敏的測定，可用來評估植物抗成份其抗氧化力大小的可行方法，由 DPPH 最大吸收度波長尋找實驗可知，濃度越高吸收度越大，但 DPPH 標準液最大吸收波長為 517nm。當茶樹精油和 DPPH 和起作用時，自由基被清除愈多時，其吸收度下降也愈多，利用吸光值減少百分比，可判斷樣品清除 DPPH 自由基能力之強弱，一般而言清除率達 50%即可視為具有抗氧化能力，此時所需要試劑的濃度稱 IC50，數值越低，抗氧化力越佳。

八、本實驗將茶樹精油乙醇檢測液配製多種濃度，由圖 12 得知，茶樹精油濃度與清除 1,1-二苯基苦基苯肼(DPPH)能力呈現顯著的線性相關。本實驗選用兩種市售茶樹精油 A、B 與自提煉茶樹精油作對照，比較其 IC50 數值(本實驗採用體積百分率)：自提煉茶樹精油 IC50 為 48.9%、市售 A 牌茶樹精油為 62.13%、B 牌茶樹精油則為 57.85%。故在同濃度下，就抗氧化性而言，自提煉茶樹精油 > A 牌 > B 牌，故使用自製簡易精油萃取機提煉的茶樹精油，其抗氧化力較市售茶樹精油高約 19~27%。

九、茶樹精油裡的抗氧化成份即為一種還原劑，以過錳酸鉀及碘標準液作為氧化劑，從消耗標準液體積的多寡，即可檢測各濃度茶樹精油乙醇液抗氧化能力的大小。酸性條件下，過錳酸鉀滴定無需加任何指示劑，達滴定終點時溶液顏色從無色變成淡紅色，而碘滴定實驗以澱粉溶液當指示劑，碘遇澱粉生成藍色錯合物可用以指示滴定終點，達滴定終點時溶液顏色由無色變成藍色，終點判定容易，若消耗標準液的體積愈多，則茶樹精油抗氧化力(還原力)愈強。

十、過錳酸鉀標準液使用前需將過錳酸鉀溶液滴入草酸溶液以進行標定，因過錳酸鉀照光或加熱時容易分解成 MnO<sub>2</sub> 的難溶顆粒，如以下的反應式：



故配製過錳酸鉀標準液時濃度必定會有誤差，需以標定得到其正確的濃度。

十一、碘滴定和過錳酸鉀滴定測試各濃度茶樹精油乙醇檢測液抗氧化力，得知各濃度茶樹精油乙醇檢測液抗氧化力 100% > 75% > 50% > 25% > 10%，濃度越高抗氧化力越強。

十二、抑菌實驗使用無菌水做空白組對照，發現無抑菌圈產生，為評估乙醇溶劑對抑菌實驗的影響，我們使用此乙醇做對照組比對，抑菌圈平均直徑為 10 mm，而 100%茶樹精油抑菌圈平均直徑為 41mm，故茶樹精油的抑菌效果較 95%乙醇顯著，抑菌效果約為 4 倍；另外使用水蒸氣蒸餾法所得茶樹純露進行抑菌實驗，茶樹純露抑菌圈平均直徑 17 mm 相較於乙醇的 11 mm 仍有增加，但不如濃度 50%以上茶樹精油乙醇液的抑菌能力明顯。

## 陸、結論

- 1.自製的風冷式冷凝機利用自由膨脹原理，使機體維持低溫，達到較佳冷凝效果。
- 2.以自製簡易高效精油蒸餾器提煉葉長10cm的澳洲茶樹，精油平均產率12.51ml/Kg。
- 3.茶樹精油濃度愈高，清除DPPH自由基的清除率越高，抗氧化效力越強，這和碘滴定及過錳酸鉀滴定獲得的結論相同。
- 4.DPPH自由基的清除率為50%之濃度為IC50數值，自提煉茶樹精油48.9%，以清除DPPH自由基的清除率評估抗氧化性：自提煉茶樹精油> A牌茶樹精油> B牌茶樹精油。
- 5.茶樹精油濃度愈高，抑制大腸桿菌(*Escherichia coli*)之抑菌圈越大，抑菌能力愈強。
- 6.本實驗未來展望：
  - (1)將自製簡易高效精油蒸餾器條件優化，如製作不鏽鋼套模取代鋁箔，讓氣體自由膨脹效應更佳，提高降溫效果。
  - (2)將尋找更有可信度的抗氧化力方法如ABTS測試，相較於DPPH自由基測試，可避免有色抗氧化劑本身的光譜干擾。

## 柒、參考文獻資料

- 1.中華民國第 49 屆中小學科學展覽會得獎作品，聞香下馬—精油提煉與分流，林好綺。
- 2.全國高級中學小論文第1070331梯次得獎作品，葉子裡的神奇魔力-澳洲茶樹精油，陳心蘭。
- 3.嘉義市第38屆科展，澳洲茶樹精油提煉及其抑菌能力之研究。
- 4.新竹市第三十七屆中小學科展作品，氧化柿可而止，李紘彤。
- 5.全國高職學生102學年度專題製作競賽暨成果展決賽說明書，水果嫁入米苔目。

- 6.科學發展，2015年2月，506期，44～49頁。
7. Dinis, T. L. M.Almeida (1994) Action of phenolic derivatives as inhibitor of membrane lipid peroxidation. Archives of Biochemistry and Biophysics 315: 161-169.
8. Shimada, K.et al. (1992). Antioxidative properties of Xanthan on the autoxidation of soybean oil 30 in cyclodextrin emulsion. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 40, 945-948.

## 【評語】 032910

1. 為一結合手作儀器和生物分析的研究，參賽者利用自製的氣冷式萃取裝置和市售萃取裝置相比較，將所萃得的茶樹精油進行多種抗氧化和抗菌的試驗，比較兩個方法所萃得精油的生物活性。本作品的研究主題立意佳、實驗設計的科學適切性佳、實驗數據展示及寫作表達能力佳、成果推廣價值佳。
2. 與市售精油相比亦應考量精油的純度以及產出後放置的時間才能與本研究的成品作合理的比較。
3. 抗菌實驗的控制組亦應考慮油質的影響，另設一組其它油品組。
4. 先加熱 50 mL 0.02 M  $\text{KMnO}_4$  再加 10 mL 濃硫酸有點危險，畢竟加酸進去的過程會大量發熱，而且這個步驟只是配易溶的滴定液而已，其實不太需要加熱。
5. 報告中的圖二不應使用分液漏斗而應使用「加液漏斗」較為安全，冷凝水應下進上出，油水分離器之側管應收集密度高之純露，精油應留在本體由下方收集。
6.  $\text{KMnO}_4$  滴定之終點應為紫紅色不會消失，用以測定精油的還原能力，標定方法與過程須在報告中說明。
7. 消毒壓力單位不應為  $\text{Kg}''\text{s}''/\text{cm}^2$ ，應為  $\text{Kgf}/\text{cm}^2$ 。
8. 鋁箔紙夾層是否確有作用？其壓力差有限故膨脹降溫能力有限。主要冷凝可能來自單純氣體流動。應嘗試不使用鋁箔紙夾層的對照實驗來顯示其作用。

## 作品簡報



# 家庭式簡易高效能精油萃 取裝置研發

科別:生活與應用科學科(二)(環保與民生)

組別:國中組

- 本研究以家庭五金材料，架設簡易高效精油萃取機，可供一般民眾架設家庭簡易萃取裝置參考。
- 不同於傳統精油蒸餾法採用水冷式冷凝，自製氣體自由膨脹式冷凝裝置。在機體上方設計進氣孔通入冷風，以鋁箔紙包覆不鏽鋼油漏形成冷凝夾層，應用氣體自由膨脹原理達最佳冷凝效果，萃取效率較市售水冷裝置提升16%，但價格為1/10。
- 以茶樹精油進行自由基清除測試及抑菌能力評估。自製茶樹精油抗氧化力較市售精油高19~27%。
- 抑菌測試可知，自製茶樹精油濃度100%組別，抑菌效果為75%乙醇之4倍。瞭解茶樹精油提煉之方法及原理，並探討提高改善精油萃取率的變因，藉此找到最佳萃取率的條件。

## 欲解問題

- 改善傳統水冷式蒸餾後期，冷卻水過於高溫造成精油產率不佳的問題，若使用循環式冷卻水則會造成冷卻水耗費的問題，並嘗試著找出最佳精油萃取率的條件。
- 比較自萃茶樹精油和市售精油的抗氧化力比較。
- 抑菌測試比較自製茶樹精油抑菌效果和乙醇抑菌性的差異



圖1.自製精油蒸餾器

## 風冷式茶樹精萃取機冷凝裝置說明

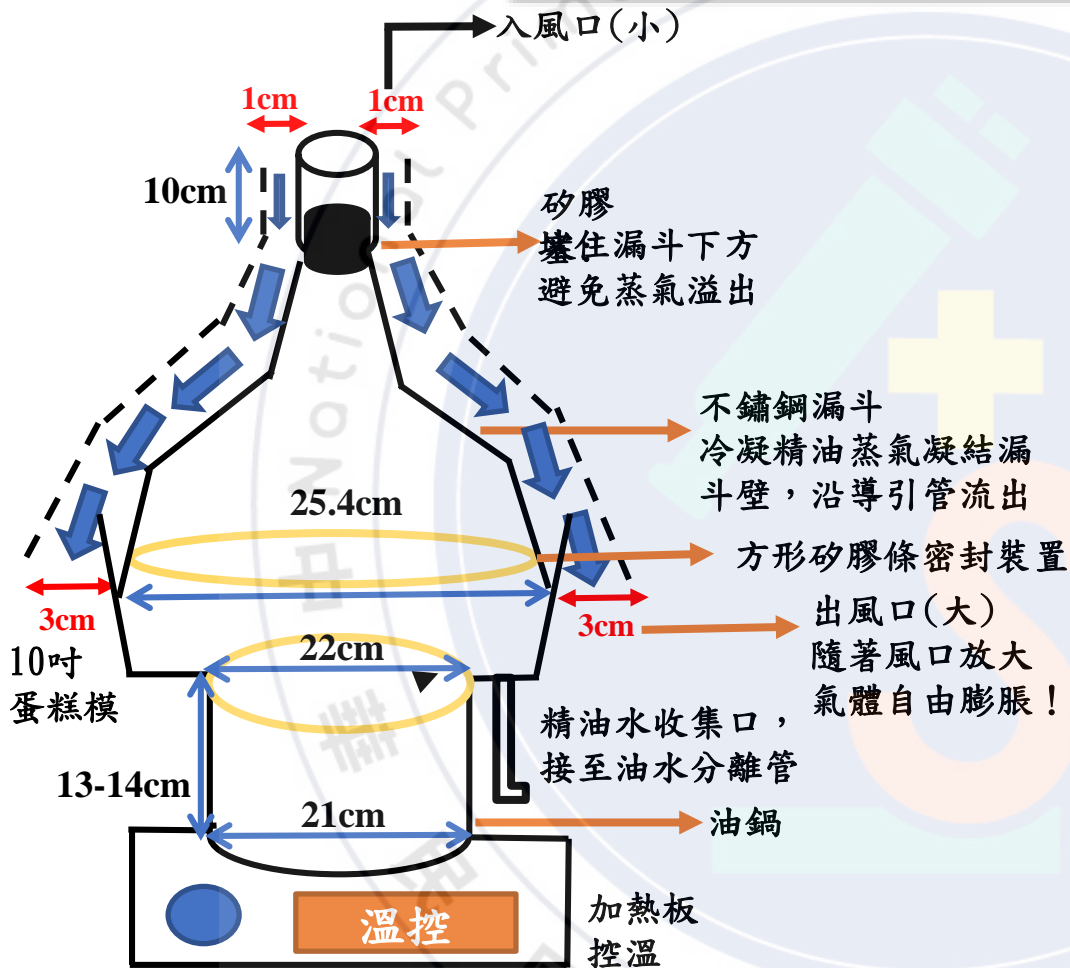


圖2.自製風冷式精油萃取機設計圖

由下向上架設裝置

- ①不鏽鋼油鍋。
- ②中間有21cm孔洞的蛋糕模。
- ③架上倒置的不鏽鋼，  
油漏斗內部塞緊矽膠塞。
- ④用鐵絲線當框架，包覆鋁箔紙，  
形成空隙上面1cm下面3cm，  
形成氣體膨脹的條件。
- ⑤接縫處用耐熱膠帶封緊。

# 氣冷式冷凝裝置實體圖

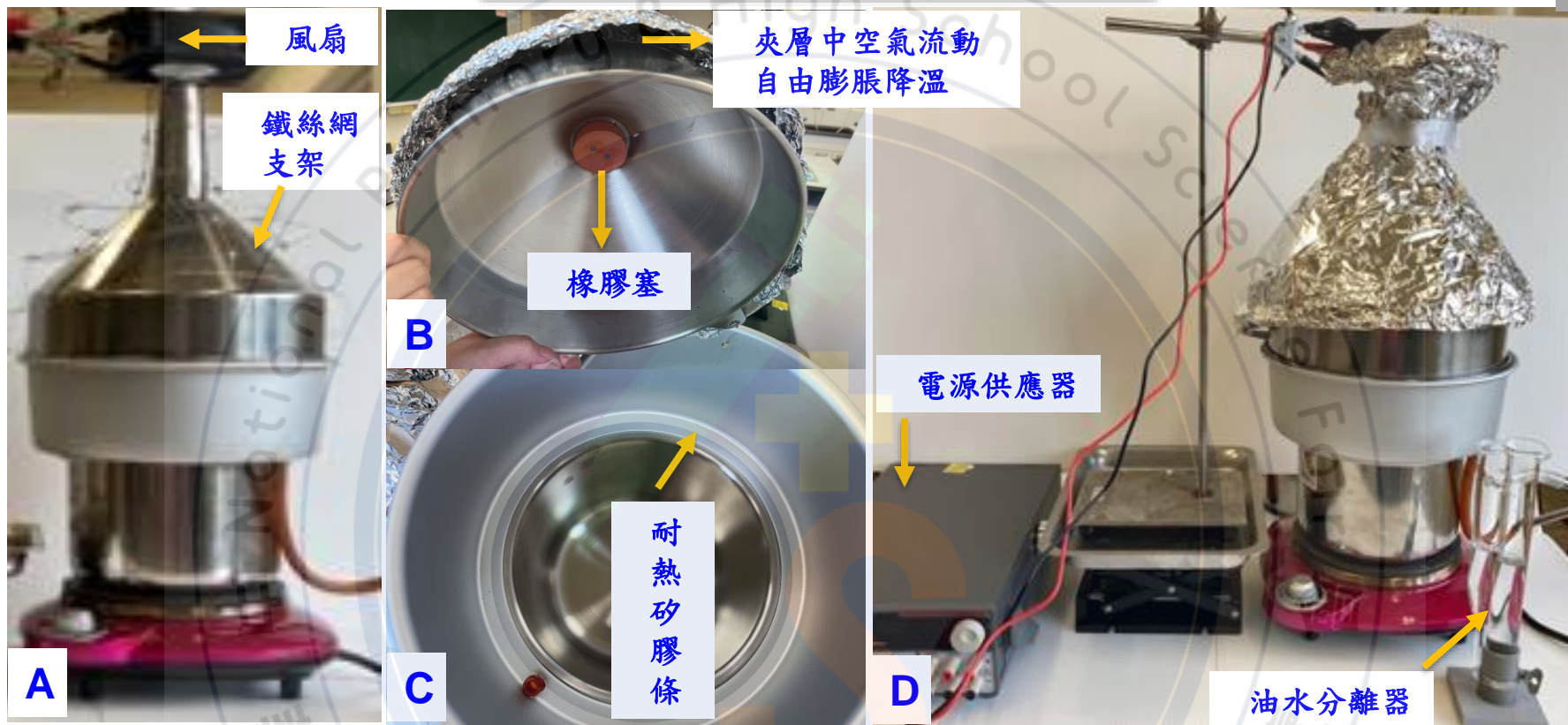


圖3.自製風冷式精油萃取機實體圖

**圖A:**  
鐵圈折成掛勾狀，鐵絲網置於油漏底部以焊錫連接，並以耐熱銅線做底部的固定。

**圖B:**  
油漏內部，將橡膠塞置於油漏底部確保蒸氣不外漏。

**圖C:**  
蛋糕模與油鍋內部，油鍋與蛋糕模以耐熱膠帶封住。

**圖D:**  
加熱板加熱油鍋，茶樹精油蒸氣向上，在接觸低溫油漏內壁後冷凝，沿著導流管流入油水分離器，開啟直流電源供應器，以紅黑色的鱷魚夾連接電扇供電，氣流流入鋁箔紙和油漏形成的夾層內進行氣冷式冷凝精油蒸氣，最後油水分離器應用密度差異將精油及純露分離。

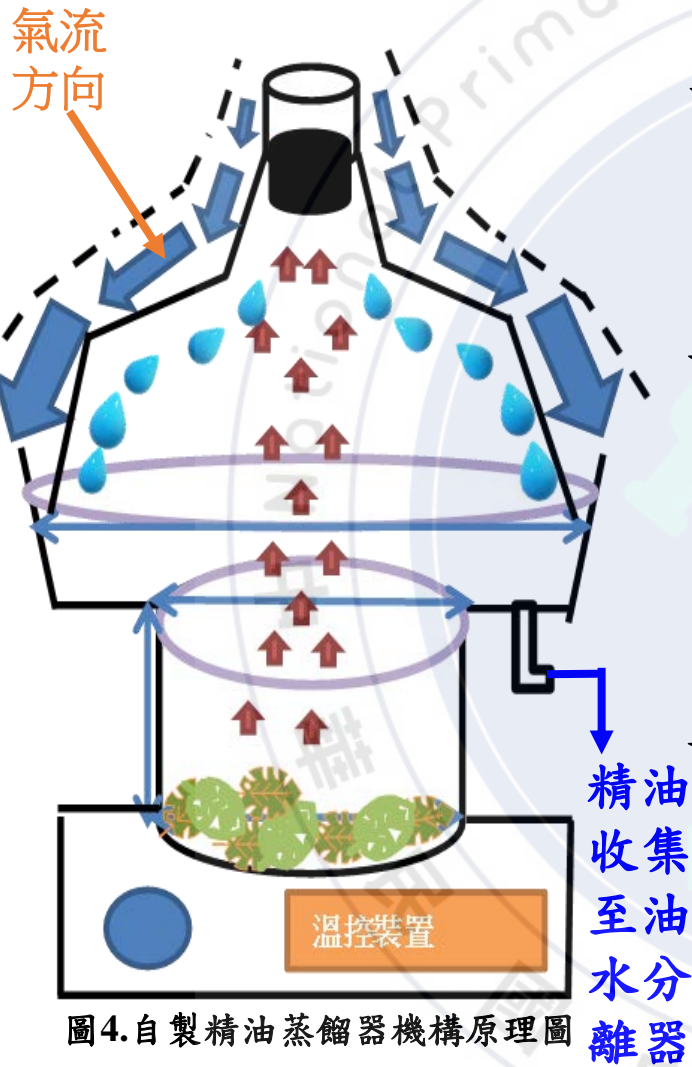


圖4.自製精油蒸餾器機構原理圖

- 一、利用氣體的流動降溫，輔以熱力學之自由膨脹原理的應用，避免水冷式冷卻水升溫後冷凝效率降低、消耗冷卻水眾許多缺點。
- 二、透過油水分離器應用密度差異，將精油與純露分離，分離過程中需注意精油在分離器中水位不可高於矽膠導管，造成油水分離器內的精油經分離器的矽膠導管倒吸回機體中。
- 三、以相同重量的茶樹枝葉蒸餾提煉精油，茶樹枝葉愈短精油產率越高，但當茶樹枝葉短於3cm時，精油平均產率降低，風扇轉速越快，精油產率越高。

# 研究過程與方法

## 一、研究過程架構

1. 應用自由膨脹原理，自製風冷式精油萃取機。

2. 瞭解精油提煉之方法及原理並探討提高改善精油萃取率的變因。

3. 市售水冷式蒸餾裝置及自製簡易高效精油蒸餾器精油萃取產率比較。

4. 滴定法抗氧化性研究。

5. 自萃茶樹精油與市售茶樹精油自由基清除率比較。

6. 茶樹精油及純露之抑菌特性研究。

圖4. 實驗過程

## 二、抗氧化測試

1. 準備95.0%乙醇50ml及DPPH粉末。
2. 精稱0.0788g DPPH粉末，放入100ml容量瓶內。
3. 加入95.0%乙醇稀釋至刻度線，充分攪拌即為2mM DPPH溶液。
4. 加入不同濃度檢測液，測定吸收度。



茶樹精油  
(上層)

茶樹純露  
(下層)

圖5. 油水分離器分離精油及純露

## 三、抑菌性測試

1. 配置不同濃度之茶樹精油。
2. 將浸漬茶樹精油之紙錠，置於佈滿K-12大腸桿菌之培養基中。
3. 待24小時後拍照並量測抑菌圈大小。

## 1. 茶樹精油提煉實驗產率比較

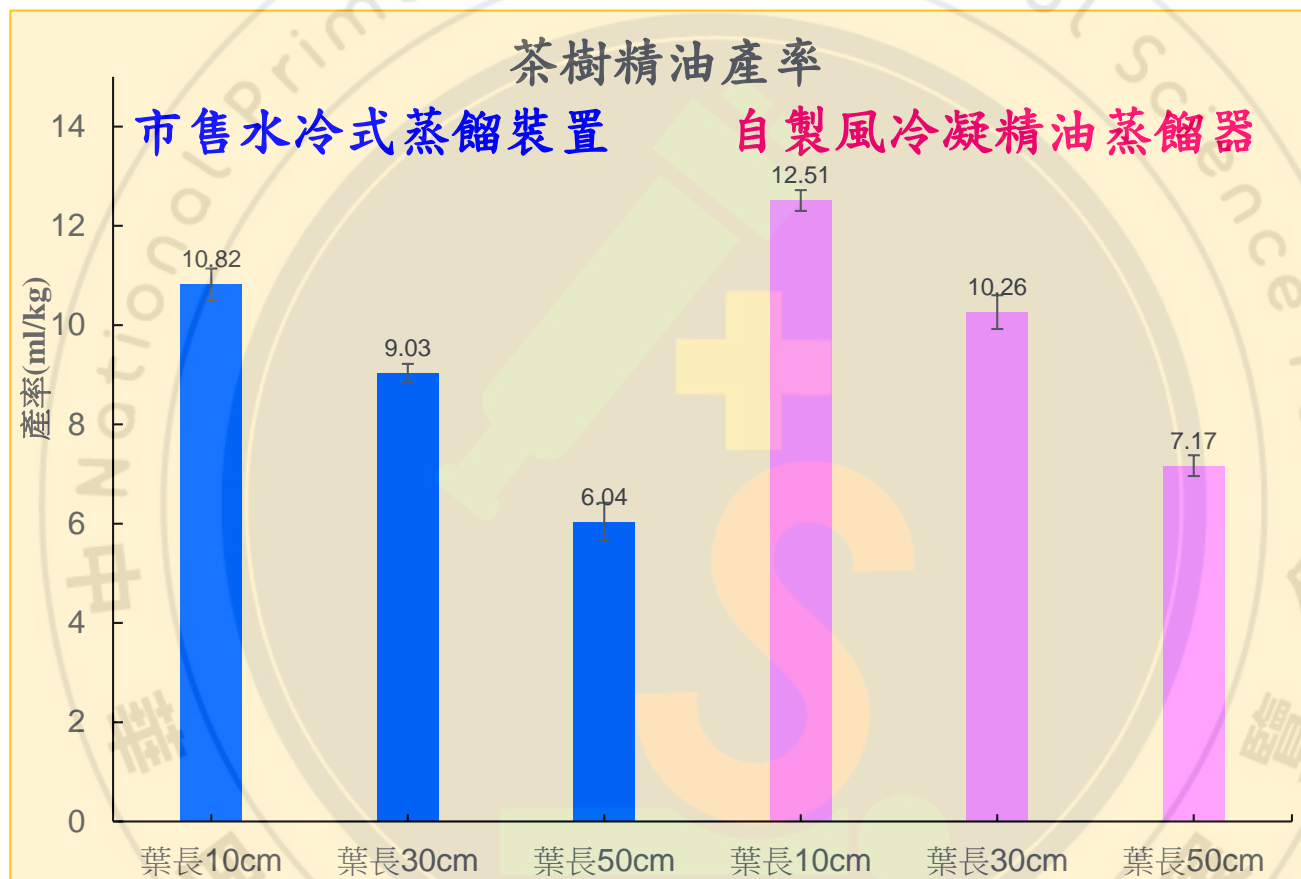


圖6.精油產率統計分析

(1) 將相同重量的茶樹枝葉蒸餾提煉，茶樹枝葉愈短，精油產率越高，但當茶樹枝葉短於3cm時，茶樹枝葉內的精油易揮發不易保存。

(2) 由圖5可知自製簡易高效精油蒸餾器提煉的精油產率較市售水冷式蒸餾裝置高。

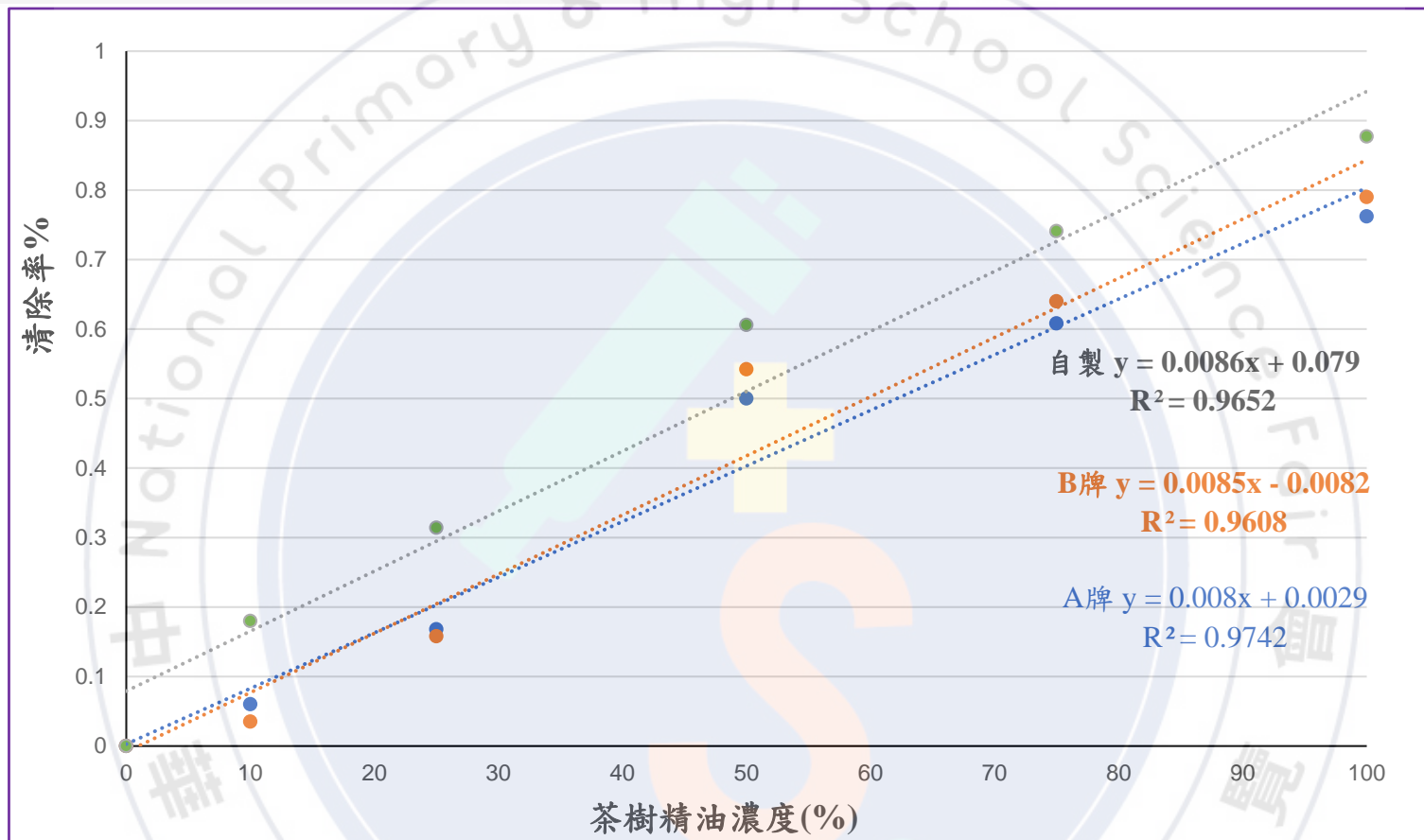


圖7.DPPH自由基清除率試驗

(1) 清除率(%) =  $\left[1 - \left(\frac{\text{樣品吸光值}}{\text{未加樣品控制組吸光值}}\right)\right] \times 100$

(2) 自提煉、A牌、B牌茶樹精油其IC50值: 48.9%、62.13%、57.85%。

抗氧化性: 自提煉茶樹精油 > A牌茶樹精油 > B牌茶樹精油，和滴定法結果一致。

(3) 自製茶樹精油抗氧化力較市售精油高19~27%。



### 3. 茶樹精油及其純露的抑菌測試(紙錠法)



圖8.不同濃度茶樹精油對*E.coli*抑菌圈直徑大小

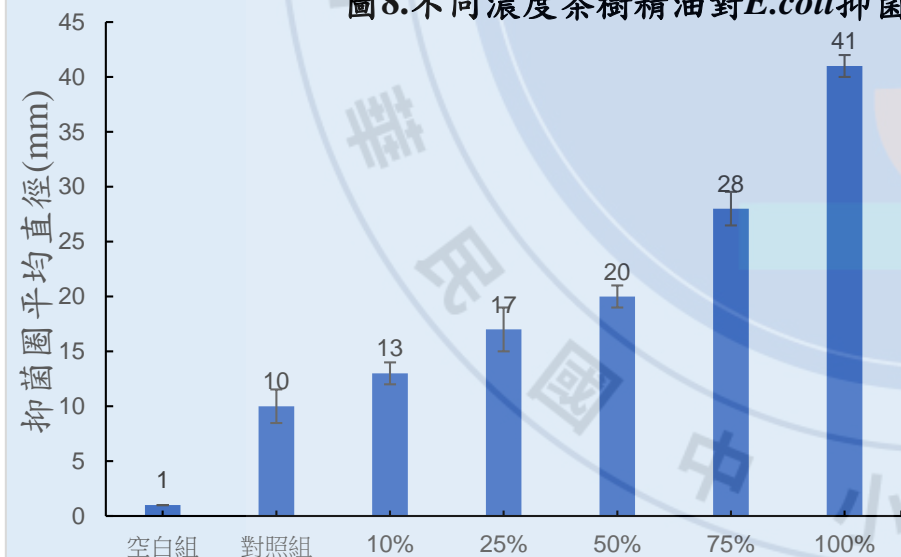


圖9.不同濃度茶樹精油對對*E.coli*之抑菌圈直徑(mm)測量(48hr)

不同濃度茶樹精油對  
*E.coli*之抑菌圈直徑  
(mm)測量

- (1) 抑菌圈直徑大於10mm即具有抑菌能力，各濃度茶樹精油乙醇液的抑菌圈直徑皆大於10mm，且茶樹精油濃度越大抑菌能力越強。

- (2) 抑菌圈直徑：  
和乙醇對照組比較，茶樹精油有顯著抑菌效果，100%茶樹精油抑菌圈直徑為乙醇的4倍大。

## 4.精油蒸餾裝置使用不同冷凝方法的比較



	水冷式	氣體自由膨脹式	傳統李畢氏冷凝
造價	21000元整	2300元整	3600元整
冷凝原理	冷卻水熱交換	氣體自由膨脹降溫	冷卻水熱交換
精油平均產率 (葉長10cm)	中(10.82 ml/kg)	高(12.51 ml/kg)	低(8.413ml/kg)
精油抗氧化力	中	高	低
精油抑菌力	中	高	低
優點	冷凝及精油蒸餾速率快	精油平均產率及純度高 精油抗氧化力佳 精油抑菌力佳 造價便宜，適合家用	化學實驗室器材及可架設
缺點	1.蒸餾後期冷卻水升溫，精油產率降低 2.浪費水資源。	蒸餾時間稍長	1.為循環式冷卻水，最為浪費水資源。 2.精油平均產率低 精油抗氧化力、抑菌力低。 3.難以大量提煉精油

## 5. 抗氧化及抑菌測試總結

- (1) 由DPPH最大吸收度波長尋找實驗可知，濃度越高吸收度越大，DPPH標準液最大吸收波長為517nm，符合文獻描述。
- (2) 本實驗將茶樹精油乙醇檢測液配製多種濃度，能力呈現顯著的線性相關。本實驗選用兩種茶樹精油(A、B)作對照，比較IC50數值，同濃度下，自提煉精油的抗氧化力較市售茶樹精油高約19~27%。
- (3) 滴定法測試各濃度茶樹精油乙醇檢測液抗氧化力，濃度越高抗氧化力越強。滴定同濃度的茶樹精油乙醇檢測液，碘標準液消耗量較過錳酸鉀標準液多。
- (4) 抑菌實驗使用無菌水做空白組對照，無抑菌圈產生，乙醇做對照組比對，100%茶樹精油益菌圈平均直徑為乙醇的4被故茶樹精油的抑菌效果較95%乙醇顯著，抑菌效果約為4倍；茶樹純露抑菌圈平均直徑17 mm相較於乙醇的11 mm仍有增加，但不如濃度50%以上茶樹精油乙醇液的抑菌能力明顯。

## 結論

- 1.自製風冷式冷凝機利用自由膨脹原理，使機體維持低溫，達到較佳冷凝效果。
- 2.以自製簡易高效精油蒸餾器提煉精油後發現，自製的風冷式精油提煉機效果較市售水冷式蒸餾裝置佳。
- 3.茶樹精油濃度愈高，清除DPPH自由基的清除率越高，抗氧化效力越強，這和碘滴定及過錳酸鉀滴定獲得的結論相同。
- 4.DPPH自由基的清除率為50%之濃度為IC50數值，自提煉茶樹精油48.9%，故抗氧化性:自提煉茶樹精油> A牌茶樹精油> B牌茶樹精油。
- 5.茶樹精油濃度愈高，抑制大腸桿菌抑菌圈越大，抑菌能力愈強。

## 參考資料

1. 全國高級中學小論文第1070331梯次得獎作品，葉子裡的神奇魔力-澳洲茶樹精油，陳心蘭
2. 嘉義市第38屆科展，澳洲茶樹精油提煉及其抑菌能力之研究。
3. Dinis, T. L. M. Almeida (1994) Action of phenolic derivatives as inhibitor of membrane lipid peroxidation. Archives of Biochemistry and Biophysics 315: 161-169.