

溫度、枝梢成熟度與內生賀爾蒙對荔枝花芽形成 與花序發育之影響

邱仕寬¹⁾ 張哲嘉²⁾

關鍵字：荔枝、花芽形成、涼溫、純花序、帶葉花序、枝條成熟度、植物賀爾蒙

摘要：荔枝 (*Litchi chinensis* Sonn.) 為亞熱帶常綠果樹，其花芽形成與發育受多種因子影響。涼溫 (<20°C) 為誘導花芽分化的最重要之因子，多數荔枝品種皆須在 20°C 下 4-8 週方能產生花序原體 (floral primordia；俗稱“白點”，whitish millets)。間歇性抽梢 (flush cycles) 為荔枝枝條生長的特點，成熟之葉片方能感應涼溫產生花序原體。荔枝節上經適度涼溫誘導後頂芽產生之生殖枝 (generative shoot or reproductive shoot) 為混合芽 (mixed bud)，同時具有花序原體與初生葉 (rudimentary leaf)，並因初生葉的發育與否形成不同的花序型態，此受溫度影響。在涼溫下初生葉葉柄基部會因細胞程序性死亡 (programmed cell death)，造成初生葉脫落，花序原體則持續分化與發育，生成花序軸與小花原體，最終形成純花序 (leafless inflorescence)。若在暖溫下初生葉則不會脫落並持續生長形成同時帶有葉片與小花之帶葉花序 (leafy inflorescence)。荔枝花芽形成前木質部內會有 Cytokinin 提高與 GA_s 下降之趨勢，因此 Cytokinin 可能可促進花芽的產生，GA_s 則具抑制作用；但外施 Cytokinin 尚無法有效提早荔枝花芽的出現，而於秋季時施 GA₃ 則可提高帶葉花序比率。

前 言

荔枝 (*Litchi chinensis* Sonn.) 為無患子目 (Sapindales) 無患子科 (Sapindaceae) 荔枝屬 (*Litchi*) 的唯一物種 (Leenhouts, 1978)，原產於中國華南至越南北部之熱帶闊葉林中，栽培歷史非常悠久，可能於西元前 2000 年就已被人類利用 (李, 2008；Stern and Gazit, 2003)。

北半球荔枝產期主要介於 4-8 月間，台灣則集中於 5-7 月 (張和張, 2017)。目前荔枝

1) 國立中興大學園藝學系碩士班研究生。

2) 國立中興大學園藝學系教授，通訊作者。

雖廣泛栽培於全球亞熱帶地區，包含台灣、中國大陸、東南亞、印度半島、南非、模里西斯、佛羅里達、以色列、澳洲等地 (Stern and Gazit, 2003)，但栽培地區主要集中於東亞，全球年產量超過 400 萬公噸，栽培總面積約 75-80 萬公頃 (陈等, 2019; 齐等, 2019)。

荔枝於清朝中葉由漢人引入台灣，零星種植於屏東及新竹地區，至 1960 年代才開始有大規模的栽培，並發展成一重要果樹產業 (張和張, 2017; Chang *et al.*, 2009)，1980 年代產業發展至頂峰，栽培面積達 14,682 公頃。目前荔枝為台灣第六大栽培果樹，僅次於柑橘、香蕉、芒果、鳳梨、龍眼，2019 年栽培面積達 9,883 公頃，近 10 年產量則於 95,000 公噸至 25,000 公噸間波動，而花芽發生的不穩定即是導致產量波動的原因之一，然而屬亞熱帶常綠果樹之荔枝，其生殖生長受多項因素調控，有鑒於此，本文歸納與探究溫度、枝梢成熟度與內生植物賀爾蒙等影響荔枝花序生成之因素，以供荔枝栽培與生產之參考。

荔枝花芽產生與花序形成之過程

一般果樹花芽的產生可分為：1.花芽誘導 (floral induction)、2.花芽創始 (floral initiation)、3.花芽分化 (floral differentiation)、4.花芽發育 (floral development) 及 5.開花 (anthesis) 等階段 (林, 1987; 李 2008)，然在荔枝中各階段的分界點及研究仍不充分 (李, 2008)。

花芽誘導為開花的第一個步驟，通常需伴隨著一些環境的刺激，如溫度、光週期等，當誘導刺激達到一定門檻後，即進入花芽創始。花芽創始為分生組織由營養生長轉變為生殖生長之改變，而分生組織由營養態轉變生殖態的過程則可另稱為花芽呼喚 (evocation) (林, 1987)，最後為花芽分化及發育。李 (2008) 將荔枝花芽的產生過程分為：1.誘導 (floral induction)、2.創始 (floral initiation)、3.分化 (floral differentiation) 等三個階段，誘導為分生組織受環境因子影響而產生內在生理生化之變化；創始為型態變化的開始，指誘導後分生組織型態改變並形成花序原體；最後分化階段則包含花序分枝、小花、花器各部形成的過程。

荔枝屬於亞熱帶常綠果樹，屬於日中性植物 (day neutral plant) (Nakata and Watanabe, 1966; Stern and Gazit, 2003; Davenport and Stern, 2005)，其開花不受光週期調控，但受溫度影響。涼溫 (cool temperature) 被認為是促使荔枝開花的先決條件 (李, 2008)，在台灣荔枝的花芽呼喚期多發生於 11 月至 1 月間 (林, 1987)，此時荔枝感應涼溫而產生花序原體 (floral primordia)，然而荔枝之花芽創始並不穩定，造成荔枝產量的不規律且低落 (Menzel, 1983; O'Hare, 2002; Stern and Gazit, 2003; Huang and Chen, 2005)。

李等 (2008) 將荔枝花序的形成與發育分為：1.花序原體形成期、2.花枝軸分化期及 3.花器分化期等三個時期。花序原體形成期為花序發育的開始，在經過適度的涼溫誘導後荔枝頂芽及部分腋芽會萌出短小的生殖枝 (generative shoot or reproductive shoot) 並於葉腋帶

有俗稱“白點”(whitish millets)之花枝軸原基(李, 2008; Huang and Chen, 2005), 此“白點”被視為花序原體 (floral primordia)及荔枝開花的指標(林, 1987; 李, 2008; Huang and Chen, 2005), 但此時“白點”仍可能因高溫等環境因素而敗育 (abortion), 因此“白點”的出現不代表花序的形成(林, 1987; Huang and Chen, 2005), 其尚未完成花芽創始, 仍處於花芽呼喚的過渡階段(林, 1987)。

緊接著為花枝軸分化期, 此時的“白點”須在略高於涼溫誘導的溫度下持續生長直至萌發 (Huang and Chen, 2005), “白點”萌發後則進入花芽分化 (floral differentiation)與發育 (floral development)的階段, 萌發後“白點”分化會形成側花序 (secondary axis), 而原先短小之生殖枝則形成花序主軸 (main axis)並快速伸長, 同時於分枝中產生次一級的分枝發育後形成圓錐花序 (panicle)之雛形(林, 1987; 李等, 2008)。

最後則為花器分化期, 於花枝軸分化期時分枝上會持續分化產生許多細小之“白點”, 此時之“白點”並非花序原體 (或花枝軸原體)而是小花原體 (floret primordia), 花器分化期時這些白點會由花序基部開始陸續發育形成小花, 於二級或三級的分枝上則由頂端開始向下發育, 小花原體形成後, 其基部兩側將在持續生成次一級的小花原體而成為二出聚繖花序 (林, 1987), 並依續分化出各花萼、雄蕊、雌蕊等花器構造, 最終形發育成完整花序 (inflorescence) (林, 1987; 李等, 2008)。

溫度對荔枝開花與花序發育之影響

一、溫度與花序型態

荔枝的新梢可分為營養梢 (vegetative shoot)及生殖梢 (generative shoots)兩種型態, 其中生殖梢又可依初生葉 (rudimentary leaf)是否發育分為帶葉花序 (leafy inflorescence)及純花序 (leafless inflorescence)兩種, 而前者又可再分為混合型花序 (mixed inflorescence)及過渡型花序 (transition inflorescence), 混和型花序葉片會與花序的分枝共同著生於花序主軸上, 而過渡型花序則是新梢基部為葉片末梢為花序的分布型態 (Davenport and Stern, 2005; Lee and Chang, 2019)。

荔枝經涼溫誘導後所萌出之生殖芽為混合芽 (mixed bud), 同時具有花序原體 (白點)和初生葉, 並因溫度高低決定後續花序型態, 較高的溫度下會有較高比例的帶葉花序 (O'Hare, 2002)。*'Nuomici'* 在 18/13°C 的涼溫下初生葉葉柄 (petiole)基部會形成脫落區 (abscission zone), 脫落區於芽體萌發後 10-20 日間出現, 由多層細胞所構成, 此區細胞膨大, 兩側由幾層扁平且排列緊密的細胞構成分界, 並於芽體萌發後 30-40 日脫落而形成純花序; 然於 28/23°C 的高溫下脫落區將不會出現, 且初生葉將持續生長形成葉片而成為混合型的帶葉花序, 若溫度持續升高“白點”甚至會萎縮且消失, 回復成為營養梢 (Yang *et al.*, 2017)。初生葉的脫落, 是因細胞程序性死亡 (programmed cell death)所造成, 相較於高溫

環境下，造成細胞程序性死亡和組織衰老的基因在低溫下的表達量較高，可能是導致初生葉脫落之原因 (Yang *et al.*, 2017)。

過渡型花序的產生則與生育期溫度短時間內的變化有關，當營養芽萌發時溫度突然驟降即可能出現過渡型花序 (Davenport and Stern, 2005)，Batten 和 McConchie (1995) 亦指出，當芽萌發後快速的將植株移入 20°C 左右的涼溫環境下，就會出現基部為葉片頂部為小花的花序，而花序與葉片的分布比率則與移入涼溫時芽和新梢的發展程度有關，若新梢生長的越大葉片比例則越高，反之若移入涼溫時芽剛萌發則葉片比例就會越少。

二、溫度與花芽誘導

涼溫是使荔枝開花的必要條件，目前尚未有任何使荔枝未經涼溫誘導即產生花芽之報導 (李, 2008)，在澳洲各品種荔枝有效的誘導溫度在 20°C 左右，超過 20°C 將減少荔枝花序的產生，其所需之誘導時間約 4-8 週 (Menzel and Simpson, 1995)。然不同品種的荔枝間花芽誘導所需之涼溫差異甚大 (Stern and Gazit, 2003; Ding *et al.*, 2015)，Menzel 和 Simpson (1994) 指出在日夜溫 20/15°C 的誘導條件下，7 種不同的荔枝品種開花率在 11%-99% 波動，Stern 和 Gazit (2003) 則歸納多種荔枝品種的有效誘導溫度，日溫介於 22-15°C，夜溫則介於 15-5°C 不等。在台灣'糯米糍'需在日夜溫 15/13°C 下誘導 7 週才可見到花序抽出 (張等, 1997)，但低涼溫需求的'玉荷包'卻僅需在 23.42°C 下誘導 3343 低溫小時 (CDHs) 即可順利長出花序 (Chen *et al.*, 2016)。

品種間涼溫所需之差異可能肇因於 *LcFT1* 啟動子對涼溫敏感之不同 (Ding *et al.*, 2015)，近年來 *FT* (*FLOWERING LOCUS T*) 已被證明對植物的開花有著直接影響，其蛋白質則被認為是尋找已久的開花激素 (Florigen)。在廣東，屬於低涼溫需求之'三月紅'於 11 月氣溫低於 25°C 時 *LcFT1* 即開始大量表達，然而高涼溫需求之'馬桂荔'卻需於 1 月氣溫低於 15°C 時才開始表達 (Ding *et al.*, 2015)，此外 *LcFT1* 約於感應涼溫後 4 週才有明顯的表現量提升 (Ding *et al.*, 2015)，與先前誘導所需時間 4-8 週相符。

O'Hare (2004) 以 'Tai so' 盆株為材料放入 28/23、23/18、18/13°C 三種氣溫之生長箱內，並搭配 25、20、15°C 三種不同根溫，發現於 28/23°C 的氣溫下即使根溫降低亦不會有花芽的產生，反而造成生產的遲緩，因此單獨根溫的降低則對花芽誘導沒有效果，仍需氣溫同時降低方能誘導成花。

枝條成熟度對荔枝花芽產生之影響

間歇性抽梢 (flush cycle) 是荔枝枝條的生長特性，荔枝新梢萌發後會快速的抽長，接著新葉的萌發，同時頂梢再次進入停梢 (quiescence) 的階段，此時的新葉則持續發育直至成熟，葉片顏色由淡綠轉至深綠，葉綠素逐漸累積，一段時間後頂芽則再次萌發 (O'Hare, 2002)。停梢時間的長短與溫度呈現負相關，溫度高時兩次生長間的時間會較短 (Olesen *et*

al., 2002; O'Hare and Turnbull, 2004), 此外水分的缺乏、營養不足亦可能導致停梢期的延長 (Menzel, 1983)。荔枝自夏季採收後至冬季前頂芽可抽梢 3-4 次, 每次自頂芽萌發到葉片成熟約需 6 週的時間 (Olesen *et al.*, 2002), 以 10°C 為基礎溫度 (base temperature) 時約等於 560°C 的累積溫量 (Fu *et al.*, 2014)。

O'Hare 和 Turnbull (2004) 指出荔枝新梢與根呈現交錯生長之狀態, 每當新生根長至 5-6 公分左右, 即停止生長同時頂芽開始萌動, 頂芽停梢時則又輪到根的生長。在荔枝中 Cytokinin 於根合成後向莖頂運移, 其含量隨著新生根系生長而增加, 並在頂芽萌發時濃度達到最高 (O'Hare and Turnbull, 2004), 此外在頂芽剛停梢時外施 100ppm 之 Zeatin riboside 可有效減少停梢之時間 (O'Hare and Turnbull, 2004)。因此荔枝新梢之生長與停梢, 可能受新生根與 Cytokinin 運移之影響, 當根部生長不良時亦會影響頂梢之生育。

一般認為, 荔枝進入花芽誘導前, 頂梢必須處於停梢階段 (Menzel, 1983; Huang and Chen, 2005), Menzel (1983) 稱此階段為營養休眠期 (vegetative dormancy)。O'Hare (2002) 將荔枝頂梢生長分為抽梢期 (flush) 與抽梢間期 (interflush) 兩個生長階段, 並再各自分為下列兩個子階段: 1. 抽梢期 I (flush-1): 芽體萌發、2. 抽梢期 II (flush-2): 節間伸長和葉片展開、3. 抽梢間期 I (interflush-1): 葉片逐漸發育但尚未完全成熟及 4. 抽梢間期 II (interflush-2): 葉片完全成熟且頂芽處於停梢狀態, 四階段可分別對應 BBCH-scale 之 113、115、117、119 (Wei *et al.*, 2013)。對四種階段之 'Tai so' 盆株施以 18/13°C 涼溫處理, 可發現四種階段之盆株新梢之生長呈現不同情形, 處於抽梢期 I 之盆株全數發育成營養梢, 抽梢期 II 及抽梢間期 I 則形成短小且發育不良之花序, 抽梢間期 II 則全數形成正常花序 (O'Hare, 2002), 因此若要使荔枝產生良好之花序, 在進入花芽誘導時, 頂梢必須發育至抽梢間期 II 的階段, 若處於抽梢期 I 至抽梢間期 I, 則無法有效感應涼溫而減少開花, 顯示成熟葉片對花芽誘導的重要性。

Ding 等 (2015) 亦指出, 在 '妃子笑' 中 *LcFT1* 僅會在成熟葉片中表達, 幼葉及枝條中 *LcFT1* 並沒有大量的表現。因此於秋末抑制營養梢之生長為促使荔枝正常開花的必要條件, 若枝條秋冬季抽梢, 將因頂梢葉片尚未成熟而造成花芽創始不佳, 在台灣多數生產者會於秋冬季噴施益收生長素 (ethephon) 或是以人為摘除新梢的方式控制新梢生長 (陳, 1994; Chang *et al.*, 2009)。

植物賀爾蒙與荔枝花芽產生之影響

植物賀爾蒙對荔枝開花影響之研究較為缺乏 (Stern and Gazit, 2003), 荔枝花芽形成前 30 日至花芽形成時, 木質部內的 GAs 含量會有顯著性的下降, 而 Cytokinin 有上升的趨勢, IAA、ABA 則處於穩定的狀態 (Chen, 1990)。Chen (1991) 指出 Cytokinin 於花芽出現後含量會有顯著性的提升, 顯示 Cytokinin 可能促進荔枝的花芽創始, 然對停梢之頂芽外

施 Kinetin 卻無法有效提早使花芽出現，但有提高花芽比例的效果 (Chen, 1991)，因此 Cytokinin 雖與荔枝花芽的產生有關但並不是直接之原因。

在荔枝木質部內，GA_s 於葉片生長時濃度最高，而花芽產生前 30 日會急遽的下降 (Chen, 1990)，因此 GA_s 對荔枝花芽創始可能具有抑制作用，此外於入冬時對'玉荷包'施用 GA₃ 將導致帶葉花序比率提升 (Chen *et al.*, 2014)，亦顯示 GA₃ 對荔枝花序的發育有負面效果。

秋季抽梢時施用乙烯類生長調節劑可促進荔枝的開花，於秋末萌出之新梢於冬季時仍處於未成熟之狀態，因此不利於感應涼溫而減少開花，而施用乙烯可使新梢葉片脫落，抑制頂芽生長 (陳, 1994)，使芽於停梢階段進入冬季而接受涼溫的誘導，在台灣許多生產者會以益收生長素(ethephon)進行控梢，而提升次年開花比例 (陳, 1994; Stern and Gazit, 2003; Davenport and Stern, 2005; Chang *et al.*, 2009)。

參 考 文 獻

- 林宗賢。1987。荔枝開花與花序型態。臺中區農業改良場特刊 10: 65-76。
- 張哲璋、張育仁。2017。荔枝產業結構的調整與產期調節研究。臺中區農業改良場特刊 134: 101-112。
- 陳溪潭。1994。荔枝枝梢生長與花穗形成之探討。臺南區農業改良場研究彙報 31: 23-34。
- 齊文娥、陳厚彬、羅滔、宋鳳仙。2019。中國大陸荔枝產業發展現狀、趨勢與對策。廣東農業科學: 46(10): 132-139。
- 李建国。2008。荔枝學。中國農業出版社。610pp。
- 陳厚彬、歐良喜、李建国、蘇鈞賢、楊勝男、吳振先、胡卓炎。2019。新中國果樹科學研究 70 年-荔枝。果樹學報 36(10): 1399-1413。
- Batten, D. J. and C. A. McConchie. 1995. Floral induction in growing buds of lychee (*Litchi chinensis*) and mango (*Mangifera indica*). Aust. J. Plant Physiol. 22(5): 783-791.
- Chang, J. C., T. S. Lin, C. R. Yen, J. W. Chang, and W. L. Lee. 2009. Litchi production and improvement in Taiwan. J. Agric. Assoc. Taiwan 10(1): 63-76.
- Chen, P. A., C. L. Lee, S. F. Roan, and I. Z. Chen. 2014. Effects of GA₃ application on the inflorescence and yield of 'Yu Her Pau'litchi. Sci. Hortic. 171: 45-50.
- Chen, P. A., S. F. Roan, C. L. Lee, and I. Z. Chen. 2016. Temperature model of litchi flowering-from induction to anthesis. Sci. Hortic. 205: 106-111.
- Chen, W. S. 1990. Endogenous growth substances in xylem and shoot tip diffusate of lychee in relation to flowering. HortScience 25(3): 314-315.
- Chen, W. S. 1991. Changes in cytokinins before and during early flower bud differentiation in

- lychee (*Litchi chinensis* Sonn.). *Plant Physiol.* 96: 1203-1206.
- Davenport, T. L. and R. A. Stern. 2005. Flowering. In: *Litchi and longan: Botany, production, and uses*, Menzel and Waite (eds.). CABI, Wallingford. pp. 87-113.
- Ding, F., S. Zhang, H. Chen, Z. Su, R. Zhang, Q. Xiao, and H. Li. 2015. Promoter difference of *LcFT1* is a leading cause of natural variation of flowering timing in different litchi cultivars (*Litchi chinensis* Sonn.). *Plant Sci.* 241: 128-137.
- Fu, X. Y., W. P. Mo, J. Y. Zhang, L. Y. Zhou, H. C. Wang, and X. M. Huang. 2014. Shoot growth pattern and quantifying flush maturity with SPAD value in litchi (*Litchi chinensis* Sonn.). *Sci. Hortic.* 174: 29-35.
- Huang, H. B. and H. B. Chen. 2005. A phase approach towards floral formation in lychee. *Acta Hortic.* 665: 185-194.
- Lee, Y. C. and J. C. Chang. 2019. Leafless inflorescence produces more female flowers and fruit yield than leafy inflorescence in 'Yu Her Pau' litchi. *HortScience* 54(3): 487-491.
- Leenhouts, P. W. 1978. Systematic notes on the Sapindaceae-Nephelieae. *Blumea* 24: 395-403.
- Menzel, C. M. 1983. The control of floral initiation in lychee: a review. *Sci. Hortic.* 21(3): 201-215.
- Menzel, C. M. and D. R. Simpson. 1992. Flowering and fruit set in lychee (*Litchi chinensis* Sonn.) in subtropical Queensland. *Aust. J. Exp. Agri.* 32: 105-110.
- Menzel, C. M. and D. R. Simpson. 1994. Lychee. In: *Handbook of environment physiology of fruit crops. Vol. 2. Subtropical, and tropical crops*, Schaffer and Anderson (eds.). CRC Press, Boca Roton, FL. pp.123-145.
- Menzel, C. M. and D. R. Simpson. 1995. Temperatures above 20°C reduce flowering in lychee (*Litchi chinensis* Sonn.). *J. Hort. Sci.* 70: 981-987.
- Nakata, S. and Y. Watanabe. 1966. Effects of photoperiod and night temperature on the flowering of *Litchi chinensis*. *Bot. Gaz.* 127(2/3): 146-152.
- O'Hare, T. J. 2002. Interaction of temperature and vegetative flush maturity influences shoot structure and development of lychee (*Litchi chinensis* Sonn.). *Sci. Hortic.* 95: 203-211.
- O'Hare, T. J. 2004. Impact of root and shoot temperature on bud dormancy and floral induction in lychee (*Litchi chinensis* Sonn.). *Sci. Hortic.* 99: 21-28.
- O'Hare T. J. and C. G. N. Turnbull. 2004. Root growth, cytokinin and shoot dormancy in lychee (*Litchi chinensis* Sonn.). *Sci. Hortic.* 102: 257-266.
- Olesen, T., C. M. Menzel, N. Wiltshire, and C. A. McConchie. 2002. Flowering and shoot elongation of lychee in eastern Australia. *Aust. J. Agric. Res.* 53: 977-983.
- Stern, R. A. and S. Gazit. 2003. The reproductive biology of the lychee. *Hort. Rev.* 28: 393-453.
- Wei, Y. Z., H. N. Zhang, W. C. Li, J. H. Xie, Y. C. Wang, L. Q. Liu, and S. Y. Shi. 2013.

Phenological growth stages of lychee (*Litchi chinensis* Sonn.) using the extended BBCH-scale. *Sci. Hortic.* 161: 273-277.

Yang, H. F., X. Y. Lu, H. B. Chen, C. C. Wang, and B. Y. Zhou. 2017. Low temperature-induced leaf senescence and the expression of senescence-related genes in the panicles of *Litchi chinensis*. *Biol. Plant.* 61(2): 315-322.

Effects of Temperature, Shoot Maturity, and Endogenous Hormones on Flower Bud Formation and Inflorescence Development in Litchis

Shih-Kuan Chiu¹⁾ Jer-Chia Chang²⁾

Key words: Litchi, Floral formation, Leafless inflorescence, Leafy inflorescence, Cool temperature, Shoot maturity, Plant hormones

Summery

Litchi (*Litchi chinensis* Sonn.) is a subtropical evergreen fruit tree. Its floral induction is mainly regulated by cool air temperature. For most litchi cultivars, the floral primordia (“whitish millets”) formation must induce under 20°C for 4-8 weeks. Furthermore, shoot maturity also affects floral induction in litchi. The shoots have a characteristic of flush cycles, but only tip of mature terminal flush can be induced by cool temperature. Litchi could develop a short generative shoot that has floral primordia and rudimentary leaves after induction. According to the development of rudimentary leaves, the generative shoot could develop into different panicle types. Under cool temperature, the petiole base of rudimentary leaves could still form an abscission zone and abscise due to programmed cell death. Concurrently, floral primordia still differentiate and develop into paracladiums, and florets became leafless inflorescence. However, at warm temperature (28°C), rudimentary leaves could not abscise and form leafy inflorescence. Gibberellin content was low in the xylem sap before flower bud formation, and cytokinin was high. These results indicate that cytokinin is promoted by flower bud formation and gibberellin is inhibited.

1) Graduate student, Department of Horticulture, National Chung Hsing University.

2) Professor, Department of Horticulture, National Chung Hsing University.

