



☒ 公開
☐ 密件、不公開

執行機關(計畫)識別碼：0402030300

農業部苗栗區農業改良場114年度科技計畫研究報告

計畫名稱：**建立北部新興柑橘品種生產體系 (第1年/全程1年)**

(英文名稱) **Establishing a Production System for Emerging Citrus Varieties in Northern Taiwan**

計畫編號：114農科-4.2.3-苗-03

全程計畫期間：自 114年1月1日 至 114年12月31日

本年計畫期間：自 114年1月1日 至 114年12月31日

計畫主持人：任心怡

研究人員：張凱傑、蔡正賢

執行機關：農業部苗栗區農業改良場



1141293



一、執行成果中文摘要：

本研究蒐集了解帝王柑與砂糖橘物候期，源於果園面對雨季落果、果實不均與品種差異等問題，因此建立物候期資料對栽培管理參考基礎。試驗結果顯示，兩品種在 3-4 月開花 著果期果實量最高（帝王柑 7604 顆/株、砂糖橘 21160 顆/株），但受 3-5 月連續降雨影響，均在 4-5 月出現生理落果高峰，其中砂糖橘下降更劇烈，結果率迅速降至極低；帝王柑下降較緩，保留較多幼果；6-8 月落果趨緩落果主要為雨後裂果，推測可能與水分及品種特性有關，能留果的進入穩定發育，9-11 月仍有少數落果及裂果，10月底果實轉色，11 月著果率穩定：帝王柑留存 236 顆（留果率 3.1%），砂糖橘留存 552 顆（留果率 2.6%）。果徑調查顯示，兩品種自 5 月起持續膨大進入果實膨大期，帝王柑在 7-9 月快速膨大期增幅較大，因品種特性果徑顯著大於砂糖橘。昆蟲監測顯示薊馬於 4 月達全年高峰，而瓢蟲於 10-11 月明顯上升，呈現與物候期同步的生態動態。綜合而言，兩品種對雨季敏感度、留果能力與果實膨大潛力差異明確，未來可依物候期調整花期管理、雨季保果措施及生態防治時程，以提升產量穩定性。

二、執行成果英文摘要：

This study investigated the phenology of Emperor mandarin and Sugar mandarin to address growers' concerns about rainy-season fruit drop and uneven fruit development. Both cultivars had the highest fruit numbers during March-April, but continuous rainfall from March to May triggered substantial fruit drop, especially in Sugar mandarin, which showed a rapid decline in fruit-set rate. Emperor mandarin dropped more gradually and retained more young fruit.

From June to August, fruit development stabilized, and by November, Emperor mandarin retained 236 fruits (3.1%) and Sugar mandarin 552 fruits (2.6%). Emperor mandarin also showed stronger fruit enlargement during July-September, resulting in a larger final fruit size. Thrips peaked in April, while ladybirds increased in October-November.

These results highlight varietal differences in rainy-season sensitivity, fruit retention, and enlargement potential, offering guidance for timing flowering management, rain-season fruit-retention measures, and ecological pest control.

三、計畫目的：

本計畫以砂糖橘與帝王柑兩種新興中晚熟柑橘品種為對象，旨在建立完整之栽培管理基礎資料，以提升生產穩定性與產業應用價值。

1. 建立品種生育特性與栽培管理基礎資料：透過全年物候期觀察（開花期、幼果期、果實膨大期、成熟期與採收期）記錄兩品種之生育進程，並結合田間調查結果建立落果、裂果等關鍵時期與栽培管理資訊，提供未來果園管理策略之依據。
2. 調查主要病蟲害發生情形：於不同生育期調查有機與慣行果園之主要病蟲害發生動態，其對果實發育及產量的影響，作為果園健康管理與防治時機之依據。
3. 技術及產業推廣依據：整合物候資料與病蟲害調查結果，了解兩品種之生育特性作為後續栽培技術基礎、落果與裂果預防及產業推廣。

四、重要工作項目及實施方法：

工作項目 1：砂糖橘與帝王柑物候期與生長調查

實施方法：



1141293



1. 調查對象與地點

- (1) 於苑裡鎮蕉埔里柑橘果園各一區選定 4-6 年生砂糖橘與帝王柑果樹。
- (2) 每品種隨機選取3株，每株綁定兩組枝組作為固定調查枝。

2. 調查項目

- (1) 生育期調查：記錄枝梢開花情形、落花、初期留果與幼果數量。
- (2) 果實發育調查：錄幼果至成熟期間之果實大小變化形。
- (3) 果實品質測定：果實大小、果重、糖度（°Brix）。

3. 調查頻率：每 2-3 週調查一次，於成熟採收期進行品質測定。

工作項目 2：常見病蟲害發生調查

實施方法：

1. 調查項目

記錄開花期、幼果期、膨大期、成熟採收期常見病蟲害。

2. 調查方法

- (1) 每個園區根據物候期觀察所選定的3棵樹，每棵樹2個枝組，紀錄每批抽梢得到病蟲害的枝條數量，配合抽梢數量，得到不同時間點每批抽梢的罹病率
- (2) 開花期(3/18)開始設置調查東方果實蠅、小黃薊馬、花薊馬以及瓢蟲數量。

五、結果與討論：

1. **開花期著果率至結果率：**帝王柑與砂糖橘在 3-4 月開花與著果期果實量最高，受到 3-5 月連續降雨影響，使兩品種在 4-5 月出現明顯且同步的生理落果高峰。砂糖橘在雨季期間的落果幅度較大，結果率自 4 月中快速下降至極低水平，顯示早期留果能力較弱；帝王柑雖同樣下降，但速度較緩，仍保留部分果實。進入 6-8 月後，主要落果期已結束，兩品種的結果率皆降至低而平穩的狀態，樹體進入穩定發育期；9-11 月為成熟期，結果率變化極小，果實量接近最終留果水準。至 11 月（轉色期），兩品種的最終產量已幾乎確定：帝王柑自原 7604 顆/株，留存 236 顆（留果率約 3.1%）；砂糖橘自 21160 顆/株，留存 552 顆株（留果率約 2.6%）。
2. **果實大小變化：**帝王柑與砂糖橘的果徑自 5 月起呈現穩定且持續的成長趨勢，顯示兩品種在坐果後皆進入正常的果實膨大期。**5-7 月**果徑增加幅度較為平緩，屬果實早期生長階段；到了 7-9 月進入果實迅速膨大的關鍵時期，兩品種的果徑皆明顯增大，其中帝王柑的生長速度較快，果徑持續高於砂糖橘。9-11 月成熟期果徑仍穩定上升，帝王柑在 10 月後果徑增幅更為明顯，最終尺寸顯著大於砂糖橘，顯示品種間果實生長潛力的差異。整體而言，帝王柑在整個生長季的果徑表現均優於砂糖橘，反映其果實膨大能力較強，也符合實務上帝王柑果實較大的品種特性。
3. **特定昆蟲調查：**花薊馬與小黃薊馬的族群變化呈現明顯的物候期關聯性：****開花期（3 月下旬至 4 月上旬）****為薊馬全年最高峰，兩者在 4/1 出現尖峰後迅速下降，推測與花器大量開放、薊馬取食與產卵需求相關。進入 小果期（4 月中旬至 5 月）後，花量減少、環境條件改變，薊馬族群同步驟降並維持在極低水準，對後期果實危害有限。在 果實膨大期（6-9 月）期間，薊馬族群僅呈現零星小幅波動，整體族群量均偏低，顯示夏季果園中薊馬活性不高；相對地，瓢蟲族群雖於春、夏季都維持低量，但在果實逐漸成熟的 9 月下旬至 11 月逐步增加，尤其在 10 月下旬出現明顯高峰，顯示果園秋季天敵活性顯著提升。此時薊馬族群仍維持低量，推測瓢蟲的大量出現有助於穩定害蟲族群與維持果園生態平衡。
整體而言，薊馬高峰明顯集中於開花期，而瓢蟲在果實成熟期明顯增加，兩者族群變化與柑橘物候階段呈現高度伴隨性，也反映果園中害蟲與天敵隨季節變化的典型動態。





六、結論：

本研究呈現帝王柑與砂糖橘從開花至成熟的結果率、生長動態與昆蟲族群變化，比較兩品種在生育特性的差異。春季（3-5 月）連續降雨導致兩品種在 4-5 月出現同步的生理落果高峰，其中砂糖橘對雨季與環境壓力較為敏感，結果率迅速下降；帝王柑則具較佳的留果穩定性。雖然帝王柑留果率較高，但砂糖橘初期著果量龐大，最終至 11 月仍保留較多果實，產量高於帝王柑。果徑生長曲線顯示帝王柑在快速膨大期後段具更強的果實生長潛力，而砂糖橘果實較小但數量多，反映品種市場特性與生產定位的差異。昆蟲族群調查顯示薊馬高峰集中於開花期，瓢蟲則於果實成熟期增加，害蟲與天敵皆與物候同步變化，為季節性管理提供科學依據。

綜合而言，本試驗的價值在於建立了兩品種從花期到採收前的生理-生態資料鏈，清楚釐清品種間的留果能力、果實膨大潛力及對環境干擾的反應差異，並揭示物候期與昆蟲族群的關連性。此結果可作為未來改善栽培管理、調整關鍵生育期介入措施、選擇適應性較佳的品種及推動友善與生態型管理的重要參考。

七、參考文獻：

1. Fonte, A., Garcerá, C., & Chueca, P. (2023). Influence of mechanical and manual pruning on the incidence of pests in 'Clemenules' mandarins. *Pest Management Science*, 79(11), 4390-4402. <https://doi.org/10.1002/ps.7639>
2. Krajewski, A., Schumann, A., Ebert, T., Oswalt, C., Ferrarezi, R. S., & Waldo, L. (2021). Management of citrus tree canopies for fresh-fruit production (SL485). *University of Florida, IFAS Extension*. <https://edis.ifas.ufl.edu>
3. Matias, P., Barrote, I., Azinheira, G., Continella, A., & Duarte, A. (2023). Citrus pruning in the Mediterranean climate: A review. *Plants*, 12(19), 3360. <https://doi.org/10.3390/plants12193360>
4. Ribeiro, R. V., & Machado, E. C. (2007). *Some aspects of citrus ecophysiology in subtropical climates: Re-visiting photosynthesis under natural conditions*. Instituto Agronômico (IAC), Campinas, SP, Brazil.
5. Agustí, M., Reig, C., Martínez-Fuentes, A., & Mesejo, C. (Year). *Advances in citrus flowering: A review*. Instituto Agroforestal Mediterráneo, Universitat Politècnica de València, Spain.
6. Zheng, Y.-q., Yang, Q., Jia, X.-m., Liu, Y.-m., He, S.-l., Deng, L., Xie, R.-j., Yi, S.-l., & Lü, Q. (Year). *Ca(NO) canopy spraying during physiological fruit drop period has a better influence on the tree character and fruit quality of Newhall navel orange (Citrus sinensis Osbeck)*. National Engineering Research Center for Citrus Technology, Southwest University-Chinese Academy of Agricultural Sciences, Chongqing, China.
7. 任心怡, & 張凱傑。 (2024)。砂糖橘管理策略大公開。《苗栗區農情月刊》，298，3-3





砂糖橘與帝王柑物候期、結果率、果實生長與特定昆蟲族群動態之調查

A survey of phenology, fruit-set rate, fruit growth, and key insect population dynamics in Sugar mandarin and Emperor mandarin

摘要

砂糖橘 (*Citrus reticulata* Blanco) 及帝王柑 (*Citrus reticulata* 'Emperor') 為柑橘中晚熟品種，市場接受度佳，近年來因砂糖橘及帝王柑落果及裂果情形發生頻繁，因此本試驗藉由調查兩種柑橘品種著果率之趨勢探討落果嚴重之可能原因。2025 年於苑裡鎮蕉埔里柑橘新興產區進行調查，源於果園面對雨季落果、果實不均與品種差異等問題，因此建立物候期資料對栽培管理參考基礎。試驗結果顯示，兩品種在 3-4 月開花 著果期果實量最高 (帝王柑 7604 顆/株、砂糖橘 21160 顆/株)，但受 3-5 月連續降雨影響，皆於 4-5 月出現生理落果高峰，其中砂糖橘下降更劇烈，結果率迅速降至極低；帝王柑下降較緩，保留較多幼果；6-8 月落果趨緩落果主要為雨後裂果，推測可能與水分及品種特性有關，能留果的進入穩定發育，9-11 月仍有少數落果及裂果，10 月底果實轉色，11 月著果率穩定：帝王柑留存 236 顆 (留果率 3.1%)，砂糖橘留存 552 顆 (留果率 2.6%)。果徑調查顯示，兩品種自 5 月起持續膨大進入果實膨大期，帝王柑在 7-9 月快速膨大期增幅較大，因品種特性果徑顯著大於砂糖橘。昆蟲監測顯示薊馬於 4 月達全年高峰，而瓢蟲於 10-11 月明顯上升，呈現與物候期同步的生態動態。綜合而言，兩品種對雨季敏感度、留果能力與果實膨大潛力差異明確，未來可依物候期調整花期管理、雨季保果措施及生態防治時程，以提升產量穩定性。

This study documented the phenological patterns of Emperor mandarin and Sugar mandarin to address growers' issues with rainy-season fruit drop, uneven fruit development, and cultivar differences. Both cultivars reached peak fruit numbers during the March–April flowering and fruit-set stage (7,604 fruits per tree for Emperor mandarin and 21,160 for Sugar mandarin). Continuous rainfall from March to May caused a major physiological fruit-drop peak in April–May, with Sugar mandarin showing a sharper decline and extremely low fruit-set, while Emperor mandarin retained more young fruit. Fruit drop slowed from June to August, mainly due to rain-induced cracking, and trees that held fruit entered stable development. By November, final retention reached 236 fruits for Emperor mandarin (3.1%) and





552 for Sugar mandarin (2.6%). Fruit-diameter data showed steady enlargement from May, with Emperor mandarin displaying stronger growth during the July–September swelling stage and producing larger fruit. Thrips peaked in April, whereas ladybirds increased in October–November. Overall, the two cultivars differed clearly in rainy-season sensitivity, fruit-retention ability, and fruit-expansion potential, providing useful guidance for improving flowering management, rain-season fruit-retention measures, and ecological pest-control scheduling.

前言

近年來帝王柑與砂糖橘市場些受度佳的新興中晚熟柑橘品種，帝王柑於 11 月下旬至 12 月下旬為主要採收期，而砂糖橘於 12 月中旬至翌年 1 月中旬完成熟上市。兩者皆能接續椪柑產季之後上市，豐富柑橘供應期、穩定市場水果供給，提升柑橘品種多元性。農友在栽培管理中普遍面臨雨季生理落果、果實發育不均及品種差異等問題。北部春季 3–5 月連續降雨常造成大量幼果落果，兩品種對氣候與水分變動的敏感度不同，建立完整的物候資料對於花期管理、雨季保果、病蟲害防治及產量預測做為日後栽培管理依據。

材料與方法

1.1 試驗果園地點與調查株數

114 年調查於苗栗縣苑裡鎮蕉埔里之柑橘果園，於果園中各隨機選定 6-7 年生樹勢良好的砂糖橘與帝王柑果樹各 3 株，於每株綁定 2 組固定枝組(20-30 結果枝)作為長期觀測枝。

1.2 調查項目：

- (1) 生育期調查：記錄枝梢開花、落花、初期留果與幼果數量。
- (2) 果實發育調查：持續量測幼果至成熟期間之果實大小變化。
- (3) 果實品質測定：於採收期測定果實大小、果重及糖度（°Brix）(待補充砂糖橘尚未正式採收)。

1.3 調查頻率：物候生育期調查每 2–3 週進行一次，果實品質於成熟採收期測定。

2. 常見病蟲害發生調查





2.1 調查項目

依物候期，調查開花期、幼果期、果實膨大期與成熟採收期之常見病蟲害發生情形。

2.2 調查方法

配合物候期調查選與相同 3 株果樹，每株 2 組枝組進行病蟲害紀錄。自開花期(3/18)開始掛置黃色黏板，每兩周搜黏板計算小黃薊馬、花薊馬及瓢蟲數量及更新黏板，作為連續性調查，昆蟲調查同步於物候期觀察時進行。

結果與討論

3.1 開花率、著果量與結果率變化

帝王柑與砂糖橘於 3 - 4 月為開花與著果高峰期，圖 1 顯示兩品種在 3 月下旬至 4 月上旬均有最高幼果數（帝王柑 7,604 顆/株，砂糖橘 21,160 顆/株）。受 3 - 5 月連續降雨影響，兩品種皆在 4 - 5 月出現顯著且同步的生理落果高峰（圖 2）。砂糖橘果實量下降速度明顯快於帝王柑，結果率自 4 月中即迅速降低及穩定，顯示其對春季雨水更敏感，早期留果能力較弱。帝王柑雖同樣受到雨季影響，但下降幅度較緩，仍能保留部分果實進入 6 月之後的穩定發育階段。進入果實膨大期 6 - 8 月後，落果趨於平緩，果園主要落果來源轉為雨後裂果，推測與天氣型態及品種水分調節能力相關。9 - 11 月成熟期結果率變化小，顯示最終留果量已大致確定。至 11 月，帝王柑最終留存 236 顆（留果率 3.1%），砂糖橘留存 552 顆（留果率 2.6%；12 月中採收尚未調查完）。

以上此結果推測砂糖橘可能對對雨季敏感度較高，落果反應快速且劇烈。帝王柑留果能力明顯較佳，能在春季雨季後仍保有一定果量。

3.2 果實大小與生長速率

兩品種的果實大小(果徑*果高)自 5 月起持續成長(圖三)，顯示坐果後均進入正常的果實膨大歷程。果實大小於 5 - 7 月變化較平緩，為果實初期發育階段；而 7 - 9 月為快速膨大期，兩品種果徑皆明顯增加，其中帝王柑的成長幅度更高、速度更快。帝王柑自 9 - 11 月成熟期間仍持續呈現明顯增幅，且最終果徑顯著大於砂糖橘，說明：帝王柑果實膨大能力較強，符合其果實較大的品種特性。砂糖橘果徑雖穩定增長，但整體生長幅度不及帝王柑。果實大小差異亦反映不同品種的能量分配與果實生理特性。





3.3 薊馬及瓢蟲族群動態

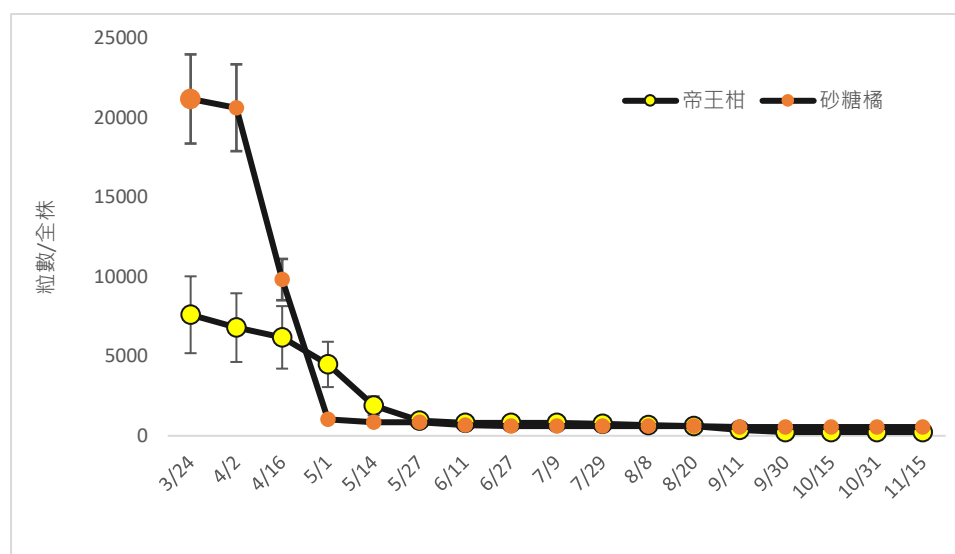
特定昆蟲花薊馬、小黃薊馬及瓢蟲之族群變化具有明顯物候期關聯性(圖四)。

(1) 薊馬族群（花薊馬、小黃薊馬）

全年最高峰出現在 4/1（開花盛期），開花期後花量迅速下降，薊馬族群亦同步下降至低水準，5 月後族群量下降，對果實傷害有限；夏季（6－8 月）活性極低，呈零星波動，趨勢顯示薊馬主要依賴花器為食源棲地，對果園影響集中於花期前後。

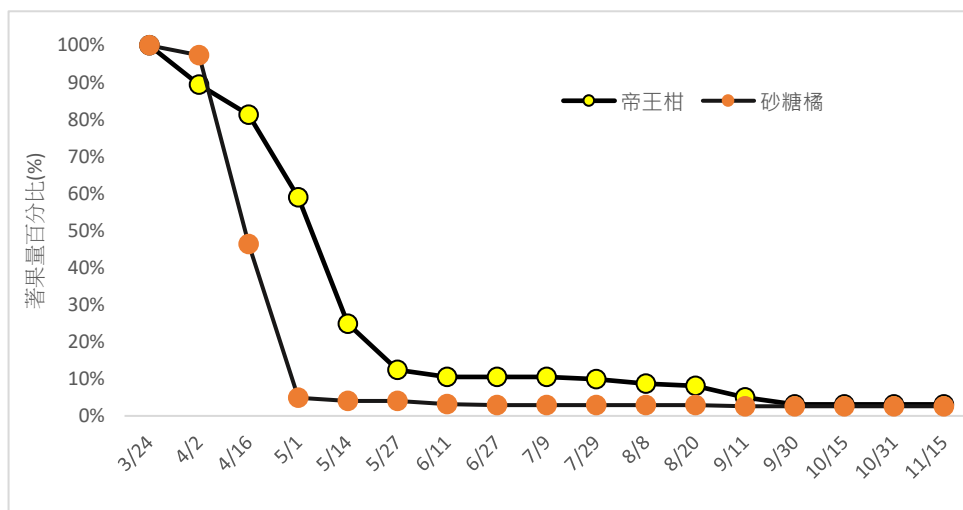
(2) 瓢蟲族群（天敵）

春、夏季族群量偏低，9 月後開始上升，10－11 月出現明顯高峰，秋季天敵族群量提升，有助於穩定果園害蟲族群，瓢蟲於果實成熟期大量出現，可能與果園內食源增加、環境適合度提升或生態鏈季節性調整有關。

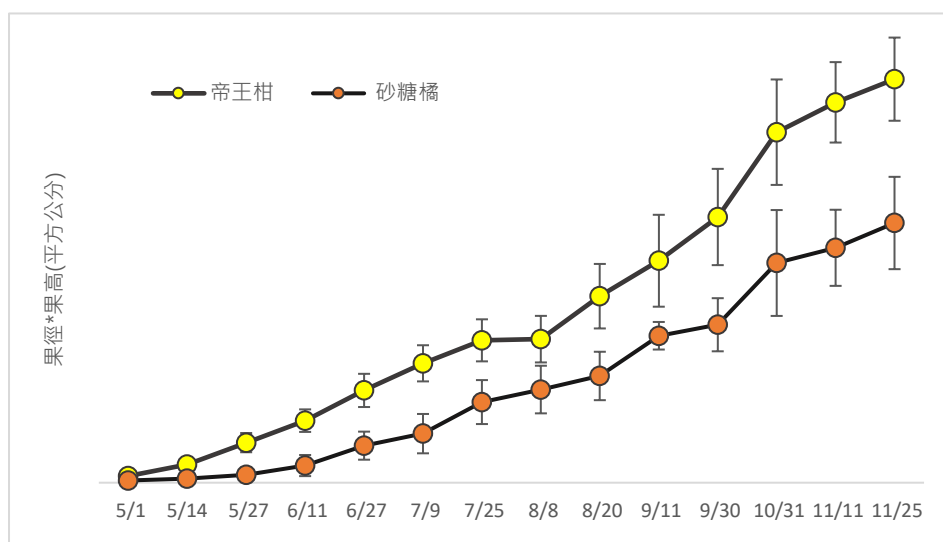


圖一、帝王柑與砂糖橘全株著果量趨勢



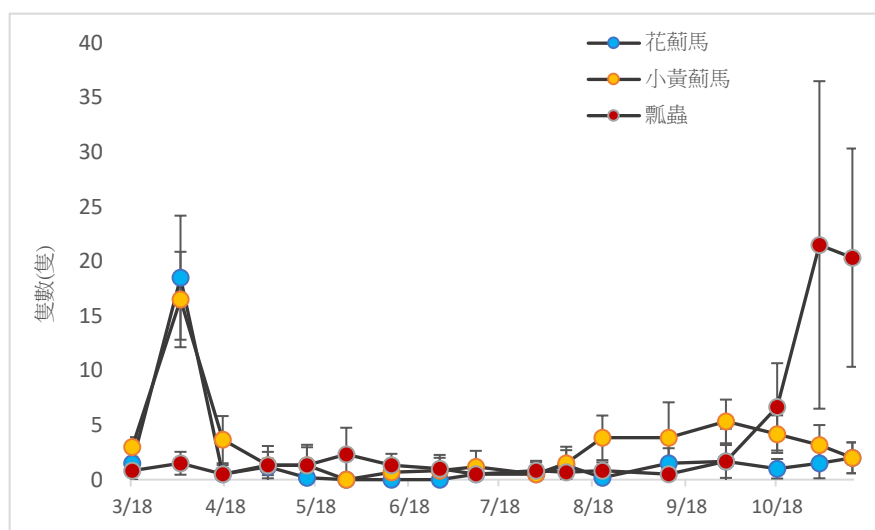


圖二、帝王柑與砂糖橘全株著果量百分比趨勢



圖三、帝王柑與砂糖橘果實大小生長曲線





圖四、花薊馬、小黃薊馬與瓢蟲族群於物候期季節變化

結論

本研究整合全年物候期、生理落果、果實膨大與昆蟲族群監測結果，顯示帝王柑與砂糖橘在生理落果期的生長趨勢、生長特性與特定昆蟲族群變化。雨季（3–5 月）的連續降雨造成兩品種同期出現生理落果高峰，砂糖橘結果率自 4 月中旬快速降至極低；反之帝王柑下降幅度較緩，留果表現相對穩定。果實大小調查顯示，兩品種自 5 月起進入正常膨大期，帝王柑於 7–9 月快速膨大期增幅更為顯著，反映品種間固有的生理生長潛力差異。昆蟲族群動態與物候具有明顯同步性：薊馬於開花期達峰值並隨花量下降而迅速減少；瓢蟲則於果實成熟期顯著增加，顯示秋季天敵活性提升可能有助維持果園生態平衡。綜合而言，雨季落果（氣候）、果實膨大能力（品種生理）以及害蟲與天敵消長（生態因子）影響最終產量與品質。基於本年度的物候資料與生態觀察，本研究所建立的帝王柑與砂糖橘物候資訊，可作為苗栗柑橘產區花期管理、雨季保果策略、果實負載調節及生態防治之參考依據。未來建議結合季節性枝條／葉片的光合作用效率（如春梢、夏梢、秋梢光合曲線與氣孔行為），以釐清雨季落果高峰與光能利用效率之間的關聯；並評估水分變動、生理落果與裂果的因果關係。此外，可進一步探討秋季瓢蟲高峰對害蟲抑制的實際生態功能，作為生態防治參考依據。

