

# 夜間間歇照光對印度棗生育之影響

邱祝櫻<sup>1</sup>、翁仁憲<sup>2</sup>

## 摘 要

夜間燈照影響印度棗之生育及開花。為了節省能源成本，本試驗乃以高朗1號及特龍兩個品種為材料，探討夜間間歇照光對其生育及開花之影響。植株於2月25日主幹更新後，6月20日起，自夜間6時起至翌日凌晨6時止，每株分別施以不同處理，包括連續照光12小時、照光1小時停1小時、照光2小時停2小時、照光3小時停3小時、不照光等5種處理，4重複，處理時間為40日。結果顯示，4種照光處理均有促進枝梢節數增加、節間縮短、早期開花數、早期著果數增加、開花期提早、產期提早之現象。早期開花數及著果數以連續照光者最多，其次依序為照光1小時停1小時、照光2小時停2小時、照光3小時停3小時。始花期及盛花期以連續照光和照光1小時停1小時最早，照光2小時停2小時及照光3小時停3小時次之，不照光處理最晚。產量以照光1小時停1小時及照光2小時停2小時之處理較高。產期以連續照光最早，與不照光處理比較，可提早40日；而照光1小時停1小時及照光2小時停2小時可提早35日，照光3小時停3小時可提早25日。考慮電費成本及生育，以照光1小時停1小時及照光2小時停2小時較佳。

關鍵語：印度棗、間歇照光、生育

## 前 言

自從學者發現植物開花會受光周期影響後，利用光期處理來調節植物之營養生長與開花之技術被廣泛實施。學者根據植物對光周期之反應，在暗期利用人工光源處理來達成控制植物開花之目的<sup>(7,8,24)</sup>。因此，在產業經營上，有許多應用的實例。例如菊花於夜間10點至凌晨2點間以鎢絲燈照光，可促進營養生長，使花莖伸長，抑制開花，藉以調節開花期<sup>(5)</sup>。番茄移植苗在每日日落後以日光燈或紅光(600-700 nm)處理，以提早開花及提高開花數<sup>(9,14,15)</sup>。印度棗於夜間以日光燈照光，以提早開花及提早產期<sup>(1,2,3)</sup>。

---

<sup>1</sup>行政院農業委員會高雄區農業改良場副研究員

<sup>2</sup>國立中興大學植物系教授。

<sup>3</sup>審查委員：顏昌瑞教授、國立屏東科技大學農園系。

由於植物間對光周期之反應不一，因此某些植物很難界定其屬性。例如番茄早期被歸為對光期不敏感之中性植物，隨著一些較深入的研究，又被認為是短日植物或長日植物<sup>(11,17)</sup>；也有學者認為番茄開花受光強度及持續時間(光周期)兩者相乘之光積值(light integral)所影響<sup>(12,19)</sup>。在果樹研究上，一些報告指出，木本果樹大多對光期不敏感<sup>(18,20,22)</sup>。而香蕉<sup>(4)</sup>和木瓜<sup>(21)</sup>則到達一定株齡或葉片數時即開始形成花芽並開花，也少受光週影響。葡萄樹在臨界光強度以下，對光週不敏感，在臨界光強度以上，長日可促進其花穗形成和發育<sup>(10)</sup>。蘋果樹在長光期下較短光期下有較多的花芽形成<sup>(27)</sup>。楊桃樹在短日下(8及12小時)和長日(14小時)下比較，每個花穗有較多的開花數；在16小時日長下則產生較多的營養芽<sup>(23)</sup>。但是有一些小果類果樹，如草莓<sup>(16)</sup>、黑醋栗<sup>(26)</sup>、藍莓<sup>(13)</sup>等大部份的品種均為敏感的短日植物。百香果具光週效應，為長日植物，在長日下可促進花芽形成和開花<sup>(6)</sup>。

印度棗是屬於營養生長與生殖生長並行之果樹，其開花是否受光期影響，目前尚無定論。唯邱等人<sup>(3)</sup>之報告指出，夜間連續照光9小時、6小時及3小時之處理，也和照光12小時之效果相同，有提早開花、提高著果數、提早產期的現象，並且亦隨著照光時數減少，有開花較晚、著果較少、產期較晚之趨勢。此種不同照光時數處理產生之差異，作者認為可能和光積值及暗期長度有關。

為了釐清光積值及暗期長度和印度棗生育之關係，本研究將以固定的光積值(相同的照光6小時和光度)，配合不同的暗期長短，實施夜間間歇性照光，即在長夜12小時中分別以照光1小時停1小時、照光2小時停2小時、照光3小時停3小時之處理，來探討其在促進印度棗開花結果上所扮演的角色。此外，若能利用不同時間之暗期間歇照光處理，則能以最低的能源消耗，達成提早開花及調節產期之目的。

## 材料與方法

本試驗在高雄縣阿蓮鄉果園進行。以8年生印度棗(*Ziziphus mauritiana* Lam.)為材料，分成A試驗-高朗1號 (cv. Kaolang 1，又稱五十種)品種及B試驗-特龍(cv. Telong)品種。兩試驗的試區均採用完全隨機設計法，4重複，試驗單位為樹齡相同、樹勢相近之單株，行株距為6 m x 6 m。參試因子為日落後不同照光處理，包括(1).每日下午6時至翌日6時連續照光(12L)；(2).每日下午6時開始照光1小時停1小時，循環至翌日6時(1L1D)；(3).每日下午6時開始照光2小時停2小時，循環至翌日6時(2L2D)；(4).每日下午6時開始照光3小時停3小時，循環至翌日6時(3L3D)；(5).不照光 (DD)等5種。

供試之印度棗於2月25日進行主幹更新及嫁接工作，待接穗萌芽長約30

cm時，選留生長勢較強健之枝條2支為主幹，剪除其餘芽體，使新主枝生育健壯，並於5月時剪除弱枝及徒長枝，6月20日開始進行燈照處理(當時自然日長13小時)，7月30日結束。燈照處理區之光源設置高度為樹冠上方1 m，每株設置1盞20 w日光燈(東亞 FL-20D)，燈照時間以自動開關控制。每處理間均選取不互相干擾之樹體為主，以隔絕夜間光源之影響。

於開始處理後取樣調查樹體之生育，取樣枝梢經光度計(LiCor, LI-189)測量，光度大約在3.5-5.0  $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ 之間的枝梢為主。生育期間調查重要園藝性狀，如節位數、節間長度、始花期、盛花期、開花數、著果數、產量及產期等。節位數、節間長度之調查，是由供試株中各取東、西、南、北向之枝梢，計算照光開始至8月9日止的節數增加量及其平均節間長度。開花數及著果數之計算是自始花期開始隨時間之推移計算至8月24日之總數。枝梢長度為節數 x 節間長度。產量以單株平均計算。產期以各處理之開始採收期為基準。

## 結果與討論

A試驗中，不同間歇照光處理之高朗1號品種印度棗之生育及開花情形如表1所示。在節數方面，以不照光處理之節數最少，和其他照光處理者比較呈顯著差異。節間長度以不照光及照光3小時停3小時之處理較長，連續照光、照光1小時停1小時及照光2小時停2小時之處理有較短之趨勢。

表1. 夜間間歇照光處理對高朗1號印度棗生育及開花之影響

Table 1. Effects of interrupted lighting treatments at night on the shoot development and bloom of Kaolang 1 Indian jujube

處理 Treatment	節數 Number of node	節間長度 Length of node (cm)	開花數 Number of flower	著果數 Number of fruit setting	始花期 Beginning date for bloom (MM/DD)	盛花期 Date of full bloom (MM/DD)
12L <sup>+</sup>	10.7 <sup>a#</sup>	4.2 <sup>b</sup>	233.5 <sup>a</sup>	38.5 <sup>a</sup>	07/10	08/01
1L1D	10.5 <sup>a</sup>	4.4 <sup>ab</sup>	222.3 <sup>a</sup>	33.6 <sup>a</sup>	07/10	08/01
2L2D	10.6 <sup>a</sup>	4.3 <sup>b</sup>	172.2 <sup>b</sup>	26.5 <sup>b</sup>	07/15	08/05
3L3D	10.9 <sup>a</sup>	4.6 <sup>a</sup>	128.7 <sup>c</sup>	12.3 <sup>c</sup>	07/15	08/05
DD(ck)	9.7 <sup>b</sup>	4.7 <sup>a</sup>	16.9 <sup>d</sup>	2.1 <sup>d</sup>	08/05	08/25

<sup>+</sup> 12L：連續照光，1L1D：照光1小時停1小時，2L2D：照光2小時停2小時，3L3D：照光3小時停3小時，DD：不照光

<sup>+</sup> 12L: light 12 hours; 1L1D: 1 hour light follow by 1 hour dark; 2L2D: 2 hours light follow by 2 hours dark; 3L3D: 3 hours light follow by 3 hour dark; DD: untreated

<sup>#</sup>表中直列數值之字母相同者，表示其差異沒有達到Duncan's 5%顯著水準。

<sup>#</sup> Values with same letter within column was not significant difference according to the Duncan's MRT(5%)

開花數方面，自始花期開始至8月24日止之計算結果，發現各處理間除了連續照光及照光1小時停1小時處理，兩者間沒有差異以外，其餘各處理間均有顯著之差異。以連續照光及照光1小時停1小時處理之開花數最多，其次依序為照光2小時停2小時處理、照光3小時停3小時處理，至於不照光處理之開花數最少。著果數亦和開花數有相同的結果。在始花期方面，以連續照光處理及照光1小時停1小時之處理最早（7月10日），照光2小時停2小時處理及照光3小時停3小時之處理（7月15日）次之，不照光處理最晚（8月5日）。各處理之盛花期仍以連續照光處理及照光1小時停1小時處理最早（8月1日），照光2小時停2小時處理及照光3小時停3小時處理（8月5日）次之，不照光處理最晚（8月25日）。

不同間歇照光處理之特龍品種印度棗之生育及開花情形如表2所示(B試驗)。在節數方面，連續照光、照光1小時停1小時及照光2小時停2小時處理之節數較多；照光3小時停3小時次之；不照光處理最少，與照光1小時停1小時及照光2小時停2小時處理之間呈顯著差異。節間長度以不照光、照光3小時停3小時及照光1小時停1小時處理有較長之趨勢，照光2小時停2小時及不照光處理者則較短。開花數及著果數方面，由表1及表2可看出，各處理間之差異和高朗1號品種相同。始花期方面，特龍品種和高朗1號相同；盛花期則較高朗1號品種早。由以上結果發現，夜間照光有促進印度棗枝梢節數增加，節間縮短、開花提早、早期開花數及著果數增加之現象。

表2. 夜間間歇照光處理對特龍印度棗生育及開花之影響

Table 2. Effects of interrupted lighting treatments at night on the shoot development and bloom of Telong Indian jujube

處理 Treatment	節數 Number of node	節間長度 Length of node (cm)	開花數 Number of flower	著果數 Number of fruit setting	始花期 Beginning date for bloom (MM/DD)	盛花期 Date of full bloom (MM/DD)
12L <sup>+</sup>	12.0 <sup>a#</sup>	4.3 <sup>b#</sup>	326.6 <sup>a#</sup>	42.8 <sup>a</sup>	07/10	07/25
1L1D	11.8 <sup>a</sup>	4.5 <sup>ab</sup>	318.5 <sup>a</sup>	39.6 <sup>a</sup>	07/10	07/25
2L2D	11.3 <sup>ab</sup>	4.3 <sup>b</sup>	189.1 <sup>b</sup>	29.3 <sup>b</sup>	07/15	08/01
3L3D	10.8 <sup>b</sup>	4.8 <sup>a</sup>	111.1 <sup>c</sup>	13.2 <sup>b</sup>	07/15	08/01
DD(ck)	9.8 <sup>b</sup>	4.8 <sup>a</sup>	5.2 <sup>d</sup>	1.2 <sup>d</sup>	08/05	08/25

<sup>+</sup> #同表1

<sup>+</sup> # Same as Table 1

高朗1號品種之產量及產期如表3所示(A試驗)，產量雖以照光1小時停1小時的處理最高，平均每株152 kg,唯和照光2小時停2小時處理之149 kg,在統計上並無顯著差異。不照光處理產量最低，平均每株78 kg,和其他處理比較，呈顯著差異。產期以連續照光處理最早，於11月10日採收，照光1小時停1小

時處理及照光2小時停2小時處理於11月15日採收，照光3小時停3小時者於11月25日採收，不照光處理則至12月20日採收。

表3. 間歇照光處理對高朗1號印度棗產量及產期之影響

Table 3. Effects of interrupted lighting treatments at night on the yield and yielding date of Kaolang 1 Indian jujube

處理 Treatment	產量(公斤/株) Yield (Kg/Plant)	產期(月/日) Yielding date (MM/DD)
12L <sup>+</sup>	140.3 <sup>b#</sup>	11/10
1L1D	152.4 <sup>a</sup>	11/15
2L2D	149.2 <sup>a</sup>	11/15
3L3D	141.5 <sup>b</sup>	11/25
DD(ck)	78.3 <sup>c</sup>	12/20

<sup>+</sup>#同表1

<sup>+</sup># Same as Table 1

表4. 間歇照光處理對特龍印度棗產量及產期之影響

Table 4. Effects of interrupted lighting treatments at night on yield and yielding date of Telong Indian jujube

處理 Treatment	產量(公斤/株) Yield (Kg/Plant)	產期(月/日) Yielding date (MM/DD)
12L <sup>+</sup>	122.8 <sup>a#</sup>	11/10
1L1D	112.6 <sup>a</sup>	11/15
2L2D	120.6 <sup>a</sup>	11/15
3L3D	102.4 <sup>b</sup>	11/25
DD(ck)	84.6 <sup>c</sup>	12/20

<sup>+</sup>#同表1

<sup>+</sup># Same as Table 1

特龍品種之產量及產期如表4所示(B試驗)，係以連續照光之123kg最高，唯與照光2小時停2小時處理之121kg及照光1小時停1小時處理之113kg間，在統計上沒有顯著差異。而不照光處理之產量也是最低，和其他處理比較，亦呈顯著差異。產期則和高朗1號品種之各處理相同，照光處理者較不照光處理之產期早。由以上結果得知，不管是高朗1號或是特龍品種，夜間照光1小時停1小時及照光2小時停2小時處理之產量和連續照光處理者比較，在統計上並無顯著差異，且對產期調節之效果也佳。

本研究之枝梢生育調查，發現照光處理均較不照光處理者有枝梢節數增加、節間縮短之現象。而且，照光處理之枝梢生長速度在照光初期較快，至盛花期或小果期趨緩。根據邱等人<sup>(3)</sup>指出，印度棗枝梢的開花習性是營養生長與生殖生長並行，即印度棗結果枝在修剪後大約一個月至二個月間就會隨著枝梢生長而陸續開花，且連續修剪連續開花。本試驗中，照光促進印度棗提

早開花後，枝梢之生長可能受到花及果實競爭之影響，生育因而趨緩。

而照光1小時停1小時、照光2小時停2小時、照光3小時停3小時之處理，均較不照光處理有促進印度棗提早開花、早期開花數增加、產期提早之現象。唯隨著最後暗期長度的增加，有開花較晚、開花數較少、產期較晚之趨勢。由於邱等人<sup>(3)</sup>認為印度棗之光照處理是在極低之光合作用有效輻射(Photosynthetically active radiation)強度( $5.0 \mu \text{ mol/m}^2/\text{s}$ )下進行，對其光合作用應該不會產生促進之作用。也發現日光燈富含紅光，在夜間作為延長光照之光源時，可能對植物產生一個長光期之效果，所以推測印度棗不是短日植物，但也無法證明是否為不受光期影響之中性植物(day neutral plant)。本研究結果支持上述看法。

本試驗中著果數和開花數有相同的趨勢，唯此資料僅調查至8月24日，而不照光處理(ck)正值盛花期(8月25日)，在不同的開花時間序列下實難比較處理間的著果率。唯由總產量方面得知，本試驗中所有照光處理均比不照光處理的產量高，此結果也說明不照光處理之著果數在盛花期之後並無較佳之著果情形，因此產量低於照光處理者。本試驗中照光處理者均較不照光處理之產量較高，此結果和以往研究報告相同<sup>(1,2,3)</sup>，邱等人<sup>(3)</sup>認為此原因除了受早期開花數增加因而著果數增加以外，亦可能受授粉昆蟲活動時間延長之影響，以致於著果數增加，因而提高產量，此需尚待進一步證實。

果實品質方面，本試驗中並無調查資料，唯根據相關研究報告<sup>(3)</sup>顯示，4種不同夜間照光時數(3、6、9、12)和不照光處理者在同一個採收期採收之果實品質並無顯著差異。若以同一處理比較其不同採收期之果實品質，發現不論是果重、果型、糖度間均有差異存在。由此報告得知印度棗之果實品質不因照光處理而有所差異。

此外，由於邱等人在其研究不同夜間照光時數對印度棗生育及開花之影響時，推測可能和光積值或暗期長度有關，唯本研究中發現，不論照光1小時停1小時、照光2小時停2小時、照光3小時停3小時之處理均有固定的光積值(相同的照光6小時和光度，不同的暗期長短)，卻仍然對印度棗生育產生不同的影響，推測可能和暗期長度有關。一般言之，明期之紅光會將Pr轉變為Pfr，使Pfr/Pr比值較增加，轉入暗期後，Pfr會逐漸轉變為Pr，使Pfr/Pr比值逐漸減小<sup>(25)</sup>。由於本研究中，三種不同的間歇照光處理的最後暗期長度分別為1小時、2小時、3小時，照光期Pfr/Pr的比值高，是否和轉入暗期後，Pfr逆轉為Pr或Pfr被破壞的程度隨暗期長度增加而增加，使Pfr/Pr比值減小，因而影響開花也有待進一步的探討。

## 結 論

由以上結果得知，照光1小時停1小時及照光2小時停2小時者，對高朗1號及特龍印度棗開花、產量及產期提早之促進效果與整夜連續照光者差異不大，實際利用於生產上，可減少能源消耗，降低生產成本。

## 參考文獻

- 1.邱祝櫻 1992. 延長光照對印度棗開花及產期之影響. 高雄區農業改良場研究彙報 4(2): 1-9.
- 2.邱祝櫻、黃明得. 1994. 夜間光照對印度棗開花及產期之影響. 中華農業氣象 1(3): 115-120.
- 3.邱祝櫻、黃明得、翁仁憲. 1997. 夜間照光時數對印度棗開花及產期之影響. 中華農學會報 新第182期: 1-11.
- 4.柯立祥. 1983. 香蕉之花芽分化. 中國園藝 29: 178-188.
- 5.黃敏展、朱建鏞. 1984. 電照菊標準照明方法之研究. 興大園藝 9: 45-49.
- 6.張育森、鄭正勇. 1992. 百香果光週性之研究. 中國園藝 38(2): 63-71.
- 7.Armitage, A. M. 1988. Effects of photoperiod, Light source and growth regulators on the growth and flowering of *Trachelium caeruleum*. *J. Hort. Sci.* 63(4): 667-674.
- 8.Armitage, A. M. and J. M. Laushman. 1989. Photoperiod control of flowering of *Salvia leucantha*. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 114(5): 755-758.
- 9.Boivin, C., A. Gosselin, and M. J. Trudel. 1987. Effects of supplemental lighting on transplant growth and yield of greenhouse tomato. *Hort. Sci.* 22: 1266-1268.
- 10.Buttrose, M. S. 1974. Climatic factors and fruit fullness in grapevines. *Hort. Abst.* 44: 319-326.
- 11.Cooper, A. J. 1962. Relation between daylength and annual patterns of plant development. *Nature* 195: 1218-1219.
- 12.Cooper, A. J. 1964. The seasonal pattern of flowering in glasshouse tomatoes. *J. Hort. Sci.* 39: 111-119.
- 13.Darnell, R. L. 1991. Photoperiod, carbon partitioning, and reproductive development in Rabbiteye blueberry. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 116(5): 856-860.
- 14.Decoteau, D. R., and H. H. Friend. 1991. Growth and subsequent yield of

- tomatoes following end-of-day light treatment of transplants. Hort. Sci. 26: 1528-1530.
15. Grimstad, S. O. 1981. Interaction of lamp types and irradiance on the growth of tomato plants. Acta Hort. 128: 109-116.
  16. Guttridge, C. G. 1985. *Fragaria x ananassa* In: A. H. Halevy (ed.) CRC Handbook of flowering. P3: 16-33. CRC Press, Boca Raton, FL, USA.
  17. Hurd, R. G. 1973. Long-day effects on growth and flower initiation of tomato plants in low light. Ann. App. Biol. 73: 221-228.
  18. Jackson, D. I., and G. B. Sweet. 1972. Flower initiation in temperate woody plants. Hort. Abst. 52: 9-24.
  19. Kinet, J. M. 1977. Effects of light conditions on the development of the inflorescence in tomato. Sci. Hort. 6: 15-26.
  20. Moss, G. I. 1969. Influence of temperature and photoperiod on flower induction and inflorescence development in sweet orange (*Citrus sinensis* L. Osbeck.). J. Hort. Sci. 44: 311-320.
  21. Nakasone, H. Y., and W. B. Story. 1955. Studies on the inheritance of fruiting height of *Carica papaya* L. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 66: 168-182.
  22. Nakata, S. and Y. Watanabe. 1966. Effects of photoperiod and night temperature on the flowering of *Litchi chinensis*. Bot. Gaz. 127: 146-152.
  23. Salakpetch, S., D. W. Turner, and B. Dell. 1990. The flowering of carambola (*Averrhoa carambola* L.) is more strongly influenced by cultivar and water stress than by diurnal temperature variation and photoperiod. Sci. Hort. 43(1-2): 83-94.
  24. Salisbury, F. B., and C. W. Ross. 1969. Photoperiodism and physiology of flowering. In Plant Physiology. F. B. Salisbury and C. W. Ross. P.583-619. Wadsworth Inc., USA.
  25. Taiz, L., and E. Zeiger. 1991. Plant Physiology. The control of flowering. P.513-529. The Benjamin/Cummings Publishing Company, Inc.
  26. Tinklin, I. G., E. H. Wilkinson, and W. W. Schwabe. 1970. Factors affecting flower initiation in the black currant *Ribes nigrum*. L. J. Hort. Sci. 45: 275-282.
  27. Tromp, J. 1984. Flower-bud formation in apple as affected by air and root temperature, air humidity, light intensity, and day length. Acta Hort. 149: 39-47.



# Effects of Interrupted Nocturnal Lighting on the Growth and Development of Indian Jujube (*Ziziphus mauritiana* Lam.)

Chu-Ying Chiou<sup>1</sup> and Jeh-Hsien Weng<sup>2</sup>

## Abstract

The growth and flowering of Indian jujube were affected by the lighting treatments applied at night. For energy and cost savings, the responses of Indian jujube to the interrupted nocturnal lighting treatments were investigated. Two cultivars, “Kaolang 1” and “Telong”, grafted on February 25, were studied with a complete randomized design and 4 replications. Light was applied from 6 pm to 6 am next day since June 25 for 40 days. Five interrupted lighting treatments including continued lighting for 12 hours (12L, as control), one hour lighting followed by one hour dark (1L1D), two hours lighting followed by two hours dark (2L2D), three hours lighting followed by three hours dark (3L3D), and non-lighting as the check (DD) were applied. Results showed that the increases in number of nodes per branches, shortening in length of internodes, increases in number of earlier flowers and fruit setting, and advances in flowering and yielding dates were observed in light-treated plants. The number of flowers and fruit setting at the early stage was the highest with continued lighting treatments (12L), and in a descending order followed by the treatments of 1L1D, 2L2D, and 3L3D. Flowering was advanced by the continued lighting (12L) and 1L1D treatments. Higher fruit yields were obtained from the 1L1D and 2L2D treatments. Initial yielding date could be advanced for 40 days in plants subjected to continued lights as compared to control, and 35 days for 1L1D and 2L2D treatments, 25 days for 3L3D treatment. Therefore, interrupted nocturnal lighting of one or two hours followed by one or two hours dark period, i.e. 1L1D and 2L2D were proved to be feasible for consideration of energy and cost.

Key words: Interrupted lighting, Indian jujube, Growth and development

---

<sup>1</sup>Associate Researcher, Kaohsiung District Agricultural Research and Extension Station.

<sup>2</sup>Professor, Department of Botany, National Chunghsin University.