

晶圓梨二次催芽新梢芽體分化觀察之研究¹

徐錦木²、張林仁²

摘 要

栽培在彰化縣大村鄉臺中區農業改良場實驗田12年生晶圓梨，在2013年9月5日全株噴施0.8%之氰胺，噴施後5~7天芽體重新萌動，萌芽後8~13天盛花，萌發的新梢大多形成短梢，於萌芽後20天停梢，停梢後頂芽及腋芽開始膨大。外部鱗片初期為綠色，隨發育過程由頂端開始向基部褐化，萌芽後76天鱗片大部份已褐化僅存底部殘留綠色，切片觀察莖頂生長點突出，已進入花芽分化期。萌芽後90天芽體於解剖顯微鏡下已見花序軸形成，萌芽後104天芽體固定切片可分辨雌、雄蕊構造，已完成花芽分化。此次實驗二次催芽所萌新梢，在短日情形亦能進行花芽分化，顯示花芽分化和養分蓄積有關。

關鍵字：二次催芽、花芽分化、晶圓梨

前 言

溫度會影響溫帶落葉果樹的生長發育過程，如誘引進入休眠、休眠時期的長短、深淺及打破休眠等各種生理現象。進入休眠狀態的芽體，打破休眠主要有二個過程：(1)低溫累積量滿足植株低溫需求⁽¹⁹⁾。(2)積溫量累積滿足植株開花及萌芽所需^(8,19)。豐水梨在冬季累積低溫量不足時，會致使進入休眠芽體無法重新萌芽生長，導致芽體褐化死亡^(3,4,10,12,13,17,18,26)。除冬季低溫會對溫帶作物打破休眠及生長影響，在生長季的溫度也會影響溫帶作物芽體分化及生理落果，如佐藤錦櫻桃在萼片到花瓣分化期，高溫超過30°C以上時容易導致分化異常⁽⁷⁾。

豐水梨為具有重要經濟價值的日本梨品種，打破休眠需要800低溫單位(chill-unit)^(22,26)，在日本梨中屬於低溫需求較少的品種。全球氣溫逐漸暖化過程中，日本九州地區所種植的植株，在春季的枝枯率大幅提昇⁽¹⁶⁾；在紐西蘭及巴西文獻報告，暖冬年份第二年春天花芽壞死比率大幅提高到6成甚至達9成以上^(9,10,12,13,17,18,24)，造成減產形成產業問題，影響因素有樹齡^(12,13)、秋冬季高溫^(10,12,13,14,15,18,26)、秋季施肥過高⁽¹⁶⁾、低溫不足未完全打破休眠^(10,12,13,26)及凍害^(12,13,16)等因素所造成的生理障礙。豐水梨在臺灣中、低海拔栽種時，秋、冬季平均氣溫偏高，再加上冬季低溫累積量不足，導致翌年萌芽不整齊，每芽的花朵數少，生長季葉片捲曲，枝條生育偏弱，9~10月落葉開不時花，所結果實越冬時會裂果、品質低劣及果粒偏小不具經濟性^(2,3,4)。未萌發芽體內部花序壞死，基部葉芽再分化(圖一A)，外觀鱗片鬆散，翌年萌發率

¹ 行政院農業委員會臺中區農業改良場研究報告第0854號。

² 行政院農業委員會臺中區農業改良場助理研究員。

低^(2,3,4)，是無法經濟栽培主因。在臺灣中、低海拔地區，因秋冬高溫使生長季可延長至12月底，於8月份果實採收後，用催芽方式促使芽體重新萌發新梢，利用4~5個月生長時間，在新梢上芽體重新分化形成花芽，解決因秋冬高溫所造成花芽壞死的現象^(3,4)。

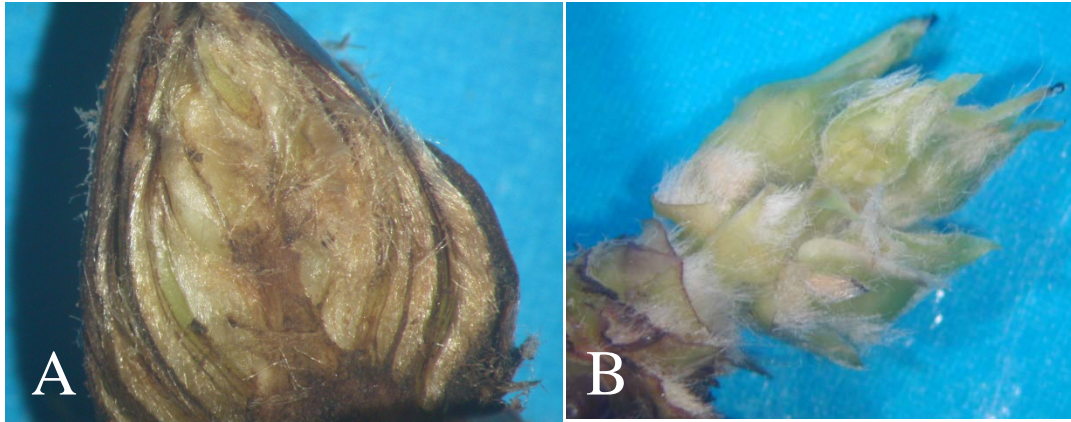
橫山梨為目前臺灣中、低海拔地區主要栽種品種，優點是目前鮮食砂梨商業品種中，低溫需求量最低的品種，少於200低溫單位(chill-unit)，屬於難得的育種材料⁽²¹⁾。植株適應亞熱帶氣候，週年生育正常。但缺點為果實肉質粗、石細胞多、不耐長期貯藏，品質較差。

晶圓梨為豐水梨和橫山梨的雜交子代選育出來品種，在低海拔地區栽培，生長季節枝條能正常生長，春梢上芽體在7月份開始花芽分化(圖二A)，8月份花芽形成(圖二B)，在10月容易開不時花。部份未萌發芽體12月份開始花原體壞死(圖一B)，影響產量穩定。為解決晶圓梨花芽鬆散、壞死現象，在果實採收完畢後，經由二次催芽方式促使重新萌芽，進行新梢芽體觀察，瞭解分化進程及時間，作為產業應用基礎。



圖一、豐水梨及晶圓梨於12月之芽體狀態。豐水梨芽體主花序花原體壞死，由基部芽體再持續進行分化形成新花序(A)。晶圓梨芽體主花序上小花開始壞死(B)。

Fig. 1. Status of flower buds of two pear varieties in December. Primary floral primordia necrosis results in new inflorescences differentiation at the base of flower bud in 'Housui' pear (A). Primary floral primordia begin necrosis in 'Full-Lucky' pear (B).



圖二、晶圓梨芽體型態。7月已見花序軸形成，尚未有明顯小花構造(A)。8月已可見明顯小花構造(B)。

Fig. 2. Bud morphology in 'Full-Lucky' pear. Inflorescences were visible in July (A). Floral primordial development in inflorescences in August (B).

材料與方法

植物材料：以彰化縣大村鄉田洋村實驗田12年生晶圓梨樹3株為試驗對象。8月中旬果實採收完後，整理枝條位置、調整生長空間，剪除徒長枝。

催芽處理：連續2年(2012~2013) 1月31日全株噴施稀釋1.25% 氰胺，9月5日全株噴施稀釋0.8% 氰胺(Dormex：含49% hydrogen cyanamide，為德國SKW公司產品)，促使落葉及重新萌芽。

石蠟切片觀察：2013年9月30日選擇重新萌芽生長後剛停梢枝條掛牌，共掛100枝。每隔2週取10枝標幟枝梢頂端2~3芽以FAA (70%)固定，以三級丁醇系列(*tert-butyl alcohol series*)脫水^(5,20)，經滲臘及包埋後，切成厚約10微米(*micron*)之薄片，再以蘇木精(Delafield's hematoxylin)、番紅(safranin O)及快綠(*fast green FCF*)等染料做三重染色⁽¹¹⁾，以加拿大膠(Canada balsam)封片後，以光學顯微鏡觀察照相。

解剖顯微鏡觀察：9月5日催芽後所萌秋梢12月5日開始，每週採取頂芽及腋芽觀察分化情形。

結 果

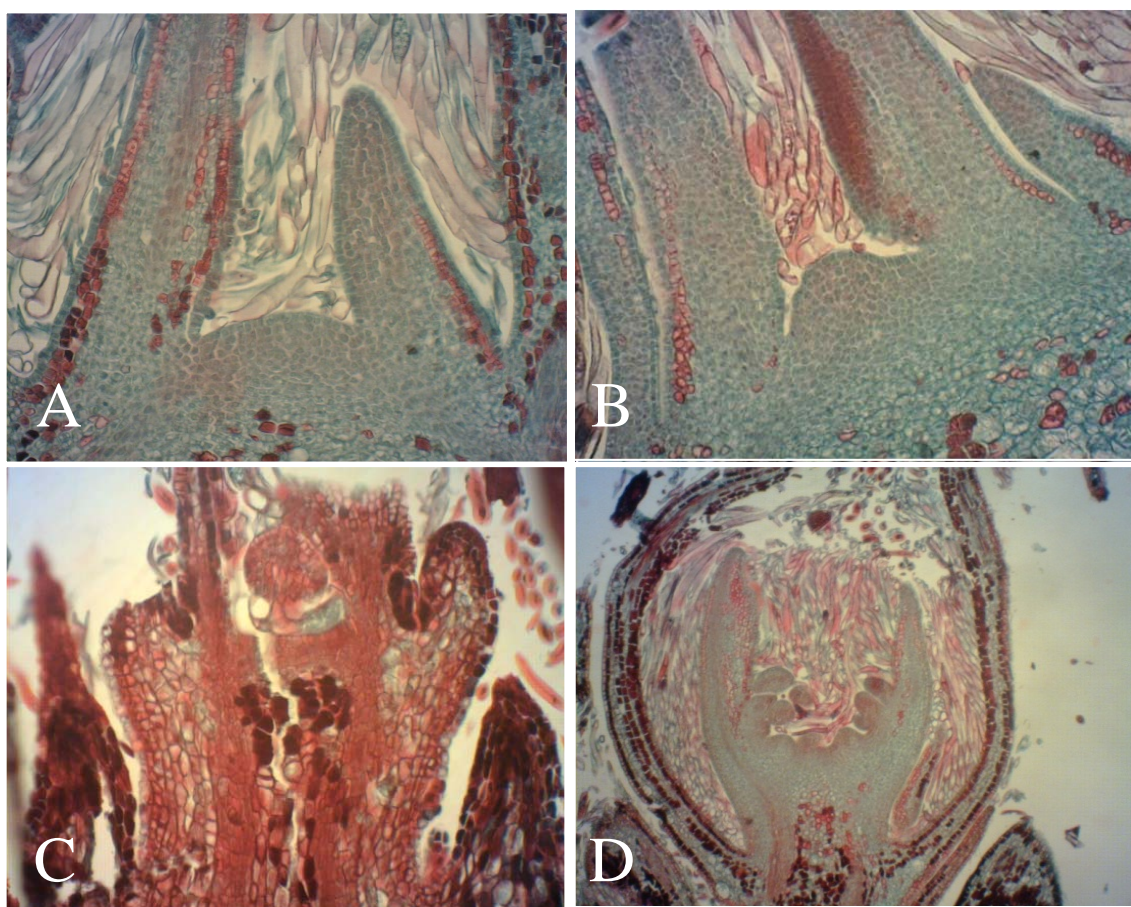
噴施0.8% 氰胺後隔天葉片開始褐化，3~5天後開始落葉、5~7天芽體萌動，視為萌芽開始(圖三A)，萌芽後8~13天盛花(圖三B)，新梢大多形成短梢，於萌芽後20天停梢(圖三C)。芽體外觀發育方面，二次催芽後所萌新梢停梢後，頂芽及腋芽開始膨大，外部鱗片初期為綠色，隨發育過程由頂端開始向基部褐化，萌芽後76天外鱗片已褐化僅存底部殘留綠色(圖三D)。以石蠟切片觀察停梢時莖頂生長點(圖四A)，當生長點開始突出，視為花芽分化開始(圖四B)。頂芽萌芽後90天於解剖顯微鏡下已見花序軸形成，由石蠟切片中可見小花形成，但無法分辨

雌、雄蕊構造(圖四C)。頂芽萌芽後104天於解剖顯微鏡下可見花序軸及小花構造，石臘切片中可分辨雌、雄蕊構造(圖四D)，已完成花芽分化。



圖三、二次催芽後新梢外觀發育。催芽後 5 天萌芽(A)。萌芽後 8~13 天，盛花期(B)。萌芽後 20 天停梢(C)。萌芽後 76 天，鱗片褐化僅存底部殘留綠色(D)。

Fig. 3. The appearance of new shoots after twice bud forcing treatment in autumn. Buds sprouted in 5 days (A). Bloom 8-13 days after sprout (B), and shoot elongation ceased at 20 days DAS (C). Scales browning at 76 days after sprout.



圖四、二次催芽後生長點石蠟切片。萌芽後 20 天(A)。萌芽後 76 天，生長點開始突出(B)。萌芽後 90 天，花序軸形成(C)。萌芽後 104 天，雌雄蕊分化花芽分化完成(D)。

Fig. 4. Paraffin embedded section of floral buds after twice bud forcing treatment in autumn. The apical meristem remained dormant at 20 days (A). Meristem swollen and inflorescence developing was observed at 76 days (B), and at 90 days (C). Floral organs differentiation were completed at 104 days after sprouting (D).

討 論

花芽分化是一個複雜且細微的過程，有許多的定義，但一般區分為花的創始(flower initiation)及花的發育(flower development)二大部份，花的創始大多為環境的刺激，或植物內部荷爾蒙平衡改變，使生長點由營養生長轉為生殖生長⁽²⁵⁾，因不同作者對花芽分化完成定義階段差異，造成分化完成期長短不一，本篇文章以生長點突出視為花芽分化開始，而石蠟切片可辨識花器(雌雄蕊)為花芽分化完成，後續則視為花芽的發育階段。豐水梨在日本大阪地區4月初萌芽，萌芽後75天(6月中旬)生長點突出開始進入花芽分化，花芽分化開始僅約30天(7

月中旬)即完成分化⁽²³⁾。二十世紀梨在日本鳥取地區在6月25~30日生長點開始膨大，7月30日可分辨雄蕊結構，花芽分化開始約30~35天完成分化⁽⁶⁾。新世紀梨在梨山地區3月底萌芽，6月19日開始分化，雄蕊在7月19日開始分化，約30天完成花芽分化⁽¹⁾。在梨山地區新世紀梨及日本地區的豐水梨及二十世紀梨，在萌芽後2~2.5個月開始花芽分化，1個月左右完成分化，分化完成於8月初，後續3~4個月花芽發育及養分蓄積，11月中、下旬落葉後進入低溫感受期，開始累積低溫打破休眠。

橫山梨在東勢地區在2月10日前後萌芽，6月2日(萌芽後115天)生長點突起，開始進入花芽分化，9月3日見到雄蕊分化⁽¹⁾，從生長點突起到花芽分化完成約92天。相較於豐水梨、二十世紀梨及新世紀梨於萌芽後約60天進入花芽分化，分化期約30天左右，橫山梨在萌芽後115天才進入花芽分化，而分化期長達92天，分化完成後進入9月份，到落葉期尚有3~4個月花芽發育及養分蓄積，12月落葉後進入低溫感受期，開始累積低溫打破休眠。

梨在6~7月長日高溫環境下進行花芽分化，以生長觀點分析，6~7月枝梢急速生長期已經過去，葉片成熟可製造養分回流，再加以果實細胞分裂期結束，進入胚發育的緩慢生長期，有利於枝條養分蓄積，使芽體因養分的增加，由營養生長期轉變成生殖生長⁽¹⁾。豐水梨果實採收後到春季再次催芽仍有將近6個月時間，在8月份利用二次催芽方式，促使新梢重新生長，新梢上芽體可在次年催芽前重新分化形成花芽^(3,4)。因秋分以後為短日環境，新梢仍能進行分化形成花芽，顯示日長並不影響豐水梨的花芽分化，應和樹體養分蓄積有關。在春梢有生產果實情況下，所形成養分需分別供應果實及枝梢發育，樹體養分的蓄積較慢，花芽分化約於萌芽2個月後發生。而秋梢大多形成短梢，且無果實負擔，養分蓄積較為快速，較快進行花芽分化，使秋梢的花芽分化及發育時間較春梢短約1個月時間^(3,4)。

豐水梨分化完成後的花芽，在長期高溫及冬季低溫不足的環境下，容易出現芽體褐化死亡的情形^(24,26)。豐水梨栽種於臺灣中部低海拔地區，1月底利用藥劑催芽，於2月中、下旬萌芽，春梢芽點在7~8月份開始出現不時花，未萌發芽體在10月份可見到鱗片膨鬆，12月份可見小花褐化脫落僅存花序基部及基部芽體再分化的現象。晶圓梨為豐水梨和橫山梨的雜交子代選育出來品種。樹勢強在中低海拔地區栽種能正常生長，夏季葉片能正常伸展不會捲曲，生長習性像橫山梨適應亞熱帶天氣。7月上旬(萌芽後130天)可用解剖顯微鏡觀察到花序軸已形成，但小花結構尚未很明顯，8月中旬(萌芽後170天)可見小花結構完成。9~10月份容易開不時花，12月中旬未萌發芽點小花原體會有褐化現象出現，此部份表現類似豐水梨，只是時間較為延後約1個月。觀察晶圓梨花芽特性和豐水梨較接近，而分化開始時間較豐水梨晚。以春梢及秋梢營養狀態推測，晶圓梨的秋梢分化時間可能和豐水梨的春梢分化時間相當，但11月以後日照時數減少且氣溫下降，不利於養分蓄積，對於花芽發育的影響較大。

石蠟切片觀察晶圓梨秋梢開始花芽分化時間點，2013年9月5日催芽，9月10日萌芽，萌芽後76天生長點開始膨大突出；從花芽分化開始到花序軸形成時間，豐水梨春梢需要7~10天，橫山梨春梢需要30天，晶圓梨秋梢需要14天；由花芽分化開始到分化完成，豐水梨春梢20~30天完成，橫山梨春梢92天完成，晶圓梨秋梢28天完成。晶圓梨秋梢開始花芽分化時間點，於

萌芽後70~80天左右，花芽分化過程則和豐水梨春梢較為相似，於30~40天內完成。因為二次催芽所萌新梢，在短日情形亦能進行花芽分化，可見晶圓梨花芽分化和日長的關連性低，應該和枝梢養分蓄積較為相關。

本場2012及2013連續二年在9月5日施行二次催芽，新生枝梢芽體以解剖顯微鏡觀察結果，2012年12月26日即可明顯見到花序及小花構造，而2013年催芽所萌新梢芽體直到次年1月6日才見到明顯小花構造，顯示年度不同花芽分化時間也有差異。晶圓梨花芽分化和養分蓄積有關，而植物養分蓄積和日照時數有密切關係，比較二年氣候條件(表一)，2012年9~12月的日照時數709.3小時，較2013年647.7小時多61小時，花芽發育期程也提早約10天左右。晶圓梨花芽分化所需基本日照時數，仍有待後續實驗探討。

表一、臺中區農業改良場氣象資料

Table 1. Agro-meteorological data of Taichung DARES. COA, ROC

Month	Air temp. (°C)	Air temp max (°C)	Air temp min (°C)	Precp. (mm)	Sun (hr)
Year 2012					
9	27.2	34.4	19.7	16.0	220.7
10	24.1	31.2	17.6	0.0	227.4
11	21.6	32.8	13.9	108.0	129.7
12	17.5	27.7	8.5	58.5	131.5
Sum				182.5	709.3
Year 2013					
9	27.6	34.3	17.2	16.5	190.2
10	24.6	33.7	15.5	0.5	237.4
11	21.4	31.9	8.2	20.5	105.6
12	16.6	21.6	13.2	62.0	114.5
Sum				99.5	647.7

結 論

晶圓梨栽培在臺灣中部低海拔地區，因9~10月的不時花及花芽壞死問題，造成產量不穩定的產業問題，於果實採收後利用二次催芽技術，以0.8%之氰胺全株噴施處理，促使落葉重新萌梢，因中部秋冬季日照充足，且樹體無果實負擔，有利於養分蓄積，新梢在萌芽後76天進入花芽分化期，104天完成花芽分化。

誌 謝

本試驗研究之資料整理承蒙果樹研究室同仁協助，植株管理及掛牌標幟採樣工作承蒙本場實驗田技工協助，在此謹致誠摯謝意。

參考文獻

1. 林信山 1983 梨花芽分化與萌芽之研究 中興大學植物學研究所碩士論文。
2. 廖萬正 1987 高接梨接穗新梢之再利用 p.175-184 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。
3. 廖萬正 1992 利用“二次催芽法”在本省低海拔地區生產高需冷性東方梨 臺中區農業改良場研究彙報 32: 33-39。
4. 廖萬正 1997 東方梨在低海拔地區一年雙收之研究 p.255-259 提昇果樹產業競爭力研討會專集Ⅲ 臺中區農業改良場特刊第38號。
5. 蔡淑華 1975 植物組織切片技術綱要 茂昌圖書公司 臺北。
6. Banno, K., S. Hayashi and K. Tanabe. 1986. Morphological and histological studies on flower bud differentiation and development in Japanese pear (*Pyrus serotina* Rehd.). J. Japan. Soc. Hort. Sci. 55(3): 258-265.
7. Beppu, K. and I. Kataoka. 2011. Studies on pistil doubling and fruit set of sweet cherry in warm climate. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 80(1): 1-13.
8. Citadin, I., M. C. B. Raseira, F. G. Herter and J. B. da Silva. 2001. Heat requirement for blooming and leafing in peach. HortScience 36(2):305-307.
9. Erez, A. and S. Lavee. 1985. Breaking bud rest of several deciduous fruit tree species in the Kinyan highlands. Acta Hort. 158: 239-248.
10. Gemma, H. 1994. Dormancy breaking in Japanese pear grown in a heated greenhouse. Acta Hort. 395: 57-68.
11. Gray, P. 1958. Handbook of Basic Microtechnique. 2nd ed. Mc Graw-Hill Book Co., Inc., N.Y.
12. Kingston, C. M., D. J. Klinac and C. W. Epenhuijsen. 1990. Floral disorders of nashi (*Pyrus serotina*) grown in New Zealand. New Zeal. J. Corp Hort. 18: 157-159.
13. Klinac, D. J. and B. Geddes. 1995. Incidence and severity of the floral bud disorder 'budjump' on nashi (*Pyrus serotina*) grown in the Waikato region of New Zealand. New Zeal. J. Corp Hort. 23: 185-190.
14. Liaw, W. J., H. S. Lin, L. R. Chang, C. L. Lee and C. H. Lin. 1990. The production of temperate Asian pears in subtropical lowlands. Intern. Symp. Off-season Produc. Hort. Crops. Taipei. (FFTC Book Series No. 41. p. 38-41)
15. Lin, H. S., W. J. Liaw and C. H. Lin. 1990. Production of oriental pear at low latitudes. Acta Hort. 279: 75-82.

16. Matsumoto, K., M. Kato, Y. Takemura, K. Tanabe and F. Tamura. 2010. Influences of applied nitrogen amount in autumn on cold hardiness and lipid content of Japanese pear. Hort. Res. (Japan) 9(3): 339-344.
17. Petri, J. L. and F. Herter. 2002. Nashi pear (*Pyrus pyrifolia*) dormancy under mild temperate climate conditions. Acta Hort. 578: 353-361.
18. Petri, J. L., G. B. Leite and Y. Yasunobu. 2002. Studies on the causes of floral bud abortion of Japanese pear (*Pyrus pyrifolia*) in Southern Brazil. Acta Hort. 578: 375-380.
19. Rakngan, J., H. Gemma and S. Iwahori. 1996. Phenology and carbohydrate metabolism of Japanese pear trees grown under continuously high temperatures. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 65(1): 55-65.
20. Sass, J. E. 1961. Botanical Microtechnique. Iowa State Univ. Press, USA.
21. Takemura, Y., K. Kuroki, K. Matsumoto, T. Moriguchi, N. Nakata and F. Tamura 2012. Characteristics of endodormancy of F₁ hybrids between Japanese pear TH3 and Taiwanese pear Yokoyama. Hort. Res. (Japan) 11(2): 181-187.
22. Tamura, F., K. Tanabe, A. Itai and M. Morimoto. 2001. Variations in the chilling requirements for breaking leaf bud endodormancy in wild pear species and pear cultivars. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 70(5): 596-598.
23. Tomoya, E., R. Tao and K. Yonemori. 2007. Comparison of early inflorescence development between Japanese pear (*Pyrus pyrifolia* Nakai) and quince (*Cydonia oblonga* Mill.). J. Japan. Soc. Hort. Sci. 76(3): 210-216.
24. Verissimo, V., J. P. Gardin, R. Trevisan and F. G. Herter. 2002. Morphological and physical parameters of flower buds of trees of two Japanese pear cultivars grown at three different areas of Southern Brazil, and their relationship with flower bud abortion intensity. Acta Hort. 587: 381-387.
25. Wilkie, J. D., M. Sedgley and T. Olesen. 2008. Regulation of floral initiation in horticultural trees. Journal of Experimental Botany 59(12):3215-3228.
26. Yamamoto, R. R., A. K. Horigane, M. Yoshida, Y. Sekozawa, S. Sugaya and H. Gemma. 2010. 'Floral primordia necrosis' incidence in mixed buds of Japanese pear (*Pyrus pyrifolia* (Burm.) Nakai var. *culta*) 'Housui' grown under mild winter conditions and the possible relation with water dynamics. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 79(3): 246-257.

Observation on the Autumn Shoot Bud Differentiation of 'Full-Lucky' Pear after Twice-Bud Forcing¹

Ching-Mu Hsu² and Lin-Ren Chang²

ABSTRACT

The 12-year-old 'Full-Lucky' pear trees in Taichung DARES were sprayed with 0.8% hydrogen cyanamide in 2013/09/05 to force inducing bud-break. The buds sprouted uniformly in 5-7 days after spraying (DAS), bloomed at 8-13 days after sprouted and the elongation of new shoots consist of 3-10 leaves in 20 days after bud-break. The apical meristem began to swell and to differentiate flower buds at 76 days, the inflorescence began to form at 90 days, and the pistil and stamen formed at 104 days. The experiment indicated that shoots developed in autumn can also differentiate flower buds under short-day conditions. We postulate that bud differentiation is related to the nutrient accumulation.

Key words: twice bud forcing, flower bud differentiation, Full-Lucky pear

¹ Contribution No. 0854 from Taichung DARES, COA.

² Assistant Researcher, Taichung DARES, COA.