

香水柚與文旦柚之萃取及分析 Buntan Shaddock and Wentan Pomelo, Extraction and Analysis

蕭長青

Changching Shiau

黎明技術學院化妝品應用系

Department of Applied Cosmetology, Lee-Ming Institute of Technology

摘要

本研究有別於一般柑橘類採用冷壓法萃取精油(Essential Oil)，而是以水蒸氣蒸餾法萃取，目的是除了精油外亦可得到純露(Hydrosol)。八里產的香水柚和文旦柚皮均萃取出精油並獲得純露，二種柚不含皮的果肉亦單獨蒸餾但僅獲得純露。應用氣相層析儀串聯質譜儀分析：香水柚找到 26 種揮發性物質構成精油，而其純露中則發現 11 種化合物構成香味來源；文旦柚則找到 29 種揮發性物質構成精油，而其純露中發現 9 種化合物。文旦柚之純露並用 Karl Fischer 法測得含水量為 97%。柚皮精油中以檸檬烯為主要成分，香水柚皮精油含 83.84%、文旦柚皮精油則含有 61.03%。柚皮純露中香水柚以對硝基苯甲醇 33.93%、3-氨基苄醇 23.33% 為主；而文旦柚則有反式及順式-芳樟醇氧化物及芳樟醇，共占 64.25% 及 α -松油醇占 12.72%。香水柚果肉純露分離出 3 種成份，以肟, 甲氧基苯基_45.29%、(Z)-7-十六碳烯 33.67% 為主；而文旦柚果肉純露則有 6 種化合物被辨識出，以肟, 甲氧基苯基_64.84% 為主。

關鍵詞：水蒸氣蒸餾、精油、純露、檸檬烯、芳樟醇

Abstract

This work, apart from using expression to extract Essential Oil (EO) from Citrus, employed steam distillation to extract EO from Pomelo and Hydrosol (HS) were obtained as well. Buntan Shaddock (BS) and Wentan Pomelo (WP) peels from Bali District, New Taipei City were extracted and EO and HS were acquired. Both fruits without peel were extracted but only HS were obtained. GC/MASS were employed to analyze the constituents of EO and HS. For the BS peel, there are 26 volatile compounds found in the EO, whereas 11 chemicals found in the HS. In the case of WP peel, 29 volatile compounds were found in the EO, and 9



compounds found in the HS. The HS from the WP peel has been put thru Karl Fischer method to test the water content, and 97% was the result. Major constituent of Pomelo Peels' is Limonene, that of BS is 83.84%, and that of WP is 61.03%. The HS from BS peel has p-Nitro benzyl alcohol 33.93%, m-Amino benzyl alcohol 23.33% as major ingredients. Whilst Linalool and cis-Linalool Oxide and trans- Linalool Oxide take up 64.25% of the HS from WP peel, and α -Terpineol occupied 12.72% in the HS. The HS from the fruit of BS has 3 components, Oxime-, methoxy-phenyl- takes up 45.29% whereas Z-7-Hexadecenal has 33.67% in the HS. The HS from the fruit of WP has 6 constituents been identified, the majority is Oxime-, methoxy-phenyl-, 64.84% is the figure.

Key Words: Steam Distillation, Essential Oil, Hydrosol, Limonene, Linalool



1. 研究背景及目的

傳統上，植材經水蒸氣萃取後，僅取上浮的精油作應用，下層的冷凝水通常都丟棄，近年來已有芳療師開始運用下層的冷凝水，並賦予專有名詞 Hydrosol，國內原翻譯為花水、晶露等名詞，近年則統一名稱為純露。

隨著 1970 年代國內經濟的起飛，普羅大眾開始擁有大量的物質，並因接觸西方文明而改變生活型態，去年(2011)年中最熱門的話題就是塑化劑；塑化劑固然是不肖廠商非法所添加於食品、藥品中的添加物，但為什麼需要這些添加物何嘗不是消費者對於很多消費品精緻化的需求導致不肖廠商有機可趁。塑化劑最風聲鶴唳之時，很多消費者轉而購買新鮮水果及果汁機自己榨汁喝。然而在中秋節時某電視台記者訪問上班族中秋節最不想收到的禮物是什麼，答案竟是月餅和柚子。

筆者於今年上半年搬到新北市八里區，於秋節前後看著八里文旦柚大豐收，農民把堆的像小山的柚子在路旁擺攤販賣，讓筆者興起為什麼不從柚子抽取有用的物質，開發成化妝品的意念；至少可以採取柚子皮做萃取以達到廢物利用的目的。遍尋已發表的文獻，柚子精油已有不同產地之成分分析[1~11]，但純露則極少人作分析[5]；市場上的家用化妝品如洗髮精沐浴乳之類，也已有大學協助農會幫農民開發成商品，但銷售不甚理想。有鑑於各地區土質有差異性，果農種植技術亦有所不同；而柚子被認為在調節血壓、抗凝、抑菌等方面有較好的開發價值[12]，柚皮提取物具有抗氧化、抗微生物、抗癌、抑酶、抗衰老、降血糖、降血壓、預防動脈粥樣硬化等活性[13]，且純露近年來也已在能量醫學的領域漸露頭角[14]，所以將產於八里的柚子取來做萃取精油及純露，並做進一步的分析，並提供一些可能的用

途，希冀對農民有所幫助。

2. 萃取方法

水蒸氣蒸餾法萃取植材精華在古埃及時代即有[14]，今日的技術與古代僅有些微的差異，所需設備不外乎大蒸鍋，蒸氣收集和冷凝設備。本實驗所選用的蒸餾設備如圖 1，總體積約 15 公升，放入水量為 8 公升，植材約可放入 6 公升，約 1.5~3 公斤，視植材種類而異(因取得之植材均以重量計算)。

3. 分析方法

萃取所得之精油及純露均用 GC/MASS 作分析，試樣是委託成大貴重儀器中心做分析，廠牌型號為 SHIMADZU QP2010，所用 Column：DB-5MS 30m 0.25 m; 0.25mm。採用的比對資料庫為 NIST05lib&FFNSC1.2lib。純露之含水量測量則以 Karl Fischer 法測定之，此部分委由 SGS Taiwan 測定，僅取文旦柚皮之純露作測量。

4. 萃取及分析結果

柚子皮含內層白肉皮切成小塊後直接放入蒸餾器作蒸餾，約放入 2 公斤，在 1 大氣壓和 100°C 下蒸餾兩小時後(由蒸氣冒出冷凝管開始起算)約可採集 10~15 ml 精油和 3 公升純露。柚子的香氣基本上均集中在柚皮精油，香水柚皮純露之香味較文旦柚皮純露濃且內皮味較輕，二者柚子的香氣均較不明顯，呈現不同氣味；果肉純露則成現柚果風味。香水柚皮純露之 pH 值為 3.83，文旦柚皮純露之 pH 值為 4.30，香水柚果肉純露之 pH 值為 4.58，文旦柚果肉純露之 pH 值為 4.24。文旦柚皮純露之含水量為 97%。精油及純露經過 GC/MASS 分析後所得數據如表 1~6。



表 1：香水柚皮精油成分

line #	R. Time	組成化合物	分子式	%
1	5.152	E,E,Z-1,3,12-Nonadecatriene-5,14-diol E,E,Z-1,3,12-十九碳三烯-5,14-二醇	C ₁₉ H ₃₄ O ₂	2.96
2	8.434	Pinene <alpha-> α-蒎烯	C ₁₀ H ₁₆	0.91
3	9.736	Sabinene 檜烯	C ₁₀ H ₁₆	0.51
4	9.909	Pinene <beta-> β-蒎烯	C ₁₀ H ₁₆	2.9
5	10.241	Myrcene 香葉烯;月桂烯	C ₁₀ H ₁₆	2.71
6	12.113	Limonene 檸檬烯	C ₁₀ H ₁₆	83.84
7	14.202	Linalool 芳樟醇, 沈香醇	C ₁₀ H ₁₈ O	0.15
8	15.049	Limonene oxide <cis-> 順式-檸檬烯氧化物	C ₁₀ H ₁₆ O	0.29
9	15.200	Limonene oxide, trans- 反式-檸檬烯氧化物	C ₁₀ H ₁₆ O	0.1
10	15.551	.beta.-Citronellal; Rhodinal β-香茅醛	C ₁₀ H ₁₈ O	0.22
11	18.376	Neral 橙花醛	C ₁₀ H ₁₆ O	0.39
12	18.743	Carvone 香芹酮	C ₁₀ H ₁₄ O	0.26
13	19.303	Geranial 香葉醛	C ₁₀ H ₁₆ O	0.37
14	19.767	Perillaldehyde 紫蘇醛	C ₁₀ H ₁₄ O	0.07
15	21.450	Citronellyl acetate 醋酸香茅酯	C ₁₂ H ₂₂ O ₂	0.09
16	21.727	Neryl acetate 橙花酯	C ₁₂ H ₂₀ O ₂	0.26
17	22.308	Geranyl acetate 醋酸香葉酯	C ₁₂ H ₂₀ O ₂	0.61
18	22.913	Elemene 攪香烯	C ₁₅ H ₂₄	0.29
19	23.836	Caryophyllene β-石竹烯	C ₁₅ H ₂₄	0.06
20	25.592	Germacrene D 吉瑪烯 D	C ₁₅ H ₂₄	0.88
21	25.898	Germacrene B 吉瑪烯 B	C ₁₅ H ₂₄	0.15
22	28.406	Caryophyllene oxide 石竹烯氧化物	C ₁₅ H ₂₄ O	0.4
23	29.626	Phenethyl caproate 苯己酸	C ₁₄ H ₂₀ O ₂	0.08
24	30.716	Juniper camphor 刺柏腦、杜松腦	C ₁₅ H ₂₆ O	0.08
25	31.462	Farnesol <cis,cis-> 順,順,金合歡醇	C ₁₅ H ₂₆ O	0.11
26	34.079	Nootkatone 奴卡酮	C ₁₅ H ₂₂ O	1.32

表 2：香水柚皮純露成分

line #	R. Time	組成化合物	分子式	%
1	10.099	Oxime-, methoxy-phenyl 肟, 甲氧基苯基_	C ₈ H ₉ NO ₂	8.85
2	11.434	Eucalyptol 桉樹腦	C ₁₀ H ₁₈ O	0.46
3	12.268	Phenylacetaldehyde 苯乙醛	C ₈ H ₈ O	1.41
4	12.918	Linalool oxide <cis-> 順式-芳樟醇氧化物	C ₁₀ H ₁₈ O ₂	3.36
5	13.530	Linalool oxide <trans-> 反式-芳樟醇氧化物	C ₁₀ H ₁₈ O ₂	1.99
6	13.976	Hexamethylcyclotrisiloxane 六甲基環三矽氧烷	C ₆ H ₁₈ O ₃ Si ₃	5.93
7	17.320	Terpineol <alpha-> α-松油醇	C ₁₀ H ₁₈ O	1.22
8	19.016	Dodecamethylcyclohexasiloxane 十二甲基環六矽氧烷	C ₁₂ H ₃₆ O ₆ Si ₆	5.63
9	19.167	No hit compound		0.87
10	19.574	No hit compound		0.58
11	19.794	n-Tridecane 正十三烷	C ₁₃ H ₂₈	1.06



line #	R. Time	組成化合物	分子式	%
12	21.270	Glycine, N-carboxy-, N-tert-butyl ester BOC - 甘氨酸	C ₇ H ₁₃ NO ₄	0.66
13	22.889	m-Aminobenzyl alcohol 3-氨基苄醇	C ₇ H ₉ NO	23.33
14	23.705	3-Butoxy-1,1,1,7,7,7-hexamethyl-3,5,5-tris(trimethylsiloxy)tetrasiloxane 3-丁氧基-1,1,1,7,7,7-六甲基-3,5,5-三(三甲基)四矽氧烷	C ₁₉ H ₅₄ O ₇ Si ₇	10.06
15	25.503	n-Pentadecane 正十五烷	C ₁₅ H ₃₂	0.64
16	27.356	p-Nitrobenzyl alcohol 對硝基苯甲醇	C ₇ H ₇ NO ₃	33.93

表 3：香水柚果肉純露成分

line #	R. Time	組成化合物	分子式	%
1	5.282	Z-7-Hexadecenal (Z)-7-十六碳烯	C ₁₆ H ₃₀ O	33.67
2	6.761	Dihydroxydimethylsilane 羥基(甲基)矽烷	C ₂ H ₈ O ₂ Si	9.09
3	9.710	Oxime-, methoxy-phenyl- 肟, 甲氧基苯基_	C ₈ H ₉ NO ₂	45.29
4	16.742	p-Menth-1-en-4-ol 4-松油醇	C ₁₀ H ₁₈ O	6.35
5	27.852	Hexadecamethylcyclooctasiloxane 矽氧烷	C ₁₆ H ₄₈ O ₈ Si ₈	5.6

表 4：文旦柚皮精油成分

Line #	R. Time	化合物	分子式	%
1	5.340	cis-9-Hexadecenal CIS - 9 - 十六碳烯	C ₁₆ H ₃₀ O	2.86
2	5.658	No hit compound		0.07
3	6.483	No hit compound		0.05
4	6.719	urea, carbamide 尿素	CH ₄ N ₂ O	0.08
5	7.073	Dihydroxydimethylsilane 羥基(甲基)矽烷	C ₂ H ₈ O ₂ Si	0.34
6	8.370	Furfuryl alcohol 糠醇; 呋喃甲醇	C ₅ H ₆ O ₂	0.33
7	9.742	No hit compound		0.05
8	9.850	No hit compound		0.18
9	10.169	Myrcene 香葉烯; 月桂烯	C ₁₀ H ₁₆	0.38
10	11.751	Limonene 檸檬烯	C ₁₀ H ₁₆	61.03
11	12.527	3-Methyl-1,2-cyclopentanedione 3-甲基環戊烷-1,2-二酮	C ₆ H ₈ O ₂	0.14
12	13.200	Linalool oxide(trans)反式-芳樟醇氧化物 (furanoid)	C ₁₀ H ₁₈ O ₂	4.83
13	13.729	Linalool oxide(cis)順式-芳樟醇氧化物 (furanoid)	C ₁₀ H ₁₈ O ₂	2.51
14	14.343	Linalool 芳樟醇, 沈香醇	C ₁₀ H ₁₈ O	2.22
15	15.205	Mentha-2,8-dien-1-ol <trans-, para-> +) - 反式 p-薄荷-2,8-二烯-1-醇	C ₁₀ H ₁₆ O	0.53
16	15.675	cis-p-Mentha-2,8-dien-1-ol +) - 順式 P-薄荷-2,8-二烯-1醇	C ₁₀ H ₁₆ O	0.37
17	16.253	Tricyclo[4.3.1.1(3,8)]undecan-1-ol 三環 [4.3.1.1 (3,8)]十一烷-1-醇	C ₁₁ H ₁₈ O	0.34
18	16.959	Isoborneol 異龍腦	C ₁₀ H ₁₈ O	1.8
19	17.652	Terpineol (alpha) α-松油醇	C ₁₀ H ₁₈ O	4.79
20	18.342	Geraniol 香葉醇	C ₁₀ H ₁₈ O	0.65



Line #	R. Time	化合物	分子式	%
21	18.489	Neral 橙花醛	C ₁₀ H ₁₆ O	1.21
22	18.864	Carveol(cis) 香芹酚	C ₁₀ H ₁₆ O	0.38
23	19.073	Geraniol 香葉醇	C ₁₀ H ₁₈ O	4.89
24	19.417	Geranial 檸檬醛、香葉醛	C ₁₀ H ₁₆ O	0.86
25	19.731	Bornyl acetate 乙酸龍腦酯	C ₁₂ H ₂₀ O ₂	0.54
26	20.520	3-Hexyne-2,5-diol 3-己炔-2,5-二醇	C ₈ H ₁₄ O ₂	0.95
27	22.406	Lavandulyl acetate 乙酸薰衣草酯	C ₁₂ H ₂₀ O ₂	0.45
28	23.415	Eugenol <methyl-> 甲基丁香酚	C ₁₁ H ₁₄ O ₂	0.47
29	23.973	Caryophyllene β-石竹烯	C ₁₅ H ₂₄	0.6
30	25.745	2,5-Furandione 2,5-呋喃二酮	C ₈ H ₁₀ O ₃	1.56
31	27.215	2-Methylisoborneol 2-甲基異冰片(龍腦)	C ₈ H ₁₀ O ₃	0.57
32	31.643	(Z)6-Pentadecen-1-ol	C ₁₅ H ₃₀ O	0.29
33	34.019	(Z)6-Pentadecen-1-ol	C ₁₅ H ₃₀ O	1.55
34	35.308	cis-9-Octadecenal	C ₁₈ H ₃₄ O	1.15
35	36.117	No hit compound		0.13
36	37.072	Cetyl alcohol 棕櫚醇, 十六醇	C ₁₆ H ₃₄ O	0.17
37	37.533	8-Hexadecenal, 14-methyl-, (Z)-, (Z)-14-甲基-8-十六碳烯-1-縮醛	C ₁₇ H ₃₂ O	0.48
38	38.267	No hit compound		0.04
39	38.446	No hit compound		0.15
40	39.057	No hit compound		0.02

表 5：文旦柚皮純露成分

Line #	R. Time	化合物	分子式	%
1	7.022	No hit compound		1.66
2	7.149	Dihydroxydimethylsilane 羥基(甲基)矽烷	C ₂ H ₈ O ₂ Si	3.00
3	7.208	Carbamide 尿素	CH ₄ N ₂ O	1.83
4	13.185	Linalool oxide(cis/trans) 反式 - 芳樟醇氧化物 (furanoid)	C ₁₀ H ₁₈ O ₂	36.98
5	13.691	Linalool oxide(trans/cis) 順式 - 芳樟醇氧化物 (furanoid)	C ₁₀ H ₁₈ O ₂	21.55
6	14.295	Linalool 芳樟醇, 沈香醇	C ₁₀ H ₁₈ O	5.72
7	16.978	Sabinene hydrate (cis/trans) 順式水合檜烯	C ₁₀ H ₁₈ O	2.45
8	17.634	Terpineol (alpha) α-松油醇	C ₁₀ H ₁₈ O	12.72
9	18.267	No hit compound		1.41
10	18.457	Bicyclo[3.1.1]hept-3-en-2-ol, d-Verbenol 馬鞭烯醇	C ₁₀ H ₁₆ O	2.75
11	18.858	Carveol(cis) 香芹酚	C ₁₀ H ₁₆ O	1.96
12	19.068	Geraniol 香葉醇	C ₁₀ H ₁₈ O	4.78
13	25.751	3-Furanacetic acid 四氫呋喃-3-乙酸	C ₁₂ H ₁₆ O ₅	3.21



表 6：文旦柚果肉純露成分

line #	R. Time	組成化合物	分子式	%
1	6.146	2-Amino-1,3-propanediol 2-氨基-1,3-丙二醇	C ₃ H ₉ NO ₂	1.7
2	6.601	Dihydroxydimethylsilane 羥基(甲基)矽烷	C ₂ H ₈ O ₂ Si	2.16
3	6.825	No hit compound		15.64
4	9.553	Oxime-, methoxy-phenyl- 肟, 甲氧基苯基_	C ₈ H ₉ NO ₂	64.84
5	15.262	No hit compound		4.09
6	16.766	p-Menth-1-en-4-ol 4-甲基-1-異丙基-3-環己烯-1-醇	C ₁₀ H ₁₈ O	2.58
7	17.357	Terpineol <alpha> α-松油醇	C ₁₀ H ₁₈ O	4.41
8	22.553	2-Methyl-1-undecanol 2-甲基-十一烷醇	C ₁₂ H ₂₆ O	2.56
9	22.745	n-Tridecane 正十三烷	C ₁₃ H ₂₈	2.02

5. 討論

本研究所採取的萃取方法為蒸餾法，而一般咸認為芸香科柑橘屬的果皮精油萃取方法應採用壓榨法，以防止精油中某些成份在高溫和高壓下被分解破壞，及獲得較高之萃取率[15]。另有研究除證實壓榨法產油率較高外，所得精油的 DPPH 自由基清除能力和亞鐵離子螯合能力較好[16]。



圖 1：蒸餾設備

由精油之分析結果與已發表之文獻作比較，本研究從精油裡分離出的成分數目，香水柚分離鑑定出之成分數為 26 個(表 1)，文旦柚分離出之成分數目為 40 個，鑑定出 31 個(表 4)和其他研究比起來互有高低，參考文獻[1]分離出少於本研究之成分數目 22 個，參考文獻[2]則分離出之成分數目為 33 個，鑑定出 24 個，參考文獻[3]則分離鑑定出 39 個，參考文獻[4,6,7,8,9,11]均分離出超過本研究之成分數目。日本的土佐文旦更分析出約含 72 種以上化學成份[17]。究其原因，可能是因萃取精油方法不同導致，或所採用之儀器各有不同導致無法完全分離所有的化合物，這點可由文旦柚精油之 GC/MS 圖譜中有 8 個峰無法被鑑定出而峰#2 之圖譜(如圖 2)非常複雜而推論之。

本研究香水柚皮純露有 16 種化合物被分離，14 種化合物被鑑定出(表 2)，香水柚果肉純露僅有 5 種化合物被分離鑑定出(表 3)；文旦柚皮純露則有 13 種化合物被分離，11 種化合物被鑑定出(表 5)，而文旦柚果肉純露僅有 9 種化合物被分離，7 種化合物被鑑定出(表 6)。參考文獻[5]對水蒸氣餾出液水層之分析竟分離出 41 種成分。此乃因[5]之研究者將水蒸氣餾出液水層再依次用正己烷、二氯甲烷、乙酸



乙酯萃取，再蒸去溶劑，然後進行GC/MS分析，所萃取得到之化合物較多之故，和本研究直接取純露分析有所不同。

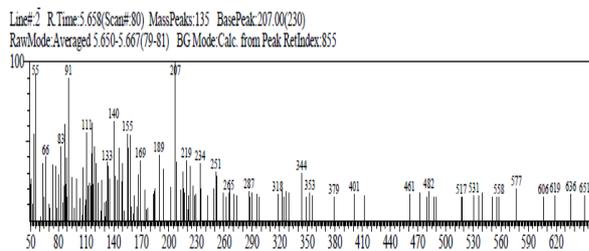


圖 2：峰#2 之圖譜

綜觀香水柚皮和文旦柚皮精油組成成分而言，分離鑑定出之各成分和參考文獻之成分雖各有不同，除參考文獻[2]之主成分均為香芹酚(29.79%)和檸檬烯(29.02%)外，大陸的柚皮精油之主成分均為檸檬烯[3、5~8]，而台灣各類柚皮精油主成份亦均為檸檬烯[16, 21~23]，本研究之香水柚皮精油含 83.84%，文旦柚皮精油則含有 61.03%。此結果顯示柚皮可作為檸檬烯之重要原料來源。檸檬烯具有良好的鎮咳、祛痰、抑菌作用[24]；但它也會在大鼠中引起腎細胞癌，然而目前沒有足夠的證據證明它對人類有致癌性和基因毒性。在國際癌症研究機構的分類中，D-檸檬烯被列為第 3 類物質——尚不清楚其對人體致癌作用[25]。檸檬烯亦可作為殺蟲劑，食品及藥品之香料，清潔用途之溶劑，生質燃料，空氣清新劑等用途[25]。

本研究之香水柚皮精油含有一特殊香料 nootkatone 中文名為奴卡酮、諾卡酮或圓柚酮，含量為 1.32%。參考文獻[1,2]之柚為中國廣東梅縣之沙田柚，[3]為湖北蜜柚，[5]為沙田柚皮純露，[7]為廣西容縣沙田柚，[8]為浙江“玉環文旦柚”，均含此物質，葡萄柚中亦有奴卡酮[26]。由於種植所取得之香水柚的農民無法提供學名，僅

提供俗名，香水柚又名斗柚，外觀類似圓柚或白柚，果肉為紅色類似紅柚，八里之香水柚似乎和沙田柚、圓柚、白柚、紅柚、葡萄柚等系出同門。八里的文旦柚則不含奴卡酮，外觀也不一樣，蒂端有突起，果肉為白色。品系似和圓柚不同。經查學名，香水柚(斗柚)為 *Citrus maxima* (Burm. f.) Merr.，沙田柚為 *Citrus maxima* cv. (Burm.) Merr. cv. Shatian，而文旦柚則為 *Citrus grandis* (L.) Osbeck，顯然沙田柚和所取得之香水柚品系同源，而文旦柚則屬另一品系。此點和分析結果雷同。奴卡酮為葡萄柚中最重要和貴重的香料，為核准之食品添加物，廣用於食品、化妝品及藥物中，且為對環境友善之殺蟲劑，可除蟬、蝸類和驅蚊[26]。

在香水柚皮精油(表 1)中相對含量占 1% 以上的有 Limonene 檸檬烯(83.84%)、E,E,Z-1,3,12-十九碳三烯-5,14-二醇(2.96%)、 β -蒎烯(2.9%)、香葉烯(2.71%)及奴卡酮(1.32%)。其中 E,E,Z-1,3,12-十九碳三烯-5,14-二醇也在枇杷葉的精油中被發現[27]。 β -蒎烯是松節油分餾後的產品，它主要用於香料生產，也是合成 β -蒎烯樹脂和生產維生素 E 等的重要原料之一。精製的 β -蒎烯可用於香精的調配和為其它工業品的加香[28]。香葉烯亦稱月桂烯是香料產業中最重要之化學品原料之一，主要用於合成古龍香水和消臭劑等。由於其具有令人愉快的甜香脂氣味，偶爾也被直接使用。另外，月桂烯也是合成香精和香料的一種極其重要的中間體，如合成薄荷，檸檬醛，香茅醇，香葉醇，橙花醇和芳樟醇等[29]。

在香水柚皮純露中有 14 化合物被鑑定出(表 2)，其中矽氧烷類即有三種化合物，原推論是來自農民用來清潔及保持柚皮光亮的清潔拋光液中含有的有機烷類，



後又在香水柚果肉純露中發現矽烷及矽氧烷(表 3)，矽烷在文旦柚皮精油中亦有(表 4)，文旦柚皮純露中也發現(表 5)，文旦柚果肉純露中也有(表 6)，文旦柚葉純露中也有(表 7)，研判可能是 GC 用的矽膠管表面剝離，固定相流出所致。由於經費有限，無法再送驗，表 2~7 內之矽烷及矽氧烷在本研究中被視為 no hit compound 處理。故香水柚皮純露中僅有 11 化合物被鑑定出。其中 1% 以上含量的有對硝基苯甲醇 33.93%、3-氨基苄醇 23.33%、脞, 甲氧基苯基_ 8.85%、順式-芳樟醇氧化物 3.36%、反式-芳樟醇氧化物 1.99%、苯乙醛 1.41%、 α -松油醇 1.22%、正十三烷 1.06%。其中對硝基苯甲醇和 3-氨基苄醇可作為有機合成和生產化工原料的中間體。脞, 甲氧基苯基_ 則可能為黏細菌(myxobacteria)附著於柚皮上生長發酵所產生的產物[30]。苯乙醛主要用於香料工業。正十三烷用來和其他烷類混合生產石蠟或煤油產品，造紙工業、噴射機燃料和橡膠工業也用的著[31]。桉樹腦雖僅占 0.46%，然亦是構成純露香氣的成分之一，廣泛用於醫葯，也用於製備牙膏香精等。BOC-甘氨酸占 0.66%，用於多肽合成，用作氨基酸保護單體。正十五烷占 0.64%，為芳香烴用於

色譜分析標準物質。

比對香水柚皮精油和純露成分，僅有順式和反式-芳樟醇氧化物存在於二者中，其餘的化合物均不相同。而在香水柚果肉純露(表 3)中，扣除矽烷和矽氧烷，脞, 甲氧基苯基_ 為主要化合物占 45.29%，同樣存在於柚皮純露(表 2)中，有 8.85%，若再比較文旦柚果肉純露(表 6)，則有 64.84%，文旦柚皮純露中則無；此點顯示不論香水柚或文旦柚，脞, 甲氧基苯基_ 為柚果肉中的主要香氣成分，由[30]可知，黏細菌生長發酵會產生脞, 甲氧基苯基_，柚樹結果時，由土壤吸收的黏細菌於生長期間所產生的脞, 甲氧基苯基_ 可能大部分存於果肉中。香水柚果肉純露中另有(Z)-7-十六碳烯 33.67%和 4-松油醇 6.35%。

另取文旦柚葉蒸餾得純露，分析資料如表 7。扣除矽烷，脞, 甲氧基苯基_ 亦為主要化合物占 43.01%，此點顯示脞, 甲氧基苯基_ 在柚子的純露中占有很重要的地位。文旦柚葉純露中另有的桉樹腦 2.6%亦存在於香水柚皮純露中，4-松油醇 2.09%亦存於香水柚果肉純露中。文旦柚葉純露中還有 L-馬鞭草烯酮 3.15%、正-十一醇 0.92%、和十四醇 1.67%。

表 7：文旦柚葉純露成分

line #	R. Time	組成化合物	分子式	%
1	5.948	Dihydroxydimethylsilane 羥基(甲基)矽烷	C ₂ H ₈ O ₂ Si	46.56
2	9.356	Oxime-, methoxy-phenyl- 脞, 甲氧基苯基_	C ₈ H ₉ NO ₂	43.01
3	11.691	Eucalyptol 桉樹腦	C ₁₀ H ₁₈ O	2.6
4	16.740	p-Menth-1-en-4-ol 4-松油醇	C ₁₀ H ₁₈ O	2.09
5	17.386	l-Verbenone L-馬鞭草烯酮	C ₁₀ H ₁₄ O	3.15
6	22.543	n-Undecyl alcohol 正-十一醇	C ₁₁ H ₂₄ O	0.92
7	22.733	Tetradecane 十四醇	C ₁₄ H ₃₀	1.67



以文旦柚精油各成分(表 4)而言,經過資料庫鑑定出的化合物,占全部體積的 99.32%,其中峰#4 占相對含量的 0.08%為尿素,在文旦柚皮純露中(表 4)也發現尿素占相對含量的 1.83%;照正常情形判斷,精油及純露應不該含有尿素,研判此乃因向柚農索取之柚皮為事先削好裝在原來放肥料的麻布袋中受到汙染所致,萃取時亦沒清洗,繼而忠實的呈現在分析數據中。

在文旦柚皮精油(表 4)中相對含量占 0.95%以上的有檸檬烯(61.03%)、香葉醇(4.89%)、反式-芳樟醇氧化物(4.83%)、 α -松油醇(4.79%)、cis - 9 - 十六碳烯(2.86%)、順式-芳樟醇氧化物(2.51%)、沈香醇(2.22%)、異龍腦(1.8%)、2,5-呋喃二酮(1.56%)、(Z)6-Pentadecen-1-ol(1.55%)、橙花醛(1.21%)、9-Octadecenal(1.15%)和 3-己炔-2,5-二醇(0.95%)。

比對表 4 和表 5 的香氣物質,文旦柚皮純露中有 6 種化合物在精油中也有,分別是反式及順式-芳樟醇氧化物、芳樟醇、 α -松油醇、香芹酚、香葉醇,另外還有 3 種物質四氫呋喃-3-乙酸、馬鞭烯醇及順式水合檜烯構成文旦柚皮純露的香氣。

比對表 1 和表 4 的香氣物質,柚皮精油中除了檸檬烯外,另有香葉烯、沈香醇、橙花醛、檸檬醛及 β -石竹烯為香水柚和文旦柚之共有物質。

比對表 2 和表 5 的香氣物質,反式及順式-芳樟醇氧化物和 α -松油醇為香水柚及文旦柚皮純露的共有化合物。根據 Nakamura et. al.[18]的研究,吸入芳樟醇可讓受測大鼠因受壓力而血液中增加的中性粒細胞(白血球細胞)和淋巴細胞數降低至接近正常值,表示芳樟醇可幫忙紓解壓力。而另一成份 α -松油醇,被證實具有平喘、止咳、祛痰作用[19]。因此,若讓柚皮純露分子散佈於空氣中(芳香療法),或

多或少會有一些紓解壓力,及讓呼吸道感覺舒適的作用;當然,還需進一步作研究來證實。此外,文旦柚皮純露中的香葉醇(4.78%)有抗細菌和真菌作用,馬鞭烯醇(2.75%)被認為有抗菌性質,香芹酚(1.96%)被認為有抗發炎作用。至於四氫呋喃-3-乙酸(3.21%)則可能是碳水化合物熱裂解及重組後的產物[20],這類產物在文旦柚皮精油裡也發現到(呋喃甲醇, 0.33%; 2,5-Furandione 2,5-呋喃二酮, 1.56%)。

6. 應用

柚皮精油可用為香料加入洗面乳、沐浴乳、洗髮精、肥皂等作為原料,因其抗氧化活性及抗菌力[16,21,22,32],用之所調配的化妝品防腐劑之添加應可減量,廣告亦可宣稱採用天然原料以廣招徠。柚皮精油亦可用來提取檸檬烯。柚皮純露則可作為化妝水、精華液的原料,最簡單的就是加入甘油及蒸餾水稀釋以調節 pH 值,在冷氣房中或搭飛機時,可直接噴在臉上以保濕,香水柚皮或果肉之純露似乎較文旦柚純露更適宜作化妝水,因氣味較宜人,但經過一段時間後,二者之香味均變得較醇厚,作為化妝品的香料來源似乎更適宜,可考慮用純露取代蒸餾水作為化妝品之原料。亦可混合其他純露來調整香氣用為香料,並增添功能性。文旦柚皮純露可直接用噴霧器散布於空氣中,不需稀釋,呼吸之會有紓解壓力、殺菌、平喘的效果。純露亦可服用以吸收其微量的活性成份,惟需稀釋至 20~30 倍,以防體質不適而有過敏反應。精油中因有檸檬烯,會有致癌疑慮及皮膚的光敏反應,用於芳香療法中的濃度和時機需有專家指導。

7. 結論

本研究有以下結論：



1. 柚皮精油用壓榨法萃取精油產率較高，且抗氧化力較好。
2. 若要利用柚皮來萃取精油及純露，柚皮需清洗乾淨，且不拋光。
3. 柚皮精油以檸檬烯為主成分，可作為萃取檸檬烯之原料。
4. 純露之 pH 值約在 3.8 至 4.6 之間。
5. 文旦柚皮純露之水含量經用 Karl Fischer 法測得為 97%，估計其他純露之水含量應該差不多(經費有限)。
6. 香水柚皮純露以對硝基苯甲醇、3-氨基苄醇為主，亦含有反式及順式-芳樟醇氧化物和 α -松油醇。
7. 文旦柚皮純露則以芳樟醇及其氧化物為主， α -松油醇次之，共占水溶性化合物的 76.97%，將其散布於空氣中，呼吸之會有紓解壓力、殺菌、平喘及止咳的效果。
8. 柚果肉純露之主成分均為脞，甲氧基苯基₂，文旦柚葉純露亦同
9. 精油及純露均可用作化妝品的原料。
10. 純露亦適於應用在芳香療法，精油則需稀釋後再利用。

柚子產量大時，除了當水果外，柚皮亦有剩餘價值，基於充分利用資源，減少廢棄物，柚皮應再利用，農民亦可因而收入增加，蒸餾過的柚皮可做堆肥，不會有廢棄物。希望本研究對柚農有所幫助。

8. 未來研究方向

精油若是用水蒸氣萃取，不含溶劑的殘餘物，故不會產生如鄰苯二甲酸酯 (phthalates) 這類物質，用作化妝品的香料即不會有塑化劑殘留的疑慮。純露因為絕大部分均是水，化合物含量極微，用於水性的化妝品可直接取代蒸餾水，甚至可不加香料(如玫瑰純露)，達到賦香的目的，又有一些活性成分，可為化妝品添加功能

性，未來會繼續萃取不同植物的精油和純露，分析其成分，作為各種化妝品的搭配原料。純露亦可替代芳香療法所用的精油而無有毒性之疑慮。芸香科柑橘屬類植物之果實如橘、橙、柚、檸檬等應用壓榨法萃取，未來可朝此方向進行，以獲得較高收油率，並避免因蒸餾而破壞一些活性成分。純露和精油中的抗氧化和抗菌成分鑑定分析，及抗氧化活性和抗菌能力亦為未來可走之方向。

參考資料

1. 楊舜娟,林電偉,溫漢輝,李考錚,“GC—MS 法分析柑桔屬果皮精油 III·梅縣沙田柚精油分析”, 分析測試學報, 1994 年 06 期。
2. 苏薇薇,王永刚,“沙田柚幼果挥发油成分的气相-质谱联用分析”, 中國醫院要學雜誌,2005 年 04 期。
3. 楊曉紅,張桂霞,崔鵬,“蜜柚果皮揮髮油成分的 GC-MS 分析”, 武漢化工學院學報, 2001 年 02 期。
4. 謝慧明,張文成,潘見,“柚子花芳香油超臨界 CO₂ 萃取研究”, 農業工程學報, 2005 年 02 期。
5. 鄧芹英,楊舜娟,陳筱雅,謝惜媚,“沙田柚果皮中水溶性香氣成分的 GC—MS 分析”, 中山大學學報(自然科學版), 1995 年 02 期。
6. 唐課文,朱政斌,閻建輝,易健民,“柚皮蒸餾產物的 GC/MS 分析”, 分析試驗室, 2004 年 09 期。
7. 周永紅,喬紅運,王立昇,劉雄民,“容縣沙田柚果皮揮髮油成分的 GC-MS 分析”, 廣西大學學報(自然科學版), 2004 年 01 期。
8. 謝建春,孫寶國,鄭雪貞,鄭福平,劉玉平,田紅玉“浙江“玉環文旦柚”果皮揮發性化學成分分析”, 中國食品學報, 2006



- 年 01 期。
9. 堵锡华,陈艳,“柚子皮香精油挥发性成分的保留相关性研究”,食品科学 2009, Vol. 30, No. 19, pp 61~64。
 10. 于文峰,“瑄溪蜜柚皮中精油提取及色素分離工藝研究”,江南大学硕士論文, p 45。
 11. 譚斌,周双德,张友胜,“江永香柚柚皮中挥发性化学成分的 GC-MS 联用分析研究”,现代食品科技 Modern Food Science and Technology 2008, Vol. 24, No. 5, pp490~493。
 12. 馮寶民,苑艷光,裴月湖,“柚的化學與藥理研究進展”,瀋陽藥科大學學報, 2001 年 03 期。
 13. 鄧婷婷,劉素純,賀建華,“柚皮提取物有效成分的研究概況”,國家食物與營養諮詢委員會, 2008 年第 6 期。
 14. Suzanne Catty 著,原文嘉審議,“純露芳香療法”,世茂出版社, p 457。
 15. 張隆仁,“香藥草植物精油萃取技術與應用班 II 講義”,30/10/2011.
 16. 蘇靜雁,“台灣柚子皮精油之抗氧化、抗菌及降血脂作用”,大葉大學生物產業科技學系碩士論文, 2004, p162。
 17. <http://tw.myblog.yahoo.com/meiioil/article?mid=618&next=373&l=f&fid=1>
 18. Akio Nakamura, Satoshi Fujiwara, Ichiro Matsumoto and Keiko Abe,“Stress Repression in Restrained Rats by (R)-(-)-Linalool Inhalation and Gene Expression Profiling of Their Whole Blood Cells”, J. Agric. Food Chem., 2009, 57 (12), pp 5480–5485.
 19. 邵宏偉; 朱婉萍, “ α -萜品烯醇止咳平喘作用的实验研究”,中国药业, China Pharmaceuticals, 2006 年第 15 卷第 09 期。
 20. Ola Lasekan *, Kassim Abbas, “Analysis of volatile flavour compounds and acrylamide in roasted Malaysian tropical almond (*Terminalia catappa*) nuts using supercritical fluid extraction”, Food and Chemical Toxicology, Volume 48, Issues 8-9, August-September 2010, Pages 2212-2216。
 21. 李金燕, “白柚果皮精油抗菌作用及水萃取物抗氧化性之研究”,中華醫事科技大學生物科技研究所碩士論文, 2009, p122。
 22. 林雨欣, “文旦皮精油之成分組成及其乳化物對 *S. aureus* 及 *E. coli* 的抗菌活性之探討”,國立臺灣海洋大學食品科學系碩士論文, 2005, p145。
 23. 胡維宏, “不同柚子果皮香氣萃取與柚子果汁、果肉釀酒之研究”,大葉大學生物產業科技學系碩士論文, 2011, p74。
 24. 檸檬烯, 百度百科。
 25. 檸檬烯, 維基百科。
 26. Nootkatone, WIKIPEDIA。
 27. Hong et al.,“IDENTIFICATION OF ESSENTIAL OILS FROM THE LEAVES OF 11 SPECIES OF ERIOBOTRYA”, Pak. J. Bot., 42(6): 4379-4386, 2010.
 28. β -蒎烯, 百度百科。
 29. 香葉烯, 維基百科。
 30. Xu et al.,“Identification of volatile compounds released by myxobacteria *Sorangium cellulosum* AHB103-1”, African Journal of Microbiology Research Vol. 5(4), pp. 353-358, 18 February, 2011.
 31. 正十三烷, 維基百科。
 32. 駱秋燕, “柚子多酚化合物及抗氧化活性之研究”,國立中興大學食品科學系碩士論文, 2004。

