

# LED電照應用於溫室‘巨峰’葡萄栽培之研究<sup>1</sup>

葉文彬、張林仁、劉惠菱<sup>2</sup>

## 摘 要

近年來利用簡易溫室覆蓋塑膠布結合夜間電照生產3~5月之春果，使臺灣‘巨峰’葡萄利用產期調節技術幾乎可週年生產鮮果，但生育初期有因短日及低溫造成新梢與著果受到影響之問題。本試驗於溫室‘巨峰’葡萄生育初期或開花期夜間以LED處理，調查對新梢生長與著果之影響。結果顯示夜間以黃光、白光LED燈電照連續處理6小時或12小時顯著促進新梢生長，相較於對照組(未電照)可增加7 cm以上。以黃色LED燈處理12小時顯著提高著果，但僅處理6小時效果不顯著，不同顏色LED燈對促進新梢與提高著果無顯著差異。不同燈泡距離以白色LED燈3 m × 3 m或3 m × 6 m之處理顯著促進新梢生長，與對照組相較分別為增加30.1 cm與27.6 cm，增加2~3節，但對著果無顯著影響。夜間以白色LED燈連續或間歇照明方式，可顯著促進新梢生長，相較於對照組分別增加13.5 cm與15.8 cm，間歇照明提高著果效果尤其顯著，較對照組提高8%。至於在果實品質方面則各處理間無顯著差異。本試驗溫室葡萄夜間以LED燈電照與省電燈泡處理有相似之結果，顯示LED燈在溫室葡萄之栽培應用具有發展潛力。

**關鍵詞：**發光二極體、新梢、著果、燈泡距離、間歇照明

## 前 言

葡萄(*Vitis spp.*)為葡萄科多年生蔓性落葉果樹，栽培歷史悠久，品種相當多，是重要經濟果樹之一，依據國際葡萄與葡萄酒組織(International Organisation of Vine and Wine, OIV)統計，2015年全球葡萄種植面積為757 Mha，產量約737 Mqx (millions of quintals)<sup>(23)</sup>。臺灣葡萄栽培最早有記載為清康熙12年(1674)，1945年後由臺灣大學與公賣局發展釀酒葡萄生產，至1970年前臺灣大學及民間自世界各產區引入多種葡萄品種，目前主要鮮食品種‘巨峰’葡萄(*Vitis vinifera* × *V. labruscana* Bailey cv. Kyoho)，也是當時由日本引進並選出<sup>(3,5,8)</sup>，栽培地區集中在臺灣中部苗栗縣、臺中市、南投縣及彰化縣等地，面積約2,900公頃(103年農業統計年報)。一般‘巨峰’葡萄自萌芽至採收約需120~160天，臺灣中部地區屬亞熱帶氣候，自然狀況下適合葡萄生長之日數達300天以上，利用地理條件及修剪催芽技術，可進行產期調節<sup>(8,12)</sup>，近

<sup>1</sup> 行政院農業委員會臺中區農業改良場研究報告第 0877 號。

<sup>2</sup> 行政院農業委員會臺中區農業改良場助理研究員、助理研究員、研究助理。

年採用簡易溫室覆蓋PE生產3~5月春季葡萄，使臺灣幾乎周年都有鮮食葡萄應市，然而溫室葡萄生育初期或開花著果期會受到低溫與短日影響，導致新梢生長受到抑制或降低著果(7,12,16)。

農作物生產受到栽培環境影響<sup>(15)</sup>，其中光為植物生長重要環境條件之一，植物發育和生理受到光強度(light intensity)、光質(light quality)與光週期(photoperiodism)影響<sup>(25)</sup>。改變光週期可影響植物開花<sup>(5,17)</sup>，夜間電照技術近年已逐漸被廣泛應用於園藝作物，包含人工控制環境與田間栽培應用，例如菊花為短日植物，於夜間以鎢絲燈、省電燈泡及LED燈(發光二極體(light emitting diode)人工光源電照處理，維持插穗母株頂芽營養生長，達到切花花莖所需長度，並可進行產期調節<sup>(13,14)</sup>。‘高朗1號’及‘特龍’印度棗夜間使用日光燈、鎢絲燈、植物燈及太陽燈處理可提早開花，產期提早，另‘高朗1號’印度棗夜間使用日光燈間歇照光處理相較於未處理明顯增加開花數、提高著果數，而且始花期及盛花期均提早3星期<sup>(5,6)</sup>。研究指出在短日條件下*V. riparia*及*V. labruscana*葡萄新梢生長較緩慢，顯示葡萄新梢生育亦受日照長短影響<sup>(22)</sup>。‘巨峰’葡萄為歐美雜交種，其親源關係較偏歐洲種，雖研究認為歐洲種葡萄對日長反應不明顯<sup>(2,3)</sup>，但之前研究發現‘巨峰’葡萄於萌芽後，夜間以省電燈泡、LED燈等人工光源處理，有助於新梢生長並提高著果<sup>(16)</sup>，但葡萄花芽誘引與光週期及春化作用無相關性<sup>(27)</sup>。

人工光源種類相當繁多，隨著材料科學的進步，近十多年LED於園藝生產扮演多種照明角色，是一種有發展潛力的照明方式，廣泛應用於花卉、蔬菜生產<sup>(15,18,26,28)</sup>，之前研究LED燈應用於‘巨峰’葡萄夜間電照處理雖可有效促進新梢生長並提高著果<sup>(16)</sup>，但LED燈因具有直射特性，其白或黃光燈泡電照處理時間、燈泡間距及間歇照明對溫室‘巨峰’葡萄新梢生長及著果之影響，缺乏相關科學資料，本試驗目的為配合臺灣‘巨峰’葡萄溫室栽培模式，夜間以白光或黃光LED燈泡處理，與現行省電燈泡進行比較，探討電照處理時間、燈泡間距及間歇照明之效果，以期建立LED燈於溫室葡萄生產應用之模式。

## 材料與方法

### 一、植物材料

本試驗2012~2014年於彰化縣大村鄉臺中區農業改良場(北緯24°0' 4.00"；東經120°32' 4.71")及溪湖鎮楊姓農友溫室栽培葡萄果園進行，品種為‘巨峰’葡萄(*Vitis vinifera* × *V. labruscana* Bailey cv. Kyoho) 11~13年生自根植株，水平棚架單幹雙主枝整枝。試驗植株於11月底冬季修剪後，以催芽劑塗抹於芽上進行催芽處理，記錄生育期間溫濕度變化。萌芽後依優質葡萄生產方式進行一般田間管理<sup>(10,11)</sup>，每結果母枝留2新梢，每處理選取30枝結果母枝，每結果母枝取最末端之新梢(靠近冬季修剪處之結果枝)進行調查，5結果母枝為一重複，6重複，花穗為此新梢(結果枝)之第一花序。栽培管理模式為所有花穗均於開花前去除副穗，於著果後疏果並套袋，依優質葡萄生產模式處理<sup>(11)</sup>，電照使用之LED燈泡架設於葡萄棚架下方45 cm處(慣行電照模式)，各處理間以黑色雜草抑制蓆分隔，避免光源互相干擾，至著果確定後停止電照。

## 二、電照處理

### (一)試驗一：電照處理時間對溫室栽培‘巨峰’葡萄生育影響

夜間電照光源為省電燈泡23 W白光、黃光，LED燈泡10 W白光、黃光，燈泡設置密度為長3 m×寬3 m設一盞，電照時間為每日10 PM至 4 AM(溪湖鎮楊姓農友溫室葡萄園)連續電照6小時，催芽後第42天開始電照，電照期為23天(2012年2月14日至3月7日)，另一處理為同樣燈源自6 PM至6 AM(本場溫室葡萄園)連續電照12小時，於催芽後第45天開始電照，電照期為18天(處理期間1月19日至2月5日)，未電照處理為對照組。

### (二)試驗二：燈泡距離對溫室栽培巨峰葡萄生育影響

夜間電照光源為省電燈泡23 W白光，LED燈泡10 W白光，燈泡設置密度為長3 m×寬3 m及3 m×6 m 2種模式，於催芽後第35天開始電照，時間為每天10 PM至4 AM共17天(2013年1月22日至2月8日)。

### (三)試驗三：間歇照明對溫室栽培巨峰葡萄生育影響

電照光源、架設位置同(二)，同樣以雜草抑制蓆區隔，燈泡設置密度為長3 m×寬3 m設一盞。於催芽後第40天開始電照，每日夜間連續電照6小時，電照時間為10 PM至4 AM，間歇照明為10 PM起連續電照2小時，中斷1小時，1 AM再電照至3 AM，間歇照明實際電照僅4小時，共電照32天(2014年1月10日至2月10日)。

以上三種試驗電照起訖時間與電照所需日數依當年度氣候進行調整而略有不同。

## 三、園藝性狀調查

(一)新梢及花穗生長量：開始電照時以捲尺量測新梢、花穗長度，計算新梢節間數，節間數自基部往新梢端計算，電照終止再調查上述項目一次，計算電照期間生長量。

(二)著果調查：先將花穗疏花去除副穗、接近基部上方小花梗，及底部花穗，每穗留13~15小段，以塑膠網袋蒐集花冠蓋，著果後此果穗不進行疏果，至採收後計算每穗果粒數，將有種子果與無種子果分開計算，著果率=(總粒數-無種子果粒數)/花粒數×100%。

(三)品質調查項目、方法與統計分析：

- 1.果穗重：以上皿天平秤單穗果重，每處理調查15果穗，單位以g表示。
- 2.果粒數：果穗秤重後，以剪刀將果粒剪下計算每穗果粒數。
- 3.無種子果：無種子果一般果粒較小，部分無法目視判斷者，將果粒切開，調查有無種子並記錄之。
- 4.果粒重：將每穗果實秤重並調查粒數及無種子果後，換算粒重，其計算方式為：果粒重=果穗重/粒數，單位以g表示。
- 5.果實可溶性固形物、酸度：每果穗取上、中、下段各3果粒，共9果粒，3重複，以紗布包裹榨汁後，果汁使用數位式曲折計(digital refractometer DBX-85, ATAGO Co., Ltd., Japan)測量果汁之可溶性固形物，單位為°Brix；果汁可滴定酸以數字型酸鹼滴定器(Titronic basic, Schott Gerate GMBH, Germany)，以NaOH滴定測量可滴定酸含量，並將所得之酸度值以100 ml果汁之酒石酸含量表示，單位為%。

6. 電照期間亮度以光度計(LI-COR<sup>®</sup>, LI-250A Light Meter)測量，測量位置為燈泡正上方及2燈泡之間，測得之亮度為0.03~2.33  $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 之間。
7. 所得數據以CoStat programming 6.2 (CoHort Software, Berkeley, CA, U. S. A.)進行統計分析並以LSD進行最小顯著差異分析(least significant difference, LSD)，判定各處理間有無顯著差異。

## 結 果

### 一、電照處理時間對溫室栽培‘巨峰’葡萄生育影響

溫室葡萄開花期夜間以省電燈泡、LED燈黃光或白光電照6小時處理23天後，新梢長度較對照組增加6~12 cm，以省電燈泡白光促進生長之效果最顯著，LED燈也同樣具有促進新梢生長之效果；調查電照前後節間數顯示省電燈效果顯著，可增加將近2個節數；在花穗方面電照仍以省電燈泡白光效果顯著，LED燈效果無顯著差異(表一)。在果實品質方面，電照處理提高著果無差異；但在果穗重方面增加24.1~72%，果粒重增加21.5~34.1%，降低無子果比率6~11%，總可溶性固形物及可滴定酸處理間無顯著差異(表二)。

另外，夜間電照12小時處理18天後，電照處理促進新梢生長同樣以省電燈泡白光效果最顯著，較對照組增加11.9 cm，其他電照燈源效果也顯著可增加7~9 cm，與對照組相較可增加將近2個節數，但電照無增加花穗長度之效果(表三)。在果實品質方面，LED黃光電照顯著增加著果8%，其他電照燈源效果不顯著；果穗重以省電燈泡黃光最顯著，增加26.7%；增加果粒重以LED黃光或白光電照處理效果較省電燈泡顯著，但降低無子果比率無顯著效果，總可溶性固形物及可滴定酸處理間無顯著差異(表四)。

表一、溫室‘巨峰’葡萄開花期以不同電照燈源夜間連續處理 6 小時對新梢、節間數及花穗生育之影響

Table 1. Effects of different light sources with night 6 hr-lighting treatments during blooming on shoot growth, node number and inflorescence growth of ‘Kyoho’ grape under PE-house

Treatments <sup>1</sup>	Shoot growth (cm) <sup>2</sup>	Number of nodes	Inflorescence growth (cm)
Control - Nonlighting	25.9c <sup>3</sup>	4.5b	1.7ab
LED - Yellow bulb	33.4b	5.9a	1.9ab
LED - White bulb	35.7ab	5.8a	1.3b
EEB - Yellow bulb	31.7b	5.5a	1.4ab
EEB - White bulb	38.5a	6.1a	2.2a

<sup>1</sup> LED: lighting with light emitting diode bulbs; EEB: lighting with energy efficient bulbs.

<sup>2</sup> The different of shoot length before and after lighting.

<sup>3</sup> Means separation within columns by LSD at  $P\leq 0.05$ .

表二、溫室‘巨峰’葡萄開花期以不同電照燈源夜間連續處理 6 小時對果實品質及著果之影響

Table 2. Effects of different lighting sources with 6-hr night lighting treatments during blooming on berry quality and fruit set of ‘Kyoho’ grape under PE-house

Treatments <sup>1</sup>	Cluster wt. (g)	Berries/cluster (No.)	Berry wt. (g)	Seedless (%)	TSS (°Brix)	Acidity (%)	Fruit set (%)
Control - Nonlighting	286.9b <sup>2</sup>	36.3b	7.9b	14.7a	20.4a	0.4a	9.9a
LED - Yellow bulb	355.6ab	37.1b	9.6a	3.6b	19.5a	0.4a	12.2a
LED - White bulb	430.8ab	43.5ab	9.9a	5.4b	19.1a	0.4a	13.8a
EEB - Yellow bulb	467.2a	47.8a	9.8a	8.1ab	20.8a	0.4a	12.6a
EEB - White bulb	492.2a	46.4a	10.6a	8.1ab	18.8a	0.4a	13.3a

<sup>1</sup> LED: lighting with light emitting diode bulbs; EEB: lighting with energy efficient bulbs.

<sup>2</sup> Means separation within columns by LSD at  $P \leq 0.05$ .

表三、溫室‘巨峰’葡萄開花期以不同電照燈源自夜間連續處理 12 小時對新梢、節間數及花穗生育之影響

Table 3. Effects of different lighting sources with 12-hr night lighting treatments during blooming on shoot growth, node number and inflorescence growth of ‘Kyoho’ grape under PE-house

Treatments <sup>1</sup>	Shoot growth (cm) <sup>2</sup>	Number of nodes	Inflorescence growth (cm)
Control - Nonlighting	29.0c <sup>3</sup>	5.7b	3.2a
LED - Yellow bulb	38.4ab	7.6a	3.5a
LED - White bulb	36.2b	7.3a	3.2a
EEB - Yellow bulb	37.2ab	7.2a	2.7a
EEB - White bulb	40.1a	7.7a	2.5a

<sup>1</sup> LED: lighting with light emitting diode bulbs; EEB: lighting with energy efficient bulbs.

<sup>2</sup> The different of shoot length before and after lighting.

<sup>3</sup> Means separation within columns by LSD at  $P \leq 0.05$ .

表四、溫室‘巨峰’葡萄開花期以不同電照燈源經夜間連續處理 12 小時對果實品質及著果之影響

Table 4. Effects of different lighting sources with 12-hr night lighting treatments during blooming on berry quality and fruit set of ‘Kyoho’ grape under PE-house

Treatments <sup>1</sup>	Cluster wt. (g)	Berries/cluster (No.)	Berry wt. (g)	Seedless (%)	TSS (°Brix)	Acidity (%)	Fruit set (%)
Control - Nonlighting	343.0b <sup>2</sup>	33.3b	10.3b	0.9a	17.7a	0.4a	12.4b
LED - Yellow bulb	404.8ab	34.9b	11.6a	0.4a	17.6a	0.4a	20.7a
LED - White bulb	406.8ab	36.0ab	11.3a	0.6a	17.4a	0.5a	17.4ab
EEB - Yellow bulb	434.7a	42.2a	10.3b	0.5a	17.1a	0.5a	20.3ab
EEB - White bulb	361.9b	33.2b	10.9ab	0.6a	17.1a	0.5a	19.0ab

<sup>1</sup> LED: lighting with light emitting diode bulbs; EEB: lighting with energy efficient bulbs.

<sup>2</sup> Means separation within columns by LSD at  $P \leq 0.05$ .

## 二、燈泡距離對溫室栽培‘巨峰’葡萄生育影響

溫室葡萄開花期以LED白色燈泡距離3 m×3 m及3 m×6 m，促進枝梢生育效果最顯著，電照後新梢分別增長73.7 cm及71.2 cm，節間增加8.8節，省電燈泡也有增長新梢生長之效果，與對照組相較達19~25 cm，增加節間2~3節，促進花穗伸長以LED燈3 m×3 m及省電燈泡3 m×6 m效果顯著，可增加2.3 cm(表五)。在果實品質方面，因受到前期產量及夏季結果母枝培養期8月連續降雨之影響，初期花穗有偏小情形，且2013年開花期溫度偏低，當年度著果情形略低，以省電白光燈泡電照3 m×3 m及3 m×6 m效果顯著，較對照組分別增加3%及2.5%，果穗重以LED燈3 m×3 m及省電燈泡3 m×6 m分別增加37.2%及40%為最顯著，果粒重則以LED燈3 m×6 m效果顯著，增加27.7%，降低無子果以省電燈泡處理有顯著差異；在可溶性固形物及可滴定酸方面處理間無差異(表六)。

表五、溫室‘巨峰’葡萄開花期不同燈泡距離經夜間連續電照處理 6 小時對新梢、節間數及花穗生育之影響

Table 5. Effects of different bulb distance treatments with 6-hr night successive lighting treatments during blooming on shoot growth, node number and inflorescence growth of ‘Kyoho’ grape under PE-house

Distance Treatments <sup>1</sup>	Shoot growth <sup>2</sup> (cm)	Number of nodes	Inflorescence growth (cm)
Control- Nonlighting	43.6c <sup>3</sup>	5.6c	6.5b
LED - 3 m×3 m	73.7a	8.8a	8.7a
LED - 3 m×6 m	71.2ab	8.8a	7.8ab
EEB - 3 m×3 m	62.3b	7.5b	7.9ab
EEB - 3 m×6 m	68.8ab	8.5a	8.6a

<sup>1</sup> LED: lighting with light emitting diode bulbs; EEB: lighting with energy efficient bulbs.

<sup>2</sup> The different of shoot length before and after lighting.

<sup>3</sup> Means separation within columns by LSD at  $P \leq 0.05$ .

表六、溫室‘巨峰’葡萄開花期不同燈泡距離經連續夜間電照處理 6 小時對果實品質及著果之影響

Table 6. Effects of different bulb distance treatments with 6-hr night successive lighting treatments during blooming on berry quality and fruit set of ‘Kyoho’ grape under PE-house

Distance Treatments <sup>1</sup>	Cluster wt. (g)	Berries/cluster (No.)	Berry wt. (g)	Seedless (%)	TSS (Brix)	Acidity (%)	Fruit set (%)
Control- Nonlighting	247.3b <sup>2</sup>	29.8ab	8.3c	10.4a	18.7a	0.7a	10.6b
LED - 3 m×3 m	339.1a	34.6a	9.8ab	5.76ab	18.2a	0.7a	12.4ab
LED - 3 m×6 m	289.4ab	27.3b	10.6a	1.97ab	18.7a	0.7a	12.3ab
EEB - 3 m×3 m	304.9ab	33.5a	9.1bc	0.32b	18.4a	0.6a	13.6a
EEB - 3 m×6 m	346.4a	34.3a	10.1ab	0.35b	18.5a	0.7a	13.1a

<sup>1</sup> LED: lighting with light emitting diode bulbs; EEB: lighting with energy efficient bulbs.

<sup>2</sup> Means separation within columns by LSD at  $P \leq 0.05$ .

### 三、間歇照明對溫室栽培‘巨峰’葡萄生育影響

溫室葡萄開花期採用間歇照明可促進新梢伸長，LED燈增加63.7 cm，與採用連續照明方式均具有顯著效果，比對照組增加15.8 cm，增加節數2.8個，但增加花穗長度部分則效果不顯著(表七)。夜間採用LED燈及省電燈泡間歇照明方式提高著果效果顯著，分別達21.6%及22.5%，與對照組比較分別提高8%及8.9%，連續電照效果反而不顯著。電照處理增加著果提高果穗重，LED燈及省電燈泡間歇照明比對照組分別增加31.2%及12.8%；連續照明以省電燈泡效果顯著，增加30.3%，LED燈效果不顯著；果粒重則以對照組最重，電照處理無改善效果；降低無子果比率則以LED燈連續電照效果顯著，發生率僅0.2%；可溶性固形物以LED燈連續照明最高達18.6 °Brix，省電燈泡間歇照明17.7 °Brix最低，可滴定酸處理間無差異(表八)。

表七、溫室‘巨峰’葡萄開花期連續電照與間歇照明處理對新梢、節間數及花穗生育之影響

Table 7. Effects of successive and intermittent lighting treatments during blooming on shoot growth, node number and inflorescence growth of ‘Kyoho’ grapevine under PE-house

Treatments <sup>1</sup>	Shoot growth <sup>2</sup> (cm)	Number of nodes	Inflorescence growth (cm)
Control - Nonlighting	47.9b <sup>3</sup>	6.4b	7.9b
Successive - LED bulb	61.4a	8.9ab	8.5ab
Successive - EEB bulb	63.8a	9.5a	8.3ab
intermittent lighting - LED bulb	63.7a	9.8a	8.8ab
intermittent lighting - EEB bulb	57.6ab	8.8ab	9.0a

<sup>1</sup> LED: lighting with light emitting diode blubs; EEB: lighting with energy efficient bulbs.

<sup>2</sup> The different of shoot length before and after lighting.

<sup>3</sup> Means separation within columns by LSD at  $P \leq 0.05$ .

表八、溫室‘巨峰’葡萄開花期連續電照與間歇照明處理對果實品質及著果之影響。

Table 8. Effect of successive and intermittent lighting treatments during blooming on berry quality and fruit set of ‘Kyoho’ grapevine under PE-house

Treatments <sup>1</sup>	Cluster wt. (g)	Berries/cluster (No)	Berries wt. (g)	Seedless (%)	TSS (°Brix)	Acidity (%)	Fruit set (%)
Control - nonlighting	414.1c <sup>2</sup>	40.6b	10.2a	3.7a	18.3ab	0.6a	13.6b
Successive - LED bulb	428.6bc	42.6b	10.1ab	0.2b	18.6a	0.6a	14.6b
Successive - EEB bulb	539.4a	58.0a	9.3b	1.2ab	17.9ab	0.6a	17.1ab
Intermittent lighting - LED bulb	543.4a	57.1a	9.5ab	1.2ab	17.9ab	0.6a	21.6a
Intermittent lighting - EEB bulb	467.1b	51.9a	9.0b	1.2ab	17.7b	0.6a	22.5a

<sup>1</sup> LED : lighting with light emitting diode blubs; EEB : lighting with energy efficient bulbs.

<sup>2</sup> Means separation within columns by LSD at  $P \leq 0.05$ .

## 討 論

臺灣葡萄生產採用PE塑膠布簡易溫室栽培為近年發展出重要生產模式之一，其修剪催芽期為10月下旬至12月上旬，新梢生育及開花期為11月至2月，適逢臺灣溫度最低且短日之時

期，為溫室葡萄生產遭遇之逆境，影響產量與品質，之後結合夜間電照技術逐漸克服低溫短日引起之障礙，但機制尚未明瞭<sup>(7,12,16)</sup>。相關研究指出臺灣露天栽培葡萄夏果於新梢生育期，夜間以省電燈泡或LED燈夜間電照處理6小時，顯著促進新梢生長並提高著果率<sup>(16)</sup>，本試驗結果溫室葡萄於開花期每日夜間電照6或12小時，對新梢長度、節數及著果生長有明顯促進效果，此結果與前人研究相同<sup>(2,4)</sup>，顯示葡萄夜間電照處理，可促進新梢生長及增加節數，但作用機制尚不清楚，推測為生育期以夜間電照處理，新梢夜間未停止生長，白天溫度回升且溫室積溫速度快，可快速回復生長活力，因此新梢長度、節間數及著果均高於對照組。此外，研究指出*V. riparia*及*V. labruscana*葡萄新梢生長在短日條件下較緩慢，顯示日照長短對葡萄新梢生育有直接影響<sup>(21,22)</sup>，另有研究認為歐洲種及美洲種葡萄對日長有不同反應，美洲種較歐洲種對日長敏感，‘巨峰’葡萄為歐美雜交種，被歸類對日長反應不明顯<sup>(1,2,3)</sup>，本試驗一發現隨電照時間延長促進新梢生長及節數之效果更顯著，但是在試驗三發現以間歇照明處理方式促進新梢生長效果與連續電照效果無差異，而提高著果效果顯著優於連續電照，間歇照明實際處理時間為4小時。在日本，‘Pione’葡萄夜間電照處理以暗期中斷促進生長影響最大<sup>(4)</sup>，顯示只要有電照處理對葡萄生育就有不同程度之效果產生；另有研究指出光照與溫度交互作用涉及碳水化合物含量影響葡萄生育<sup>(19,20,24)</sup>，因此是光週期對新梢生育與著果影響，或是光照與溫度交感作用影響，機制尚有待釐清。

此外，例如菊花為短日植物，利用夜間暗期中斷電照技術可調控花芽分化進而控制株高<sup>(13,14)</sup>，然而葡萄花芽分化是在新梢約有5片葉展開時，研究指出光週期及春化作用與花芽誘引無相關性<sup>(27)</sup>，顯示光週期誘引花芽分化對不同作物有不同效果。在不同燈泡處理間差異性與光質有關，研究分析省電燈泡白光與黃光有類似之光譜，在550 nm及625 nm各有一吸收波峰出現，但白光550 nm之波峰顯著高於黃光，而LED燈泡為複合光源，白光燈泡在445 nm有一主要之波峰，在530~625 nm間有連續波峰出現，黃光燈泡主要波峰在575~625 nm之間<sup>(16)</sup>，顯示光質也可能影響葡萄新梢生長與著果，與前人研究有相似之結果<sup>(1)</sup>。然巨峰葡萄生長勢強，新梢易徒長導致流花使著果不良<sup>(7)</sup>，或許利用藍光可抑制枝條伸長之特性<sup>(26)</sup>，於開花前先以藍光處理控制新梢生長，開花期再改用紅光處理以提高著果。在光強度方面，夜間電照處理採用3 m×3 m或3 m×6 m其光強度介於0.03~2.33  $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 之間，二種燈泡間距對葡萄新梢生育及著果無顯著差異，顯示光強度之影響不如光週期及光質。另外，不同電照處理方式對果實採收後品質之影響不顯著，因電照處理在整個葡萄生育期僅17~32天，果實品質與著果後整穗、疏果作業有關<sup>(10,11)</sup>，與果實發育、成熟期之環境因素亦有關，由試驗三發現LED燈連續電照處理果粒數與對照組無差異，但可溶性固形物含量高於對照組，係因夜間電照處理新梢顯著較對照組長，較多的葉片有較充足的碳水化合物來源(source)，因此可溶性固形物含量較高，與前人研究有相似的結果<sup>(24)</sup>。

本試驗採用10 W全週形LED燈泡處理，綜合試驗結果建議夜間電照燈泡間距可採用3 m×6 m，另外可於溫室四周加強處理，每0.1 ha約需80個燈泡，較慣形23 W省電燈泡節省20



個左右，配合間歇照明處理，電照時間減少1/3，可有效降低生產成本；另LED燈具有省電、使用壽命長等特性，對於節能減碳是一良好之選項，可應用於溫室葡萄夜間電照，提高品質。

## 誌 謝

本研究承蒙本場果樹研究室史文輝先生、賴桂英、張麗妙、李婕瑜小姐協助試驗調查分析，特此致謝。

## 參考文獻

1. 久保田 尚浩、上原健一 2000 分光特性の異なるランプでの長日処理がブドウ‘ピオーネ’の新梢生長に及ぼす影響 園学雑 69: 460-465。
2. 久保田 尚浩、大野 淳、福田 文夫 2001 異なる時間帯での処理および処理が暗期中断ブドウ‘ピオーネ’の新梢生長と花芽分化に及ぼす影響 園学雑 70: 89-94。
3. 久保田 尚浩、片山 友孝、前田 明 1993 ブドウ‘ピオーネ’における二期作の事例—とくに新梢と果実の生長及ぼす電照の効果について 農業および園芸 68: 610-614。
4. 小野俊朗、那須英夫 2002 冬季収穫を目指したブドウ‘ピオーネ’の夏季せん定後の新梢生長および果実品質に及ぼす日長時間と暗期中断処理の影響 園学雑 1(2): 111-116。
5. 邱祝櫻、翁仁憲 2003 夜間間歇照光對印度棗生育之影響 高雄區農業改良場研究彙報 14(2): 1-9。
6. 邱祝櫻、翁仁憲、黃明得 2004 光源對印度棗生育之研究 高雄區農業改良場研究彙報 15(1): 49-59。
7. 林嘉興 2004 葡萄產業沿革與栽培技術之發展 葡萄栽培技術研討會專集 p.9-22 行政院農業委員會臺中區農業改良場特刊第67號。
8. 林嘉興、林信山 1984 葡萄產期調節 果樹產期調節研討會專集 p.21-30 臺灣省臺中區農業改良場特刊第1號。
9. 康有德 2012 臺灣葡萄發展史實 科學農業 60(7-12): 63-76。
10. 張林仁、林嘉興 1988 葡萄果實枝發育與成熟 葡萄生產技術 p.223-238 行政院農業委員會臺中區農業改良場特刊第14號。
11. 張致盛、邱禮弘、白桂芳、劉興隆、胡正榮 2007 優質安全葡萄生產體系之建構作業手冊 p.5-17 行政院農業委員會臺中區農業改良場特刊第83號。
12. 張致盛、張林仁、林嘉興 2004 臺灣葡萄生產產期調節技術 葡萄栽培技術研討會專集 p.37-53 行政院農業委員會臺中區農業改良場特刊第67號。
13. 許謙信 2012 LED燈源用於菊花電照之研究 臺中區農業改良場100年度科技計畫研究果發表會 p.142-149 行政院農業委員會臺中區農業改良場特刊第114號。

14. 許謙信 2013 LED照明對植物生長及發育之影響 臺中區農業改良場101年專題討論專集 p.243-246 行政院農業委員會臺中區農業改良場特刊第116號。
15. 楊純民、李裕娟 2009 從植物之光週期看發光二極體在農業生產上之應用潛力 Crop Environ. Bioinform. 6: 192-200。
16. 葉文彬、張致盛、劉惠菱、張林仁 2014 不同夜間電照光源對‘巨峰’葡萄新梢生育、著果率與品質之影響(一) 臺中區農業改良場研究彙報 122: 33-45。
17. Armitage, A. M. and J. M. Laushman. 1989. Photoperiodic control of flowering of *Salvia leucantha*. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 114(5): 755-758.
18. Bourget, C. M. 2008. An introduction to light-emitting diodes. HortSci. 43(7): 1944-1946.
19. Buttrose, M. S. 1969. Vegetable growth of grapevine varieties under controlled temperature and light intensity. Vitis 8: 280-285.
20. Ebadi, A., B. G. Coombe. 1996. Effect of short-term temperature and shading on fruit set, seed and berry development in model vines of *V. vinifera* cv. Chardonnay and Shiraz. Austral. J. Grape Wine Res. 2: 2-9.
21. Fennell, A. and E. Hoover. 1991. Photoperiod influence growth, bud dormancy and cold acclimation in *Vitis labruscana* and *V. riparia*. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 116(2): 270-273.
22. Ferree, D. C., S. J. Artney and D. M. Scurlock. 2001. Influence of irradiance and period of exposure on fruit set of French-American hybrid grapes. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 126: 283-290.
23. International Organisation of Vine and Wine, OIV (<http://www.oiv.int/oiv/cms/index?lang=en>).
24. KÖSE, B. 2014. Effect of light intensity and temperature on growth and quality parameters of grafted vines. Not. Bot. Horti. Agrobi. 42(2): 507-515
25. Masahumi, J., K. Shoji and F. Goto. 2010. Blue light-emitting diode light irradiation of seedlings improves seedlings quality and growth after transplanting in red leaf lettuce. HortSci. 45(12): 1809-1814.
26. Shimiza, H., Z. Ma and J. Tazawa. 2006. Blue light inhibits stem elongation of chrysanthemum. Acta Hort. 711: 363-367.
27. Vasconcelos, M. C. M., M. Greven, C. S. Winefield, M. C. T. Trought and V. Raw. 2009. The Flowering Process of *Vitis vinifera*: A Review. Am. J. Enol. Vitic. 60(4): 411-434.
28. Wook, O., E. S. Runkle and R. M. Warner. 2010. Timing and duration of supplemental lighting during the seedling stage influence quality and flowering in petunia and pansy. HortSci. 45(9): 1332-1337.

# Effects of LED Night-Lighting on the Shoot Growth and Berry Quality of PE-house Grown ‘Kyoho’ Grape<sup>1</sup>

Wen-Pin Yeh, Lin-Ren Chang and Huie-Ling Liu<sup>2</sup>

## ABSTRACT

To supply night lighting during March to May as to produce ‘Kyoho’ grape in PE-House is a unique off-season production technique in Taiwan recently. It makes all year-round harvest of fresh grape become possible in Taiwan. However, the shoot growth and fruit set are often influenced by the low temperature and short daylength during early growing stage. Therefore, The effect of light emitting diode (LED) treatments during early growing stage or blooming stage on shoot growth and fruit set was investigated to solve the problems. The results showed that successive LED treatment for 6 or 12 hours could effectively promote shoot growth by 7 cm as compared with the non-lighting control. Treatment with yellow LED bulbs for 12 hours increased fruit set significantly. The increase in shoot length and fruit set was similar among different LED bulb treatments. Treatments with white LED bulb lighting at distance of 3 m×3 m or 3 m×6 m significantly increased shoot length by 30.1 cm and 27.6 cm, respectively. In addition, 2-3 nodes were increased, but there was no significant difference in fruit set. The treatments of successive or intermittent lighting with white LED increased shoot length by 13.5 cm and 15.5 cm respectively compared with control one. The intermittent lighting could be significantly increase fruit set than the control by 8%. Furthermore, there was no significant difference in fruit quality among treatments. The results indicated that the efforts of LED lighting was similar to that of the energy efficient bulbs, indicating that the application of LED lighting on PE-house grape production has great potential in the future.

**Key words:** LED, shoot, fruit set, bulb distance, intermittent lighting

---

<sup>1</sup> Contribution No. 0877 from Taichung DARES, COA.

<sup>2</sup> Assistant Researcher, Assistant Researcher and Research Assistant of Taichung DARES, COA.