

苗栗區柑橘灌溉指引

蔡正賢 (副研究員)
林鈺荏 (助理研究員)

前言

柑橘為芸香科亞熱帶常綠果樹，因其風土適應性強，為臺灣栽培面積最多的果樹之一，苗栗縣柑橘作物主要為桶柑、椪柑、茂谷柑及其他柑橘，主要分布於大湖鄉、卓蘭鎮、獅潭鄉與三灣鄉。依據農糧署 113 年農情報告，苗栗縣桶柑栽培面積 727.06 公頃，椪柑栽培面積為 381.67 公頃，茂谷柑栽培面積 211.69 公頃。

柑橘需水量

需水量為土地的「蒸發量」加作物的「蒸散量」，稱為作物蒸發散量 (Crop evapotranspiration, ETc)，隨品種、樹齡、地形及氣候條件而不同，依據本場 2024 年研究，介於 640

公釐至 1,340 公釐之間。以卓蘭鎮內灣里桶柑為例，果園位於丘陵台地，海拔 554 公尺，樹齡 20 年，2024 年全年作物蒸發散量 1,340 公釐，降雨量 2,195 公釐，每月氣象資料與作物蒸發散量如表一，1-2 月氣溫、雨量皆低，柑橘採收、修剪，花芽分化；3 月起柑橘萌芽、開花，惟此時降雨情形不穩定，若雨量不足，需要灌溉以減少缺水的影響；4 月以後氣溫高於 20 °C，果實著果，冠層開始發展，作物蒸發散量開始明顯增加；5-9 月是柑橘果實發育的時期，適逢氣溫開始逐月提高，作物蒸發散量於 6-7 月達到最高，整體而言，此階段雨量也較為充足；10 月以後開始果實轉色、成熟，由於日照變短，氣溫也隨之下降，作物蒸發散量少。

表一、卓蘭鎮內灣里桶柑 2024 年各月份氣象資料與作物蒸發散量

月份	生育期	氣溫 °C	降雨量 公釐 / 日	參考蒸發散量 (ETo) 公釐 / 日	作物蒸發散量 (ETc) 公釐 / 日
1 月	採收期	15.9	0.05	1.83	0.40
2 月	花芽分化期	17.9	0.99	2.85	0.63
3 月	萌芽開花期	19.4	1.21	3.20	1.18
4 月	結果期	24.9	7.30	3.95	3.88
5 月	果實發育期	25.3	5.19	3.79	5.09
6 月	果實發育期	27.9	12.9	4.89	6.40
7 月	果實肥大期	28.4	19.4	5.38	5.69
8 月	果實肥大期	28.1	13.0	5.09	5.09
9 月	果實肥大期	27.3	12.9	4.58	4.58
10 月	果實肥大期	25.4	2.14	3.75	3.50
11 月	轉色期	21.8	3.57	2.68	2.68
12 月	成熟期	16.5	0.84	2.07	1.38



圖一、乾旱造成柑橘葉片黃化。



圖二、結果期為柑橘關鍵需水期。

表二、不同質地土壤每公分深度有效水分含量

質地	砂土	砂壤土	壤土	礫壤土	黏壤土	礫黏土	黏土
公釐 / 公分							
係數	0.21	1.21	1.67	2.00	2.00	1.58	1.50

步驟 2. 定義各生長階段允許的土壤耗水限值

根深內土壤水分消耗越多，土壤水分張力越大，植物吸收水分就越困難，結果期及果實發育期土壤張力值設定為 30 kpa 左右，果實成熟期至採收，土壤張力值設定為 60-100 kpa 左右。土壤耗水限值可以用一個土壤有效水分含量之比例來表示，比例越大，土壤越乾燥（表三）。以步驟 1 之土壤為例，採收期至花芽分化前期允許土壤乾燥，將土壤

柑橘灌溉指引

柑橘灌溉操作通常為噴灌，垂直管噴頭離地面約 60-90 公分高，不同管路灌溉系統之灌溉效率，噴灌約 80-85%，微噴（霧）灌約 85-90%，滴灌約 90-95%，田間灌溉量 = 灌溉量 × 灌溉效率。每次噴灌水流量最好不超過土壤入滲速率之下限 10 公釐 / 小時，以避免逕流損失，每次灌溉水量 10 公釐計算，灌溉時間約 60 分鐘。柑橘每次灌溉量滿足 1-3 天的作物需水即可，約 5-10 公釐，可以增加土壤吸收降雨的機會。1 分地面積 1 公釐水量約等於 1 公噸。有效的柑橘灌溉管理最好遵循以下步驟：

步驟 1. 確定柑橘的根系深度以及有效水分含量

根部深度（根深）內有效水分含量代表土壤最大供水量，不同土壤的有效水分含量各不相同，取決於土壤質地、土壤構造和土壤有機質等。不同質地土壤每公分深度有效水分含量簡單估算如表二，該係數乘以根深即為根深內有效水分含量，以壤土為例，根深 75 公分，根深內有效水分含量 = 1.67 公釐 / 公分 × 75 公分 = 125 公釐。

耗水限值設定為土壤有效水分含量之 50% (125 公釐 × 50% = 62.5 公釐)，此後為確保萌芽開花階段土壤濕潤，開始逐漸調至 32% (125 公釐 × 32% = 40 公釐)；結果期至果實發育期為柑橘關鍵生長期或用水高峰期時，為了最大限度地滿足作物需求，維持 32% 之比例 (40 公釐)；隨著果實接近成熟，可以加大土壤水分乾燥程度，比例逐漸調整至 50% (62.5 公釐)，直至採收。

表三、土壤耗水比例及其對應之土壤水分張力

比例	32%	40%	50%	57%
土壤水分張力 (kpa)	30	40	60	100
描述	濕潤	略乾	乾燥 但不缺水	輕微缺水

步驟 3. 追蹤土壤耗水量

作物蒸發散量是土壤耗水的主要因素，可用參考蒸發散量加權一個「作物係數」來定量。表一列出了各月份的每日作物蒸發散量，乘以日數即為特定期間之作物蒸發散量。舉例而言，4月1日至4月10日之作物蒸發散量為 3.88 公釐 / 日 × 10 日 = 38.8 公釐。期間若遇降雨，則需扣除有效降雨量。每日降雨約有 3 公釐被植被截留，而無法進入土壤，因此每日降雨低於 3 公釐者，視為無效，高於 3 公釐者，有效降雨量 = 降雨量 - 3 公釐。

步驟 4. 當預計土壤耗水量即將接近灌溉管理者允許的限度時，開始灌溉

為方便計算，只要雨量足夠，就可以將大雨後設定為計算起點，以步驟 3 為例，如果 3 月 31 日降大雨，則 4 月 10 日土壤耗水量 38.8

公釐，已接近結果期允許之土壤耗水限值 40 公釐，最好於近日內灌溉。以噴灌為例，各生育期柑橘建議灌溉期距整理如表四。

蓄水設施容量建議

應考量水源取得之難易進行規劃。若水源易取得，則以調節配水用途為主，貯水設施容量不必預留過大。若水源取得困難，則須兼具調節及蓄水用途，至少應滿足 1 次灌溉所需之蓄水量，並就在地區域乾旱缺水風險而酌予增大容量設計。參考目前相關補助基準，如核定面積 0.3 公頃以上，最大容量 100 噸。

結語

了解自己果園土壤，並依據作物需求，設定灌溉指標，才能精確估算用水量，適時提供柑橘用水。灌溉水源有限之田區，至少應於旱季與重要生育時期適度灌溉補充水分；確認灌溉系統的容量足夠季節及重要時期需水量，若灌溉系統容量有限，可延長灌溉間距，讓土壤容納更多降雨，提高降雨利用率。灌溉水源充足之田區，可落實水源精準調控之管理，擬定監測程序以確認能適時適量灌水，使柑橘始終有最佳之水分吸收。

表四、柑橘建議灌溉期距 (每次灌溉量 10 公釐)

生育期	採收期	花芽分化期	萌芽開花期	結果期	果實發育期		果實肥大期				轉色期	成熟期
月份	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
灌溉期距 (日)												
大雨後	-	-	○	10	7-8	6-7	7	7-8	8-9	11	-	-
持續乾旱	21	13	3-5	2-3	1-2	1-2	1-2	1-2	1-2	2-3	4-5	6-7

○：視雨量調整 -：表示期間不建議灌溉