

香橙磨砂去角質凝膠製備與使用經驗分析

The Preparation and Using Experience Analysis of Citrus Exfoliating Scrub Gel

徐令儀¹
Ling-Yih Hsu

李柏堅²
Bo-Jian Li

學生組員³
students

¹中華科技大學生物科技系教授

²中華科技大學企業管理系講師

³生物科技系學生：吳智芬、金婉婷、徐立慈、楊書佩、施嘉宜、楊登凱、李晨羽

摘 要

由於化學合成的美容藥物容易引起使用者的皮膚過敏及安全上的顧慮，天然美容藥物再度受到重視並掀起研究熱潮，由於天然柳橙富含美顏與醫療成分，本論文闡述製作柳橙萃取液與配製橙香磨砂去角質凝膠美容產品的方法。製作之產品經由隨機抽選23位中華科技大學學生作為試用者，以模糊語意尺度問卷調查，並配合統計分析，得到的結論是本產品具有優異的清潔功能，非常適合做為面部的清潔及去角質之使用。

關鍵字：柳橙皮、清潔、去角質

ABSTRACT

Owing to the fact that synthetic cosmetics are prone to cause allergies and safety problems, natural cosmetics are now gaining more public attention, and thus have become a hot topic for research study in recent years. As rich active ingredients in citrus, this paper describes both the extraction from citrus and preparation of the cosmetic product, Citrus Exfoliating Scrub Gel (CESG). Twenty-three students from China University of Science and Technology were selected randomly to examine the cosmetic value of CESG. A fuzzy linguistic scale assessment questionnaire was conducted along with a statistical analysis. The result of this research concludes that the CESG product is not only excellent in facial cleansing, but also suitable for exfoliation.

Keywords : citrus, cleaning, exfoliating, gel

壹、前言與文獻回顧

1.1 前言與文獻回顧

亞洲的化妝品市場佔全球規模將近三分之一，其中又以皮膚保養品最受喜愛，佔銷售額的四成以上。因此對於亞洲女性而言，提供未來性及具潛力的美容保養素材將是化妝品產業思考的方向。

老舊角質堆積會造成皮膚種種傷害，違反美膚的原則，所以當皮膚粗糙、暗黃、沒有光澤時，適度去角質是必須的。而去角質的功能有：1.肌膚會顯得較亮：看看腳底厚皮處，皮膚是不是蠟黃沒光澤，適度去角質會讓皮膚較水亮。2.肌膚會較白：老舊角質含有大量黑色素，去到老舊角質皮膚會較白。3.維持肌膚正常新陳代謝，讓肌膚細緻光滑：當肌膚新陳代謝不良時，會形成老舊角質，老舊角質又會影響肌膚正常新陳代謝，如此形成惡性循環。去除老廢角質，可以打破此一惡性循環。4.預防粉刺生成：老舊的角質，若堆積在毛囊口，會阻塞形成粉刺，所以去除老舊角質，可以預防粉刺生成；但是已經生成的粉刺並沒有辦法靠去角質來治療的。去角質一定要適度。所以，受傷的皮膚是不能去角質的。而如果去角質使皮膚乾乾癢癢、發紅、敏感，就表示去角質過度了。

柑橘類是世界生產第一位的果樹，目前全世界年產量近一億噸，約占水果總產量的四分之一。品種起源於東印度群島和太平洋海岸附近島嶼之間東南亞國家，主要產區分布在南北緯35度範圍內，主要生產國家依序為巴西、美國、中國、墨西哥、西班牙。柑桔為芸香科(Rutaceae)的果樹，芸香科約有150屬，1500種，可作果樹用途：黃皮屬(Clausena)、枳殼屬(Poncirus)、金柑屬(Fortunella)、柑桔屬(Citrus)。於商業用途的柑桔可分為甜橙類、寬皮柑、檸檬及萊姆、葡萄柚及柚類與雜柑類等5種。台灣地處北半球之亞熱帶地區，四面環海，氣候溫和，陽光充足，雨量充沛，蘊育出台灣柳橙優良之品質；其主要栽培品種以極柑、柳橙、桶柑、文旦、葡萄柚、檸檬、茂谷柑、明尼桔柚等為主[1]。本專題實驗研究所使用的柑橘類水果，是台灣栽培最為普遍的品種—柳橙，柳橙屬甜橙類，其果肉味甘、無毒、果皮甘苦、核味苦。本篇論文實驗即是利用柳橙來調製與美容相關的產品，香橙磨砂去角質凝膠。

柳橙具備美顏與醫療的功能主要是與柳橙植物的果實、果皮與核所含機能性成分有關[2,3]。這些機能性成分包括多酚化合物、類黃酮、酚酸、抗壞血酸、類胡蘿蔔素與果膠等。多酚[4-8]是植物在防禦與繁殖上重要的成分，是一種很好的抗氧化物質，能與維生素C、E起加成作用、防禦紫外線、對抗入侵的細菌病毒。能

幫助人體消除具有傷害性的自由基，防止心血管病變、糖尿病、癌症的發生。也因為具有消除自由基的功效，減少肌膚的老化現象，所以常常被添加於化妝保養品中，當作保養肌膚的美容元素之一。類黃酮[4-8]是一群來自於水果、蔬菜、茶、葡萄酒、種子或是植物根的一群相當好的天然抗氧化物，可以抵抗自由基對細胞的傷害，能夠調節免疫力，因此對於癌症細胞具有抑制效果，具有預防心血管疾病、老年癡呆、對抗皮膚老化等與自由基相關的保健功效。類黃酮的抗氧化能力是維生素E的五十倍、維生素C的二十倍，並且類黃酮同時能幫助維他命C再生，而維他命C又可以幫助維他命E還原，因此在補充維他命C、E時，如能多攝取類黃酮素，可使其功效加倍。酚酸[9,10]普遍存在於各種蔬果中，而柑橘類果實含有氫氧肉桂酸之酯類及配醣體，包括香豆素、咖啡酸、阿魏酸、桂皮素、介子酸、綠原酸及其衍生物，而以阿魏酸為主要成份。酚酸功效最主要是抗氧化、抗衰老及保持心臟血管健康。此外，還能抵抗發炎、細菌及抗血栓。抗壞血酸又稱維生素C，具有抗氧化功能，有助於清除細胞內之自由基，並且保護維生素A與E。食物中的維生素C可以促進小腸對鐵之吸收。另外，能保護血管完整性，協助骨骼正常礦化，促進傷口癒合。抗壞血酸是最早被美容醫學界認同的有效成分，而在新鮮柑橘的果肉中含有豐富的維生素C，比蘋果、梨、葡萄等要高幾十倍，而橘皮中的抗壞血酸的含量比果肉中還要多。因此，抗壞血酸也是衛生署核可的化妝品美白成分，可以使皮膚減少黑色素沉著、減退以至去除皮膚的黑斑和雀斑，加快皮膚的還原變白。類胡蘿蔔素可分為：隱黃質、玉米黃質、 β -胡蘿蔔素、葉黃質。隱黃質為柑橘主要色素來源，在保護心臟健康方面，它扮演很重要的角色；玉米黃質是預防眼睛老化的營養素，能吸收紫外線輻射光源以保護細胞不受傷害； β -胡蘿蔔素為脂溶性，對脂質有良好的親和力，對細胞膜、上皮組織、黏膜組織、皮膚組織的保護，都可以藉助 β -胡蘿蔔素；葉黃質是一個很好的抗氧化劑，能保護細胞避免受自由基的傷害，也是預防眼睛老化的營養素。

1.2 研究目的

由於柳橙內含眾多與美容相關的機能性成分，因此柳橙萃取物廣泛應用於美容化妝品中。此外，柳橙由於產量高，栽培面積大，近年來常有生產過剩的現象，因此若能透過「柳橙萃取物應用於美容產品」的加工方式，一方面可減少柳橙生產過剩的壓力，又可提升柳橙的附加價值。

貳、實驗材料與方法

2.1 實驗材料

柳橙(全聯福利中心,南港,台北)、甘油(友和貿易股份有限公司,台北)、葡萄籽油(全聯福利中心,南港,台北)、蒸餾水。

2.2 實驗設備

超純水製造機 (Simplicity185美國millipore), 抽風櫃 (法宏科技有限公司, 台灣), 電子天平 (鈺恆股份有限公司AJ-200E, 台灣), 磁石攪拌加熱器 (CORNING, 美國)。

2.3 實驗方法

2.3.1 橙實酞萃取液製作

將47毫升的蒸餾水與53毫升95%藥用酒精一起倒入玻璃罐中混合成50%酒精, 再把50公克的果實切成薄片, 浸泡在50%酒精中, 蓋緊瓶蓋加以搖晃使之萃取完全。浸泡6小時後, 用濾袋過濾液體, 再裝入深色玻璃罐中蓋緊瓶蓋保存[11-15]。

由於多酚化合物、酚酸、抗壞血酸等屬於極性分子, 故採用蒸餾水與藥用酒精之混合溶液作為溶劑以萃取以上重要成分。

2.3.2 橙核浸油萃取液製作

將新鮮柳橙種子以酒精洗淨後晾乾, 用剪刀剪開種皮, 再將種仁剪成小塊備用。取50公克葡萄籽油倒進玻璃罐中, 加熱至100°C, 維持10分鐘除水氣。離火, 待溫度降至55°C後加入種仁, 以悶燒鍋保溫2小時。待冷卻至室溫後慮取提取液, 若浸油量少於50公克, 再添加葡萄籽油至50公克, 並加入0.5毫升的5%酯化維生素C油溶液當抗氧化劑, 裝入深色玻璃罐內即完成。

具抗氧化、抗炎及潤澤肌膚等功效之類胡蘿蔔素與類黃酮分子, 具備易溶於非極性溶劑特性, 故採用葡萄籽油作為溶劑以萃取此重要機能成份。

2.3.3 香橙磨砂去角質凝膠製作

調製本香橙磨砂去角質凝膠需事先調配2%水溶性高分子膠, 其製備方法為: 將10毫升甘油倒進研鉢中, 稍加搖晃使甘油沾潤研鉢內部, 將2公克的水溶性高分子膠 (Carbopol 940) 粉末均勻灑在沾潤了甘油的研鉢裡, 靜置5分鐘後稍加研磨使高分子膠潤透, 取50毫升的蒸餾水逐次加入研鉢中, 持續研磨至高分子膠均勻無結塊。再將高分子膠倒入玻璃罐中, 並倒入40毫升的蒸餾水, 蓋上蓋子, 搖晃

均勻後靜置。

香橙磨砂去角質凝膠的配製方法為：將配置完成的2%水溶性高分子膠取16公克裝入含蓋之玻璃罐中，依序加入綠豆粉5公克、橙核浸油1公克、橙實酞5公克、及蒸餾水23公克蓋上蓋子搖勻。用塑膠滴管加入1滴三乙醇胺，蓋上蓋子搖勻，靜置約30秒，如未形成凝膠再逐次加入三乙醇胺，搖勻，直至形成凝膠狀。(成品需冷藏，約可保存2個月)。

2.3.4 香橙磨砂去角質凝膠試用經驗分析

試用者問卷調查：模糊理論的產生是參考人類思維方式，將感受的模糊測度與分類原理，給予較穩健的描述。人類思維有兩類，一為形式化思維(formal thinking)，另一為模糊思維(fuzzy thinking)；前者的思考注重邏輯性與順序性，後者的思考則是注重全體性和綜合性，當面臨決策判斷進行思考時，基於形式化思維的二元邏輯很難表達出人類思考的多元邏輯特性[16]。本研究為了解柑橘萃取液所製備之「橙香磨砂去角質凝膠」使用者之觀感與評價，製作了試用品並隨機選取23位中華科技大學學生為試用者，試用後實施問卷填寫。傳統量表的作法要求受訪者在「非常不滿意」、「不滿意」、「普通」、「滿意」、「非常滿意」中擇一勾選，此法較不易準確表達人類思維的複雜性。本研究引進模糊問卷語意計分調查取代傳統李克特(Likert)五級尺度量表(表一)，讓試用者內心真正的看法得以表達出來。問卷詢問對七項美容功能包含 (1)清潔的效果(2)修護的能力(3)緊緻的效果(4)保濕的能力(5)美白的效果(6)氣味的喜好(7)體驗感受等問題，並請試用者在五個欄位中填上語言變數(linguistic variable) $\mu_i(x)$ ， $0 \leq \mu_i(x) \leq 1$ ，不過須要求語言變數之總和為1，才能完整表達受訪者完整意念。

表一、傳統量表與模糊問卷語意計分

問題	李克特傳統量表(Likert Scale)					模糊語意量表(Fuzzy Scale)				
	非常 不滿意	不滿意	普通	滿意	非常 滿意	非常 不滿意	不滿意	普通	滿意	非常 滿意
				✓				0.1	0.7	0.2

模糊統計方法

設 Ω 為一論域， $\{X_i\}_{i=1}^n$ 為論域 Ω 之語言變數分割，對所有 $i \neq j, 1 \leq i, j \leq n$ ，均

符合 $X_i \cap X_j = \emptyset$ ，且 $\bigcup_{i=1}^n X_i = \Omega$ ，若 $\mu_i(x_j)$ 為第 j 位受訪者對應 X_i 之隸屬度，則 $0 \leq \mu_i(x_j) \leq 1$ 且 $\sum_{i=1}^n \mu_i(x_j) = 1$ 。在本研究中論域所指為{非常不滿意，不滿意，普通，滿意，非常滿意}所成的集合，故 $n=5$ ，在表一模糊語意量表中 $\mu_1(x_j)=0$ ， $\mu_2(x_j)=0$ ， $\mu_3(x_j)=0.1$ ， $\mu_4(x_j)=0.7$ ， $\mu_5(x_j)=0.2$ 。

模糊滿意認同值定義： $\theta(x_j) = \sum_{i=1}^5 i\mu_i(x_j)$ ，此處之模糊滿意認同值可視為李克特傳統量表加權後的綜合分數，假設受訪者有效問卷有 m 份，則模糊平均滿意認同值定義為 $\bar{\theta} = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^5 i\mu_i(x_j)$ ，本研究為求得較為客觀的結果，將使用計算出的模糊平均滿意認同值 $\bar{\theta}$ 取代傳統樣本平均數 \bar{x} 進行統計分析。

資料分析方法：

以模糊問卷所得到的資料先進行敘述統計，比較傳統問卷平均數與模糊問卷平均滿意認同值之異同，再以模糊樣本眾數探索受訪者的共識最高的區域在何處。由於本研究的樣本數較小，僅23份，推論統計部份使用較為適宜的無母數檢定[17]，本研究以常用的 $\alpha = 0.05$ 作為顯著水準，統計方法使用「曼-惠特尼-U」(Mann-Witney U) 獨立樣本檢定性別差異是否影響本產品之評價，最後以整體感受為基準(整體感受分數最高)以相依樣本模式使用「魏克森符號等級檢定」(Wilcoxon Signed Ranks Test)方法，檢定本產品是什麼原因使整體感受具有高認同度。

叁、結果與討論

在本論文實驗中，進行了橙實酞萃取液與橙核浸油萃取液製作及香橙磨砂去角質凝膠的調配實驗，結果如下：

3.1 橙實酞萃取液與橙核浸油萃取液製作

香橙能賦予美容功效的奧妙即在於橙實與橙核所含之眾多有效成分。這些有效成分均屬於極性相異、分子大小不同的有機化合物，因此，首先要將這些有效成分萃取出來。本實驗利用化學性質相似的物質可以互作溶劑溶解對方的「相似相溶」原理(Like-Dissolves-Like Rule) [18]，選取50%酒精來提取橙實中水酒可溶的機能性成分，如黃酮類、香豆素、有機酸、維生素與礦物質。提取步驟是將橙實切成薄片，與50%酒精浸泡6小時後過濾即得。而含有多種脂肪油橙核則可以用葡萄籽油作為提取溶劑。葡萄籽油中主要是亞油酸，還含有脂溶性維生素A、D、E

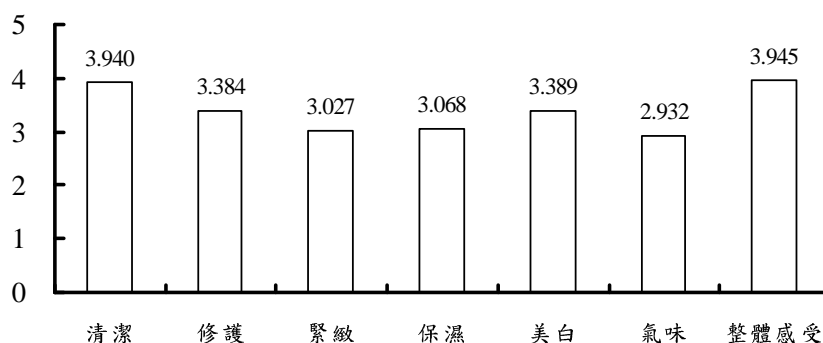
和K，它是一種非常清爽的油脂，容易被皮膚吸收，同時有潤澤柔軟的作用。提取步驟是將100 °C熱葡萄籽油冷卻至55 °C後加入種仁，在悶燒鍋保溫2小時，冷卻過濾後，加入5%酯化維生素C即成。

3.2 香橙磨砂去角質凝膠

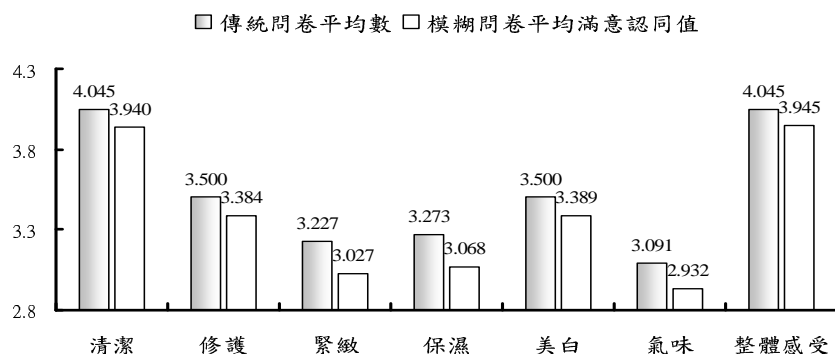
凝膠劑型就是一種透明的可溶化劑型產品，其定義為含有兩種成分或兩種成分以上包含液體的半固體膠和其乾燥體系的大分子統稱。將藥物溶解或均勻分散於凝膠中，即為凝膠劑，它能長時間與作用部位緊密黏附，有較好的生物黏附性，製作方法簡單，使用舒適。凝膠外觀為透明或半透明的半固態膠狀物，它失去了流動性，但擁有固體的性質，如彈性及強度。本產品所用凝膠Carbopol 940是丙烯酸聚合物（後面連接的數字越大，代表聚合分子越大），無毒，無刺激性，與皮膚有良好的親合性，是一種藥用高分子。由於凝膠分子結構中含有眾多羥基（—OH）、羧基（—COOH）與胺基（—NH₂）等親水性基團，當這些水溶性高分子聚合物與水發生水合作用時，則呈水溶液或凝膠狀態，表現出不同的黏稠度等性質[14]。又因為水溶性凝膠含有較多水分，可以補充皮膚水分，具有保濕及清爽的效果。最後加入的三乙醇胺對凝膠稠度的影響極大，2~3滴是最適宜，切勿一次多滴，否則會導致凝膠過稠過黏。

3.3 問卷結果描述性統計摘要

本研究共發出 23 份問卷，有效問卷 22 份，平均模糊滿意度 $\bar{\theta}(x_i)$ 在大多在 3 分上下，其中清潔效果、美白效果以及整體感受 $\bar{\theta}$ 分數比較高（見圖一）。本研究中也將傳統傳統平均數 \bar{x} 與模糊問卷平均滿意認同值 $\bar{\theta}$ 兩者比較，發現模糊問卷平均滿意認同值分數略低（見圖二），這表示受訪者對於不是非常明確與強烈的感受會靠向中間的趨勢。



圖一、橙香磨砂去角質凝膠試用者模糊平均滿意認同值



圖二、傳統問卷平均數與模糊問卷平均滿意認同值

模糊樣本眾數代表受訪者的共識最高的區域，將所有模糊問卷在「非常不滿意」、「不滿意」、「普通」、「滿意」、「非常滿意」隸屬度加總，由表二可以得知本產品在「清潔」、「美白」、「整體感受」上獲得試用者「滿意」的評價，其餘「普通」。

表二、各項滿意度調查之模糊眾數分布狀況

	非常不滿意	不滿意	普通	滿意	非常滿意	模糊樣本眾數
清潔	0.00	3.25	8.45	8.80	1.50	滿意
修護	0.10	3.10	8.85	8.15	1.80	普通
緊緻	0.90	5.40	8.00	7.60	0.10	普通
保濕	0.50	5.40	8.80	6.70	0.60	普通
美白	0.00	3.25	8.45	8.80	1.50	滿意
氣味	1.30	4.60	10.70	5.10	0.30	普通
整體感受	0.00	0.60	4.60	12.20	4.60	滿意

3.4 統計檢定分析結果

表三、Mann-Witney U 檢定性別對各項功能的認同度

	清潔	修護	緊緻	保濕	美白	氣味	體驗感受
Mann-Whitney U	50.5	53.5	53.000	37.500	33.500	59.500	44.500
Wilcoxon W	128.5	131.5	131.000	115.500	111.500	137.500	122.500
Z	-0.627	-0.430	-0.464	-1.487	-1.752	-0.033	-1.025
Asymp. Sig.	0.530	0.667	0.643	0.137	0.080	0.974	0.306

將計算出的模糊平均滿意認同值資料以Mann-Witney U 獨立樣本檢定性別對橙香磨砂去角質凝膠各項功能認同差異，由表三可以看出清潔方面檢定結果 p 值為 0.530；修護方面檢定結果 p 值為 0.667；緊緻方面檢定結果 p 值為 0.643；保濕方面

檢定結果 p 值為 0.137；美白方面檢定結果 p 值為 0.080；氣味方面檢定結果 p 值為 0.974，均未達顯著水準 0.05，表示各項認同度並不會因為性別差異而有不同的結論。

表四、Wilcoxon Signed Ranks 檢定各項功能與整體感受的比較

	清潔	修護	緊緻	保濕	美白	氣味
Z	-0.211	-3.198	-3.876	-3.963	-3.003	-4.075
Asymp. Sig. (2-tailed)	0.833	.001*	0.000*	0.000*	0.003*	0.000*

* $p < 0.05$

Wilcoxon Signed Ranks 相依樣本模式檢定各項功能（清潔、修護、緊緻、保濕、美白、氣味）與整體感受的比較（見表四）， p 值依次為 0.833、0.001、0.000、0.000、0.005 均達到顯著水準 0.05，唯一未達顯著水準的是清潔 ($p = 0.833 > 0.05$)，此說明了試用者高度認同橙香磨砂去角質凝膠的功能方面在於清潔，這可能與配方中的綠豆粉有關。綠豆粉在配方中屬植物性顆粒，藉助磨沙顆粒，再利用洗臉的動作，摩擦臉部以除去角質。因為屬於植物性的顆粒，所以會隨著摩擦愈來愈小，釋放天然油脂，對肌膚有滋潤效果，是目前比較被廣泛接受且安全的製品。

肆、結論

多酚化合物、類黃酮、酚酸、抗壞血酸與類胡蘿蔔素等成分廣泛應用於美容化妝品中，柳橙正含有這些豐富的機能性成分，故本論文實驗選取柳橙，製得橙實、橙核萃取液，並將此萃取液調配成橙香磨砂去角質凝膠，一方面期望能夠有效的清潔毛細孔，達到預防粉刺的效果，另一方面希望透過「柳橙萃取物應用於美容產品」的加工方式，以減少柳橙生產過剩的壓力，並提升柳橙的附加價值。本研究製作之產品經由 23 位試用者試用，以模糊語意尺度問卷調查，並配合統計分析，得到本產品具有優異的清潔功能，適合面部清潔去角質之結論。故本產品極適合青春期的學生使用，進行皮膚的清潔與粉刺的預防。

參考文獻

- [1] <http://agrapp.afa.gov.tw/>，台灣柑橘產業資訊網。
- [2] Kawaii, S., Tomono, Y., Katase, E., Ogawa, K., and Yano, M. HL-60 Differentiating activity and flavonoid content of the readily extractable fraction prepared from

- Citrus juices. *J. Agric. Food Chem.* 47: 128-135(1999).
- [3] Ooghe, W.C., Ooghe, S. J., Detavernier, C.M., and Huyghebaert, A. Characterisation of orange juice (*Citrus sinensis*) by polymethoxylated flavones. *J. Agric. Food Chem.* 42: 2191-2195(1994).
- [4] Albach, R.F., and Redman, G.H. Composition and inheritance of flavonones in citrus fruit. *Phytochem.* 8:127-534(1969)
- [5] Castillo, J., Benavente, G.O., and Del Rio, J.A. Naringin and neohesperidin level during development of leaves, flower buds , and fruits of *Citrus aurantium*. *Plant Physiol.* 99:67-73(1992).
- [6] Kamiya, S., Esaki, S., and Konishi, F. Flavonoids in citrus hybrids. *Agric. Biol. Chem.* 43: 1529-1536(1979).
- [7] Robards, K., and Gryglewski, R. J. Analytical chemistry of fruit bioflavonoids. *Analyst*, 122: 11-34(1997).
- [8] Novzal, M.J., Bernal , J.L., Jimenez, J.J., Gonzalez , M.J, Higes, M. Extraction of thymol, eucalyptol , menthol, and camphor residues from honey and beeswax. Determination by gas chromatography with flame ionization detection, *J. Chromato. A.* 954: 207-215(2002)
- [9] Ewald, C., Fjelkner-Modig, S., Johansson, K., Sjöholm, I. and Akesson, B., Effect of processing on major flavonoids in processed onions, green beans, and peas. *Food Chem.* 64:231-239(1999).
- [10] Gorinstein, S., Belloso, O.M., Park, Y.S., Haruenkit, R., and Lojek, A. Comparison of some biochemical characteristics of different citrus fruits. *Food Chem.* 74: 309-315(2001)
- [11]張麗卿，現代化妝品概論，第3篇，第1章，第67-69頁，第2章，第70-82頁，台北高立圖書有限公司，1995年。
- [12]楊彤，「美容藥物的配製和應用」，第15章，第217~227頁，北京，人民軍醫出版社，2005年。
- [13]周靜芬，『無毒良品』，第178-213頁，台北，華城出版社，2006年。
- [14]裘炳毅，「化粧品化學藝工與藝技術大全」(上冊)，第4章，第4節，第288~289頁，北京，中國輕工業出版社，1996年。
- [15]裘炳毅，「化粧品化學藝工與藝技術大全」(下冊)，第4篇，第1章，第1節，第1129~1199頁，北京，中國輕工業出版社，1996年。
- [16]吳柏林，模糊統計導論方法與應用，五南圖書出版公司，2005年。
- [17]林惠玲、陳正倉，應用統計學，雙葉書廊，2000年。

- [18] Lee R.S., and James L.E. Chemical Demonstrations: a Sourcebook for Teachers, 2nd Ed., Vol 2, p 90, Washington, D.C., American Chemical Society, 1988.