



公開  
密件、不公開

執行機關(計畫)識別碼：040202Z204

## 行政院農業委員會農糧署99年度科技計畫研究報告

計畫名稱： 桃園三號草莓花芽發生光週性需求之探討 (第  
1年/全程3年)  
(英文名稱) The studies of photoperiodism  
requirement for 'Taoyung No.3'  
Strawberry inflorescence formation

計畫編號： 99農科-4.2.2-糧-Z2(4)

全程計畫期間： 自 99年1月1日 至 101年12月31日

本年計畫期間： 自 99年1月1日 至 99年12月31日

計畫主持人： 阮素芬  
研究人員： 陳右人、黃子彬、熊同銓  
執行機關： 文化大學



990644



## 一、執行成果中文摘要：

為瞭解桃園三號草莓花芽形成光週之需求性，在25/20℃下，以光週期8/16小時(光期/暗期)，16/8小時及自然光週進行試驗，光照8小時處理者持續抽出花序，至35天後停止，16小時光照處理者，在處理21天時，大量抽出花序，隨即停止抽出花序，自然光週處理與16小時光週處理相同，但花序抽出不集中。處理70天後移出生長箱，在15天左右後恢復花序之抽出，其中，以8小時處理者，平均花序量較多，其次為置於自然光照者，最少者為16小時日長處理者，8小時處理者與16小時之平均累積花序量，前者約為後者的兩倍。草莓走莖萌發量，在處理期間內，8小時處理者在28天內走莖萌發數直線下降最終降至零。自然光照處理，也是在28天後亦無走莖萌發，但走莖發生總數，高於8小時光照處理者。

自然光照下進行暗中斷對草莓花芽之影響試驗，使暗期維持在4小時，處理後約半個月，兩處理開始抽出花序，但暗中斷處理於處理第38天即無花序萌出，累計大致維持在平均1個花序之水準，之後幾乎不再增加。反之，自然光照處理下，第一期花序抽出的數量，於40天左右完成，平均每株抽出0.92個花序，與暗中斷者幾無差異；第二期花序持續抽出，每株平均累計抽出1.72個花序，調查結束時，平均每株植株產生約2.52個花序。暗中斷處理則從不再抽花，平均每株植株產生約1.12個花序在走莖萌發上，自然光照處理數量少，暗中斷處理植株持續不斷的產生走莖，平均每株植株萌發約3.4條走莖的水準且走莖生長勢強健，短縮莖的直徑、葉柄的長度、短縮莖數目等與對照組差異顯著差異水準，暗中斷處理植株短縮莖大，葉柄長，葉面積大。利用暗中斷的方法，可促使已形成花序抽出且齊一、走莖萌發、葉柄增長、葉面積增加等。





## 二、執行成果英文摘要：

The object of this project is to understand the photoperiodism requirement of 'Taoyung No. 3' strawberry, Two experiments was conducted. 1. Photoperiodism requirement of 'Taoyung No. 3' strawberry : Strawberry plant was put under 8/16, 16/8 hr (light/dark, hr) and natural day length condition at 25/20 °C , to understanding photoperiodism requirement of 'Taoyung No. 3' strawberry, The result showed that 8/16 hr treatment had more number of inflorescence and less number of runner. 2. The effects of night interruption on inflorescences formation of 'Taoyung No. 3 strawberry' : The night interruption treatment make the dark length maintain 4 hrs, The strawberry had bloom, but one month later, there has no inflorescences. The night interruption treatment had more runner production, more leaf area, longer petiole than control, The result should be a useful data for strawberry nursery, to produce high quality strawberry plants.





### 三、計畫目的：

草莓之開花結果習性包括短日型Junebearing, JB(short-day, SD)及Everbearing, EB, Everbearing,又分長日型(long-day, LD)及日中性型(day-neutral, DN), 歐洲品系的長日型草莓起源多元, 多半選育自兩個短日型親本雜交而得的品種; 美國品系的則來自 'Pan American', 起源可追溯至19世紀。日中性型最早是由採集自猶他州鹽湖城附近, Mt. Wasatch的*Fragaria virginiana* ssp. *glauca* 與短日型品種雜交之後裔。草莓依生產模式, 可分為高緯度地區的宿耕植, 與低緯度地區的每年更新植兩種體系。高緯度地區之宿根植體系, 大多採用短日品種, 在生長季中生產。低緯度地區之每年更新植, 以往多用日中性品種, 在冬半季生產。但為提高早期產量, 目前已有相當多改採超短日品種 ( *I n f r a - s h o r t d a y* cultivar, ISD cultivar), 即其短日之臨界超過12小時者, 由於草莓著重於早期產量, 但目前早期產量受種苗品質、氣候與栽培管理之影響, 穩定度不高。如能確定草莓品種花芽分化所需之光週性, 即可依其光週性需求, 提高早花之穩定性, 以提高早期產量, 進一步調控育苗體系, 應可達週年生產之目標。

草莓無論是走莖之發生或花芽之形成, 與光週期及溫度之關係均極為密切 (Hancock, 1999)。草莓開花對光週之反應, 大致尚可分為三類, 即長日型、短日型及日中性型三類。現有的栽培種草莓依一年內結果次數與對光週反應可分為六月結果型(Junebearing, JB)、持續結果型(everbearing, EB) 與日中性型(Day-neutral, DN)三種主要類型(Konsin et al., 2001; Scott and Lawrence, 1975)。

早期低緯度地區多用日中性型品種, 在冬半季種植。目前則開始利用休眠性淺的短日品種, 尤其是Infra Short-day 型的草莓。此類草莓可在日長13.5小時, 夜溫10~26 °C環境下開花 (Izhar, 1997); 在低緯度地區, 屬於極早生之品種。一般日中性型草莓, 花芽形成與低溫有關 (Hancock, 1999)。Oda and Yanagi (1993)以EB型的 'Summerberry' 草莓對溫度的反應中, 認為25-27°C是其從營養相轉成生殖相的門檻。短日型草莓的花芽誘導之臨界高溫為25°C, 在15°C至25°C需短日才能花芽誘導, 而10-15°C不需短日即可花芽誘導 (Darnell et al., 2003), 在需短日之狀況下, 7-24個短日光週期處理, 即可能使其產生花序 (Hartmann, 1947; Ruttridge, 1985)。而在短日型的草莓中, 有一群稱為遠短日型或超短日型 (Infra Short Day, ISD型) 的草莓, 其短日之臨界點超過12小時 (Izhar, 1997), 例如桃園一號草莓, 為臨界日長13小時之短日型草莓, 亦即在日長13小時以下, 溫度低於25°C, 即有可能花芽分化。

'豐香' 為早生短日型草莓 (Mochizuki and Okimura, 1995), 在日長短於13小時, 平均溫25°C即可花芽分化 (伏原, 1997), 亦即是一個典型的Infra Short Day (ISD)型之品種 (Izhar, 1997)。「桃園三號」草莓係由 '豐香' (桃園一號) 自然雜交實生後裔選拔而來 (李與李, 1999), 郭等 (2010) 發現其可在20°C低溫發生前, 即可形成花芽。由預備試驗中, 可看出在25°C, 12小時連續暗期下, 即可形成花芽。







#### 四、重要工作項目及實施方法：

##### 一、桃園三號草莓花芽形成光週需求之探討

以植物生長箱，在在25/20°C 下，光週期8/16小時(光期/暗期)，16/8小時(光期/暗期) (人工光源：日光燈，株冠表面5000 lux)，自然光週(採用自然光的大型生長箱)為對照，3種日長處理約70天，以瞭解草莓花芽形成之光週需求，之後移出戶外簡易溫室觀察。每處理11株具三至四片葉之草莓。試驗期間調查花芽是否產生，但不予以去除，以及紀錄走莖萌發數量並去除。

##### 二、暗中斷法對桃園三號草莓花芽形成之影響

###### (一)自然光照下，暗中斷對草莓花芽之影響

以白熾鎢絲燈為主要光源，日光燈為輔。利用暗中斷的方式，設定17:00~20:00，24:00~3:00兩個時段照光，植株葉片之照度為2500 lux，光照範圍邊緣照度為1000 lux，暗中斷組與自然光照組對照，各25重複，共50株。試驗期間每週調查花芽是否產生，但不予以去除，以及紀錄走莖萌發數量並去除。以游標尺及捲尺測量處理後植株的形態，包含短縮莖的直徑、植株頂芽算起第三葉之葉柄長度等。

(二)自然光照下，暗期長短對草莓花芽之影響將三至四片葉之穴植管苗，於十月起，置於自然光照對照、網室對照及網室暗中斷使連續暗期短於6小時與9小時及12小時，合計五處理，每處理24株草莓。觀察植株開花、走莖發生數與植株發育狀況。調查項目包括：花序產生數、小花發生數、走莖發生數、葉片數、冠芽直徑、地上部與地下部之乾鮮重。





## 五、結果與討論：

### 一、桃園三號草莓花芽形成光週需求之探討

受植株殘效之影響，處理後之植株，很快即開始抽出花序，其中光照8小時處理者，在放入生長箱後，便持續不斷的抽出花序，約在處理35天後才停止；16小時光照處理者，在處理21天時，大量抽出花序，隨即停止抽出花序。對照的自然光照組之植株，花序抽出的狀況類似16小時處理者，於21天後才開始抽出花序，同時花序抽出時間不集中，與8小時處理者之狀況相似，同時在處理35天後停滯。之後三個處理之植株，均未有花序抽出。處理結束，將植株移至戶外後，三者的花序抽出情況，可能因環境低溫影響，在15天左右恢復花序之抽出，其中，以8小時處理者，平均花序量較多，其次為置於自然光照者，最少者為16小時日長處理者，8小時處理者與16小時之平均累積花序量，前者約為後者的兩倍（圖 1、表 1）。草莓走莖萌發量，在70天的處理期間內，8小時處理者在28天內，走莖萌發數直線下降最終降至零。自然光照處理，也是在28天後亦無走莖萌發，但走莖發生總數，高於8小時光照處理者。顯示，涼溫加上短日的處理的植株，而16小時處理者，則要到42天左右，才完全停止走莖之萌發。移到處於冬季的戶外後，各處理均不再萌發走莖（圖2）。

### 二、田間暗中斷處理對草莓‘桃園三號’之影響

#### (一)自然光照下，暗中斷對草莓花芽之影響

於戶外簡易溫室內，設定17:00~20:00，24:00~3:00兩個時段照光處理，在進行處理後約半個月，兩組均開始抽出花序，其中以暗中斷處理的花序抽出速率較快。但處理第38天即無花序萌出，累計大致維持在平均一株近1個花序之水準，之後幾乎不再增加。反之，自然光照處理下，第一期花序抽出的數量，於40天左右完成，平均每株抽出0.92個花序，與暗中斷者幾無差異；第二期花序則在12月29日左右開始抽出，至元月初，每株平均累計抽出1.72個花序，然後持續成長；調查結束時，累計有67個花序，平均每株植株產生約2.52個花序。暗中斷處理則從12月17日起，即無花序抽出，明顯受到暗中斷影響而不再抽花，平均每株植株產生約1.12個花序（圖3）。處理後的結果，暗中斷處理平均每株抽出0.16個花序，自然日照下的植株則可產生1.76個花序；而以暗中斷處理，令草莓處理連續暗期短於4小時下，即可掩蓋低溫之效應，使屬於短日型草莓的‘桃園三號’幾乎無法形成花芽。相對的，在走莖萌發上，歷經秋冬季涼溫、低溫環境，自然光照組植株的走莖萌發情況，是隨著溫度下降與長期處於短日下，而迅速減少，元月以後即很少有走莖發生。但是，暗中斷組植株的走莖萌發，卻不完全受到溫度之抑制，而可以持續不間斷的產生走莖，尤其在3月初時，就能達到平均每株植株萌發約3.4條走莖的水準（圖4），且走莖生長勢強健，試驗結果可嘗試應用於提早育苗時間。





測量處理植株的形態，包含短縮莖的直徑、葉柄的長度、短縮莖數目等。變方分析之結果，顯示處理間，上述三種形態，均達到  $\alpha = 0.05$  的顯著差異水準（表2）。暗中斷處理的形態與對照組顯著不同（圖5），處理後其短縮莖較大，葉柄較長，短縮莖數量則幾乎沒有增加，平均值維持在1個左右。此種結果，形成植株雖然只有一個短縮莖，但成為葉柄粗壯、葉面積極大的巨大化植株形態。

#### (二)自然光照下，暗期長短對草莓花芽之影響

試驗於本年度10月中旬定植，11月6日進行暗期處理，經一個月的暗期處理，植株陸續抽出花序及走莖，花序及走莖數結果如表3，隨著暗期時間縮短，葉柄長度變長，走莖長度亦增加，但因試驗期尚短，擬持續進行調查。





## 六、結論：

1. 本試驗為第一年之試驗結果，初步資料顯示光周可影響草莓花芽發生與走莖之產生，暗中斷使暗期維持在4小時之處理，草莓植株所產生之走莖數量多，植株短縮莖大，葉柄長，葉面積大，營養生長旺盛，是否可應用於種苗生產值得進一步探討。
2. 進一步探討不同暗期時間對草莓生育之影響，隨著暗期時間縮短，葉柄長度變長，走莖長度亦增加，因處理時間尚短，擬持續調查其開花與生育，以釐清暗期時間對草莓生長之影響及掌握調控草莓營養生長與生殖生長之因子。





## 七、參考文獻：

1. 李窓明、李聯興. 1999. 草莓桃園三號之育成. 桃園農改場研究彙報. 39:1-17.
2. 伏原肇. 1997. とよのかの生理.生態と栽培技術. p. 319-354. 刊於：農業技術大系野菜編 3(イチゴ), 農産漁村文化協会. 東京.
3. 郭懷恩、阮素芬、李金龍、陳右人. 2010. 繁殖方法對桃園三號草莓母株開花及走莖形成之影響. 台灣園藝. 56:11-19.
4. Albrechts, E. E. and C. M. Howard. 1986. Effect of runner removal on strawberry fruiting response. HortScience 21:97-98.
5. Battey, N. H., P. L. Miére, A. Tehranifar, C. Cekic, S. Taylor, K.J. Shrives, P. 5.Hadley, A. J. Greenland, J. Darby, and M. J. Wilkinson. 1998. Genetic and environmental control of flowering in strawberry, p. 111-131. In: K. E. Cockshuli, D. Gray, G. B. Seymour and B. Thomas (eds.). Genetic and environmental manipulation of horticultural crops. CAB international, New York.
6. Darnell, R. L., D. J. Cantliffe, and D. S. Kirschbaum. 2003. The physiology of flowering in strawberry. Hort. Rev. 28:325-349.
7. Darrow, G. M. 1936. Interrelation of temperature and photoperiodism in the production of fruit-buds and runners in the strawberry. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 34:360-363.
8. Guttridge, C. G. 1985. *Fragaria x ananassa*. In: Halvey, A. H. (ed.) CRC Handbook of Flowering, Vol. III CRC press, Boca Raton, Florida, USA. p.16-33. Hancock, J. F. 1999. Strawberries. CAB International, Wallingfer, UK
9. Hartmann, H. T. 1974. Some effects of temperature and photoperiod on flower formation and runner production in strawberry. Plant physiology 22:401-420.
10. Heide, O. M. 1977. Photoperiod and temperature interactions in growth and flowering of strawberry. Physiol. Plant. 40:21-26.
11. Izhar, S. 1997. Infra short-day strawberry types. Acta Hort. 439:155-160.
12. Konsin, M., I. Voipio, and P. Palonen. 2001. Influence of photoperiod and duration of short-day treatment on vegetative growth and flowering of strawberry (*Fragaria X ananassa* Duch.). J. Hort. Sci. & Biotechnol. 76:77-82.
13. Mochizuki, T. and M. Okimura. 1995. Recent trends on strawberry cultivars and production technology in Japan. Acta Hort. 761:107-114.
14. Oda, Y. and T. Yanagi. 1993. Effect of climatic condition on the floral initiation at the runner tip of everbearing strawberry





15.cultivar (*Fragaria X ananassa* Duch.). Acta Hort. 345:67-72. Scott, D. H. and F. J. Lawrence. 1975. Strawberries, p. 71-97. In: J. Janick and J. N. Moore (eds.). Advances in Fruit Breeding. West Lafayette, USA.





## 桃園三號草莓花芽發生光週性需求之探討

### The studies of photoperiodism requirement for 'TaoyungNo.3' Strawberry inflorescence formation

阮素芬<sup>1</sup>、陳右人<sup>2</sup>、黃子彬<sup>1</sup>、熊同銓<sup>1</sup>

Su-Feng Roan, Iou-Zen Chen, Tzu-Bin Haung, and Tung-Chuan Hsiung

<sup>1</sup> 中國文化大學理助理教授、教授及副教授 Assistant professor, Professor, Associate Professor, Department of Horticulture and Biotechnology, Chinese Culture University, Taipei, Taiwan, ROC.

<sup>2</sup> 國立臺灣大學副教授 Associate Professor, Department of Horticulture, Taiwan University, Taipei, Taiwan, ROC.

#### 摘要

為瞭解桃園三號草莓花芽形成光週之需求性，在25/20°C 下，以光週期8/16小時(光期/暗期)，16/8小時及自然光週進行試驗，光照8小時處理者持續抽出花序，至35天後停止，16小時光照處理者，在處理21天時，大量抽出花序，隨即停止抽出花序，自然光週處理與16小時光週處理相同，但花序抽出不集中。處理70天後移出生長箱，在15天左右恢復花序之抽出，其中，以8小時處理者，平均花序量較多，其次為置於自然光照者，最少者為16小時日長處理者，8小時處理者與16小時之平均累積花序量，前者約為後者的兩倍。草莓走莖萌發量，在處理期間內，8小時處理者在28天內走莖萌發數直線下降最終降至零。自然光照處理，也是在28天後亦無走莖萌發，但走莖發生總數，高於8小時光照處理者。

自然光照下進行暗中斷對草莓花芽之影響試驗，使暗期維持在4小時，處理後約半個月，兩處理開始抽出花序，但暗中斷處理於處理第38天即無花序萌出，累計大致維持在平均1個花序之水準，之後幾乎不再增加。反之，自然光照處理下，第一期花序抽出的數量，於40天左右完成，平均每株抽出0.92個花序，與暗中斷者幾無差異；第二期花序持續抽出，每株平均累計抽出1.72個花序，調查結束時，平均每株植株產生約2.52個花序。暗中斷處理則從不再抽花，平均每株植株產生約1.12個花序。在走莖萌發上，自然光照處理數量少，暗中斷處理植株持續不斷的產生走莖，平均每株植株萌發約3.4條走莖的水準且走莖生長勢強健，短縮莖的直徑、葉柄的長度、短縮莖數目等與對照組差異顯著差異水準，暗中斷處理植株短縮莖大，葉柄長，葉面積大。利用暗中斷的方法，可促使已形成花序抽出且齊一、走莖萌發、葉柄增長、葉面積增加等。

關鍵字：草莓；週需求；產量；走莖；暗中斷；

Key word: Strawberry, phototropism, yield, runner, night interruption,

#### 前言

草莓之開花結果習性包括短日型Junebearing, JB(short-day, SD)及Everbearing, EB·Everbearing,又分長日型(long-day, LD)及日中性型(day-neutral, DN)，歐洲品系的長日型草莓起源多元，多半選育自兩個短日型親本雜交而得的品種；美國品系的則來自‘Pan American’，起源可追溯至19世紀。日中性型最早是由採集自猶他州鹽湖城附近，Mt. Wasatch的Fragaria virginiana ssp. glauca 與短日型品種雜交之後裔。草莓依生產模式，可分為高緯度地區的宿根植，與低緯度地區的每年更新植兩種體系。高緯度地區之宿根植體系，大多採用短日品種，在生長季中生產。低緯度地區之每年更新植，以往多用日中性品種，在冬半年生產。但為提高早期產量，目前已有相當多改採超短日品種(Infra-short day cultivar, ISD cultivar)，即其短日之臨界超過12小時者，由於草莓著重於早期產量，但目前早期產量受種苗品質、氣候與栽培管理之影響，穩定度不高。如能確





定草莓品種花芽分化所需之光週性，即可依其光週性需求，提高早花之穩定性，以提高早期產量，進一步調控育苗體系，應可達週年生產之目標。

草莓無論是走莖之發生或花芽之形成，與光週期及溫度之關係均極為密切(Hancock, 1999)。草莓開花對光週之反應，大致尚可分為三類，即長日型、短日型及日中性型三類。現有的栽培種草莓依一年內結果次數與對光週反應可分為六月結果型(Junebearing, JB)、持續結果型(everbearing, EB) 與日中性型(Day-neutral, DN)三種主要類型(Konsin et al., 2001; Scott and Lawrence, 1975)。早期低緯度地區多用日中性型品種，在冬半季種植。目前則開始利用休眠性淺的短日品種，尤其是Infra Short-day 型的草莓。此類草莓可在日長13.5小時，夜溫10~26 °C環境下開花(Izhar, 1997)；在低緯度地區，屬於極早生之品種。

一般日中性型草莓，花芽形成與低溫有關(Hancock, 1999)。Oda and Yanagi (1993)以EB型的'Summerberry'草莓對溫度的反應中，認為25-27°C是其從營養相轉成生殖相的門檻。短日型草莓的花芽誘導之臨界高溫為25°C，在15°C至25°C需短日才能花芽誘導，而10-15°C不需短日即可花芽誘導(Darnell et al., 2003)，在需短日之狀況下，7-24個短日光週期處理，即可能使其產生花序(Hartmann, 1947; Ruttridge, 1985)。而在短日型的草莓中，有一群稱為遠短日型或超短日型(Infra Short Day, ISD型)的草莓，其短日之臨界點超過12小時 (Izhar, 1997)，例如桃園一號草莓，為臨界日長13小時之短日型草莓，亦即在日長13小時以下，溫度低於25°C，即有可能花芽分化。

'豐香'為早生短日型草莓(Mochizuki and Okimura, 1995)，在日長短於13小時，平均溫25°C即可花芽分化(伏原, 1997)，亦即是一個典型的Infra Short Day (ISD)型之品種(Izhar, 1997)。「桃園三號」草莓係由'豐香'(桃園一號)自然雜交實生後裔選拔而來(李與李, 1999)，郭等(2010)發現其可在20°C低溫發生前，即可形成花芽。由預備試驗中，可看出在25°C，12小時連續暗期下，即可形成花芽。

## 材料與方法

### 一、桃園三號草莓花芽形成光週需求之探討

以植物生長箱，在在 25/20°C 下，光週期 8/16 小時(光期/暗期)，16/8 小時(光期/暗期) (人工光源：日光燈，株冠表面 5000 lux)，自然光週(採用自然光的大型生長箱)為對照，3 種日長處理約 70 天，以瞭解草莓花芽形成之光週需求，之後移出戶外簡易溫室觀察。每處理 11 株具三至四片葉之草莓。試驗期間調查花芽是否產生，但不予以去除，以及紀錄走莖萌發數量並去除。

### 二、暗中斷法對桃園三號草莓花芽形成之影響

#### (一)自然光照下，暗中斷對草莓花芽之影響

以白熾鎢絲燈為主要光源，日光燈為輔。利用暗中斷的方式，設定 17:00~20:00，24:00~3:00 兩個時段照光，植株葉片之照度為 2500 lux，光照範圍邊緣照度為 1000 lux，暗中斷組與自然光照組對照，各 25 重複，共 50 株。試驗期間每週調查花芽是否產生，但不予以去除，以及紀錄走莖萌發數量並去除。以游標尺及捲尺測量處理後植株的形態，包含短縮莖的直徑、植株頂芽算起第三葉之葉柄長度等。

#### (二)自然光照下，暗期長短對草莓花芽之影響

將三至四片葉之穴植管苗，於十月起，置於自然光照對照、網室對照及網室暗中斷使連續暗期短於6小時與9小時及12小時，合計五處理，每處理24株草莓。觀察植株開花、走莖發生數與植株發育狀況。調查項目包括：花序產生數、小花發生





數、走莖發生數、葉片數、冠芽直徑、地上部與地下部之乾鮮重。

## 結果與討論

### 一、桃園三號草莓花芽形成光週需求之探討

受植株殘效之影響，處理後之植株，很快即開始抽出花序，其中光照 8 小時處理者，在放入生長箱後，便持續不斷的抽出花序，約在處理 35 天後才停止；16 小時光照處理者，在處理 21 天時，大量抽出花序，隨即停止抽出花序。對照的自然光照組之植株，花序抽出的狀況類似 16 小時處理者，於 21 天後才開始抽出花序，同時花序抽出時間不集中，與 8 小時處理者之狀況相似，同時在處理 35 天後停滯。之後三個處理之植株，均未有花序抽出。處理結束，將植株移至戶外後，三者的花序抽出情況，可能因環境低溫影響，在 15 天左右恢復花序之抽出，其中，以 8 小時處理者，平均花序量較多，其次為置於自然光照者，最少者為 16 小時日長處理者，8 小時處理者與 16 小時之平均累積花序量，前者約為後者的兩倍（圖 1、表 1）。草莓走莖萌發量，在 70 天的處理期間內，8 小時處理者在 28 天內，走莖萌發數直線下降最終降至零。自然光照處理，也是在 28 天後亦無走莖萌發，但走莖發生總數，高於 8 小時光照處理者。顯示，涼溫加上短日的處理的植株，而 16 小時處理者，則要到 42 天左右，才完全停止走莖之萌發。移到處於冬季的戶外後，各處理均不再萌發走莖（圖 2）。

### 二、田間暗中斷處理對草莓‘桃園三號’之影響

#### (一)自然光照下，暗中斷對草莓花芽之影響

於戶外簡易溫室內，設定 17:00~20:00, 24:00~3:00 兩個時段照光處理，在進行處理後約半個月，兩組均開始抽出花序，其中以暗中斷處理的花序抽出速率較快。但處理第 38 天即無花序萌出，累計大致維持在平均一株近 1 個花序之水準，之後幾乎不再增加。反之，自然光照處理下，第一期花序抽出的數量，於 40 天左右完成，平均每株抽出 0.92 個花序，與暗中斷者幾無差異；第二期花序則在 12 月 29 日左右開始抽出，至元月初，每株平均累計抽出 1.72 個花序，然後持續成長；調查結束時，累計有 67 個花序，平均每株植株產生約 2.52 個花序。暗中斷處理則從 12 月 17 日起，即無花序抽出，明顯受到暗中斷影響而不再抽花，平均每株植株產生約 1.12 個花序（圖 3）。處理後的結果，暗中斷處理平均每株抽出 0.16 個花序，自然日照下的植株則可產生 1.76 個花序；而以暗中斷處理，令草莓處理連續暗期短於 4 小時下，即可掩蓋低溫之效應，使屬於短日型草莓的‘桃園三號’幾乎無法形成花芽。相對的，在走莖萌發上，歷經秋冬涼溫、低溫環境，自然光照組植株的走莖萌發情況，是隨著溫度下降與長期處於短日下，而迅速減少，元月以後即很少有走莖發生。但是，暗中斷組植株的走莖萌發，卻不完全受到溫度之抑制，而可以持續不間斷的產生走莖，尤其在 3 月初時，就能達到平均每株植株萌發約 3.4 條走莖的水準（圖 4），且走莖生長勢強健，試驗結果可嘗試應用於提早育苗時間。測量處理植株的形態，包含短縮莖的直徑、葉柄的長度、短縮莖數目等。變方分析之結果，顯示處理間，上述三種形態，均達到  $\alpha=0.05$  的顯著差異水準（表 2）。暗中斷處理的形態與對照組顯著不同（圖 5），處理後其短縮莖較大，葉柄較長，短縮莖數量則幾乎沒有增加，平均值維持在 1 個左右。此種結果，形成植株雖然只有一個短縮莖，但成為葉柄粗壯、葉面積極大的巨大化植株形態。

#### (二)自然光照下，暗期長短對草莓花芽之影響

試驗於本年度 10 月中旬定植，11 月 6 日進行暗期處理，經一個月的暗期處理，植株陸續抽出花序及走莖，花序及走莖數結果如表 3，隨著暗期時間縮短，葉柄長度變長，走莖長度亦增加，但因試驗期尚短，擬持續進行調查。



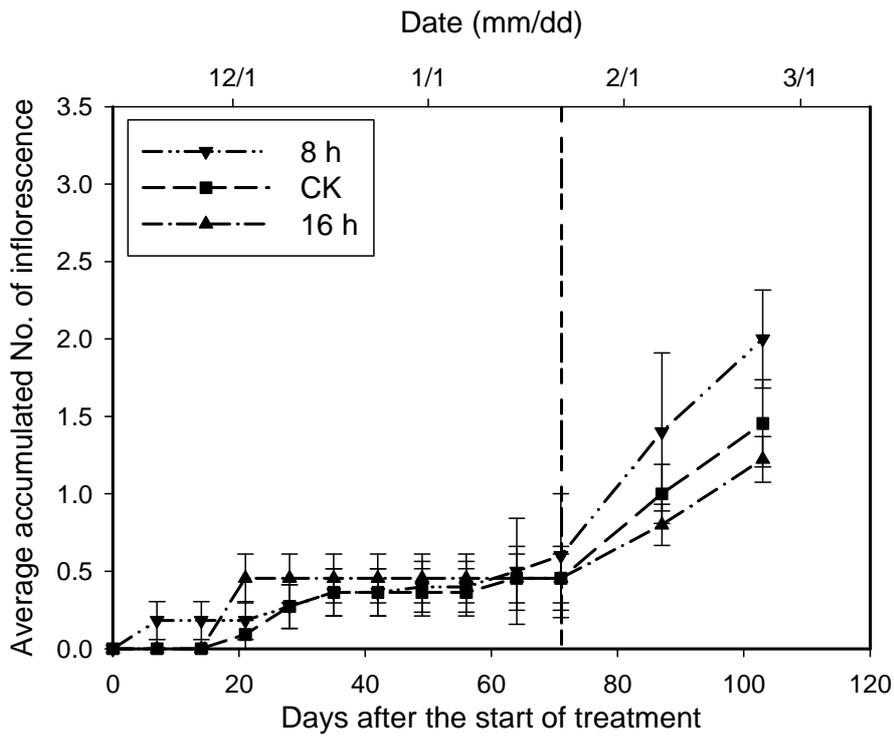


圖 1. 三種日長處理期間與處理後，‘桃園三號’草莓平均累積花序量。

Fig. 1. Total inflorescences of ‘Taoyuan No. 3’ strawberry, under three day-length treatments and after treatments.

<sup>2</sup>Error bar indicates the values of standard error under the same treatment.

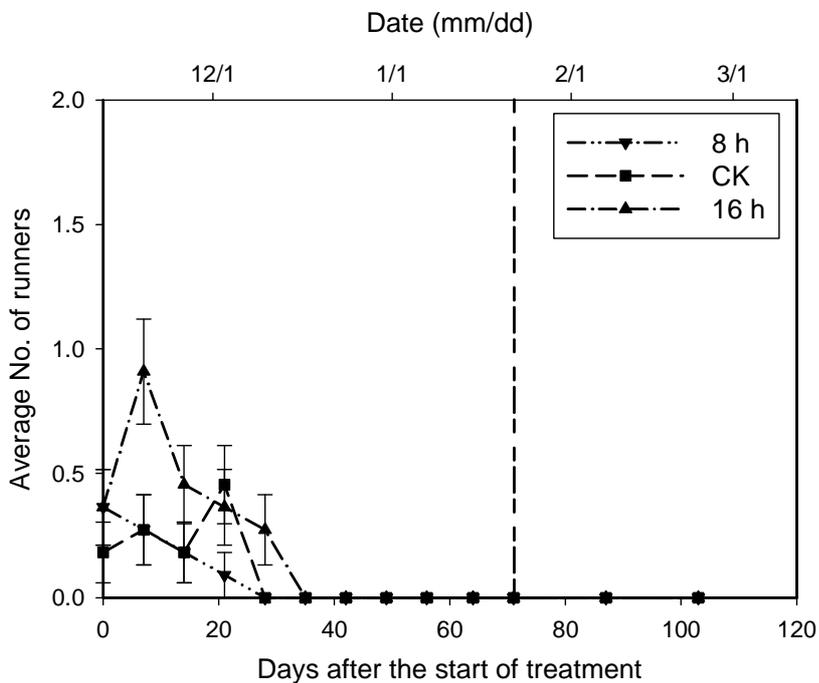


圖 2. 三種日長處理期間與處理後，‘桃園三號’草莓平均走莖萌發量。

Fig. 2. Average emerging runner numbers of ‘Taoyuan No. 3’ strawberry, under three day-length treatments and after treatments.

<sup>2</sup>Error bar indicates the values of standard error under the same treatment.



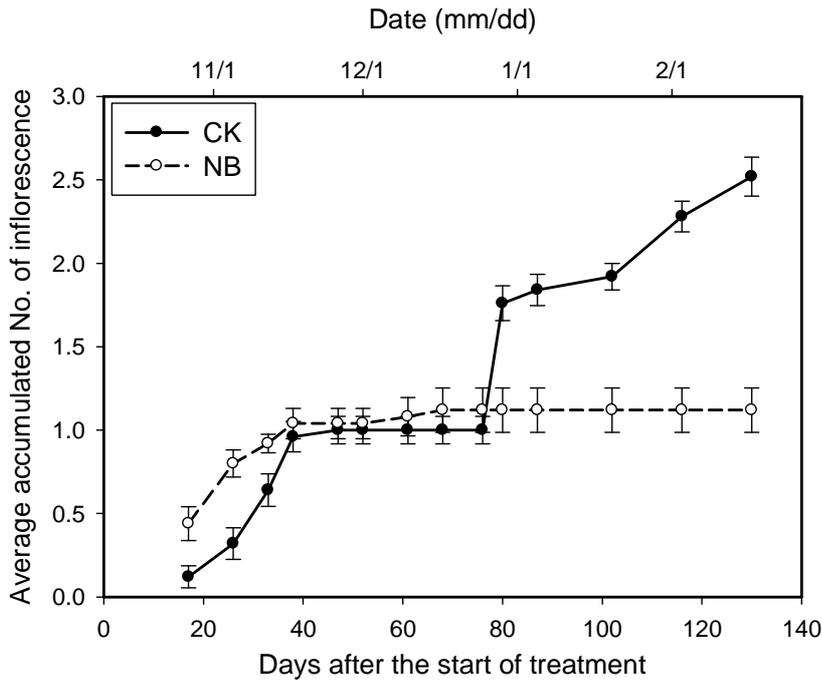


圖 3. 暗中斷處理(Night break, NB)及對照組(CK)之 5 吋盆‘桃園三號’草莓植株，平均累積花序量。

Fig. 3. Total inflorescences of ‘Taoyuan No. 3’ strawberry that planted in 5-inch pots, under night break (NB) treatment and the control (CK).

<sup>2</sup>Error bar indicates the values of standard error under the same treatment.

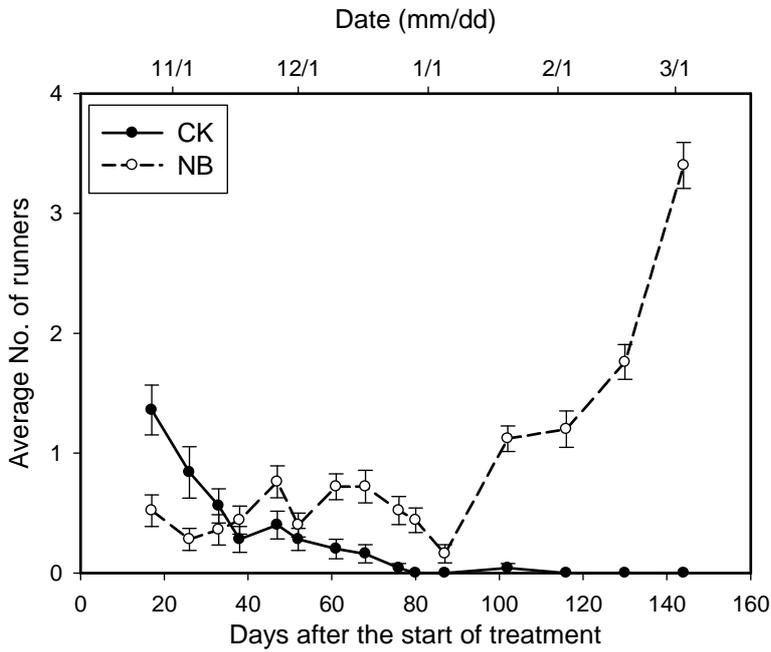
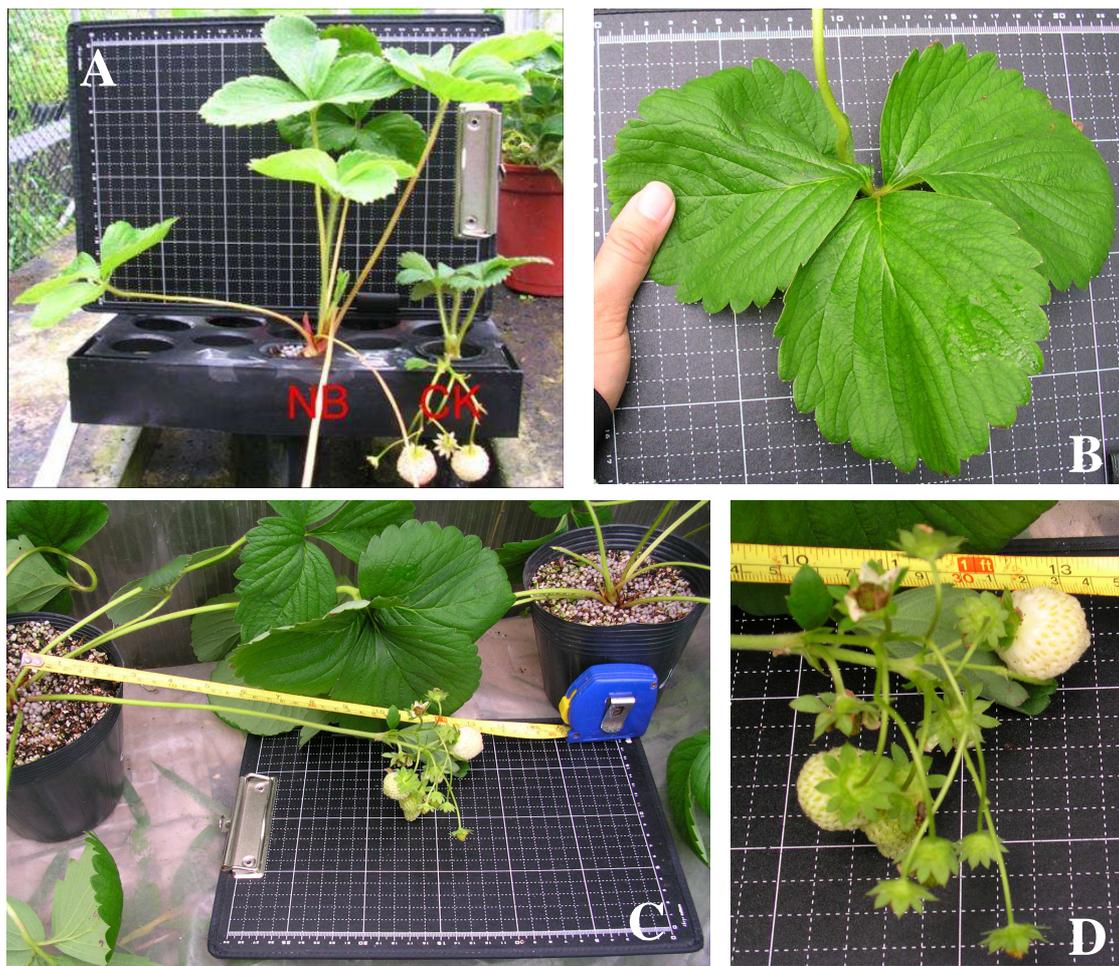


圖 4. 暗中斷處理(Night break, NB)及對照組(CK)之 5 吋盆‘桃園三號’草莓植株，平均走莖萌發量。

Fig. 4. Average emerging runner numbers of ‘Taoyuan No. 3’ strawberry that planted in 5-inch pots, under night break (NB) treatment and the control (CK).

<sup>2</sup>Error bar indicates the values of standard error under the same





treatment.

圖 5. 草莓植株於田間暗中斷處理後之外觀。A、冬季暗中斷草莓植株與對照組之比較；B、田間暗中斷下的草莓葉片；C、田間暗中斷下的草莓花序；D、田間暗中斷下之草莓花與果實。

Fig. 5. The appearance of strawberries under the night break (NB) treatment in the field. A. NB strawberry was compared with CK in winter. B. The leaf of strawberry under NB treatment. C. The inflorescence of strawberry under NB treatment. D. The flowers and fruits of strawberry under NB treatment.

表 1. 三種日長處理期間與處理後，‘桃園三號’草莓累積花序量之比較。

Table. 1. Comparison of total inflorescences of ‘Taoyuan No. 3’ strawberry, under three daylength treatments and after treatments.

Treatment	Days after treatment (month, date)					
	Day 15	Day 29	Day 43	Day 57	Day 71	Day 85
8 h	0.18	0.27	0.36	0.40	0.60	2.00
CK	0.00	0.27	0.36	0.36	0.45	1.45
16 h	0.00	0.45	0.45	0.45	0.45	1.22
<i>P</i> value	0.1259	0.6040	0.8906	0.9169	0.9078	0.1966
LSD <sub>0.05</sub> <sup>z</sup>	0.2034	0.4234	0.4446	0.4705	0.8697	0.9801





表 2. 田間暗中斷處理(NB)與對照組(CK)下，'桃園三號'草莓短縮莖直徑、葉柄長及短縮莖數量之比較。

Table 2. The comparison of diameter of crowns, length of petioles, and numbers of crown under night break (NB) treatments in the field and the control (CK).

Treatment	Diameter of crown (mm)	Length of petiole (cm)	Number of crown
CK	10.7922	9.3120	2.2000
NB	13.7736	26.5400	1.0800
<b>P value</b>	<b>&lt;0.0001</b>	<b>&lt;0.0001</b>	<b>&lt;0.0001</b>
<b>LSD<sub>0.05</sub><sup>z</sup></b>	<b>1.0814</b>	<b>1.1444</b>	<b>0.3836</b>

<sup>z</sup>LSD test,  $\alpha = 0.05$ , n = 50.

表 3. 不同暗期時間對桃園三號草莓葉片及走莖長度之影響。

Table 3. Effect of dark period on leaf and runner of " Taoyuan No. 3" Strawberry..

Treatment	Length of petioles (cm)	Length of leaflet (cm)	width of leaflet (cm)	Length of runner (cm)
Dark 6 hr	11.0±1.9	8.1±1.9	7.7±1.5	27.8±5.4
Dark 9 hr	11.2±2.4	7.6±1.6	7.2±1.9	28.4±6.1
Dark 12hr	10.4±1.6	7.7±1.2	6.9±1.2	27.0±6.5
CK 1	9.5±1.7	7.3±1.4	6.6±1.3	21.5±6.3
CK 2(outdoor)	8.9±1.2	7.5±1.2	7.4±1.0	22.7±4.1

### 參考文獻

- 1.李窓明、李聯興. 1999. 草莓桃園三號之育成. 桃園農改場研究彙報. 39:1-17.
- 2.伏原肇. 1997. とよのかの生理.生態と栽培技術. p. 319-354. 刊於：農業技術大系野菜編 3(イチゴ), 農産漁村文化協会. 東京.
- 3.郭懷恩、阮素芬、李金龍、陳右人. 2010. 繁殖方法對桃園三號草莓母株開花及走莖形成之影響. 台灣園藝. 56:11-19.
- 4.Albregts, E. E. and C. M. Howard. 1986. Effect of runner removal on strawberry fruiting response. HortScience 21:97-98.
- 5.Batthey, N. H., P. L. Miére, A. Tehranifar, C. Cekic, S. Taylor, K.J. Shives, P. 5.Hadley, A. J. Greenland, J. Darby, and M. J. Wilkinson. 1998. Genetic and environmental control of flowering in strawberry, p. 111-131. In: K. E. Cockshuli, D. Gray, G. B. Seymour and B. Thomas (eds.). Genetic and environmental manipulation of horticultural crops. CAB international, New York.
- 6.Darnell, R. L., D. J. Cantliffe, and D. S. Kirschbaum. 2003. The physiology of flowering in strawberry. Hort. Rev. 28:325-349.
- 7.Darrow, G. M. 1936. Interrelation of temperature and photoperiodism in the production of fruit-buds and runners in the strawberry. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 34:360-363.
- 8.Guttridge, C. G. 1985. Fragaria x ananassa. In: Halvey, A. H. (ed.) CRC Handbook of Flowering, Vol. III CRC press, Boca Raton, Florida, USA. p.16-33. Hancock, J. F. 1999. Strawberries. CAB International, Wallingfer, UK
- 9.Hartmann, H. T. 1974. Some effects of temperature and photoperiod on flower formation and runner production in strawberry. Plant physiology 22:401-420.





10. Heide, O. M. 1977. Photoperiod and temperature interactions in growth and flowering of strawberry. *Physiol. Plant.* 40:21-26.
11. Izhar, S. 1997. Infra short-day strawberry types. *Acta Hort.* 439:155-160.
12. Konsin, M., I. Voipio, and P. Palonen. 2001. Influence of photoperiod and duration of short-day treatment on vegetative growth and flowering of strawberry (*Fragaria X ananassa* Duch.). *J. Hort. Sci. & Biotechnol.* 76:77-82.
13. Mochizuki, T. and M. Okimura. 1995. Recent trends on strawberry cultivars and production technology in Japan. *Acta Hort.* 761:107-114.
14. Oda, Y. and T. Yanagi. 1993. Effect of climatic condition on the floral initiation at the runner tip of everbearing strawberry cultivar (*Fragaria X ananassa* Duch.). *Acta Hort.* 345:67-72.
15. Scott, D. H. and F. J. Lawrence. 1975. Strawberries, p. 71-97. In: J. Janick and J. N. Moore (eds.). *Advances in Fruit Breeding*. West Lafayette, USA.

### Abstract

The object of this project is to understand the photoperiodism requirement of 'Taoyung No. 3' strawberry. Two experiments were conducted. 1. Photoperiodism requirement of 'Taoyung No. 3' strawberry: Strawberry plant was put under 8/16, 16/8 hr (light/dark, hr) and natural day length condition at 25/20 °C, to understand photoperiodism requirement of 'Taoyung No. 3' strawberry. The result showed that 8/16 hr treatment had more number of inflorescence and less number of runner. 2. The effects of night interruption on inflorescences formation of 'Taoyung No. 3 strawberry': The night interruption treatment make the dark length maintain 4 hrs. The strawberry had bloom, but one month later, there has no inflorescences. The night interruption treatment had more runner production, more leaf area, longer petiole than control. The result should be a useful data for strawberry nursery, to produce high quality strawberry plants.

