花蓮區研究彙報 21:49～58

花蓮地區文旦果皮精油含量變化之研究[1]

陳吉村[2]　陳哲民[2]

摘要

花蓮地區文旦的栽培面積超過 2,700 公頃，每年產量亦超過 21,000 公噸，為花蓮地區最重要的果樹之一，但文旦為中秋節之應景水果，其產期過於集中，所以造成生產過剩以致價格低落。因此，必須發展文旦的其他功能，拓展其應用範圍，以提高其經濟價值。

文旦果皮萃取液透過氣相層析質譜儀分析後發現有超過 12 種以上的化合物存在，包括有檸檬精油、α-蒎烯、β-蒎烯和酚等化合物。另外經由不同成熟度、儲存及不同地點之文旦果皮檸檬精油含量的研究結果發現，文旦果皮精油含量百分率之最高峰則發生於八月中旬，儲存則會造成文旦果實脫水，不利於文旦果皮精油之萃取作業，而栽培管理可能會影響文旦果皮精油之含量。

關鍵字：精油、萃取、文旦、柑橘類

前言

文旦(Citrus grandis (L.) Osbeck.)，屬芸香科 (Rutaceae)，為常綠中喬木，原產於中國華南，於清朝乾隆 53 年由黃權氏從廣東引進台灣種植。花蓮及宜蘭兩縣的文旦栽培面積共達 2,779 公頃，佔全省總面積的四成以上，年產量則高達 21,706 公噸，是台灣最主要的文旦產地（農業統計年報，2002）。

文旦是中秋節必備的應景水果，因此，造成文旦的銷售熱潮僅限於中秋節前夕，一旦中秋節過後文旦的購買意願往往急速衰退，甚至乏人問津，而受限於作物生長的特性，文旦又祇能從白露之後採收，因此，從採收到可以消費的時間很短，極易形成生產過剩及滯銷的情況。文旦果肉富含維生素 C、纖維素與多種營養成分，又是國產柑橘類中最早上市者，因此，若能導正傳統的消費觀念再配合文旦加工產品的開發利用，則應能有效抒解文旦產銷失衡的問題。尤其在加入 WTO 後，來自進口水果的競爭衝擊，文旦產業必須要有所調整。鄭 (1999) 指出台灣的文旦產業應從現有的 6,500 公頃中保留符合適地適種、管理良好、高品質而具有競爭力的部分，逐步的調整減少至 4,500 公頃左右。換言之，即有約 2,000 公頃包含管理粗放、低產及品質低的文旦果園必須以廢園造林、轉作及發展休閒農業等方式進行轉換，而生產過剩的文旦則以製成精油等方式來調節其產量。

---

[1] 花蓮區農業改良場研究彙報第 176 號。本試驗經費承蒙行政院農業委員會補助（計畫編號：92 農科-5.1.4-花-V1），謹此致謝。

[2] 行政院農業委員會花蓮區農業改良場作物環境課副研究員。

[3] 行政院農業委員會花蓮區農業改良場作物環境課副研究員兼課長。

精油 (essential oils) 也稱爲芳香油，通常存在植物的油腺或腺毛中，有些則溶於樹脂而塡塞於植物體的空腔中，這些精油並非單一化合物，而是由松烯（帖，terpenes）或其衍生物之混合物所組成（劉，1992）。精油一般只溶於有機溶劑不溶於水，在常溫下是液體，冷卻後則可析出結晶，因此，亦稱爲「腦」，例如樟腦及薄荷腦等。精油除做爲香料外，亦可作爲強心劑、驅蟲劑、興奮劑等，另外在活血、止痛、化瘀及治療酸痛等亦具有相當的療效（李，1995）。精油萃取的技術經過長期的發展已有顯著的改進。常見的方法有（一）油萃法 (enfleurage)；（二）水蒸氣蒸餾法 (steam distillation)；（三）溶劑萃取法 (solvent extraction)；（四）冷壓法 (expression)及（五）超臨界二氧化碳萃取法 (supercritical fluid carbon dioxide) 等（葉等，1992）。

隨著國民所得增加，生活品味的提高，許多精油作物如薰衣草、迷迭香及薄荷等皆被引進國內栽種，而文旦與柑橘、佛手柑、檸檬及橙等皆屬於芸香科作物，此類作物的果皮通常具有特殊的香味，因此，在國外早已被當成精油作物而加以利用，所以文旦的果皮應該也可以提煉其精油加以利用。根據 Kesterson 和 Braddock (1975) 的研究指出，柑橘精油產量每噸最高可達 6.75 公斤；Kesterson 等人 (1978) 的報告亦指出，柑橘類水果經榨汁處理後會產生約 50%的廢棄物，這些廢棄物通常未被利用，甚爲可惜，因此，利用花蓮地區所生產的文旦來萃取精油應該是相當可行且具有潛力。

本研究即針對花蓮地區所生產之文旦進行果皮精油成分的分析，並探討不同地區、不同儲存時間及不同成熟度之文旦果皮精油含量的變化，希望能夠提供將來文旦精油萃取之參考。

材料與方法

一、文旦果皮精油成分分析

取 10 克新鮮文旦果皮經粉碎後以超臨界二氧化碳萃取果皮精油，並以正己烷 (n-hexane) 作爲吸收劑進行吸收，所萃取出之精油以氣相層析質譜儀 (GC/MS) 分析，並經系統之資料庫比對文旦果皮精油之成分。氣相層析質譜儀之分析條件爲：

GC-MS 機型：HP 5973 型；

管　　柱：HP-5 (0.25 mm×30 m)；

攜 帶 氣 體：He 流速 1 ml/min；

管 柱 溫 度：60℃（五分鐘）→每分鐘上升 5℃至 200℃。

二、不同成熟度之文旦果皮精油含量變化研究

於瑞穗鄉瑞美村之 17 年生文旦果園進行不同成熟度文旦果皮精油含量變化之研究。其調查方法爲從五月起每隔一個月採樣一次，從八月起每隔 15 天採樣一次，每次取三重複，進行一般果重、果皮重（僅取綠色含油囊的部分）之測定。另外將 10 克新鮮的文旦果皮粉碎後加入 20 毫升 95% 的乙醇，於室溫下以 120 rpm 振盪四小時，再以 3500 g 離心 15 分鐘後過濾，其濾液以氣相層析儀分析檸檬精油 (limonene) 的含量。氣相層析儀之分析條件爲：

GC 機型：Shimadzu GC-14A；

管　　柱：Supel Cowax-10 (0.25 mm×60 m)；

攜帶氣體：N_2 流速 1 ml/min；

管柱溫度：65℃（八分鐘）→每分鐘上升 2℃至 210℃後保持八分鐘。

三、儲存對文旦果皮精油變化之探討

於中秋節兩週前採取成熟文旦一批，將其置於陰涼處，每隔七天進行一次調查，每次調查爲三重複，分析項目及方法與不同成熟度之文旦果皮精油含量變化相同。

四、不同地點文旦果皮精油含量分析

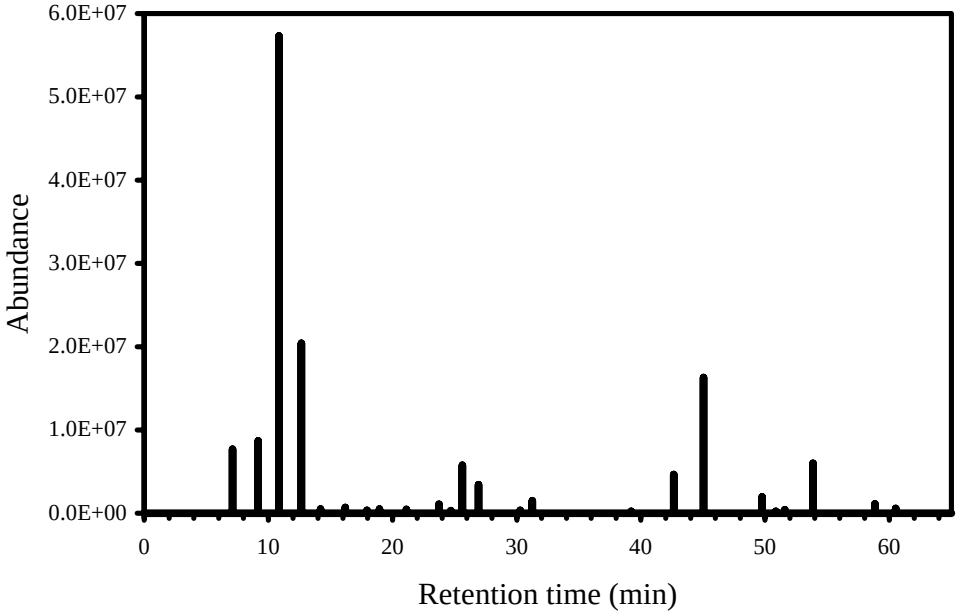
於花蓮縣瑞穗鄉選取七處不同地點之成熟文旦，每處取三重複，分析項目及方法與不同成熟度之文旦果皮精油含量變化相同。

結果與討論

一、文旦果皮精油成分分析

將以超臨界二氧化碳萃取之文旦果皮的樣品以氣相層析質譜儀分析，並經系統資料庫比對後發現文旦之果皮含有超過 12 種以上的化合物（圖一），其中以檸檬精油（limonene）之相對積分面積 71.61% 爲最高，其他依序爲 7.87% 之 β-蒎烯(β-pinene)、3.57% 之苯(benzene)、2.16% 之 α-蒎烯(α-pinene)、0.92%之 oxypeucedanin、0.82% 之 naphthalene 及其他較少量之 azulene (0.31%)、2.6-octadienal (0.12%)及 cyclohexene (0.09%) 等化合物，以及遲滯時間(retention time) 發生於 45.05 分鐘與 53.85 分鐘的兩個未知化合物，其相對積分面積分別爲 5.24% 及 2.47%（表一）。根據研究指出，通常柑橘類果皮之精油中含有 95%以上的單帖烯類（monoterpenes）及半帖烯類（sesquiterpenes），而其中 90%以上爲 d-limonene（Shaw, 1979；Chen et. al., 1981；Chen et. al., 1984； Temelli et al., 1988；王等，1994；高，1994；Wang et. al., 1994），由此可見文旦精油之成分與一般柑橘類之主要成分是相似的。

柑橘類抽出之精油主要用於食品工業及化妝品上作爲添加劑或溶劑(高，1994)，如檸檬精油一般可作爲香料、增味劑及化學溶劑使用，而其不同旋光性之 d-limonene 經試驗證實其本身亦具有殺菌能力，在發酵液中 d-limonene 之濃度超過 1% 以上即能明顯的抑制微生物的生長(Barry, 1986；Chadstain et al., 1992)。α 及 β-蒎烯則可作爲合成樟腦及油漆之溶劑，苯更是一般常用的化學溶劑。這些物質皆具有一定之用途及經濟價值，因此，如能進一步加以純化，應該可以拓展文旦的應用領域。此外，文旦果皮還含有一些芳香及具藥性之物質，其具有特殊香味及殺菌等之效果（Middleton et. al., 1994；Benavente-Garcia et. al., 1997；朱，1998；晏等，2000），但這些都必須做更進一步的研究才能明瞭其功用及機制，而進一步的利用它。



圖一、文旦果皮抽出物之氣相層析質譜儀分析圖譜

Fig. 1. The GC/MS chromatogram of wentan pomelo peels extract.

表一、文旦果皮抽出物之氣相質譜儀分析結果

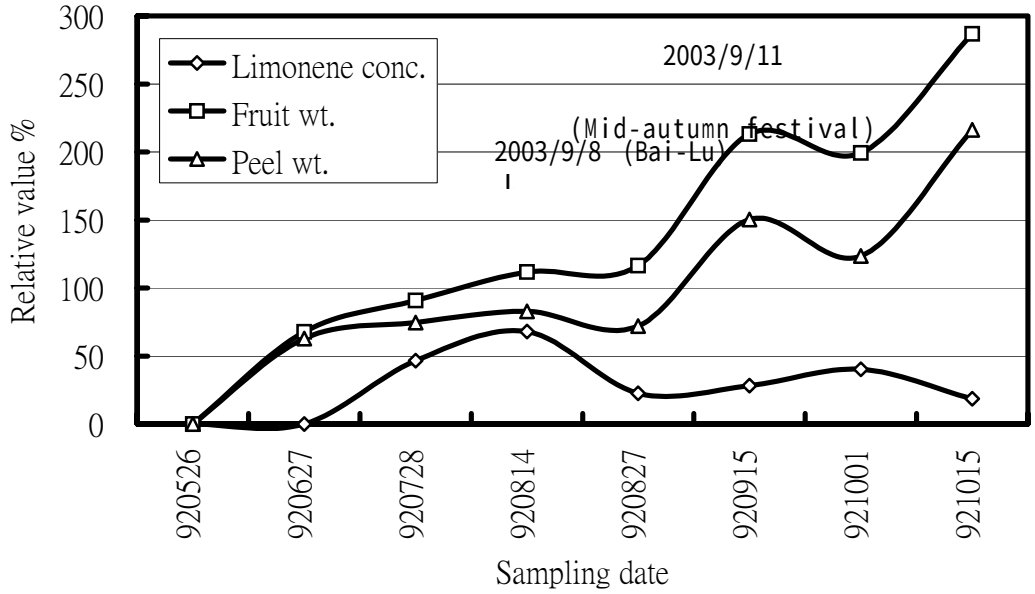
Table 1. The analyze results for peels extract of wentan pomelo by GC/MS.

Retention time (min)	Relative area (%)	Compound
7.12	2.16	α-Pinene
9.18	7.87	β-Pinene
10.86	71.61	Limonene
12.66	3.57	Benzene
18.95	0.12	2,6-Octadienal
21.11	0.09	Cyclohexene
26.92	0.82	Naphthalene
31.26	0.31	Azulene
45.05	5.24	Unknown
49.75	0.92	Oxypeucedanin
53.85	2.47	Unknown
	4.82	Other

二、不同成熟度文旦果皮精油含量之變化

圖二爲不同成熟度文旦果皮檸檬精油含量、果實重及果皮重之相對百分率比值隨採樣時間之變化圖。由圖形可以發現文旦果實及果皮隨著果實成熟度的增加而呈現穩定增加的趨勢，但是文旦果皮精油之含量卻在八月中旬達到最高峰，隨後則呈現降低之趨勢。民國 92 年的白露是 9 月 8 日，而中秋節則是 9 月 11 日，因此，由本研究之結果可以推論文旦果皮精油

之含量在八月中旬時之含量最高，因為此時文旦果實已經完全成熟了，至於是否一定在中秋節前約一個月時最高，因本研究僅進行一年之調查，尚無法證實此項推論是否成立。另外，在圖形中顯示 10 月 1 日後文旦果皮精油之含量仍有少許增加，因民國 92 年在 9 月上旬前為乾旱缺水狀態，一直到九月中旬才開始下雨，這是否是造成後期文旦果皮精油之含量上升的原因，則尚有待更進一步研究探討。



圖二、文旦果重、果皮重與檸檬精油含量隨採樣時間之變化圖

Fig. 2. The variations of fruit weight, peel weight, peel/fruit, and limonene of wentan pomelo by different sampling time.

三、儲存對文旦精油變化之探討

本研究於中秋節兩週前採取成熟文旦一批，將其置於陰涼處，每隔七天進行一次調查，每次調查為三重複，分析項目為文旦果實重量、果皮重量、果皮及果實之相對百分率及檸檬精油之含量百分率。由表二之結果顯示除儲存第 21 天之資料差異較大外，其它的資料皆顯示文旦果實之重量及果皮重量隨著儲存時間的增加有顯著減少的趨勢，而果皮與果實相對百分率亦有相同降低的趨勢，但在第 28 天後則恢復到 14% 左右，表示在儲存初期文旦果皮水分減少的速率比文旦果肉減少的速度快，一直到約 25 天左右文旦果肉水分減少的速度才會快速增加，由於文旦果皮之水分在初期即已大量減少，因此，其相對比例就會提昇至 13% 至 14% 左右，但其差異皆未達顯著水準。至於文旦果皮檸檬精油之含量百分率隨著儲存時間的增加，初期因果皮水分蒸發，造成文旦果皮重量降低，因此，文旦果皮檸檬精油相對含量百分率呈現明顯增加的趨勢，而且這個趨勢一直維持到第 42 天。將文旦果實及果皮之重量與精油含量（10 倍濃度）之相對百分率比值對儲存時間作圖，可以發現其趨勢是相當明顯，並且呈現一種比例之關係（圖三），由相關分析之統計結果亦可證實。表三顯示檸檬精油含量百分率與

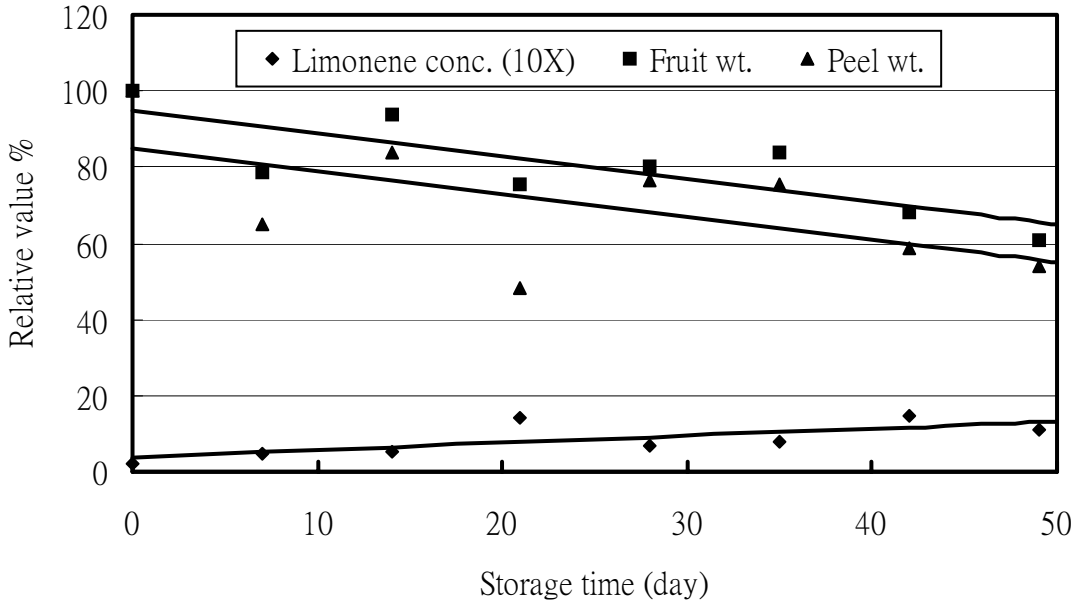
果實及果皮重量之相關係數分別高達-0.81 及-0.85，而與儲存時間之相關係數則爲 0.72，顯示檸檬精油含量百分率隨著儲存時間的增加而增加，而文旦果實及果皮重量則因隨著儲存時間的增加而減少，致使文旦果皮精油的相對含量增加。文旦果皮檸檬精油之含量百分率雖因爲儲存脫水造成其相對含量百分率的提高，但文旦果皮檸檬精油的量並沒有改變，因此，儲存並不影響文旦果皮檸檬精油的含量，不過文旦在脫水後果皮較軟，不容易加工，因此，並不利文旦果皮精油的萃取。

表二、不同儲存時間與文旦果重、果皮重、果皮與文旦果百分率及檸檬精油含量百分率比較表

Table 2. The comparisons of fruit weight, peel weight, peel/fruit, and limonene of wentan pomelo by different storage time.

Storage time day	Fruit wt. g	Peel wt. g	Peel/Fruit %	Limonene %
0	443.97[a*]	66.97[a]	15.10[a]	0.23[d]
7	348.85[abc]	43.36[bcd]	12.35[a]	0.45[cd]
14	416.66[ab]	56.03[ab]	13.48[a]	0.54[cd]
21	308.37[bc]	29.16[d]	9.41[a]	1.42[a]
28	355.77[abc]	51.35[bc]	14.47[a]	0.69[bc]
35	371.97[abc]	50.68[bc]	13.59[a]	0.81[bc]
42	302.76[bc]	39.25[cd]	12.97[a]	1.45[a]
49	269.72[c]	36.27[cd]	14.00[a]	1.09[ab]

* : Means in the column followed by the same letters are not significantly different at 5% level.



圖三、文旦果重、果皮重與檸檬精油含量隨儲存時間之變化圖

Fig. 3. The variations of fruit weight, peel weight, peel/fruit, and limonene of wentan pomelo by different

storage time.

表三、儲存時間、文旦果重、果皮重、果皮與文旦果百分率及檸檬精油含量百分率之相關係數表

Table 3. Correlation coefficients of storage time, fruit weight, peel weight, peel/fruit, and limonene of wentan pomelo.

	Storage time (day)	Fruit wt. (g)	Peel wt. (g)	Peel/Fruit (%)	Limonene (%)
Storage time (day)	1.00				
Fruit wt. (g)	-0.84 [a*]	1.00			
Peel wt. (g)	-0.55 [a*]	0.87 [a]	1.00		
Peel/Fruit (%)	0.01 [a]	0.41 [a]	0.76 [a]	1.00	
Limonene (%)	0.72 [a]	-0.81 [a]	-0.85 [a]	-0.60 [a]	1.00

* : Means in the column followed by the same letters are not significantly different at 5% level.

四、不同地點文旦果皮精油含量分析

根據王等人 (1994) 以不同方法對橘皮精油定量之影響的研究指出，以 10 克果皮（椪柑、桶柑、柳橙、晚侖西亞橙及柚子）加 100 毫升甲醇，萃取 20 分鐘，一次萃取的萃取效果最好，不過其他不同溶劑（乙醇、丙酮、正己烷和乙酸乙酯）、不同比率、不同萃取時間及不同萃取次數之差異並不顯著，均能得到相似之萃取效果。因此，本研究以 10 克新鮮文旦果皮粉碎後加入 20 毫升 95% 的乙醇，於室溫下以 120 rpm 振盪四小時，再以 3500 g 離心 15 分鐘後過濾，再進行文旦果皮精油含量之分析。許多研究結果指出柑橘類精油中檸檬精油的含量大多佔 90% 以上（王等，1994；Wang et. al., 1994），因此，本研究以乙醇萃取文旦果皮精油，並用氣相層析分析儀對檸檬精油進行定量，以檸檬精油的含量作爲評估文旦精油含量多寡的指標。

表四爲在同一個時間於瑞穗地區七個不同果園所採取的文旦之果重、果皮重、果皮及文旦果相對百分率及檸檬精油含量百分率之調查結果。這七個果園皆爲樹齡介於 15 至 20 年、無明顯的病蟲害及營養元素缺乏症狀之管理良好的文旦園。在採樣位置上，除 B 位於瑞美村外，其它六個採樣點皆位於瑞穗之海岸山脈，其採樣範圍約在三公里左右，可謂非常集中。由資料中可以發現，其果皮重、果皮及文旦果相對百分率皆無顯著差異，但其果重及檸檬精油含量百分率則有明顯的差異。因爲採樣的距離差異很小，其氣候及土壤特性的差異不大，所以可能是栽培管理不同所造成的影響。由資料中發現精油之最高及最低含量分別爲 0.61% 及 0.14%，其差異達 4.35 倍。顯示將來如果要以文旦果皮精油爲種植目標時，必須考慮不同的栽培管理對精油產量的影響，以提高產量並降低成本。

由相關分析發現文旦皮與果實之相對百分率與檸檬精油含量百分率之相關卻係數只有 0.30（表五），顯示文旦果皮及果實之相對百分率不是造成精油含量不同的主要因素，其它果重、果皮重與檸檬精油含量百分率之相關係數則更低，顯示文旦本身之大小與檸檬精油之含

量並無直接關係，因此，最有可能是因為果農不同的栽培管理造成文旦果皮精油含量的差異，這一點則須再作進一步的研究及探討。

表四、不同地點之文旦果重、果皮重、果皮與文旦果百分率及檸檬精油含量百分率變化表較表

Table 4. The comparisons of fruit weight, peel weight, peel/fruit, and limonene of wentan pomelo on different sites.

Site	Fruit wt. G	Peel wt. g	Peel/Fruit %	Limonene %
A	493.00[bc*]	67.88[a]	13.84[a]	0.61[a]
B	537.15[abc]	69.42[a]	12.87[a]	0.45[b]
C	534.88[abc]	76.09[a]	14.43[a]	0.32[bc]
D	613.42[ab]	72.32[a]	11.87[a]	0.44[b]
E	542.57[abc]	60.91[a]	11.26[a]	0.21[cd]
F	469.07[c]	64.06[a]	13.89[a]	0.14[d]
G	653.57[a]	73.11[a]	11.37[a]	0.16[cd]

* : Means in the column followed by the same letters are not significantly different at 5% level.

表五、文旦果重、果皮重、果皮與文旦果百分率及檸檬精油含量百分率之相關係數表

Table 5. Correlation coefficients of fruit weight, peel weight, peel/fruit, and limonene of wentan pomelo.

	Fruit wt. (g)	Peel wt. (g)	Peel/Fruit (%)	Limonene (%)
Fruit wt. (g)	1.00			
Peel wt. (g)	0.51 [a*]	1.00		
Peel/Fruit (%)	-0.73 [a]	0.21 [a]	1.00	
Limonene (%)	-0.19 [a]	0.21 [a]	0.30 [a]	1.00

* : Means in the column followed by the same letters are not significantly different at 5% level.

結論

文旦受限於傳統觀念的束縛，過去僅作為中秋節鮮食使用，大大的限制其商業的利用價值，因此，未來在文旦產業的調整過程中若要能順利執行，除必須結合政府輔導單位與整合現有的文旦果農提昇文旦的品質外，其它因生產過剩及品質不良的文旦則需透過加工的方式來分散其產銷的壓力。

透過氣相層析質譜儀分析後發現有超過 12 種以上的化合物存在，包括有檸檬精油、α-蒎烯、β-蒎烯和酚等化合物，其主要成分與一般柑橘類之成分是相似的，而這些化學物質可用於食品工業及化妝品上作為添加劑或溶劑使用，亦可作為香料、增味劑及化學溶劑使用，因此，具有一定之用途及經濟價值。另外經由不同地點、儲存及不同成熟度之果實檸檬精油

含量的研究結果發現，栽培管理可能會影響文旦果皮精油之含量，而儲存則會造成文旦果實脫水，不利於文旦果皮精油之萃取，此外文旦果皮精油含量百分率之最高峰則發生於八月中旬，隨後則會下降，這些資料皆可提供作爲文旦果皮精油萃取降低成本及提高產量的參考依據。

誌謝

本試驗承蒙國立台灣大學農業化學系鍾仁賜教授斧正及顏瑞泓教授與張芳誠博士協助氣體色層質譜分析，試驗經費承蒙行政院農業委員會補助（計畫編號：92 農科-5.1.4-花-V1），謹此致謝。

參考文獻

1.王美苓、鍾玉明、李敏雄 1994 萃取方法對橘皮精油定量之影響 中國農業化學會誌 32:141-148。

2.朱燕華 1998 類黃酮之介紹 食品工業 30:1-5。

3.李勉民 1995 常見藥草圖說 讀者文摘遠東有限公司 pp.45-47。

4.晏文潔、李家璞、杜平悳 2000 類黃酮抗氧化力與其結構之關係 台灣農化學與食品科學 38:80-88。

5.高碧穗 1994 柑橘屬精油香氣成分之探討 食品工業 26:46-58。

6.葉安義、王伯玲 1992 不同萃取方法對所得大蒜精油成分之影響 食品科學 19:108-116。

7.農業統計年報 2002 行政院農業委員會編製。

8.鄭仲 1999 花蓮地區文旦產銷規劃 花蓮區農業專訊 27:22-23。

9.劉賢祥 1992 植物生理學 財團法人徐氏基金會。

10.Barry, A. L. 1986. Procedure for testing antimicrobial agents in agar media: Theoretical considerations. In: Antibiotics in Labory Medicine, 2nd ed., p.1-13 (V. Lorian, Williams and Wilkins, Baltimre, eds).

11.Benavente-Garcia, O., J. Castillo, F. R., Marin, A. Ortuno, and J. A. del Rio. 1997. Uses and properties of citrus flavonoids. J. Agri. Food Chem. 45:4505-4515.

12.Chen, Y. S. and C. S. Lee. 1981. Composition of leaf essential oils from ten citrus species. Proc. Natl. Sci. Counc. B. R. O. C. 5: 278-283.

13.Chen, Y. S. and C. T. Chou. 1984. Composition of peel essential oils from eight citrus species. J. Chinese Chem. Soc. 31: 93-96.

14.Chadstain, D. E. Jr., W. E. Sanders, and C. C. Sanders. 1992. Using perillyl alcohol to kill bacteria and yeasts. U. S. Patent 5,110,832.

15.Kesterson, J. W. and R. J. Braddock. 1975. Total peel oil content of the major citrus varieties. J. Food Sci. 40: 931-934.

16.Kesterson, J. W., R. J. Braddock, and P. G. Crandall. 1978. Recovery of citrus by-products and special

products from Florida citrus. The citrus industry. Trans. 1978 Citrus Eng. Conf. 24: 34-38.

17.Middleton, E. J. and C. Kandaswami. 1994. Potential Health-promoting properties of citrus flavonoids. Food Technol. 48:115-119.

18.Shaw, P. E. 1979. Citrus essential oils. Perfumer & Flavorist 3: 35-41.

19.Temelli, F., C. S. Chen, and R. J. Braddock. 1988. Supercritical fluid extraction in citrus oil processing. Food Technol. 42: 145-150.

20.Wang, M. L., Y. M. Choong, and M. H. Lee. 1994. Effects of extraction method on the determination of essential oils in citrus peels. J. Chin. Arg. Chem. Soc. 32:141-148.