

遮光對華八仙與繡球花之雜交後代影響

陳 俞 安¹⁾ 陳 錦 木²⁾

關鍵字：繡球花、溫度、光度、光合作用

摘要：繡球花屬為重要的觀賞灌木花卉，同屬之華八仙則為臺灣原產植物，為常綠植物，對臺灣環境適應力佳，具有早花特性且耐病性佳，本研究以華八仙與繡球花之雜交後代為材料，進行不同遮光處理，探討生長形態及光合生理特性，以供栽培之參考，以四種遮光程度 0%(平均光度約為 $632 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$)、34%($418 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$)、51%($310 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$)及 77%($146 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$)處理雜交後代 CHR06-09 及 HP01C-01，全日照下植株上部葉片與莖之夾角較小以降低高光傷害，隨遮光程度提升葉片較平展，葉面積增加，葉片厚度、葉肉柵狀及海綿組織厚度則下降，光補償點下降，在 34% 遮光處理下有較佳的光合作用速率，生長及地上部鮮、乾重較佳。

前 言

繡球花〔*Hydrangea macrophylla* (Thunb.) Ser.〕為八仙花科(Hydrangeaceae)八仙花屬(*Hydrangea*) 植物，分布於東亞、北美東部及南美的溫帶地區(Granados *et al.*2013)。為多年生落葉灌木，常作為景觀、盆花及切花植物栽培(Aros *et al.*, 2016)。華八仙為常綠灌木，分布於菲律賓、琉球、中國西部及南部，臺灣產於全臺低至中海拔地區，蘭嶼及綠島，花期 1-4 月(劉等，2000；蔡，2009)

光是植物行光合作用的能量來源，影響生長和生存空間分布的重要因子(Rozendaal *et al.*, 2006)，植物依照對光需求的不同，可分為陽性及陰性植物，陽性植物喜好生長於陽光充足的地方，陰性植物則能忍受低光條件，高光強度環境下反而生長不佳，耐陰性為植物

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助理教授。

在低光下種子發芽、生長及生存的能力(郭，2014)。

臺灣夏季平地栽培因強光及高溫造成植株容易失水，葉片黃化焦枯及落葉的現象，降低觀賞品質，需進行適當遮光以維持較佳生長，許等(2018)以繡球花 'Leuchtfleur' 於臺灣夏季 8-9 月進行四種不同日照程度處理，分別約為 100%、70%、54% 及 36%，結果顯示在 36% 及 54% 日照程度下，平均光度約為 316 及 214 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 下栽培最佳，植株的株高較高，葉綠素計讀值及葉面積較高。

本研究以三種遮光處理栽培雜交後代，探討植株外部形態及光合生理特性，以供臺灣夏季栽培之參考。

材 料 方 法

一、植物材料

試驗材料選用華八仙與繡球花雜交所選出之後代單株編號(CHR06-09)，盆徑 15 cm 紅色塑膠盆，栽培介質為泥炭苔(614, Klasmann-Deilmann, Germany)：珍珠石(2 號, KMAUF, 荷蘭)=4:1(v/v)。每盆施 5 g 新好康多 1 號 180 天緩釋肥(14N-4.48P-10.79K) (Hi-Control®, Shizuoka, Japan)，另栽培期間每週施 1,000 倍之 Peters 速效性肥料(14N-8.73P-16.59K) (Scotts-Sierra Horticultural Products Co., Marysville, OH, USA)約 450 mL，人工澆水一次，病蟲害依一般花卉栽培管理推薦用藥防治。

二、遮光處理

試驗於 2021 年 7 月 29 日於國立中興大學園藝試驗場葡萄中心進行，植物材料以四種不同遮光處理 8 週，分別為露天對照組、網室內、網室內遮光 50%、網室內遮光 70%，實測遮光比率分別為 0%(平均光度約為 632 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ，平均溫度約為 32°C)、34%(418 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ，29.8°C)、51%(310 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ，29.6°C)及 77%(146 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ，28.1°C)。

三、調查項目

試驗後 8 週調查植株生育形態包含株高及節間數，取試驗期間生長之完全成熟葉(由上往下第 3 對)測量葉片厚度、葉片面積，以可攜式光合作用測定儀(Li-6400, Li-Cor, Lincoln, Nebr., USA)於 0900 HR 至 1500 HR 測量植株葉片氣體交換能力，將葉片製成石蠟切片觀察解剖構造，以數位相機拍照紀錄，調查各處理植株存活率，取全株莖、葉測量鮮重及乾重。試驗期間以溫度感應器(HOBO® Pendant® Temperature/light data logger UA-002-64)每 15 分鐘紀錄 1 筆記錄氣象資料。試驗每處理 3 重複，每重複 6 植株。

四、統計分析

本試驗採完全隨機設計(Completely randomized design, CRD)，試驗所得數據以統計軟體 IBM SPSS Statistics 20 處理，以單因子變異數分析(Analysis of Variance, ANOVA)判別顯著性，並以 LSD(least significant difference)進行多重比較。

結 果

一、遮光對生長形態之影響

CHR06-09 植株高度及節間數顯著受遮光處理影響，34%及 51%遮光處理後最高，77%遮光下則次之，對照組則最低(表 1、圖 1)。測量遮光處理後 8 週新生長之成熟展開葉片(約第 3 對葉)之葉片面積，隨著遮光程度提高顯著增加，在對照組葉面積最低，77%遮光下則最高(表 1、圖 2)。葉片厚度以對照組最厚，34%及 51%遮光下次之，77%遮光下葉片最薄，隨著遮光程度增加葉片柵狀組織及海綿組織皆變薄，以對照組最厚，77%遮光下則最薄(表 2、圖 3)。地上部鮮、乾重皆以 34%>51%>對照組>77%，在 34%遮光下鮮、乾重最高，77%遮光下則最低(表 3)。

二、遮光對葉片光合生理之影響

CHR06-09 之光補償點及光飽和點皆隨著遮陰程度提高有下降的趨勢，在對照組及 34%遮光下有較高的光補償點及光飽和點，51%遮光下次之，77%遮光下則最低；對照組、34%及 51%遮光下 Asat 最高，77%遮光下則最低；對照組及 34%遮光下有最高的暗呼吸率，51%及 77%遮光下最低；光量子效率以 34%遮光下最高(表 4)。

表 1. 遮光程度處理 8 週後對 CHR06-09 植株形態之影響

Table 1. Effect of shading level on growth in CHR06-09 at 8 weeks after treatments.
(Experimental duration: 2021/7/29-2021/9/23)

Shading Level(%)	Plant height (cm)	Node (no.)	L	Leaf area (cm ²)	Survival (%)
0	17.4 c ^z	7.9 c	0.41 a	39.6 d	98 a
34	31.8 a	10.5 a	0.35 b	50.2 c	100 a
51	32.9 a	10.1 a	0.34 b	61.9 b	100 a
77	24.1 b	9.1 b	0.24 c	69.8 a	100 a

^zMeans separation within columns by LSD test at $P < 0.05$.

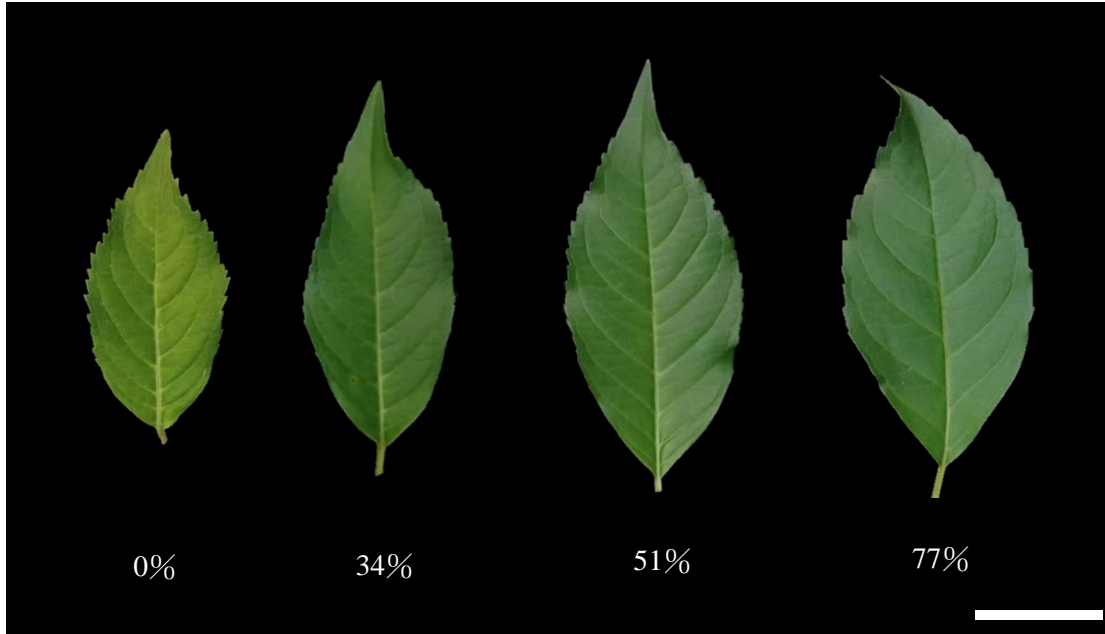


圖 1. 遮光程度對 CHR06-09 葉片形態之影響。

Fig. 1. Effect of shading level on leaf morphology of CHR06-09. Experimental was conducted under shading greenhouse conditions. bar=5 cm. (2021/9/23)

表 2. 遮光程度處理 8 週後對 CHR06-09 葉片解剖之影響

Table 2. Effect of shading level on leaf anatomy in CHR06-09 at 8 weeks after treatments. (Experimental duration: 2021/7/29-2021/9/23)

Shading Level(%)	Palisade tissue thickness	Spongy tissue thickness
	(μm)	(μm)
0	190.3 a ^z	192.1 a
34	174.2 b	180.3 b
51	163.7 c	172.4 c
77	95.6 d	130.1 d

^zMeans separation within columns by LSD test at $P < 0.05$.

表 3. 遮光程度處理 8 週後對 CHR06-09 地上部鮮、乾重之影響

Table 3. Effect of shading level on shoot fresh weight, shoot dry weight in CHR06-09 at 8 weeks after treatments. (Experimental duration: 2021/7/29-2021/9/23)

Shading Level(%)	Shoot fresh weight (g)	Shoot dry weight (g)
0	57.7 c ^z	8.9 c
34	121.9 a	21.6 a
51	116.7 b	15.4 b
77	41.4 d	2.5 d

^zMeans separation within columns by LSD test at $P < 0.05$.

表 4. 遮光程度處理 8 週後對 CHR06-09 光補償點(LCP)、光飽和點(LSP)、最大光合速率(Asat)、暗呼吸率(Rd)及光量子效率(Φ)之影響

Table 4. Effect of shading level on light compensation points (LCP), light saturation points (LSP), light saturated rates of photosynthesis (Asat), dark respiration rate (Rd), and quantum yield (Φ) in CHR06-09 at 8 weeks after treatments. (Experimental duration: 2021/7/29-2021/9/23)

Shading Level (%)	LCP ($\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$)	LSP ($\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$)	A _{sat} ($\mu\text{mol}\cdot\text{CO}_2\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$)	Rd ($\mu\text{mol}\cdot\text{CO}_2\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$)	Φ ($\mu\text{mol}\cdot\text{CO}_2\cdot\text{mol}^{-1}$)
0	13.2 a ^z	544.1 a	9.4 a	0.6 a	0.05 ab
34	11.9 a	590.9 a	8.5 a	0.6 a	0.06 a
51	4.4 b	504.6 b	8.7 a	0.2 b	0.04 b
77	2.3 b	274.8 c	5.4 b	0.1 b	0.04 b

^zMeans separation within columns by LSD test at $P < 0.05$.

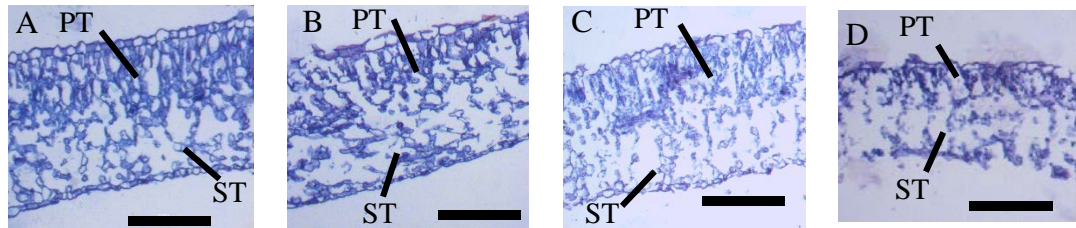


圖 2. 遮光對 CHR06-09 葉片解剖之影響(A)0% (B) 34% (C)51% (D) 77%

Fig. 2. Effect of shading on the anatomy of CHR06-09 leaves. Experimental was conducted under greenhouse conditions with various shading levels. (A) 0% (B) 34% (C) 51% (D) 77% PT= Palisade tissue ; ST= Spongy tissue ; bar=200 μm (2021/9/23)

討 論

一、遮光對生長及形態影響

在光環境變化下，植物可透過改變形態、葉片解剖結構等調節生長以適應變化，最佳捕獲及利用光能(Atanasova *et al.*, 2003 ; Björkman, 1981)。CHR06-09 於 34% 及 51% 遮光下有較高的株高及節數，顯示 34% 及 51% 的遮光下營養生長較佳，77% 遮光下可能由於過度遮光使生長受抑制(表 4)。試驗中對照組的葉片角度較直立，隨著遮光程度提高而逐漸變水平(圖 9)，較直立的葉片可減少高光傷害，水平葉片則可接收更多光源(Evans and Poorter, 2001 ; Hallik *et al.*, 2009 ; Iio *et al.*, 2005)，隨著遮光程度增加 CHR06-09 的葉片厚度降低、葉片面積增加(表 4、圖 10)，低光下葉片厚度降低有利於光穿透葉片，葉面積增加可提高光吸收面積(Terashima *et al.*, 2011 ; Zheng and Labeke, 2017)，CHR06-09 葉片形態變化顯示對低光環境的適應。

葉片解剖顯示對照組的葉肉細胞排列較緊密，並且有最厚的柵狀組織及海綿組織，隨遮光程度提升葉肉柵狀及海綿組織厚度下降，於 77% 遮光下最薄，柵狀組織排列疏鬆(表 5、圖 11)，高光下生長的葉片較多細長的柵狀細胞有助於將光傳入至葉片深處，低光下葉內較疏鬆的柵狀細胞則有助於透過增加散射以提高光吸收(Ren *et al.*, 2019 ; Valladares and Niinemets, 2008 ; Wu Y *et al.*, 2017)，CHR06-09 葉片解剖顯示遮光程度提高至 77% 時對低光環境變化的適應。

CHR06-09 地上部鮮、乾重在 34% 遮光下最高，77% 則最低(表 6)，繡球花‘Leuchtfleur’於平均光度約 $33 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 下因過度遮光使植株各部位乾重較 $208 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 生長之植株要低(陳, 2019)，CHR06-09 於 77% 遮光下地上部鮮、乾重低於對照組，顯示過度遮光影響生長。

CHR06-09 隨栽培環境光度降低，在葉片形態及解剖顯示適應能力，於 34% 遮光下則有較佳的營養生長及鮮、乾重。

二、遮光對光合生理之影響

耐陰性指植物在低光下生存的能力，計算光補償點為測量耐陰性的簡單指標 (Baltzer and Thomas, 2007)。試驗中 CHR06-09 於各遮光處理之光補償點約在 2-13 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ，同時具有陰性及陽性植物的特質，較偏向陰性植物(王和潘，2013)。CHR06-09 光飽和點約為 274-544 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ，較偏向陽性植物的特質； A_{sat} 則約為 5-9 $\mu\text{mol}\cdot\text{CO}_2\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ，陽性植物 A_{sat} 約為 10.1-12.6 $\mu\text{mol}\cdot\text{CO}_2\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ，陰性植物則約為 1.3-3.2 $\mu\text{mol}\cdot\text{CO}_2\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ (Bohning and Christel, 1956)，CHR06-09 的 A_{sat} 則介於陽性及陰性植物二者之間。植物為了適應遮光下的光環境變化，光補點及光飽和點會有下降的情況，CHR06-09 隨著遮光程度提高光補償點及光飽和點有下降之趨勢，最大光合作用速率於 77% 遮光下為最低，未遮光、34% 遮光下則有最高的光合作用速率，光飽和點、光量子效率也最高(表 10)。植物為了在低光環境下維持生長，通常降低暗呼吸率以減少光合產物消耗，耐陰性較高的植物在低光下有較低的暗呼吸率(Ernesto and Saldaña, 2013)，CHR06-09 於 51% 及 77% 遮光下暗呼吸率較低顯示對低光環境的適應(表 10、圖 15)。

臺灣夏季建議以 34% 遮光栽培雜交品系 CHR06-09，平均光度約為 418 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 有較佳的營養生長及鮮、乾重，並有較佳的光合生理反應。

參 考 文 獻

- 王淑美、潘瑞織。2018。植物生理學。藝軒圖書出版社。新北。臺灣。
- 許雅婷、陳錦木、黃家康。2018。夏季遮陰對繡球花營養生長之影響。農業試驗所特刊。214:309-314。
- 郭幸榮、楊正釗。2014。不同耐陰樹種之遺傳特性及在森林更新之應用。臺灣林業。40:40-49。
- 陳岱吟。2019。華八仙與繡球花種間雜交及遮陰對其生長之影響。國立中興大學園藝學系碩士論文。臺中。
- 劉和義、楊遠波、呂勝由、施炳霖。2000。臺灣維管束植物簡誌第三卷。行政院農業委員會印行。臺北。臺灣。
- Aros, D., C. Silva, C. Char, L. Prat, and V. Escalona. 2016. Role of flower preservative solutions during postharvest of *Hydrangea macrophylla* cv. Bela. Cienc. Investig. Agrar. 43:418-428
- Atkin, K.O. and M.G. Tjoelker. 2003. Thermal acclimation and the dynamic response of plant respiration to temperature. Trends Plant Sci. 8:343-351
- Baltzer, J. L. and S. C. Thomas. 2007. Determinants of whole-plant light requirements in

- Bornean rain forest tree saplings. *Ecol.* 95:1208-1221.
- Björkman, O. 1981. Responses to different quantum flux densities. *Physiol. Plant Ecol. I.* 12:57-107.
- Bohning, R. H. and B. A. Christel. 1956. The effect of light intensity on rate of apparent photosynthesis in leaves of sun and shade plants. *Amer. J. Bot.* 43:557-561.
- Ernesto, G. and A. Saldaña. 2013. Phenotypic selection on leaf functional traits of two congeneric species in a temperate rainforest is consistent with their shade tolerance. *Oecologia.* 173:13-21.
- Evans, J.R. and H. Poorter. 2001. Photosynthetic acclimation of plants to growth irradiance: the relative importance of specific leaf area and nitrogen partitioning in maximizing carbon gain. *Plant Cell Environ.* 24:755-767.
- Granados, M., C., S. Wanke, P. Goetghebeur, and M.S. Samain. 2013. Facilitating wide hybridization in *Hydrangea* s. l. cultivars: A phylogenetic and marker-assisted breeding approach. *Mol. Breeding* 32:233-239.
- Hallik, L., N. Ülo, and W. J. Ian. 2009. Are species shade and drought tolerance reflected in leaf-level structural and functional differentiation in Northern Hemisphere temperate woody flora?. *New Phytol.* 184:257-274.
- Iio, A., H. Fukasawa, Y. Nose, S. Kato, and Y. Kakubari. 2005. Vertical, horizontal and azimuthal variations in leaf photosynthetic characteristics within a *Fagus crenata* crown in relation to light acclimation. *Tree Physiol.* 25:533-544.
- Ren, T., S.M. Weraduwege, T.D. Sharkey. 2019. Prospects for enhancing leaf photosynthetic capacity by manipulating mesophyll cell morphology. *J. Expt. Bot.* 70:1153-1165.
- Rozendaal, D.M.A., V.H. Hurtado, and L. Poorter. 2006. Plasticity in leaf traits of 38 tropical tree species in response to light; relationships with light demand and adult stature. *Funct. Ecol.* 20:207-216.
- Terashima, I., Y.T. Hanba, D. Tholen, and Ü. Niinemets. 2011. Leaf functional anatomy in relation to photosynthesis. *Plant Physiol.* 155:108-116.
- Valladares, F., and Ü. Niinemets. 2008. Shade tolerance, a key plant feature of complex nature and consequences. *Annu. Rev. Ecol. Evolution Syst.* 39:237-257.
- Zheng, L., and M.C.V. Labeke. 2017. Long-term effects of red- and blue-light emitting diodes on leaf anatomy and photosynthetic efficiency of three ornamental pot plants. *Front. Plant Sci.* 8:1-12.

Effects of Shading on The Hybrid Offspring of *Hydrangea chinensis.*, *H. macrophylla*

Yu-An Chen¹⁾ Chin-Mu Chen²⁾

Keywords : *Hydrangea macrophylla* Thunb., Temperature, Light, Photosynthesis

Summary

The genus *Hydrangea* is one of the major ornamental flower shrub, the same genus *Hydrangea chinensis* is a native plant in Taiwan. It is an evergreen plant with nice adaptability to the Taiwanese environment, with characteristics of early flowering and nice disease tolerance. In this experiment, their hybrid offsprings were used as materials, and shading degrees were carried out in treatments, to explore and compare the differences in growth for reference in cultivation. The hybrid offsprings CHR06-09 was treated with four shading degrees of 0% (light intensity is about $632 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$), 34% ($418 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$), 51% ($310 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$) and 77% ($146 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$). The angle between the upper leaves and stems of the plants under full sun is smaller to reduce high light damage. The leaves were more flat, leaf area increased, leaf thickness, mesophyll palisade and spongy tissue thickness decreased, and light compensation point decreased with the shading level increased. The net photosynthesis rate, plant height and fresh and dry weight of the shoots were higher, growth was better under the 34% shading treatment.

1) Student in M.S. program, Department of Horticulture, National Chung Hsing University.

2) Assistant professor, Department of Horticulture, National Chung Hsing University.

Corresponding author.

