

不同光源對印度棗開花及產期之影響

邱祝櫻

高雄區農業改良場

摘要

夜間日光燈照已證實能影響印度棗之開花及產期，但不同的光源可能對印度棗之開花及產期有不同之影響，因此本試驗的目的乃以日光燈、鎢絲燈、植物燈、太陽燈，以及不照光（對照）共5種處理，以探討其對高朗1號及特龍印度棗品種開花及產期的影響。試驗採用逢機完全區集設計，重複4次。燈照處理者自六月二十五日開始，每日於夜間照射12小時，共照射40日。

試驗結果顯示，經日光燈、植物燈、鎢絲燈、太陽燈等四種光源光照處理者皆能促進植株提早開花、增加開花數、增加早期著果數及提早產期。以日光燈及植物燈光照處理者與無光照者其產量較高，而以鎢絲燈及太陽燈處理者其產量較低。鎢絲燈與太陽燈處理及日光燈與植物燈處理者，其產期較未經光照處理者分別提早50及45日。基於光照成本及產量之考量，在本試驗中日光燈乃是最適當之照射光源。

關鍵字：印度棗、光源、開花、產期。

前言

印度棗 (Indian jujube) (*Zizyphus mauritiana* Lam.) 原產於印度及中國雲南，Merely jujube、Chinese date、Indian plum、Indian cherry、Malay jujube等都是其英文名稱，屬於鼠李科(Rhamnaceae)棗屬(*Zizyphus* Mill.)，與中國棗(*Zizyphus jujuba* Mill.)為同屬不同種的果樹^(1,9,22)。在台灣，印度棗歷經品種選育及栽培技術改進，果實品質優良，因此栽培面積日增⁽⁶⁾。然而，在栽培面積多，產期過於集中(12~2月)，樹上黃熟期過短，以及不耐貯藏的特性下，產期調節可減少產銷失衡的現象發生^(2,3,4,5,6,7)。

沈等人於1991年⁽²⁾，以每公頃70盞40W的日光燈於日落後(end of day)照射印度棗植株30~45日，有提早開花、提高著果數、提早產期40~60天之效果。唯不同的光源可能對印度棗開花及產期有不同的反應，為了進一步瞭解不同光源對印度棗開花及著果促進之效果，本試驗擬以鎢絲燈、植物燈、太陽燈等作為不同延長照光之光源，以比較其與日光燈光照效果之差異性，作為學者研究及農友夜間燈照調節產期之參考。

材料與方法

試驗以6年生特龍及高朗1號印度棗品種為材料，於屏東市田間進行。以不同光源為處理，採完全逢機設計，4重複。處理包括太陽燈（東亞 FL-20 DEX/18）、植物燈（東亞 FL-20 BP/18）、日光燈（東亞 FL-20 D/18）、鎢絲燈（東亞 60W）等四種不同光源與不照光共五種處理，於6月25日開始，每日日落後延長照光12小時，處理期間為40日。光照處理區之光源設置高度為棚架上方1m，處理之果樹每株各設置燈具1盞，燈照時間以自動開關控制。不

照光處理則選擇不受任何光源影響之樹為對照。每種燈具分別以光譜儀 (spectroradiometer Licor LI-1800) 檢測光譜。經光度計 (Licor LI-189) 檢測枝梢取樣位置之光度，日光燈為 3.9-5.2 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ 、植物燈為 4.2-5.5 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ 、太陽燈為 4.0-5.8 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ 、鎢絲燈為 3.5-4.6 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ 。

生育期間調查重要園藝性狀，包括開花數、著果數、產量、產期等。取樣枝梢是取東、西、南、北四個方向，光度在上述範圍中之第三分支的結果枝中計算。開花數是依調查時間之推移計算結果枝累計開花數。著果數是依調查時間之推移計算結果枝累計著果數。產期提早日數是以不照光處理之盛產期為基準往前推算。

結 果

不同光源之光譜分析相對能量分佈示於表 1。在 PAR (photosynthetically active radiation) 方面，日光燈、植物燈、太陽燈較高，鎢絲燈最低。在紅光與遠紅光的比值(R/FR)上，以植物燈最大(R/FR=84.6)，日光燈及太陽燈次之，分別為 R/FR=13.4、R/FR=14，而以鎢絲燈最小(R/FR=1.5)。

表 1、4 種不同光源之相對能量分佈 (%)

Table 1. Relative energy distribution in percentage of total energy emission from the four lamp types

| Lamp type | Blue 350-500nm | Green-yellow 500-600nm | Red 600-700nm | PAR ¹ 400-700nm | Far red 700-750nm | Infrared >750nm | R/FR |
|--------------|-------------------|---------------------------|------------------|-------------------------------|----------------------|--------------------|------|
| Fluorescent | 38.7 | 43.7 | 13.4 | 93.1 | 1.0 | 3.2 | 13.4 |
| Floral | 32.0 | 14.2 | 50.8 | 94.6 | 0.6 | 2.4 | 84.6 |
| Solar | 40.5 | 37.2 | 18.2 | 94.5 | 1.3 | 2.8 | 14.0 |
| Incandescent | 2.2 | 6.6 | 12.5 | 21.1 | 8.2 | 70.5 | 1.5 |

¹PAR: Photosynthetically active radiation

不同光源處理對高朗 1 號及特龍品種印度棗開花之影響，各照光處理者均於 7 月 20 日開始開花，此時不照光處理尚未開花。至 8 月 5 日調查發現 (表 2)，高朗 1 號以日光燈開花數最多，和其它處理比較呈顯著差異。植物燈及鎢絲燈次之，太陽燈再次之，不照光處理最少。特龍品種則以日光燈及太陽燈之效果最好，和其它處理比較呈顯著差異。鎢絲燈次之，植物燈再次之，不照光處理最少。

表 2、不同光源對印度棗枝梢開花數之影響

Table 2. Effects of various lighting source on the number of flower per shoot of Indian jujube

| Lamp type | Kaolang 1 高朗 1 號 | Telong 特龍 |
|--------------|----------------------|-----------|
| Fluorescent | 228.3 a ¹ | 300.3 a |
| Floral | 168.7 b | 195.1 c |
| Solar | 116.6 c | 294.3 a |
| Incandescent | 172.0 b | 221.0 b |
| Untreatment | 1.8 d | 2.55 d |

Data recorded until Aug. 5, 1994

¹Same letter within each column indicated no significant differences at 5% level according to Duncan's MRT.

在著果數方面，兩品種之照光處理者均在8月5日開始著果，不照光處理則尚未著果。高朗1號品種之照光處理者在8月20日調查之結果發現（表3），以鎢絲燈處理之著果數最多，和其它處理比較呈顯著差異。其次依序為日光燈、植物燈、太陽燈，而不照光處理最少。特龍品種也是以鎢絲燈處理之著果數最多，其次依序為太陽燈、植物燈、日光燈，不照光處理最少。

表3、不同光源對印度棗枝梢著果數之影響

Table 3. Effects of various lighting source on the number of fruit per shoot of Indian jujube

| Lamp type | Kaolang 1 高朗1號 | Telong 特龍 |
|--------------|---------------------|-----------|
| Fluorescent | 23.2 b ¹ | 28.7 d |
| Floral | 21.7 c | 38.3 c |
| Solar | 18.9 d | 41.2 b |
| Incandescent | 30.6 a | 49.2 a |
| Untreatment | 4.4 e | 2.4 e |

Data recorded until Aug. 20, 1994

¹Same letter within each column indicated no significant differences at 5% level according to Duncan's MRT.

不同光源對印度棗高朗1號及特龍品種印度棗產量之影響示於表4。高朗1號以日光燈處理之產量最高，平均每株為158kg，唯和植物燈之平均每株150kg，以及不照光處理之148kg沒有顯著差異。太陽燈處理次之，平均每株134kg。鎢絲燈處理最少，平均每株122kg。特龍品種和高朗一號品種大致相同，以日光燈處理最高，平均每株產量為141kg，和其它處理比較呈顯著差異。植物燈及不照光處理者次之，平均每株分別為125kg及121kg，二者在統計上無顯著差異。而以鎢絲燈及太陽燈之產量較低，分別為111及106kg。

表4、不同光源對印度棗產量之影響（kg/plant）

Table 4. Effects of various lighting source on the yield per plant of Indian jujube

| Lamp type | Kaolang 1 高朗1號 | Telong 特龍 |
|--------------|---------------------|-----------|
| Fluorescent | 158.6a ¹ | 140.8a |
| Floral | 150.3a | 125.2b |
| Solar | 134.3b | 106.5c |
| Incandescent | 122.8b | 111.5c |
| Untreatment | 148.4a | 121.2b |

¹Same letter within each column indicated no significant differences at 5% level according to Duncan's MRT.

在產期提早日數上（表5），高朗1號品種以鎢絲燈及太陽燈之提早50日最早；日光燈、植物燈之提早45日次之。特龍品種以鎢絲燈及太陽燈之提早55日最早，日光燈、植物燈之50日次之。

表5、不同光源對印度棗產期之影響

Table 5. Effects of various lighting source on the yielding date of Indian jujube

| Lamp type | Kaolang 1 高朗 1 號 | Telong 特龍 |
|--------------|------------------|-----------|
| Fluorescent | 45 ¹ | 50 |
| Floral | 45 | 50 |
| Solar | 50 | 55 |
| Incandescent | 50 | 55 |
| Untreatment | 0 | 0 |

¹Days advanced is calculated based on the yielding date control (Jan.1).

討 論

光質影響植物的生長與發育⁽²³⁾，本試驗中富含紅光的日光燈可以促進印度棗提早開花及提早產期。這結果和以往的研究報告之結果^(2,3,4,5)相同。唯本試驗中也發現，富含紅光的植物燈、太陽燈及富含遠紅光的鎢絲燈都有提早印度棗開花及產期之相同效果。

在實際農業生產上，這些光源也有直接利用，例如 Grimstad 發現日光燈有促進番茄移植苗矮化、提早開花、提高開花數之效果⁽¹⁸⁾。Boivin等⁽¹²⁾、Decoteau及Friend⁽¹⁴⁾等人亦證實，每日日落後以日光燈或紅光(600~700 nm)處理番茄移植苗，皆可以提早開花及提高開花數，且日光燈大量應用在溫室中。在菊花的生產上，鎢絲燈常被用來促進花莖的伸長，抑制開花，因而調節花期⁽⁸⁾。

由於日光燈富含紅光，對長日植物而言將可提早開花。但是，本研究中富含遠紅光的鎢絲燈也可以提早印度棗之開花，此現象在其它的長日植物上也有相同的發現，例如毒麥 (*Lolium temulentum* L.)^(15,16)、天仙子 (*Huoscyanus niger* L.)⁽²⁴⁾、蕁苔⁽¹⁷⁾、報春花 (*Anagallis arvensis* L.)⁽²⁰⁾、阿拉伯芥 (*Arabidopsis thaliana* L.)^(10,11,13,19,21,25)等，以遠紅光作為暗期中斷之光源或於生長中以較低的紅光與遠紅光比值的質培養，可以提早開花。由於本試驗中所使用之光源均為混合紅光與遠紅光之光質，較難推測定量之影響，唯在實際應用上可直接利用於農業生產。

本試驗中，植物燈、日光燈和不照光處理的產量相同，太陽燈及鎢絲燈因早期著果數多，中、後期著果數較少，因而總產量較少。唯以往的報告中⁽⁴⁾也指出，產量牽涉到著果情形、疏果方式以及氣象因子，因此雖然照光處理之早期著果數較多，但常因上述因子之關係使產量不甚穩定。在產期方面，各處理均較不照光(CK)處理為早，而鎢絲燈及太陽燈處理之產期較其它燈照處理早5日，可能係因早期著果數多，中後期著果少，致使早期果成熟較早。

由本研究中發現，日光燈、植物燈、鎢絲燈、太陽燈均可提早印度棗開花、提高開花數、提早產期。唯基於光照成本及產量之考量，在本試驗中日光燈乃是最適當之照射光源。

參考文獻

- 1.丁少華等(編) 1987 棗 pp 578-619 中國果樹栽培學 中國農業科學院 北京。
- 2.沈商嶽、蔡永皞、邱祝櫻、黃明得 1991 不同加強光照對印度棗產期及品質影響之研究I. 加強光照之影響 高雄區農業改良場研究彙報 4(1):16-21。
- 3.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。

4. 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。
5. 邱祝櫻、黃明得 1994 夜間加強光照對印度棗開花及結果之影響 pp 79-86 台灣經濟果樹栽培技術及應用研討會專輯 彰化。
6. 邱祝櫻 1996 印度棗之產業經營及展望 pp 147- 155 台灣熱帶地區果園經營管理研討會專刊 屏東。
7. 陳敏祥 1987 印度棗 農林廳 南投。
8. 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。
9. 劉業經、呂福原、歐辰雄 1994 台灣樹木誌 PP 534 國立中興大學農學院叢書。
10. Bagnall, D.J. 1993. Light quality and vernalization interact in controlling late flowering in *Arabidopsis ecotypes* and mutants. *Ann. Bot.* 71:75-83.
11. Bagnall, D.J., R.W. King, G.C. Whitelam, M.T. Boylan, D. Wagner and P.H. Quail. 1995. Flowering responses to altered expression of phytochrome in mutants and transgenic lines of *Arabidopsis thaliana* L. Heynh. *Plant Physiol.* 108:1495-1503.
12. 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.
13. Brown, J.A.M. and W.H. Klein. 1971. Photomorphogenesis in *Arabidopsis thaliana* L. Heynh. *Plant Physiol.* 47:393-399.
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. Evans, L.T., H.A. Borthwick and S.B. Hendricks. 1965. Inflorescence initiation in *Lolium temulentum* L. VII. The spectral dependence of induction. *Aust. J. Bio. Sci.* 18:745-762.
16. Evans, L.T. 1976. Inflorescence initiation in *Lolium temulentum* L. XIV. The role of phytochrome in long day induction. *Aust. J. Plant Physiol.* 3:207-217.
17. Friend, D.J.C. 1968. Photoperiodic responses of *Brassica campestris* cv. Ceres. *Physiol. Plant.* 21:990-1002.
18. Grimstad, S.O. 1981. Interaction of lamp types and irradiance on the growth of tomato plants. *Acta Hort.* 128:109-116.
19. Goto, N., T. Kumagai and M. Koornneef. 1991. Flowering responses to light-breaks in photomorphogenic mutants of *Arabidopsis thaliana*, a long-day plant. *Physiol. Plant* 83: 209-215.
20. Imhoff, C.H., A. Lecharyny., R. Jacques and J. Brulfert. 1979. Two phytochrome dependent processes in *Anagallis arvensis* L.: Flowering and stem elongation. *Plant Cell Environ.* 2:67-72.
21. Karlsson, B.H., G.R. Sills and J. Nienhuis. 1993. Effects of photoperiod and vernalization on the number of leaves at flowering in 32 *Arabidopsis thaliana* (Brassicaceae) ecotypes. *Amer. J. Bot.* 80:646-648.
22. Morton, J.F. 1987. Indian jujube. pp.273-277. *Fruits of warm climates*. Creative Resource Systems. Inc.
23. Salisbury, F.B. and C.W. Ross. 1991. Photomorphogenesis. pp.438-490. In F.B. Salisbury and C.W. Ross (eds.) *Plant Physiology*. 4th Ed. Wadsworth Inc., USA.
24. Schneider, M.J., H.A. Borthwick and S.B. Hendricks. 1967. Effects of radiation on flowering of *Hyoscyamus Niger*. *Am. J. Bot.* 54:1241-1249.
25. Whitelam, G.C. and H. Smith. 1991. Retention of phytochrome mediated shade-avoidance responses in phytochrome-deficient mutants of *Arabidopsis*, cucumber and tomato. *J. Plant Physiol.* 139:119-125

Effects of Various Lighting Sources on the Flowering and Yielding Date of Indian Jujube

Chu-Ying Chiu

Kaohsiung District Agricultural Improvement Station

Summary

It has been proven that fluorescent light applied during the night affects the flowering and yielding dates of Indian jujube. However, other lighting sources might also have various effects on the flowering and yielding date responses in Indian jujube. For practical light application, four kinds of lighting sources including fluorescent, floral, solar, and incandescent, were used to investigate the flowering and yielding date responses of Telong and Kaolang 1. A random complete block design with replications was used in this study. Treated plants were lighted for 12 hours at the end of the day starting from the 25th of June in 1996 for 40 days.

Plants treated with all four kinds of light were found to flower earlier, produce more flowers and have higher fruit sets, and to have an advanced yield date. Better yields were produced by plants lighted with fluorescent and floral light and by plants not subjected to a light treatment. Plants treated with solar and incandescent light had lower yield. Yielding date can be advanced 50 and 45 days when plants are treated with solar and incandescent and fluorescent and floral lights respectively. Considering the cost of lighting and the yield of Indian jujube, fluorescent light was found in this study to be a suitable lighting source.

Key words: Indian jujube, light sources, flowering, yielding date.