

# 中華民國 第 49 屆中小學科學展覽會

## 作品說明書

---

國中組 生活與應用科學科

第二名

030808

聞香下馬—精油提煉與分流

學校名稱：高雄市立新興高級中學

作者：  國三 林妤綺	指導老師：  李明憲  李嘉琪
-------------------	-----------------------------

關鍵詞：精油、蒸餾、混合物分離

# 聞香下馬----精油提煉與分流

## 摘要：

利用生活可見的水電五金材料組裝設計精油蒸餾器和精油分流器，來提煉精油並運用精油於生活中，本研究所設計的「自製精油蒸餾器」在加熱出現液滴的效率方面（第一滴液滴所花時間的倒數），是「實驗室制式蒸餾器材」的四倍，並且可以在較短的時間產出量相近的精油量。

透過「自製精油蒸餾器」，本研究成功提煉出四種精油，分別是柚子、檸檬、柳丁、樟樹精油，精油提煉的材料是收取菜市場榨完果汁丟棄的果皮、營養午餐食畢的果皮、以及校園中樟樹葉，可以說資源再利用，提煉出最環保的精油。

本研究也嘗試將精油運用於手工精油皂，有不錯的效果，未來可嘗試運用本研究所設計的「自製精油蒸餾器」來提煉更多種類的精油，或開發精油的運用。

## 壹、研究動機：

中秋佳節，除了月餅之外，最應景的水果就是柚子了！柚子富含油質，擠壓果皮還可以看到些油質噴向空中，如果可以將這些油質收集起來，那就是一種最天然、最環保的香精了！於是開始我提煉精油的嘗試……。

而本研究運用到實驗原理與知識包含下列四點：

- 一、翰林版國二上學期有關混合物的分離原理，透過沸點差異和密度差異來提煉和分流精油。
- 二、翰林版國二上學期有關熱傳播原理，設計加熱、受熱、絕熱裝置。
- 三、翰林版國二下學期有關反應速率的原理，設計加快反應的實驗操作。
- 四、翰林版國二下學期有關有機化學的知識，選擇實驗裝置材質，並製作手工皂。

## 貳、研究目的：

利用生活可見的水電五金材料組裝設計精油蒸餾器和精油分流器，來提煉精油並運用精油於生活中，依研究目的形成下列待答問題：

- 一、柚子精油蒸餾產出的情形為何？
- 二、如何設計組裝「自製精油蒸餾器」？
- 三、「自製精油蒸餾器」，實際提煉精油的效能為何？
- 四、運用「自製精油蒸餾器」於提煉其他種類精油的可行性為何？
  - （一）運用「自製精油蒸餾器」是否能提煉出檸檬精油？
  - （二）運用「自製精油蒸餾器」是否能提煉出柳丁精油？
  - （三）運用「自製精油蒸餾器」是否能提煉出樟樹精油？

### 參、研究設備及器材：

#### 一、實驗室制式精油蒸餾的器材（組裝如圖 3-1-1）：

(一) 1000ml 三口燒瓶一個。	(二) 李必氏冷凝器一個。
(三) Y 型接管一個。	(四) 120° 曲型管一個。
(五) 吸量管+安全吸球各一個。	(六) 電熱板一台。
(七) 10ml 量筒四個。	(八) 裝有八分滿細沙的鐵鍋。
(九) 鋁箔。	(十) 鐵架三組。
(十一) 60 公分橡皮管兩條	(十二) 塑膠水盆
(十三) 溫度計 (150°C) 一個。	(十四) 抽水馬達一個。

#### 二、自製精油蒸餾及分流的實驗器材（組裝如圖 3-1-2、圖 3-1-3）：

(一) 10 人份內鍋兩個。	(二) 六角立布 90 度曲型接頭兩個。
(三) 六角立布及螺帽四組。	(四) 波浪型金屬管 30cm 一個。
(五) 波浪型金屬管 80cm 一個。	(六) 六角立布橡皮塞兩個。
(七) 直式波浪型金屬管兩個。	(八) 抽水馬達一個。
(九) 止水帶一個。	(十) 溫度計 (150°C) 一個。
(十一) 橡皮管兩條	(十二) 塑膠水盆
(十三) 玻璃試管及細玻璃管。	(十四) 玻璃鑽頭一個。



圖 3-1-1 實驗室制式精油蒸餾器材

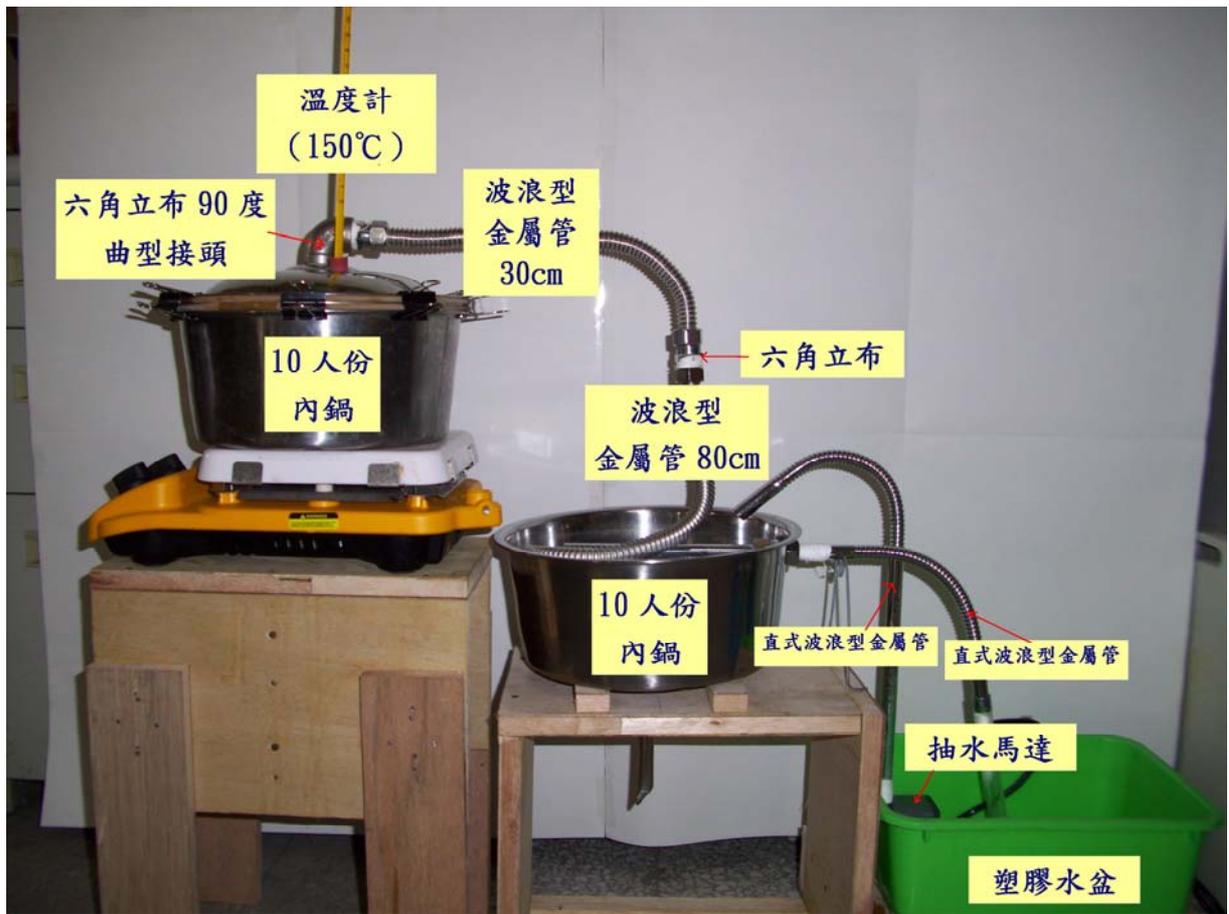


圖 3-1-2 自製精油蒸餾實驗器材



圖 3-1-3 自製精油分流的實驗器材

### 三、實驗藥品：

- (一) 柚子皮、檸檬皮、柳丁皮、樟樹葉。
- (二) 氯化鈉
- (三) 氫氧化鈉
- (四) 椰子油

### 肆、研究過程與方法：

#### 一、柚子精油蒸餾產出的情形為何？

- (一) 取一個較大顆柚子的柚子皮，以刀子去除白色內皮，只留外表，並等分成三等分，每一等分約 38 克，來作精油提煉比較。
- (二) 每一等分（約 38 克）柚子皮加入 200ml 的水，用果汁機打成泥狀，再裝進 1000ml 的燒瓶中，以「實驗室制式蒸餾器材」來提煉柚子精油。
- (三) 以 300°C 的電熱板爐溫加熱蒸餾，開始加熱後，每 10 分鐘測一次蒸氣溫度，開始滴下第一滴的凝結液時，記下時間並每五分鐘測溫度以及滴下的油水量，此步驟連續四次，共收集 20 分鐘的油水量，作為資料比較。
- (四) 二、三步驟重複操作三次並記錄作為資料比較。

#### 二、如何設計組裝「自製精油蒸餾器」？

- (一) 以「實驗室制式蒸餾器材」蒸餾的原理來設計「自製精油蒸餾器」。
- (二) 各部組件盡可能以生活周邊可以取得的物件為主，並且材質以可耐油、耐熱為主，避免零件和精油產生反應以及零件遇熱變形的問題發生。
- (三) 「自製精油蒸餾器」的設計和組裝以低價並可提高精油量產出效率為目的。
- (四) 以待答問題四的實驗操作情況作為修改設計依據。

#### 三、「自製精油蒸餾器」，實際提煉精油的效能為何？

- (一) 取同一顆柚子的柚子皮，以刀子去除白色內皮，只留外表，並等分成三等分，每一等分約 31 克，來作精油提煉比較。
- (二) 取一等分（約 31 克）柚子皮加入 200ml 的水，用果汁機打成泥狀，以「實驗室制式蒸餾器材」來提煉精油，以 300°C 的電熱板爐溫加熱，每 10 分鐘測一次蒸氣溫度，開始滴下第一滴的凝結液時，直接收集 15 分鐘的油水量作為效能比較。
- (三) 取一等分（約 31 克）柚子皮加入 200ml 的水，用果汁機打成泥狀，以「自製精油蒸餾器」來提煉精油，以 300°C 的電熱板爐溫加熱，每 5 分鐘測一次蒸氣溫度，開始滴下第一滴的凝結液時，直接收集 15 分鐘的油水量作為效能比較。此步驟連續重複操作兩次。
- (四) 以步驟（二）、（三）的結果作為效能比較。

#### 四、運用「自製精油蒸餾器」於提煉其他種類精油的可行性為何？

##### (一) 運用「自製精油蒸餾器」是否能提煉出檸檬精油？

- 1.於市場中，收集攤販壓榨檸檬汁丟棄的果皮作為提煉檸檬精油的原料。
- 2.將榨完汁的檸檬果皮整個置於果菜機中並加入適量的水打成果泥後，再置放半鍋的檸檬果皮泥於「自製精油蒸餾器」中，以 300°C 的電熱板爐溫加熱進行蒸餾，觀察是否有檸檬精油生成？重複操作三次並紀錄檸檬精油量。

##### (二) 運用「自製精油蒸餾器」是否能提煉出柳丁精油？

- 1.於市場中，收集攤販壓榨柳丁汁丟棄的果皮作為柳丁提煉精油的原料。
- 2.將榨完汁的柳丁果皮整個置於果菜機中並加入適量的水打成果泥後，再置放半鍋的柳丁果皮泥於「自製精油蒸餾器」中，以 300°C 的電熱板爐溫加熱進行蒸餾，觀察是否有柳丁精油生成？重複操作三次並紀錄柳丁精油量。

##### (三) 運用「自製精油蒸餾器」是否能提煉出樟樹精油？

- 1.於校園中，摘取樟樹的葉子作為提煉樟樹精油的原料。
- 2.將樟樹的葉子置於果菜機中並加入適量的水打成泥狀後，置放半鍋的樟樹葉泥於「自製精油蒸餾器」中，以 300°C 的電熱板爐溫加熱進行蒸餾，觀察是否有樟樹精油生成？重複操作三次並紀錄樟樹精油量。

### 伍、研究結果：

#### 一、柚子精油蒸餾產出的情形為何？

實驗器材：「實驗室制式蒸餾器材」。

反應物：柚子皮約 38 克+水 200ml。

反應條件：電熱板爐溫 300°C。

##### (一) 表 5-1-1 以「實驗室制式蒸餾器材」提煉柚子精油第一次記錄：

時間	蒸氣溫度 (°C)	油量 (ml)	水量 (ml)	備註 △T：相隔十分鐘的蒸氣溫差 (°C) △t：第一滴液滴所需的時間 (分)
09：35	33.5	—	—	—
09：45	39.9	—	—	△T =6.4
09：55	47.0	—	—	△T =7.1
10：05	57.5	—	—	△T =10.5
10：15	98.0	—	—	△T =40.5
10：16	98.5	—	—	△t=41
10：21	99.5	0.80	3.20	
10：26	99.5	0.30	2.60	
10：31	99.5	0.15	2.40	
10：36	99.5	0.05	2.20	

(二) 表 5-1-2 以「實驗室制式蒸餾器材」提煉柚子精油第二次記錄：

時間	蒸氣溫度 ( $^{\circ}\text{C}$ )	油量 (ml)	水量 (ml)	備註 $\Delta T$ ：相隔十分鐘的蒸氣溫差 ( $^{\circ}\text{C}$ ) $\Delta t$ ：第一滴液滴所需的時間 (分)
11:03	32.0	—	—	—
11:13	37.0	—	—	$\Delta T = 5.0$
11:23	45.5	—	—	$\Delta T = 8.5$
11:33	63.0	—	—	$\Delta T = 17.5$
11:42	98.0	—	—	$\Delta t = 39$
11:47	99.0	0.70	3.00	
11:52	99.0	0.20	2.40	
11:57	99.0	0.10	2.20	
12:02	99.0	0.05	2.20	

(三) 表 5-1-3 以「實驗室制式蒸餾器材」提煉柚子精油第三次記錄：

時間	蒸氣溫度 ( $^{\circ}\text{C}$ )	油量 (ml)	水量 (ml)	備註 $\Delta T$ ：相隔十分鐘的蒸氣溫差 ( $^{\circ}\text{C}$ ) $\Delta t$ ：第一滴液滴所需的時間 (分)
13:14	34.0	—	—	—
13:24	37.0	—	—	$\Delta T = 3.0$
13:34	47.0	—	—	$\Delta T = 10.0$
13:44	60.5	—	—	$\Delta T = 13.5$
13:54	98.0	—	—	$\Delta T = 37.5$
13:55	98.5	—	—	$\Delta t = 41$
14:00	99.0	0.75	3.20	
14:05	99.0	0.25	2.80	
14:10	99.0	0.10	2.60	
14:15	99.0	0.05	2.30	

(四) 表 5-1-4 「實驗室制式蒸餾器材」提煉柚子精油記錄總整理：

	五分		十分		十五分		二十分		出現液滴所需的時間 (分)
	油量 (ml)	水量 (ml)	油量 (ml)	水量 (ml)	油量 (ml)	水量 (ml)	油量 (ml)	水量 (ml)	
1st	0.80	3.20	0.30	2.60	0.15	2.40	0.05	2.20	41
2nd	0.70	3.00	0.20	2.40	0.10	2.20	0.05	2.20	39
3rd	0.75	3.20	0.25	2.80	0.10	2.60	0.05	2.30	41
平均	<b>0.75</b>	<b>3.13</b>	<b>0.25</b>	<b>2.60</b>	<b>0.12</b>	<b>2.40</b>	<b>0.05</b>	<b>2.23</b>	<b>40.33</b>
平均油水比	<b>0.24</b>		<b>0.10</b>		<b>0.05</b>		<b>0.02</b>		—

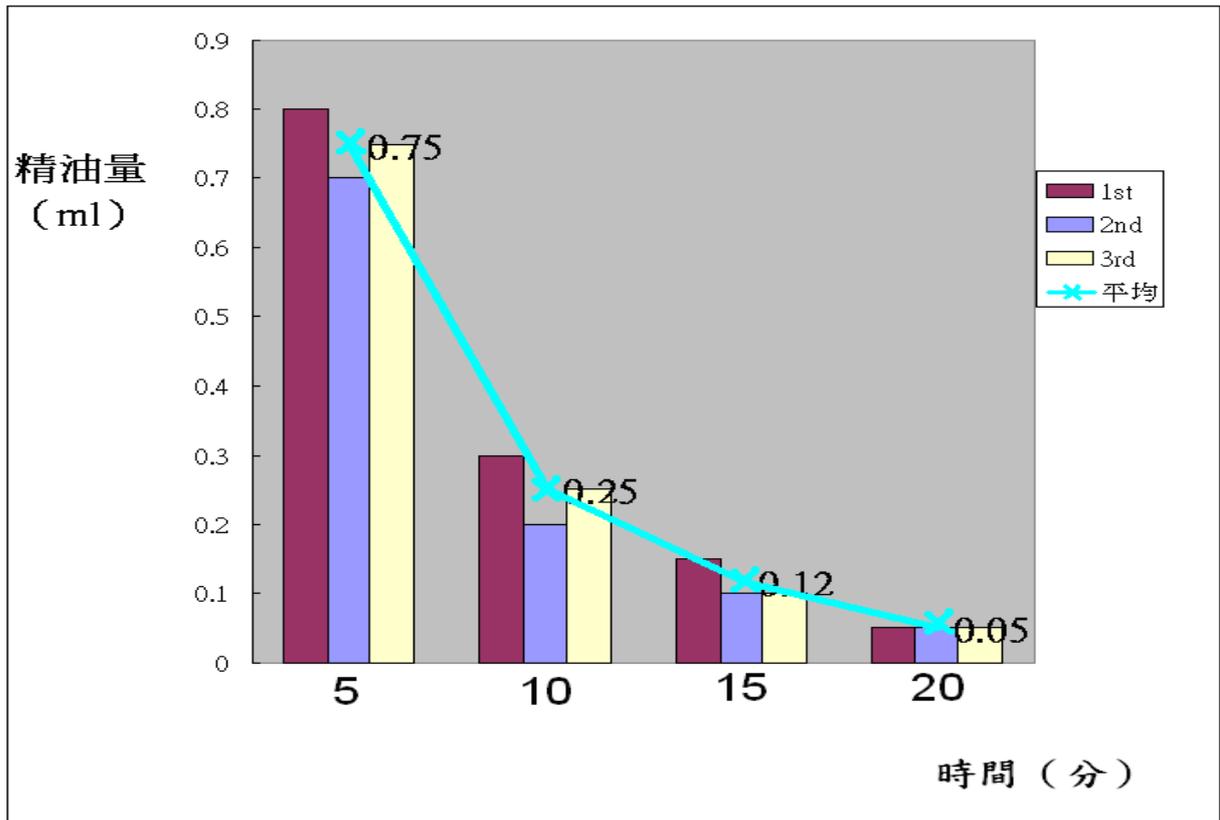


圖 5-1-1 「實驗室制式蒸餾器材」提煉柚子精油每隔五分鐘的精油量

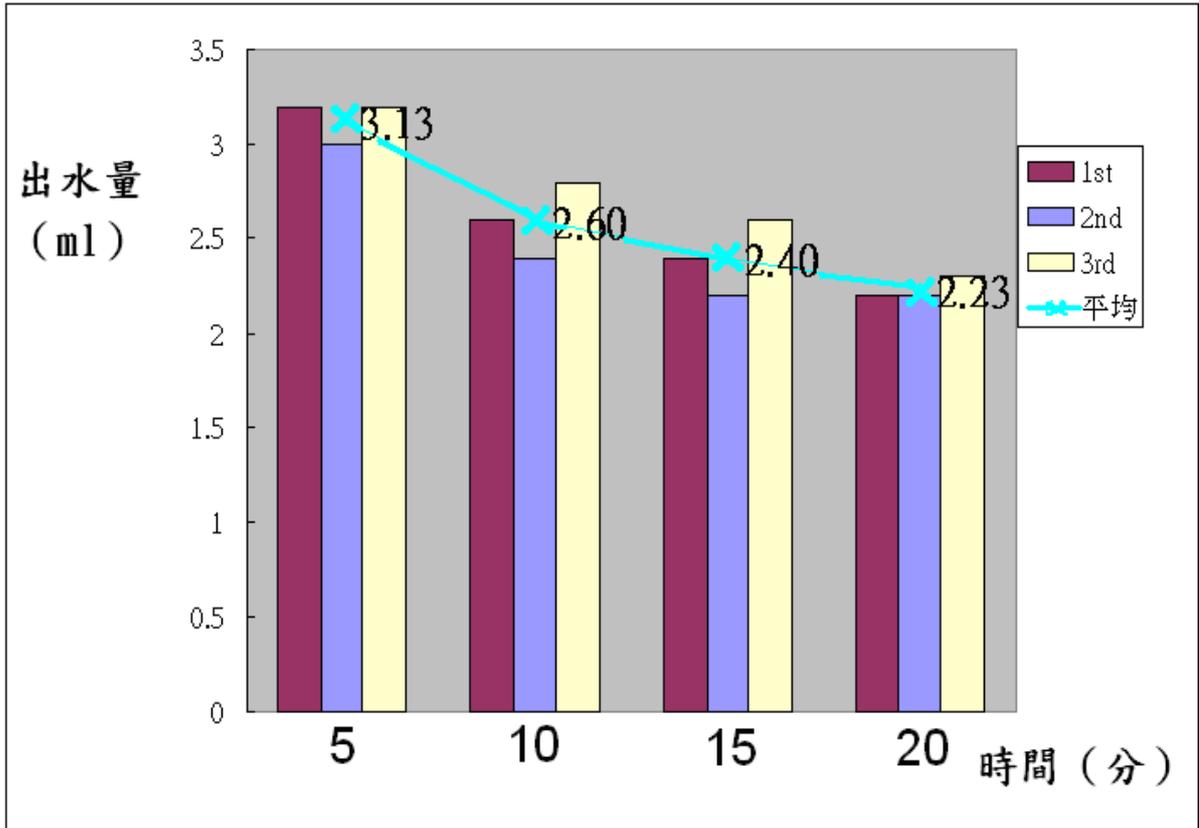


圖 5-1-2 「實驗室制式蒸餾器材」提煉柚子精油每隔五分鐘的出水量

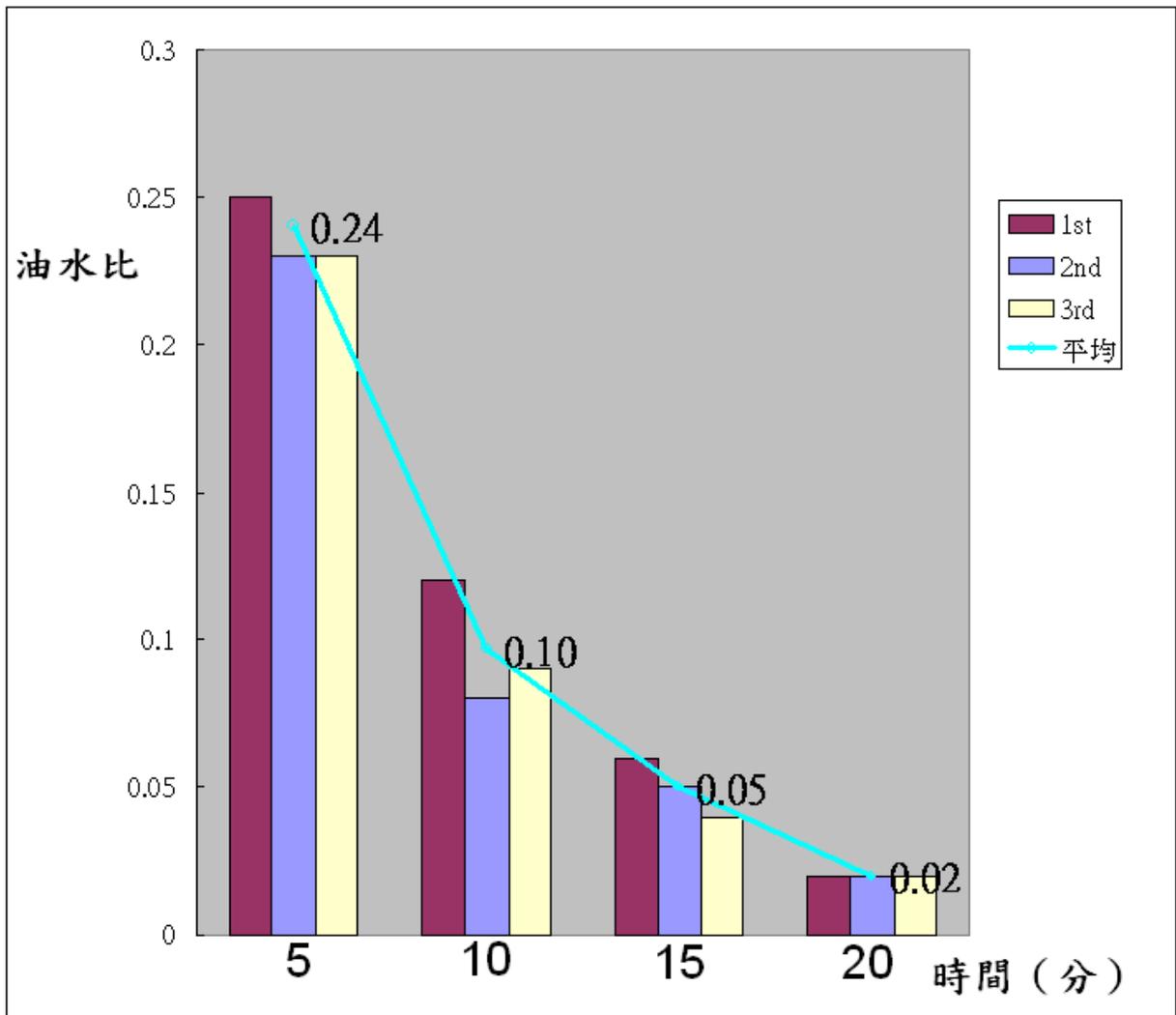


圖 5-1-3 「實驗室制式蒸餾器材」提煉柚子精油每隔五分鐘的油水比

## 二、如何設計組裝「自製精油蒸餾器」？

- (一)「自製精油蒸餾器」加熱部分的十人份內鍋，其功能和「實驗室制式蒸餾器材」1000ml 三口燒瓶相同，其材質為不鏽鋼，屬於耐油耐熱，容積為 4000ml，可以裝填較多的受料，提煉較多的精油，十人份內鍋價格上在 100 元上下，和 1000ml 三口燒瓶比較；便宜許多，並且十人份內鍋也較不易碰碎，在高溫的情況下可以快速以冷水刷洗，並重新受料操作，在操作效率上提高許多。
- (二)使用波浪型金屬管、十人份內鍋、塑膠水盆、直式波浪型金屬管與抽水馬達組裝「自製精油蒸餾器」的冷卻槽，如圖 5-2-1，其功能和李必氏冷凝管相同，冷卻槽的材質為不鏽鋼，屬於耐油耐熱，金屬材質易導熱，所以冷卻效果極佳，也因如此，十人份內鍋的內容物，在加熱沸騰時，所需的時間，會因和冷卻槽連接熱傳導而延長，並且也會造成冷卻槽冷卻能力變差，而需要加更多的冰塊來維持冷卻槽的冷卻效果，所以我們採取先加熱到出現第一滴蒸餾液出現時，我們才啟動抽水馬達來循環冷卻水。如此一來便可解決這個問題。冷卻槽的組裝在價格上 500 元上下比李必氏冷凝管便宜許多且實用，在結構上也較玻璃耐碰撞。

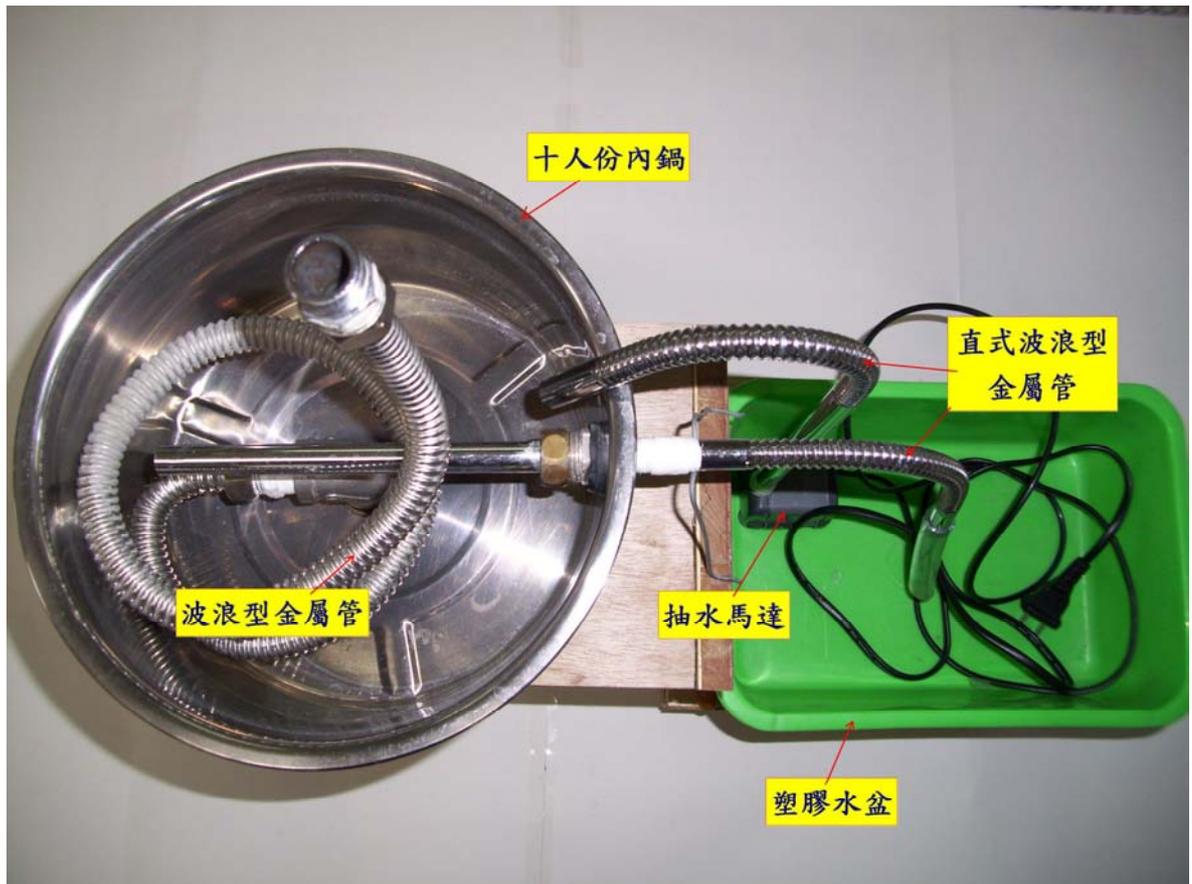


圖 5-2-1 「自製精油蒸餾器」的冷卻槽

- (三) 冷卻槽中波浪型金屬管採取 80cm 的長度，比 30cm 的李必氏冷凝管長兩倍以上，所以在冷凝作用時間上會比較久，冷凝作用也會比較完整，由於冷卻槽的口徑和深度比 80cm 小很多，所以無法將 80cm 波浪型金屬管伸展直接放入，因此我們採取由上而下的捲曲方式將 80cm 波浪型金屬管和十人份內鍋做連接，讓蒸氣、液體可以由上往下彎曲流動而滴下。
- (四) 整個管路大部分以波浪型金屬管作通路，其用意是因為波浪型的金屬管可以依需求彎曲調整使用，不過因管路表面為波浪型，所以會造成液體流動不順暢如圖 5-2-2 所示。但由於精油密度較小會浮在上層，所以對於精油流動影響應該不大。

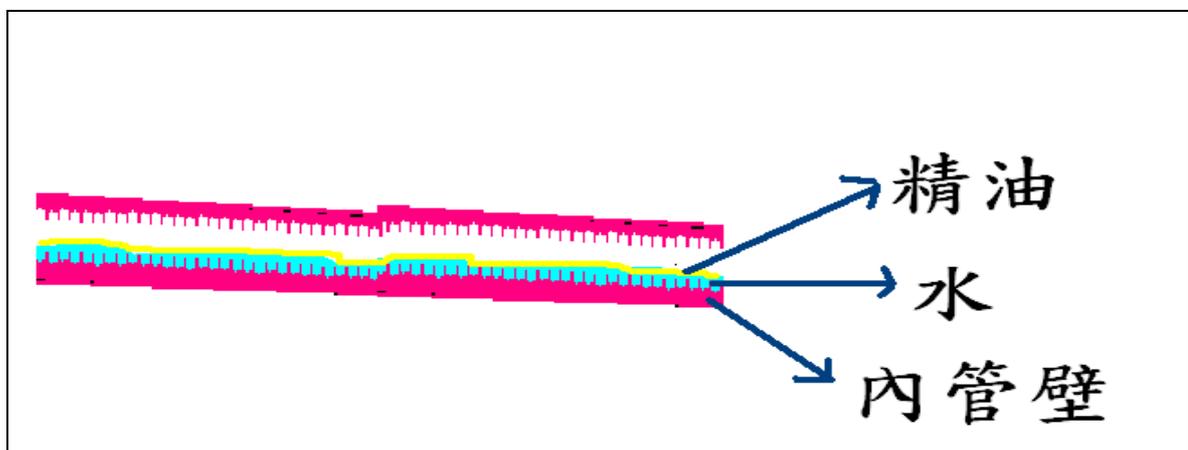


圖 5-2-2 波浪型金屬管中精油和水流動示意圖

(五)「自製精油蒸餾器」冷卻槽的循環水部分，採取先將上方的水導入塑膠水盆，再用抽水馬達將塑膠水盆的冷水抽至冷卻槽中的十人份內鍋中，原因是十人份內鍋中的水溫分佈由上而下應該是熱到冷，所以優先將熱水倒出是有必要的，當注入冷水後自然會依據熱對流的機制來冷卻水槽，由於熱水導出口接近蒸氣開始導入的位置，所以這個位置是水槽中溫度較高的，因此應該優先將水導出，引起水流流動，把其他較冷的水往蒸氣開始導入的位置帶，達到冷卻的效果。如圖 5-2-3。

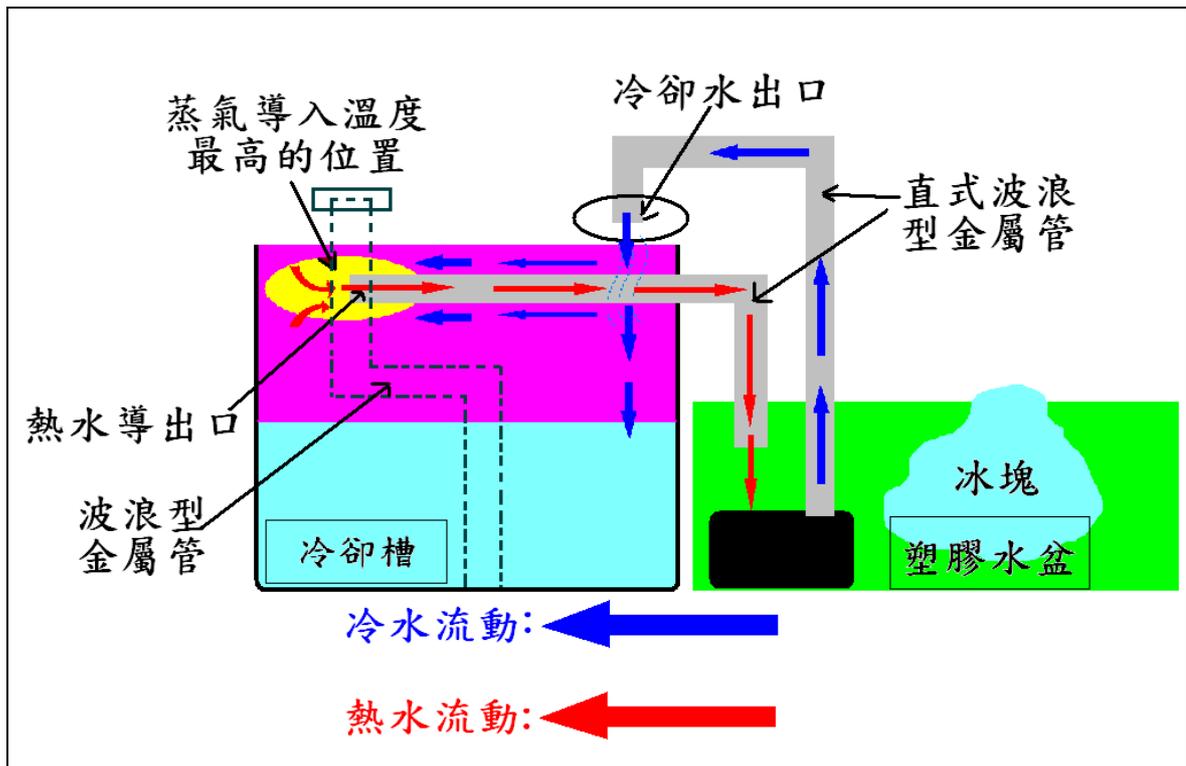


圖 5-2-3 冷卻槽循環水與熱傳播示意圖

(六) 以上所述為「自製精油蒸餾器」原型設計構念和方法，對於提煉柚子精油效果不錯，至於提煉其它精油是否恰當？測試與修改的部分，我們在待答問題四，再作說明。

三、「自製精油蒸餾器」，實際提煉精油的效能為何？

實驗器材：「實驗室制式的蒸餾器材」以及「自製精油蒸餾器」。

反應物：柚子皮約 31 克+水 200ml。

反應條件：電熱板爐溫 300°C。

(一) 表 5-3-1 以「實驗室制式蒸餾器材」操作提煉柚子精油

時間	蒸氣溫度 (°C)	油量 (ml)	水量 (ml)	備註 $\Delta T$ ：相隔十分鐘的蒸氣溫差 (°C) $\Delta t$ ：第一滴液滴所需的時間 (分)
09:30	30.0	—	—	—
09:40	38.5	—	—	$\Delta T = 8.5$
09:50	48.5	—	—	$\Delta T = 10.0$
10:00	66.5	—	—	$\Delta T = 18.0$
10:06	98.0	—	—	$\Delta t = 36$ 分
10:21	99.0	0.75	12.0	—

(二) 表 5-3-2 以「自製精油蒸餾器」操作第一次提煉柚子精油

時間	蒸氣溫度 (°C)	油量 (ml)	水量 (ml)	備註 $\Delta T$ ：相隔五分鐘的蒸氣溫差 (°C) $\Delta t$ ：第一滴液滴所需的時間 (分)
10:42	37.0	—	—	—
10:47	93.0	—	—	$\Delta T = 56.0$
10:51	99.0	—	—	$\Delta t = 9$ 分
11:06	99.0	0.90	55.0	—

(三) 表 5-3-3 以「自製精油蒸餾器」操作第二次提煉柚子精油

時間	蒸氣溫度 (°C)	油量 (ml)	水量 (ml)	備註 $\Delta T$ ：相隔五分鐘的蒸氣溫差 (°C) $\Delta t$ ：第一滴液滴所需的時間 (分)
12:25	33.5	—	—	—
12:30	86.5	—	—	$\Delta T = 53.0$
12:35	94.0	—	—	$\Delta T = 7.5$
12:36	99.0	—	—	$\Delta t = 11$ 分
12:51	99.0	0.80	52.0	—

(四) 表 5-3-4 「實驗室制式蒸餾器材」和「自製精油蒸餾器」提煉柚子精油效能比較：

0-test：「實驗室制式蒸餾器材」提煉柚子精油實驗記錄。

1-test：「自製精油蒸餾器」提煉柚子精油第一次操作實驗記錄。

2-test：「自製精油蒸餾器」提煉柚子精油第二次操作實驗記錄。

相對比較：皆對 0-test 結果作比較。

加熱出現液滴的效率：第一滴液滴所花時間的倒數。

	15 分鐘的精油量		15 分鐘的出水量		15 分鐘的油水比		加熱出現液滴的效率 (1/Δt)	
	(ml)	相對比較	(ml)	相對比較	—	相對比較	(1/分)	相對比較
0-test	0.75	1	12.0	1	0.063	1	0.027	1
1-test	0.90	<b>1.20</b>	55.0	<b>4.58</b>	0.016	<b>0.25</b>	0.111	<b>4.11</b>
2-test	0.80	<b>1.07</b>	52.0	<b>4.33</b>	0.015	<b>0.24</b>	0.091	<b>3.37</b>

四、運用「自製精油蒸餾器」於提煉其他種類精油的可行性為何？

(一) 表 5-4-1 半鍋內容物加熱一個小時可產出的精油量：

精油種類	1st (ml)	2nd (ml)	3rd (ml)	平均 (ml)
柚子精油	4.95	5.00	5.40	5.11
檸檬精油	4.30	4.45	4.10	4.28
柳丁精油	6.95	7.05	6.80	6.93
樟樹精油	1.95	2.10	1.85	1.97

(二) 表 5-4-2 四類精油提煉產出比較：

	蒸餾原料	蒸餾產物常溫狀態	半鍋內容物加熱一個小時可產出的精油量 (ml/hr)	蒸餾時是否需要循環冷卻水
柚子精油	柚子果皮泥	液態	5.11	yes
檸檬精油	檸檬果皮泥	液態	4.28	yes
柳丁精油	柳丁果皮泥	液態	6.93	yes
樟樹精油	樟樹葉泥	固、液態	1.97	no

(三) 半鍋內容物加熱一個小時可產出的精油量如圖 5-4-1 所示：

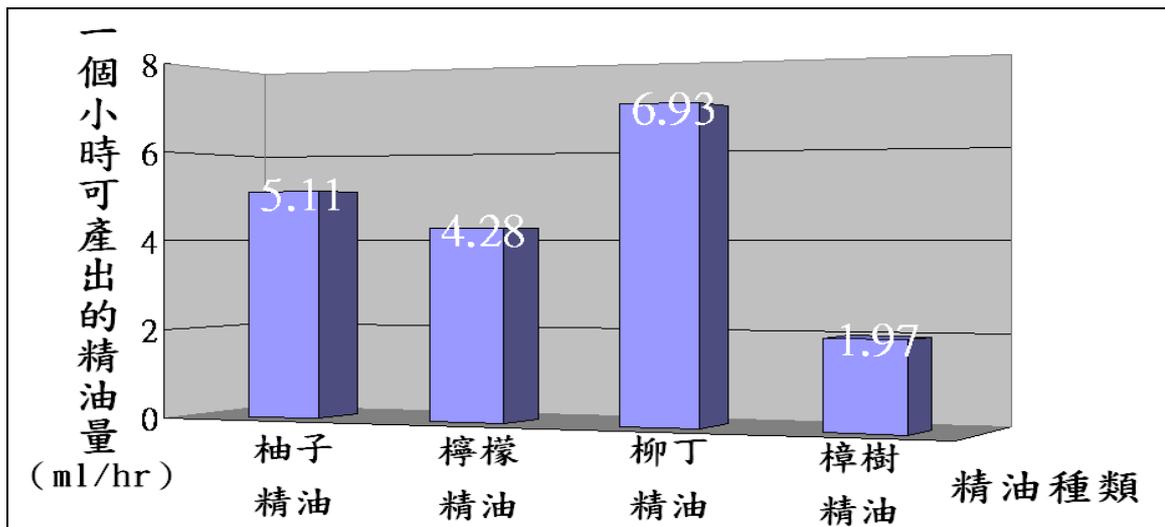


圖 5-4-1 半鍋內容物加熱一個小時可產出的精油量：

(四) 提煉精油時，改良「自製精油蒸餾器」和「精油分流器」的作為：

1. 由於將檸檬果皮和果粒分離較困難，所以我們是將檸檬果皮和果粒一起用果汁機打成泥狀，在加熱蒸餾的過程中，較輕的果渣會因沸騰而噴濺，堵住蒸氣的出口，甚至會從波浪型金屬管流出，影響提煉精油，所以設計使用一有孔洞的金屬盤，作為擋渣板，擋住果渣，而擋渣板上的小孔洞可以使蒸氣透過。如圖 5-4-2。

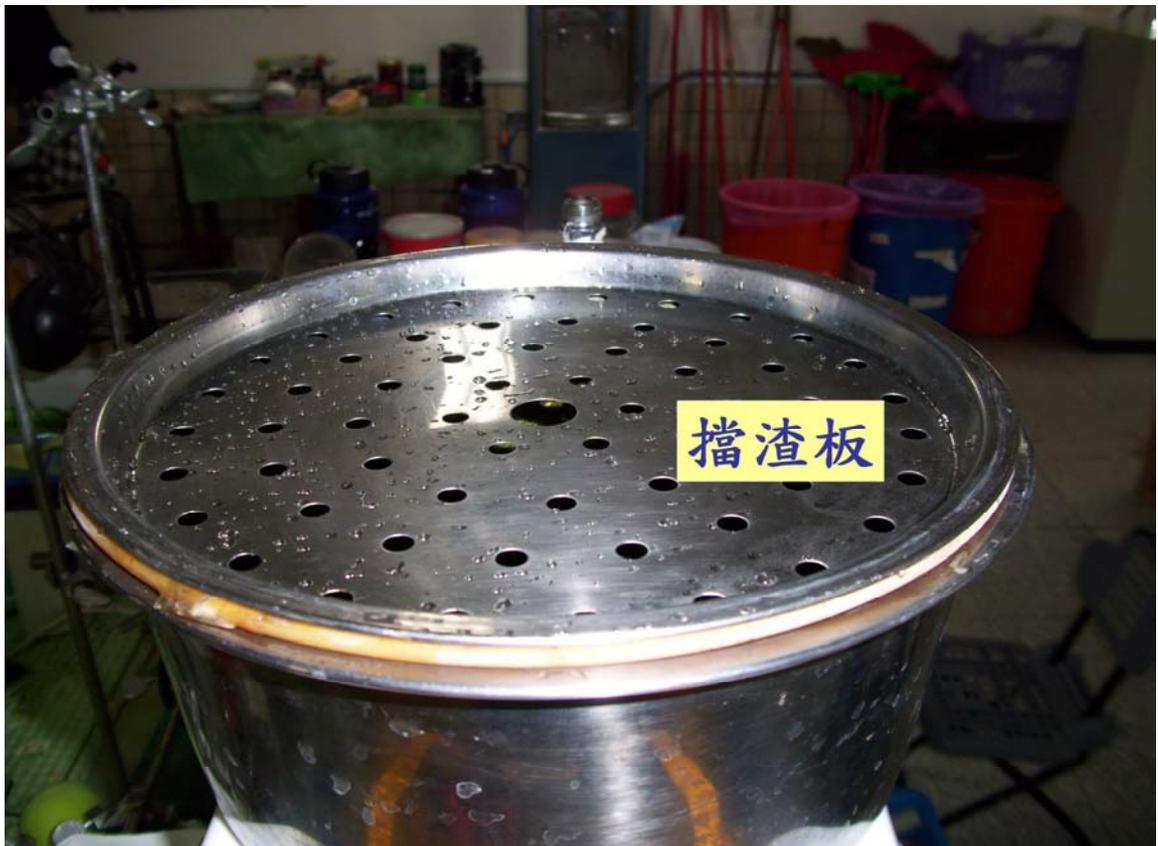


圖 5-4-2 擋渣板

2.由於使用擋渣板，加熱的內鍋和鍋蓋氣密度變差，所以使用橡皮管和鐵絲繞圈置於十人份內鍋、擋渣板和鍋蓋之間加強氣密。如圖 5-4-3。



圖 5-4-3 擋渣板和鍋蓋之間加強氣密裝置

3.如果只用量筒收集蒸餾液，小量筒容積太小不利於收集大量蒸餾液，並且精油密度通常較小會浮在上層，一旦蒸餾液量多溢出時，精油會先溢出不見。故利用精油和水不互溶以及精油密度比水小的特性，設計「精油分流器」，解決這個問題。如圖 5-4-4。

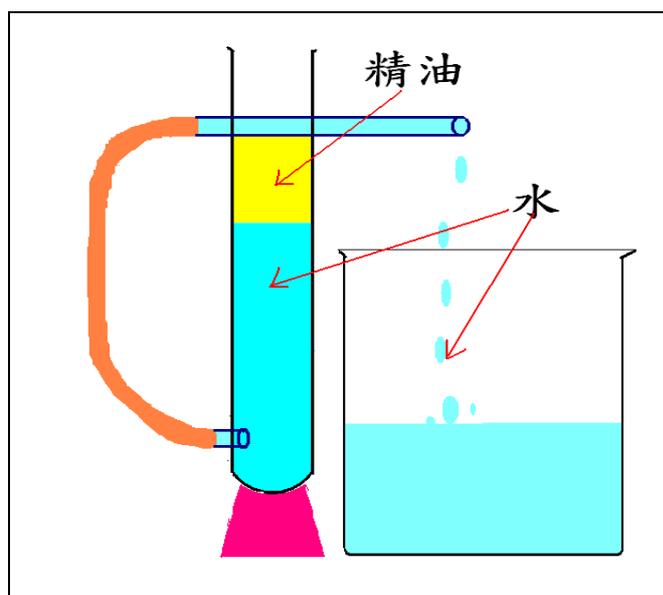


圖 5-4-4 精油分流器

## 陸、討論：

- (一) 柑橘類的精油取得，大部份是以擠壓的方式取得，但是擠壓取得精油的裝置不易取得，所以想透過蒸煮的方式來取得沸點較低的精油，但又不知此方法是否可行？蒸餾取得精油的情形為何？於是採取「實驗室制式蒸餾器材」的操作，希望藉此了解整個蒸餾取得精油的情形。在操作過程中，使用同一顆柚子且等量的柚子皮在同一天操作三次，目的在控制因柚子本身的差異造成取得精油量的差異，並且在同一天操作比較，目的在減少柚子因時間差異產生乾燥而造成取得精油量的差異。
- (二) 柚子皮若未打成泥狀，而是切成片狀時，蒸氣溫度仍約 99.0°C 時，出現液滴，每五分鐘測一次精油量時，發現精油量很少，少至難以測量比較，當柚子皮打成泥狀，精油量產出效果較佳，反應物的顆粒越小，作用的面積也較大，並且柚子皮打成泥狀時，柚子皮組織會被破壞，而釋放出油質，所以本研究提煉精油的反應物都採取打成泥狀再蒸餾。
- (三) 採取「實驗室制式蒸餾器材」的操作時，若加熱區域沒有包覆鋁箔如圖 6-3-1，加熱時間約一個小時，才會出現蒸餾液，當加熱區域包覆鋁箔操作如圖 6-3-1，約需 40 分即可出現蒸餾的液滴，當加熱區域包覆鋁箔時，可減少加熱時輻射熱的逸散，有效提高三口燒瓶的溫度，所以本研究加熱區域採取包覆鋁箔操作，而土窯雞使用的鋁箔袋是一種不錯的絕熱材料。



圖 6-3-1 加熱區域鋁箔包覆

(四) 由於實驗操作場所離水源以及排水管有一段距離以及考量節約用水，所以設計利用抽水馬達和塑膠水盆來循環冷卻水，裝置如圖 6-4-1。



圖 6-4-1 抽水馬達和塑膠水盆來裝置循環冷卻水

(五) 精油產量的多寡是決定在提煉的原料多寡，所以提高加熱部分的容積，就可以提高受料的量，進而提高精油產量。「自製精油蒸餾器」在提煉受料的容積較大，所以可量產較多的精油。

(六) 金屬材質，在導熱性以及提高溫度的效能比較上，應該會比玻璃材質佳，然而本研究結果發現：兩套裝置在加熱出現液滴的效率比較上，「自製精油蒸餾器」是「實驗室制式蒸餾器材」的四倍，證明採用金屬材質的「自製精油蒸餾器」在導熱性以及提高溫度的效能上優於玻璃材質的「實驗室制式蒸餾器材」。

(七) 對於蒸餾可取得的精油種類，原則上都可透過本研究設計的「自製精油蒸餾器」來提煉精油，可是在精油的屬性有差異，所以方法上必需有一些微調，由於樟樹蒸餾出的產物熔點較高，如果冷卻水的溫度較低，會出現無法產出液態精油而是固體物質，致使四類精油中，樟樹的液態精油量最少。

## 柒、結論：

### 一、柚子精油蒸餾產出的情形為何？

- (一) 以 300°C 的電熱板加熱 38 克柚子皮和 200ml 水打成的果皮泥，以「實驗室制式蒸餾器材」操作約需 40 分才會出現蒸餾的液滴，並且加熱至蒸氣溫度約 99.0°C 時，會出現蒸餾的液滴。
- (二) 38 克柚子皮 20 分鐘收集到的柚子精油量約為 1.17 ml，蒸餾液中出水量約為 10.36 ml。
- (三) 20 分鐘收集柚子精油過程中，前 5 分鐘收集到精油量最多，約佔全部收集精油量的 64.1% ( $0.75 \div 1.17 \times 100\% = 64.1\%$ )。
- (四) 20 分鐘收集柚子精油過程中，十五分鐘後出現的精油量過少不易測量，十五分鐘收集到的精油量約佔全部收集精油量的 95.7% ( $1.12 \div 1.17 \times 100\% = 95.7\%$ )。所以待答問題(二)「自製精油蒸餾器」，實際提煉精油的效能比較，只要收集十五分鐘的蒸餾液作為比較應該足夠。

### 二、「自製精油蒸餾器」，實際提煉精油的效能為何？

- (一) 兩套系統皆須加熱至蒸氣溫度約 99.0°C 時，才會出現蒸餾的液滴。但以「自製精油蒸餾器」操作約需 10 分即可出現蒸餾的液滴。在加熱出現液滴的效率方面(第一滴液滴所花時間的倒數)，「自製精油蒸餾器」是「實驗室制式蒸餾器材」的四倍，並且可以在較短的時間產出量相近的精油量。
- (二) 31 克柚子皮 15 分鐘收集的柚子精油量，以「實驗室制式蒸餾器材」操作，收得精油量約為 0.75 ml，而以「自製精油蒸餾器」操作，收得精油量約為 0.85 ml。所以「自製精油蒸餾器」操作，在取得精油量的方面並不低於以「實驗室制式蒸餾器材」操作的方式。
- (三) 15 分鐘收集到的蒸餾液中，「自製精油蒸餾器」操作所得出水量是以「實驗室制式蒸餾器材」操作的四倍以上，但所得精油量並無明顯增加，所以蒸餾液中出水量的多寡對精油量產出沒有明顯幫助。

### 三、運用「自製精油蒸餾器」於提煉其他種類精油的可行性為何？

- (一) 運用「自製精油蒸餾器」可以提煉出柚子精油、檸檬精油、柳丁精油、樟樹精油。
- (二) 半鍋內容物加熱一個小時可產出的精油量：柳丁精油 > 柚子精油 > 檸檬精油 > 樟樹精油。

### 四、精油的提煉產出量真的不多，所以市面上價格不低，現可以透過本研究設計的「自製精油蒸餾器」來提煉自己所需的精油，精油除了燻香、除蟲、淨化空氣等功用，本研究也嘗試運用於手工精油皂，也有不錯的效果。未來可嘗試更多種類的精油提煉，或開發精油的運用。

## 捌、參考資料：

- 一、易光輝、王曉芬、李依倩 (2008)。精油之化學基礎與實物應用。台北市。華杏出版股份有限公司。

## **【評語】 030808**

本作品改良實驗室制式設備，以隨手可得器材組合，並成功提煉出各種產物。本設備兼具便宜、產速快、耐用，不僅可應用於實驗室，也可推廣於家庭。學生臨場反應佳，部分裝置富創意。