

檜木精油以田口方法應用於瘦身產品之功效研究

陳崇裕*、江巧智、王漢傑

摘要

本研究透過田口方法進行實驗設計與分析，將檜木精油運用於瘦身療程，產生出最佳瘦身效果之參數組合。首先，決定配方中的控制因子以及控制因子的水準，依照田口方法中直交表的設定，配合實驗之望大特性，利用 $L_9(3^4)$ 直交表所建立的數據資料分別以S/N比及品質特性兩方面進行最佳化參數組合之求取，並依照所決定出之最佳化參數進行確認，最後再以變異分析來確認重要因子的存在性。實驗結果發現，檜木精油欲發揮其瘦身作用除了比例要提高之外，還需搭配複方精油及較長時間的按摩，才能達到較佳的瘦身效果，此效果經實驗設計所得到的S/N比由原本的8.80，經由最佳參數組合後提升為11.68得到證實；而實驗之最佳配方則是50cc的基礎油中，加入檜木精油15滴、複方精油5滴，按摩時間10分鐘。

關鍵詞：瘦身、化粧品、檜木精油、田口方法

*樹德科技大學流行設計系副教授

壹、前言

檜木精油的功效，美、日等國的許多學者做過分析及臨床實驗，證實檜木精油可以保持健康外，也兼具醫藥上的用途；Gerhard, Leopold, Walter, Christine, and Hermann (1993)以動物進行測試，發現大多數精油具有鎮靜之功能。根據日本森林總合研究所 Miyazaki 等人研究，吸入台灣檜木精油可使血壓降低，並可使精神集中、提升作業效果。進一步的研究更發現，檜木油中之主成分 α -松油精 (α -pinene) 對因工作負擔而引起之脈博數增加，瞳孔反射的變化具有抑制效果，即有減輕疲勞之功效。簡而言之，吸收檜木精油可以紓解「緊張」、「疲勞」、「憂鬱」及「憤怒」等情緒（王升陽、張上鎮，1998）。紅檜與扁柏、鐵杉、肖楠、華山松合稱台灣五木，是台灣固有重要的針葉樹，其耐濕性及抗菌性甚佳，是為最優良的木材。紅檜主含松油脂(turpentine)，根含 benihiol, benihinnal 等，木材含 α -pinene 蒎烯、茨烯 (camphene)、 α -松油醇 (α -terpinen-4-ol)，烯丙基焦性兒茶醇(allylpyrocatechin)等（張上鎮、陳品方，2000）。扁柏檜木精油係由台灣的扁柏的廢棄木材，在送到紙漿場以前用水蒸汽蒸餾所得到的一種紅褐色油狀物。經減壓分餾，以氣相層析分析，知道含有 α -pinene (66.66%)、camphene (2.59%) 與 β -pinene (0.92%) 等成分（林肇威，1979）。

張志平、林國華、吳碩傑、黃國格（2003）採用田口方法中的 L9(3⁴)直交表進行實驗並利用 Design Expert 軟體分析，除了降低成本 50%外，並找出成本最低的 UV 油墨光起始劑最佳配方組合及乾燥速度與塗膜厚度之間的數學關係方程式。

本次實驗為使檜木精油達到最佳的瘦身效果，精油成份、比例、基礎油的種類及按摩時間等皆為重要的影響因子。由於檜木精油具有多種的功效（吳金村、王昭鈞，1990），因此擬針對其能加速新陳代謝、促進血液循環、促進淋巴循環、脂肪代謝、代謝水分、利尿，並能抗橘皮組織及抑制過多體液之特性，搭配五種複方精油，進行產品的開發與配方之研究。然而不同的組合方式產生之瘦身效果皆有不同，因此將嘗試利用田口方法（李輝煌，2000）的實驗設計法則進行實驗規劃，透過直交表，配合人體實際按摩，最後將實驗結果分別以 S/N 比及品質特性兩方面進行最佳製程參數組合之求取，並依照所決定出之最佳製程參數進行確認，最後以變異分析來確認實驗的一致性，以決定檜木精油於化粧品中之最佳製程及配方的選擇作業，進行產品的最適化工作，並找出一組最佳化之複方精油組合，用以幫助業界進行產品最佳化探討。

貳、材料與方法

2-1 實驗材料

1. 檜木精油（億佰齡生研股份有限公司）。
2. 複方精油：葡萄柚精油、檸檬精油、薰衣草精油、迷迭香精油、茴香精油（法國 H. Reynaud & Fils）。
3. 基礎油：葡萄籽油（英國 Alloviva）。
4. 皮下脂肪測定器（皮脂夾）：日本竹機器工業株式會社
CAT. NO. 2-531-2908。

2-2 研究樣本

本實驗的對象為高雄市樹德家商美容科的學生，採取自願性，人數共 9 人。

2-3 控制因子水準

本次由於需要達到瘦身作用的目的，因此選定檜木精油、複方精油、基礎油、按摩時間等四個因子作為控制因子。以下將這四個因子分別做說明：（一）檜木精油：選擇由億佰齡生研股份有限公司所提供之檜木精油，經陽明大學實驗室利用減壓分餾，管柱層析，製備用氣相層析，以及氣相層析共同注射，檢測其成份。（二）複方精油：選擇市售具有瘦身效果的五種精油將其調合成複方精油。探討他們對瘦身效果的影響。（三）基礎油：葡萄籽油，由於其滲透力強，同時可滋潤、柔軟肌膚，質地清爽不油膩，易為皮膚所吸收，因此選為配方中的基礎油。（四）按摩時間：精油塗擦至皮膚後，按摩時間的長短會影響皮膚之吸收，因此將其按摩時間分別設定為一分鐘、三分鐘、五分鐘，探討精油對瘦身效果的影響。

2-4 直交表的選擇

依據前述規劃，本次實驗將有四個因子、三個水準（表 1），因此本實驗選擇田口方法中的 $L_9(3^4)$ 直交表進行實驗，總共有九組，進行為期二個月的實驗。

表 1 實驗因子水準表

因子	說明	Level 1	Level 2	Level 3
A	檜木精油	10滴	15滴	20滴
B	複方精油	20滴	15滴	10滴
C	基礎油	40 cc	50 cc	60 cc
D	按摩時間	1分鐘	3分鐘	5分鐘

2-5 實驗步驟

本次實驗過程如下：

1. 本次產品將參考一般美容院精油調配比例來稀釋精油，其原則為：基礎油的量（cc） $\div 2 =$ 精油的最大滴數，例如，20 cc 基礎油約需 10 滴

精油，滴數則是必須包含不同精油的總滴數。

2. 將檜木精油及複方精油，依照精油及基礎油調配原則，以 $L_9(3^4)$ 直交表，將不同百分比濃度精油添加於基礎油中，調配成九組瘦身精油，每一組分別以 1 位女性做測試。
3. 以每一位測試者的右大腿為實驗對象，使用前在大腿上先用油性簽字筆做記號（圖 1），再以皮尺（圖 2）及皮下脂肪測定器（圖 3）測量後記錄，之後，每天幫測試者塗抹並按摩一次，為求實驗之準確性，並避免每個人按摩力道之不同所產生的實驗誤差，因此所有按摩動作皆統一由筆者親自操作，按摩時間分別為三、五、十分鐘，以計時器計時，時間到即停止按摩動作。
4. 每日將清洗過褪色的記號處，以油性簽字筆補上顏色，求測量之準確度。實驗期間為二個月，每週測量一次，最後取第一週及第八週測量後所得的結果，運用田口方法，找出一組最佳製程及配方的選擇作業。



圖 1 記號



圖 2 皮尺記錄

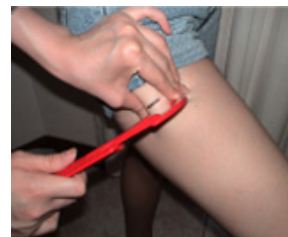


圖 3 量測

參、結果與討論

3-1 市售檜木精油的成份比對

本研究用檜木精油，經陽明大學實驗室利用氣相層析分析後，產生檜木氣象層析儀圖譜（圖4）及檜木精油主要成分（表 2）。

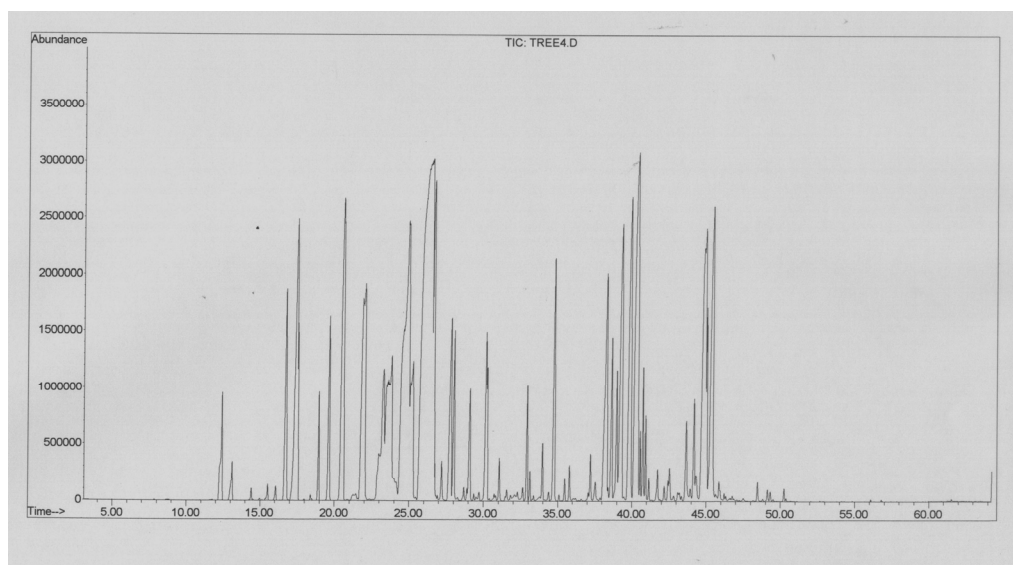


圖4 檜木精油氣象層析儀圖譜

表 2 檜木精油主要成分表

ID	α -pinene	limonene	alpha. -terpipene	beta. -elemene	alpha. -amorphene	alpha. -muurolene	delta. -cadinene	t-muurolol
Min	12.42	17.50	20.57	34.77	38.31	39.33	40.41	45.45
Area	0.87	3.8	4.08	1.88	2.86	3.37	6.13	4.05

3-2 實驗結果

本次實驗瘦身效果的量測數據，是利用皮尺及皮脂夾測量後，取實驗對象精油使用前與使用後所量測到的數據相減，因此得到四次實驗數據，分別為 y1、y2、y3、y4。其中 y1、y2 為皮尺所測量之大腿腿圍，而 y3、y4 為皮脂夾所測量之大腿皮下脂肪厚度。瘦身效果的數據計算如下：

1. 皮尺測量法：利用皮尺測量使用前大腿腿圍 (cm) – 使用後大腿腿圍 (cm) = 效果 (cm)。
2. 皮脂夾測量法：利用皮脂夾測量使用前大腿皮下脂肪的厚度 (mm) – 使用後大腿皮下脂肪的厚度 (mm) = 效果 (mm)。再將所測得的效果 (mm) 換算成 (cm)。

本次實驗根據上述測量方式量測後，經由 Microsoft Excel 計算其平均值、標準偏差以及 S/N 比【式 (1)】，以最接近目標值的組別為最佳的品質指標。而本研究每組經二個月及四次量測後，所得的分析數據如表 3。

$$S/N = -10 \log \frac{\sum_{i=1}^n \frac{1}{y_i^2}}{n} \quad (1)$$

表 3 檜木精油設計實驗分析數據

Exp	A	B	C	D	y1	y2	y3	y4	AVE	S	S/N
1	1	1	1	1	1.6	2.7	1.5	1.8	1.9	0.5477	8.80
2	1	2	2	2	1.8	2.9	1.7	2	2.1	0.5477	9.71
3	1	3	3	3	2	2.8	1.6	2.2	2.15	0.5	10.25
4	2	1	2	3	1.5	2.3	2.1	2.3	2.05	0.3786	8.00
5	2	2	3	1	1.2	1.7	1.3	1.5	1.425	0.2217	5.85
6	2	3	1	2	0.9	1.6	0.8	1	1.075	0.3594	3.91
7	3	1	3	2	1.7	2.5	1.5	1.8	1.875	0.4349	8.98
8	3	2	1	3	2	2.7	1.5	2	2.05	0.4933	10.14
9	3	3	2	1	1.4	2.2	1.3	1.6	1.625	0.4031	7.47
									1.806	0.432	8.123

依據表 3 各組實驗的 S/N 比及品質特性的平均值後，即可針對 S/N 比及品質特性的平均值做因子反應分析，找出一組最佳的製程參數，使得 S/N 比是最

大的，而且品質特性也是最大的（望大特性）；以下則為各因子分別對 S/N 比及品質特性的反應表。首先分別對實驗進行 S/N 比的因子反應分析（如表 4）。在 S/N 比的因子反應分析中，我們可看出因子 A（檜木精油）對 S/N 比的影響是最大的。

接著再分別對實驗進行品質特性因子反應分析（如表 5）在品質特性的因子反應分析中，我們可看出仍然是因子 A（檜木精油）對品質特性的影響是最大的。

表4 S/N比的因子反應表

	A	B	C	D
Level 1	9.59	8.59	7.62	7.37
Level 2	5.92	8.57	8.39	7.53
Level 3	8.86	7.21	8.36	9.47
Effect	3.670	1.380	0.770	2.100
Rank	1	3	4	2

表5 品質特性的因子反應表

	A	B	C	D
Level 1	2.050	1.94167	1.675	1.65
Level 2	1.51667	1.85833	1.925	1.6833
Level 3	1.85	1.61667	1.8167	2.0833
Effect	0.53333	0.325	0.25	0.4333
Rank	1	3	4	2

3-3 變異分析

變異分析目的在於評估實驗誤差，在田口方法中，各因子的交互作用常被視為實驗誤差的一部份，而變異分析可以清楚地分辨出因子效應及實驗誤差之間的利害關係，透過此方法，我們可以評估每一個因子效應相對於實驗誤差的重要性。

3-3-1 針對S/N比之變異分析

由公式可以計算出實驗誤差的標準偏差，公式如下列所示：

1. 總變異向量

$$SS_{Total} = \left(\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^r y_{ij}^2 \right) - n \times r \times \bar{y}^2 \quad (2)$$

$$DOF_{Total} = n \times r - 1 \quad (3)$$

2. 因子效應向量

$$SS_{Factor} = \frac{n \times r}{L} \sum_{k=1}^L (\bar{y}_k - \bar{y})^2 \quad (4)$$

$$DOF_{Factor} = L - 1 \quad (5)$$

3. 誤差向量

$$SS_{Error} = \sum_{i=1}^n S_i^2 \times (r - 1) \quad (6)$$

$$DOF_{Error} = n \times (r - 1) \quad (7)$$

針對 S/N 比以及品質特性，將上列公式代入運算，計算結果可以整理成表 6。接著由初步變異分析得知，表 6 中因為 C 因子的變異數最小，我們將之統合到誤差項，亦即假設 C 因子是不具影響力的因子，第一次誤差統合的結果如表 7 所示。接著由表 7 得知，統合了 C 因子到誤差項的分析變異結果後，接下來再設定信心水準為 95%，由表 7 顯示，因子 B 及 D 都沒有足夠的影響力（因其信心水準小於 95%），所以再一次將它們統合到誤差項，其結果如表 8 所示，且求出 S/N 的實驗誤差為 1.48dB，經過二次誤差統合後，得知 A 因子對於實驗的 S/N 比影響較大，因此 A 因子（檜木精油）是我們視為「足夠影響力的因子」。

表6 檜木精油瘦身效果實驗中對S/N比的變異分析表

Factor	SS	DOF	Var
A	22.6	2	11.32
B	3.8	2	1.88
C	1.1	2	0.57
D	8.2	2	4.10
Total	35.7	8	

表7 檜木精油瘦身效果實驗中對S/N的第一次誤差統合

Factor	SS	DOF	Var	F	Confidence	Significant?*
A	22.6	2	11.32	19.8	95.2%	Yes
B	3.8	2	1.88	3.3	76.7%	No
C	Pooled					
D	8.2	2	4.10	7.2	87.8%	No
Error	1.1	2	0.57			
Total	35.7	8				

*Note: At least 95% confidence

表8 檜木精油瘦身效果實驗中對S/N的第二次誤差統合

Factor	SS	DOF	Var	F	Confidence	Significant?*
A	22.6	2	11.32	5.2	95.1%	Yes
B				Pooled		No
C				Pooled		No
D				Pooled		No
Error	13.1	6	2.18		S = 1.48	
Total	35.7	8				

*Note: At least 95% confidence

3-3-2 針對品質特性之變異分析

依表 3 的資料，對品質特性進行變異分析，初步的變異分析如表 9 所示，我們將 C 因子的效應視為誤差，並將其在此次統合後進行變異分析如表 10 所示，並且求出品質特性的實驗誤差為 0.5dB。

從表 10 顯示，B 因子尚未達到可以接受的信心水準（選擇信心水準至少必須 95% 以上），故將 B 因子亦統合到誤差，其結果如表 11 所示；另外可以得知高於 95% 信心水準的因子有 A、D，亦表示此二因子對於實驗的品質特性有較大的影響。

表 9 檜木精油瘦身效果實驗中對品質特性的變異分析表

Factor	SS	DOF	Var	F	Confidence	Significant?*
A	2.2	2	1.1	4.4	98.1%	Yes
B	0.9	2	0.4	1.7	81.1%	No
C	0.5	2	0.2	1.0	60.9%	No
D	1.7	2	0.9	3.6	96.1%	Yes
Error	8.8	36	0.2			
Total	14.1	44				

*Note: At least 95% confidence

表10 檜木精油瘦身效果實驗中對品質特性的第一次誤差統合

Factor	SS	DOF	Var	F	Confidence	Significant?*
A	2.2	2	1.1	4.3	97.9%	Yes
B	0.9	2	0.4	1.3	80.8%	No
C				Pooled		
D	1.7	2	0.9	3.4	95.7%	Yes
Error	9.7	38	0.3		S = 0.5	
Total	14.1	44				

*Note: At least 95% confidence

表11 檜木精油瘦身效果實驗中對品質特性的第二次誤差統合

Factor	SS	DOF	Var	F	Confidence	Significant?*
A	2.2	2	1.1	4.3	98.0%	Yes
B				Pooled		No
C				Pooled		No
D	1.7	2	0.9	3.4	95.8%	Yes
Error	10.1	40	0.3	S = 0.5		
Total	14.0	44				

*Note: At least 95% confidence

3-4 最佳製程參數組合之確認

經本實驗原始設計 S/N 比及最佳製程參數組合 S/N 比以及品質特性原始設計預測值及確認實驗值分別如下所列：

1. 第一組實驗為原始設計，即A1、B1、C1、D1的S/N比預測值為：

$$S/N=8.12 + (9.59-8.12) + (8.59-8.12) + (7.62-8.12) + (7.37-8.12)$$

$$=8.81$$
2. 最佳製程參數組合A1、B1、C2、D3的S/N比確認實驗值是：

$$S/N=8.12 + (9.59-8.12) + (8.59-8.12) + (8.39-8.12) + (9.47-8.12)$$

$$=11.68$$
3. 在原始設計組合下，其品質特性的預測值是：

$$\text{Predicted } y = \bar{y} + (A1 - \bar{y}) + (B1 - \bar{y}) + (C1 - \bar{y}) + (D1 - \bar{y})$$

$$= 1.916$$
4. 在最佳參數組合下，其品質特性的確認實驗值是：

$$\text{Predicted } y = \bar{y} + (A1 - \bar{y}) + (B1 - \bar{y}) + (C2 - \bar{y}) + (D3 - \bar{y})$$

$$= 2.599$$

經由上述統計針對品質特性，所選擇的最佳參數組合（表 12）為：A1、B1、C2、D3。

表12 品質特性的最佳參數組合

參數組合	因子	水準
A1	檜木精油	15滴
B1	複方精油	5滴
C2	基礎油	50cc
D3	按摩時間	10分鐘

肆、結論

由本實驗結果發現，檜木精油欲發揮其瘦身作用除了比例要提高之外，還需搭配複方精油及較長時間的按摩，才能達到較佳的瘦身效果。經實驗設計所得到的最佳參數組合為，50cc的基礎油中，加入檜木精油15滴、複方精油5滴，

按摩時間10分鐘，顯示瘦身精油裡面的檜木精油濃度需較高，並且搭配較長時間的按摩才能達到較佳的瘦身效果。綜觀全文，可以獲致以下幾點結論：

1. 以田口方法的直交表進行產品之優化實驗既簡單又穩健，是很簡易的最佳化方法，由本研究結果可以得知經由田口方法實驗後，所找出之最佳參數能有效改善原始實驗設計之缺點。
2. 由實驗中得知檜木精油的種類、比例及按摩時間的長短，此三項因子對瘦身效果有較大的影響力。
3. 經由田口實驗的過程，不但可以瞭解不同的因子與水準對瘦身效果的影響，並且藉由S/N比的分析，最後可設計出一組最佳實驗組合，使實驗的結果達到最佳的瘦身效果及較大的S/N比。
4. 預測值和實驗值的不吻合可能是因子間的交互作用或干擾因子所造成。
5. 欲使分析更準確，應將因子間的交互作用與干擾因子加以考慮。
6. 為求預測結果之準確性，我們必須用更嚴謹的方法去判斷，亦即透過變異分析的統計方法進行分析，以確保求得之結果是良好的。
7. 於田口實驗後進行變異分析可以確認重要因子的存在，針對重要因子進行設計，可以得到符合目標(望大特性)的最佳設計。

參考文獻

1. 王升陽，張上鎮(1998)。來自台灣森林之芳香維他命。**台灣林業**，24(3)，33-37。
2. 李輝煌 2000。田口方法--品質設計的原理與實務。台北：高立。
3. 吳金村，王昭鈞 1990。台灣扁柏與紅檜心材精油之抗菌活性。**國立中興大學農學院實驗林研究報告**，12(1)，187-192。
4. 林肇威，1979。檜木油的成份分析與利用。國立臺灣大學化學研究所碩士論文。**中華博碩士論文**，068NTU04065014。
5. 張上鎮、陳品方 2000。精油之抗細菌與抗真菌活性。**林產工業**，19(2)，頁 275-284。
6. 張志平、林國華、吳碩傑、黃國格 2003，11月。應用田口動態參數設計於UV油光墨起始劑之最佳配方組合。論文發表於中華民國品質學會主辦之「第三十九屆年會暨第九屆全國品質管理」研討會，中壢市。
7. Gerhard, B., Leopold, j., Walter, J., Christine, P., and Hermann, D. (1993). Fragrance compounds and essential oil with sedative effects upon inhalation. *Journal of Pharmaceutical Science*, 82(6), 660-664.

The Study of the Effect of Cypress Oil on Slim Products by Taguchi Methods

Chonyu Chen*, Chiaochih Chiang, Hanchieh Wang

Abstract

Taguchi Method was used to do experimental designs and analysis in the study. Cypress essential oil was selected to use in the slim therapy process to get the best experimental result. At first, we made up an appropriate configuration of design and determined which factors might have effect on slim products. Then we determined control factors and standards of control factors that were set according to the standard of Dr. Taguchi's experimental orthogonal array. With the bigger the better of orthogonal array, $L_9(3^4)$, we conducted confirmation procedure on operating factors by use of cypress essential oil on slim cosmetics. The experiment was used to obtain best combination of parameters by S/N ratio and characterizations that were based on the data constructed by Taguchi Methods. Finally, we confirmed the consistency between forecast values and experimental values by variance analysis and confidence segregation. The results were that better slim effect would be obtained by higher cypress essential oil concentration with compound essential oil and more massage. The results showed S/N ratio were improved from 8.8 to 11.68 after parameters optimization. The best formulation obtained from experiments was 15 drops of cypress essential oil adding 5 drops of compound essential oil and 55 cc base oil plus 10-minute massage.

Keywords: Slim, Cosmetic, Cypress oil, Taguchi Method

* Department of Fashion Design, Shu-Te University

