

文心蘭「檸檬綠」植體元素與花芽發育異常之探討

蔡東明^{1,*} 錡虹汝² 吳承軒³ 邱亭瑋⁴ 莊耿彰⁵ 戴廷恩⁶

摘要

蔡東明、錡虹汝、吳承軒、邱亭瑋、莊耿彰、戴廷恩。2024。文心蘭「檸檬綠」植體元素與花芽發育異常之探討。台灣農業研究 73(2):123–134。

本研究以 2 年生文心蘭「檸檬綠」(*Oncidesa Gower Ramsey* 'Honey Angel') 為試驗材料，在假球莖成熟其花芽或葉芽剛成長時，對其葉與假球莖進行植體元素分析，探討氮、磷、鉀、鈣、鎂、碳、碳氮比、鐵及錳等元素濃度與「檸檬綠」花芽發育異常之關係。嘉義大林與彰化大村發生僅長側芽(跳花)植株之葉中氮含量僅 1.64% 與 1.65%，遠低於開花正常的植株之葉中氮含量 2.15% 與 2.36%，且氮在植株體內含量高、波動大，推論氮可能與「檸檬綠」跳花有關。磷在植株體內含量低(0.13%)、波動穩定，推論磷應與跳花相關性低，無促進開花效果。發生跳花的植株葉中鉀之含量(2.18%) 遠低於開花正常的植株葉中鉀之含量(3.12%)，且鉀在植株體內含量高、波動大，推論鉀可能與「檸檬綠」跳花有關。碳在文心蘭「檸檬綠」正常開花與跳花植株體內含量穩定，與跳花關係不大，碳氮比似乎不能完全解釋文心蘭開花的關係。鈣在正常開花與跳花植株體內波動大，應與植株缺氮有關、與跳花無關。鎂在植株體內波動較小、表現相對穩定，應與跳花無關。微量元素鐵、錳於植株中含量高或低都會造成跳花，顯示鐵、錳與跳花無關。經由植株元素分析與外表觀察及生理表現，總結嘉義大林與彰化大村兩處生產場域發生嚴重花芽異常發育應與植株氮缺乏有關。

關鍵詞：氮、鉀、碳氮比、文心蘭、跳花。

前言

文心蘭為複莖性蘭科植物，發育中的芽體與前幾個世代的基部相連，正在發育中的世代稱為當代莖，依其相連順序，距離當代莖最近者為前一代莖，再往前一代為前二代莖，以此類推(Yong & Hew 1995)。一般以短縮莖上萌發假球莖處為第 0 節位，往上為正，往下為負，則第 0–1 節為假球莖，位於假球莖上方之葉片為上位葉 L1 與 L2，假球莖下方(0 至 -1 節)著生之葉片為下位葉 L3 與 L4 (Shyu 1997)。文心蘭「檸檬綠」L3 與 L4 葉片有大小區分(圖 1)，通常在大葉(L3)節點(0 節)分化出的芽

為花芽，小葉(L4)節點(-1 節)長出的芽為葉芽，除非大葉節點花芽遭外力破壞時，小葉節點有機會再分化長成花芽。因此，當假球莖成熟時，新芽由小葉節點抽出或是由 -2 至 -4 節點長出者(Li & Chang 2023)，形成葉芽而不開花，此類花芽發育異常農民稱之為「跳花」(圖 2A)。

文心蘭「檸檬綠」切花以外銷日本為主要市場，特定季節需求高、價格上揚，花農為獲得較高產量，常利用增加肥料用量與使用高磷鉀肥催花，或為了預防夏季軟腐病而降低氮肥使用等不當施肥處理，造成植株營養生長過

投稿日期：2023 年 12 月 19 日；接受日期：2024 年 2 月 29 日。

* 通訊作者：sdon@tari.gov.tw

¹ 農業部農業試驗所花卉試驗分所遺傳育種系副研究員。臺灣 雲林縣。

² 農業部農業試驗所花卉試驗分所產程開發系計畫助理。臺灣 雲林縣。

³ 農業部農業試驗所花卉試驗分所產程開發系助理研究員。臺灣 雲林縣。

⁴ 農業部農業試驗所花卉試驗分所遺傳育種系助理研究員。臺灣 雲林縣。

⁵ 農業部農業試驗所花卉試驗分所遺傳育種系研究員兼系主任。臺灣 雲林縣。

⁶ 農業部農業試驗所花卉試驗分所研究員兼分所長。臺灣 雲林縣。

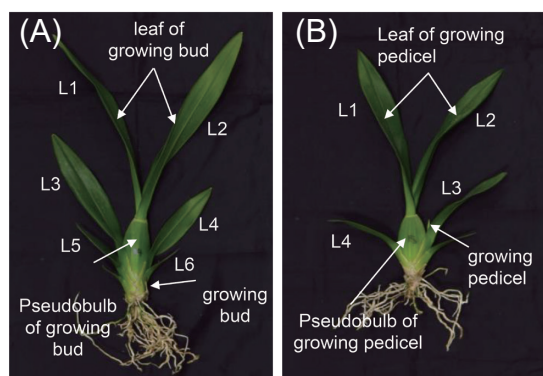


圖 1. 文心蘭植株 (A) 長側芽植株 (跳花)；(B) 長花芽植株 (正常開花)。

Fig. 1. Oncidium plant: (A) plant with lateral bud (abnormal flowering) and (B) plant with pedicel (normal flowering).



圖 2. 文心蘭植株生長情形：(A) 花芽異常發育 (跳花)；(B) 正常開花。

Fig. 2. Oncidium plant growth: (A) abnormal flowering and (B) normal flowering.

盛或不良，使得文心蘭跳花問題日趨嚴重，造成農民損失。為釐清文心蘭肥培管理與跳花發生之關係，本試驗希望藉由不同產區農民之植株採樣調查與植體元素分析來探討跳花發生之原因，並提出可能之改善建議。

材料與方法

試驗材料說明

取樣之植株部位分為花芽-葉 (leaf of growing pedicel)、花芽-假球莖 (pseudobulb of growing pedicel)、葉芽-葉 (leaf of growing bud)、葉芽-假球莖 (pseudobulb of growing bud)、L3 葉芽-葉 (leaf of L3 growing bud)、L3 葉芽-假球莖 (pseudobulb of L3 growing bud)、L4 葉芽-葉 (leaf of L4 growing bud) 及 L4 葉芽-假球莖 (pseudobulb of L4 growing bud)。

- (1) 花芽-葉：當代成熟假球莖其 L3 大葉節點剛抽花梗之植株，取其 L1 與 L2 葉子進行植體分析 (圖 1B)。
- (2) 花芽-假球莖：當代成熟假球莖其 L3 大葉節點剛抽花梗之植株，取其假球莖進行植體分析 (圖 1B)。
- (3) 葉芽-葉：當代成熟假球莖其 L4 小葉或 -2 至 -4 節點抽出葉芽之植株，取其 L1 與 L2 葉子進行植體分析 (圖 1A)。
- (4) 葉芽-假球莖：當代成熟假球莖其 L4 小葉或 -2 至 -4 節點抽出葉芽之植株，取其假球莖進行植體分析 (圖 1A)。
- (5) L3 葉芽-葉：當代成熟假球莖其 L3 大葉節點剛抽葉芽之植株，取其 L1 與 L2 葉子進行植體分析 (圖 3A)。
- (6) L3 葉芽-假球莖：當代成熟假球莖其 L3 大葉節點剛抽葉芽之植株，取其假球莖進行植體分析 (圖 3A)。
- (7) L4 葉芽-葉：當代成熟假球莖其 L4 小葉節點剛抽葉芽之植株，取其 L1 與 L2 葉子進行植體分析 (圖 3B)。
- (8) L4 葉芽-假球莖：當代成熟假球莖其 L4 小葉節點剛抽葉芽之植株，取其假球莖進行植體分析 (圖 3B)。

植物材料

試驗一：臺中新社文心蘭「檸檬綠」95% 開花之植株元素分析

2019 年 1 月 31 日於臺中新社採樣植株，

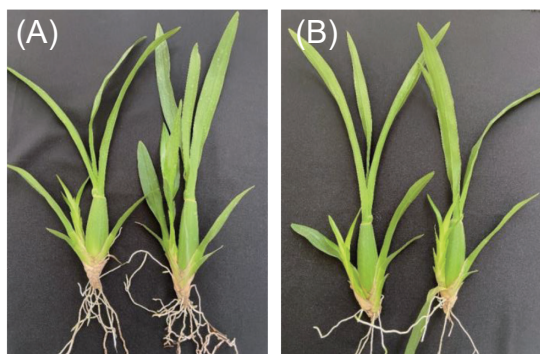


圖3. (A) 新芽-葉(大葉L3長新芽);(B)新芽-葉(小葉L4長新芽)。

Fig. 3. (A) Leaf (L3 growing bud) and (B) Leaf (L4 growing bud).

生產設施為具開頂與內循環風扇之塑膠布溫室，2年生有3顆假球莖之5寸盆「檸檬綠」，第一次開花，慣行栽培(介質上施用緩效性 $N-P_2O_5-K_2O: 20-20-20$ 的粒肥，及每星期噴灌1-2次1,200-2,000倍 $N-P_2O_5-K_2O: 14-14-14$ 的液肥，夏天會使用含氮低一點的液肥如 $N-P_2O_5-K_2O: 15-10-30$)，園區植株抽梗率約95%(每次調查30盆文心蘭植株，3重複)。逢機選取5株成熟假球莖其L3大葉節點剛抽花梗之植株，另選取5株L4小葉或-2至-4節點抽出葉芽之植株，進行植株葉片與假球莖之植體元素分析(圖1)。

試驗二：臺中新社文心蘭「檸檬綠」75%開花之植株元素分析

2019年1月18日臺中新社採樣植株，生產設施為簡易黑色針織網，2年生有3顆假球莖之5寸盆「檸檬綠」，第一次開花，慣行栽培，園區植株抽梗率約75%。逢機選取5株成熟假球莖其L3大葉節點剛抽出花梗之植株，另選取5株L4小葉或-2至-4節點抽出葉芽之植株，進行植株葉片與假球莖之植體元素分析。

試驗三：嘉義大林文心蘭「檸檬綠」跳花之植株元素分析

2019年5月23日於嘉義大林採樣植株，生產設施為簡易黑色針織網，2年生有3顆假球

莖之5寸盆「檸檬綠」，第一次開花，肥培方式：1月起逐漸減少氮提供(11、12月文心蘭花期結束主要施用高氮水溶性速效肥料 $N-P_2O_5-K_2O: 30-10-10$ ，1月主要施用 $N-P_2O_5-K_2O: 20-10-20$ ，2月以後逐漸以 $N-P_2O_5-K_2O: 6-13-32$ 為主，液肥倍數約為1,200倍，electrical conductivity (EC)值約為 0.7 mS cm^{-1})，園區植株發生嚴重跳花(圖4A)。逢機選取5株成熟假球莖其L3大葉節點剛抽花梗之植株，另選取5株L4小葉或-2至-4節點抽出葉芽之植株，進行植株葉片與假球莖之植體元素分析。

試驗四：彰化大村文心蘭「檸檬綠」跳花之植株元素分析

2020年11月11日於彰化大村採樣植株，生產設施為簡易黑色針織網，2年生有3顆假球莖之5寸盆「檸檬綠」，園區植株發生嚴重跳花，肥培方式：施用磷酸一鉀($N-P_2O_5-K_2O: 0-52-34$)與硫酸鉀催花，無施用其他含氮肥料。因全區幾乎無開花株，無法取得合適開花



圖4. (A) 2019年5月23日嘉義大林跳花嚴重；(B) 2020年4月15日嘉義大林約50%開花；(C) 2020年4月15日嘉義大林跳花植株老葉黃化；(D) 2020年11月11日彰化大村跳花植株老葉黃化。

Fig. 4. (A) On May 23, 2020, serious abnormal flowering in Dalin, Chiayi; (B) on April 15, 2020, about 50% flowering in Dalin, Chiayi; (C) on April 15, 2020, the old leaves of abnormal flowering plants in Dalin, Chiayi turned yellow; and (D) on November 11, 2020, the old leaves of abnormal flowering plants in Dacun, Changhua turned yellow.

試驗植株，故逢機選取 5 株 L3 大葉節點抽出葉芽之植株，另選取 5 株 L4 小葉或 -2 至 -4 節點抽出葉芽之植株，進行植株葉片與假球莖之植體元素分析。

植體元素分析方法

將取樣之植株部位分為花芽-葉、花芽-假球莖、葉芽-葉、葉芽-假球莖、L3 葉芽-葉、L3 葉芽-假球莖、L4 葉芽-葉及 L4 葉芽-假球莖，秤其鮮重，經清洗表面髒汙與其他雜質後，再以 1% HCl 潤洗片刻，最後以去離子水潤洗 3 次，將表面乾擦後，裝入牛皮紙袋置於烘箱中，先以溫度 100°C 1 h 殺菁以終止生化反應，後放置烘箱以溫度 70–80°C 進行 48 h 以上烘乾，至植體完全乾燥為止，烘乾後將樣品秤重，使用小型高速粉碎機粉碎均質，再以硫酸紙袋包裝，存放於乾燥箱中。

取 0.5 g 乾粉為材料，以硝酸:過氧酸 = 4:1 之酸液 5 mL 進行消化分解，經常溫 8 h 以上之預分解後，再利用石墨爐加熱至 160°C，經 3 h 分解後取出冷卻。冷卻後材料加少許去離子水進行過濾，再定量成 50 mL 溶液。完成之液體樣品經稀釋與添加總量 5% 之釋放劑 (0.1% 氯化鋇) 後 (僅鉀、鈣及鎂樣品添加)，使用原子吸收儀 (Savant AA, GBC, Keysborough, Australia) 測量鉀、鈣、鎂、鐵及錳之元素含量；磷元素則在稀釋後添加鉬黃反應劑，反應 15–30 min 後以分光光度計 (V-630 BIO, Jasco, Tokyo, Japan) 測定。碳與氮含量則在乾粉秤重後，以錫囊包裹，透過固態碳氮硫分析儀 (Flash EA 1112 series, Thermo, Waltham, MA, USA) 測定。

試驗設計與統計分析

試驗採逢機取樣，每處理 5 重複，每重複 1 株。試驗數據以統計軟體 Costat 6.1 (CoHort Software, Minneapolis, MN, USA) 進行變方分析與最小顯著差異性測驗 (Fisher's protected least significant difference test; LSD test, $P < 0.05$)。

結果

試驗一：文心蘭「檸檬綠」臺中新社 (簡易塑膠布) 採樣植株分析數據 (表 1) 顯示，植

株體內主要元素氮在葉片中含量高於假球莖，以葉芽-葉 2.36% 含量最高，開花株與不開花株間無顯著差異；磷在葉片中含量高於假球莖，以葉芽-葉 0.13% 含量最高，開花株與不開花株間無顯著差異；鉀在葉片中含量高於假球莖，以葉芽-葉 3.12% 含量最高，開花株與不開花株間無顯著差異；氮、磷、鉀在葉含量皆高於假球莖且具有顯著差異。鈣在葉片中含量高於假球莖，以葉芽-葉 0.91% 含量最高，葉片中鈣含量於開花株與不開花株間具顯著差異；鎂在葉片中含量高於假球莖，以葉芽-葉 0.31% 含量最高，葉片中鎂含量於開花株與不開花株間具顯著差異。碳在葉片中含量高於假球莖，以花芽-葉 46.06% 含量最高，開花株與不開花株間無顯著差異；碳氮比在假球莖比值高於葉，以花芽-假球莖 42.19 比值最高，假球莖中碳氮比於開花株與不開花株間具顯著差異。微量元素鐵在葉片中含量遠高於假球莖，以花芽-葉 248.8 mg L⁻¹ 含量最高，開花株與不開花株間無顯著差異；錳在葉片中含量遠高於假球莖，以葉芽-葉 414.0 mg L⁻¹ 含量最高，葉片中錳含量於開花株與不開花株間具顯著差異。

試驗二：文心蘭「檸檬綠」臺中新社 (黑網) 採樣植株分析數據 (表 2) 顯示，植株體內主要元素氮以葉芽-葉 2.15% 含量最高，其次為花芽-葉 1.87%，再其次為葉芽-假球莖 0.77%，最後為花芽-假球莖 0.59%；磷以葉芽-葉 0.3% 含量最高，其次為花芽-葉 0.22%，再其次為葉芽-假球莖 0.13%，最後為花芽-假球莖 0.11%；鉀以葉芽-葉 3.16% 含量最高，其次為花芽-葉 2.59%，再其次為葉芽-假球莖 1.28%，最後為花芽-假球莖 1.16%。氮、磷、鉀都以葉芽-葉含量最高，在葉芽-葉與花芽-葉間具有顯著差異，葉芽-假球莖與花芽-假球莖間無顯著差異，葉與假球莖間具顯著差異。鈣在葉片中含量顯示開花株高於不開花株，花芽-假球莖鈣含量 0.95% 與葉芽-假球莖 0.71% 具有顯著性差異。鎂在葉片中含量開花株與不開花株相同，花芽-假球莖鎂含量 0.25% 與葉芽-假球莖 0.23% 具有顯著性差異。碳在葉片中含量開花株與不開花株無顯著差異，葉與假球莖中碳含量有顯著差異，碳氮比以花芽-假球莖 74.39 比值最高，

開花株花芽-葉 25.55 與不開花株葉芽-葉 22.22 碳氮比無顯著差異，花芽-假球莖 74.39 與葉芽-假球莖 59.34 碳氮比有顯著差異。微量元素鐵以葉芽-葉 261.40 mg L⁻¹ 含量最高，開花株與不開花株於葉片具有顯著差異。錳以花芽-葉 215.3 mg L⁻¹ 含量最高，開花株與不開花株間無顯著差異。

試驗三：文心蘭「檸檬綠」嘉義大林(黑網)採樣植株分析數據(表 3)顯示，植株體內主要元素氮在葉片中含量高於假球莖，以葉芽-葉 1.64% 含量最高，開花株與不開花株間無顯著差異；磷在葉片中含量高於假球莖，以葉芽-葉與花芽-葉 0.22% 含量最高，開花株與不開花株間無顯著差異；鉀在葉片中含量高於假球莖，以葉芽-葉 2.31% 含量最高，葉片中鉀含量於開花株與不開花株間具顯著差異。鈣在假

球莖中含量高於葉片，以花芽-假球莖 1.25% 含量最高，開花株與不開花株間無顯著差異；鎂在假球莖中含量高於葉片，以花芽-假球莖 0.35% 含量最高，開花株與不開花株間無顯著差異。碳在葉片中含量高於假球莖，以葉芽-葉 47.29% 含量最高，開花株與不開花株間無顯著差異；碳氮比在假球莖中比值高於葉片，以葉芽-假球莖 49.35 比值最高，假球莖中碳氮比比值於開花株與不開花株間具顯著差異。微量元素鐵在葉片中含量遠高於假球莖，以葉芽-葉 295.3 mg L⁻¹ 含量最高，葉片中鐵含量於開花株與不開花株間具顯著差異；錳在假球莖中含量高於葉片，以葉芽-假球莖 825.5 mg L⁻¹ 含量最高，假球莖中錳含量於開花株與不開花株間具顯著差異。

試驗四：文心蘭「檸檬綠」彰化大村(黑網)

表 1. 溫室栽培文心蘭「檸檬綠」95% 開花之植株元素分析。

Table 1. Elemental analysis of 95% flowering *Oncidesa* Gower Ramsey 'Honey Angel' cultivated in greenhouse.

Item	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	C (%)	C/N	Fe (mg L ⁻¹)	Mn (mg L ⁻¹)
Leaf of growing pedicel	2.16 a ^z	0.11 a	3.05 a	0.67 b	0.26 b	46.06 a	21.78 c	248.8 a	314.2 b
Pseudobulb of growing pedicel	1.08 b	0.09 b	1.96 b	0.29 c	0.22 b	44.31 b	42.19 a	72.3 b	87.7 c
Leaf of growing bud	2.36 a	0.13 a	3.12 a	0.91 a	0.31 a	45.90 a	19.88 c	245.1 a	414.0 a
Pseudobulb of growing bud	1.38 b	0.08 b	1.92 b	0.40 c	0.24 b	44.89 ab	32.70 b	82.4 b	118.4 c

^z Mean separation within each column by Fisher's protected least significant difference test at $P \leq 0.05$, $n = 5$.

表 2. 網室栽培文心蘭「檸檬綠」75% 開花之植株元素分析。

Table 2. Elemental analysis of 75% flowering *Oncidesa* Gower Ramsey 'Honey Angel' cultivated in net house.

Item	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	C (%)	C/N	Fe (mg L ⁻¹)	Mn (mg L ⁻¹)
Leaf of growing pedicel	1.87 b ^z	0.22 b	2.59 b	0.83 ab	0.19 c	47.59 a	25.55 c	211.40 b	215.3 a
Pseudobulb of growing pedicel	0.59 c	0.11 c	1.16 c	0.95 a	0.25 a	43.48 b	74.39 a	53.72 c	128.8 b
Leaf of growing bud	2.15 a	0.30 a	3.16 a	0.72 b	0.19 c	47.40 a	22.22 c	261.40 a	210.5 a
Pseudobulb of growing bud	0.77 c	0.13 c	1.28 c	0.71 b	0.23 b	43.63 b	59.34 b	58.10 c	121.6 b

^z Mean separation within each column by Fisher's protected least significant difference test at $P \leq 0.05$, $n = 5$.

表 3. 嘉義大林文心蘭「檸檬綠」跳花之植株元素分析。

Table 3. Elemental analysis of abnormal flowering *Oncidesa* Gower Ramsey 'Honey Angel' in Dalin, Chiayi.

Item	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	C (%)	C/N	Fe (mg L ⁻¹)	Mn (mg L ⁻¹)
Leaf of growing pedicel	1.60 a ^z	0.22 a	1.97 b	1.11 a	0.28 b	47.09 a	29.90 c	252.9 b	531.0 c
Pseudobulb of growing pedicel	1.10 b	0.18 a	1.56 c	1.25 a	0.35 a	44.22 b	41.64 b	79.6 c	655.0 b
Leaf of growing bud	1.64 a	0.22 a	2.31 a	1.11 a	0.29 ab	47.29 a	29.40 c	295.3 a	589.5 bc
Pseudobulb of growing bud	0.92 b	0.21 a	1.59 c	1.21 a	0.34 ab	44.83 b	49.35 a	109.2 c	825.5 a

^z Mean separation within each column by Fisher's protected least significant difference test at $P \leq 0.05$, $n = 5$.

採樣植株分析數據 (表 4) 顯示, 植株體內主要元素氮在葉片中含量高於假球莖, 以 L4 小葉長新芽-葉 1.79% 含量最高, L3 大葉長新芽植株與 L4 小葉長新芽植株間無顯著差異; 磷在葉片中含量高於假球莖, 以 L3 大葉長新芽-葉 0.27% 含量最高, L3 大葉長新芽植株與 L4 小葉長新芽植株間無顯著差異; 鉀在葉片中含量高於假球莖, 以 L3 大葉長新芽-葉 2.32% 含量最高, 假球莖中鉀含量於 L3 大葉長新芽植株與 L4 小葉長新芽植株間具顯著差異。鈣在假球莖中含量高於葉片, 以 L3 大葉長新芽-假球莖 2.52% 含量最高, 葉片中鈣含量於 L3 大葉長新芽植株與 L4 小葉長新芽植株間具顯著差異; 鎂在假球莖中含量高於葉片, 以 L4 小葉長新芽-假球莖 0.33% 含量最高, L3 大葉長新芽植株與 L4 小葉長新芽植株間無顯著差異。碳在葉片中含量高於假球莖, 以 L4 小葉長新芽-葉 44.42% 含量最高, L3 大葉長新芽植株與 L4 小葉長新芽植株間無顯著差異; 碳氮比在假球莖中比值高於葉片, 以 L3 大葉長新芽-假球莖 46.81 比值最高, L3 大葉長新芽植株與 L4 小葉長新芽植株間無顯著差異。微量元素鐵在葉片中含量遠高於假球莖, 以 L4 小葉長新芽-葉 482.5 mg L⁻¹ 含量最高, L3 大葉長新芽植株與 L4 小葉長新芽植株間無顯著差異; 錳在葉片中含量高於假球莖, 以 L3 大葉長新芽-葉與 L4 小葉長新芽-葉 66.5 mg L⁻¹ 含量最高, L3 大葉長新芽植株與 L4 小葉長新芽植株間無顯著差異。

總結文心蘭葉片與假球莖元素分析數據顯示, 大量元素氮、磷、鉀在葉片中含量皆大

於假球莖, 其中氮與鉀元素含量具有顯著性差異。光合作用產物碳在葉片中含量高於假球莖, 除了彰化大村數據無顯著差異外, 其他 3 處皆顯示葉片與假球莖中碳含量具有顯著差異; 葉片中碳氮比數據顯示皆小於假球莖, 且具有顯著差異性。微量元素鐵在葉片中含量皆大於假球莖, 具有顯著性差異。

討論

文心蘭為複莖性蘭科植物, 通常在假球莖成熟後於 L3 大葉底端芽節處會花芽分化產生花梗, 如果先萌動的芽是在 L4 小葉或更下層 (L5、L6……) 底端芽節, 則會長出葉芽形成跳花, 跳花會減少 1 次採收機會, 尤其 4-6 月「檸檬綠」切花品質好、售價高時, 常造成農民損失慘重。跳花常會發生在新定植之植株, 一般文心蘭切花品種瓶苗出瓶後約 2 年會開第 1 支花, 亦即瓶苗出瓶定植後, 第 3 代假球莖成熟就具開花能力, 本試驗所要討論的跳花是指栽種至第 2 年仍然無法全面開花, 多數植株持續產生葉芽而非花芽。文心蘭生長主要可分為 2 階段, 組培出瓶後 1-2 年為營養生長 (幼年期), 2 年之後進入生殖生長, Hew & Yong (1994) 認為文心蘭會因為植體本身的營養狀態選擇進行營養生長或生殖生長。本次試驗利用園區採樣正常開花的植株進行元素分析當對照組, 與跳花嚴重園區採樣植株進行比較探討。

植物體內大量元素氮、磷、鉀與文心蘭「檸檬綠」跳花之關係

氮、磷、鉀在植物體內屬於移動快速的大

表 4. 彰化大村文心蘭「檸檬綠」跳花植株元素分析。

Table 4. Elemental analysis of abnormal flowering *Oncidesa* Gower Ramsey 'Honey Angel' in Dacun, Changhua.

Item	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	C (%)	C/N	Fe (mg L ⁻¹)	Mn (mg L ⁻¹)
Leaf of L3 growing bud	1.65 a ²	0.27 a	2.32 a	2.07 b	0.30 a	43.79 a	26.57 b	478.5 a	66.5 a
Pseudobulb of L3 growing bud	0.92 b	0.17 b	1.67 c	2.52 a	0.32 a	43.07 a	46.81 a	107.5 b	42.7 b
Leaf of L4 growing bud	1.79 a	0.25 a	2.18 a	1.86 c	0.28 a	44.42 a	24.83 b	482.5 a	66.5 a
Pseudobulb of L4 growing bud	1.03 b	0.20 b	1.96 b	2.48 a	0.33 a	44.29 a	43.17 a	101.5 b	41.1 b

² Mean separation within each column by Fisher's protected least significant difference test at $P \leq 0.05$, $n = 5$.

量元素，根部吸收後主要運往葉片，結合或協助光合作用的碳骨架形成蛋白質、核酸及脂肪等化合物。本試驗植體分析結果顯示，葉芽-葉中氮、磷、鉀元素含量最高，最能反映當時環境狀況與植物吸收情形，故本試驗在氮、磷、鉀的探討選擇以葉芽-葉的元素含量作為分析對象。一般花農會使用高磷鉀肥來促進開花，因此先由磷、鉀肥來探討與「檸檬綠」開花的關係。臺中新社開花率 75%「檸檬綠」之葉芽-葉磷含量為 0.30%，開花率 95% 之葉芽-葉磷含量為 0.13%，數據顯示磷含量較低者，文心蘭開花率較高；位於嘉義大林與彰化大村跳花場域植株抽樣分析，葉芽-葉中磷的含量分別為 0.22 與 0.27%，與臺中新社未跳花場域之磷含量未有顯著差異，園區卻出現嚴重跳花，顯示植株體內高磷並無促進開花效果，且磷在植株體內與氮、鉀比較含量偏低（圖 5），推論磷應與跳花關係不顯著。

新社開花率 75% 園區採樣植株之葉芽-葉中鉀含量為 3.16%；開花率 95% 園區採樣植株之葉芽-葉中鉀含量為 3.12%；嘉義大林跳花園區採樣植株之葉芽-葉中鉀含量為 2.31%；彰化大村跳花嚴重園區採樣植株之葉芽-葉中鉀含量為 2.32%，數據顯示發生跳花的園區其

葉芽-葉中鉀含量遠低於開花正常的園區，且鉀在植株體內含量高、波動大（圖 5）。鉀為植物生長必要元素之一，調控各種植物之生理反應如維持細胞體內之滲透壓、調控氣孔開閉與細胞中的酸鹼值等，鉀也與蛋白質合成有關如 ribulose-1,5-bisphosphate carboxylase 缺鉀時無法合成 (Peoples & Koch 1979)，推論鉀與文心蘭「檸檬綠」跳花可能有關係。又彰化大村跳花嚴重園區植株除了每週施用磷酸一鉀 ($N-P_2O_5-K_2O = 0-52-34$) 外，隔 1 wk 會再加強施用硫酸鉀催花，園區植株在高鉀肥使用下，採樣植株元素分析卻顯示鉀肥含量偏低，推論氮肥不足可能會影響鉀的吸收。

蝴蝶蘭在肥料供應充足的情況下，花梗發育所用的氮 71% 來自根部所吸收的氮，29% 來自儲存於植體內的氮，若於花梗發育時期進行斷肥處理，則會影響花梗及花序發育，說明植體儲存的氮與環境所供應的氮多寡會影響植株之生長 (Peng 2008)。新社開花率 75% 園區採樣植株之葉芽-葉中氮含量為 2.15%；開花率 95% 園區採樣植株之葉芽-葉中氮含量為 2.36%；嘉義大林跳花園區採樣植株之葉芽-葉中氮含量僅 1.64%，主因花農為了降低 5、6 月軟腐病的高峰期，於 1 月起逐漸降低氮肥使

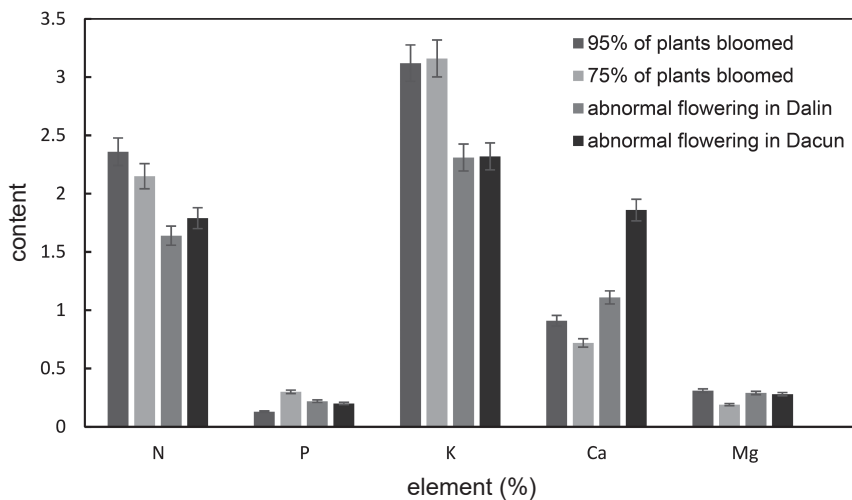


圖 5. 文心蘭「檸檬綠」不同地區葉芽-葉 N、P、K、Ca 及 Mg 元素分析。

Fig. 5. Elemental analysis of N, P, K, Ca, Mg in leaf of growing bud of *Oncidesa Gower Ramsey* 'Honey Angel' in different regions.

用；彰化大村跳花嚴重園區採樣植株之葉芽-葉中氮含量為 1.65%，花農僅用磷酸一鉀催花，數據顯示發生跳花之園區其葉芽-葉中氮含量遠低於開花正常的園區，且氮在植株體內含量高、波動大（圖 5），推論氮與文心蘭「檸檬綠」跳花可能有關係。

氮是植物生存所需的巨量元素之一，在植株體內與碳和其他礦物元素合成核酸、胺基酸、色素及次級代謝物 (Inokuchi *et al.* 2002)，許多農藝作物如小麥、稻米等氮供應多寡，常是栽培上限制作物生長與產量的主要因子 (Lea & Azevedo 2006)。文心蘭新芽發育至假球莖膨大，前代假球莖的氮含量會下降，當代假球莖則提升了 1.5 倍的氮含量，說明前代假球莖提供當代新芽發育所需的氮素 (Hew & Ng 1996)。持續對嘉義大林園區監控發現，隔年 4 月園區約 50% 植株開花（圖 4B-C），前代植株老葉葉尖顏色變黃，推論因花梗發育需要大量的氮，但花農為了控制軟腐病降低氮肥供應，植株不得已只好降解前代假球莖與葉的胞器如葉綠體，提供花梗發育所需之含氮物質，顯示植株缺乏氮素。葉片衰老是植物資源管理必經過程，由於植物生長位置固定，無法逃離不良環境去尋找所需要的礦物營養，因此選擇了程序性細胞死亡與衰老，以應對它們遇到的零星營養缺乏 (Buchanan-Wollaston 1997; Lim *et al.* 2003; Guiboileau *et al.* 2010)。葉片衰老有助於擺脫低效與老化的光合作用器官，並在衰老過程中，葉綠體與蛋白質的降解提供了糖、脂類及氨基酸等營養物質的再利用 (Masclaux-Daubresse *et al.* 2006; Howarth *et al.* 2008; Hu *et al.* 2016)。植物在供源與積貯的關係中，葉片衰老對種子的肥大與作物產量增加具重要性 (Gregersen *et al.* 2013)，葉綠體是葉片中蛋白質的主要來源，因此對葉片衰老過程中的蛋白質水解與氮再利用主要關鍵在葉綠體蛋白，尤其是 Rubisco 的再利用，這一點與葉綠體是最先被分解的細胞胞器事實非常吻合，亦即葉綠素降解引起的漸進性葉片變黃 (Peoples & Dalling 1988)。彰化大村園區詳細觀察發現，跳花植株前代老株下位葉黃化（圖 4D），且同

一園區相同栽培模式下，另外一半所種植的老株卻正常開花。玫瑰在營養生長期會將大部分的氮運送至枝條內，除了供應枝條生長外，亦會將多餘的氮儲存起來，進入開花期，除了根部所吸收的氮會供應開花枝發育外，在營養生長期儲存於枝條內的氮亦會供應玫瑰開花所需的氮源 (Cabrera *et al.* 1995)。推論前代、前前代葉片及假球莖提供所需氮，補足了當代植株氮的缺乏，讓該區老株能執行生殖生長。

植物體內碳、碳氮比與文心蘭「檸檬綠」跳花之關係

植物經光合作用將環境中的二氧化碳與水固定合成碳水化合物儲存於植株體內，依其功能可分為結構性碳水化合物與非結構性碳水化合物。結構性碳水化合物如纖維素、木質素等；非結構性碳水化合物如蔗糖、葡萄糖等，非結構性的碳水化合物除了供應植物生長所需的能量外，亦作為碳分子骨架，提供與其他元素結合成蛋白質、脂肪酸等 (Meier & Reid 1982)，故碳在植物體內非常重要。本試驗在不同地區蘭園採樣植株之碳元素分析數據顯示（表 1-4），同一園區開花與不開花之植株總碳含量非常接近，不同園區抽樣調查植株之碳元素含量亦相近，僅有彰化大村與其他地區有些微差異。作物的生長來自於植物對碳的累積，而氮的供應是影響植物對碳累積的主要因子 (Dickson 1989)，推估彰化大村碳含量較低可能與長時間僅提供高磷、鉀肥無氮肥供應，影響酶等含氮化合物合成，進而影響光合作用之碳水化合物累積。總體歸納碳在正常開花與跳花植株體內含量穩定，不同園區採樣植株之假球莖中碳含量亦相近（圖 6），應與文心蘭「檸檬綠」跳花關係不大。其次碳氮比與跳花之關係，碳氮比可用來判斷植物生長與營養狀態的指標，植株內的碳水化合物含量增加，碳氮比提高可促進植株開花，而供應較多的氮，植株碳氮比下降則會促進植株進行營養生長 (Corbesier *et al.* 2002)。蘭科植物的假球莖具有貯藏水分、碳水化合物及礦物營養的功能，因此前人在研究文心蘭植株營養變化時，多以假球莖做為

分析對象 (Ng & Hew 2000)。表 2 資料顯示花芽-假球莖碳氮比高達 74.39，植株開花表現達 75%，符合 Corbesier (2002) 推論，但表 1 資料顯示花芽-假球莖碳氮比僅 42.19，植株開花率卻高達 95%，嘉義大林植株跳花，資料顯示花芽-假球莖碳氮比為 41.64 (表 3)，彰化大村植株嚴重跳花，葉芽-假球莖碳氮比為 46.81 (表 4)，碳氮比似乎不能完全解釋與文心蘭開花的關係 (圖 6)，推論可能影響碳氮比大小之因子，不在分子『碳』而是在分母『氮』。

植物體內鈣、鎂、鐵、錳與文心蘭「檸檬綠」跳花之關係

臺中新社 75% 開花園內採樣植株顯示，開花植株中鈣的含量大於不開花植株；新社 95% 開花園採樣植株顯示，開花植株中鈣的含量小於不開花植株；嘉義大林跳花園區採樣植株顯示，開花植株中鈣的含量約等於不開花植株，推論鈣與花芽分化應無相關。但臺中新社 75% 與 95% 開花園區葉芽-葉之鈣含量 0.72% 與 0.91%，比嘉義大林、彰化大村跳花園區葉芽-葉含量 1.11% 與 2.52% 低，嘉義大林與彰化大村園區並無對鈣加強施肥，僅降低氮使

用，尤其彰化大村鈣高出一倍以上 (圖 5)，推論植體鈣含量較高與氮含量較低有關。可能因植株氮同化作用降低，減少植體糖類的消耗，導致合成細胞壁的大分子碳水化合物增加，鈣亦跟著增加。當植株吸收過多的氮，會因氮素之同化作用增加而持續消耗植體糖類與能量，導致構成細胞壁的大分子碳水化合物與澱粉聚集物減少，作物組織軟弱且易有病蟲害之發生 (Epstein & Bloom 2005)。鎂在 4 個採樣植株中含量低且呈現穩定，植株間差異不大，應與植株花芽分化無關 (圖 5)。鐵、錳主要分布在葉片，假球莖分布較少，嘉義大林跳花植株之鐵含量以葉芽-葉 295.3 mg L^{-1} 為最高、錳含量以葉芽-假球莖 825.5 mg L^{-1} 為最高；彰化大村植株之鐵含量以小葉長新芽-葉最高 482 mg L^{-1} 、錳含量以小葉長新芽-葉 66.5 mg L^{-1} 最高，由表 3、4 比對分析及圖 7 顯示，不論鐵、錳含量高或低都會造成跳花，顯示微量元素鐵、錳與文心蘭「檸檬綠」跳花相關不明顯。

本試驗經由不同園區採樣植株元素分析與園區植株外表觀察及生理表現，推論嘉義大林與彰化大村園區嚴重跳花應與氮素缺乏有關。

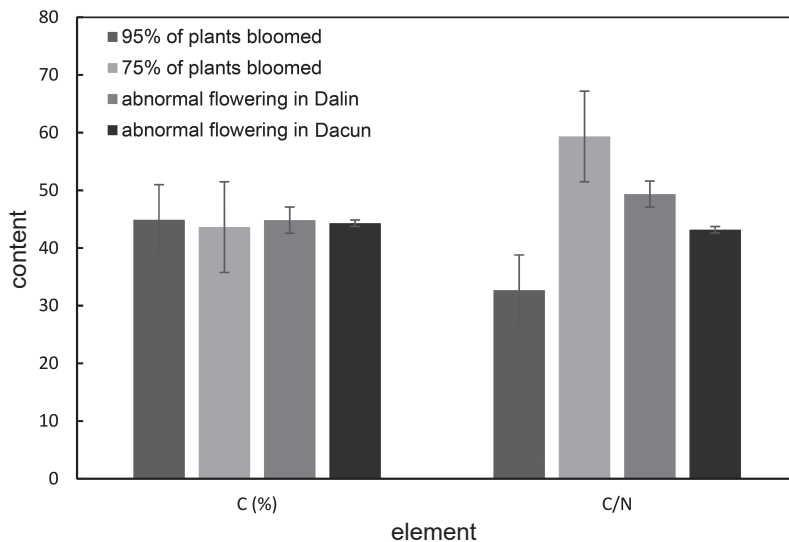


圖 6. 文心蘭「檸檬綠」不同地區葉芽-假球莖 C 與 C/N 元素分析。

Fig. 6. Elemental analysis of C and C/N in pseudobulb of growing bud of *Oncidesa Gower Ramsey* 'Honey Angel' in different regions.

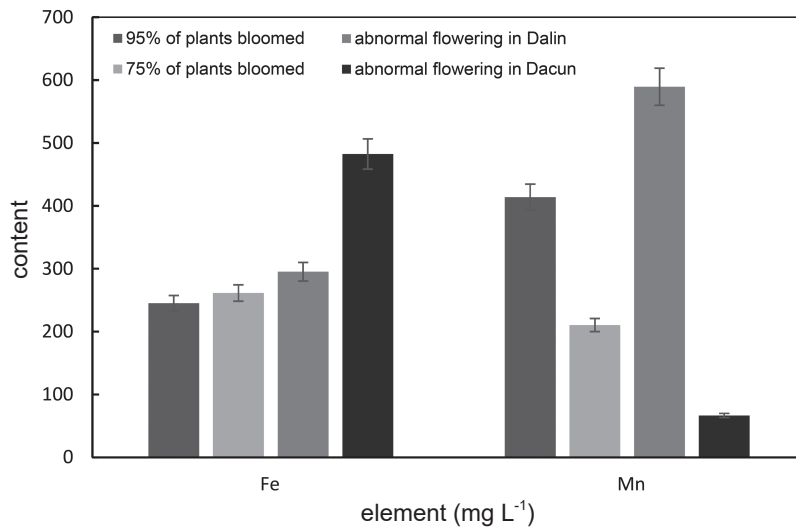


圖 7. 文心蘭「檸檬綠」不同地區葉芽-葉 Fe 與 Mn 元素分析。

Fig. 7. Elemental analysis of Fe and Mn in leaf of growing bud of *Oncidesa* Gower Ramsey 'Honey Angel' in different regions.

引用文獻

- Buchanan-Wollaston, V. 1997. The molecular biology of leaf senescence. *J. Exp. Bot.* 48:181–199. doi:10.1093/jxb/48.2.181
- Cabrera, R. I., R. Y. Evans, and J. L. Paul. 1995. Nitrogen partitioning in rose plants over a flowering cycle. *Sci. Hortic.* 63:67–76. doi:10.1016/0304-4238(95)00790-Z
- Corbesier, L., G. Bernier, and C. Périlleux. 2002. C : N ratio increases in the phloem sap during floral transition of the long-day plants *Sinapis alba* and *Arabidopsis thaliana*. *Plant Cell Physiol.* 43:684–688. doi:10.1093/pcp/pcf071
- Dickson, R. E. 1989. Carbon and nitrogen allocation in trees. *Ann. Sci. For.* 46:631s–647s. doi:10.1051/forest:198905ART0142
- Epstein, E. and A. J. Bloom. 2005. *Mineral Nutrition of Plants: Principles and Perspectives*. 2nd ed. Sinauer Associates. Sunderland, MA. 380 pp.
- Gregersen, P. L., A. Culetic, L. Boschian, and K. Krupinska. 2013. Plant senescence and crop productivity. *Plant Mol. Biol.* 82:603–622. doi:10.1007/s11103-013-0013-8
- Guiboileau, A., R. Sormani, C. Meyer, and C. Masclaux-Daubresse. 2010. Senescence and death of plant organs: Nutrient recycling and developmental regulation. *C. R. Biol.* 333:382–391. doi:10.1016/j.crv.2010.01.016
- Hew, C. S. and C. K. Y. Ng. 1996. Changes in mineral and carbohydrate content in pseudobulbs of the C3 epiphytic orchid hybrid *Oncidium* Goldiana at different growth stages. *Lindleyana* 11:125–134.
- Hew, C. S. and J. W. H. Yong. 1994. Growth and photosynthesis of *Oncidium* 'Goldiana'. *J. Hort. Sci.* 69:809–819. doi:10.1080/14620316.1994.11516517
- Howarth, J. R., S. Parmar, J. Jones, C. E. Shepherd, D. I. Corol, A. M. Galster, ... M. J. Hawkesford. 2008. Co-ordinated expression of amino acid metabolism in response to N and S deficiency during wheat grain filling. *J. Exp. Bot.* 59:3675–3689. doi:10.1093/jxb/ern218
- Hu, C., B. K. Ham, H. M. El-Shabraw, D. Alexander, D. Zhang, J. Ryals, and W. J. Lucas. 2016. Proteomics and metabolomics analyses reveal the cucurbit sieve tube system as a complex metabolic space. *Plant J.* 87:442–454. doi:10.1111/tpj.13209
- Inokuchi, R., K. I. Kuma, T. Miyata, and M. Okada. 2002. Nitrogen-assimilating enzymes in land plants and algae: Phylogenetic and physiological perspectives. *Physiol. Plant.* 116:1–11. doi:10.1034/j.1399-3054.2002.1160101.x
- Lea, P. J. and R. A. Azevedo. 2006. Nitrogen use efficiency. 1. Uptake of nitrogen from the soil. *Ann. Appl. Biol.* 149:243–247. doi:10.1111/j.1744-7348.2006.00101.x
- Li, Y. T. and Y. C. A. Chang. 2023. Relationship between the growth of current shoot and the development of inflorescence and vegetative buds in *Oncidesa* Gow-

- er Ramsey 'Honey Angel' leaf axils. *HortScience* 58:268–273. doi:10.21273/HORTSCI16960-22
- Lim, P. O., H. R. Woo, and H. G. Nam. 2003. Molecular genetics of leaf senescence in *Arabidopsis*. *Trends Plant Sci.* 8:272–278. doi:10.1016/S1360-1385(03)00103-1
- Masclaux-Daubresse, C., M. Reisdorf-Cren, K. Pageau, M. Lelandais, O. Grandjean, J. Kronenberger, ... A. Suzuki. 2006. Glutamine synthetase-glutamate synthase pathway and glutamate dehydrogenase play distinct roles in the sink-source nitrogen cycle in tobacco. *Plant Physiol.* 140:444–456. doi:10.1104/pp.105.071910
- Meier, H. and J. S. G. Reid. 1982. Reserve polysaccharides other than starch in higher plants. p.418–471. *in: Plant Carbohydrates I.* (Loewus, F. A. and W. Tanner, eds.) *Encyclopedia of Plant Physiology.* Vol 13/A. Springer. Berlin, Germany. 918 pp. doi:10.1007/978-3-642-68275-9_11
- Ng, C. K. Y. and C. S. Hew. 2000. Orchid pseudobulbs—'false' bulbs with a genuine importance in orchid growth and survival! *Sci. Hort.* 83:165–172. doi:10.1016/S0304-4238(99)00084-9
- Peng, Y. C. 2008. The uptake, partitioning, and uses of nitrogen in *Phalaenopsis* Sogo Yukidian 'V3'. Master Thesis. Department of Horticulture, National Taiwan University. Taipei, Taiwan. 131 pp. (in Chinese with English abstract) doi:10.6342/NTU.2008.02618
- Peoples, M. B. and M. J. Dalling. 1988. The interplay between proteolysis and amino acid metabolism during senescence and nitrogen reallocation. p.181–217. *in: Senescence and Aging in Plants* (Noodén, L. D. and A. C. Leopold, eds.) Academic Press. San Diego, CA. 525 pp. doi:10.1016/b978-0-12-520920-5.50012-2
- Peoples, T. R. and D. W. Koch. 1979. Role of potassium in carbon dioxide assimilation in *Medicago sativa* L. *Plant Physiol.* 63:878–881. doi:10.1104/pp.63.5.878
- Shyu, H. E. 1997. Effect of light, nitrogen form ratio and flower stalks pruning on flowering of *Oncidium*. Master Thesis. Department of Horticulture, National Chung Hsing University. Taichung, Taiwan. 131 pp. (in Chinese with English abstract)
- Yong, J. W. H. and C. S. Hew. 1995. The importance of photoassimilate contribution from the current shoot and connected back shoots to the inflorescence size in the thin-leaved sympodial orchid *Oncidium* Goldiana. *Intl. J. Plant Sci.* 156:450–459. doi:10.1086/297267

Study on the Correlation between Plant Elements and Abnormal Flower Bud Development in *Oncidesa* Gower Ramsey ‘Honey Angel’

Tung-Ming Tsai^{1,*}, Hung-Ju Chi², Chen-Hsuan Wu³, Ting-Wei Chiu⁴,
Keng-Chang Chuang⁵, and Ting-En Dai⁶

Abstract

Tsai, T. M., H. J. Chi, C. H. Wu, T. W. Chiu, K. C. Chuang, and T. E. Dai. 2024. Study on the correlation between plant elements and abnormal flower bud development in *Oncidesa* Gower Ramsey ‘Honey Angel’. *J. Taiwan Agric. Res.* 73(2):123–134.

In this study, 2-year-old *Oncidesa* Gower Ramsey ‘Honey Angel’ was used as the plant material to analyze the plant elements of its leaves and pseudobulbs to explore the ratio of nitrogen, phosphorus, potassium, calcium, magnesium, carbon, carbon to nitrogen ratio (C/N ratio), iron, manganese and other elements with the effects on abnormal flowering *O. Gower Ramsey ‘Honey Angel’*. The nitrogen content in the leaves of the abnormal flowering plants collected from Dalin, Chiayi, and Dacun, Changhua Counties was only 1.64% and 1.65%, which was much lower than 2.15% and 2.36% in the leaves of plants with normal flowering, and the nitrogen content in the plant was high and fluctuated greatly. It was inferred that nitrogen might also be related to abnormal flowering. The content of phosphorus in the plant was around 0.13% and fluctuated stably. It showed that phosphorus had a low correlation with abnormal flowering and had no effect on promoting flowering. The potassium content of 2.18% in the leaves of abnormal flowering plants was much lower than the potassium content of 3.12% in the leaves of the normal flowering plants. Moreover, the potassium content in the plants was high and fluctuated greatly. It showed that potassium might be related to the *O. Gower Ramsey ‘Honey Angel’* abnormal flowering. The content of carbon was stable both in normal and abnormal flowering *O. Gower Ramsey ‘Honey Angel’*, so it might not be related to the abnormal flowering, and the C/N ratio could not fully explain the flowering. Calcium content fluctuated greatly in normal flowering and abnormal flowering plants. It might be related to the plant nitrogen deficiency instead of the abnormal flowering. Magnesium content fluctuated less and was relatively stable in the plants, not relating to the abnormal flowering. Regardless of high or low content of iron and manganese trace elements in plants, all test plants had abnormal flowering, and it showed that iron and manganese were not related to abnormal flowering. Based on the elemental analysis, observation of plant growth, and physiological performance, it was concluded that severe abnormal flowering in these two production areas, Dalin, Chiayi, and Dacun, Changhua might be related to the nitrogen deficiency in plants.

Key word: Nitrogen, Potassium, C/N ratio, *Oncidium*, Abnormal flowering.

Received: December 19, 2023; Accepted: February 29, 2024.

* Corresponding author, e-mail: sdon@tari.gov.tw

¹ Associate Research Fellow, Department of Genetics and Breeding, Floricultural Experiment Branch, Taiwan Agricultural Research Institute, Yulin County, Taiwan, ROC.

² Project Assistant, Department of Production Process Development, Floricultural Experiment Branch, Taiwan Agricultural Research Institute, Yulin County, Taiwan, ROC.

³ Assistant Research Fellow, Department of Production Process Development, Floricultural Experiment Branch, Taiwan Agricultural Research Institute, Yulin County, Taiwan, ROC.

⁴ Assistant Research Fellow, Department of Genetics and Breeding, Floricultural Experiment Branch, Taiwan Agricultural Research Institute, Yulin County, Taiwan, ROC.

⁵ Research Fellow and Division Director, Department of Genetics and Breeding, Floricultural Experiment Branch, Taiwan Agricultural Research Institute, Yulin County, Taiwan, ROC.

⁶ Research Fellow and Director, Floricultural Experiment Branch, Taiwan Agricultural Research Institute, Yulin County, Taiwan, ROC.