

芒果產期調節研究發展 與產業調適

張錦興

行政院農業委員會臺南區農業改良場副研究員

cschang@mail.tndais.gov.tw

摘要

臺灣芒果是近年來積極推動外銷的果品之一，年產值超過 17,000 仟美元以上。芒果產業的發展歸功於‘愛文’等改良種芒果的引進，與當時爲了改善山地農村經濟而推動「芒果生產專區」等政策輔導有關，促使芒果產業發展，生產面積劇增而超過 15,000 公頃，成爲單一果樹種類面積最大者。然而，芒果產期相當集中，無法滿足市場需求，於是開發了一些產期調節技術以延長供貨期。現今臺灣芒果產期調節技術大致上可分爲利用地理環境的差異、品種、栽培技術等三種方法，地理環境是利用種植地區南北地域性或利用不同海拔高度的氣候差異性，品種則有早、晚生的區別，栽培技術則是利用環剝、摘花、水分控制、設施栽培、藥劑處理等方法，藉由此三種方法的互相配合，臺灣芒果的產期可由 3 月直到 11 月。然而，基於芒果本身的生理特性與臺灣地域性的狹小等限制，若欲達到全年穩定生產的目標有其相對的難度，其間仍有待試驗研究及其商榷的必要性。

關鍵字：芒果、芒果產業、產期調節、植物生長調節劑

前言

芒果原產於印度，據文獻記載在荷蘭據臺期間自東南亞引進臺灣⁽¹⁵⁾，包含肉棧、香棧、柴棧等多種相近品系，由於形態與生育特性相近，故統稱爲「土棧仔」(本地種)，當時大多是小面積栽培，少有產業規模，總生產面積不到 1,000 公頃，直到 1954-1973

年間農復會派員至美國佛羅里達州帶回了‘愛文’等芒果品種(改良種)，經由試種、馴化後，在臺南地區成功推廣了‘愛文’、‘海頓’、‘凱特’、‘聖心’等芒果品種的種植，生產面積大增而漸漸形成產業。因此，芒果產業發展首先應歸功於品種的多樣化，早期臺灣種植土芒果及相關東南亞品系的芒果，產期較早且集中，僅在4-6月間生產，自成功引進栽種這些改良種芒果後，生產由5-8月的‘愛文’芒果，直到8-9月的晚生種‘凱特’，延續了當時整個芒果產業的產期；其次與當時爲了改善山地農村經濟而推動「芒果生產專區」等政策的輔導有關，因當時芒果經濟效益相對高於其它作物，又適合山坡地貧瘠土壤，誘使大批農民改種。故自1974年生產面積開始一路攀升，到達10,000公頃。但隨著產業急遽發展發生了「芒果開花不結果」的事件⁽¹⁾，卻也形成重要轉機，例如：此時期造就了屏東地區芒果產業發展，改變了整個芒果產業結構；學術界對芒果產業更加重視，加強了對其開花生理之研究，建立其花期調節的理論基礎；芒果品種選育工作進展快速，衆多本土芒果品種如‘台農1號’、‘金煌’、‘玉文’、‘金興’等育出，豐富了芒果產業的多樣化。最後在找到「芒果開花不結果」的原因，解決了單位面積產量不彰的問題，終使產業蓬勃發展，在1992年生產面積突破20,000公頃。如今芒果生產面積雖逐年降至15,465公頃⁽¹⁾，總年產值初估達17,000仟美元以上，仍是臺灣單一果樹產業第一的地位。

產期調節

芒果產期調節的方法不外乎有三種：利用地理環境的差異、品種及栽培技術。臺灣芒果產區依南北地理環境的差異，屏東地區盛產主要在5月，臺南地區產期則集中於7月，又可利用不同海拔高度等氣候差異性，配合不同芒果品種，如9月生產的晚生種‘凱特’等，產期已不同於50年前僅能4-6月間生產了。最後是芒果產調的栽培技術導入，一如臺灣芒果品種的發展與地域性的關係，較南部的屏東地區以提早產期爲主，如環剝配合藥劑處理技術；相對的，較北部的臺南地區則以延後產期，如摘花處理等，產期往前、往後延伸，由3-11月皆有芒果可供市場。現今芒果產期調節試驗研究及其運用的情形如下：

一、環剝(girdling)

環剝作用在阻斷韌皮部養分與相關物質的運送，而改變碳水化合物與荷爾蒙的

累積或分佈情形。在果樹上主要應用於矮化、控制樹勢、抑制營養生長、促進開花等^(13,20)。環剝對於芒果生理影響層面包括抽梢、開花等期間組織器官的發育、營養物質分配與光合作用效率的改變等⁽¹³⁾，至於田間實際運用上，環剝處理確可有效提早枝梢成熟與促進花芽分化的情形^(14,20)，但環剝處理易造成樹勢衰弱，尤其以長期環剝為甚，而且不同時間、地區所處理效果並不一致，尚需其它栽培措施的配合。

二、摘花處理

芒果部分品種例如‘愛文’、‘凱特’、‘聖心’等之花穗摘除後，其側芽具有發育為花芽而開花的能力^(2,9,12,16)，此一技術用於延後產期，但需季節、氣候與植株生理條件的配合，例如高海拔地區種植的晚生種‘凱特’進行摘花處理，可成功延後產期到 11 月，但有隔年結果之疑慮及遭受天然災害之風險。

三、水分控制

適度的乾旱可抑制營養生長而可促進芒果花芽分化，因此土壤水分含量可影響開花頻率、開花量、結果量與品質等⁽⁷⁾。研究顯示，部份芒果品種乾旱處理可有效控制過度的營養生長，促進花芽分化而提早花期或增加開花率⁽²⁶⁾，但臺灣屬於季風氣候區，雨季從 4-5 月的梅雨季開始至 9 月，其它季節都有陣雨發生的可能，因此露天下栽種的芒果，利用水分控制花期的難度甚高，必須配合防雨設施進行水分控制才能有效控制芒果開花⁽⁷⁾。

四、設施栽培

臺灣早年曾發生芒果開花不結果的事件，為解決此問題，曾設計試驗研究以簡易溫網室進行花期保護，結果發現不僅有提昇開花與結果率外，亦有提早產期的效果⁽⁸⁾。如今設施芒果的發展以日本為宗，利用設施的環控效果可達到提早或延後產期效果。雖然臺灣地區利用設施加上慎選品種種植，亦可能達到周年生產的目標⁽³⁾，但設施運用於地屬熱帶的南臺灣，高溫問題對花期調控產生的影響，在技術上仍有待解決。然而利用設施內的高溫加速果實生長發育而提早產期功能，若在成本效益許可下，亦是可列入考慮的措施。

五、藥劑處理

(一) 硝酸鉀 (KNO_3)

在熱帶地區利用硝酸鉀可誘導芒果花芽分化⁽²³⁾，但在熱帶高海拔或亞熱帶地區生長的部份芒果品種，噴施硝酸鉀的結果很可能會導致大量營養梢的萌發，而得到反效果⁽¹⁸⁾，這是因為硝酸鉀是屬高含氮物質，處理不當容易誘發枝梢萌發生長。早期國內曾進行硝酸鉀促進芒果開花試驗，但效果並不是很顯著^(2, 16)。

(二) 高磷鉀鹽類

對於高磷鉀鹽類對芒果開花是否具有調節能力，目前較少有這一方面的文獻記載，不過在臺灣業界一直相信施用高磷鉀鹽類具有控制開花的能力，也有一些相關試驗研究^(4, 17)。其理論基礎在於磷是細胞核主要成分，有促進細胞分裂與分化的功能，於是磷肥與促進生殖生長畫上等號，故認為其可以控制營養生長而轉化為花芽。但經多年的試驗結果，高磷鉀鹽類對芒果枝梢成熟與調節花期的效果每年的差異性相當大，對提早花期與增加開花量效果有限。

(三) 乙烯 (ethylene)

在某些特定情形下，乙烯可促進熱帶較低緯度地區的芒果開花^(19, 23)，其可能的作用機制在於抑制新梢的生長，間接抑制生長荷爾蒙類與碳水化合物的生合成與運移，而促進花芽分化。在國內主要是以益收 (ethephon) 藥劑進行處理，但其反應效果不一^(2, 5, 16)，而處理不當時尚有心芽萎縮、落葉與植株老化等不良影響。前項述及運用硝酸鉀對於芒果催花的效用，其機制可能是間接誘導植體內生乙烯生合成所導致的結果⁽²³⁾。另外，利用益收催熟提早果實採收⁽⁵⁾，因此除了調控花期外，縮短果實生育期亦可視為調控芒果產期的另一種模式。

(四) 生長抑制劑 (plant growth retardants)

在所有處理方法中，藥劑處理在芒果花期調節的效果是最為顯著的，也是國內外最普遍使用的方法^(14, 15, 21, 22, 25)。生長抑制劑的種類相當繁多，其中以 GAs 類的抑制物質 PP333 (S-7) 最為有效，利用土壤灌注或葉面噴施皆具有

相當的效果，然而其在土壤與植體間的殘留與對人體危害是必須審慎考慮的⁽²⁴⁾。

整體而言，欲進行芒果的產期調節應了解其開花生理。芒果開花機制有一系列的假說及其理論基礎⁽¹⁸⁾，各種影響開花的因子似乎必須共同存在，彼此間似乎有加成的效果，卻又似乎各自獨立，其間的關係錯綜複雜。因此，同一處理在不同時空背景下進行花期調控會產生不同的結果，無論多重因子或單一處理，這也是造成芒果開花生理難以理解的地方。總結芒果花芽分化的條件，二項最普遍被接受的要件是開花前期應具備：枝梢成熟 (aging) 與感受低溫。溫度需求是相當重要，尤其是臺灣芒果生產地區是接近亞熱帶，在枝梢的休眠期間遭遇乾旱、感受低於 15°C 以下氣溫，對花芽分化是有相當幫助⁽²⁷⁾，這種需求則是對於臺灣臺南地區以北的芒果產區有利。但相對位於熱帶或比較高溫、高濕的地區，這種環境氣候條件「低溫」通常是不存在的，因此枝梢成熟度成爲開花誘導主要因子，這成爲屏東地區調控芒果開花的首要條件。然而營養生長與生殖生長二者總是相對立的，其間的動態平衡如何調控，成了誘導芒果開花的關鍵。

產業調適

臺灣由於農村人力老化，芒果生產面積逐年減少，但至今仍有 15,000 公頃以上，也逐漸形成不同區域性特色。若就早晚生品種進行調適而言，早生的品種多爲小果系列，以土芒果爲大宗，自然花期可早在 11 月間，產期在 3-4 月，但果形較小及果肉品質爲其缺陷，無法滿足市場的需求，其生產面積有逐漸減少的趨勢；相對大果系列引進，造就臺灣芒果產業的發展⁽¹⁵⁾，其中以芒果‘愛文’的產期較早，加上近年來研發相當多晚生品系對產期延長有所幫助，如芒果‘慢愛文’緊接‘愛文’盛產期即是一例。尚有一些具不時花特性的品種，如‘農民黨一號’、‘卓安南’等開發與推廣可填補部份空窗期，然該品種自然花期具有不穩定性，必須配合其它調控技術才有可能在其它產季大量生產⁽³⁾。另外，產調技術利用高海拔或高緯度種植芒果，目前臺南的楠西地區是摘花最盛行的地方，該地區較北氣溫冷涼，芒果‘愛文’可延至 8-9 月。高雄那瑪夏、桃源等地區即是利用以海拔 500-700m 的氣候導致芒果生育差異而延後產期，配合晚生品

種‘凱特’、加上摘花處理延長產期到 11 月，近來中部地區某些業者亦利用這種產期優勢，開始嘗試種植芒果，但延後產期的方式有其相對的風險，結果期的颱風與開花期的低溫、寒流等危害是必須考量的風險。

然而芒果‘愛文’仍是現今臺灣商業主力品種，深受國內外消費者的喜愛，爲了滿足市場的需求，生產者大都採取以化學藥劑配合環剝的方式進行調控，配合產區的地域性，經過處理後雖可將產期提早至 3 月或更早，但長年使用後的結果，其每年開花率表現得相當不穩定。因此，芒果本身的「遺傳特性」與外在的「環境氣候」仍然是左右芒果花芽分化與開花最大的因子，如何調整花期成爲臺灣芒果產業發展的一大挑戰。

最後，產期調節的方法乃是在正常的栽培管理之中外加的一些操作技術，使其有別於正常產季的反季節 (off-season) 生產。一般而言，所謂正常產季是作物本身對於該地環境條件的最大調適所得的結果，反季節則違反物性，常會與週遭環境生態產生衝擊，近年來小黃薊馬 (*Scirtothrips dorsalis* Hood) 開始危害芒果即是一例，因此在作物本身、環境與人爲操作管理上必需支付額外的代價，不僅是產品品質與安全上有所疑慮，成本效益更是一大考驗，如此的產品唯有終端高價市場才能吸收，若是爲了佈局全球拓展國際市場，利用臺灣有限空間進行產期調節，則是必須審慎考慮的。相對的，考慮「佈局全球」，在成本考量與不危及國內農業等種種條件下，規劃異地種植 - 利用南北緯地區季節反差自然栽種再回銷臺灣或行銷全球，也是另一種產期調節的方法。

結語

基於操作技術、人力、成本與效果等因素的考量，臺灣業者習慣利用藥物控制的方便性來進行芒果產期調節。藥物控制不僅對作物、環境造成不良的影響，而過於濫用會造成消費者對於食品安全的疑慮⁽²⁴⁾。然而，臺灣現有芒果品種的生理特性以及臺灣特有氣候條件，仍無法達到全年生產，有鑑於現有生產條件及其利弊，除了應加強對於安全合理的調控技術的研發之外，或許依臺灣現有的地理條件與品種特性進行規劃生產，以果園經營合理化爲基礎，生產優質安全的當令芒果果品以開拓市場，才是最佳的選擇 (6, 15)。

參考文獻

1. 行政院農業委員會 2015 農業統計資料查詢－統計書刊－農業統計年報 <http://agrstat.coa.gov.tw/sdweb/public/book/Book.aspx>。
2. 沈再木、黃弼臣 1980 化學藥品及剪除花穗對芒果花期調節及結果之效應 中國園藝 26: 61-67。
3. 邱國棟、李文立 2013 ‘卓安南’芒果應用於產期調節可行模式之研究 臺灣園藝學會 102 年度年會論文宣讀摘要。
4. 邱國棟、黃基倬、李文立 2012 修剪及磷酸二氫鉀 (KH_2PO_4) 在‘卓安南’芒果產期調節之應用 臺灣園藝學會 101 年度年會論文宣讀摘要。
5. 李雪如 2014 益收在芒果生產上的應用 高雄區農業專訊 88: 10-11。
6. 林宗賢 2006 椽果產業調整方案討論案稿 p.7-12 臺灣果樹產業調整及發展策略研討會專刊。
7. 張明聰、呂俊堅 1995 土壤含水量對芒果生育、產量及品質之影響 臺南區農業改良場研究彙報 32: 45-55。
8. 張明聰、黃杉蔥、呂俊堅 1990 高架式塑膠布覆蓋對椽果生產之影響 臺南區農業改良場研究彙報 25: 91-99。
9. 張明聰、劉銘峰 1987 摘除花穗延長椽果產期之研究 p.119-128 園藝作物產期調節研討會專集 臺中區農業改良場特刊第 10 號。
10. 張林仁、林嘉興、林信山 1988 植物生長調節劑在椽果栽培上之應用 p.267-272 植物生長調節劑在園藝作物之應用研討會專集 臺中區農業改良場特刊第 12 號。
11. 張振宙、陳吉雄、潘莉莉 1979 玉井椽果結果不良原因之調查 中國園藝 25: 140-149。
12. 許仁宏 1983 椽果腋花穗之誘引 中華農學研究 32: 32-38。
13. 陳幼光 1990 芒果環狀剝皮對抽梢、開花、枝梢營養和光合作用的影響 國立臺灣大學園藝研究所碩士論文。
14. 陳幼光、林宗賢、張哲瑋 1991 環狀剝皮對芒果抽梢、開花及營養的影響 p.153-163 園藝作物產期調節研討會專集 II。
15. 陳敏祥 1991 臺灣椽果之栽培概況與展望 p.317-332 臺灣果樹之生產及研究發展研討

會專集。

16. 劉銘峰 1988 植物生長調節劑及耕作處理在芒果產期調節之應用 p.283-290 植物生長調節劑在園藝作物之應用研討會專集 臺中區農業改良場特刊第 12 號。
17. 劉銘峰、張明聰、黃和炎 1988 提前或延後芒果產期需技術 農業技術專刊 45。
18. Davenport, T. L. 2009. Reproductive physiology. In: Richard, E. Litz. The Mango: Botany, Production and Uses. p.97-169. CAB International. UK.
19. Davenport, T. L. and R. Nunez-Elisea. 1997. Reproductive Physiology. Inc Litz, R. E. (ed.) The Mango Botany, Production and Uses. CAB International, Wallingford, UK. pp.69-146.
20. Gaskins, M. H. 1963. Girdling mango seedlings for inducing early fruit bearing. Florida Horti. Agri. Soc. 1755: 360-363.
21. Husen, S., Kuswanto, S. Ashari and N. Basuki. 2012. Induction of flowering and yield of mango hybrid of mango hybrids using paclobutrazol. J. Agric. Food Tech. 2: 153-156.
22. Kulkarni, V. J. 1988. Chemical control of tree vigor and the promotion of flowering and fruiting in mango using paclobutrazol. J. Hort. Sci. 63: 557-566.
23. Maloba, S., J. Ambuko, M. Hutchinson and W. O. Owino. 2016. Effects of ethephon and Potassium nitrate on off-season flower induction in mango. Research Application Summary pp: 241-246
24. Neidhart, S., A. Jaradrattanapaiboon, K. Reintjes, B. Jons, M. Leitenberger, J. Ingwersen, G. Kahl, P. Sruamsiri, T. Streck and R. Carle. 2006. Which risks do result from the application of paclobutrazol in off-season mango production regarding residues in fruit and soil? First results of a long-term field study in northern Thailand. Internat. Symp. 'Towards Sustainable Livelihoods and Ecosystems in Mountaineous Regions', 07-09.03.2006, Chiang Mai, Thailand.
25. Protacio, C. M., R. D. Bugante Jr., G. Molinyawe and G. Paelmo. 2000. Regulation of flowering in 'Carabao' mango trees by paclobutrazol. Philipp. J. Crop Sci. 25: 27-33.
26. Tahir, F. M., M. Ibrahim and K. Hamid. 2003. Effect of drought stress on vegetative and reproductive growth behaviour of mango (*Mangifera indica* L.). Asian J. of Plant Sci. 2: 116-118.

27. Whiley, A. W., T. S. Rasmussen, J. R. Saranah and B. N. Wolestenholme. 1989. Effect of temperature on growth, dry matter production and starch accumulation in ten mango (*Mangifera indica* L.) cultivars. J. Horti. Sci. 64: 753-765.

The Study of Off-season Production and It's Development of Mango (*Mangifera indica* L.)

Chin-Hsing Chang

Associate Researcher of Tainan DARES, COA

cschang@mail.tndais.gov.tw

Abstract

In Taiwan, mango is selected among the fruits industry to be a vital importance fruit by government for the export plan. Thanks for introduced mango new varieties, including 'Irwin', 'Keitt' etc., from USA and promoted the 'improvement of farmers' livelihood at hillside area' plan by government during 1954-1973, the mango industry developed so fast that its planted area is up to 15,000 ha. And now, it is the biggest fruit industry and gross output value is more than 1,700,000 dollars. But the mango production period is concentrate almost on 2-3 months of a year in Taiwan. It must be regulated to match the demand of the market. There are three methods to forcing or regulate mango production period in Taiwan. First, we planted mango at different latitude area or altitude area which can slightly change their production period due to the climate difference. Secondly, more and more mango varieties such as early/late harvest varieties were bred and planted. Finally, the culture techniques, including girdling, panicle pruning, controlled water status, facility protection and plant growth regulators etc, were used to combine with the different varieties at different area, we can elongate the mango production period from March to November. However, those are not enough for the market demands. It should be need more research and plans to reach the goal for all-year-round production of mango in Taiwan.

Key words: mango, mango industry, forcing, plant growth regulators