

附件：封面格式

行政院國家科學委員會補助專題研究計畫成果報告

※※※※※※※※※※※※※※※※※※※※※※※※※※※※※※※※※※※※※※

※

※ 文心蘭幼苗至成熟株之生長週期數、假球莖 ※

※ 養分累積與開花品質之關係 ※

※

※※※※※※※※※※※※※※※※※※※※※※※※※※※※※※※※※※※※※※

計畫類別：個別型計畫 整合型計畫
計畫編號：NSC90-2313-B-002-273-
執行期間：90年08月01日至91年07月31日

計畫主持人：李 咩
計畫參與人員：陳韶好

本成果報告包括以下應繳交之附件：

- 赴國外出差或研習心得報告一份
- 赴大陸地區出差或研習心得報告一份
- 出席國際學術會議心得報告及發表之論文各一份
- 國際合作研究計畫國外研究報告書一份

執行單位：台灣大學園藝系

中華民國 91年 10月 17日

行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

文心蘭幼苗至成熟株之生長週期數、假球莖

養分累積與開花品質之關係

Relationship between number of growth cycle after deflask, nutrient accumulation in pseudobulbs, and flowering quality of *Oncidium*

計畫編號：NSC 90-2313-B-002-273

執行期限：90年08月01日至91年07月31日

主持人：李 咩 教授 台灣大學園藝系

計畫參與人員：陳韶好 台灣大學園藝系

一、中文摘要

為快速建立盆花文心蘭種苗生產模式，以利種苗外銷歐美日及大陸，本研究以 Sweet Sugar、Sharry Baby、Volcano Queen 和 1999 育成之 Puli Griffith 等具花期長特性品系參試，自幼苗出瓶，種於人工氣候室、植物生長箱或環控溫室內，探討開出商用花序需幾個生長週期，假球莖碳水化合物和無機養分含量、光合作用能力與開花品質之關係。同時繼續探討溫度和光線對各品系生育之影響，供適宜栽培地區選擇栽培品系及栽培管理之依據。同時模擬外銷貯運後對開花品質之影響。

關鍵詞：文心蘭、溫度、光度、礦物營養、開花品質、生長週期、光合作用

Abstract

Longlasting potted cultivars of *Oncidium*, such as Sweet Sugar, Sharry Baby, Volcano Queen and Puli Griffith etc., were investigated after deflask and growth at various day/night temperature in phytotron, growth room or controlled greenhouse. The effects of number of growth cycles, carbohydrate and mineral contents in pseudobulbs, photosynthesis in current leaves on flowering qualities of *Oncidium* were studied. The results will be recommended for grower to establish culture technique of *Oncidium* and relative cultivars plants for export to USA, European countries, Japan and mainland China.

Keywords: *Oncidium*、temperature、light intensity、mineral nutrition、flowering quality、growth cycle、photosynthesis

二、緣由與目的

文心蘭屬(*Oncidium*)原生於熱帶、亞熱帶之美洲，由平地到海拔 2500 公尺山區均有分佈，冬天最低氣溫應維持在 12~15 °C，生長需中度遮陰，相對濕度要高，而根需要大量水分，成熟時應少給水(Bechtel *et al*, 1985)。文心蘭屬可歸納成兩大類：具假球莖者葉薄及不具假球莖但葉厚者。現在本省栽培品種，均是具有假球莖者。新加坡和馬來西亞多年來都是種 *Oncidium* Goldiana，又稱為 Golden Shower，已知其光合作用型態屬 C₃ 型陰性。文心蘭植株之當代假球莖是葉片光合作用重要積貯(sink)，而老的假球莖也是供應當代假球莖生長和開花的供源(source) (Hew and Yong, 1994; Yong and Hew, 1995; Hew and Ng, 1996)。文心蘭花序品質隨著假球莖數目增加而較佳，且至少需帶有兩個以上之假球莖(Yong and Hew, 1995)。

自引進本省之後，因適應性良好，栽培面積日益擴大，已超過 186 公頃，現已成為繼蝴蝶蘭後另一大面積栽培之蘭花產業，全年皆可生產切花。夏秋之切花，因氣溫高品質較差，分枝性不若三、四月抽梗之品質佳。現階段台灣文心蘭之栽培，種苗大多由分生苗而來，業者現已能大量生產健康種苗，品質極佳。黃(1997)在採收後處理亦曾有些初步結果，模擬海運

輸日 (12°C 保鮮、1-MCP 燻蒸)，到日本有 6~7 天瓶插壽命 (黃, 2000)。至於栽培及花期調節，各改良場及部份大學教授亦曾獲研究經費，但成果有限，黃 (1997) 曾以去花梗方式，對產期調節無經濟效益。有些南部大學教授種植花梗只有 1~2 分枝，予植物生長調節劑或微量元素處理改善有限。依本研究室多年對蘭花的的研究，認為高屏地區氣溫過高為造成分枝不良原因，於七年前著手研究環境因子對文心蘭生育之影響，目前稍有成果。

在台灣加入世界貿易組織後，蘭花產業是最不受衝擊且具發展潛力作物。美國 1999 年的統計，蘭花的盆花批發值已佔盆花中第二位，僅次於聖誕紅 (Miller, 2000)，台灣蘭苗輸美應是快速成長的原因之一。台灣文心蘭現行栽培體系仍以切花為主，未來文心蘭應步蝴蝶蘭之後以蘭株外銷。依本人看法，盆花品系及花型變化較切花品系多且豐富，且早熟品種頗多，可縮短生產期限，但都缺乏科學性研究資料，故盆花種苗生產之栽培生理資料應迅速建立，以因應未來廣大市場 (美、日及大陸) 之需求。再者目前已有少數蘭苗外銷，業者指出，在外銷時會面臨花朵數嚴重減少和無法抽梗的情形，目前外銷文心蘭的植株規格可分成兩種，一為以中苗售出，當代在進口國養成並催花，另一為已抽梗 10 - 25cm。故探討文心蘭抽梗 3-5 公分，黑暗儲運對其花序分化與發育之影響，及其後在溫室催花的適合環境。

(一) 繼續上年度計畫探討環境因子中溫度、光線與肥培管理對文心蘭生育、開花品質、光合作用之影響，供品種選育及栽培管理之依據。主要參試品種除 Gower Ramsy 外，將特別針對花期長、花序較短、分枝多，且花色受歡迎的 Volcano Queen、Sweet Sugar、Wildcat 及具有香味之 Sharry Baby 等品種進行試驗。

(二) 對適於盆花品系之文心蘭，自出瓶後幼苗到可開花成熟株，須經多少生長週期 (growth cycle) 及假球莖蓄積多少養分，方能開出具有外銷品質的

花序，同時取文心蘭‘埔里貴妃’抽梗 3-5 公分 (出瓶後第一次開花)，生育週數為出瓶後 16、22 和 28 個月模擬貯運後對催花品質之影響。試驗中測量生長與發育、光合作用、分析碳水化合物、礦物成分，假球莖所佔比例及蓄積養分與開花品質的關係。

三、結果與討論

(一) 生長週期試驗

Onc. Gower Ramsey 在 15-30°C 皆可生長，提高溫度能促進文心蘭 *Gower Ramsey* 小苗之營養生長，縮短其生育週期。假球莖自抽出鞘葉到充實完全 (S2) 所需的時間隨著溫度的降低而增加 (圖 1)。日/夜溫 30/25°C 下葉片細長，葉面積較大；20/15°C 之葉片寬短、葉面積較小而鮮重較重。母球對溫度的反應與當代球相似。當代植株之總鮮重以日/夜溫 25/20°C 處理最佳約 26.42g (表 1)。

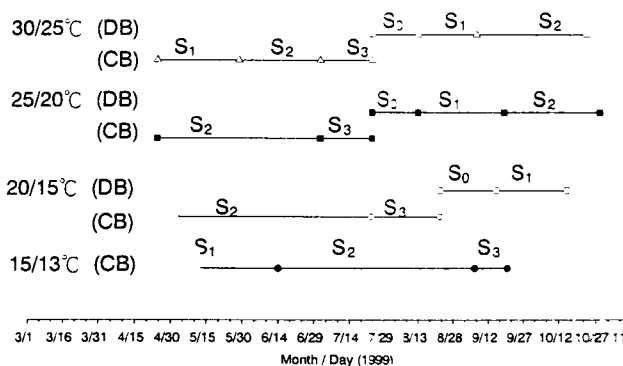


Fig. 1. Effect of day/night temperature on the growth cycle of young plants on *Onc. Gower Ramsey*.

So: Bud stage S1: Plantlet stage
S2: Unsheathing stage S3: Pseudobulb stage
CB, DB: current and daughter shoot

購自埔里明翠谷蘭園之文心蘭 *Onc. Sweet Sugar* 小苗 (苗齡為出瓶後三個月)。將栽培介質由碎石更換為水苔後，分別移入人候室不同日/夜溫 (30/25、25/20、20/15°C)。由生育週期圖可知，日/夜溫 25/20°C 處理中，當代假球莖自抽出鞘葉到充實完全所需的時間 (S2) 最短，其次是日/夜溫 20/15°C 處理。日/夜溫 30/25°C 處理之假

球莖較為細瘦，隨著溫度的降低漸趨短胖。植株總鮮重則是在日/夜溫 25/20°C 處理之表現最好，日/夜溫 30/25°C 處理最劣（表 2）。溫度對母球之影響亦是如此。

(二). 出瓶後小苗對養分之需求

Onc. Gower Ramsey 組培苗，出瓶後以水苔為介質栽培於 45 格穴盤 (4.6x4.6x5.0 cm) 中，於荷蘭威諾型溫室馴化 1 個月後開始進行奧妙肥 (osmocote 14-14-14) 與好康多 (Hi-control 14-12-14) 兩種緩效性肥料及完全營養液 (Johnson's solution)。

每格施用奧妙肥 1.0g 與奧妙肥 1.0g 加液肥處理之葉片細長，葉色深綠，在 45 天後開始出現肥燒的病癥，根尖焦枯、假球莖瘦長及畸形、由葉尖開始黃化、焦枯、葉身有褐色焦枯的斑點。空白 (blank) 試驗顯示，每格施用奧妙肥 1.0g 處理之 EC 值，在處理 14 天後淋洗液之 EC 值高達 2.39mS/cm，而 pH 已降至 3.28。可見施用 osmocote 1g 過量以致鹽害。而好康多在施用後第 14 天，不傷植株，EC 值只有 0.39-0.46 mS/cm (表 3)。10 種處理中，以全量液肥處理之 L2 (植株由假球莖頂端往下數第 2 片葉) 葉片最長為 12.70 cm，最寬 1.46 cm，但葉色較淡，葉綠素計讀值為 29.58。2 種緩效性肥料的比較上，其中以每格施用奧妙肥 0.5g 處理之葉片生長最佳，其次為好康多 1.0g 處理，而好康多 0.5g 處理之效果最差，顯示好康多 0.5g 不加液肥之肥量不足 (表 4)。

(三). 光度試驗

Onc. Gower Ramsey 組培苗，出瓶馴化 5 個月 (至 stage3) 後，移入人工照明室 50、100 及 200 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 三個光度處理。栽培於 200 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 光度下的植株葉片短、葉色較黃，假球莖較為短、胖；50 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 光度下，植株葉色濃綠、葉片細長，假球莖瘦長，植株並有輕微徒長的現象。100 與 200 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 二種光度處理之假球莖鮮重較高，分別為 9.02 與 9.69g，而 50 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 光度下假球莖生長不良。無論是當代球或母球，氣生根鮮重皆隨著光度的提高而逐漸增加 (表 5)。

Onc. Gower Ramsey 出瓶 1 年半帶有 2 代母球及當代新芽之中苗，移入人工照明室 40、85、200 及 290 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 四個光度。在 85、200 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 二個處理，當代及母株 (back shoot I) 之假球莖鮮重較高，分別為 40.1 與 35.9g。葉片鮮重隨著光度的增加而增加，但到 290 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 光度則下降。在抽梗率及花序品質方面花，母球於 40、85、200 及 290 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 四個光度下，抽梗率分別為 11、0、40 及 25%；及至當代球，抽梗數分別提高至 62.5、66.7、80.0 及 87.5%。花序品質以 200 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 光度處理最佳，花梗平均長 122.9 cm，分枝數 7.3，具有 85.2 朵小花 (表 6)。

(四). 光合作用

Onc. Gower Ramsey 'Volcano Queen'，在 16–20°C 時葉片的淨光合作用速率較高介於 3–3.5 $\text{CO}_2\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ，當溫度下降至 14°C 時，淨光合作用速率隨之下降，但此時的氣孔導度為最高值 0.3 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ，而當溫度上升至 27°C，淨光合作用速率降至 2.3 $\text{CO}_2\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ，氣孔導度也降至 0.04 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ，當溫度在升高至 33°C 時，淨光合作用速率已降至 1.35 $\text{CO}_2\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ，氣孔導度降至接近 0 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ (圖 2)。

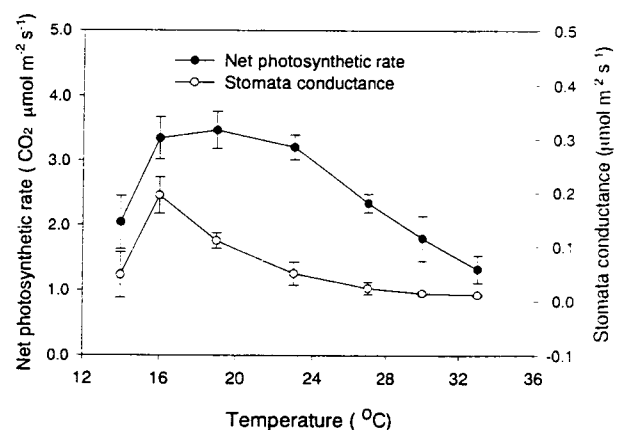


Fig. 2. Effect of temperature on net photosynthetic rate and stomata conductance of 2nd leaf (counted from top) of current shoots with 2 back shoot in *Onc. Gower Ramsey* 'Volcano Queen' and PPFD 300 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$; VPD $0.5\pm 0.3\text{Kpa}$ and CO_2 350ppm concentration. Each value represent mean \pm SE of six replicates.

(五). 模擬儲運

出瓶後 16 個月的 *Onc. Puli Griffith*, $10\pm 1^{\circ}\text{C}$ 黑暗儲運 10 天, 經黑暗儲運者花序伸長速率較緩慢, 且黑暗儲運期花序幾乎沒有伸長, 經儲運的花序只有 53.97 公分, 小花朵數 24 朵, 且經儲運的 7 株祇有 3 株的花序順利開放。儲運後 10 天其單一小花壽命及整個花序壽命, 各為 22 天和 38 天, 比為儲運者均減少 9 天(表 7)。

出瓶後 22 個月的 *Onc. Puli Griffith*, $18\pm 1^{\circ}\text{C}$ 黑暗處理 0、4、7 天後移至人候室 $25/20^{\circ}\text{C}$ 和 $20/15^{\circ}\text{C}$ 生育, 花序長度、分枝數和總小花數會受溫度和黑暗天數影響, 隨黑暗天數增加, 花序和總小花數會減少, 黑暗處理七天後於 $25/20^{\circ}\text{C}$ 生育者總小花數最少只有 42.5 朵。未經儲運在 $25/20^{\circ}\text{C}$ 生育者其花序壽命為 53 天比經 4 和 7 天儲運者多出 3 天, 而在 $20/15^{\circ}\text{C}$ 生育者為 71 天, 則多 10 天(表 8)。

出瓶後 28 個月的 *Onc. Puli Griffith*, $10\pm 1^{\circ}\text{C}$ 模擬黑暗儲運 10 天、 $18\pm 1^{\circ}\text{C}$ 黑暗儲運 10 天和 7 天, 各處理為 8 株, 每一株的花序都能順利開放。顯示出瓶 22 和 28 個月, 儲運 4、7 和 10 天, 其品質和花序壽命均隨黑暗天數的增加而下降, 但仍具有觀賞販賣價值。開花株齡較小者, 累積較少的碳水化合物, 花芽易遭受黑暗逆境。

四、計畫成果自評

瞭解文心蘭自出瓶幼苗到成熟株(開花株)之生長週期數與養分累積、開花品質之關係。並瞭解溫度、光度和肥料對植株生長、光合作用和開花品質之影響。模擬文心蘭貯運外銷, 並提供貯運及後續催花條件之設定, 可擴展歐美日及大陸外銷市場及增加國際競爭力(競爭對手為夏威夷)。

五、參考文獻

1. 李 晔 2000. 光度和肥料濃度對文心蘭 *Gower Ramsey* 生長、光合作用與開花之影響 國科會專題研究計畫成果報

告 7pp. NSC 89-2313-B-002-116

2. 李孟惠 1998. 溫度、光度與肥料濃度對文心蘭開花品質之影響 國立台灣大學碩士論文 88pp.
3. 呂理榮 1997. 文心蘭真菌性病害之發生與防治 文心蘭病蟲害研習會論文 p.1-4. 農林廳主辦
4. 徐懷恩 1997. 不同光照、氮源肥料及花梗修剪對文心蘭開花之影響 國立中興大學碩士論文 141pp.
5. 黃怡菁 1997. 文心蘭基本生長週期與花期修剪產期調節 高雄區農業專訊 22:16-17.
6. 黃肇家 1997. 外銷文心蘭切花採收後處理淺談 高雄區農業專訊 22:17-18.
7. 黃肇家 2000. 台灣文心蘭切花海運銷日保鮮處理新技術 台灣花卉園藝 158:24-27.
8. 張允瓊 1996. 溫度、光度與肥料濃度對文心蘭生長與開花之影響 國立台灣大學碩士論文 99pp.
9. 張允瓊、李晔 1998. 光度對文心蘭 (*Oncidium Gower Ramsey*) 假球莖生長及開花品質之影響. 宜蘭技術學報 1:39~51.
10. 張允瓊、李晔 1999. 文心蘭 'Gower Ramsey' 假球莖與花序之生長、形態與解剖 中國園藝 45(1):87~99.
11. 張允瓊、李晔 2000. 溫度對文心蘭 *Gower Ramsey* 假球莖生長及開花品質之影響 中國園藝 46(2):221~230.
12. 蘇秋竹 1997. 文心蘭細菌性病害之特性與防治 高雄區農業專訊 22:14-15.
13. Bechtel, H. Q., P. Cribb and E. Launert. 1985. The manual of cultivated orchid species. The MIT Press, Cambridge, Massachusetts. 444pp.
14. Ding, T. H., H. T. Ong and H. C. Yong. 1980. Factors affecting flower development and production of Golden Shower (*Oncidium 'Goldiana'*). Proceeding of the third ASEAN Orchid Congress, Terusan Selatan, Kuala Lumpur, Malasia. 65-78.
15. Hew. C. S. and C. K. Y. Ng. 1996. Changes in mineral and carbohydrate

- content in pseudobulbs of the C₃ epiphytic orchid *Oncidium* 'Goldiana' at different growth stages. *Lindleyana*. 11(3):125-134.
16. Hew, C. S. and J. W. H. Yong. 1994. Growth and photosynthesis of *Oncidium* "Goldiana". *Journal of Hort. Sci.* 69(5):809-819.
17. Yong, W. H. and C. S. Hew. 1995. Partition of ¹⁴C assimilates between sources and sinks during different growth stages in the sympodial thin-leaved orchid *Oncidium* Goldiana. *Int. Journal. Plant Sci.* 156(2):188-196.
18. Yong, W. H. and C. S. Hew. 1995. The importance of photoassimilate contribution from the current shoot and connected back shoots to inflorescence size in the thin-leaved sympodial orchid *Oncidium* Goldiana. *Int. J. Plant Sci.* 156(4):450-459.

Table1. Effects of different day/night temperatures on fresh weight of back shoot and current shoot in young plants of *Onc. Gower Ramsey*^z.

Temp (°C)	Pseudobulb size (cm)			Fresh weight (g)				Leaf area (cm ²)	
	Length	Width	Thickness	Pseudobulb	Root	Leaf	Total	L ₁ +L ₂	L ₃ +L ₄
Back shoot I									
20/15	2.97a ^y	1.89a	0.80a	1.96a	3.65a	1.49a	7.09a	15.58a	9.46a
25/20	3.16a	2.00a	0.72a	1.67a	3.17a	1.68a	6.51a	16.16a	16.85a
30/25	3.05a	1.78a	0.77a	1.62a	3.04a	2.30a	6.95a	19.50a	14.42a
Current Shoot									
20/15	4.81b	2.99a	1.74a	11.30b	6.14a	8.73a	26.17a	70.36a	52.03a
25/20	5.79a	2.80a	1.70a	14.16a	4.71ab	7.55a	26.42a	81.17a	55.50a
30/25	6.27a	2.43b	1.45b	7.87c	3.18b	7.72a	18.77b	97.31a	47.01a

^z: Plant age was 6 months deflask.

^y: Mean separation in columns by Duncan's multiple range test at P=5%. Each value was a mean of 4 plants.

Table2. Effects of different day/night temperature on fresh weight of back shoot and current shoot in *Onc. Sweet Sugar* young plants^z.

Temp (°C)	Pseudobulb size (cm)			Fresh weight(g)				Leaves area (cm ²)	
	Length	Width	Thickness	pseudobulb	Roots	Leaves	Total	L ₁ +L ₂	L ₃ +L ₄
Back shoot									
20/15	3.71a ^y	3.22a	2.87a	10.56a	8.11a	2.89b	21.88a	29.27a	11.06a
25/20	3.94a	2.92a	1.80b	9.23a	5.71ab	3.30b	18.32a	34.88a	11.51a
30/25	3.93a	2.36b	1.53c	7.15a	3.49b	4.20a	15.30a	45.81a	17.90a
Current Shoot									
20/15	4.54ab	2.90b	1.82b	11.53b	2.77a	6.86a	21.16b	54.94a	33.86a
25/20	4.95a	3.53a	2.40a	19.80a	2.54ab	6.85a	29.17a	59.53a	32.84a
30/25	4.44b	2.44c	1.66b	10.65b	0.95b	4.70b	16.37b	46.51a	18.53b

^z: Plants age was 3 months deflask.

^y: Mean separation in columns by Duncan's multiple range test at P=5%. Each value was a mean of 4 plants.

Table3. Effects of Osmocote , Hi-control and Johnson's solution medium pH and electrode conductivity after 14 and 44days after treatment. (extract by pour through).

fertilizers	pH		EC (mS/cm)	
	4/7/99	5/7/99	4/7/99	5/7/99
Osmocote				
1.0	3.28a ^z	3.24c	2.39a	1.38a
0.5	3.48a	3.30c	0.94b	0.99b
Hi-control				
1.0	3.74a	3.42 c	0.39bc	0.38c
0.5	3.87a	3.60 bc	0.46bc	0.29c
1/2 J	4.00a	3.91 ab	0.13c	0.15c
J	4.22a	4.17 a	0.39c	0.32c

^z: Mean separation in columns by Duncan's multiple range test at P=5%. Each value was a mean of 4 replicates, each replicate contained 4 plants.

Table4. Effects of liquid and slow-release fertilizers on growth of *Onc. Gower Ramsey*.

Fertilizer		Leaf			Decay
Slow-release	Liquid	Width (cm)	Length (cm)	SPAD value	(%)
Osmocote					
1.0g		0.97 d ^z	10.50 bc	35.79 ab	100
0.5g		1.05 cd	11.83 abc	37.03 a	25
Hi-control					
1.0g		1.30 abc	11.43 abc	30.74 cd	0
0.5g		1.37 ab	10.67 bc	30.73 cd	0
Osmocote					
1.0g	J	1.00 d	10.10 c	37.80 a	100
0.5g	J	1.17 bcd	12.57 ab	35.73 ab	0
Hi-control					
1.0g	J	1.40 ab	11.32 abc	33.46 bc	0
0.5g	J	1.30 abc	11.94 abc	31.17 bcd	0
	J	1.46 a	12.70 a	29.58 cd	0
	1/2J	1.18 bcd	11.47 abc	28.03 d	0

^z: Mean separation in columns by Duncan's multiple range test at P=5%. Each value was a mean of 4 replicates. Each replicate contained 4 plants.

Table5. Effects of photosynthetic photon flux (PPF) on growth of back shoot and current shoot in young plants of *Onc. Gower Ramsey* ^z

PPF ($\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$)	Pseudobulb size (cm)			Fresh weight (g)				Leafarea (cm ²)	
	Length	Width	Thickness	Pseudobulb	Root	Leaf	Total	L ₁ +L ₂	L ₃ +L ₄
Back shoot I									
50	2.80a ^y	1.78b	0.68a	1.34a	1.99c	1.44b	4.77b	-	-
100	3.08a	2.22a	0.76a	1.63a	2.74b	1.47b	5.84b	-	-
200	3.41a	2.03ab	0.79a	1.80a	3.61a	1.69a	7.10a	-	-
Current shoot									
50	4.86a	2.06a	1.11b	4.94b	2.23b	5.03a	12.26b	60.01a	35.69a
100	5.69a	2.48a	1.66a	9.02a	4.22a	6.11a	19.35ab	76.55a	45.96a
200	5.75a	2.39a	1.51a	9.69a	6.02a	6.93a	22.64a	85.94a	53.81a

^z: Plant age was 6 months deflask.

^y: Mean separation in columns by Duncan's multiple range test at P=5%. Each value was a mean of 4 plants.

Table6 Effects of photosynthetic photon flux (PPF) on inflorescence development of *Onc. Gower Ramsey* at 1.5 years old with 2 pseudobulb.

PPF ($\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$)	Flower Stalk		
	Length (cm)	Branch no.	Floret no.
40	97.2 b ^z	1.2 c	23.8 c
85	124.4 a	5.0 b	65.0 b
200	122.9 a	7.3 a	85.2 a
290	101.6 b	5.4 b	69.0 b

^z: Mean separation in columns by Duncan's multiple range test at P=5% test. Each value was a mean of 3-6 plants collected from the 4th generation.

Table 7. Effect of simulated dark transport at $10\pm 1^{\circ}\text{C}$ in dark for 10 days then forced in venlo glasshouse on inflorescence quality and longevity of *Onc. Puli Griffith* with 2 back shoots and inflorescence 3 – 5cm in length.

Transport (day)	Flower stalk length (cm)	Branch (No./ Plant)	Floret (No./ Plant)	Days to 1st floret opened	Days from 1st floret opened to 1st floret senescence	Days from 1st floret opened to all floret senescence	Flowering ratio (No./ Total plants)
0	76.7 ^z	2.9	33.4	74.1	30.7	46.7	10/11
10	54.0 ^y	2.7	24.0	75.7	22.0	38.0	3/7
LSD ^{0.05}	0.93	0.12	4.36	12.92	11.15	1.94	

^z Each value was the mean of 3 replicates, 3 plants for every.

^y Each value was the mean of 3 replicates, 1 plant for every.

Table8 Effect of simulated dark transport at $18\pm 1^{\circ}\text{C}$ for 4 and 7 days then forced in phytotron on day/night temperature $25/20^{\circ}\text{C}$ and $20/15^{\circ}\text{C}$ on inflorescence quality of *Onc. Puli Griffith* with 3 back shoots and inflorescence 3 – 5cm in length.

Treat-ment (day)	Flower stalk length (cm)	Stem diameter (cm)	Branch number (No./Plant)	Floret number (No./Plant)	Floret diameter (cm)	Days to 1 st floret opened	Days from 1 st floret opened to 1 st floret senescence	Days from 1 st floret opened to all floret senescence
25/20°C								
0	80.3	0.43	5.3	65.0	3.31	58.7	25.2	52.7
4	73.0	0.41	5.8	60.7	2.97	57.3	24.8	49.2
7	63.2	0.36	5.3	42.5	3.10	59.0	25.7	48.3
20/15°C								
0	73.0	0.49	6.7	78.7	3.49	95.5	29.7	71.3
4	62.3	0.40	5.2	46.2	3.46	84.3	36.2	57.2
7	64.2	0.38	5.3	50.3	3.22	84.2	36.5	60.2
Significance^z								
Forced temp.	*	ns	ns	*	ns	***	***	***
Storage day	***	***	***	*	ns	ns	ns	*
F×S	ns	*	ns	***	ns	ns	ns	ns

^z Each value was the mean of 6 replicates, 1 plant for each. ^{NS}, *, *** non-significant or significant at $P<0.05$, or 0.001, respectively.