

麻豆文旦果實品質之研究

林芳存¹ 林宗賢² 呂明雄¹

國立嘉義農專¹ 國立臺灣大學²

摘 要

本試驗以臺灣省雲林縣斗六市賴先生果園之麻豆文旦為材料，探討果重、著果部位、結果枝種類、授粉、採收期及不同產區對果實品質之關係。麻豆文旦果重太輕，小於400g的果實，糖度低、酸度高，品質差；果重在400~600g之間，品質較佳。

麻豆文旦具有自交不親和與單為結果的特性，結果枝的結果率以有葉單花枝的40%最佳，有葉花序枝的2.2%次之，無葉花序枝的0.1%最低。

白柚授粉能有效提高麻豆文旦的結果率，並能顯著降低裂瓣數，但果實大、皮厚、種子多、糖度低、酸度高，品質不佳。

果實於花謝後23~25週，含較高的糖度及果汁率，品質佳，為最佳採收期，早採果汁率低，晚採糖度低，品質不佳。

雲林斗六、臺南麻豆、臺東東河和花蓮瑞穗等不同地區生產的麻豆文旦果實，無論在果實大小、果汁率及糖酸含量上，均有很大的差異。麻豆地區生產的果實糖度高、酸度低；花東地區所生產果實酸度最高糖度次之，但果汁率低；西南部所生產果實糖酸度均較低，但果汁率高，綜而言之，西南部目前所生產的麻豆文旦果實品質仍較花東地區為佳。

關鍵字：麻豆文旦、品質、果重、授粉、果實發育、產區。

前 言

柑桔為本省最大宗之園藝作物，栽培面積和總產量，躍居經濟果樹之首。文旦 (*Citrus grandis* Osbeck) 為柚類中的一個品種，原產於中國大陸華南，相傳於乾隆53年(1788年)，由黃灌氏由廣東引入台灣，種植於台南縣安定鄉，1850年由郭藥氏再引植於台南縣麻豆鎮，所產果實品質優於安定鄉所產果實，之後此果揚名而稱之為麻豆文旦 (*Citru grandis* Osbeck cv. 'Ma-tou' wentan)⁽¹⁰⁾。栽培至今已有一百多年的歷史，為台灣著名的特產之一，成熟期又恰逢中秋節，特成為本省應節果品。近年來栽培面積有逐年增加的趨勢，至84年底止栽培面積已高達7207公頃，僅次於椪柑、柳橙、名列柑桔類栽培面積的第三位⁽¹³⁾，為本省重要經濟果樹之一。

果實「品質」受品種、地區、個人喜好而異，其標準訂定不易。柑桔果實品質大致可分為外觀、肉質和風味三項，其影響的因子頗多。Reitz氏(1986)曾詳細的探討與分類，大致歸類為品種品系、風土條件及栽培管理等三大影響因子。一般以果實生長發育期間各種內在及環境因子之交互作用影響較大。在人類生活品質提升後，對果實品質的要求將隨生活步調而提昇，因此，如何提高果實品質乃成為一項重要的課題。

果樹栽培的目的在生產果實供人類食用，因此，果實品質與產量一直是人們努力研究的主題。國外對柑桔果實品質的研究報告頗多，尤其重視品種的選拔^(11,27)，目的在於找出栽培管理方便，又能達早產、高產及高品質，以符合市場需求的品種；除了品種之外，氣候條件的影響也已廣被討論^(10,17,18,19,34,35,40)，在熱帶、亞熱帶地區的高溫氣候下，通常有較低的糖及酸度、皮粗及著色不良等現象，且多濕地區的果汁率高；日照不足會降低糖度，提高酸度⁽⁴⁴⁾；**Reuther**等人(1969)也發現熱帶地區所產的柑桔成熟較快，果大而汁多⁽³⁵⁾。**Cooper**亦指出，溫暖的氣候條件會增加果汁的含量⁽¹⁷⁾，高溫下生產的果實其含糖量較高，酸度較低且酸下降速度亦較快^(17,36)；此外，土壤條件亦會影響果實品質。再者，栽培管理方式與品質有莫大的關係，栽培管理方式不同，生產之果實大小、形狀亦不盡相同。有關果實大小、形狀和品質關係之研究，大多偏重於相關性之分析。如採收期對果實重量之影響⁽⁵⁾，以及果重與多種果實特性之關係^(1,2,4)同時果實大小也是品質分級之重要項目。**Hume**(1952)曾記載美國佛羅里達州及加州對葡萄柚果實大小之標準。**Ketsa**(1988)以**Tangerin**為材料，結果發現較大的果實含有較高的果汁率和可溶性固形物，但可滴定酸卻低⁽²⁹⁾。柳橙果實之果汁率和可溶性固形物含量，則隨果實大小遞增遞減⁽⁶⁾。但有關麻豆文旦果實大小與品質間關係之文獻很少，據莊南山(1954)調查報告說：「太大的麻豆文旦，或為幼年果樹所產，或為變種，品質一般皆劣。果小而重最為上品」⁽⁷⁾，意謂小形果實之品質較佳。然對果實大小間相互的關係卻未說明，有待進一步研究。

Sites及**Reitz**針對**Valencia**調查果實著生位置與果實品質的關係，發現位於樹冠外側的果實較內側者有較高的含汁量及可溶性固形物^(37,43)，**Syvertsen**(1980)則發現在樹冠南面的果實有較多的可溶性固形物，這可能是生長在北半球的植株，其南面有較多日照的關係⁽⁴⁰⁾。授粉或將樹幹、枝條等進行環狀刻傷或剝皮處理，均可提高臍橙之著果率⁽²³⁾。以不同柑桔栽培品種，進行人工授粉，可提高“華盛頓”臍橙(**Washington navel orange**)之結果率，經授粉處理之果實，種子數顯著增加，但其他品質則未受影響⁽⁸⁾。長壽沙田柚及楚門文旦，經授粉處理後可提高結實率，結果率高低受授粉品種不同而異，然其品質均未受影響⁽¹²⁾。除了上述品種、氣候及栽培管理等，對於品質造成的差異外，同一顆果實內不同的果實部位⁽⁴³⁾，亦有不同的糖、酸含量。採收成熟度及貯藏亦會影響果實的品質，另外一般柑桔經短暫貯藏，果實會有較高的可溶性固形物、蔗糖、果糖、葡萄糖和總糖含量，而檸檬酸則隨貯藏期間而下降^(24,25)。在國內，上述相關的研究報告不多，除方氏等^(1,2)及張氏⁽⁹⁾以椪柑為材料，調查地區性和結果枝長短對果實品質的影響，張氏等⁽¹⁰⁾以椪柑為材料，調查地區性和營養狀況對品質的影響，李氏等⁽⁴⁾以麻豆文旦為材料，研究果實特性之遺傳性變異，徐氏等⁽⁶⁾以柳橙為材料，調查果實大小、形狀和比重與柳橙品質相關性比較，及郭氏等⁽⁸⁾之利用授粉以改進臍橙結實與品質之研究外，並不多見；因此，若要提高本省麻豆文旦果實品質，以提高競爭力，應先針對果實生長發育特性及栽培技術，加以研究，以建立良好的本土化栽培管理系統。

材料與方法

麻豆文旦果實重量及結果部位與品質相關性之分析

本試驗所用之麻豆文旦樣品，於民國81年8月22日於雲林縣斗六市賴姓專業果農所管理之13年生果園，選擇生長勢相近之果樹10株，每株於樹冠外側及樹冠內側四週，各任意隨機標定10粒果實，共200粒果實。採收後即刻送回實驗室，逐粒稱重後，並將果實依重量分：

400公克以下；401~500公克；501~600公克；601~700公克；701~800公克和801公克以上等六級，分別比較其間的差異。同時依各果實特性間，分別求與果實品質的相關性。並探討樹冠內側及樹冠外側著生的果實與品質的關係。

不同花序枝對果實結果及品質之影響

於82年3月12日同第一項試驗之果園內，標定無葉花序枝(inflorescence)、有葉花序枝(leafy inflorescence)及有葉單花枝(flush with terminal flower)，三種花序枝。有葉花序枝又因著生之前一年生枝條上葉片之存在與否，區分為下列兩種：(1)有葉花序枝著生之前一年生枝條上存有葉片者，稱為有葉花序枝(一)；(2)有葉花序枝著生之前一年生枝條上無葉片者，稱為有葉花序枝(二)。每種花序枝各標定12枝，共標定10株，合計480枝。果實於8月28日採收並立即送回實驗室，進行各項調查分析。

授粉對果實結果及品質之影響

在第一項試驗之果園內，於82年3月14日，選擇有葉花序枝，除保留即將綻放的一朵外，其餘未開或已開之花朵全部摘除，授粉時剝開花瓣去除花藥後，分別以白柚和麻豆文旦的花粉加以人工授粉，授粉後套以白色耐水紙袋，並加以標記並以不授粉為對照組。每株分別處理20朵，計60朵，共處理10株，合計600朵。果實於9月3日採收後即刻送回實驗室進行各項調查分析。

採收期對果實品質之影響

同第一項試驗的果園內，於82年4月中旬，選擇樹勢相近的5株果樹，於樹冠外圍四週逢機每株標定30粒果實，果實分別於白露節前二週(8月25日)、白露節前一週(9月1日)、白露節(9月7日)、白露節後一週(9月14日)和白露節後二週(9月21日)採收，每次每株樹上逢機採收6粒果實，採收後即刻送回實驗室進行各項品質分析。

不同產地之果實品質比較分析

果實於82年8月31日至9月1日取自雲林縣斗六、臺南縣麻豆、臺東縣東河、花蓮縣鶴岡等麻豆文旦產地，在管理情形相近的果園逢機採收25粒果實，於次日送回實驗室，逐粒進行下列各項品質分析。麻豆地區其樹齡大約在40~45年生；雲林斗六、臺東東河和花蓮鶴岡其樹齡大約在13~15年生。

結 果

麻豆文旦果實重量及結果部位與品質之相關性

果汁中可溶性固形物與比重、果球率、榨汁率間呈高的正相關(表1)；可滴定酸與果球率、榨汁率和可溶性固形物間呈負相關，其r值較低；比重與皮厚、皮重、頸長和裂瓣數間，呈高的負相關性；果重與皮厚、皮重和裂瓣數間呈正相關，與比重和可溶性固形物間呈負相關；果球率與榨汁率間呈高的正相關；其餘表列各項特性間，亦呈大小不同的相關性，唯其r值均低(表1)。皮重、瓣數、瓣長、瓣重、頸長和裂瓣數，隨果實重量遞減顯著減少；果重在400公克以下之果實，含有較高的可滴定酸，較低的可溶性固形物、果球率和榨汁率；果重在401公克以上的果實，可溶性固形物和比重隨果重增加而下降；可滴定酸、果球率和榨汁率各處理間無顯著差異(表2)。果重低於400公克的果實，無論在果實基部、

中段或果頂其可溶性固形物含量均較果重在401公克以上的果實低，但可滴定酸含量均較高；果重在401公克以上的果實，其可溶性固形物含量在果基端無顯著差異，中段和果頂端以果重在401~500公克間含量最高，餘各組間無論在中段或果頂端均無顯著差異；果重在401公克以上的果實其可滴定酸含量均無顯著差異（表3）。樹冠內果實較樹冠外果實重且皮厚，但其果球率、比重果汁率、可溶性固形物含量則顯著的低，可滴定酸含量兩者間無顯著的差異（表4）。

不同花序枝對麻豆文旦果實結實及品質之影響

由表5結果顯示，麻豆文旦不同花序枝的結果數及著果率均不同。有葉單花枝及有葉花序枝(一)，最後著果數高達30粒，有葉花序枝(二)之結果數13粒次之無葉花序枝最少，僅著一粒果實；換算枝條之結果率，則有葉單花枝及有葉花序枝(一)為40%，有葉花序枝(二)為10.8%，無葉花序枝為0.8%。有葉單花序枝及有葉花序枝(一)，兩者在結果率上無顯著差異，但與其餘二種花序枝間均呈顯著差異，又有葉花序枝(二)與無葉花序枝間乃呈顯著差異。有葉單花枝上僅在頂端著生一朵花，有葉花序枝(一)上，平均著生7.3朵，有葉花序枝(二)上著

表1、麻豆文旦各果實特性的相關係數

Table 1. Correlation coefficients among fruit characters of 'Ma-tou' wentan fruit

	Rind thickness (mm)	Rind weight (g)	Specific gravity	Percentage of juice (%)
Rind weight	0.607***			
Specific gravity	-0.686****	-0.699****		
Percentage of juice	-0.317****	0.061	0.206*	
Total soluble solids	-0.228*	-0.105	0.419****	0.318****
Titrateable acidity	-0.049	-0.364****	0.162	-0.327****
No. of segments	0.042	0.400****	-0.263***	0.264***
No. of split segments	0.245**	0.559****	-0.462****	0.309****
length of fruit neck	0.494****	0.629****	-0.638****	0.006
Percentage of pulp	-0.582****	-0.130	0.513****	0.626***
Fruit weight	0.689****	0.672****	-0.514****	0.048

	Total soluble solids (° Brix)	Titrateable acidity (%)	No. of segments (No.)	No. of split segments (No.)	Length of fruit neck (mm)	Percentage of pulp (%)
Titrateable acidity	-0.265***					
No. of segments	0.012	-0.273***				
No. of split segments	-0.044	-0.355****	0.450****			
length of fruit neck	-0.104	-0.291***	0.191*	0.295****		
Percentage of pulp	0.416****	-0.298****	0.254***	0.230**	-0.324****	
Fruit weight	-0.487***	-0.014	0.279***	0.526****	0.237**	-0.21*

* : significent at 5% level.

** : significent at 1% level.

*** : significent at 0.5% level.

****: significent at 0.1% level.

表2、麻豆文旦果實重量與品質之相關性

Table 2. Relationships between fruit weight and quality of 'Ma-tou' wentan fruits

Fruit weight (g)	Percentage of juice (%)	No. of segments (No.)	Rind weight (g)	No. of split segments (No.)	Length of fruit neck (mm)	Segment weight (g)	Length of segment (cm)
< 400	21.66c ¹	12.0d	130.0f	0.6d	26.6b	17.0d	7.0e
401~500	26.38a	12.8cd	151.1e	2.7c	27.1b	23.4c	8.2d
501~600	23.40bc	13.4bc	189.3d	3.9b	29.1b	23.1c	8.6c
601~700	24.75ab	13.8ab	222.8c	4.6ab	32.3a	31.0b	8.8c
701~800	25.39ab	13.9ab	260.7b	5.5a	32.4a	30.3b	9.2b
> 801	25.86a	14.4a	308.5a	5.5a	33.8a	38.6a	10.6a

Fruit weight (g)	Rind thickness (mm)	Percentage of pulp (%)	Total soluble solids (° Brix)	Titratable acidity (%)	Soluble solids to acid ratio	Specific gravity
< 400	11.5b	61.0b	7.9c	0.54a	14.5	0.69a
401~500	11.0b	66.0a	9.3a	0.44b	21.1	0.70a
501~600	11.2b	65.9a	8.7b	0.44b	19.7	0.66b
601~700	12.1b	66.0a	8.8ab	0.42b	20.9	0.65bc
701~800	14.0a	64.3a	8.6b	0.43b	20.1	0.63c
> 801	13.2a	64.2a	8.5bc	0.44b	19.3	0.63c

¹ Means followed by different letters within rows are significantly different at the 5% level by Duncan's multiple range test.

表3、麻豆文旦可食部位與品質之關係

Table 3. Relationship between in the edible part of fruit and quality of 'Ma-tou' wentan fruits

Fruit weight(g)	Total soluble solids (° Brix)			Titratable acidity (%)		
	Stem end	Middle	Stylar end	Stem end	Middle	Stylar end
< 400	7.5b ¹	8.4c	8.7c	0.52a	0.52a	0.59a
401~500	8.3a	9.0a	9.6a	0.46b	0.42b	0.45b
501~600	8.1a	8.6bc	9.0bc	0.46b	0.43b	0.44b
601~700	8.3a	8.7b	9.3ab	0.46b	0.40b	0.41b
701~800	8.2a	8.6bc	9.1b	0.44b	0.41b	0.42b
> 801	8.2a	8.4c	8.8cd	0.46b	0.43b	0.42b

¹ Means followed by different letters within rows are significantly different at the 5% level by Duncan's multiple range test.

表4、麻豆文旦著果部位對果實品質之影響

Table 4. Effect of location of fruit set in canopy on the quality of 'Ma-tou' wentan fruit

Location of fruit	Fruit weight (g)	Percentage of pulp (%)	Specific gravicty	Rind thickness (mm)	Percentage of juice (%)	Total solub solids (° Brix)	Titratable acid (%)
樹冠內	706.08a ¹	64.47b	0.63b	12.94a	24.25b	8.33b	0.43a
樹冠外	615.87b	66.15a	0.67a	11.70b	26.16a	9.08a	0.44a

¹Means followed by different letters within rows are significantly different at the 5% level by Duncan's multiple range test.

表5、不同花序枝對麻豆文旦結實之影響

Table 5. Effect of inflorescence types fruit set of 'Ma-tou' wentan fruits

Type of inflorescence	Final set per inflorescence (%)	Final set per flower (%)	No. of flower per inflorescence
有葉單花枝	40.0a ²	40.0a	1.0
有葉花序枝(一) ¹	40.0a	3.0b	7.3
有葉花序枝(二)	10.8b	1.3c	8.4
無葉花序枝	0.8c	0.1d	9.1

¹ 有葉花序枝(一)：指花序枝著生在有葉的結果母枝上；
有葉花序枝(二)：指花序枝著生在無葉的結果母枝上。

² Means followed by different letters within rows are significantly different at the 5% level by Duncan's multiple range test.

表6、不同花序枝對麻豆文旦果實品質之影響

Table 6. Effect of inflorescence types on quality of 'Ma-tou' wentan fruits

Type of inflorescence	Transversal diameter (cm)	Longitudinal diameter (cm)	Rind thickness (mm)	No. of Leaf per inflorescence	No. of segments per fruit	No. of split segments per fruit
有葉單花枝	12.1a ²	14.0a	14.5a	6a	16a	7.7 a
有葉花序枝(一) ¹	11.4a	14.2a	14.7a	5a	15ab	7.7 a
有葉花序枝(二)	11.5a	13.5a	11.8a	4a	13b	7.7 a
無葉花序枝	10.2a	12.7a	13.7a	0b	13b	7.0 a

Type of inflorescence	Specific gravicty	Fruit weight (g)	Diameter of pedicel (mm)	Total soluble solids (° Brix)	Titratable acidity (%)	Percentage of pulp (%)	Percentage of juice (%)
有葉單花枝	0.67a	686a	5.4a	10.2a	0.45a	64.6a	38.3a
有葉花序枝(一)	0.66a	648a	5.1ab	10.4a	0.46a	63.9a	37.5a
有葉花序枝(二)	0.68a	620a	5.0ab	10.4a	0.47a	65.4a	37.5a
無葉花序枝	0.69a	443a	4.1b	10.6a	0.48a	63.9a	37.7a

¹ 同表5

² Means followed by different letters within rows are significantly different at the 5% level by Duncan's multiple range test.

生8.4朵，無葉花序枝平均著生9.1朵最多。故其著果率若以花朵數計算，則有葉單頂花枝乃高達40%，有葉花序枝為3%次之，有葉花序枝(二)為1.3%再次之，無無葉花序枝則僅0.1%之著果率最低，各花序枝間差異均達顯著水準。麻豆文旦果重、比重、可溶性固形物、可滴定酸、果球率、果汁率、果實縱橫徑、皮厚等各花序枝間均無顯著差異(表6)；果梗粗及瓣數以有葉單花枝較大，與有葉花序枝(一)間無顯著差異，瓣數與有葉花序枝(二)有顯著差異，且均與無葉花序枝間呈顯著差異；有葉花序枝之果梗厚及瓣數與無葉花序枝間差異均未達顯著水準。

授粉對麻豆文旦結實及品質之影響

由表7顯示，麻豆文旦經白柚授粉者其結果率高達66.5%，較自花授粉及未授粉之結實率高出一倍，呈顯著差異。自花授粉與未授粉之結實率，分別為36.5%和36.0%，二者間無顯著差異。白柚授粉後果實大又重、皮厚、果梗粗、可滴定酸含量高、果球和果汁率低，與其他兩種處理間呈顯著差異。又白柚授粉後每粒果實內平均種子數高達131粒，自花授粉和未授粉之果實內皆無籽。白柚授粉者每粒果實內平均裂瓣數僅1.9，較其他二種處理的8.6和8.4少，呈顯著差異。況且白柚授粉之果實較其他二種處理之果實含有較低之可溶性固形物含量。至於自花授粉與未授粉後之麻豆文旦果實，各品質間差異均未達顯著水準。

表7、授粉對麻豆文旦果實結實及品質之影響

Table 7. Effect of pollenation on fruit set and quality of 'Ma-tou' wentan fruits.

Var. of pollenizer	Final set (%)	Specific gravity	Fruit weight (g)	Diameter of pedicel (mm)	Total soluble solids (° Brix)	Titratable acidity (%)	Percentage of pulp (%)	Percentage of juice (%)
Pei-yu	66.5a ¹	0.65a	1138a	7.58a	9.3b	0.60a	63.1c	33.3b
Wentan	36.5b	0.70a	618b	5.12b	9.8a	0.50b	68.2a	38.2a
CK	36.0b	0.69a	611b	4.77b	9.6ab	0.47b	65.6b	37.8a

Var. of pollenizer	Transversal diameter (cm)	Longitudinal diameter (cm)	Rind thickness (mm)	No. of seed per fruit	No. of segments per fruit	No. of split segments per fruit
Pei-yu	14.11a	17.88a	15.87a	131a	14a	1.9a
Wentan	11.15b	13.71b	11.19b	0b	14a	8.6b
CK	11.25b	13.80b	11.38b	0b	13a	8.4b

¹Means followed by different letters are significantly different at the 5% level by Duncan's multiple range test.

採收期對麻豆文旦果實品質之影響

麻豆文旦果實重量和縱橫徑均隨採收期的延後而逐漸增加。果肉斜切力測定 (shearing test)，隨採收期的延後逐漸增加，與白露節(9月7日)前採收，呈顯著差異；白露節後採收者，彼此間差異不顯著。果實在白露節前採收果色無顯著變化，白露節後採收的果實則果皮逐漸轉為黃色。果球率隨採收期延後逐漸增加；果汁率於各採收期間，無明顯的差異。可溶

性固形物含量和可滴定酸自白露節前二週至白露節後一週採收，無顯著差異，但白露節後二週採收的果實，則顯著的降低（表8）。果汁中總糖及蔗糖含量，隨採收期延後逐漸下降，呈顯著差異；葡萄糖及果糖含量則隨採收期延後逐漸增加（表9）。果汁中總酸及枸橼酸含量於白露節後一週以前採收者，各採收期間無明顯差異，但至白露節後二週採收，兩酸均呈明顯下降；至於果汁中蘋果酸含量，在各採收期間均無明顯的變化（表10）。

表8、不同採收期對麻豆文旦果實品質之影響

Table 8. Effect of different harvest dates on the quality of 'Ma-tou' wentan fruits

Harvest dates	Transversal diameter (cm)	Longitudinal diameter (cm)	Shearing test (10erg/cm ²)	Color		
				L	a	b
Aug. 25	11.76a ¹	14.08a	1.86c	54.73c	-10.05a	25.42c
Sept. 01	11.77a	14.00a	2.22b	56.36c	-9.94a	26.20c
Sept. 07	12.26ab	14.10a	2.42a	58.34c	-9.19b	27.45b
Sept. 14	12.35b	14.04a	2.44a	59.26c	-8.49c	28.12b
Sept. 21	12.71b	14.31a	2.60a	62.70c	-7.23c	30.83a

Harvest dates	Fruit weight (g)	Specific gravity	Total soluble solids (° Brix)	Titratable acidity (%)	Percentage of pulp (%)	Percentage of juice (%)
Sept. 01	701bc	0.68b	10.56a	0.44b	65.4ab	41.0a
Sept. 07	740ab	0.69ab	10.51a	0.43b	65.6ab	39.9ab
Sept. 14	750ab	0.68b	10.21a	0.41b	66.1a	40.0ab
Sept. 21	781a	0.70a	9.99b	0.36a	67.4a	38.4ab

¹ Means followed by different letters within row are significantly different at the 5% level by Duncan's multiple range test.

同產區麻豆文旦之果實品質分析

果實重量以斗六的681.8公克最重，其次是鶴岡的512.7公克，東河的488.8公克再次之，麻豆的351.6公克最輕，各產區呈顯著差異；果皮以麻豆的7.80mm最薄，與其他產區呈顯著差異，東河的12.32mm最厚，斗六次之，鶴岡再次之，彼此間差異未達顯著水準；果球率、果汁率和比重以麻豆地區最高，其次是斗六和鶴岡，東河地區最低，斗六和鶴岡二者間無顯著差異外，其他各產區間呈顯著差異；可溶性固形物的含量以麻豆的13.11° Brix最高，鶴岡的11.69° Brix次之，東河的11.38° Brix再次之，以斗六的10.59° Brix最低，除東河與鶴岡兩者間差異未達顯著水準外，餘各產區間皆呈顯著差異；可滴定酸以東河的0.59%最高，鶴岡0.56%次之，斗六再次之，麻豆的0.42%最低，彼此間呈顯著差異（表11）。斗六地區81及82年生產的麻豆文旦果實，以82年生產的果實含有較高的可溶固形物及較低的可滴定酸，彼此間呈顯著差異。顯示，82年生產的果實品質較81年所生產果實為佳（表12）。

表9、不同採收期對麻豆文旦果實總糖、蔗糖、葡萄糖及果糖之影響

Table 9. Effect of different harvest dates on the soluble sugars of 'Ma-tou' wentan fruits

Harvest dates	Total sugar(%)	Sucrose(%)	Glucose(%)	Fructos(%)
Aug. 25	8.77 a ¹	6.75 a	1.03 d	0.99 d
Sept. 01	8.85 a	6.75 a	1.00 d	1.10 d
Sept. 07	8.45 b	5.86 b	1.16 c	1.25 c
Sept. 14	8.01 c	5.62 c	1.25 b	1.32 b
Sept. 21	7.99 c	5.21 d	1.33 a	1.45 a

¹ Means followed by different letters within rows are significantly different at the 5% level by Duncan's multiple range test.

表10、不同採收期對麻豆文旦果實枸橼酸、蘋果酸和總酸含量之影響

Table 10. Effect of different harvest dates on the total acid、citric acid and malic acid contents of 'Ma-tou' wentan fruits

Harvest dates	Citric acid (%)	Maleic acid (%)	Total acidity (%)
Aug. 25	0.46 a ¹	0.23 a	0.81 a
Sept. 01	0.49 a	0.21 a	0.86 a
Sept. 07	0.46 a	0.22 a	0.82 a
Sept. 14	0.47 a	0.21 a	0.80 a
Sept. 21	0.40 b	0.20 a	0.71 b

¹ Mean follower by different letters within rows are significantly different at the 5% level by Duncan's multiple range test.

表11、不同地區麻豆文旦果實品質之比較

Table 11. Quality of 'Ma-tou' wentan fruits produced from different locations in Taiwan

Location	Fruit weight (g)	Rind thickness (mm)	Percentage of pulp (%)	Percentage of juice (%)	Specific gravity	Total soluble solids(%)	Titrateable acidity (° Brix)	Soluble solids / acid ratio
Matou, Tainan	351.6c ¹	7.8b	69.2a	44.6a	0.78a	13.1a	0.42d	31.5a
Tungho, Taitung	488.8b	12.3a	61.1c	31.5d	0.65c	11.4b	0.59a	19.4c
Hokang, Hualien	512.7b	11.3a	64.5b	35.2e	0.67b	11.7b	0.56b	21.0bc
Touliu, Yunlin	681.8a	11.8a	65.2b	40.8b	0.68b	10.6c	0.47c	22.8b

¹ Means followed by different letters within rows are significantly different at the 5% level by Duncan's multiple range test.

表12、雲林縣斗六地區81/82年果實品質比較

Table 12. Quality of 'Ma-tou' wentan fruits produced from different years in Touliu

Years ¹	Percentage of pulp (%)	Percentage of juice (%)	Specific gravity	Total soluble solids (° Brix)	Titratable acidity (%)	Soluble solids / acid ratio
1992	65.2a ²	25.9b	0.65a	8.7b	0.43b	20.2b
1993	65.6a	36.3a	0.67a	10.5a	0.41a	25.6a

¹ 1992年果汁以手壓式榨汁機榨汁；1993年果汁以電動榨汁機榨汁。

² Means followed by different letters within rows are significantly different at the 5% level by Duncan's multiple range test.

討 論

果實重量及結果部位與果實品質之關係

果實重量對果實品質之影響試驗中，發現果重在400公克以下的果實，糖酸度、果球和果汁率最低，品質差；果重在401公克以上之果實，有果實較大、糖酸較低及果球和果汁率較小的現象，各級數間差異不大，但較大的果實具有較高的果皮率，綜合上述各項，麻豆文旦仍以果實較小品質較優。莊南山(1954)指出麻豆文旦果實太大，或為幼年果樹所產，或為變種，品質一般皆劣。果小而重，最為上品⁽⁷⁾。本試驗結果與前人研究相符，唯果實亦應有一定程度大小，否則品質不佳(表2、3)。Reitz等氏(1986)曾指出，一果園內除不同柑桔植株的果實品質有明顯的差異外，同一株樹內的果實品質亦大有差別；這包括果樹間相互干擾及著果方位不同，所具有不同微氣候^(22,23,27,28,39)，及果樹發育情形所致，例如開花早晚、結果枝種類等的影響⁽¹⁵⁾。調查樹冠內、外層對果實品質的關係中，發現兩者的果重、可溶性固形物、果汁率、皮厚等有顯著的差異(表4)，以樹冠外著生的果實品質較佳，顯示著果位置對果實發育及品質有密切的關係。此外，有關果實可食用部位可溶性固形物及可滴定酸分佈情形，Ting (1969)針對Valencia orange調查結果，發現近果頂端有較高的可溶性固形物含量及較低的可低定酸，果基部可溶性固形物含量最低，可滴定酸以果實中段含量最高⁽⁴³⁾；徐氏等人⁽⁶⁾在柳橙上亦發現同樣的結果。本試驗結果，發現麻豆文旦無論果實大小，均以果頂端可溶性固形物含量較高、可滴定酸較低，中段次之，果基端則糖度最低、酸度最高。由於麻豆文旦果瓣較其他甜橙類長，似乎較易感覺出兩端糖酸度的不同，對果實品質的評定影響差異較大。因此，在測定麻豆文旦果實的糖酸度，應將果實榨汁攪拌後再測定，較為正確。總之，麻豆文旦果實仍以較小較為理想。

不同花序枝對果實結實及品質之影響

麻豆文旦的結果枝，一般可來自無葉花序枝、有葉花序枝及有葉單花枝三種，與大部分柑桔類果樹相似。雖未實地調查，但初步觀察似乎以無葉花序枝較多，有葉花序枝次之，有葉單花枝最少。有關花序枝與著果的關係，一般認為開花受到GAs的抑制，Monselise及Glodshmidt (1982)認為GA能減少開花；另外，外施GA也能延遲開花，產生較多的帶葉花枝⁽³²⁾。本試驗結果發現，麻豆文旦以無葉花序枝的花數最多，但著果最少；其次是有葉花序

枝；有葉單花枝則僅著生一朵花，但其著果率卻最高。比較不同花序枝的果實重量、果梗厚及瓣數，各花序型結果枝間有明顯的差異，以有葉單花枝最高，有葉花序枝次之，無葉花序枝最低。Guardiola 等人(1993)在開花期及小果期，以外施生長調節劑觀察果實發育情形發現，開花期施用GA及BA將促進子房的生長，而GA與BA對外果皮的影響，在於促進細胞分裂；又GA含量的高低關係到果梗的木質部形成(xylogeneolisis)；2,4,5-T(2,4,5-trichlorophenoxy acetic acid)能促進汁胞(juice sac)的增大，這都將影響到果實成熟的大小。此外，Sawhney(1984)在番茄花芽形成初期，施用GA也能增加心皮數，由此我們推測果梗厚及果實瓣數的增加與結果枝內GA含量的高低有關，亦即，有葉單花枝的含量可能較有葉花序枝高，而有葉花序枝可能較無葉花序枝高。至於可溶性固形物及可滴定酸等各花序枝間結果並無明顯差異。

授粉對麻豆文旦果實結實及品質之影響

由本試驗結果推測，麻豆文旦除具有自交不親和的特性外，應兼具有單為結果的能力。因麻豆文旦的花粉具有相當高的活力^(3,30)，但經授粉後果實內不具種子，而且未經授粉亦能結果，且結果率又與自花授粉相同。一般單為結果(parthenocarpy)性柑桔，其子房內雖含有較高量的荷爾蒙(auxin)，但對於果實之生長上仍稍嫌不足，易造成大量的生理落果^(16,22,26)，花粉能直接的提供子房發育所需之荷爾蒙，減少果實早期的生理落果，提高果實之著果率。經試驗結果得知(表7)不同品種(如白柚)授粉確實可大幅提高麻豆文旦之著果率，然同品種授粉則效果不佳。郭氏等⁽⁸⁾曾利用不同之甜橙類品種花粉授於臍橙，以提高其著果率，但果實內種子數含量卻隨授粉品種不同而不同。本試驗用的麻豆文旦本為一無籽之品種，經白柚授粉後其種子數大增，因此會降低其商品價值。另外經白柚授粉後的果實雖可有效的降低裂瓣數，但果實變大、皮粗、果汁率低、酸度高且糖度低品質差，因此，為確保麻豆文旦果實品質，應避免與白柚混植，但如何提高其結果率、穩定產量、確保品質，實有進一步探討之必要。

採收期對麻豆文旦果實品質之影響

據Marloth(1950)和Smith等人(1953)指出，柑桔果實生長至成熟期間，果汁中可溶性固形物含量逐漸增加，至完熟階段含量達最高點，但若過時，則含量漸趨下降^(31,38)；一般柑桔果實中酸成分以枸橼酸為主，餘為蘋果酸、酒石酸、草酸及琥珀酸等。通常在果實成熟期，枸橼酸含量漸減，但蘋果酸則減少甚微或不變化⁽⁴¹⁾，酸含量減少速率與成熟期間溫度有關，溫度愈高，則減少速率愈快，到達果實成熟時酸含量亦最低⁽³³⁾。本試驗結果與前人研究結果相符，然葡萄糖及果糖含量隨採收期後延而逐漸增加，蔗糖及總糖含量則反而逐漸減少，果實於白露節後二週採收，果汁中可溶性固形物含量迅速下降。且大部份果實切開後有異味，顯示，麻豆文旦以白露節前二週至白露節期間為採收適期，與莊南山⁽⁷⁾記載的採收期為白露節前後10天略為不同；另據個人訪談台北市南港地區果農，得知該區以白露節後二週至中秋節間採收果實品質較佳，推測其原因，可能受兩地氣候的影響，北部地區春天氣溫較低，致抽梢及開花較南部晚，或受其它因子影響所致不得而知，有待繼續調查。故臺灣各地麻豆文旦採收適期，若以白露節為採收依據，似乎不太理想，因各地區氣溫不同，且每年氣溫變化亦不同，致抽梢開花日期亦不一致，因此臺灣各地麻豆文旦採收適期，應以花謝後天數為採收依據較為符合，且更能確保品質。

不同產區之麻豆文旦果實品質分析

柑桔果實生長發育期間，任何變數的發生都將影響果實品質；影響柑桔果實品質的因子中，應以氣候是最大的因子^(14,19,28,35,40,42)。一般學者認為氣溫是影響糖酸的主要氣候因子，氣溫愈低（尤其是成熟期的夜溫），則糖酸度愈高⁽¹⁰⁾。斗六地區82年較81年生產的麻豆文旦果實，含有較高的糖酸度（表12）；從81年，82年的氣象資料來看，在果實生長後期的7、8月間，兩年的月平均溫度相近，月平均降雨量81年較82年多。其次，對於東部的花蓮及台東地區生產的果實，又較斗六地區生產的果實，含有較高的糖酸度（表11）對照果實發育期間各地氣象資料，斗六地區在6、7、8月雨量多，溫度反而較花蓮、台東低。由上述比較結果，發現果實採收前7、8月間的降雨量，對麻豆文旦果實糖酸度的影響較氣溫大。此一調查果與前人研究結果略為不同⁽⁴⁰⁾，這之間的差異可能是因為調查品種不同所致，由於麻豆文旦為一較早熟的柑桔品種，且成熟期又在高溫多雨的8、9月間，這些可能都是影響的原因。另外調查中發現麻豆地區所產果實，較其它地區具有較高糖度和較低酸度，其7、8月間的氣候條件雖與斗六地區相近，唯麻豆地區麻豆文旦樹齡約在40~45年生，所生產的果實較小，花東及斗六地區麻豆文旦樹齡約在13~15年生，所生產的果實較大，因此，麻豆地區所產麻豆文旦果實品質較佳，推測其原因可能與株齡有關，又影響糖度的效果似乎較7、8月間的降雨量大。除了糖酸度外，果汁率亦是影響果實品質因子之一，但花東地區果實的果汁率均較麻豆及斗六地區低，此可能與果實發育後期的降雨量有關。

參考文獻

- 1.方祖達、范念慈、張國良 1976 臺灣柑桔品質調查：(一)北部產區椪柑品質分析 中國園藝 22:1-12。
- 2.方祖達、張國良、區少梅、林國明 1977 臺灣柑桔品質調查：(二)北部產區椪柑品質與結果枝長短之關係 中國園藝 23:57-69。
- 3.李金龍 1987 園藝作物花粉活力測定與貯藏之研究 科學農業 35:347-356。
- 4.李學勇、林瓊玖、呂明雄、徐信次 1977 臺灣柑桔之遺傳研究 (一)麻豆文旦果實特性之遺傳性變異 中國園藝 23:1-14。
- 5.范念慈 1973 臺灣中部地區柑桔品質調查研究 中國園藝 19:245-247。
- 6.徐善德、郭銀港、李堂察 1993 果實大小、形狀、比重和部位與柳橙品質相關性比較 嘉農學報 32:47-56。
- 7.莊南山 1954 麻豆文旦 科學農業 2:23-26。
- 8.郭銀港、林芳存、呂明雄 1992 改進臍橙結實與品質之研究 嘉義農專學報 29:47-54。
- 9.張榮如 1972 柑桔果實品質之研究 臺灣大學園藝學研究所碩士論文。
- 10.張淑賢、李峰憲、吳婉麗 1987 氣溫與降雨量對本省主要椪柑產區之果實品質與柑樹營養狀況之影響 中華農學研究 36:75-86。
- 11.陳魏、陳永秀 1990 柚中佳品--四季拋調查 浙江柑桔 15:26-35。
- 12.賀太貴、張利、庄寶仁 1990 長壽沙田柚授粉品種篩選試驗 中國柑桔 19:21-22。
- 13.臺灣省農林廳 1995 臺灣農業年報。
- 14.嚴夢如、林澤海 1982 台灣地理環境與氣候因子對甜橙果實特性與品質之影響 中國園藝 27:313-319。

15. 八卷良和 1987 數種 ミカンウ果汁にお汁る全酸，ならびに結合酸濃度間の相關關係園學雜 56:263-267。
16. Agusti, M., F.G. Mari and J.L. Guardiola. 1982. The influence of flowering intensity on the reproductive structures in sweet orange. *Sci. Hort.* 17:343-352.
17. Cooper, W.C., A. Peynado, J.R. Furr, H.H. Robert, G.A. Cahoon, and S.B. Boswell. 1963. Tree growth and fruit quality of Valencia orange in relation to climate. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 82:180-192.
18. Cassin, J., J. Boureaut., A. Fougue., V. Furon., J.P. Gaillard., G. Montagut and C. Moreuil. 1969. The influence of climate upon the blooming of citrus in tropical areas. *Proc. First. Int. Citrus. Sym.* 1:315-323.
19. Cohen, A., J. Lomas. and Rassis, A. 1972. Climatic effects on fruit shape and thickness in "Marsh Seedless" grapefruit. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 97:768-771.
20. Davies, F.S. 1983. Navel orange fruit drop: problems and progress. *Citrus Ind.* 64:8-17.
21. Davies, F.S. 1986. The navel orange. *Hort. Rev.* 8:129-180.
22. Echeverria, E. and M. Ismail. 1987. Changes in sugars and acids of citrus fruits during storage. *Proc. Fla. State Hort. Soc.* 100:50-52.
23. Echeverria, E. and M. Ismail. 1990. Sugars unrelated to Brix changes in stored citrus fruits. *HortScience* 25:710.
24. Forst, H.B. and R.K. Soost. 1968. Seed reproduction: development of gametes and embryos. In "The Citrus Industry" W. Reuther., L.D. Batchelor and H.J. Webber (eds). Univ. of California Press, Berkeley. p.290-324.
25. Goldschmidt, E.E. and A. Golomb. 1982. The carbohydrate balance of alternate-bearing citrus trees and the significance of reserves for flowering and fruiting. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 107:206-208.
26. Hume, H.H. 1951. The cultivation of citrus fruits. The Macmillan Co., New York. 561PP.
27. Hurst, W.J., R.A. Martin. Jr. and B.L. Zoumas. 1979. Application of HPLC to characterization of individual carbohydrates in foods. *J. Food. Sci.* 44:892.
28. Jahn, O.L. 1979. Penetration of photosynthetically active radiation as a measurement of canopy density of citrus trees. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 104:557-560.
29. Ketsa, S. 1988. Effects of fruit size on juice content and chemical composition of tangerine. *J. Hort. Sci.* 63:171-174.
30. Li, S.-J. 1980. Self-incompatibility in 'Matou' Wentan (*Citrus grandis* (L.) Osb.). *HortScience* 15:298-300.
31. Marloth, R.H. 1950. Citrus growth studies. Fruit growth and internal quality changes. *J. Hort. Sci.* 25:235-248.
32. Monselise, S.P. and E.E. Goldschmidt. 1982. Alternate bearing in fruit trees. *Hort. Rev.* 4:128-173.
33. Rasmussen. G.K. 1964. Seasonal changes in the organic acid contents of Valencia orange fruit in Florida. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 84:181-187.

34. Rasmussen, G.K., A. Peynado, R. Hilgeman, J.R. Furr and G. Cahoon. 1966 The organic acid content of valencia oranges from four locations in the United States. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 89:207-210.
35. Reuther, W. and D. Rios-Castano. 1969. Comparison of growth, maturation and composition of citrus fruits in subtropical California and tropical Colombia. *Proc. First. Int. Citrus. Sym.* 1:277-300.
36. Reuther, W. 1973. Climate and citrus behavior. P.280-337. In: W. Reuther (ed.). *The citrus industry. vol.3.* Univ. of California.
37. Sites, J.W. and H.J. Reitz. 1949. The variation in individual Valencia oranges from different locations of the tree as a guide to sampling methods and spotpicking for quality I. soluble solids in the juice. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 54:1-10.
38. Smith, P.F., W. Reuther and G. Kemeth. 1953. Effect of differential supplies of nitrogen potassium and magnesium on growth and fruit of young valencia trees in sand culture. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 61:38-48.
39. Sasson, A. and S.P. Monselise. 1977. Organic acid composition of "Shamouti" oranges at harvest and during prolonged postharvest storage. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 102:331-336.
40. Scorza, R., W.J. Janicki, M. Rojas, and F. Aliaga. 1982. Comparison of sweet orange quality in diverse tropical climates of Bolivia. *HortScience* 17:974-976.
41. Ting, S.V., and H.M. Vines. 1966. Organic acid in the juice vesicles of Florida "Hanlin" orange and Marsh seedless grapefruit. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 88:291-297.
42. Tucker, D.P.H. and W. Reuther. 1967. Seasonal Trends in composition of processed "Valencia" and Navel oranges from major climatic zones of California and Arizona. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 90:529-540.
43. Ting, S.V. 1969. Distribution of soluble components and quality factors in the edible portion of citrus fruits. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 94:515-519.
44. White, D.R., Jr. and W.W. Widmer. 1990. Application of high-performance anion-exchange chromatography with pulsed amperometric detection to sugar analysis in citrus juices. *J. Agric. Food Chem.* 38:1918-1921.

Studies on Quality of 'Ma-tou' Wentan (*Citrus grandis* Osbeck cv. 'Ma-tou') Fruits

Fan-Tswen Lin*, Tzong-Shyan Lin** and Ming-Hsiung Lu*

*Department of Horticulture, National Chia-Yi Institute of
Agriculture **Department of Horticulture, National Taiwan
University

Summary

The fruit of Ma-tou Wentan less than 400g contained less sugar and more acid had poor quality. The fruit weighted between 400g and 600g had better quality.

Ma-tou wentan is characterized by self-incompatibility and showed pathenocarpy. The flush with terminal flower had 40 percent of fruit setting the Leafy but inflorescence had 2.2 percent of fruit setting , but Inflorescence had only 0.1 percent of fruit setting. pollinated with Pei-yu pollen could increas fruit setting ratio and but decrease split segment. However , the fruit grew larger, with thicker peel, more seeds,less sugar and high acidity show poor quality. The best pick maturity was 23-25 weeks after anthesis because the fruit contained higher TSS and juice content. Besides, the fruit had better quality ,if picked earlier than 23 weeks after anthesis, the fruit less juice content, if picked later than 25 weeks after anthesis,the fruit contained lower TSS and was of poor quality.

Comparisons made on the fruit volume, juice percentage, TSS and TA showed significant difference among locations of Tainan, Taitung, Hualien and Yunlin. The fruit from Tainan contained higher TSS,lower TA but higher juice percentage. The fruit from Hualien and Taitung contained next higher TSS and best higher TA but lower juice percentage. The fruit from Yunlin contained lower TSS and TA but next higher juice percentage.

Key words: 'Ma-tou' Wentan, quality, fruit weight, pollination, fruit development, growing area.