

# 文旦採後催色技術之建立與應用

文／圖 ■ 吳沛榕、張汶肇

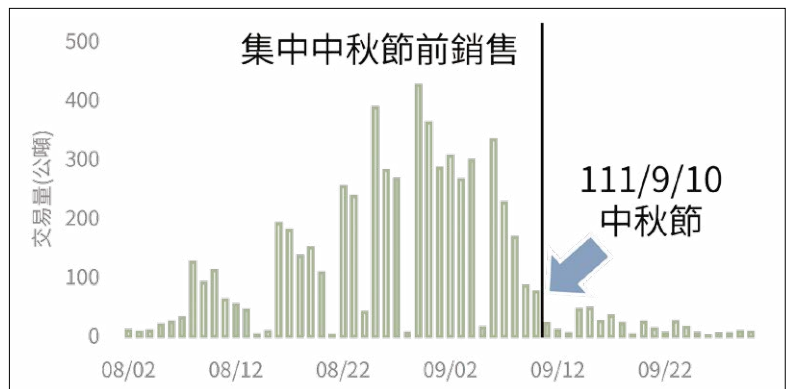
## 前言

麻豆文旦 (*Citrus grandis* L. Osbeck 'Matou Wentan') 又稱文旦，為芸香科柑橘屬多年生常綠果樹，屬於早熟柚類品種，產期在8~9月，成熟期與中秋節相應並帶有「祐子」寓意而成應景送禮果品，具高經濟價值，其果肉柔軟多汁、酸甜適中並帶特殊柚風味，深受國人喜愛。

文旦花在3月飄香，果實在盛花後22~25週成熟，過往慣例在白露節氣前後採收。受農曆閏月影響，文旦採收到中秋節之日數波動極大，短至3~5天、長則20天以上，因文旦買氣深受中秋節影響，若遇中秋節在9月上旬時，銷售時間緊迫農友產銷壓力大，價格易因集中節前上市而劇烈波動，節後買氣差而價格大跌。面對銷售期較短的挑戰，農友更需思考「差異化」策略，當市場普遍為綠皮文旦時，若能透過採後技術使果實呈現色澤誘人的金黃色，將能有效抓住消費者目光並提升商品價值，在節慶市場中佔得先機。

表一、民國111~120年白露節氣與中秋節日相距天數

民國年分	白露日期	中秋日期	差距天數
120	9月7日	10月1日	24
119	9月7日	9月12日	5
118	9月7日	9月22日	15
117	9月7日	10月3日	26
116	9月7日	9月15日	8
115	9月7日	9月25日	18
114	9月7日	10月6日	29
113	9月7日	9月17日	10
112	9月8日	9月29日	21
111	9月7日	9月10日	3

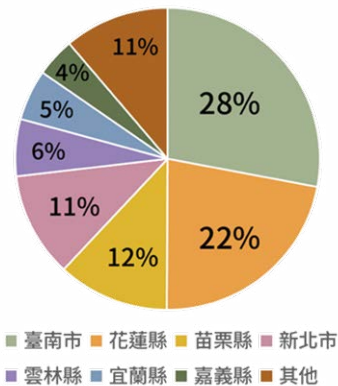


111年8~9月麻豆文旦交易量 (資料來源：農產品批發市場交易行情站)，該年度中秋節為9月10日，大量文旦集中在節前銷售，產銷壓力大

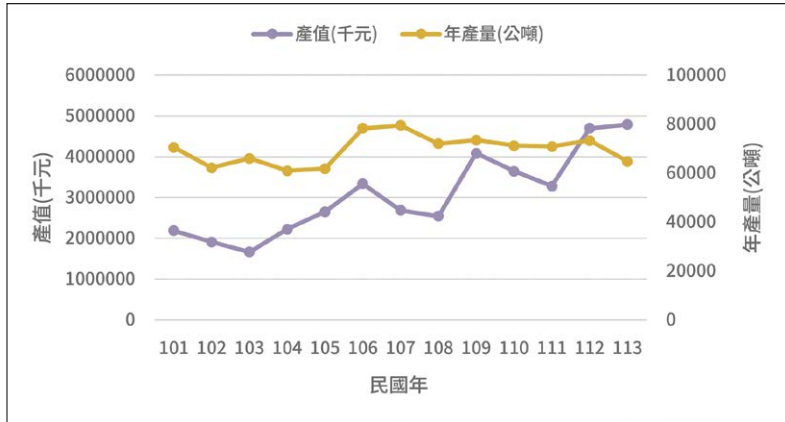
## 麻豆文旦產銷現況

113年臺灣麻豆文旦總種植面積為3,843公頃，主要栽培縣市及面積依序為臺南市1,076公頃 (28%)、花蓮縣849公頃 (22%)、苗栗縣455公頃 (12%)、新北市431公頃 (11%) 等地，全臺栽培總面積雖逐年縮減，然麻豆文旦單株產量隨株齡增加，單位面積產量提高，近10年總產量平均約7萬公噸，113年總產量為6萬4,782公噸，產值達47億元。

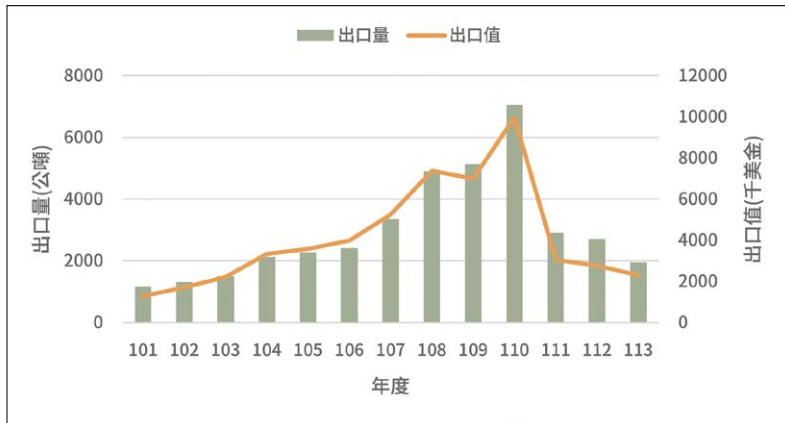
麻豆文旦以內銷為主，外銷出口量從99年逐漸增加，市場以中國及香港為主、佔比超過9成，110年達外銷高峰，外銷量7,062公噸，佔總產量的10%。然111年8月中國宣布暫時禁止輸入臺灣柑橘類水果，外銷量驟降至2,909公噸，其中香港佔9成。以此為契機，近年來政府積極開拓新興市場如加拿大、新加坡、日本、馬來西亞等國，增加麻豆文旦的國際曝光以帶動外銷動能。



113年臺灣麻豆文旦種植縣市面積占比圖 (資料來源：農業部農糧署農情報告資源網)



101~113年臺灣麻豆文旦年產量及年產值 (資料來源：農業部農糧署農情報告資源網及農產品產地價格查報系統)  
\*年產值=年產量×年平均價格



101~113年臺灣麻豆文旦外銷出口量及出口值 (資料來源：農業統計資料查詢-農業貿易-單一農產品進出口量值一按國家別)

麻豆文旦銷售高度仰賴國內節慶市場，且上市時程集中於中秋節前，在內銷為主、銷售期有限之產銷結構下，如何於既有條件下進一步提升果實外觀一致性與商品性，並強化與一般文旦之市場區隔，已成為當前麻豆文旦產業在採後處理與銷售策略上亟需面對之課題。

## 麻豆文旦採後生理特性與現行採後處理流程

麻豆文旦屬於非更年期果實 (non-climacteric fruits)，採收後果實品質變化小，因而決定品質的關鍵為採收成熟度。果實生長發育期間，果球重



麻豆文旦果實採後盛籃堆疊，可用於癒傷處理（辭水）及貯藏，有助於維持果實通風、提高作業效率

與果汁量逐漸累積，總可溶性固形物逐漸增加而可滴定酸則逐漸下降，於盛花期後第23週為採收適期，果實發育的生理狀態及糖酸比達到良好且穩定的階段。

麻豆文旦剛採收時果實水分含量高、肉質硬脆，採收後放置於陰涼通風處5~10天後，可使果實表皮蒸散失水，果肉變為軟Q，總可溶性固形物含量增加而風味提升，此即為「癒傷」處理，也就是俗稱的辭水、消水，為麻豆文旦獨特且必要的採後程序。癒傷處理後的果皮較為柔軟對機械外力較具耐受性，因而文旦的分級包裝在辭水後進行，可降低受損風險及果實腐爛。文旦多以果實重量為分級標準，銷售包裝紙箱分為2、5、10、20斤等規格，銷售通路包含直銷宅配、拍賣市場、量販店等，國內多以常溫貯運及販售，因而較長期貯放須注意失重所造成之經濟損失。

## 柑橘類果實催色技術

果實外觀顏色是影響消費者購買的主要因素之一，鮮豔飽和且轉色均勻的外表往往較具吸引力，柑橘類果實在成熟的過程中，果皮顏色由綠轉為黃、紅或橙色為成熟的關鍵指標之一，部分品種因早熟或品種特性，在自然轉色前內部就已達生理

成熟且可食，但外觀仍呈現綠色，在市場的買氣較低落。例如臺灣柑橘外銷日本，若能在聖誕節前出貨價格較佳，但10~11月份採收的極柑果皮仍綠，較不討喜，改善其果皮顏色為提高商品價值所需。

柑橘類果實轉色機制與色素含量有關，葉綠素降解與類胡蘿蔔素累積促使果皮顏色由綠轉橘黃，環境低溫可促進葉綠素降解，尤其入冬後日夜溫差大更有利於類胡蘿蔔素的累積，而植株營養生長勢過旺或氮肥使用較多可能會延遲轉色。採前藉由修剪提高光照可有較佳的呈色，或透過套袋遮光可減少葉綠素累積，但較為費工費時，採收後統一大量進行商業轉色處理，可達到整齊且均勻地果實轉色的效果，以下介紹柑橘類果實採後轉色的兩種常見方法。

### 低溫貯藏轉色

柑橘類果皮顏色發展與環境低溫有關，溫度低於13°C可刺激樹上果實轉色，啟動葉綠素降解與類胡蘿蔔素合成相關基因以活化酵素。柑橘類果實在採收後置於10~20°C的環境下可逐漸轉色，啟動轉色所需時間至少1週，達到完全轉色至少需3週以上，所需溫度與時間因種類及品種而異。

過低的溫度對轉色效果較差，多數柑橘類果實於5°C下貯放無法轉色，須注意低於10°C可能對柑橘類果實造成寒害 (chilling injury)。

### 採後乙烯轉色

柑橘類因屬非更年型果實，採收後不因接觸乙烯而有劇烈後熟反應，但能藉由外源乙烯加速葉綠素降解而達到果皮均勻

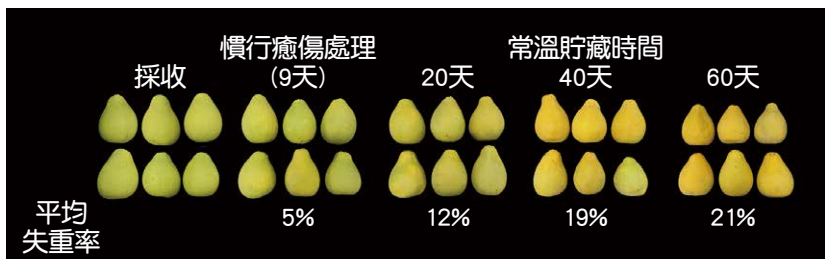
褪綠轉色之效果。乙烯主要透過啟動轉錄調控葉綠素降解及類胡蘿蔔素合成途徑，促進柑橘類果實轉色。

國外商業上採收後使用乙烯對柑橘類果實進行褪綠有兩種

方式：浸泡益收溶液或使用乙烯氣體，乙烯誘導轉色的效果與果實成熟度、乙烯使用濃度、接觸時間、環境溫度與相對濕度等有關，多數情況下1,000ppm益收即有不錯效果，乙烯氣體則僅需1~5ppm，因乙烯亦為植物衰老賀爾蒙，若濃度過高或處理不當反而加速老化腐爛，並伴隨脫蒂風險，降低消費者購買意願。使用乙烯轉色過程中須注意通風換氣，二氧化碳濃度過高會抑制乙烯作用。

### 兩種轉色方式之比較

柑橘類果實採收後低溫貯藏調控轉色之路徑與乙烯調控轉色之路徑，兩路徑應獨立且並行，即採收後使用1-MCP等乙烯抑制物質並不能阻止低溫下的轉色。透過乙烯轉色速度較快，通常僅需2~5天就可完全轉色，但須留意脫蒂風險；低溫貯藏則以15°C廣泛適用多數柑橘類，唯轉色效率較低，至少需貯放3週以上才能轉色至市場所需，但對果實組織傷害較低，也較無脫蒂現象。

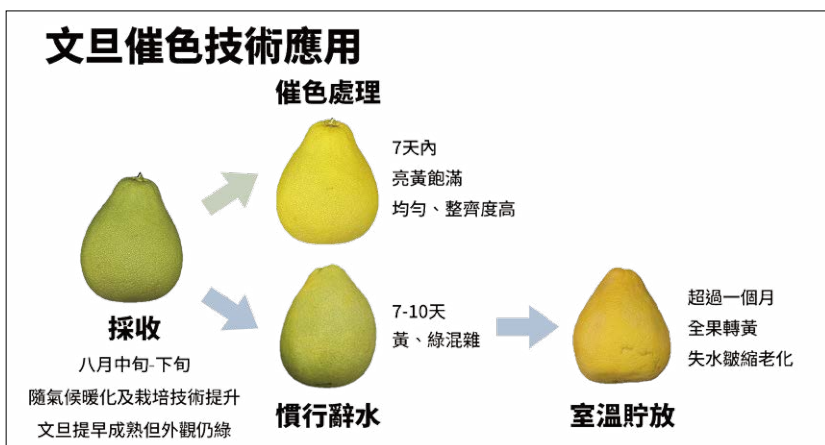


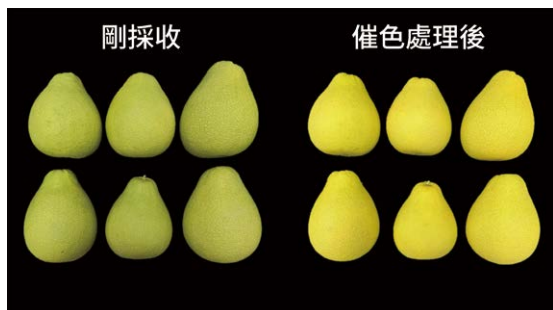
麻豆文旦採收時果皮翠綠，於常溫通風下辭水9天，顏色略轉為黃綠，貯放至40天已多數轉黃，但伴隨大量失重、外觀乾扁老態

## 文旦採後催色技術之建立

臺灣南部為全臺較早採收麻豆文旦之產地，近年來南部產區的文旦因生育環境溫暖且日照、水分充足，農友栽培技術精進，果實發育中後期溫度高而生育時程提早，致使果實雖達成熟可食，但外觀色澤偏綠、轉色不佳，採收時文旦多呈翠綠色或頭綠尾黃綠的不均勻色澤，影響日益明顯。

柑橘類果實黃橙色的外觀與成熟、高甜度相連結，因而消費者普遍喜歡黃綠至黃色的果色，果色不佳易影響售價，雖然文旦採收後果皮會由綠逐漸轉黃，但自然貯放下約需3~4週方能全果轉黃，常溫貯放期間會伴隨大量失水而外觀皺縮，呈現明顯衰老乾扁樣態，不再討喜。





麻豆文旦剛採收時(左)與經採後催色處理後(右)之差異

本場近年針對麻豆文旦開發之「採後催色技術」，已成功建立標準作業流程(SOP)及公告非專屬技術移轉，透過本技術，麻豆文旦最短僅需4天即可全果均勻亮黃，色澤飽滿且視覺一致性佳，相較於剛採收時，催色後文旦有較高的總可溶性固形物及較低的可滴定酸，糖酸比高且帶有風味，並達到與慣行常溫辭水8天後相似之品質，但慣行辭水後果實外觀仍為黃綠。因文旦屬非更年型果實，內在品質取決於採收成熟度，催色處理著重於外觀優化，並非催熟處理，對果實內部品質無改善效益，若果實成熟度不足不建議使用本技術。



採後催色處理後之麻豆文旦全果轉色一致，亮黃不暗沉，外觀整齊討喜，與未處理之綠皮文旦形成鮮明對比

## 效益與展望

透過採後催色處理，可有效且快速促進文旦果皮均勻轉黃，克服自然轉色所需之漫長時程，且無因長時間貯放造成之失重問題，使金黃色文旦在販售時仍能維持飽滿新鮮之外觀。在果肉品質已達採收與上市標準之前提下，催色處理可進一步為外觀品質畫龍點睛，與市場上仍呈綠色文旦形成明顯區隔，突顯其新穎性與獨特性，使產品於緊湊的銷售期內更具市場競爭力，亦具發展差異化禮盒市場之潛力，進而提升整體產業收益與品牌形象。



採後催色處理後之麻豆文旦，果皮色澤均勻呈金黃色，外觀飽滿，具備節慶禮盒銷售之商品性