

# 光質對苦瓜育苗品質之影響<sup>1</sup>

李汪盛<sup>2</sup>

## 摘要

本研究旨在探討環控室內不同光質處理對苦瓜育苗品質之影響。試驗結果顯示，光量維持在  $150 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  的情形下，以 RGB(51:24:25)處理最佳，株高、莖粗、葉片數、根長、地上部鮮重、地下部鮮重、地上部乾重、地下部乾重、全株乾重及壯苗指數分別為 23.42 cm、3.07 mm、8.83 片、29.75 cm、4.51 g、3.82 g、0.85 g、0.29 g、1.14 g 及 1.34。本研究證實在環控室內以人工光源取代太陽光進行苦瓜育苗是可行的。

關鍵詞：光質、種苗品質、苦瓜

## 前言

植物光合作用的有效波長在可見光範圍，葉綠素的吸收峰在紅與藍光波段，藍光也與氣孔開閉及色素合成有密切關係，綠光因葉綠素幾乎不吸收，被認為幾乎不影響植物生長 (Kendrick *et al.*, 1986)。因此，紅藍混色配比是以往發光二極體 (light emitting diode, LED)，植物照明光源研究的主流 (Brazaitytė *et al.*, 2006; Fang and Jao, 2002; Goins, 2001; Okamoto *et al.*, 1997; Pinho *et al.*, 2007; Yanagi *et al.*, 1996;)。然近年研究顯示，綠光對於植物生理的影響遠比想像中複雜，Sun 等 (1998) 研究發現綠光可增加深層葉片之二氧化碳固定，Kim 等 (2004a) 增加綠光比例至 24%時，萵苣的葉面積及地上部鮮重、乾重顯著優於只有紅藍混光的處理。Fang 等 (2008) 也發現增加 10%綠光比例有類似情形，綠光對於作物生長也應有正面功效。Johkan 等 (2010) 研究亦指出，綠光對紅葉萵苣移植苗之品質有助益。張等 (2010) 研究結果顯示，在光量維持  $150 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  的情形下，紅藍光量配比 85:15 有助於萵苣生長。在整體及

---

<sup>1</sup> 行政院農業委員會桃園區農業改良場研究報告第 471 號。

<sup>2</sup> 桃園區農業改良場副研究員(通訊作者，wslee@tydais.gov.tw)。

藍光光量不變的前提下，加入 25%綠光能可進一步提升萵苣的產量，惟綠光光量比例大於 50%時會抑制作物生長；其研究亦證明，照明用白光 LED 燈或螢光燈並非最佳的植物照明光源。Johkan 等 (2012) 研究指出  $100-300 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  綠光 (波長 510-530 nm) 可成功栽培萵苣。最近有關人工光源研究則趨於使用全光譜開發植物生長燈，即在紅藍光源下增加一支白光光源，如 Lin 等 (2013) 研究指出使用紅、藍及白光 LED 進行萵苣水耕栽培，與紅藍光 LED 相較，可有效提高萵苣營養價值及食用品質。雖然 LED 是目前植物工廠人工光源主流，具有省電、體積小、壽命長、低發熱、波長固定及可準確調整光量光質等優點，惟因龐大商業應用潛力競爭者眾多及 LED 價格偏高，不易推廣。

冷陰極螢光燈 (cold cathode fluorescent lamp, CCFL) 與 LED 同屬冷光燈，具有價格低 (LED 的 1/3) 及使用壽命長等優點。市售 CCFL 燈管主要應用於照明，人眼視覺最佳感測波長為 555 nm，與植物進行光合作用所需波長不同。另冬季瓜類苗因低光照與低溫關係，育苗期較長、育成率低，且苗株健康狀況也較差，以至於初春瓜類苗欠缺，價格攀升 (初春苦瓜苗售價每株高達 50 元)。因此，開發冬季瓜類苗生產技術，將有助於育苗場周年穩定進行育苗作業。爰此，本研究使用本場既有之密閉環控室，結合加濕器，利用調整光質的方法，進行冬季苦瓜育苗試驗，期能提高苦瓜苗品質，降低生產成本，解決初春苦瓜苗欠缺及 LED 植物生長燈價格偏高等問題。

## 材料與方法

### 一、試驗材料

農友種苗股份有限公司之月華苦瓜種子。

### 二、苦瓜育苗試驗

以土耕方式 (盆鉢育苗) 進行試驗，苦瓜播種前將種子外殼輕輕夾破，並置於 40-45°C 溫水浸種 6 小時後，去除浮起之種子。再將種子置於植物生長箱內催芽，催芽溫度為 30°C，待芽尖露出種殼時取出，播種於 3.5 inch 盆。育苗介質為 BVB 7A 育苗用介質及益能牌發酵有機質肥料以體積比 10:1 混合，益能牌發酵有機質肥料含全氮、全磷酞、全氧化鉀及有機質，登記成分 (農糧署肥製 (質) 字第 0160006 號) 分別為 3.4%、2.4%、1.5% 及 85%。育苗期不再另行施肥，播種後移入自行設計建立之作物栽

培環控溫室內，設定日/夜溫 25°C/18°C，光照時間 16 小時，並調整育苗光源與栽培作物表面之距離，使光量維持於約  $150 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ 。自播種起進行試驗，第 1 至第 3 週調查項目包括株高(cm)、莖粗(mm)及葉片數等，第 4 週調查項目包括株高(cm)、莖粗(mm)、葉片數、根長(cm)、地上部鮮重(g)、地下部鮮重(g)、地上部乾重(g)、地下部乾重(g)、全株乾重(g)及壯苗指數 (Seedling Index)，壯苗指數計算方法如下：

$$\text{壯苗指數} = (\text{莖粗}/\text{株高}) \times (\text{全株乾重}) \times \text{葉片數}$$

### 三、試驗方法

- (一) 鮮重、乾重測定：於植株第一節中間以利刃切斷，分為地上部及地下部（根部），地上部以吸水紙將殘留水分吸乾；地下部置於洗水槽中浸泡，並以人工清除土壤後洗淨，取出後再以吸水紙將殘留水分吸乾，然後將地上部及地下部以電子天平測定其鮮重，再置入烘箱，溫度設定 70°C，烘乾至恆重後取出，以電子天平測定其乾重。
- (二) 葉片數調查：將植株地上部去除子葉及未完全展開之新葉後，計算其葉片數量。
- (三) 統計分析：以英國 UNISTAT 公司 UNISTAT 6.0 軟體進行最小顯著差異 (least significant difference, LSD) 多變域分析。

### 四、分析設備

- (一) 光譜儀：海伯特股份有限公司生產型號 HR-350，可同時量測光合作用光子通量密度 (photosynthetic photon flux density, PPFD) 及光譜。
- (二) 電子天平：德國 Scaltec 儀器公司型號 SBC31 電子天平，最大量測重量 250 g，精度至小數點以下 4 位。

## 結果與討論

### 一、不同光質之育苗光源設計及組裝測試

對照組使用飛利浦公司 T5 (管徑 16 mm) 照明用熱陰極燈管，色溫 6,500 K。試驗組使用博士達科技股份有限公司 T8 規格 (管徑 25.4 mm) 之冷陰極燈，如圖 1 所示，使用燈座 (122 cm, 4 支) 進行安裝，變壓器使用該公司 100-240V 1 對 4 變壓器，

型號 INR-T8-100240-46。每支 T8 燈管內安裝 2 支管徑 4 mm、管長 122 cm 之 CCFL 燈管。管徑 4 mm 燈管有 3 種顏色可供選擇，分別為紅色(r)、藍色(b)及白色(w)，光譜如圖 2、圖 3 及圖 4，其中心波長紅色燈管為 611 nm、藍色燈管為 420 nm、白色燈管為 545 nm。育苗光源設計以光合作用所需的紅藍光配比為主體，並參考 Fang 等 (2008)、Kim 等 (2004a) 及張等 (2010) 之研究結果，增加適當比例之綠光，七種光質處理分別為 RGB(30:16:54)、RGB(42:17:41)、RGB(51:16:33)、RGB(47:21:32)、RGB(51:24:25)、RGB(32:23:45)及 CK，說明如下：

- (一) RGB(30:16:54)：利用 4 支 T8 燈管組合而成，分別為 T8(rr)、T8(rb)、T8(bb) 及 T8(bb)，其中 T8(rr)表示 T8 燈管內安裝 2 支紅色管徑 4 mm 之 CCFL 燈管，T8(rb)表示 T8 燈管內安裝 1 支紅色及 1 支藍色管徑 4 mm 之 CCFL 燈管，T8(bb)表示 T8 燈管內安裝 2 支藍色管徑 4 mm 之 CCFL 燈管。光譜如圖 5，紅色、綠色及藍色光之光量配比為 30:16:54 (表 1)。
- (二) RGB(42:17:41)：利用 4 支 T8 燈管組合而成，分別為 T8(rr)、T8(rr)、T8(rb)及 T8(bb)。光譜如圖 6，紅色、綠色及藍色光之光量配比為 42:17:41。
- (三) RGB(51:16:33)：利用 4 支 T8 燈管組合而成，分別為 T8(rr)、T8(rr)、T8(rr)及 T8(bb)。光譜如圖 7，紅色、綠色及藍色光之光量配比為 51:16:33。
- (四) RGB(47:21:32)：利用 4 支 T8 燈管組合而成，分別為 T8(rr)、T8(rr)、T8(rw)及 T8(bb)，其中 T8(rw)表示 T8 燈管內安裝 1 支紅色及 1 支白色管徑 4 mm 之 CCFL 燈管，光譜如圖 8，紅色、綠色及藍色光之光量配比為 47:21:32。
- (五) RGB(51:24:25)：利用 4 支 T8 燈管組合而成，分別為 T8(rr)、T8(rr)、T8(ww)及 T8(bb)，其中 T8(ww)表示 T8 燈管內安裝 2 支白色管徑 4 mm 之 CCFL 燈管，光譜如圖 9，紅色、綠色及藍色光之光量配比為 51:24:25。
- (六) RGB(32:23:45)：利用 4 支 T8 燈管組合而成，分別為 T8(rr)、T8(ww)、T8(bb)及 T8(bb)，光譜如圖 10，紅色、綠色及藍色光之光量配比為 32:23:45。
- (七) CK：飛利浦 T5 螢光燈管，色溫 6500 K，光譜如圖 11，紅色、綠色及藍色光之光量配比為 24:42:34。



圖 1. T8 螢光燈(博士達科技股份有限公司)  
Fig. 1. T8 fluorescent lamp (Bosstar Technology Co., Ltd.)

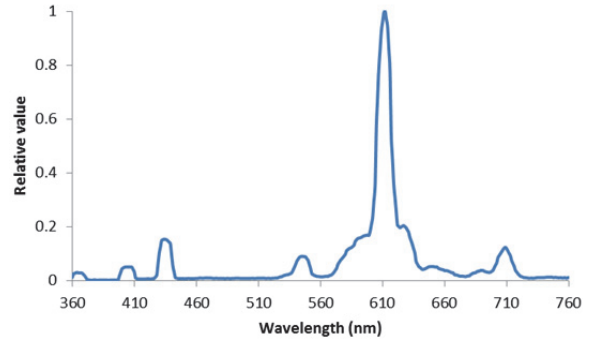


圖 2. 紅色植物燈光譜(博士達科技股份有限公司)  
Fig. 2. Spectrum of red color plant light (Bosstar Technology Co., Ltd.)

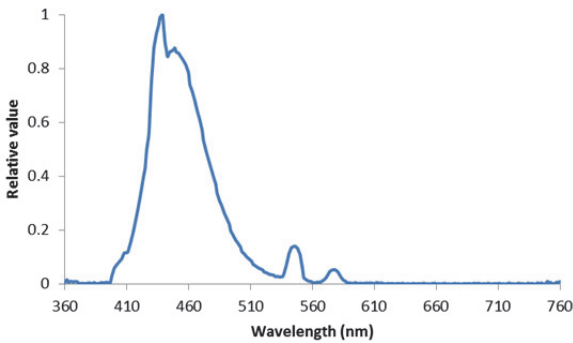


圖 3. 藍色植物燈光譜(博士達科技股份有限公司)  
Fig. 3. Spectrum of blue color plant light (Bosstar Technology Co., Ltd.)

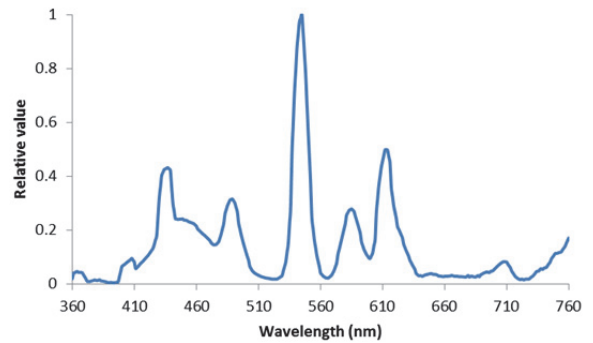


圖 4. 白色植物燈光譜(博士達科技股份有限公司)  
Fig. 4. Spectrum of white color plant light (Bosstar Technology Co., Ltd.)

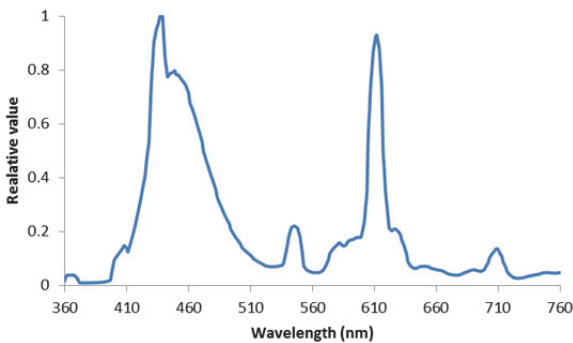


圖 5. RGB(30:16:54)光源之光譜  
Fig. 5. Spectrum of RGB(30:16:54) light source.

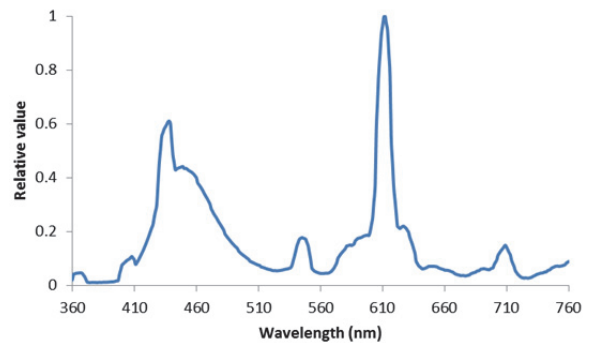


圖 6. RGB(42:17:41)光源之光譜  
Fig. 6. Spectrum of RGB(42:17:41) light source.

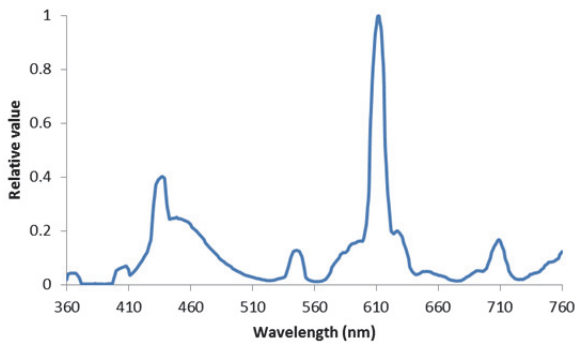


圖 7. RGB(51:16:33)光源之光譜

Fig. 7. Spectrum of RGB(51:16:33) light source.

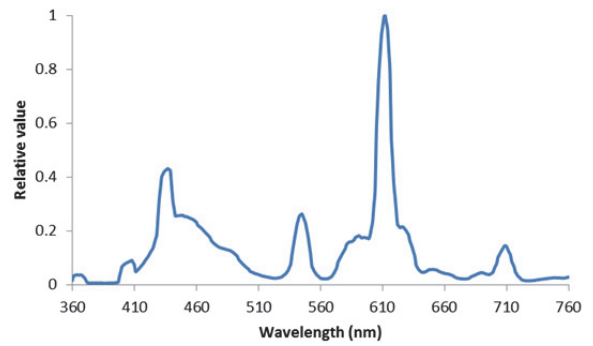


圖 8. RGB(47:21:32)光源之光譜

Fig. 8. Spectrum of RGB(47:21:32) light source.

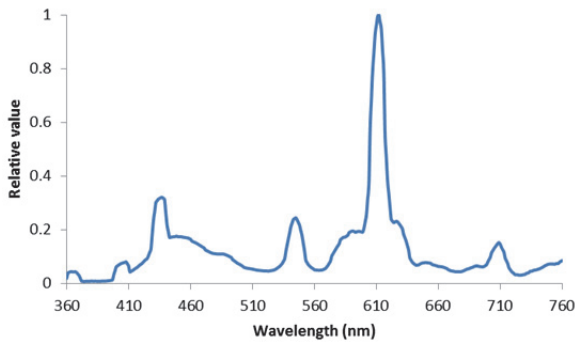


圖 9. RGB(51:24:25)光源之光譜

Fig. 9. Spectrum of RGB(51:24:25) light source.

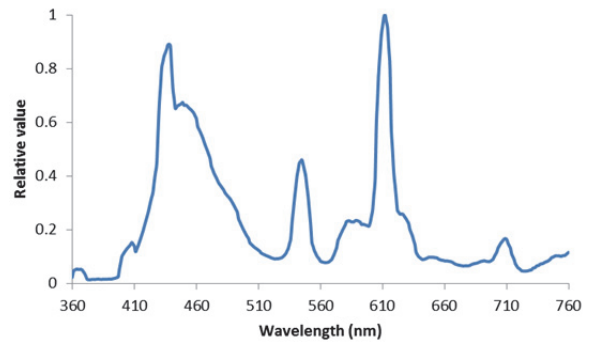


圖 10. RGB(32:23:45)光源之光譜

Fig. 10. Spectrum of RGB(32:23:45) light source.

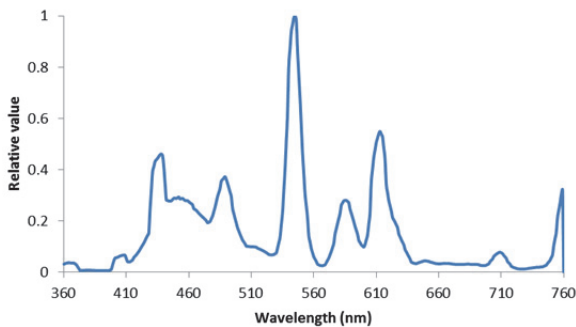


圖 11. 對照組光源之光譜

Fig. 11. Spectrum of control light source.

表 1. 七種光質處理的光合作用光子通量密度配比

Table 1. Ratio of PPFD in seven light quality treatment

光質 Light quality	光合作用光子通量密度比例(%) Ratio of PPFD (%)		
	R 600-700 nm	G 500-600 nm	B 400-500 nm
RGB(30:16:54)	30	16	54
RGB(42:17:41)	42	17	41
RGB(51:16:33)	51	16	33
RGB(47:21:32)	47	21	32
RGB(51:24:25)	51	24	25
RGB(32:23:45)	32	23	45
CK	24	42	34

## 二、不同光質處理對苦瓜育苗品質之影響

不同光質處理對苦瓜育苗品質之影響如表 2 所示。綠光比例對葉片數的影響較不一致。而在莖粗方面，RGB(51:16:33)處理組之莖粗 3.25 mm，雖較其他各處理大，惟與 RGB(47:21:32)處理比較，在紅光減少 4%及綠光增加 5%條件下，RGB(47:21:32)處理全株乾重增加 0.1 g。由此可推知增加紅光比例雖有利於莖生長，惟因生育快速，反而造成全株乾重減少；從 RGB(30:16:54)及 RGB(42:17:41)處理結果，比較增加紅光與減少藍光比例結果，莖粗分別為 2.88 mm 及 3.05 mm，增加 0.17 mm，株高分別為 22.45 cm 及 23.33 cm，增加 0.88 cm。比較 RGB(51:16:33)及 RGB(51:24:25)處理，在紅光比率固定下，增加綠光比率 8%，株高增加 2.12 cm，惟徑粗減少 0.18 mm，因藍光會抑制植株生長，由此推知增加綠光比例可以增加株高及乾重，此結果與 Fang 等 (2008)、Kim 等 (2004a) 及張等 (2010) 的研究結果近似。由於苦瓜在育成階段後期形態變大，同株的下層葉片或相鄰的兩株可能接觸，甚至部分葉片相互遮蔭，而綠光有較佳的穿透力 (Kim *et al.*, 2004a)，能到達較下位的葉片，以利光合作用進行。

表 2. 光質對苦瓜育苗品質之影響

Table 2. Effect of light quality on quality of bitter gourd seedling

光質 Light quality	莖粗 Stem diameter (mm)	株高 Plant height (cm)	葉片數 Number of leaf (No.)	根長 Root length (cm)	乾重 Dry weight (g)	壯苗指數 Seedling index
RGB(30:16:54)	2.88ab	22.45ab	8.50ab	28.62a	0.86c	0.96a
RGB(42:17:41)	3.05ac	23.33a	8.33ab	26.67a	1.00ab	1.12abc
RGB(51:16:33)	3.25c	21.30b	8.00a	32.23abc	0.98a	1.21bc
RGB(47:21:32)	2.97a	26.42c	8.67b	38.30bc	1.07b	1.04ab
RGB(51:24:25)	3.07ac	23.42a	8.83b	29.75ab	1.14b	1.34c
RGB(32:23:45)	2.93a	19.17d	7.33c	37.47bc	1.01ab	1.15abc
CK	2.63b	20.53bd	8.33ab	40.75bc	0.99a	1.07ab

同行英文字母相同者表示最小顯著差異法測驗在 5%水準差異不顯著。

Mean values within a column followed by same letters are not significantly different by least significant difference test at 5% probability level.



另本研究參考戴等 (1996) 研究以壯苗指數作為甘藍穴盤苗育苗品質判別標準，本研究 RGB(30:16:54)、RGB(42:17:41)、RGB(51:16:33)、RGB(47:21:32)、RGB(51:24:25)、RGB(32:23:45)及 CK 等 7 種光質處理，苦瓜壯苗指數分別為 0.96、1.12、1.21、1.04、1.34、1.15 及 1.07，其中以 RGB(51:24:25)處理最佳，其株高、莖粗、葉片數、根長、地上部鮮重、地下部鮮重、地上部乾重、地下部乾重、全株乾重及壯苗指數分別為 23.42 cm、3.07 mm、8.83 片、29.75 cm、4.51 g、3.82 g、0.85 g、0.29 g、1.14 g 及 1.34。另 CK 係設計提供一般照明用，綠光部分占比高達 42%，且色溫 6,500 K，藍光部分占比 34%，紅光部分則占比 24%，RGB(51:24:25)處理之壯苗指數顯著大於 CK，此結果與張等 (2010) 的研究結果近似，照明用螢光燈並不適合用於植物栽培。

## 結 論

本研究於環控室內以冷陰極螢光燈管作為植物照明光源，探討不同光質處理對苦瓜育苗品質之影響。試驗結果顯示，光量維持在  $150 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  的情形下，7 種不同光質中，以 RGB(51:24:25)培育苦瓜苗之品質最佳，在環控室內以人工光源取代太陽光進行苦瓜育苗是可行的。

## 參考文獻

- 張明毅、歐哲宇、鍾興穎、鄔家琪、方煒。2010。調控綠光比例對高苣生長之影響。農機與生機論文發表會專輯。屏東科技大學編印。p.18-19。
- 戴振洋、蔡宜峰、郭孚耀。1996。肥料對不同品種甘藍穴盤苗生長之影響。台中區農業改良場研究彙報 50:11-20。
- Brazaitytė, A., R. Ulinskaitė, P. Duchovskis, G. Samuolienė, J.B. Siksnianienė, J. Jankauskienė, G. Sabqievienė, K. Baranouskis, G. Stanienė, G. Tamulaitis, Z. Bliznikas, and A. Zukauskas. 2006. Optimization of lighting spectrum for photosynthetic system and productivity of lettuce by using light-emitting diodes. *Acta Hort.* 711:183-188.
- Fang W., C.C. Wu, and M.Y. Chang, 2008. LED as light source for baby leaves production in an environmental controlled chamber. The 4th International Symposium on Machinery and Mechatronics for Agricultural and Biosystems Engineering. Taichung, Taiwan.
- Fang, W. and R.C. Jao. 2002. Development of a flexible lighting system for plant related research using super bright red and blue light-emitting diodes. *Acta Hort.* 578:133-139.
- Goins, G.D. 2001. Performance of salad-type plants grown under narrow-spectrum light-emitting diodes in a controlled environment. In: *Proceedings of Bioastronautics Investigators' Workshop*, Jan. 17-19, 2001, Galveston, TX.
- Johkan, M., K. Shoji, F. Goto, S. Hashida, and T. Yoshihara, 2010. Blue light-emitting diode light irradiation of seedlings improves seedling quality and growth after transplanting in red leaf lettuce. *HortScience* 45:1809-1814.
- Johkan, M., K. Shoji, F. Goto, S. Hahida, and T. Yoshihara. 2012. Effect of green light wavelength and intensity on photomorphogenesis and photosynthesis in *Lactuca sativa*. *Environ. Exp. Bot.* 75:128-133.
- Kendrick, R.E., and G.H.M. Kronenberg. 1993. *Photomorphogenesis in plants*. 2nd edition. Springer.
- Kim, H.H., G.D. Goins, R.M. Wheeler, and J.C. Sager, 2004a. Green-light supplementation for enhanced lettuce growth under red- and blue-light-emitting diodes. *HortScience* 39:1617-1622.
- Kim, H.H., G.D. Goins, R.M. Wheeler, and J.C. Sager, 2004b. Stomatal conductance of

- lettuce grown under or exposed to different light quality. *Ann. Bot.* 94:691-697.
- Lin, K.H. M.Y. Huang, W.D. Huang, M.H. Hsueh, Z.W. Yang, and C.M. Yang. 2013. Effects of light intensity on the growth and leaf development of young tomato plants grown under a combination of red and blue light. *Scientia Horticulturae* 150:86-91.
- Okamoto, K., T. Yanagi, and S. Kondo. 1997. Growth and morphogenesis of lettuce seedlings raised under different combinations of red and blue light. *Acta Hort.* 435:149-158.
- Pinho, P., R. Lukkala, L. Sarkka, E. Tetri, R. Tahvonen, and L. Halonen. 2007. Evaluation of lettuce growth under multispectral component supplemental solid state lighting in greenhouse Environment. *International Review of Electrical Engineering* 2(6):854-860.
- Sun, J., J.N. Nishio, and T.C. Vogelmann, 2012. Green Light Drives CO<sub>2</sub> Fixation Deep within Leaves. *Environ. Exp. Bot.* 75:128-133.
- Yanagi, T., K. Okamoto, and S. Takita, 1996. Effects of blue, red, and blue/red lights of two different PPF levels on growth and morphogenesis of lettuce plants. *Acta Hort.* 440:117-122.

# Effects of Light Quality on the Seedling Quality for Bitter Gourd<sup>1</sup>

Wang-Sheng Li<sup>2</sup>

## Abstract

This study was intended to explore the effects of light quality on the seedling quality for bitter gourds at a controlled environment room. Experimental results showed the seedling quality of RGB (51:24:25) treatment was the best at 150  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  light intensity, and plant height, stem diameter, number of leaf, root length, fresh weight of shoot, fresh weight of root, dry weight of shoot, dry weight of root, dry weight of plant, seedling index were 23.42 cm、3.07 mm、8.83 leaves、29.75 cm、4.51g、3.82 g、0.85 g、0.29 g、1.14 g and 1.34, respectively. This study confirmed the environmental control room by using the artificial light source to replace the natural sunlight for bitter gourds seedling production was feasible.

Key words: light quality, seedling quality, bitter gourd

---

<sup>1</sup>. Contribution No.471 from Taoyuan DARES, COA.

<sup>2</sup>. Associate Researcher (Corresponding author, wslee@tydais.gov.tw), Taoyuan DARES, COA.