

四季蘭簡易設施栽培之蒸發散量 與灌溉技術研究¹

陳令錫、張富翔、王茗慧、楊旻憲、洪惠娟²

摘 要

小花蕙蘭是臺灣外銷產值第三的蘭花，為配合小花蕙蘭帶介質外銷，於簡易設施內栽培之趨勢，本研究建立小花蕙蘭簡易設施栽培最適之灌溉技術，供產業實施參考。因太陽輻射(光度)是空氣溫度與相對濕度的主要影響因子，白天光度高、空氣溫度高、相對濕度低、蒸發散量大；夜晚光度為零，空氣溫度低、相對濕度高、蒸發散量小。單盆蕙蘭每天減重約 7.5-10.3 g，此每天每盆蕙蘭蒸發散量數據可作為省工自動灌溉之基礎資訊，根據溫室內種植盆數與株數計算灌溉水量。經試驗結果顯示，蕙蘭盆栽重量變化之失水率與累積光積值呈高度相關；給水頻度影響小花蕙蘭生長，微噴灌或噴灌二種灌溉方式，皆以水分減少 1/4 時即予灌溉生長較佳，亦優於每週定時灌溉模式，可為推薦之給水頻度。

關鍵詞: 小花蕙蘭、簡易設施栽培、蒸發散量、灌溉

前 言

小花蕙蘭又稱為國蘭，是蕙蘭屬中的建蘭(或稱四季蘭; *Cymbidium ensifolium*)、報歲蘭(*Cym. sinense*)、春蘭(*Cym. goeringii*)、蓮瓣蘭(*Cym. tortisepalum*)、寒蘭(*Cym. kanran*)及九華蘭(*Cym. faberi*)的統稱，原生種分布臺灣全島各地，栽培面積 175 ha^(5,6,17,18)，是臺灣外銷產值第三的蘭花，主要以裸根空運或海運方式外銷至韓國^(3,11)。小花蕙蘭包含多個蕙蘭屬的原種，素心蘭營養芽的生長週期約 6 個月可以完成，報歲蘭則須至少 8 個月，花芽分化完成後素心蘭於 30/25°C 經 1 個多月之發育可達盛花期，報歲蘭則須 2 個多月發育適溫為 20/15°C。四季蘭營養芽生長週期為 6-8 個月，花芽在 20-30°C 之間可正常發育^(1,2)。建蘭、春蘭、春劍、九華蘭及報歲蘭經由光合作用特性的研究確認為 C3 植物，光飽和點在 350-650 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 之間，光補償點大約在 5 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ，屬於喜陰植物^(4,17)，其中春蘭、建蘭耐陰性相對較低，報歲蘭、春劍耐陰性相對較高，九華蘭居中⁽⁴⁾。

小花蕙蘭腐敗病、細斑病、炭疽病及假球莖等重要病害，常發生於雨季，防雨設施可減少病害發生率，以減少用藥頻率⁽¹²⁾。捲揚防雨設施栽培不噴藥的處理也較雙層遮陰網且噴藥處理的防治效果為佳，可見防雨設施可減少病害的發生⁽¹⁰⁾。

¹行政院農業委員會臺中區農業改良場研究報告第 0971 號。

²行政院農業委員會臺中區農業改良場副研究員、前助理研究員、研究助理、約僱人員、副研究員。

蒸滲儀(lysimeter)是一種測量實際蒸發散量的裝置⁽¹⁴⁾，記錄某一面積接收的降水量及從土壤損失的水量⁽¹³⁾，蒸滲儀有重量式與非重量式二種。Morris 等人⁽¹⁶⁾使用機械式重量測量裝置觀測盆栽作物重量變化，研究蒸散量與太陽輻射之關係，發現作物蒸散量受太陽輻射之強度起伏而改變，不同月份之數值大小不同但變化趨勢相似。

實際蒸散量可以藉由盆栽作物重量之變化獲得^(7,8,19)，用高精度電子秤連續測量作物重量，作為盆栽作物灌溉策略之依據⁽¹⁵⁾，對灌溉而言，直接測量植物反應的技術，可減少灌溉水消耗量。使用定時器開啟回路灌溉策略是好的方法，達到可靠之澆水，但是陰雨天可能消耗過多的水與能源；蒸發散量灌溉技術具有植物訊息直接回饋反映的功能，與定時器相比，在陰雨天可減少約20-80%用水⁽⁹⁾。

測量的蒸散量低於估測值的原因是欠佳的生長環境(suboptimal crop function)，導致作物氣孔部分關閉(partial closing of stomata)，而有較低的蒸散量測值，差異逐漸增加與累積誤差需要即時發現與修正，並須趕快發布警示提醒管理者⁽¹⁹⁾。

早期蘭花業者判斷澆水時須靠經驗和人體眼觀手觸等感測手法，難以傳承與數值化；近期採用探針式介質含水率感測器，惟價格昂貴與維護保養檢修費時。作物盆栽重量變化是估測蒸發散量的方法之一，本研究擬進行簡易設施內四季蘭微氣候和盆栽重量變化量測，以及灌溉給水頻度試驗，研發供水控制技術，期建立適合小花蕙蘭栽培管理之省水栽培管理模式。

材料與方法

本研究包含三部分試驗：四季蘭重量變化(蒸滲儀)之測量、簡易設施栽培四季蘭之灌溉給水頻度與全年微氣候分析等。

一、四季蘭重量變化(蒸滲儀)測量-單位時間重量變化率

將日製電子秤(A&D, GX-60 60 kg, Japan)、光度計(LP-02, Hukseflux, USA)、溫濕度計(EE21, E+E, Austria)和資料紀錄器(CR1000, Campbell Science, USA)組合成蒸滲儀。電子秤的RS-232埠可以與電腦或資料紀錄器連線，儲存重量資料在Excel程式的工作表中，資料格式含日期、時間與重量等三欄位，該等資料經後處理分析，獲得自然環境下簡易溫室內日間與夜間的作物蒸發散量。

4盆蕙蘭盆栽置於電子秤上，撰寫程式連續測量單株作物盆栽之重量變化和生長環境微氣候，取樣間隔30 sec，不計作物生長的增量，分析日間與夜間之重量減輕幅度，視為該植株在該期間的蒸發散量⁽⁹⁾。

二、四季蘭栽培之簡易設施配備與微氣候感測數據收集：

四季蘭生長環境微氣候量測設備為光量子計(SQ-215, Apogee Instrument, USA)、溫濕度計(HMP60-L, Campbell Science, USA)裝在遮陽通風罩內，感測器連接資料紀錄器(CR216X, Campbell

Science, USA)組合而成之長期監測記錄設備。

自 2017 年 2 月起於南投縣魚池鄉臺中區農業改良場埔里分場(海拔約 625 m)進行試驗量測,以常見之外銷商業品種鐵骨素心蘭為試驗材料,椰纖為栽培介質,定植於 3.5”(11 cm * 20 cm)黑色軟盆,置放於塑膠布溫室(可活動收張之 50%針織黑色外遮陰網及 50%平織銀黑色內遮陰網,兩側具活動式塑膠布捲簾)且東西向之簡易溫室設施,試驗栽培期間依據植物保護手冊進行病蟲害防治。調查項目包含：

(一)設施內微氣候參數調查：

簡易設施內微氣候參數調查,調查項目含氣溫、相對濕度及光度如表一,光度最大值出現在 2017 年 12 月到 2018 年 3 月,即冬季與春季期間中午未遮陽時;炎熱高光度的夏季與秋季,中午人工張開遮陽網,遮陽後光度約 200-300 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 。

表一、簡易設施內 2017 年 11 月至 2018 年 11 月之環境資料

Table 1. The environment profiles of the plastic film high tunnel greenhouse from November, 2017 to November, 2018

Environment factors	Air temperature (°C)	Relative humidity (%)	Light intensity ($\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$)
Mean	22.00	83.73	46.96
Maximum	38.06	100.00	932.46
Minimum	6.75	21.50	0.00
Stdev	5.42	17.68	96.04

(二)灌溉給水頻度試驗：

以四季蘭‘鐵骨素心’品種為試驗材料,栽培介質為椰纖,每盆定植 3 芽,於 3.5”(11 cm * 20 cm)黑色軟盆,每盆施用 1.5 g 緩效性複合肥好康多 180 天(N-P₂O₅-K₂O=14%-12%-14%),於配備自動灌溉系統、內遮陰網、外遮陰網、東西向之簡易設施以噴灌方式灌溉(每次約 100 ml/盆)。灌溉前後調查盆內介質水分變化,4 盆 1 組共四重複 16 盆,第一天澆水後靜置至底部無滴水後秤重,之後固定時間秤重並記錄光積值。自動灌溉系統具有光積值啟動智能灌溉功能,利用圖四光積值與蕙蘭盆內失水量之關係進行灌溉,於水分減少 (A)1/4、(B)1/2、(C)3/4 時再次給水,給水方式分為噴灌及微噴灌二種方式,以現有每週固定時間灌溉為對照組(D),各有 3 個處理,每處理 20 盆,各 3 重複,於定植後 8 個月各調查新球數、芽數、株高、葉片數、假球莖直徑、橫徑及病害與死亡率等生長資料 1 次,探討最適之再次給水的水分含量與時間點,藉以調整並建立蕙蘭設施內最適灌溉頻度。

三、試驗資料分析方法

試驗調查資料以 CoStat6.3 統計軟體(CoHort Software, USA)進行統計變方分析(analysis of variance, ANOVA),以最小顯著差異分析(Fisher’s protected least significant difference, LSD)比較各處

理間差異是否達顯著水準。

結果與討論

一、蕙蘭重量變化探討

電子秤上放 4 盆蕙蘭，計算 12 月 31 日 00:00 至 1 月 2 日 00:00 三天累計減重 90.4 g，平均 30.1 g/day，每盆約 7.5 g/day。而 1 月 4 日 00:00 至 01 月 8 日 00:00 五天累計減重 206.7 g，平均 41.3 g/day，每盆約 10.3 g/day。此每天每盆蕙蘭蒸發散量數據可作為省工自動灌溉之基礎資訊，根據溫室內種植盆數與株數計算灌溉水量。

二、試驗溫室內微氣候分析

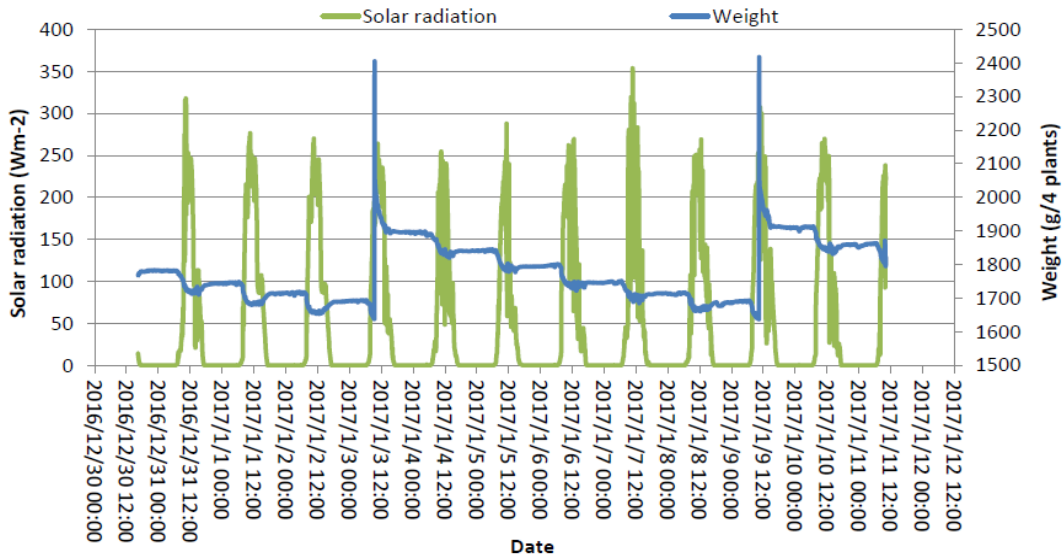
根據 2016 年 12 月 31 日到 2017 年 1 月 10 日之環境微氣候(光度、空氣溫度、相對濕度)和蒸滲儀之數據，呈現之連續變化趨勢如圖一-圖三，此期間之平均光度約 47.8 Wm^{-2} ，最高光度為 353 Wm^{-2} ；平均空氣溫度約 18.9°C ，最高空氣溫度為 30.5°C ，最低空氣溫度為 10.5°C ，與表一最低溫度不同的原因為量測期間不同；平均濕度約 83.2%，最高濕度為 100%，最低濕度為 35.6%。觀察圖一-圖三顯示太陽輻射(光度)是空氣溫度與相對濕度的主要影響因子，白天光度高、空氣溫度高、相對濕度低、蒸發散量大；而夜晚光度為零，空氣溫度低、相對濕度高、蒸發散量小；圖三部分日期之中午相對濕度低於 50%。

觀察圖一和圖二光度、溫度與蒸滲儀之數據，試驗溫室之坐向為東西向，下午光度與溫度低於上午、不是呈現對稱分佈，由圖一顯示下午光度提早減弱，而表二為蒸滲儀白天每小時盆栽重量損失率和太陽輻射平均值，數據顯示於 10 時前盆栽重量損失率為正值，此時太陽輻射強度接近 200 W^{-2} ，盆栽蒸發散正常，其後盆栽重量損失率趨緩，在正負值之間跳動變化，此變化減緩之午休現象，原因推測為光度高於 200 W^{-2} 造成四季蘭氣孔關閉；根據李等人⁽⁴⁾研究蕙蘭光飽和點 $650 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ，約等於 141.3 Wm^{-2} ，對太陽光而言， 1 Wm^{-2} 約等於 $4.6 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ，觀察圖一太陽輻射數據，顯見晴天中午前後光度大於蕙蘭光飽和點，過強光能在作物表面轉成熱能，呈現午休狀態。

表二、2017 年 1 月 7 日 6 時到 18 時的盆栽重量變化率和太陽輻射平均值

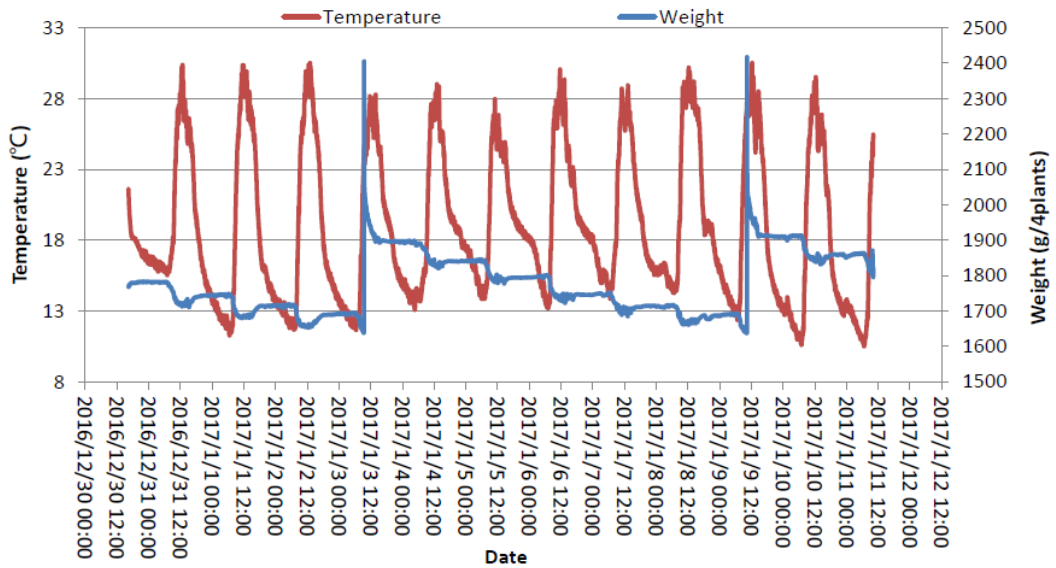
Table 2. The change of pot weight of *Cym. ensifolium* 'Tie-gu-su-xin' and solar radiation hourly average in 7 January, 2017

Time	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Weight loss rate (g/hr)	6.9	17.0	12.7	15.6	-4.1	-5.6	20.0	-16.9	-2.6	-4.0	-0.4	-38.0
Solar radiation (Wm^{-2})	1.1	21.5	52.5	176.9	200.1	157.4	182.2	79.6	54.2	12.9	1.4	0.0



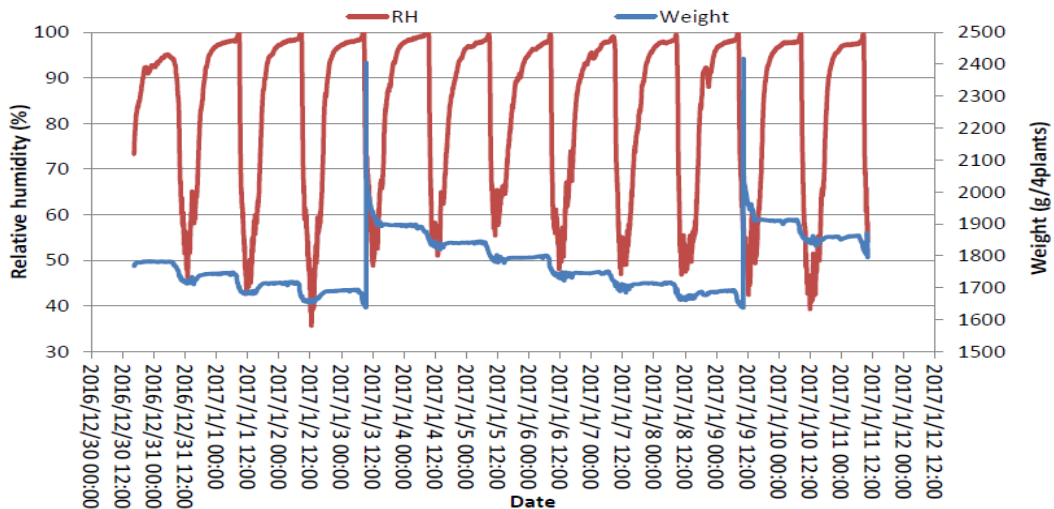
圖一、太陽輻射與 4 盆蕙蘭之重量變化趨勢。

Fig. 1. The fluctuations of solar radiation and weight of 4 cymbidium pots during the period from 31 December, 2016 to 10 January, 2017.



圖二、空氣溫度與 4 盆蕙蘭之重量變化趨勢。

Fig. 2. The fluctuations of air temperature and weight of 4 cymbidium pots from 31 December, 2016 to 10 January, 2017.

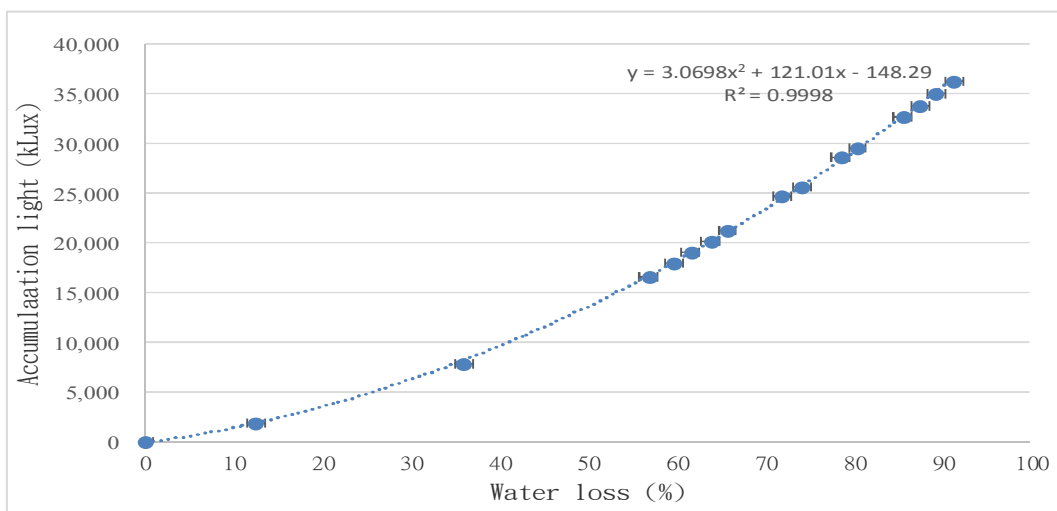


圖三、相對濕度與 4 盆蕙蘭之重量變化趨勢。

Fig. 3. The fluctuations of relative humidity and weight of 4 cymbidium pots from 31 December, 2016 to 10 January, 2017.

三、光積值與蕙蘭盆栽重量變化關係

於 2017 年 2 月定植後，每 24 hr 秤量四季蘭整盆盆重 1 次，換算每盆盆內介質之失水率，並與自澆水後至各秤量時間之光積值繪製如下(圖四)，蕙蘭盆栽重量變化之失水率與光積值呈高度相關，失水率 1/4、1/2 及 3/4 之光積值分別為 4,843.5 kLux、13,572.5 kLux 及 26,187 kLux。



圖四、光積值與蕙蘭盆栽重量變化(失水率)呈高度相關。

Fig. 4. The loss of cymbidium pot water is highly correlated with accumulated light.

四、蕙蘭微噴灌與噴灌之比較

(一)微噴灌處理

以四季蘭‘鐵骨素心’定植於椰塊，並放置於具內、外遮陰網、東西向之簡易設施，分別於水分減少(A) 1/4、(B) 1/2、(C) 3/4 時，再次以微噴灌方式灌溉栽培 8 個月後，生長調查結果顯示(表三)，以微噴灌處理、不同灌溉頻度對四季蘭‘鐵骨素心’新增芽株高、假球莖直徑、葉尖炭疽罹病率及死亡率並無影響，新增球數以每週定時灌溉處理對照較佳，與對照組有顯著差異，水分減少(B) 1/2 及(C) 3/4 處理較差；新增芽數以水分減少(B) 1/2 處理較佳，與對照組有顯著差異，水分減少(C) 3/4 處理較差；假球莖橫徑以水分減少(A) 1/4 處理較佳，每週定時灌溉處理對照組(CK)較差。綜觀微噴灌處理不同給水頻度對四季蘭‘鐵骨素心’生長之生長情形，以水分減少(A) 1/4 時再次灌溉之給水頻度處理，生長情形較佳。

表三、微噴灌不同給水頻度對四季蘭‘鐵骨素心’生長之影響

Table 3. The effects of different frequencies of micro-irrigation on the growth of *Cym. ensifolium* ‘Tie-gu-su-xin’

Water supply frequency	Number of new mature bud (no./pot)	Number of new bud (no./pot)	Plant height (cm)	Thickness of pseudobulb (mm)	Width of pseudobulb (mm)
A	1.73±0.56 ab ¹	0.67±0.44ab	0.16±0.22a	11.4±3.42a	4.80±0.83a
B	1.20±0.87b	0.72±0.63a	0.10±0.21a	12.7±4.04a	3.53±0.86bc
C	1.14±0.97b	0.28±0.32b	0.02±0.05a	10.9±2.74a	2.99±0.96c
Control	2.35±0.87a	0.69±0.46ab	0.0 ±0.11	10.5±2.94a	3.95±1.02b

¹ Means±std in the same columns followed by the same letter indicate no significant difference by LSD test at $P \leq 0.05$.

(二)噴灌處理

以四季蘭‘鐵骨素心’定植於椰塊，並放置於具內、外遮陰網、東西向之簡易設施，分別於水分減少(A) 1/4、(B) 1/2、(C) 3/4 時再次以噴灌方式灌溉栽培 8 個月後，生長調查結果顯示(表四)，以噴灌處理、不同灌溉頻度對四季蘭‘鐵骨素心’新增芽數、新增芽株高、葉尖炭疽罹病率及死亡率無影響，新增球數以每週定時灌溉處理對照較佳，水分減少(C) 3/4 處理較差；新增假球莖直徑以水分減少(C) 3/4 處理較佳，每週定時灌溉處理對照組(CK)較差；假球莖橫徑以水分減少(A) 1/4 處理較佳，水分減少(B) 1/2 處理較差。綜觀噴灌處理不同給水頻度對四季蘭‘鐵骨素心’生長之生長情形，以水分減少(A) 1/4 時再次灌溉之給水頻度處理，生長情形較佳。

表四、噴灌不同給水頻度對四季蘭‘鐵骨素心’生長之影響

Table 4. The effects of different frequencies of sprinkler irrigation on the growth of *Cym. ensifolium* ‘Tie-gu-su-xin’

Water supply frequency	Number of new mature bud (no./pot)	Number of new bud (no./pot)	Plant height (cm)	Thickness of pseudobulb (mm)	Width of pseudobulb (mm)
A	1.80±0.78ab ¹	0.77±0.56a	0.05±0.10a	12.4±2.89ab	5.07±2.21a
B	1.69±0.71ab	0.97±0.46a	0.10±0.13a	11.3±4.67ab	3.54±1.23b
C	1.40±0.61b	1.09±0.54a	0.08±0.16a	14.1±4.18a	4.09±1.01ab
Control	2.35±0.87a	0.69±0.46ab	0.0 ±0.11	10.5±2.94a	3.95±1.02b

¹ Means±std in the same columns followed by the same letter indicate no significant difference by LSD test at $P \leq 0.05$.

噴灌與微噴灌處理之四季蘭均以水分減少 1/4 時再次灌溉之生長情形較佳，顯示四季蘭耐濕不耐旱；水分減少 1/4 時再次灌溉的操作，需要借助自動灌溉系統始得精準省工操作。四季蘭蒸發散試驗在冬季未遮陽條件下，發現光度大於光飽和點，且相對濕度低於 70%，蒸散降低呈現午休現象，建議導入智能管理控制技術，適時遮陽或施噴高壓細霧，以減少逆境對作物生長的影響。關於節水效能的討論，需有農家慣行灌溉數據為比較基準，因此不在本文討論範圍。

結 論

太陽輻射(光度)是空氣溫度與相對濕度的主要影響因子，白天光度高、空氣溫度高、相對濕度低、蒸發散量大；夜晚光度為零，空氣溫度低、相對濕度高、蒸發散量小。光度與溫度之變化趨勢分布呈現下午低於上午，不是呈現對稱分佈，下午光度提早減弱，而蒸滲儀之數據顯示於中午前蒸發散量變化減緩之午休現象，造成此結果的原因推測為光度過高，根據李等人⁽⁴⁾研究蕙蘭光飽和點 $650 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 約等於 141.3 Wm^{-2} ，觀察圖一太陽輻射數據顯見晴天中午前後光度大於蕙蘭光飽和點，過強光能在作物表面轉成熱能，呈現午休狀態。

單盆蕙蘭每天減重約 7.5-10.3 g，此每天每盆蕙蘭蒸發散量數據可作為省工自動灌溉之基礎資訊，根據溫室內種植盆數與株數計算灌溉水量。蕙蘭盆栽重量變化之失水率與光積值呈高度線性關係；給水頻度影響四季蘭生長，以微噴灌或噴灌二種灌溉方式，皆水分減少(A)1/4 即予以給水之生長較佳，可為推薦之給水頻度。

參考文獻

1. 利幸貞 1992 一、素心蘭與四季蘭之無菌播種 二、溫度對四季蘭開花之研究 國立臺灣大學園藝學研究所碩士論文。
2. 李志仁 1991 報歲蘭與素心蘭之開花與種子無菌發芽之研究 國立臺灣大學 園藝學研究所

碩士論文。

3. 李皇照、吳欣穎、洪惠娟 2014 臺灣國蘭農戶生產調查與分析 農產運銷 149: 41-55。
4. 李鵬民、高輝遠、鄒琦、王滔、劉永 2005 五種國蘭的光合特性 園藝學報 32(1): 151-154。
5. 周鎮 1986 臺灣蘭圖鑑：地生蘭篇 p.7-86 臺中，臺灣。
6. 郭珮琪 2006 蕙蘭產業現況與發展 p.4-11 蕙蘭栽培管理手冊 行政院農業委員會動植物防疫檢疫局。
7. 胡中民、于貴瑞、王秋鳳、趙風華 2009 生態系統水分利用效率研究進展 生態學報 29(3): 1498-1507。
8. 陳令錫 2018 智慧灌溉，讀懂氣象大數據，不只適時適量，也能因應農業缺工缺水 豐年半月刊 68(1): 88-91。
9. 陳令錫 2018 設施園藝作物蒸發散模式應用於智慧灌溉之研究 國立中興大學生物產業機電工程學研究所博士論文。
10. 陳威臣、黃晉興、謝廷芳 2015 設施栽培對小花蕙蘭病害管理之研究 p.111-125 2015 國蘭產業研討會論文輯 行政院農業委員會臺中區農業改良場。
11. 黃瑞啟 2009 國蘭外銷市場之分析 p.59-70 98 年度農民專業訓練蕙蘭栽培管理訓練班講義 行政院農業委員會農業試驗所。
12. 謝廷芳、黃晉興、陳金枝 2010 病害診斷與防治技術 p. 66-87 國蘭生產作業手冊 行政院農業委員會臺中區農業改良場。
13. De Graaf, R. and J. van den Ende. 1981. Transpiration and evapotranspiration of the glass-house crops. Acta Hort. Water supply and Irrigation. 119: 147-158.
14. Griffith-elder. 2011. Lysimeter <http://www.griffith-elder.com/scales/lysimeter.php>.
15. Löfkvist, M. K., R. Larsen, J.-E. Englund and B. W. Alsanus. 2009. Light integral as an indicator of water use in commercial greenhouse nurseries. Acta Agri. Scandinavica. 59: 326-334.
16. Morris, L. G., F. E. Neale and J. D. Postlethwaite. 1957. The transpiration of glasshouse crops and its relationship to the incoming solar radiation. J. Agr. Eng. Res. 2: 111-122.
17. Pan, R. C., Q. S. Ye and C. S. Hew. 1997. Physiology of *Cymbidium sinense* : a review. Scientia Hort. 70: 123-129.
18. Su, H. J. 2000. *Cymbidium* Sw. p.820-833. Flora of Taiwan second edition volume five, Editorial Committee of the Flora of Taiwan, Department of Botany, National Taiwan University, Taipei.
19. Tsafaras, I. and A. N. M. de Koning. 2017. Real-time application of crop transpiration and photosynthesis models in greenhouse process control. In Proc. V Int. Symp. on Applications of Modelling as an Innovative Technology in the Horticultural Supply Chain, Ed.: P. Tijskens, Acta Hort. P.65-72.

The Study of Evapotranspiration and Irrigation Technique for Cymbidium Cultivation under High Tunnel Greenhouse¹

Ling-Hsi Chen, Fu-Hsiang Chang, Ming-Hui Wang, Min-Hsien Yang and Hui-Chuan Hung²

ABSTRACT

Oriental Cymbidium is the third major export orchids, yet, most of them in Taiwan are cultivated under simple shade nets facility. To coordinate the trade of oriental cymbidium exportation with mediums, and cultivation in high tunnel plastic film houses, the auto-fertigation techniques are presented and assessed in this study. Solar radiation (light intensity) is the main influence factor of air temperature and relative humidity. The light intensity is high in daytime with high air temperature, low relative humidity and large amount of evapotranspiration. Nevertheless, the light intensity is zero at night with lower air temperature, higher relative humidity and lower amount of evapotranspiration. The loss of cymbidium pot water is highly correlated with accumulated light. The weight loss of Cymbidium pot is about 7.5-10.3 g/day/pot, and the data of the evapotranspiration volume of each pot of orchids per day can be used as the basic information for automatic irrigation. Consequently, the frequency of irrigation affects the growth of *Cym. ensifolium* 'Tie-gu-su-xin'. The effect of irrigation is better given at 1/4 water loss of medium than fixed-interval irrigation weekly with sprinkler or micro-irrigation method.

Key words: Cymbidium, high tunnel, evapotranspiration, irrigation

¹Contribution No. 0971 from Taichung DARES, COA.

²Associate Researcher, former Assistant Researcher, Research Assistant, Technic Assistant and Associate Researcher, respectively, of Taichung DARES, COA.