

探討有機及慣行栽培對文旦果實品質之影響

作者：任心怡（助理研究員）
電話：(037) 222111 # 501

前言

文旦柚 (*Citrus grandis* Osbeck) 屬芸香科 (Rutaceae) 柑橘屬，屬較早熟品種，成熟期為8至9月，一般於節氣「白露」（國曆9月7日或9月8日）前後採收，為中秋節應景的果樹。文旦性喜高溫及日照充足的氣候，春夏季節間宜有充足的土壤水分，以供春梢生長、開花、結果及果實發育，秋冬季節則需有乾燥的土壤與適當低溫，以抑制秋冬梢抽生或促進花芽分化。果實品質以果實外觀和內在品質等綜合指標，一般認為品質佳的文旦大小為400～600克（主要銷售分級），種籽小或無種籽，果肉清甜多汁。品質優劣與消費者的滿意程度有關，果實風味、質地及營養日益重視。農產品安全及有機友善栽培觀念推廣下，對果實外觀不再僅要求漂亮，稍有斑點的果皮，也仍廣為接受。本篇將對有機及慣行栽培對文旦果實產量及品質作分析討論。

文旦果實生長發育

文旦於2月上旬植株芽體開始萌動，3月上旬進入盛花期，3月下旬至4月為謝花期，經歷兩次生理落果後迅速發育。果實生長發育與產量及品質息息相關，不論是有機或慣行耕作皆需在栽種前，了解果實生長發育及相關環節。以下將果園果實純度維持、花謝後之生理落果及果實生長進行摘要介紹：

一、果園栽植單一品種

文旦具有自交不親和性和偽單性結果的特性，不經授粉即能著果，應種植單一品種維持一致性以保持果園品種純度，若混植其他柑橘

類果樹（尤其是柚類），易因雜交而產生之種子影響，果形和肉質因而品質變劣。因此，在栽培上要避免與其他柑橘混種。

二、生理落果

文旦果實由子房發育而成，謝花後花柱逐漸萎縮脫落，從花蕾期到開花期經歷落花現象，落花後至採收前有落果現象。落果比較明顯的時期是4月上旬至5月的兩次生理落果，第一次落果自蜜盤與子房連接處脫落，也有帶柄脫落情形；第二次落果則為一般果實黃化、由蜜盤處脫落。文旦落果主要原因如下：

- （一）花器發育不正常：花芽分化時養分不足、病蟲害、水分過多或過少都可能使分化中斷或分化不良，形成之後的不完全花及畸形花，這些花沒有結果能力，也會自然落果。
- （二）樹體營養不足：文旦屬開花多的果樹，消耗營養較多，若花謝後未及時補充氮肥，小果發育過程中養分供應不足，花粉管伸長沒有活力，半途停止生長，皆會引起生理落果；水分過多或過少，使根系吸收功能減弱，造成樹體貯存養分不足；陽光不足，使葉片光合作用效能降低，製造養分供應不足等，也會造成第三次落果。
- （三）夏梢抽過多及病蟲害發生：夏梢大量抽生與幼果競爭水分，引發落果及春梢期葉危害嚴重，會引起春梢落葉或新梢葉片無法正常轉綠，使光合作用產物減少，致小果脫落。

(四) 氣候異常及管理不當：乾溼變化產生裂果，颱風造成機械損傷。管理方面如施肥濃度過高引起根部受傷，都可能引起落果。

三、果實生長

文旦果實由子房發育而成，謝花後花柱逐漸萎縮脫落和經歷兩次生理落果，果實即迅速膨大發育，子房的外壁發育成果實外果皮，富含油胞，又稱油胞層；子房中壁發育為中果皮即海綿層，又稱白皮層，子房內壁為心皮，發育成囊瓣，內含汁胞（汁囊）和種籽。從花謝後到子房膨大至果實成熟經歷時間很長，隨果實增大，內部也發生結構和生理變化，最先是果實內部細胞分裂，果實外部果皮增厚，接著汁胞（汁囊）增大，最後果皮、果肉呈現出成熟固有的色澤和風味。

文旦果實品質形成

果實中汁胞的組織質地狀況與果實品質息息相關，剛採收文旦果實汁胞水分含量高、肉質硬脆、組織較緊實，一般需經辭水7~10天，果實略微失重、果肉軟化而有較佳的口感及銷售品質。果汁所含的成分也是決定品質的因素，果汁中可溶性固形物大部分是蔗糖，還有極少量的有機酸、維生素、蛋白質、游離胺基酸、精油等。成熟果實的內在品質包括果肉總可溶性固形物（TSS）、酸度（TA）、糖酸比（TSS/TA）三項作為衡量內在品質的指標，總可溶性固形物指果汁中可溶性物質的總含量，隨著成熟度增加，果實的含糖量增加；酸度在果實生長發育階段有機酸含量逐漸上升，當果實成熟時，有機酸開始下降；在未成熟果實由於糖份含量低而有機酸含量高所以通常糖酸比很低。果實含糖量為文旦果實總可溶性固形物主要因子，是果實風味的主要成分，也是合成色素、

維生素和芳香物質等原料，糖分累積的影響因子如下：

- (一) 果實成熟度：果實中的糖分來自葉片光合作用的同化物，在葉片中合成後的糖份經韌皮部維管束系統從果柄進入果實，形成果實生長發育和品質有關，糖分累積始於果實膨大期，成熟時以累積的可溶性糖為主。
- (二) 樹齡：通常成年樹相較於幼樹所結果實含較多量之可溶性固形物。
- (三) 果實著生部位：光照強度在樹冠的上中下部呈直線下降，一般樹冠外圍果實的可溶性固形物含量高於樹冠內部果實。
- (四) 適當控水：果實膨大期和成熟期適當控水可有效促進果實糖分的累積，適當乾旱逆境可促進光合作用同化產物向果實汁胞運輸能力，不過控水過度則會引起反效果。
- (五) 整枝修剪與糖分累積：適當的修剪可使樹冠內部光照充足，減少樹體營養損耗，提供果實糖分累積，光照對果實成熟期糖份累積影響大，若光照不足，會導致汁胞中糖分含量下降，因此適當的整枝修剪可提高果實中的可溶性固形物含量。
- (六) 採收：文旦果實採收後成為一獨立的個體，一方面切斷了樹體的物質運輸，另一方面自身的生理代謝還在繼續，果實營養成分不再提高，因此果實應達適宜成熟度再採收。成熟果實的果皮會由綠色轉為黃綠色，果肉酸含量下降，果汁增多，果實香氣增加，這些指標可做為文旦果實成熟度參考。

有機及慣行文旦栽培果實產量品質比較

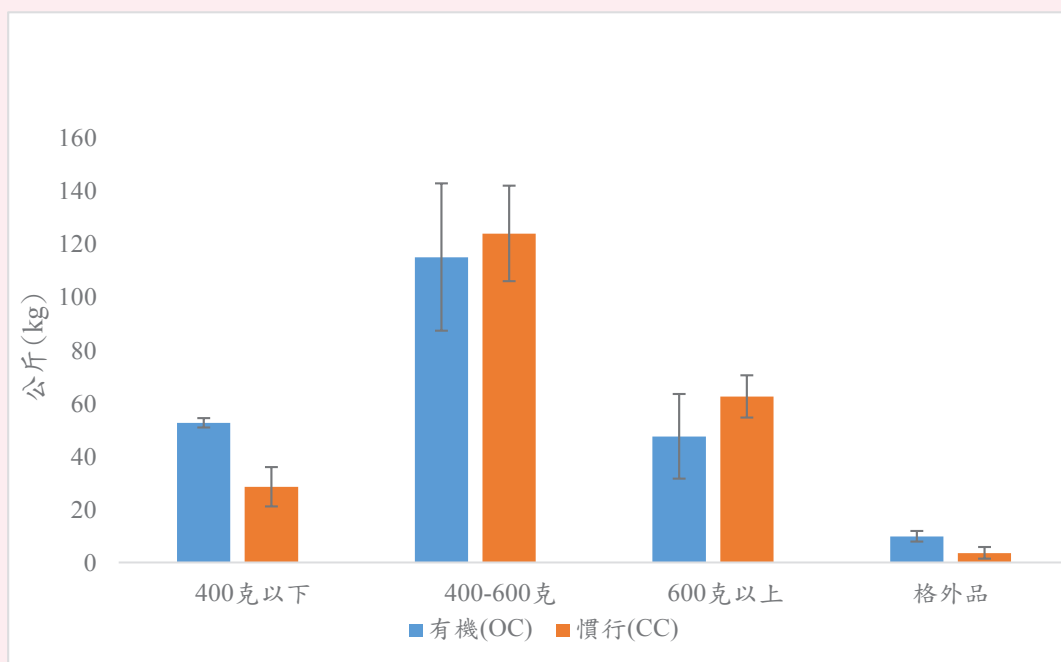
2020年於白露採收後一週有機及慣行果園文旦果實做產量及品質調查，調查顯示平均單株總產量及百分比分布調查中，有機及慣行果園單株平均總產量分別為有機栽培單株平均總產量 224.98 公斤、慣行單株平均總產量 218.57 公斤，統計上未達顯著差異；再以單株產量分級重量調查，主要銷售層級 400-600 克及 600 克以上兩者個別分級平均單株總重量則以慣行栽培較多（如圖一）。400 克以下單株平均總重量以有機栽培單株平均總重量 52.59 公斤、慣行栽培單株平均總重量 28.49 公斤。格外品單株平均重量為有機栽培 9.83 公斤、慣行栽培 3.59 公斤。小果（400g 以下）及格外品，皆以有機栽培較多。由此推測有機栽培文旦單株總產量雖多，但小果及格外品的分布也多，而主要的銷售分級 400-600 克的分布，仍以慣行栽培多，可能與果樹樹齡、樹勢、病蟲害及管理方式有關，本試驗調查有機果園部分果樹已感染線蟲導致樹勢較弱，使用的生物防治病

蟲害效果有限，另栽培管理亦較慣行粗放，以及人力有限等因素，導致小果及格外品數量較多。

有機及慣行耕作生產文旦的果肉率、果皮平均厚度及甜度列於表一，僅辭水後的平均單顆重量有機耕作（472.02 公克）小於慣行耕作（507.37 公克）。

結語

文旦果實品質與果實生長發育及栽培管理息息相關，不同時期的施肥、控水、修剪枝及病蟲害管理影響相對應之生長情形。有機及慣行耕作所使用資材之種類及特性不同，慣行耕作若使用恰當可有效防除病蟲危害，可增加主要分級（400～600 克）產量，有機栽培的小果及格外品之重量較慣行農法多，以調查有機園區為例，其栽培管理及使用天然生物資材防治病蟲害，管理方式也較為粗放，故病蟲害防治效果有限。品質方面，辭水後的平均單顆重量有機耕作（472.02 公克）小於慣行耕作



圖一、有機及慣行耕作文旦單株果實分級重量。

表一、有機及慣行耕作文旦單株果實品質比較

耕作方式	辭水後重量 (g)	果肉率 (%)	果皮厚度平均 (cm)	甜度 (°Brix)
有機	472.02 ± 55.81 a	0.54 ± 0.04 a	1.00 ± 0.16 a	12.40 ± 1.01 a
慣行	507.37 ± 40.42 b	0.54 ± 0.03 a	1.05 ± 0.15 a	12.19 ± 0.63 a

(507.37 公克)，總可溶性固形（甜度）以有機栽培較高。影響文旦果實品質因素除了有機或慣行栽培方式外，果園環境、地形、人力資源及栽培管理等條件亦是重要的因素，良好的栽培管理可補足果園的條件不足，文旦果園的栽培管理是持續性且經年進行的工作，仍須視往年果園的採收量、當年的氣候狀況與植株生育情形等做適當調整。



圖二、琉璃蟻危害文旦果實。