

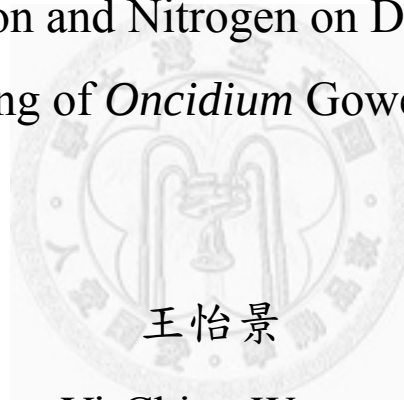
國立臺灣大學生物資源暨農學院園藝學系

碩士論文

Department of Horticulture
College of Bioresources and Agriculture
National Taiwan University
Master Thesis

碳氮對文心蘭生長與開花之影響

Effect of Carbon and Nitrogen on Development and
Flowering of *Oncidium* Gower Ramsey



王怡景

Yi-Ching Wang

指導教授：張耀乾 博士

Advisor : Dr. Yao-Chien Alex Chang

中華民國 100 年 1 月

January, 2011

致謝

本論文承蒙恩師 張耀乾博士的指導，使我在學業與處事上受益良多，老師對理念的堅持及教學的認真，都是學生學習的楷模。復蒙葉開溫教授、林瑞松教授及王恆隆教授細心斧正，並於口試前後、試驗期間提供許多寶貴的建議及鼓勵，特置卷首，以表最誠摯之謝意。

兩年多的日子，要感謝的人太多太多，感謝旭東蘭園蔡達銘老師及師母在這段試驗期間教導我許多關於業界及文心蘭實地栽培的經驗、知識，提供試驗材料及照護植株，讓我在試驗材料上能無後顧之憂，也對園藝產業及實務應用有更進一步的認識。農化系鐘仁賜教授與蘇南維博士教導元素分析之方法，出借元素分析儀和冷凍乾燥機；親切的馬力圭學姐及小蘭學姐讓我知道農化系是個溫暖的地方。王自存博士、許輔博士及 Miller 教授教導我很多關於碳水化合物分析的方法及原理，如何解決試驗上遇到之困難；生農統計中心的張嘉鴻學長指導我關於生統及迴歸的方式。因為有你們，試驗才能夠順利的進行。

在花卉館這個大家庭裡，常常麻煩師長及助理學長姐們，李老師、葉老師、大張老師、任伯伯和韶好學姐的幫助，小賴、進學、小范、欣怡、小么、pili、怡嘉、文秋、小馬、婉怡、亞勛、小頤、小黑、文茹、pipi 及子維等學長姐的指點與打氣，思佑、雁子、丁楨、tya、白暄、偉祥、瑜家、葉文、翊婷、雅琪、慈柔等學弟妹窩心的支持與幫忙，都深深讓我體會到，能夠在台大園藝系花卉館唸書，是一件多麼幸福的事情。

同居室友泡芙和毓真，不管是烹飪還是做碳水化合物手藝都一流的小寶，陪我學插花的大毛，支持我當阿宅的蛋秉夫婦，研二的好媽媽蕙心及給我追夢勇氣的李純，我們一起寫下的故事，一經歷過的點點滴滴，都是豐富我生命的能量。陪我一起研究碳氮的分析儀的工程師佩君，聽我吐苦水的大學同窗小花、刷刷、pei3、婉婷和大叔，陪我聊夢想的高中好友欣蓉、意婷、笠雯、心彥和大大，因為有你們的支持，我才能夠變得更堅強。最後感謝在這八百多個日子裡，支撐我心靈的家人，總是給我最多的擁抱及溫暖，忍受我的任性及壞脾氣，讓我可以堅持下去走完這段旅程。因為有大家的支持與陪伴，這本論文才得以完成。

僅以此論文獻給所有愛我及我愛的人。

摘要(Abstract)

瞭解碳素與氮素在植體內的分配對於植物的生長發育可提供許多資訊。文心蘭(*Oncidium* spp.)為臺灣第二大之蘭花產業，但在碳氮分配以及碳氮平衡這部份的資訊至今仍不完整。本研究之目的係為瞭解文心蘭 Gower Ramsey 在一完整生長週期內碳素與氮素之消長，並以碳素、氮素分配及碳氮平衡之觀點來探討文心蘭的生育與開花。

具開花能力之文心蘭 Gower Ramsey 在新芽發育前期，地上部比地下部之比值由 5.4 降至 4.3，植株乾重與碳氮含量增加；由芽發育期進入假球莖出鞘期，植株經歷芽體分化與假球莖形成會消耗植體內之養分，而在假球莖成熟過程中再繼續累積。在花序萌發、抽長至分枝，植體內碳氮養分仍持續增加，隨著花序開放，假球莖、葉片及根部的乾重及碳氮含量皆會下降。在文心蘭生長週期內，假球莖與根部乾物質及碳氮含量之波動較葉片大。在新一世代發育時，當代假球莖持續累積碳素，對於氮素的積貯力相對較弱，植體內的氮素主要集中於葉片及根部。

分析植體生長量、碳氮之多寡與花序表現之相關性，可知植體乾重越高、碳氮含量越多，花序的長度越長、分枝數越多。具 A 級花序之植株植體內碳素濃度為 46.3%，氮素濃度為 1.6%；B、C 和 D 及花序之植株碳素濃度介於 43.7%-44.6%，氮素濃度則介於 1.9%-2.4%。具不同商業切花等級之植株，當代假球莖內之非結構性碳水化合物濃度約為 10.1%-13.8%；而在前代假球莖，切花等級越高，其非結構性碳水化合物之濃度就越高。

栽培於楊梅之文心蘭 Gower Ramsey 在 2009 年 6 月至 2010 年 5 月間，植株抽梗率以 8-10 月最高，1-3 月和 6-7 月最低，切花採收量以 9-12 月及 5 月份最高，花序品質則以 5-6 月最佳。隨著季節變化，環境光度與溫度改變，對於文心蘭之生長發育及碳氮的蓄積產生影響。6 月與 3 月採收切花之文心蘭，當代假球莖所含碳氮養分較多，所採收之切花多為 A 級。9 月採收切花之文心蘭，當代假球莖內的氮素濃度為 1.4%，高於其他月份(0.7%-1.1%)，葉片生長旺盛，花序品質與 3、6 月相比略差，多為 B 級品。而 12 月採收切花之文心蘭，當代莖碳氮含量最少，根部生長量不佳，花序多為 C 級品。

分析具不同芽體數目之文心蘭植體內之碳氮含量，同時具有花芽及營養芽之

植株，植體之乾重及碳氮養分高於只具營養芽之植株。具 2-3 個營養芽之植株，葉片乾重較低，乾重和碳氮養分分配於假球莖之比例大於只具單一營養芽之植株。

文心蘭之假球莖，對於植體內碳氮養分的平衡與分配具有調節之功能，當植體內碳氮養分不足或氮素較多時，假球莖對於養分之積貯力提高；而在器官分化和花朵開放等需要消耗養分生長階段，植株整體之碳氮比無顯著之變化，假球莖內的碳氮比會產生 10-15 左右的變動。



Abstract

The pattern of carbon and nitrogen partitioning offers a good approach for understanding the metabolism of carbon and nitrogen at both organ and whole plant levels. *Oncidium* is the second largest orchid industry in Taiwan, but the carbon and nitrogen partitioning, and carbon-nitrogen balance in *Oncidium* are still unclear. In this study, we investigated changes of carbon and nitrogen of various plant parts in *Oncidium* Gower Ramsey during a growth cycle, in order to know their relationship to development and flowering in *Oncidium* Gower Ramsey with view points of carbon-nitrogen balance.

Within a growing cycle, shoot to root ratio of *Oncidium* Gower Ramsey decreased from 5.4 to 4.3 and dry matter; carbon and nitrogen content increased at early plantlet stage. At the period of plantlet stage turning into unsheathing stage, bud differentiation and pseudobulb formation consumed the nutrients in plants. Thereafter, the plant continued to accumulate nutrients during pseudobulb developing. During inflorescence development and branching, contents of carbon and nitrogen in *Oncidium* kept increasing; upon flowering, dry matter, carbon and nitrogen content in current and back shoots all decreased. During a growth cycle of *Oncidium* Gower Ramsey, contents of carbon and nitrogen nutrient in pseudobulbs and roots had larger variation than leaves. When the new shoot was developing, current pseudobulb continued to accumulate carbon nutrient, its ability to accumulate nitrogen nutrient was less than that of carbon. Nitrogen in *Oncidium* Gower Ramsey is mainly distributed in leaves and roots.

By analyzing the relationships between dry weights, concentrations and contents of carbon and nitrogen, and inflorescence quality in *Oncidium* Gower Ramsey, we found that plants with higher dry weight, carbon and nitrogen content had longer inflorescence length and increased number of branches. *Oncidium* Gower Ramsey with grade A inflorescence, its whole plant carbon concentration was 46.3% and nitrogen concentration was 1.6%. Plants with other grade inflorescence, their whole plant carbon concentrations were between 43.7% – 44.6% and nitrogen concentration were between 1.9% – 2.4%. *Oncidium* Gower Ramsey with inflorescence, non structure carbohydrate

concentration in current pseudobulb were between 10.1% -13.8%. Plants with higher grade inflorescences, the value of non structure carbohydrate concentration in back pseudobulbs were hugher.

The spiking and flowering quality of 1500 *Oncidium* Gower Ramsey plants grown in Yangmei were investigated during 2009/6 to 2010/5. Spiking percentage was highest in August to October, lowest in January to March and June to July. Number of harvestable inflorescence was highest in September to December and May. Inflorescence harvested from May to June had better quality. Light intensity and temperature changed with season and affected plant development and carbon and nitrogen accumulation in *Oncidium*. *Oncidium* with inflorescence harvested in June and March had more carbon and nitrogen in current pseudobulb than in other months, and had better inflorescence quality. Plants with inflorescence harvested in September had higher nitrogen concentration in current pseudobulb and more vigorous current leaves than those in other months, but their inflorescence quality was not as good as those had inflorescence harvested in March and June. *Oncidium* with inflorescence harvested in December had less carbon and nitrogen nutrient in current pseudobulb than those in other months, vigor of roots and inflorescence quality were poor.

By investigating the contents of carbon and nitrogen of *Oncidium* Gower Ramsey with different bud numbers, we found that *Oncidium* with higher dry weight had sufficient nutrient to support both vegetative bud and flower bud to develop at the same time. Plant with 2 or 3 vegetative buds had lower leaf dry weights, the proportion of dry matter, carbon and nitrogen distribute in pseudobulbs were higher than plant with only one vegetative bud.

Pseudobulbs of *Oncidium* had a function to adjust the balance between carbon and nitrogen in plant. An *Oncidium* have more nitrogen or not insufficient carbon and nitrogen nutrients, sink strength of pseudobulb rose. At period of organ differentiation and blossm, carbon to nitrogen ratio in whole plant remaind at same level, but changed of 10 to 15 in pseudobulbs.

目錄

摘要(Abstract).....	I
Abstract.....	IV
表目錄.....	VIII
圖目錄.....	IX
前言(Introduction).....	1
一、文心蘭之生育週期與習性.....	2
(一)文心蘭的生育週期.....	2
(二)文心蘭的生育習性.....	3
二、植體對碳素的同化與運移.....	4
三、氮對植物生長發育之影響.....	4
(一)植體中的氮.....	4
(二)植物對氮素的吸收.....	5
(三)植物對氮素的同化.....	6
(四)氮素在植體內的分配與運移.....	7
四、文心蘭植體內養分的運移與分配.....	7
(一)光合產物的分配.....	7
(二)礦物元素的分配.....	8
五、碳氮對植物生育之影響.....	9
材料與方法 (Materials and Methods)	11
一、植物材料.....	11
二、試驗場所與栽培管理.....	11
三、試驗設計.....	11
(一)文心蘭生長週期內植株碳氮之消長.....	11
(二)文心蘭植體碳氮含量與花序品質之相關性.....	11
(三)不同季節對文心蘭花序品質之影響.....	12
(四)植株碳氮含量對文心蘭新芽數目之影響.....	12
四、調查項目與試驗分析.....	13
(一)一般調查項目.....	13
(二)碳氮分析.....	13
(三)碳水化合物分析.....	14
(四)統計分析.....	15
結果(Results).....	17
一、文心蘭生長週期植株碳氮之消長.....	17
(一)文心蘭生長週期植株外觀之變化.....	17
(二)文心蘭生長週期內各部位乾重與含水量變化.....	17
(三)文心蘭生長週期內各部位碳含量與濃度變化.....	18
(四)文心蘭生長週期內各部位氮含量與濃度變化.....	20
(五)文心蘭生長週期內各部位碳氮比之變化.....	21
二、植體碳氮含量與花序表現之相關性.....	21
(一)植株花序表現與乾重.....	21
(二)具不同商業花序等級之植株碳素含量比較.....	22
(三)具不同商業花序等級之植株氮素含量比較.....	23

(四)具不同商業花序等級之植株碳氮比之比較	23
(五)具不同商業花序等級之植株地上部比地下部乾重及碳氮元素之比值	23
(六)花序與乾重、碳氮含量、碳氮濃度之相關性	24
(七)地上部、地下部與植體碳氮含量之相關性	24
(八)具不同商業花序等級之植株碳水化合物含量比較	25
三、季節對文心蘭花序品質之影響	27
(一)2009 年 6 月至 2010 年 5 月文心蘭植株抽梗率與花序品質	27
(二)植株生長量與花序品質比較	27
(三)不同季節之植株碳含量比較	28
(四)不同季節之植株氮含量比較	29
(五)不同季節之植株碳氮比比較	30
(六)不同季節之植株地上部比地下部乾重及碳氮元素之比值	30
四、植株碳氮與文心蘭新芽數目之相關性	30
(一)具不同芽體數目之植株外觀與乾重	30
(二)具不同芽體數目之植株碳素含量與濃度	31
(三)具不同芽體數目之植株氮素含量與濃度	31
(四)具不同芽體數目之植株碳氮比比較	32
(五)具不同芽體數目之植株地上部比地下部乾重及碳氮元素之比值	32
討論 (Discussion)	118
一、文心蘭生長週期內植體各部位碳氮之消長	118
二、碳氮含量與切花表現之相關性	121
三、非結構性碳水化合物含量與切花表現之相關性	122
四、季節對花序萌發之影響	123
五、季節對切花表現之影響	125
六、新芽數目與植體碳氮含量之相關性	127
七、文心蘭植體內的碳氮平衡	129
參考文獻(References).....	133
附錄 (Appendix)	140

表目錄

表 1. 具不同商業等級花序之文心蘭 Gower Ramsey 的花序品質	33
表 2. 具不同商業等級花序之文心蘭 Gower Ramsey 植體各部乾重	34
表 3. 具不同商業等級花序之文心蘭 Gower Ramsey 植體各部碳素含量	35
表 4. 具不同商業等級花序之文心蘭 Gower Ramsey 植體各部氮素含量	36
表 5. 植株各部位乾重對文心蘭 Gower Ramsey 花序品質之影響	37
表 6. 植株各部位碳含量對文心蘭 Gower Ramsey 花序品質之影響	38
表 7. 植株各部位氮含量對文心蘭 Gower Ramsey 花序品質之影響	39
表 8. 植株各部位碳濃度對文心蘭 Gower Ramsey 花序品質之影響	40
表 9. 植株各部位氮濃度對文心蘭 Gower Ramsey 花序品質之影響	41
表 10. 植株各部位碳氮比對文心蘭 Gower Ramsey 花序品質之影響	42
表 11. 具不同商業等級花序之文心蘭 Gower Ramsey 植體各部位葡萄糖含量	43
表 12. 具不同商業等級花序之文心蘭 Gower Ramsey 植體各部位果糖含量	44
表 13. 具不同商業等級花序之文心蘭 Gower Ramsey 植體各部位蔗糖含量	45
表 14. 具不同商業等級花序之文心蘭 Gower Ramsey 植體各部位澱粉含量	46
表 15. 具不同商業等級花序之文心蘭 Gower Ramsey 植體各部位非結構性碳水化合物含量	47
表 16. 文心蘭 Gower Ramsey 在不同月份的花序品質(2009/06/06 –2010/ 05 /09) ..	48
表 17. 文心蘭 Gower Ramsey 在不同月份各部位之乾重(2009/06/06-2010/05/09) ..	49
表 18. 文心蘭 Gower Ramsey 在不同月份各部位之碳含量(2009/06/06-2010/05/09)	50
表 19. 文心蘭 Gower Ramsey 在不同月份各部位之氮含量(2009/06/06-2010/05/09)	51
表 20. 具不同新芽數目之文心蘭 Gower Ramsey 植株各部位乾重	52
表 21. 具不同新芽數目之文心蘭 Gower Ramsey 植株各部位碳素含量	52
表 22. 具不同新芽數目之文心蘭 Gower Ramsey 植株各部位氮素含量	53

圖目錄

圖 1.文心蘭 Gower Ramsey 在不同生長階段之狀態	54
圖 2.文心蘭 Gower Ramsey 在不同生長階段之狀態	55
圖 3.文心蘭 Gower Ramsey 在不同生長階段之狀態	56
圖 4.文心蘭 Gower Ramsey 在不同生長階段之狀態	57
圖 5.文心蘭 Gower Ramsey 生長週期內當代莖、新一代莖生長量變化圖	58
圖 6.文心蘭生育週期內植株總乾重變化情形	59
圖 7.文心蘭 Gower Ramsey 生長週期內各部位乾重變化	60
圖 8.文心蘭 Gower Ramsey 生長週期內植株乾物分配百分比變化	61
圖 9.文心蘭 Gower Ramsey 生長週期內地上部乾重與地下部乾重比值變化	62
圖 10.文心蘭生育週期內植株含水量變化情形	63
圖 11.文心蘭 Gower Ramsey 生長週期內各部位含水量變化	64
圖 12.文心蘭 Gower Ramsey 生長週期內各部位含水率變化	65
圖 13.文心蘭生育週期內植株總碳含量變化情形	66
圖 14.文心蘭 Gower Ramsey 生長週期內各部位碳含量變化	67
圖 15.文心蘭 Gower Ramsey 生長週期內各部位碳濃度變化	68
圖 16.文心蘭 Gower Ramsey 生長週期內植株碳素分配百分比變化	69
圖 17.文心蘭生育週期內植株總氮含量變化情形	70
圖 18.文心蘭 Gower Ramsey 生長週期內各部位氮含量變化	71
圖 19.文心蘭 Gower Ramsey 生長週期內各部位氮濃度變化	72
圖 20.文心蘭 Gower Ramsey 生長週期內植株氮素分配百分比變化	73
圖 21.文心蘭 Gower Ramsey 生長週期內各部位碳氮比變化	74
圖 22.文心蘭 Gower Ramsey 具 A (A)、B (B)、C (C)與 D (D)級花序之植株。	75
圖 23.具不同等級花序之文心蘭 Gower Ramsey，植株乾物分布比例	76
圖 24.具不同等級花序之文心蘭 Gower Ramsey 植株，各部位之碳素濃度	77
圖 25.具不同等級花序之文心蘭 Gower Ramsey，植株碳素分布比例	78
圖 26.具不同等級花序之文心蘭 Gower Ramsey 植株，各部位之氮素濃度	79
圖 27.具不同等級花序之文心蘭 Gower Ramsey，植株氮素分布比例	80
圖 28.具不同等級花序之文心蘭 Gower Ramsey 植株，各部位之碳氮比	81
圖 29.具不同等級花序之文心蘭 Gower Ramsey 植株，地上部與地下部乾重(A)、碳 (B)、氮元素含量(C)之比值。	82
圖 30.文心蘭 Gower Ramsey 花序長度(A)、分枝數(B)與植株總乾重之相關性 ...	83
圖 31.文心蘭 Gower Ramsey 花序長度(A)、分枝數(B)與植株總碳含量之相關性	84
圖 32.文心蘭 Gower Ramsey 花序長度(A)、分枝數(B)與植株總氮含量之相關性	85
圖 33.文心蘭 Gower Ramsey 花序長度(A)、分枝數(B)與植株碳素濃度之相關性	86
圖 34.文心蘭 Gower Ramsey 花序長度(A)、分枝數(B)與植株氮素濃度之相關性	87
圖 35.文心蘭 Gower Ramsey 花序長度(A)、分枝數(B)與植株碳氮比之相關性。	88
圖 36.文心蘭 Gower Ramsey 根部乾重與植株氮素總量(A)、氮素濃度(B)之相關性	89
圖 37.文心蘭 Gower Ramsey 葉片乾重與植株碳素總量(A)、碳素濃度(B)之相關性	90
圖 38.文心蘭 Gower Ramsey 地下部乾重與地上部乾重之相關性	91

圖 39.文心蘭 Gower Ramsey 植株總碳含量與總氮含量之相關性	92
圖 40.文心蘭 Gower Ramsey 植株碳濃度與總氮濃度之關性	93
圖 41.具不同等級花序之文心蘭 Gower Ramsey 植株，各部位葡萄糖濃度	94
圖 42.具不同等級花序之文心蘭 Gower Ramsey 植株，各部位果糖濃度	95
圖 43.具不同等級花序之文心蘭 Gower Ramsey 植株，各部位蔗糖濃度	96
圖 44.具不同等級花序之文心蘭 Gower Ramsey 植株，各部位澱粉濃度	97
圖 45.具不同等級花序之文心蘭 Gower Ramsey 植株，各部位非結構性碳水化合物 濃度	98
圖 46.文心蘭 Gower Ramsey 每月植株抽梗率(A)與可採收之各等級切花數目(B)變 化圖(2009/06/06 – 2010/05/09).....	99
圖 47.文心蘭 Gower Ramsey 切花等級周年分布變化圖(2009/06/06–2010/05/09)	100
圖 48.文心蘭 Gower Ramsey 2009 年 6 月(A)與 2009 年 9 月(B)植株生長之狀態	101
圖 49.文心蘭 Gower Ramsey 2009 年 12 月(A)與 2010 年 3 月(B)植株生長之狀態	102
圖 50.文心蘭 Gower Ramsey 在不同月份，植株乾物分布比例(2009/06/06-2010 /05/09)	103
圖 51.文心蘭 Gower Ramsey 植株在不同月份各部位之碳素濃度(2009/06/06 -2010 /05/09)	104
圖 52.文心蘭 Gower Ramsey 在不同月份，植株碳素分布比例(2009/06/06-2010 /05/09)	105
圖 53.文心蘭 Gower Ramsey 植株在不同月份各部位之氮素濃度(2009/06/06 -2010 /05/09) 。	106
圖 54.文心蘭 Gower Ramsey 在不同月份，植株氮素分布比例(2009/06/06-2010/05 /09)	107
圖 55.文心蘭 Gower Ramsey 植株在不同月份各部位之碳氮比(2009/06/06 -2010 /05/09)	108
圖 56.文心蘭 Gower Ramsey 植株在不同月份地上部與地下部乾重(A)、碳(B)、氮 元素含量(C)之比值 (2009/06/06 -2010 /05/09).....	109
圖 57.具不同新芽數目之文心蘭 Gower Ramsey	110
圖 58.具不同新芽數目之文心蘭 Gower Ramsey 植株乾物分配百分比	111
圖 59.具不同新芽數目之文心蘭 Gower Ramsey 植株各部位碳素濃度	112
圖 60.具不同新芽數目之文心蘭 Gower Ramsey 植株碳素分配百分比	113
圖 61.具不同新芽數目之文心蘭 Gower Ramsey 植株各部位氮素濃度	114
圖 62.具不同新芽數目之文心蘭 Gower Ramsey 植株氮素分配百分比	115
圖 63.具不同新芽數目之文心蘭 Gower Ramsey 植株各部位碳氮比	116
圖 64.具不同新芽數目之文心蘭 Gower Ramsey 植株地上部與地下部乾重(A)、碳 (B)、氮元素(C)之比值	117

前言(Introduction)

文心蘭(*Oncidium* spp.)為蘭科(Orchidaceae)、齒舌蘭族(Tribe *Odontoglossum*)、文心蘭屬(*Oncidium*)之植物，原生於中南美洲，目前為臺灣第二大之蘭花產業。臺灣生產文心蘭以切花為主，年產量約 400 萬打，外銷產值高達新臺幣 2.2 億。外銷市場以日本為主力，亦銷往韓國、香港和美國等地，商業經濟栽培切花品系為 *Onc. Gower Ramsey*(農糧署，2010)。臺灣文心蘭切花產量多集中於 4-6 月及 9-10 月，又以 4-6 月之文心蘭花序較長、分叉數較多。夏季生產文心蘭除花序較短外，亦常出現不分枝，俗稱一條龍之現象，如何提高切花生產良率及調節產期是臺灣文心蘭生產上之重要課題(張，2006)。

在自然氣候條件下，文心蘭花序產量及品質有明顯的季節性，可能是受環境光度與溫度之影響，而新芽萌發的時間點是造成文心蘭花期錯落的主要原因(徐，1997；蔡，2000)。田間栽培文心蘭常可觀查到具有數個營養芽或同時萌發營養芽與花芽之植株，Hew(1994)指出，文心蘭會因植體本身的營養狀態選擇進行生殖生長或營養生長。而碳氮比(C/N)是用來判斷植物生長與營養狀態的指標(Corbesier et al., 2002)，許多園藝作物如蓮霧(*Syzygium samarangense* Merr. et Perry)、草莓(*Fragaria × ananassa* Duch. cv. Toyonoka)、苦瓜 (*Momordica charantia* L. cv.)等，可利用淹水、斷根、氮肥的施用及醣類的添加來改變植體內的碳氮平衡，進一步的控制植物的生長與開花(Hsu et al., 1999; Wang et al., 2001; Yamasaki et al., 2002)。

作物的生長來自於植物對碳素的累積，而氮素的供應是影響植物對碳素累積的主要因子(Dickson, 1989)，維持碳素與氮素兩者在一平衡的狀態對於植物生長發育有重要之影響(Uprety and Mahalaxmi, 2000)，瞭解碳素與氮素在植體內的分配對於植物的生長發育可提供許多資訊(Rao et al., 1984)。然文心蘭在碳氮分配以及碳氮平衡這部分的資訊至今仍不完整。本研究之目的為瞭解文心蘭在一完整生長週期內，碳素與氮素之消長、植體內碳氮平衡與文心蘭切花表現之相關性，並進一步探討季節對文心蘭同化碳素與氮素之影響，芽體萌發與植體內碳氮養分的關聯性，期能以碳素、氮素分配及碳氮平衡之觀點對文心蘭的生育與開花有更深入之瞭解。

前人研究(Literature Review)

一、文心蘭之生育週期與習性

文心蘭(*Oncidium* spp.)是原生於中南美洲的熱帶花卉，依其葉片厚薄可分厚葉與薄葉兩種。臺灣商業上常見之文心蘭屬薄葉形氣生蘭類，植株由葉片、假球莖(Pseudobulb)、鞘葉及根部組成(張，1996)。文心蘭為複莖性的蘭科植物，亦即發育中的芽體其基部與前幾個世代的基部相連；發育中的世代稱為當代莖(Current shoot)，之前的世代稱為前代莖(Back shoots)，依其相連順序，距離當代莖最近者為前一代莖(First back shoot)，再往前一代為前兩代莖(Second back shoot)，以此類推(Yong and Hew, 1995a)。

一般以短縮莖上萌發假球莖處為第 0 之節位，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、L2，其中較早發育者為 L2，另一葉為 L1；假球莖下方(0~-1 節)著生之葉片為下位葉 L3、L4；-1 節位下的葉片為鞘葉，部分會因老化而脫落(徐，1997)。在短縮莖上有許多潛伏的芽體，0~-2 節的潛伏芽易分化成花芽，-2~-4 節則分化為營養芽。當花芽的分化受到抑制時，通常會從另一側萌發新的花芽，或者由其下的營養芽萌發進行營養生長(小西等，1998)。

(一)文心蘭的生育週期

Hew 在 1994 年以 *Oncidium* Goldiana 為依據，將文心蘭的生育階段區分為四個時期，分別為新芽萌發期(S0, Bud stage)、新芽發育期(S1, Plantlet stage)、假球莖出鞘期(S2, Unsheathing stage)及假球莖成熟期(S3, Pseudobulb with inflorescence stage or Pseudobulb without inflorescence stage)四個時期。

臺灣商業所用的切花品種 Gower Ramsey 在 S0 時期，莖節處會分化出許多潛伏的芽體，-2~-4 節之營養芽，較上位之芽體會優先萌發，此時之營養芽仍包覆著鱗片葉，假球莖尚未出現。S1 時期，新芽快速抽長展葉，基部萌生新根，下位葉達最大面積，上位葉開始發育，此時在基部葉片(L5、L6)與其上之葉片(L3、L4)的節間會分化出許多潛伏之芽體。進入 S2 時期，L3、L4 著生之短縮莖節上會出

現單一膨大之假球莖，假球莖內的細胞快速分裂、擴張，其上之葉快速發育並達最大面積。在假球莖膨大充實的過程中，基部(0—1 節)的潛伏芽會分化成幼花序；亦有可能因植體營養以及環境因子的影響，基部的潛伏芽未進行花芽分化。在 S3 時期，基部分化的幼花序會進行發育，完成側枝分化，進而快速抽長、分枝並依序開放。在花萌發與開放的過程中，會從假球莖萌發花序的另一側，萌發新的幼芽(S0)，進入下一個世代的生長。若在 S2 時未進行花芽分化，則 S3 時期將會相對較短，由假球莖基部萌發出營養芽，進入下一世代的生長(徐，1997；張，1996)。

在 S3 的末期(花序開放階段)，觀察文心蘭之假球莖，與 S2 末期相比較，可觀察到假球莖皺縮，呈現乾扁的狀態，說明文心蘭在生長與開花過程中，假球莖會產生不同的變化。Ng 和 Hew(2000)指出，蘭科植物的假球莖具有貯藏水分、碳水化合物與礦物營養的功能，因此前人在研究文心蘭植體營養變化時，多以假球莖做為分析對象。

(二)文心蘭的生育習性

薄葉之文心蘭屬於 C_3 型陰性植物，*Onc. Goldiana* 的光飽和點介於 80-100 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ，光補償點 3-5 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 之間(Hew and Yong, 1994)；臺灣常見的商業栽培種 *Onc. Gower Ramsey* 的小苗適宜生長光度為 150-200 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ，成株為 200~300 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ；生長適溫日溫 20-30 $^{\circ}\text{C}$ ，夜溫則為 16-24 $^{\circ}\text{C}$ (張，1996；蔡，2000)。

在高溫(日夜溫 35/30 $^{\circ}\text{C}$)的環境下，文心蘭的生長速度變快，假球莖瘦長且薄，易出現隔代開花之現象，花序分枝數減少，小花數下降，整體切花品質不佳；在低溫(日夜溫 20/15 $^{\circ}\text{C}$)環境下，假球莖較短而飽滿，切花品質良好，但生長速度相當遲緩，不符合經濟栽培之效益(張，1996)。

臺灣栽培文心蘭在夏季光合作用會出現午休現象，意即中午光合作用下降，光合作用日變化曲線為雙峰型，而在冷涼之冬日較無此現象的發生，光合作用日變化曲線為單峰型，故推測午休現象可能是由高溫所導致(陳，2007)，影響文心蘭淨光合作用而使切花品質因季節而產生波動。

二、植體對碳素的同化與運移

植物經光合作用將環境中的 CO_2 與水固定，合成光合產物固定於植體內，儲存於植體內的光合產物多為碳水化合物，依其功能可分為結構性與非結構性。結構性碳水化合物包含纖維素、木質素等構築植體成分之單位；非結構性則為儲存能量的單位，如蔗糖、葡萄糖、果糖、澱粉等等(Dey and Dixon, 1985)。這些非結構性的碳水化合物除了供應植物生長所需的能量外，亦提供給其餘的元素與分子作為骨架，合成蛋白質、脂肪酸等(Meier and Reid, 1982)。

植體內供應養分的器官稱為供源(source)，接受其他器官輸入養分的器官稱為積貯(sink)。植體內的碳素多以蔗糖(sucrose)的形式，依各器官的積貯強度，由供源經韌皮部(phloem)運輸，分配給各器官(Ng and Hew, 1996)。新生器官、分生組織(如新生葉片、莖頂與根尖的分生組織)與生殖器官(如花、果實等)通常具有較高的積貯能力。木本植物的枝幹、球根花卉的鱗莖、蘭科植物的假球莖都具有儲存養分的功能，且會因植物生長階段的不同，改變積貯的強度甚至擔任養分輸出的角色(Yong and Hew, 1995b)。

影響植物累積碳素的因子很多，包含環境因子如水分、光度與溫度，內生因子如生長階段、內生韻律，以及養分供應多寡等皆會影響植株光合作用之能力。而積貯器官內非結構性碳水化合物的多寡，對於植物光合作用能力也有負向的調控能力，即所謂的糖抑制(sugar repression)(Jang and Sheen, 1994)。

三、氮對植物生長發育之影響

(一)植體中的氮

氮素是植物生存所需的巨量元素之一，在植體內與碳和其他礦物元素合成核酸、胺基酸、色素和次級代謝物(Inokuchi et al., 2002)。許多農藝作物，如小麥、稻米和玉米等，氮素供應多寡，常是栽培上限制作物生長與產量的主要因子(Lea and Azevedo, 2006)。而在園藝作物學方面，除了果樹與蔬菜，花卉作物生產品質，也會受到氮肥多寡的影響。Ruamrungsri(2007)指出，隨著氮肥濃度由 $100 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 提昇至 $200 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ，蝴蝶蘭(*Phalaenopsis hybrid*)的花梗長度、花序長度與花朵數會顯著

的增加。在田間栽培的應用方面，農民亦常用簡易的比對方式(如比色卡、試紙等等)，檢驗作物體內氮素的多寡，作為肥培管理的依據。

(二)植物對氮素的吸收

植物藉由細胞膜上的 transporter 吸收土壤中的氮素，而植物所吸收的氮素型態包括硝酸態氮(NO_3)、銨態氮(NH_4)與胺基酸(Amino acids)(Chen et al., 2008; Warren, 2009)。

硝酸態氮(NO_3)可經由主動運輸與被動運輸兩種途徑進入植體。當土壤中的硝酸態氮濃度較高時，氮素可藉由被動運輸擴散進入植體內；而當土壤中的硝酸態氮濃度較低時，植物於根部細胞膜上的 transporter 會藉由共質子運輸(proton-coupled)，主動消耗能量吸收環境中的硝酸態氮(Chen et al., 2008)。當植物體感受到植體內的硝酸態氮不足時，調控細胞膜上硝酸態氮 transporter 生合成的基因群 NRT1 和 NRT2 會受到誘導而開始合成硝酸態氮的 transporter；當植體內的硝酸態氮足夠時，這些相關的基因群則會因回饋抑制，停止硝酸態氮 transporter 的合成(Chen et al., 2008)。

銨態氮(NH_4)對動植物具有毒性，不像硝酸態氮可以長期的貯存、累積於植體內。在基因調控的生合成機制上，與硝酸態氮相似。土壤中的胺基酸(amino acids)，部分是由植體根部的分泌物所提供。環境中的微生物會將土壤中的有機質分解成小片段的胺基酸，並與植物競爭對胺基酸的吸收。植物細胞膜上胺基酸 transporter 與硝酸態氮的 transporter 相似，藉由共質子主動運輸，吸收土壤中的胺基酸(Andrews et al., 2004; Jones et al., 2005)。

影響植物對氮素吸收的因子包括氮素濃度、氮源形式以及土壤溫度等。Warren(2009)以硝酸態氮、銨態氮和甘胺酸(glycine)為氮源，等比例混合成養液澆灌羅勒(*Ocimum basilicum*)與桉樹(*Eucalyptus regnan*)發現，當養液中的氮素濃度為 $10 \mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 時，羅勒與桉樹對於三種氮素形式的吸收無顯著差異；當養液濃度提昇至 $100 \mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ，羅勒對於硝酸態氮和銨態氮的吸收率顯著高於對甘胺酸的吸收，而桉樹對於銨態氮的吸收高於硝酸態氮和甘胺酸。當養液氮素濃度提昇至 $1750 \mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ，羅勒對於氮素的吸收以銨態氮最高，硝酸態氮居次，甘胺酸最低；桉樹則是以銨態氮最高，硝酸態氮最低。說明不同物種本身對於氮源的喜好及有差異，

當土壤中氮素濃度改變時，植物對不同氮源的喜好亦會產生改變。

水耕栽培之黑麥草(*Lolium perenne*)，分別以硝酸態氮、銨態氮和甘胺酸為單一氮源，在養液溫度為 21 °C 時對於硝酸態氮、銨態氮和甘胺酸的吸收力分別為 27、29 和 8 mg N·g⁻¹DW；養液溫度降至 11°C 時，黑麥草對於硝酸態氮和甘胺酸的吸收力會顯著下降至 10 和 5 mg N·g⁻¹DW。在三種氮源等比例混合，養液溫度 21°C 時，黑麥草對於硝酸態氮、銨態氮和甘胺酸的吸收力分別為 8、17 和 7 mg N·g⁻¹DW，當溫度降至 11°C，黑麥草對於銨態氮的吸收力無顯著的變化，對於硝酸態氮和甘胺酸吸收力則會下降 (Thornton and Robinson, 2005)。

銨態氮在植體內可直接轉換為胺基酸和蛋白質，供植體吸收利用、同化；硝酸態氮在植體內能夠長期的貯存，經硝酸還原酶作用後轉換成銨態氮而被植體利用。在肥料的施用，銨態氮可被植體直接利用，所消耗的能量較少，與硝酸態氮相比，吸收效率較高。然銨態氮過多，會使栽培介質酸化，植株對於鈣鎂離子的吸收下降，易出現重金屬過多之現象，因此在栽培上，多使用硝酸態氮為主，銨態氮為輔。在低光的環境下，硝酸還原酶的活性會下降，NO₃⁻無法還原為 NH₄⁺，因此以銨態氮的供給對於陰性植物氮素的吸收較為有利(Hew et al., 1993)。

(三)植物對氮素的同化

植體吸收硝酸態氮後可長期貯存於液胞內。硝酸態氮經硝酸還原酶(nitrate reductase, NR)及亞硝酸還原酶(nitrite reductase, NIR)作用後可還原成銨態氮。NR 和 NIR 的作用會受到光的調控，NR 主要分布於細胞質中，植體中 Mo 的多寡會影響 NR 的活性；NIR 則分布於葉綠體、葉肉細胞植體內，其活性與反應會受光合作用的影響(Inokuchi et al., 2002)。

銨態氮經由麩醯胺合成酶(glutamine synthetase, GS)與麩胺酸合成酶(glutamate synthase, GOGAT)作用，與 2-oxoglutarate(2-OG)合成麩胺酸(Glutamate)(Inokuchi et al, 2002)。麩胺酸可再藉由麩胺酸去氫酶(glutamate dehydrogenase, GDH)還原成麩醯胺(glutamine)。在整個 GS-GOGAT 循環中，提供銨基碳骨架結合成 glutamate 的 2-OG 是來自光合作用裡檸檬酸循環中的同化產物(Inokuchi et al., 2002)。植物同化氮素需要配合碳的同化一起進行，植體內 2-OG 的多寡，會影響植物對氮的同化力(Andrews et al., 2004)。

在一般田間的環境下，二氧化碳濃度為 350-360 ppm，將氮肥用量從 60 kg N·Ha⁻¹ 提高至 120 kg N·Ha⁻¹，可將芥菜(*Brassica juncea*)的生長量略微提高；同時提高環境中的二氧化碳濃度，可有效提高芥菜的光合作用，並大幅提升芥菜對氮素的利用率(Uprety and Mahalaxmi, 2000)。Andrews(2004)亦指出：在氮素與水分供應充足的情況下，植物的碳同化是限制氮素同化與利用的主要因子。

(四)氮素在植體內的分配與運移

植物所吸收的礦物營養與水分經由木質部(xylem)、原生質絲(plasmodesmata)與細胞膜的調控在植體裡運移。由於銨態氮(NH₄)對動植物具有毒性，所以植體內的氮素是以硝酸態氮的形式運移，雖然同化銨態氮(NH₄)所消耗的能量較少，但植體所吸收的銨態氮多用於根部的生長，而不進行長程的運輸(Hew et al., 1993; Pool and Sheehan, 1982)。

植物對氮素的運移與分配會受到各器官當時積貯強度影響。玫瑰在營養生長期會將大部分的氮素運移至枝條內，除供應枝條生長外，亦會將多餘的氮素儲存起來，只有少部分的氮素供應根部的生長；進入開花期後，除了根部所吸收的氮供應開花枝的發育外，在營養時期儲存於營養枝條內的氮素亦會供應玫瑰開花所需的氮素(Cabera et al., 1995)。許多落葉果樹，如蘋果(*Malus domestica* Brokh.)和葡萄(*Vitis vinifera* L. cv)，會在落葉前將葉片的氮素運移至枝條儲存，供應來年春天抽梢發芽所需之氮素(Cheng et al., 2004; Rodriguez-Lovelle and Gaudillère, 2002)。

蝴蝶蘭在肥料供應充足的情況下，花梗發育所用的氮素，71%來自根部當時所吸收的氮素，29%來自儲存於植體內的氮素。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，說明植體儲存的氮素與環境所供應的氮素多寡會影響植株之生長(彭，2008)。

四、文心蘭植體內養分的運移與分配

(一)光合產物的分配

蘭科植物的所有器官，皆會從供源獲得光合產物。Yong 和 Hew (1995b)利用同

位素 C^{14} 標定得知，在花序發育初期(S3 初期)，文心蘭的光合產物會往假球莖和花序運移；當花序成熟時(S3 末期)，光合產物主要運往花序和莖；側芽萌發時期(S0)，則運往假球莖和芽體。假球莖上的葉片(L1、L2)將光合產物往假球莖運移；下位葉(L3、L4)運往莖部。整體植株積貯強度以新生芽體最高，其次為發育初期的花序與成熟花序(Yong and Hew, 1995b)。

假球莖是文心蘭儲存養分的重要器官，隨著文心蘭生育發育階段改變，假球莖的積貯活力有不同的變化(Yong and Hew, 1995b)。在生殖生長階段，假球莖內碳水化合物含量會下降，供應花序發育與開放，顯示假球莖會依照生長階段的不同，轉換擔任積貯和供源的角色(王等，2003)。文心蘭花序自萌發後，快速抽長、側枝分化，接著小花開放。在抽梗階段，假球莖中葡萄糖和果糖含量減少，澱粉累積，而累積的澱粉在花序盛開時減少，但此時整體六碳醣含量並未增加(王等，2003)。文心蘭成熟的假球莖中，含有果膠物質(pectin)和甘露聚糖(mannan)兩種碳水化合物，在花序發育過程中，二者皆會轉換成澱粉(Wang et al., 2006; Wang et al., 2008)。

(二)礦物元素的分配

在氮素方面，當代新芽發育至假球莖膨大、分化幼花序的過程中(S1 到 S2)，前代假球莖的氮素含量下降，當代假球莖則提升了 1.5 倍的氮素含量，說明前代假球莖提供當代新芽發育所需的氮素。在開花過程中，前代與當代假球莖內的氮素含量皆沒有明顯的變化，說明在文心蘭花序發育與開放時，假球莖不是主要的氮源。在新芽萌發階段(S0)，前兩代假球莖的氮素含量下降，可能為供給新芽發育所需氮素的來源(Hew and Ng, 1996)。

氮素與磷、鉀和鎂等元素相比，對嘉德麗亞蘭(*Cattleya*)、蝴蝶蘭(*Phalaenopsis*)和蕙蘭(*Cymbidium*)，在生長與開花上之影響較大(Poole and Seeley, 1978)。觀察含前兩代莖之文心蘭植株假球莖中礦物元素含量的變化，顯示礦物元素在文心蘭體內分布與運移的路徑和碳水化合物不盡相同(Hew and Ng, 1996)。

除氮素之外，新芽發育至假球莖成熟的階段(S1 到 S2)，當代假莖內磷和鉀的含量分別由 2 mg 和 10 mg 提升到 10 mg 與 50 mg，前代假球莖內的磷鉀含量都出現下降的趨勢，顯示在當代莖發育的過程中，可能由前代莖提供部分的礦物營養。而在花序發育與新芽萌發的階段，文心蘭假球莖內的磷含量無明顯變化，鉀含量

由 70 mg 下降到 30 mg，說明在不同的生長發育階段，各種礦物營養的運移與分配有不同的路徑，前代莖也是儲存與提供礦物營養的重要部位(Hew and Ng, 1996)。

具有前兩代莖或者兩代莖以上之文心蘭植株，其花序的分枝數、長度、小花數與鮮重都優於只含當代莖之文心蘭植株。在文心蘭的生長發育上，除了當代莖外，前代莖也提供相當的養分來供應當代莖的生長(Yong and Hew, 1995a)。

五、碳氮對植物生育之影響

植體中的碳氮除供應生長發育所需外，多儲存於具有儲藏功能的器官中，如蘭科的假球莖、落葉果樹的樹幹、球根花卉的鱗莖等等。新生的器官如新葉、芽體、根尖等部位，需要大量的能量來進行細胞的生合成，其碳氮濃度會比其他成熟器官高，而植體碳氮的含量多寡，會影響這些新生器官的發育以及分化(Hew and Ng, 1996)。

碳氮比(C/N)是用來判斷植物生長與營養狀態的指標。植體內的碳水化合物含量增加，碳氮比提高可促進植株開花；而供應較多的氮素，植株碳氮比下降則會促進植株進行營養生長(Corbesier et al., 2002)。當葡萄(*Vitis vinifera* L. cv)生長於氮肥、水分與光線充足且合宜的環境下，植體內的碳氮比可維持在一平衡的狀態；當環境因子不利於其生長，如氮素不足、光度過低或水分限制等情況，會使植株的碳氮比產生變動(Rodriguez-Lovelle and Gaudillère, 2002)。植物對氮素的同化會受到碳同化速率的影響。當植物處於缺氮的狀態下，高濃度的碳水化合物會抑制植株的光合作用(Paul and Driscoll, 1997)；提高氮肥的施用量則會降低植體內碳水化合物的濃度(Leegood et al, 2000)，說明氮素的供應以及植體內氮素的多寡，會影響植體各器官間供源與積貯的平衡。

維持碳氮兩者在一平衡的狀態對於植物的生長發育有重要的影響(Uprety and Mahalaxmi, 2000)。Leegood 等人(2000)指出，植物的光合作用是否受醣抑制(sugar repression)影響，同時參考碳氮比會比只參考植株碳水化合物濃度來的更具可信度。許多園藝作物如蓮霧(*Syzygium samarangense* Merr. et Perry)、草莓(*Fragaria × ananassa* Duch. cv. Toyonoka)等都會利用氮肥的施用來調節植體的碳氮平衡，進一步的控制植物的生長與開花(Hsu et al, 1999；Yamasaki et al, 2002)。以組織培養為例，在培養基內添加醣類，可促成苦瓜(*Momordica charantia* L. cv.)於瓶內開花

(Wang et al, 2001)。在蘭科植物方面，氮肥施用量從 $0 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 增加至 $400 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ，蝴蝶蘭(*Phalaenopsis* Sogo Yukidian ‘V3’)的開花日期延後 54 天(么，2008)；具假球莖之石斛蘭(*Dendrobium nobile* Lindl. hybrid)也有相同的趨勢 (Wang et al, 2008)。



材料與方法 (Materials and Methods)

一、植物材料

本論文除試驗二外，其餘試驗材料皆取材於旭東蘭園楊梅分場；試驗二取材於嘉義大林文心蘭產銷班。所有試驗材料皆為出瓶兩年半以上，具開花能力之文心蘭 Gower Ramsey。

二、試驗場所與栽培管理

試驗二與試驗四為從蘭園取樣後直接進行分析，無後續之栽培管理。試驗一與試驗三之植株皆栽培於旭東蘭園楊梅分場，栽培設施為簡易之單層遮蔭網室，以噴灌系統進行灌溉，施肥灌溉與噴藥視天候狀況與植株生長狀態為之。

三、試驗設計

(一)文心蘭生長週期內植株碳氮之消長

1. 試驗材料：出瓶兩年半，具兩代以上之前代莖，有開花能力之文心蘭 Gower Ramsey，新芽長度在 3-10 cm 間(S0)，種植於 5 寸盆內。
2. 試驗方法：挑選 200 株符合上述材料狀態植株，種植於旭東蘭園楊梅分場。每隔四周進行生長量調查，另取樣 7 株進行破壞性調查。
3. 試驗日期：2009/02/21 – 2009/11/02。
4. 調查項目：生長量調查包含當代莖株高、假球莖長與週徑、花序長度與分枝數；破壞性調查為取樣植株各部位鮮、乾重及碳氮濃度分析。
5. 取樣部位：前代假球莖、前代葉片、當代假球莖、當代葉片、根、花序與新芽。

(二)文心蘭植體碳氮含量與花序品質之相關性

1. 試驗材料：具兩代以上之前代莖，種植於 7 寸盆內之文心蘭，花序分枝完成，小花含苞或開放 3 - 4 朵。
2. 試驗方法：將文心蘭分為 A、B、C、D 共 4 等級，分級條件如下所述：

A 級：花序總長度 88 cm 以上，分枝數 ≥ 8 。

B 級：花序總長度 78 - 88 cm，分枝數 ≥ 5 。

C 級：花序總長度 68-78 cm，分枝數 ≥ 3 。

D 級：花序總長度未達 68cm，分枝數 < 3 。

自蘭園挑選花序等級符合上述 4 等級標準者各 6 株，進行調查與分析。

3. 調查項目：花序長度與分枝數，植株各部位鮮、乾重，再進行碳氮濃度分析。
4. 取樣部位：前兩代假球莖、前兩代葉片、當代假球莖、當代葉片、根、花序。

(三)不同季節對文心蘭花序品質之影響

1. 試驗材料：出瓶三年，具兩代以上之前代莖，種植於 7 寸盆內，有開花能力之文心蘭。
2. 試驗方法：以蘭園中兩床架共 1500 株文心蘭為族群，每月於蘭園採收前進行切花等級調查；每三個月(3、6、9、12 月)從族群取樣 6 株進行破壞性調查。
3. 調查項目：每月調查族群中之抽梗率、各等級可採收之切花數。取樣植株各部位鮮、乾重，花序長度與分枝數及碳氮含量分析。

考量農民在切花處理的過程有花序基部再修剪的動作，因此將花序分級條件中的長度部分往上調整 10 cm，本試驗的切花分級條件如下：

A 級：花序長度 100 cm 以上，分枝數 > 8 。

B 級：花序總長度 90 cm 以上，分枝數 > 5 。

C 級：花序總長度 80 cm 以上，分枝數 > 4 。

D 級：花序總長度未達 80 cm，分枝數 < 4 。

4. 取樣部位：前代假球莖、前代葉片、當代假球莖、當代葉片、根、花序。

(四)植株碳氮含量對文心蘭新芽數目之影響

1. 試驗材料：出瓶三年，具兩代以上之前代莖、有開花能力、種植於 7 寸盆內之文心蘭，新芽長度在 3-10 cm 間(S0)。
2. 試驗方法：文心蘭植株依芽體數目分為 4 個組別，分別為：
 - (1)具 1 新芽者；
 - (2)具 2 新芽者；
 - (3)具 3 新芽者；

(4)同時具有 1 新芽與 1 花芽者。

自蘭園挑選符合分組條件之植株，每組各 9 株，作為試驗材料

3. 調查項目：取樣植株各部位鮮、乾重及碳氮含量分析。
4. 取樣部位：假球莖、葉片、根部、新芽和花芽。

四、調查項目與試驗分析

(一)一般調查項目

1. 假球莖高度：假球莖基部至 L2 著生位置的長度。
2. 假球莖周徑：以假球莖最寬厚之處為基準點測量。
3. 株高：假球莖高度 + 最大展開葉(L2)的長度。
4. 抽梗率：有抽梗之植株 / (有抽梗之植株 + 未抽梗植株)。
5. 花序長度：花序基部至頂端花苞的長度。
6. 花序分枝數：除去花序主軸之外的側邊分枝數。
7. 當月可採收之切花判定：花序分枝以完成，花苞可見之花序。

(二)碳氮分析

植株經 70°C 烘乾或真空冷凍乾燥除去組織內之水分後，磨成粉狀，保存於夾鏈袋與密封盒內。每一樣品秤取 3-6 mg，精秤至 1 µg，以 8 mm×5 mm 之錫囊緊密包裹。製備完成之樣品放入自動送樣儀，經氮碳分析儀 (NC Analyzer, Flash EA 1112 Series, Thermo Fisher Scientific, Rodano, Milano, Italy) 分析。氮碳分析儀以氦氣(He₂, 99.99995%)為流動相，壓力 250 kPa，流速 130 mL·min⁻¹；氧氣(O₂, 99.99%)壓力為 300 kPa，流速 250 mL·min⁻¹；氧化爐溫度 900°C，還原爐溫度 680°C，氣相層析儀爐溫 50°C。以阿托品(Atropina, C₁₇H₂₃NO₃, Fisons Instruments S.p.A., Rodano, Milano, Italy)為標準品製作檢量線，利用分析圖譜之積分面積，計算樣品內的碳與氮之濃度(%)。

碳氮分析儀所偵測之樣品內之碳氮濃度(%)，乘以該樣品之乾重，即可得該樣品內碳與氮之含量。

(三)碳水化合物分析

1. 樣品製備

樣品以清水洗去灰塵晾乾後，以液態氮冷凍固定。之後用真空冷凍乾燥機去除樣品組織內的水分，乾燥後磨成粉狀保存於夾鍊袋與密封盒內。

2. 可溶性醣萃取

秤取乾燥磨粉之樣品50 mg(± 0.3 mg)，置於15 ml試管內，以3 mL 80%酒精作為萃取劑，另添加100 μ L 1%(10 mg·mL⁻¹)(w/v)棉子糖(raffinose, Sigma, St. Louis, MO, USA)作為內加標準品(internal standard)，用鋁箔紙封口後，以70℃水浴30分鐘萃取可溶性醣，之後以4000 rpm 離心10分鐘，吸取上層懸浮液。重複萃取三次，合併上清液於試管中。

將所得之液體以陰離子交換樹脂(Amberlite IRA-67, acetate form, Sigma, St. Louis, MO, USA)和陽離子交換樹脂(Dowex-50W, hydrogen form, Sigma, St. Louis, MO, USA)過濾，除去色素與其餘帶電物質後，利用減壓濃縮機(Rapidvap Vacuum Evaporation System, Labconco CO., Kansas, MO, USA)將萃取液濃縮至1 mL 以下。濃縮後之萃取液以超純水(Millipore, Billerica, MA, USA)定積至10 mL，以15 mL 養菌管貯存於-20℃凍箱內，待後續之分析。

分析前取1 mL 萃取液，經孔徑 0.45 μ m 之過濾器(Millipore, Billerica, MA, USA)過濾後，以超純水稀釋 10 倍注入樣品瓶內。

3. 澱粉萃取

取可溶性醣萃取後之殘餘沉澱物為樣品，另秤取兩重覆、30 mg 澱粉(Starch, Merck, Darmstadt, Germany)作為外標準品(external standard)，加入2 mL超純水，以100℃水浴6小時，進行澱粉糊化。糊化進行期間，須定時震盪試管，並視情況補充試管內之超純水。待糊化完成後，將試管放入烘箱內，以55℃蒸乾水分，以利之後酵素反應。烘乾之樣品，添加3 mL下述之酵素反應液，以37℃水浴6小時，再以55℃水浴18小時，完成澱粉分解。

分解後的樣品以4000 rpm離心30分鐘後，取上清液，用超純水定積至10 mL，以15 mL養菌管貯存於-20℃凍箱，待後續之分析。

分析前取1 mL 萃取液，經孔徑 0.45 μ m 之過濾器過濾後，以超純水稀釋 10

倍注入樣品瓶內。

酵素反應液之配製：取0.1 M的Citric acid (Sigma, St. Louis, MO, USA)44.5 mL與 0.1 M的Sodium citrate tribasic dehydrate(Sigma, St. Louis, MO, USA)55.5 mL 混合，並將pH值調整在4.6 - 4.8之間作為反應液之溶劑，再將三種酵素以下列比例加入足量之溶劑中：

α -Amylase, Type II-A(Sigma, St. Louis, MO, USA)：100 units / sample

Pullulanase(Sigma, St. Louis, MO, USA)：3 units / sample

Amyloglucosidase(Sigma, St. Louis, MO, USA)：10 units / sample

4. 分析儀器

以樣品自動注射器(Spectra SYSTEM AS3500)自樣品瓶內抽取 10 μ L 的萃取液注入高效能液相層析儀(High Performance Anion Exchange, HPAE, Dionex co., Sunnyvale, CA.)進行分析。分離管柱為 CarboPacTM PA1 Analytical(4 mm x 250 mm)；偵測器為電化學偵測器(ED50 Electrochemical detector)，色層分析溫度為 30 $^{\circ}$ C(LC30 Chromatography oven)。流析載體為 100 mM NaOH，流速 1.0 mL $\cdot$ min⁻¹，流析 45 分鐘。利用分析圖譜之積分面積，以公式推算樣品內葡萄糖、果糖、蔗糖、及澱粉濃度。

(四)統計分析

本章試驗採完全逢機設計。資料以 COSTAT 6.2 (CoHort Software, Monterey, CA, USA)統計軟體，進行變方分析(ANOVA)及最小顯著差異分析(Least significant difference, LSD)，分析各處理間($P \leq 0.05$)有無顯著性差異；繪圖程式為 SigmaPlot 8.0 (Systat software INC., Richmond, CA, USA)。

植株乾重、碳氮含量與花序長度、分枝數之關係，根部乾重與植體氮素濃度之關係，葉片乾重與碳含量、碳濃度之關係，地上部與地下部之關係、植體碳含量與氮含量之關係，碳濃度與氮濃度之關係進行一次簡單直線迴歸分析(Linger regression analysis)計算相關性與 P 值。碳氮濃度、碳氮比與花序長度、分枝數枝關係，根部乾重與氮含量之關係以複迴歸分析(Multiple regression analysis)計算相關性與 P 值。以上之迴歸皆以 SigmaPlot 8.0 進行，依 P 值及相關性表現選擇進行

一次或複回歸。植株各部位之乾重、碳氮含量、碳氮濃度、碳氮比與花序長度、分枝數之關係以 COSTAT 6.2 統計軟體進行線性複迴歸分析(Multiple linear regression analysis)計算 P 值。



結果(Results)

一、文心蘭生長週期植株碳氮之消長

(一)文心蘭生長週期植株外觀之變化

自第 0 週開始(圖 1A)，當代莖持續發育、抽長，至第 12 週平均長度為 35.5 cm，當代莖基部略為膨大，假球莖尚未出現(圖 2A、圖 5A、圖 5B)。當代莖長度持續增加至抽梗(24 週，圖 3A、圖 5A)，之後無明顯變化(44.9 cm-48.1 cm)(32-36 週)(圖 4A、圖 4B、圖 5A)。

當代假球莖萌發後持續膨大，至抽梗(16-24 週)時，當代假球莖高度與週徑達最大值；在花序分枝、開放(28 週)與新芽萌發(32 週)階段，高度無顯著變化，週徑由 9.7 cm(24 週)降至 7.2 cm(32 週)。隨新一代莖發育(32-36 週)，當代假球莖週徑由 7.2 cm 上升至 8.4 cm(圖 5B)。

(二)文心蘭生長週期內各部位乾重與含水量變化

植株整體與各部位乾重與含水量之變化趨勢相近(圖 6、圖 10)。隨當代莖發育，植株整體乾重自第 0 週開始(8.0 g)持續增加至第 8 週(12.6 g)，第 12 週下降至 10.1 g，之後當代假球莖出鞘、花序萌發、抽長，植株乾重持續增加至第 24 週(17.5 g)。第 28 週花序開放，植株乾重下降至 15.5 g；第 32 週時新芽萌發，植株乾重下降至 13.6 g；之後隨新芽的發育(36 週)回升至 14.4 g(圖 6)。

植株各部位(根、前代假球莖、前代葉片、當代葉片)乾重自新芽萌發後(第 0 週)持續增加至第 8 週。8-12 週根部、前代假球莖與前代葉片之乾重均出現下降之情形，而當代莖之乾重持續增加，基部略為膨大。第 16 週當代假球莖出鞘後，植株各部位乾重持續增加至 24 週，在花序開放(第 28 週)時，根部、前代葉片、前代假球莖、當代葉片和當代假球莖的乾重分別均顯著下降，唯花序乾重仍持續增加。新芽發育階段(32-36 週)，前代葉片之乾重持續下降至 1.8 g，根部、前代假球莖、當代假球莖與當代葉片之乾重則回升至 3.1 g、3.1 g、3.6 g 與 2.5 g(圖 7)。

換算植株含水百分比，植株含水率在 0-8 週維持在 90%-91%間，第 12 週下降至 88.9%；第 16 週回升至 90.9%，之後持續緩慢下降至第 32 週(88.2%)，於第 36 週為回升至 89.7%(圖 12A)。

第 0-8 週，根部含水率在 92.2%-91.8%間，第 12 週下降至 88.6%；第 16 週上升至 92.0%，之後逐漸下降至第 28 週(86.8%)，第 32 週上升至 88.9%，36 週又降至 86.5%。植株前代葉片之含水率在生長週期內維持在 84.5%-86.1%之間。前代假球莖之含水率在 0-8 週為 93.2%-92.6%，第 12 週下降至 90.3%，16-28 週維持在 91.6%-92.6%間，新芽萌發(32 週)時降至 86.1%，36 週回升至 90.3%。當代葉片自第 0 週(91.2%)開始持續下降至第 24 週(84.9%)，之後則無明顯之變動。當代假球莖出鞘後(16 週)含水率為 94.5%，新芽萌發後(32 週)下降至 92.9%(圖 12)。

於試驗之生長週期內(第 0 週至第 32 週)，乾物分布於植體各部位之比例，根部由 17.1%增加至 21.5%，當代葉片由 4.1%增加至 24.8%，前代葉片則由 31.0%降至 12.4%。文心蘭乾物分布於前代假球莖之比例自第 0 週(47.1%)開始即逐漸下降，隨當代假球莖萌發、花序發育與新芽萌發，降至 21.2%。而當代假球莖自出鞘至花序萌發階段(16-20 週，S2-S3)，所占之比例由 9.2%快速增加至 15.1%，之後維持在 11.1%-14.0%，新芽萌發後(32-36 週)，上升至 17.5%(圖 8)。

植株地上部乾重比地下部乾重之比值於 0-4 週(S1-S2)由 5.4 下降 4.8，之後為持在 4.2-4.3 之間，12-16 週由(S2)由 4.2 下降 3.6，之後為持在 3.8-3.6 之間。花序盛開至新芽萌發階段(28-32 週)由 3.6 上升至 4.1，36 週又降回 3.6(圖 9)。

(三)文心蘭生長週期內各部位碳含量與濃度變化

植株整體碳含量的變化受乾重影響，其趨勢與乾重相似(圖 6、圖 13)。自第 0 週開始(3.4 g)持續上升至第 8 週(5.5 g)；第 12 週降至 4.4 g，之後又開始上升，至 24 週(7.8 g)達最高峰，之後隨花序開放(28 週)而下降，於新芽萌發時(32 週)達最低點(6.0 g)，36 週微幅上升至 6.3 g(圖 14A)。

根部的碳含量自第 0 週開始(0.5 g)持續上升至第 8 週(1.1 g)，在 12 週下降至 0.9 g，之後持續上升至第 24 週(1.6 g)；花序開放(28 週)後下降至 1.2 g，之後逐漸回升，第 36 週時根部的碳含量為 1.5 g(圖 14B)。前代葉片在第 0 週時碳含量為 0.9 g，至第 8 週時上升至 1.4 g，假球莖出鞘後(16 週)下降至 1.0 g，之後持續上升至

1.2 g(24 週)，花序開放(28 週)後前代葉片的碳含量持續下降，至 36 週時的碳含量為 0.8 g(圖 14C)。前代假球莖之碳含量自第 0 週開始(1.3 g)持續上升至第 8 週(2.2 g)，第 12 週下降至 1.4 g，之後隨花序萌發緩慢上升(1.5 g)，花序開放後(28 週)下降至 1.1 g(圖 14D)。當代葉片之碳含量自第 0 週(0.1 g)開始逐漸增加，至 24 週達最高峰(1.8 g)，花序開放後(28 週)下降至 1.4 g，32 與 36 週均為 1.6 g(圖 14E)。當代假球莖出鞘後(16 週)，碳含量自 0.5 g 上升至 1.0 g(第 24 週)，第 28 週下降至 0.7 g，之後逐漸回升至 1.0 g(36 週)(圖 14F)。

整體碳濃度自第 0 週(42.5%)開始上升至第 8 週(44.0%)，12 週時下降至 43.8%，之後逐漸上升，第 24 週植株碳濃度為 44.5%。花序開放後(28 週)碳濃度逐漸下降，至第 36 週時，植株碳濃度為 44.0%(圖 15A)。

根部的碳濃度在 8-12 週時出現下降的情形，由 46.1%下降至 45.5%，之後持續上升至花序萌發階段(第 20 週，碳濃度 46.7%)；花序開放(28 週)後下降至 45.9%，於 36 週回升至 46.7%(圖 15B)。前代葉片之碳濃度自第 0 週開始上升(44.1%)，在 8-16 週由 45.4%下降至 44.5%，之後(20-36 週)維持在 45.5%-45.3%(圖 15C)。前代假球莖之碳濃度在第 0 週時為 40.5%，第 4 週上升至 42.7%，之後雖有些微波動(41.2%-42.2%)，但無顯著差異(圖 15D)。當代葉片碳濃度變化與前代葉片相似，在 8-16 週由 45.47%下降至 44.5%，之後(20-36 週)維持在 45.5%-45.3%(圖 15E)。當代假球莖出鞘後(16 週)，碳濃度持續上升至 24 週(40.0%增加至 42.5%)，第 36 週下降至 41.0%(圖 15F)。

植株碳素分布於各器官之比例隨生長階段而有所改變(圖 16)。前代葉片所占碳素比例隨時間而減少，由 32.2%降至 12.8%。前代假球莖在 0-28 週(新芽萌發至花序開放)所占碳素比例由 44.9%降至 16.0%，新芽萌發後(32-36 週)提昇至 19.8%。當代葉片碳素自植體內所占比例自第 0 週(4.9%)開始上升至第 16 週(26.4%)，花序發育階段(20-28 週)維持在 19.8%-23.0%間，新芽萌發階段(32-36 週)維持在 25.5-26.2 之間。植體碳素分布於當代假球莖之比例自當代假球莖自出鞘後(16 週，8.5%)，快速上升至 14.1%(20 週)，隨著花序的開放(28 週)下降至 10.5%，之後隨新芽萌發(32-36 週)上升至 16.3%。根部占植體碳素比例在 0-8 週由 15.4%上升至 20.2%，12 週下降至 16.9%，16 週回升至 23.0%，隨著花序的發育與開放(20-28 週)持續下降至 17.6%，新芽萌發後(36 週)回升至 22.9%(圖 16)。

(四)文心蘭生長週期內各部位氮含量與濃度變化

植株整體氮含量變化亦受乾重影響，第 0 週時為 127.6mg，第 8 週上升至 167.5mg，第 12 週下降至 137.4 mg，之後持續上升，至第 24 週達最大值 208.7 mg，之後持續下降至 164.6 mg(32 週)，36 週回升至 179.8 mg(圖 17、圖 18A)。

根部氮含量自 0-8 週由 26.13 mg 上升至 41.2 mg，第 12 週下降至 33.3 mg，16-24 週由 40.5 mg 增加到 48.7 mg，花序開放後(28 週)下降至 38.0 mg，之後逐漸回升到 46.6 mg(圖 18B)。前代葉片氮含量在第 0-8 週維持在 47.0 mg-56.7 mg 之間，之後逐漸下降至第 16 週(35.4 mg)，24 週上升至 39.8 mg，之後持續下降，至 36 週時前代葉片的氮含量為 24.3 mg(圖 18C)。前代假球莖之氮含量 0-8 週維持在 34.3 mg-40.6 mg，12 週下降至 25.2 mg，28 週上升至 30.3 mg，之後維持在 22.6 mg-22.0 mg 之間(圖 18D)。當代葉片之氮含量自第 0 週(8.4 mg)開始持續增加，至第 24 週達最高峰(57.0 mg)，花序開放後(28 週)下降至 49.3 mg，32 週回升至 56.6 mg，32 週時為 55.7 mg(圖 18E)。當代假球莖出鞘後(16 週)，氮含量由 11.1 mg 持續上升至 24 週(22.5 mg)，28 週下降至 16.8 mg，36 週回升至 23.0 mg(圖 18F)。

植株整體氮濃度自第 0 週(1.9%)開始持續下降至第 8 週(1.3%)，之後則無顯著變化(圖 19A)。

根部的氮濃度自第 0 週(2.3%)開始持續下降至第 8 週(1.7%)，第 12 週無顯著變化(1.7%)，假球莖出鞘後(第 16 週)下降至 1.5%，之後維持在 1.5%(圖 19B)。前代葉片之氮濃度在第 0 週時為 2.5%，第 4 週下降至 1.8%，12-24 週維持在 1.6%-1.5%，花序開放後，前代葉片之氮濃度逐漸下降，至新芽萌發階段(32 週)，之後維持在 1.3%-1.4 %之間(圖 19C)。前代假球莖之氮濃度在第 0 週時為 1.3%，第 4 週降至 0.9%，8-28 週維持在 0.7%-0.9%，新芽萌發(32 週)時下降至 0.6%(圖 19D)。當代葉片之氮濃度由第 0 週(2.6%)開始持續下降至第 8 週(1.5%)，之後雖有些微波動(1.4%-1.6%)，但無顯著差異(圖 19E)。當代假球莖出鞘後，氮濃度為 1.0%，之後維持在 0.9%-1.0%(圖 19F)。

換算植體氮素分布植株各部位之比例，前代假球莖於 0-12 週維持在 24.2%-31.5%之間，16-36 週維持在 11.6%-14.6%之間；前代葉片則持續下降，從 41.4%(第 0 週)下降至 13.5%(36 週)。植體氮素分布於當代葉片之比例自第 0 週(6.6%)開始上升至第 16 週(30.2%)，花序發育階段(20-28 週)維持在 24.7%-26.3%之間，新

芽萌發階段(32-36 週)維持在 34.4%-31.0%；當代假球莖出鞘(16 週)至花序萌發(20 週)，所含氮素占植體總氮比例由 7.0%上升至 11.2%，隨花序開放(28 週)降至 8.6%，新芽萌發後(32-36 週)回升至 12.8%。植體氮素分布於根部之比例第 0 週為 16.9%，4-20 週維持在 21.7%-26.5%之間，花序開放時(28 週)降至 19.5%，之後隨新芽發育(36 週)上升至 25.9%(圖 20)。

(五)文心蘭生長週期內各部位碳氮比之變化

在生長週期內，植株整體之碳氮比在 0-8 週由 21.8 上升至 34.2，之後維持在 34.4-37.3 之間(圖 21A)。根部之碳氮比在 0-8 週由 19.7 上升至 27.3，16 週後維持在 30.3-32.6 之間(圖 21B)，前代葉片之碳氮比在第 0 週時為 17.8，第 4 週上升至 25.3，之後緩慢上升，至 36 時為 33.3(圖 21C)。碳氮比在前代假球莖變動較大，0-8 週由 33.0 上升至 63.9，12 週降至 54.1，之後週上升至 70.8(第 20 週)，24 週降至 52.8，新芽萌發(32 週)時回升至 74.6，36 週又降至 60.6(圖 21D)。當代葉片之碳氮比在 0-8 週由 17.1 上升至 31.5，之後維持在 28.1-33.0 之間(圖 21E)。當代假球莖出鞘後(16 週)之碳氮比為 40.8，花序萌發階段(20 週)為 47.8，之後維持在 44.3-49.0 之間(圖 21F)。

二、植體碳氮含量與花序表現之相關性

(一)植株花序表現與乾重

試驗取樣之植株，各組花序表現可顯著區分，A 組花序平均長度為 100 cm，分枝數 10.2；B 組花序長 79 cm，分枝數 7.8；C 組花序長 68 cm，分枝數 6.3；D 組花序長 53 cm，分枝數為 2.5(圖 22、表 1)。

植株乾重部分，A 組顯著高於其他各組；B 組總乾重大於 C 組，但前代假球莖、前代葉片、當代假球莖、當代葉片及根部之乾重在 B、C 組間無顯著差異；D 組植株乾重最輕。說明植株乾重越高，花序在長度與分枝數的表現就越佳(表 2)。

植體乾物質於各部位分布之比例，B 組分布於花序的乾重最高(22.3%)，D 組最低(11.4%)(圖 23A)。A 組分布於前代假球莖及前代葉片的比例最高(18.7%、

21.6%)，其餘各組分布於前代假球莖及前代葉片之比例在 13.5%-15.3%和 17.5%-19.1%之間(圖 23A)。D 組分布於根部、當代葉片及當代假球莖之乾重比例最高，分別為 24.2%、14.5%及 17.6%，其餘各組分布於根部的乾重比例為 18.0%-21.4%，分布於當代假球莖與當代葉片之乾物比例隨花序等級增加而減少(圖 23A)。

扣除花序部分，各組分布於根部的乾重比例無顯著差異(23.2%-27.4%)，分布於前代假球莖及前代葉片的比例以 A 組最高(23.3%、26.8%)，D 組最低(15.5%、21.0%)；分布於當代假球莖及當代葉片之比例則以 A 組最低(11.7%、14.5%)，其餘各組落在 14.7%-16.3%和 17.9%-28.9%之間(圖 23B)。

(二)具不同商業花序等級之植株碳素含量比較

植株各部位的碳素含量受乾重影響，A 組碳素含量顯著高於其他各組，B、C 組除花序部份 B 組高於 C 組，其餘各部位間無顯著差異，但總碳含量仍以 B 組較高，D 組的碳素含量最低(表 3)。在碳素濃度方面，A 組在前代假球莖、當代假球莖的碳素濃度較其他組別高出 5%(圖 24C、圖 24E)，但各組植株在前代及當代葉片的碳素濃度無顯著差異(圖 24D、圖 24F)。根部的碳素濃度以 A 組最高(46.6%)，B 組次之(43.0%)，C、D 兩組最低(41.4%、41.9%)(圖 24B)。總體而言，A 組植株整體碳素濃度較其他組別高出 2% (46.3%)，其他組別間則無顯著差異(43.6%-44.0%)(圖 24A)。

各組植株碳素分布於前代葉片(19.2%-22.5%)及根部(17.6%-23.2%)的比例相近；D 組分布於花序的碳素比例最低，僅 11.7%，B 組最高(22.7%)，A、C 兩組為 19.3%和 18.4%(圖 25A)。A 組分布於前代球莖碳素比例較高(18.0%)，當代葉片(11.7%)及當代假球莖(9.3%)之比例較低，其餘各組碳素分布於當代假球莖(10.6%-13.5%)、及前代假球莖(13.6%-12.4%)的比例則無顯著差異(圖 25A)。扣除花序部分，碳素分布於根部的比例在 22.7%-26.3%之間，具 A、B、C 商業切花等級之文心蘭植株，花序等級越高，分布於前代假球莖及前代葉片的碳素比例就越高；反之花序等級越低，分布於當代假球莖及當代葉片的比例就越高(圖 25B)。

(三)具不同商業花序等級之植株氮素含量比較

各組植株的氮素含量受乾重影響，結果與乾重、碳含量相近(表 2、表 3、表 4)。植株氮含量 A 組顯著高於其他組別，B、C 兩組之前代假球莖、前代葉片及根部無顯著差異，但總氮含量 B 組高於 C 組，D 組氮素含量最低(表 4)。各組氮素濃度，以 C 組最高(2.4%)，A 組最低(1.6%)(圖 26A)；當代假球莖之氮素濃度各組間無顯著差異(1.4%-1.8%)(圖 26E)，A 組在當代葉片的氮濃度(2.1%)低於其他各組(2.6%-2.7%)(圖 26F)，C 組根部之氮素濃度(2.2%)高於其他各組(1.7%-1.8%)(圖 26B)。前代假球莖之氮素濃度結果與植株總氮濃度相同，以 C 組最高(2.8%)，A 組最低(1.4%)(圖 26C)；前代葉片之氮素濃度則是以 B、C 兩組最高(2.4%、2.4%)，A 組最低(1.5%)(圖 26D)。

植株氮素分布於花序的比例以 D 組最少(14.6%)，A、B 兩組最高(25.3%、24.6%)；各組分布於根部(14.5%-18.9%)及前代假球莖(13.7%-15.6%)之氮素比例無顯著差異。B 組分布於前代葉片(23.3%)的氮素比例高於其他各組(18.8% - 21.3%)；D 組分部於當代葉片的氮素比例較高(21.2%)，A、B 兩組則較低(14.7%、16.1%)(圖 27A)。

扣除花序部分，植株氮素分布之比例以當代假球莖最低(8.8%-9.8%)，根部與前代假球莖分別為 19.3%-23.7%與 16.1%-20.9%。B 組分布於前代葉片(31.0%)的氮素比例高於其他各組(23.7%-27.0%)，分布於當代葉片之氮素比例則以 D 組最高(27.1%)，A 組最低(19.6%)(圖 27B)。

(四)具不同商業花序等級之植株碳氮比之比較

比較植株各部位之碳氮比，A 組在前代假球莖、前代葉片及當代葉片的碳氮比均高於其他各組，C 組在根部、前代假球莖、當代假球莖的碳氮比低於其他各組。總體而言，A 組的碳氮比最高(27.7)，C 組最低(17.8)(圖 28)。

(五)具不同商業花序等級之植株地上部比地下部乾重及碳氮元素之比值

換算植株地上部與地下部乾重與碳氮元素之比值，具 A、B 等級花序之植株，

地上部乾重比地下部乾重之比值較高，具 D 級花序之植株最低(圖 29A)。各組在碳氮含量地上部比地下部之比值則無顯著差異(圖 29B、圖 29C)。

(六)花序與乾重、碳氮含量、碳氮濃度之相關性

花序長度及分枝數與植株乾重呈正相關性，迴歸公式分別為 $y = -7.62 + 0.24x$ ($r = 0.93, P < 0.01$) (圖 30A)與 $y = 1.57 + 1.32x$ ($r = 0.84, P < 0.01$) (圖 30B)。

植體總碳含量與花序長度($y = -3918 + 114x, r = 0.92, P < 0.01$)和花序分枝數($y = 489 + 625x, r = 0.83, P < 0.01$)為正相關(圖 31)，根部、前代假球莖之碳素含量對花序的品質有負向之影響力，當代假球莖、當代葉片及前代葉片之碳素含量對花序的品質有正向之影響力(表 6)。總氮含量與花序長度($y = -45.85 + 3.38x, r = 0.92, P < 0.01$)和花序分枝數($y = 73.32 + 20.11x, r = 0.90, P < 0.01$)呈正相關(圖 32)，前代葉片及當代假球莖之氮素含量對花序品質有正向之影響；根部氮素含量越多花序長度越長、分枝數越少；前代假球莖之氮素含量越多花序長度越短，分枝數卻越多(表 7)。

植體碳素濃度與花序品質間有相關性(花序長度： $y = 47.12 - 0.13x + 0.001x^2, R^2 = 0.76, P < 0.01$ ；花序分枝數： $y = 44.07 - 0.32x + 0.05x^2, R^2 = 0.59, P < 0.01$)(圖 34)，植株根部碳素濃度增加對文心蘭花序品質有正向之影響(表 8)。相較於碳濃度，植體氮素濃度與花序品質間之相關性較低(花序長度： $y = -0.65 + 0.08x - 0.001x^2, R^2 = 0.61, P < 0.01$ ；花序分枝數： $y = 1.60 + 0.25x - 0.02x^2, R^2 = 0.47, P < 0.01$)(圖 35)，植株前代假球莖及當代葉片之氮素濃度增加對文心蘭花序品質有負向之影響(表 9)。

碳氮比與花序品質間亦有相關性(花序長度： $y = 27.72 - 0.34x + 0.003x^2, R^2 = 0.51, P < 0.01$)；花序分枝數： $y = 22.27 - 1.78x + 0.21x^2, R^2 = 0.59, P < 0.01$)(圖 36)，前代假球莖及當代葉片之碳氮比增加對文心蘭花序長度有正向之影響，根部碳氮比增加則有負向之影響(表 10)。

(七)地上部、地下部與植體碳氮含量之相關性

文心蘭 Gower Ramsey 根部乾重與植體氮含量呈二次相關($y = -87.97 + 203.84x - 25.53x^2, R^2 = 0.83, P < 0.01$)；根部乾重在 1-3 g，植體氮含量與根

部乾重呈正相關，當根部乾重超過 3 g，植體氮素含量增加趨緩(圖 36A)；根部乾重與植體氮素濃度間則呈負相關($y = 2.60 - 0.25x$, $r = 0.40$, $P < 0.01$) (圖 36B)。

當代葉片($y = -2.47 + 4.87x$, $r = 0.91$, $P < 0.01$)、前代葉片($y = 0.89 + 1.84x$, $r = 0.96$, $P < 0.01$)及總葉片($y = -4.17 + 1.46x$, $r = 0.99$, $P < 0.01$)之乾重與植株碳含量皆呈正相關(圖 37A)。葉片乾重與植體內碳素濃度亦呈正相關(當代葉片： $y = 40.71 + 2.51x$, $r = 0.87$, $P < 0.01$ ；前代葉片： $y = 42.68 + 0.83x$, $r = 0.80$, $P < 0.01$ ；總葉片： $y = 41.99 + 0.68x$, $r = 0.86$, $P < 0.01$) (圖 37B)。前代葉片、當代葉片及總葉片之乾重與植株之碳含量及碳濃度間，皆呈正相關，相關係數皆大於 0.80，顯示不論是前代或當代之葉片，其生長量對於植株碳含量與碳濃度都具有良好之相關性。

地上部與地下部之生長量呈正相關，迴歸公式分別為當代莖： $y = 1.03 + 0.77x$, $r = 0.86$, $P < 0.01$ ；前代莖： $y = -1.08 + 2.32x$, $r = 0.88$, $P < 0.01$ ；地上部： $y = -0.05 + 3.09x$, $r = 0.90$, $P < 0.01$ (圖 38)。植株總碳含量與總氮含量間呈正相關($y = 81.78 + 0.03x$, $r = 0.91$, $P < 0.01$) (圖 39)，碳素濃度與氮素濃度間則呈負相關($y = 10.89 - 0.20x$, $r = 0.73$, $P < 0.01$) (圖 40)。

(八) 具不同商業花序等級之植株碳水化合物比較

1. 葡萄糖

植株的總葡萄糖含量，A 組顯著高於其他各組，B、C、D 三組間無顯著差異，但隨花序等級下降，葡萄糖含量有下降之趨勢(表 11)。濃度部分，植株整體之葡萄糖濃度 A 組為 1.6%，B、C、D 三組為 1.0-1.1%之間(圖 41A)。比較各組各部位之濃度，前代假球莖、前代葉片和花序的趨勢與植株整體一致(圖 41C、圖 41D、圖 41G)，各組當代假球莖與當代葉片之葡萄糖濃度則無顯著差異(圖 41E、圖 41F)，根部則以 B、D 兩組葡萄糖濃度較高，C 組最低(圖 41B)。

2. 果糖

植株的總果糖含量，A 組顯著高於其他各組，B、C、D 三組間無顯著差異 (表 12)。各組當代假球莖和根部之果糖含量無顯著差異，前代假球莖、前代葉片、當代葉片及花序之果糖含量與植株整體之趨勢相同，A 組顯著高於其他各組(表 12)。濃度部分，植株整體之果糖濃度以 D 組(2.0%)

最高，B、C 兩組最低(1.2-1.3%)之間(圖 42A)。比較各組各部位之濃度，當代假球莖之果糖濃度最高(4.2%-6.5%)(圖 42E)，前代假球莖次之(2.7-3.8%)(圖 42C)，根部則以 D 組(1.5%)顯著高於其他三組(0.3%-0.8%)(圖 42B)，當代葉片與前代葉片之果糖濃度在 0.2%-0.5%之間(圖 42D、圖 42F)。

3. 蔗糖

具不同商業切花等級之文心蘭，植體內的總蔗糖含量，以 A 組最高，D 組最低 (表 13)。濃度方面，以 A 組最高(1.0%)，C、D 兩較低(0.8%)。各組植株根部、前代假球莖、當代假球莖、當代葉片及花序部份之蔗糖濃度無顯著差異(圖 43B、圖 43C、圖 43E、圖 43F、圖 43G)，前代葉片則以 A 組之蔗糖濃度較高(0.9%)，D 組最低(0.3%)(圖 43D)。

4. 澱粉

植體內的澱粉含量，各組間無顯著差異，唯 D 組植株在根部的澱粉含量顯著高於其他各組(表 14)。在濃度部份以 A 組最低(0.1%)，D 組最高(1.4%)(圖 44A)。前代假球莖、前代葉片、當代假球莖、當代葉片及花序部位之澱粉濃度，各組間無顯著差異 (圖 44C、圖 44D、圖 44E、圖 44F、圖 44G)，D 組植株根部之澱粉濃度(0.39%)顯著高於 A、B、C 三組(0.02%-0.03%)(圖 44B)。

5. 非結構碳水化合物

具不同商業切花等級之文心蘭，植體內的非結構性碳水化合物之總量，A 組顯著高於其他各組，B、C、D 三組間無顯著差異 (表 15)；濃度介於 3%-5%(45A)。當代假球莖及當代葉片之非結構性碳水化合物濃度無顯著差異(圖 45E、圖 45F)；根部以 D 組最高(3.2%)，A、C 兩組最低(1.2%)(圖 45B)；花序部份則以 A 組最高(3.2%)，B 組最低(1.0%)(圖 45G)。前代假球莖及前代葉片之非結構性碳水化合物濃度則以 A 組之蔗糖濃度較高(分別為 10.2%、2.0%)，D 組最低(分別為 6.5%、0.6%)(圖 45C、圖 45D)。

三、季節對文心蘭花序品質之影響

(一)2009 年 6 月至 2010 年 5 月文心蘭植株抽梗率與花序品質

試驗中所使用之文心蘭植株，均已度過幼年期且具開花能力，共 1500 株。6-7 月之文心蘭 Gower Ramsey，植株抽梗率為 9.4%-10.3%，8 月抽梗率攀升至 33.6%，9-10 月維持在 39.4%-41.9%。11 月植株抽梗率開始下降(24.4%)，隔年 2-3 月抽梗率為 13.8%，4 月份植株抽梗率回升，5 月時之抽梗率達 24.8%(圖 46A)。

文心蘭植株抽梗後，受環境影響，約 2-3 個月可採收切花，試驗期內總採收切花共數為 2224。7 月為試驗期中，可採收切花數最少之月份(32 枝)；9-10 月為產量之高峰期(364 - 366 枝)，11-12 月產量開始降低(274-284)，至隔年 4 月可採收之切花數為 103，5 月產量回升，可採收之切花數目上升至 181 枝(圖 46B)。

比較各月份可採收之切花等級可發現，6-7 月的產量雖低，但 A 級切花之佔有率分別為 71.6%與 65.6%；9-10 月產量雖高，但 B、C 級之切花佔有率超過 50%。11 月之後，C、D 等級之切花佔有率逐漸上升，至隔年 1 月，A 級切花僅占 2.6%，C、D 級分別為 42.1%與 36.2%，是試驗期中花序品質最差之月份。之後 A、B 級切花佔有率逐漸上升，至 5 月時 A 級切花佔有率提升至 79.6%，C、D 級切花僅占 6.6%與 0.6%(圖 47)。

(二)植株生長量與花序品質比較

2009 年 6 月份開始試驗，進行第一次取樣，此時植株栽培時期較短，前代假球莖數為 3；9 月與 12 月取樣之植株前代假球莖數介於 3-4 之間(平均值分別為 4 與 3.8)；隔年 3 月取樣之植株，前代假球莖數增加為 4-5(平均值 4.7)。比較各月份植株花序品質，6 月份的花序不論是在長度、分枝數及重量都優於其他月份，3 月份次之，9 月除了花序長度優於 12 月份外，在重量及分枝數上與 12 月份之花序無顯著差異(圖 48、圖 49 與表 16)。

在植株整體乾重表現上，3 月份最高，12 月份最低。細分各部位，6 月之植株前代假球莖數目最少，乾重也最輕。6 月與 3 月之植株，當代假球莖之乾重高於 9 月和 12 月；當代葉片之乾重則是以 9 月最高，12 月最低。植株根部乾重以 3 月最

高，9 月次之，12 月最低(表 17)。

換算植株各部位在總體質量所占之比例，6 月份之植株花序占總體乾重的 34.7%，其餘月份花序所占比例為 14.7%-17.2%；各組根部所占比例無顯著差異，介於 14.7%-17.2%之間。前代假球莖所占之比例以 12 月份最高(28.5%)，6 月份最低(9.9%)；各組分布於前代葉片的乾重與前代假球莖相近，12 月份最高(18.2%)，6 月份最低(9.8%)。6 月份植株分布於當代假球莖之乾重比例為 18.7%，高於 3 月份(15.7%)，9 月與 12 月的植株，當代假球莖只佔植體總乾重的 12.0%與 11.1%。分布於當代葉片之乾物質以 9 月最高(20.5%)，6 月份次之(12.1%)，12 月與 3 月最低(11.4%與 9.8%)(圖 50A)。

扣除花序乾重後，重新計算植株乾物重分布的比例，植株分布於根部之乾重介於 22.5%-18.6%間。各組分布於前代假球莖之乾重以 12 月份最高(33.5%)，9 月與 12 月為 25.4%與 21.8%，6 月份最低(13.8%)；分布於前代葉片之乾重各組間無顯著差異。6 月之植株當代假球莖占總體乾重的 28.6%，其餘各組分布於當代假球莖之比例為 12.0%-14.1%；分布於當代葉片之乾重比例以 9 月和 3 月最高(24.1%、25.6%)，6 月次之(20.3%)，12 月最低(13.4%)(圖 50B)。

(三)不同季節之植株碳含量比較

植株整體碳素含量，以 3 月份最高，6 月、9 月無顯著差異，12 月最低。6 月之植株前代假球莖、前代葉片碳含量最低，其餘月份前代假球莖及前代葉片之碳含量為 1860-2135 mg 及 1298-1636 mg。當代假球莖之碳含量以 3 月和 6 月最高，12 月最低；當代葉片之碳含量則以 9 月份最高(1961 mg)，12 月最低(810 mg)。根部之碳含量以 3 月最高，9 月次之，12 月最低 (表 18)。

在碳素濃度方面，植株整體碳濃度介於 43.3%-44.3%，6 月和 9 月份較高(圖 51A)，根部 44.8%-45.7%(圖 51B)，前代假球莖 41.1%-41.4%(圖 51C)。3 月植株之前代葉片之碳濃度為 41.2%，低於其他月份(44.9%-45.5%)(圖 51D)；而當代假球莖之碳濃度(42.1%)高於其他各組(40.8%-44.5%)(圖 51E)。當代葉片之碳濃度，以 9 月之植株最高(45.3%)，其他月份介於 44.1%-44.3%之間(圖 51F)。

植株碳素分布於植體各部位之比例與乾物比例分配趨勢相近，6 月之植株，35.6%的碳素分布於花序，其他組別花序之碳素比例為 15.0% - 19.8%。12 月之植

株碳素分布於前代假球莖與前代葉片比重最高(27.0%與 19.0%);6 月與 3 月碳素分布於當代假球莖之比例較高(17.6%、16.8%);9 月植株之碳素分布於當代葉片的比例最高(21.1%)(圖 52A)。

扣除花序部分，重新計算植株碳素分布的比例，碳素分布於前代假球莖及前代葉片之比例以 12 月份最高(31.9%、22.5%)，6 月最低(13.2%、15.5%)。分布於當代假球莖之碳素以 6 月最高(27.4%)，12 月最低(12.4%)；植株分布於當代葉片之碳素比例以 9 月份最高(24.9%)，3 月份最低(12.4%)。碳素分布於根部比例為 19.5%-21.3%(圖 52B)。

(四)不同季節之植株氮含量比較

植株整體氮含量以 6 月和 9 月最高，12 月最低。前代假球莖之氮含量以 6 月最低，其餘各組介於 41.8 -47.0 mg；各組前代葉片之氮素含量無顯著差異。當代假球莖之氮素含量以 12 月之植株最低，當代葉片之氮素含量分別為 9 月最高、6 月次之、12 月最低。根部之氮素含量以 3 月最高，6 月和 12 月最低(表 19)。

各組植株整體氮素濃各月份無顯著差異，介於之間 1.1%-1.4%(圖 53A)。各組根部(1.3%-1.5%)、與前代假球莖(0.8% -1.3%)及當代葉片(1.7%-1.9%)之氮素濃度無顯著差異(圖 53B、C、F)；前代葉片之氮素濃度以 6 月最高(1.8%)、3 月最低(0.8%)(圖 53D)；當代假球莖之氮素濃度以 9 月最高(1.4%)、3 月最低(0.8%)(圖 53E)。

氮素分布於植體各部位的比例，6 月份之植株分布於花序的比例最高(30.8%)、9 月份之植株最低(14.2%)。分布於根部之氮素比例以 6 月最低(14.2%)，3 月最高(24.2%)；前代假球莖之比例以 6 月最低(8.7%)，12 月最高(19.9%)；分布於前代葉片之比例則以 12 月最高(20.5%)，其餘各組介於 12.3%-14.9%之間。各組分布於當代假球莖之氮素比例在 9.1%-13.7%之間；當代葉片所占之比例以 9 月最高(25.6%)，其餘各組介於 15.4% -18.7%之間(圖 54A)。

扣除花序所占氮素比例之後，3 月份植株氮素分布於根部的比率為 30.1%，其餘各組介於 21.8% - 20.4%；前代假球莖的比例以 12 月最高(23.9%)，6 月最低(12.5%)；前代葉片比例以 12 月最高(24.9%)，3 月最低(15.4%)。各組植株氮素分布於當代葉片比例分別是 6 月(27.2%)、9 月(29.9%)、12 月(18.6%)、3 月(19.9%)，分布於當代假球莖之比例以 6 月最高(19.9%)，12 月最低(10.9%)(圖 54B)。

(五)不同季節之植株碳氮比比較

3 月份之植株整體碳氮比(41.6)高於其他各組(31.5-34.4) (圖 55A)；各組根部(31.4-35.8)及前代假球莖(35.0-54.6)之碳氮比無顯著差異(圖 55B、C)；前代葉片之碳氮比以 3 月最高(54.6)，其餘各組介於 24.5-31.3 間(圖 55D)。各組植株當代葉片之碳氮比介於 24.1-26.7 之間(圖 55F)；當代假球莖之碳氮比以 3 月最高(59.9)，其餘各組介於 29.5-43.9 間(圖 55E)。

(六)不同季節之植株地上部比地下部乾重及碳氮元素之比值

9 月份之植株地上部比地下部乾重之比值(4.4)顯著高於其他月份(3.5-3.9)(圖 56A)；地上部碳素含量與地下部碳素含量之比值以 9 月份之植株最高(4.2)，6 月和 3 月份之植株最低(3.3) (圖 56B)；氮素方面則是以 3 月份之植株最低(2.4)，其餘月份間無顯著差異(3.7-3.9) (圖 56C)。

四、植株碳氮與文心蘭新芽數目之相關性

(一)具不同芽體數目之植株外觀與乾重

試驗中取樣之文心蘭植株，營養芽的生長階段處於新芽發育初期(S1)，長度介於 7-15 cm，植株整體高度介於 40-45 cm(圖 57)。各組文心蘭株齡相同，但植株假球莖數目有所差異。同時具有花芽與營養芽之植株，多具 5 個假球莖(平均值 4.8)；具 1 營養芽之組別多具 4 個假球莖，少數具 5 個假球莖(平均值 4.3)；具 2 個營養芽與 3 個營養芽之組別皆只具 4 個假球莖。

植株整體乾重以同時具有花芽與營養芽之植株最高，其餘各組無顯著差異(表 20)。同時具有花芽與營養芽之植株，葉片與根部的乾重顯著高於其他組別，說明該組植株具有較佳之生長勢，乾物養分多，可供應花芽與營養芽同時發育。具多個營養芽之組別，根部與假球莖的乾重與具單一營養芽的組別間無顯著差異，但葉片的乾物重較低(表 20)。

比較各組植株乾物質分布比例可發現，具 2 個營養芽與 3 營養芽之植株，假

球莖占整體乾物重的比重較高(47.5%，45.2%)，葉片(26.6%，27.4%)與根部(18.6%，17.5%)較低；同時具營養芽與花芽之組別，假球莖占整體乾重的比例較低(36.0%)，葉片與根部所占之比重分別為35.1%與21.6%，花芽與營養芽所占之比重相近(3.7%與3.7%)(圖58)。綜合以上可得，萌發多個營養芽之植株，與具單一營養芽之植株相比，養分儲存於假球莖之比例相對較高，因此有較多之養分，供應多個營養芽之生長。生殖生長與營養生長同時進行之植株，花芽與營養芽對養分之積貯能力相近。

(二)具不同芽體數目之植株碳素含量與濃度

比較各組植株碳素含量，具花芽與營養芽之組別葉片與根部的碳含量高於只具營養芽之組別。具2個營養芽與3個營養芽之組別，葉片的碳含量較具單一營養芽之組別低，但各組植株在假球莖之碳素含量上無顯著差別(表21)。

各組植株根部與假球莖之碳素濃度無顯著差異(圖59B、C)，具1個營養芽之組別葉片碳素濃度最高(48.0%)，具2個營養芽以及同時具營養芽與花芽之植株，葉片碳素濃度最低(46.0%、46.5%)(圖59D)。植株整體氮素濃度以具1個營養芽之組別最高(45.9%)，具2個營養芽之組別最低(44.7%)(圖59A)。

換算植體內碳素分布比例，具多2營養芽與3營養芽之植株，碳素分布於假球莖的比例較高(45.9%、43.5%)(圖60A)，分布於葉片的比例高於30%，根部低於20%；同時具營養芽與花芽之組別碳素分布於假球莖之比例最低(35.0%)，分布於葉片(35.8%)與根部(21.6%)的比例較高，分布於營養芽(3.8%)與花芽(3.8%)比例則無顯著差異(圖60A)。

(三)具不同芽體數目之植株氮素含量與濃度

植株整體氮含量以同時具有營養芽與花芽及具3個營養芽的組別最高，具2個營養新芽的組別最低。細分各部位，具2個與3個營養芽之組別，根部的氮素含量顯著低於其他兩組；而各組葉片的氮素含量比較結果與根部相似，同時具花芽與營養芽、具1營養芽之植株葉片氮含量高於具2個與3個營養芽之植株。比較各組假球莖的氮素含量，則是以具3個營養芽的組別最高，具2個營養芽的組

別最低(表 22)。

比較植株整體氮素濃度，具 2 個營養芽之組別最低(1.3%)，其他組別間無顯著差異(圖 61A)；具 1 營養芽之組別根部的氮素濃度較其餘組別高(1.7%)(圖 61B)；葉片的氮素濃度以具 2 個營養芽和同時具營養芽與花芽之組別較低(圖 61D)；各組間假球莖之氮素濃度無顯著差異(圖 61C)。

換算植株整體氮素分布的百分比，可發現具 1 個營養芽、同時具有營養芽與花芽的組別，分布於葉片的氮素含量分別為 45.5%與 41.1%(圖 62A)，分布於假球莖與根部的氮素比例較低(< 30%)；具 2 個營養芽與具 3 個營養芽之組別氮素分布於葉片的比例則相對偏低(34.1%與 34.7%)，根部只占 20.6%與 15.4%，分布於假球莖的比例則相對較高(32.9%與 35.1%)。顯示萌發多個營養芽之植株，假球莖對氮素的積貯能力比只萌發單一營養芽之組別高，根部與葉片對氮素的積貯能力則相對較低。比較同時具有營養芽與花芽之組別，氮素分布於營養芽與花芽的比例，營養芽(5.1%)高於花芽(4.0%)，說明營養芽對氮素的積貯能力略高於花芽(圖 62A)。

(四)具不同芽體數目之植株碳氮比比較

植株整體之碳氮比以具 2 個營養芽之植株最高(34.7)，具單一營養芽及 3 個營養芽之植株最低(30.7、28.9)(圖 63A)。細分各部位，根部之碳氮比以具單一營養芽之植株最低(27.6)，具 3 個營養芽之組別最高(33.3)(圖 63B)；具 3 個營養芽之植株假球莖之碳氮比最低(36.1)(圖 63C)；而各組葉片的碳氮比以具 2 個營養芽及同時具營養芽及花芽之植株較高(27.7、27.0)(圖 63D)。

(五)具不同芽體數目之植株地上部比地下部乾重及碳氮元素之比值

同時具有花芽及營養芽之植株地上部乾重比地下部乾重之比值較低(3.5)，其餘組別介於 4.2-4.8 之間(圖 64A)；地上部與地下部碳含量之比值與乾重相同，同時具有花芽及營養芽之比值較低(3.5)，其餘組別介於 4.1-4.6 之間(圖 64B)。氮素方面則以具 3 個營養芽之植株地上部比地下部之比值最高(5.5)，其餘組別介於 3.3-4.0 之間(圖 64C)。

表 1. 具不同商業等級花序之文心蘭 Gower Ramsey 的花序品質.

Table 1. Inflorescence quality of *Oncidium* Gower Ramsey with different inflorescence grades.

Inflorescence grade ^z	Inflorescence fresh weight (g)	Flower stalk Length (cm)	No. of side branches
A	22.1a ^y	100a	10.2a
B	16.3b	79b	7.8b
C	10.4c	68c	6.3c
D	4.7d	53d	2.5d

^zIndex for inflorescence grading. A: inflorescence is more than 88 cm in length and has eight or more side branches; B: inflorescence is between 78 to 88 cm in length and has five or more side branches; C: inflorescence is between 68 to 78 cm in length and has three or more side branches; D: inflorescence length is less than 68 cm in length and has one or two side branches.

^yMeans in the same column followed by a different letter are significantly different at $P \leq 0.05$ by least significant different test (n =6) .

表 2. 具不同商業等級花序之文心蘭 Gower Ramsey 植體各部乾重.

Table 2. Dry weights of various plant parts of *Oncidium* Gower Ramsey with different inflorescence grades.

Inflorescence grade ^z	Dry weight (g)						
	Back pseudobulbs	Back leaves	Current pseudobulb	Current leaves	Roots	Inflorescence	Total
A	3.3a ^y	3.8a	1.7a	2.1a	3.4a	3.4a	17.6a
B	1.6b	1.9b	1.2b	1.4b	1.8b	2.3b	10.2b
C	1.1bc	1.4bc	1.0bc	1.4b	1.7b	1.4c	8.0c
D	0.8c	1.1c	0.9c	1.0c	1.4b	0.7d	5.8d

^z Index for inflorescence grading. A: inflorescence is more than 88 cm in length and has eight or more side branches; B: inflorescence is between 78 to 88 cm in length and has five or more side branches; C: inflorescence is between 68 to 78 cm in length and has three or more side branches; D: inflorescence length is less than 68 cm in length and has one or two side branches.

^y Means in the same column followed by a different letter are significantly different at $P \leq 0.05$ by least significant different test (n =6) .

表 3. 具不同商業等級花序之文心蘭 Gower Ramsey 植體各部碳素含量.

Table3. Carbon contents of various plant parts of *Oncidium* Gower Ramsey with different inflorescence grades.

Inflorescence grade ^z	Carbon content (mg)						Total
	Back pseudobulbs	Back leaves	Current pseudobulb	Current leaves	Roots	Inflorescence	
A	1463a ^y	1831a	760a	952a	1565a	1571a	8149a
B	611b	924b	476b	665b	788b	1016b	4480b
C	417bc	665bc	405bc	635b	704b	636c	3462c
D	315c	517c	344c	483c	593b	300d	2551d

^z Index for inflorescence grading. A: inflorescence is more than 88 cm in length and has eight or more side branches; B: inflorescence is between 78 to 88 cm in length and has five or more side branches; C: inflorescence is between 68 to 78 cm in length and has three or more side branches; D: inflorescence length is less than 68 cm in length and has one or two side branches.

^y Means in the same column followed by a different letter are significantly different at $P \leq 0.05$ by least significant different test (n =6) .

表 4. 具不同商業等級花序之文心蘭 Gower Ramsey 植體各部氮素含量.

Table 4. Nitrogen contents of various plant parts of *Oncidium* Gower Ramsey with different inflorescence grades.

Inflorescence grade ^z	Nitrogen content (mg)						
	Back pseudobulbs	Back leaves	Current pseudobulb	Current leaves	Roots	Inflorescence	Total
A	45.8a ^y	59.3a	13.4a	43.2a	52.0a	74.2a	293.7a
B	32.9b	51.8a	15.5b	38.0ab	35.2b	54.6b	221.7b
C	30.2b	36.8b	15.2b	35.7b	32.2b	39.9c	195.6c
D	16.3d	25.2b	9.9c	27.5c	22.5c	17.4d	118.7d

^z Index for inflorescence grading. A: inflorescence is more than 88 cm in length and has eight or more side branches; B: inflorescence is between 78 to 88 cm in length and has five or more side branches; C: inflorescence is between 68 to 78 cm in length and has three or more side branches; D: inflorescence length is less than 68 cm in length and has one or two side branches.

^y Means in the same column followed by a different letter are significantly different at $P \leq 0.05$ by least significant different test (n=6) .

表 5. 植株各部位乾重對文心蘭 Gower Ramsey 花序品質之影響.

Table 5. The effect of dry weights of various plant parts in *Oncidium* Gower Ramsey on inflorescence quality.

Inflorescence quality parameter	Equation ^z	P value					
		Regression	R ^y	BP	BL	CP	CL
Total length (cm)	Y = -3.05R -1.70BP + 8.84BL -4.51CP + 3171CL + 24.72	<0.0001***	<0.0001***	0.0118*	0.2708	0.0292*	0.0098**
No. of side branches	Y = -1.52R -2.12BP +3.36BL -0.46CP + 5.80CL -1.52	<0.0001***	<0.0001***	0.0152*	0.0398*	0.0375*	0.0224*

^z Relationships between dry weight of various plant parts of *Oncidium* Gower Ramsey and inflorescence quality by the multiple liner regression analysis. *, **, *** significant different at $P \leq 0.05$, 0.01, and 0.001, respectively (n = 24).

^y R: Roots; BP: Back pseudobulbs; BL: Back leaves; CP: Current pseudobulb; CL: Current leaves.

表 6. 植株各部位碳含量對文心蘭 *Oncidium* Gower Ramsey 花序品質之影響.

Table 6. The effect of carbon contents of various plant parts in *Oncidium* Gower Ramsey on inflorescence quality.

Inflorescence quality parameter	Equation ^z	P value					
		Regression	R ^y	BP	BL	CP	CL
Total length (cm)	Y = -0.01R -0.003BP +0.02BL -0.01CP +0.06CL +25.63	<0.0001***	<0.0001***	0.0311*	0.2228	0.0535	0.0202*
No. of side branches	Y = -0.002R -0.006BP +0.008BL +0.004CP +0.008CL -2.11	0.0001***	<0.0001***	0.0442*	0.0327*	0.0221*	0.1140

^z Relationships between carbon content of various plant parts of *Oncidium* Gower Ramsey and inflorescence quality by the multiple liner regression analysis. *, **, *** significant different at $P \leq 0.05$, 0.01, and 0.001, respectively (n = 24).

^y R: Roots; BP: Back pseudobulbs; BL: Back leaves; CP: Current pseudobulb; CL: Current leaves.

表 7. 植株各部位氮含量對文心蘭 Gower Ramsey 花序品質之影響.

Table 7. The effect of nitrogen contents of various plant parts in *Oncidium* Gower Ramsey on inflorescence quality.

Inflorescence quality parameter	Equation ^z	P value					
		Regression	R ^y	BP	BL	CP	CL
Total length (cm)	Y = 0.25R -0.04BP +0.46BL +1.39CP + 0.56CL +6.39	<0.0001***	<0.0001***	0.0131*	0.0130*	0.0074**	0.1071
No. of side branches	Y = -0.002R +0.04BP +0.07BL +0.09CP + 0.13CL -3.95	<0.0001***	<0.0001***	0.0111*	0.0912*	0.1520	0.0831

^z Relationships between nitrogen content of various plant parts of *Oncidium* Gower Ramsey and inflorescence quality by the multiple liner regression analysis. *, **, *** significant different at $P \leq 0.05$, 0.01, and 0.001, respectively (n = 24).

^y R: Roots; BP: Back pseudobulbs; BL: Back leaves; CP: Current pseudobulb; CL: Current leaves.

表 8. 植株各部位碳濃度對文心蘭 Gower Ramsey 花序品質之影響.

Table 8. The effect of carbon concentrations of various plant parts in *Oncidium* Gower Ramsey on inflorescence quality.

Inflorescence quality parameter	Equation ^z	P value					
		Regression	R ^y	BP	BL	CP	CL
Total length (cm)	Y = 5.46R +1.65BP +5.16BL-0.81CP -1.18CL-384.83	0.0001***	<0.0001***	0.1317	0.2018	0.6444	0.3655
No. of side branches	Y = 0.99R -0.86BP +1.37BL + 0.66CP -0.35CL -78.24	0.0015**	0.0001***	0.7626	0.7516	0.1446	0.1773

^z Relationships between carbon concentration of various plant parts of *Oncidium* Gower Ramsey and inflorescence quality by the multiple liner regression analysis. *, **, *** significant different at $P \leq 0.05$, 0.01, and 0.001, respectively (n = 24).

^y R: Roots; BP: Back pseudobulbs; BL: Back leaves; CP: Current pseudobulb; CL: Current leaves.

表 9. 植株各部位氮濃度對文心蘭 *Oncidium* Gower Ramsey 花序品質之影響.

Table 9. The effect of nitrogen concentrations of various plant parts in *Oncidium* Gower Ramsey on inflorescence quality.

Inflorescence quality parameter	Equation ^z	P value					
		Regression	R ^y	BP	BL	CP	CL
Total length (cm)	Y = 17.21R -9.17BP -5.80BL+ 6.01CP -30.66CL +133.67	0.0064**	0.2696	0.0042**	0.0989	8922	0.0096**
No. of side branches	Y = 7.72R -1.11BP -1.06BL -1.50CP -5.46CL +13.72	0.0143*	0.7823	0.0300*	0.1002	0.1788	0.0080**

^z Relationships between nitrogen concentration of various plant parts of *Oncidium* Gower Ramsey and inflorescence quality by the multiple liner regression analysis. *, **, *** significant different at $P \leq 0.05$, 0.01, and 0.001, respectively (n = 24).

^y R: Roots; BP: Back pseudobulbs; BL: Back leaves; CP: Current pseudobulb; CL: Current leaves.

表 10. 植株各部位碳氮比對文心蘭 *Oncidium* Gower Ramsey 花序品質之影響.

Table 10. The effect of carbon nitrogen ratios of various plant parts in *Oncidium* Gower Ramsey on inflorescence quality.

Inflorescence quality parameter	Equation ^z	P value					
		Regression	R ^y	BP	BL	CP	CL
Total length (cm)	Y = -0.67R +0.57BP +0.94BL - 0.81CP +4.13CL -30.27	0.0033**	0.0142**	0.0047*	0.1442	0.5742	0.0192*
No. of side branches	Y = -0.34R +0.03BP +0.22BL +0.003CP +0.68CL-2.86	0.0467*	0.1081	0.0661	0.1601	0.4365	0.0441*

^z Relationships between carbon nitrogen ratio of various plant parts of *Oncidium* Gower Ramsey and inflorescence quality by the multiple liner regression analysis. *, **, *** significant different at $P \leq 0.05$, 0.01, and 0.001, respectively (n = 24).

^y R: Roots; BP: Back pseudobulbs; BL: Back leaves; CP: Current pseudobulb; CL: Current leaves.

表 11. 具不同商業等級花序之文心蘭 Gower Ramsey 植體各部位葡萄糖含量.

Table 11. Glucose contents of various plant parts of *Oncidium* Gower Ramsey with different inflorescence grades.

Inflorescence grade ^z	Glucose content (mg)						
	Back pseudobulbs	Back leaves	Current pseudobulb	Current leaves	Roots	Inflorescence	Total
A	156.9a ^y	21.4a	72.9a	6.9a	8.6ab	25.1a	291.9a
B	42.8b	6.3b	37.0b	3.5b	12.8a	5.7b	102.9b
C	24.0b	0.9c	47.3ab	4.2ab	1.1b	2.4b	83.3b
D	19.1b	1.4c	24.8b	3.0b	10.8a	0.4b	61.5b

^z Index for inflorescence grading. A: inflorescence is more than 88 cm in length and has eight or more side branches; B: inflorescence is between 78 to 88 cm in length and has five or more side branches; C: inflorescence is between 68 to 78 cm in length and has three or more side branches; D: inflorescence length is less than 68 cm in length and has one or two side branches.

^y Means in the same column followed by a different letter are significantly different at $P \leq 0.05$ by least significant different test (n =6) .

表 12. 具不同商業等級花序之文心蘭 Gower Ramsey 植體各部位果糖含量.

Table 12. Fructose contents of various plant parts of *Oncidium* Gower Ramsey with different inflorescence grades.

Inflorescence grade ^z	Fructose content (mg)						
	Back pseudobulbs	Back leaves	Current pseudobulb	Current leaves	Roots	Inflorescence	Total
A	126.1a ^y	20.2a	74.9a	8.2a	10.3b	39.2a	279.0a
B	48.8b	6.4b	48.7a	3.9b	15.7ab	1.6b	125.1b
C	29.9b	2.5b	51.8a	4.7b	6.8b	8.5b	103.8b
D	25.6b	2.3b	55.5a	2.8b	21.7a	5.5b	113.6b

^z Index for inflorescence grading. A: inflorescence is more than 88 cm in length and has eight or more side branches; B: inflorescence is between 78 to 88 cm in length and has five or more side branches; C: inflorescence is between 68 to 78 cm in length and has three or more side branches; D: inflorescence length is less than 68 cm in length and has one or two side branches.

^y Means in the same column followed by a different letter are significantly different at $P \leq 0.05$ by least significant different test (n=6) .

表 13. 具不同商業等級花序之文心蘭 Gower Ramsey 植體各部位蔗糖含量.

Table 13. Sucrose contents of various plant parts of *Oncidium* Gower Ramsey with different inflorescence grades.

Inflorescence grade ^z	Sucrose content (mg)						
	Back pseudobulbs	Back leaves	Current pseudobulb	Current leaves	Roots	Inflorescence	Total
A	45.7a ^y	34.9a	17.2a	17.6a	22.1a	46.1a	183.5a
B	20.4b	13.0b	14.3ab	9.1b	11.4b	19.4b	87.6ab
C	16.6b	6.5bc	9.7bc	9.5b	11.9b	12.5b	66.8bc
D	10.8b	2.8c	6.3c	7.8b	12.8b	6.7b	47.2c

^z Index for inflorescence grading. A: inflorescence is more than 88 cm in length and has eight or more side branches; B: inflorescence is between 78 to 88 cm in length and has five or more side branches; C: inflorescence is between 68 to 78 cm in length and has three or more side branches; D: inflorescence length is less than 68 cm in length and has one or two side branches.

^y Means in the same column followed by a different letter are significantly different at $P \leq 0.05$ by least significant different test ($n=6$).

表 14. 具不同商業等級花序之文心蘭 Gower Ramsey 植體各部位澱粉含量.

Table 14. Starch contents of various plant parts of *Oncidium* Gower Ramsey with different inflorescence grades.

Inflorescence grade ^z	Starch content (mg)						
	Back pseudobulbs	Back leaves	Current pseudobulb	Current leaves	Roots	Inflorescence	Total
A	20.1a ^y	0.3a	1.7a	0.2a	0.6b	1.1a	24.0a
B	20.4a	0.4a	26.3a	0.1a	0.6b	0.6a	48.4a
C	24.5a	0.4a	29.1a	1.4a	0.3b	0.4a	56.1a
D	34.2a	2.0a	39.4a	0.5a	5.3a	2.1a	83.4a

^z Index for inflorescence grading. A: inflorescence is more than 88 cm in length and has eight or more side branches; B: inflorescence is between 78 to 88 cm in length and has five or more side branches; C: inflorescence is between 68 to 78 cm in length and has three or more side branches; D: inflorescence length is less than 68 cm in length and has one or two side branches.

^y Means in the same column followed by a different letter are significantly different at $P \leq 0.05$ by least significant different test (n =6) .

表 15 具不同商業等級花序之文心蘭 Gower Ramsey 植體各部位非結構性碳水化合物含量。

Table 15. Non structure carbohydrate contents of various plant parts of *Oncidium* Gower Ramsey with different inflorescence grades.

Inflorescence grade ^z	Non structure carbohydrate content (mg)						
	Back pseudobulbs	Back leaves	Current pseudobulb	Current leaves	Roots	Inflorescence	Total
A	348.8a ^y	76.8a	166.8a	32.9a	41.6a	111.5a	778.3a
B	132.4b	26.1b	126.3ab	16.7b	40.5ab	21.9b	363.9b
C	95.0b	10.2c	138.0ab	19.8b	20.1b	27.0b	310.0b
D	55.5b	6.7c	86.6b	13.6b	45.2a	14.7b	222.4b

^z Index for inflorescence grading. A: inflorescence is more than 88 cm in length and has eight or more side branches; B: inflorescence is between 78 to 88 cm in length and has five or more side branches; C: inflorescence is between 68 to 78 cm in length and has three or more side branches; D: inflorescence length is less than 68 cm in length and has one or two side branches.

^y Means in the same column followed by a different letter are significantly different at $P \leq 0.05$ by least significant different test (n = 6) .

表 16. 文心蘭 Gower Ramsey 在不同月份的花序品質 (2009/06/06 –2010/ 05 /09).

Table 16. Inflorescence quality of *Oncidium* Gower Ramsey in different months (2009/06/06-2010/05/09).

Month	Inflorescence fresh weight (g)	Flower stalk length (cm)	No. of side branches
June	50.0a ^z	135a	11.7a
September	21.4c	95c	9.2b
December	16.7c	83d	8.7b
March	32.5b	103b	9.8b

^z Means in the same column followed by a different letter are significantly different at $P \leq 0.05$ by least significant different test (n=6).

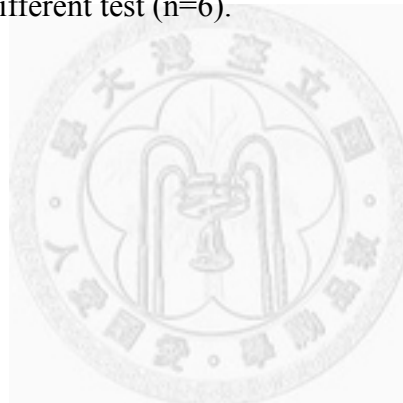


表 17. 文心蘭 Gower Ramsey 植株在不同月份各部位之乾重(2009/06/06-2010/05/09).

Table 17. Dry weight of various plant parts of *Oncidium* Gower Ramsey in different months (2009/06/06-2010/05/09).

Month	Dry weight (g)						Total
	Back pseudobulbs	Back leaves	Current pseudobulb	Current leaves	Roots	Inflorescence	
June	2.0b ^z	2.1b	4.0a	2.8b	3.2c	7.5a	21.5b
September	4.6a	2.9ab	2.5b	4.3a	3.7b	3.1c	21.2b
December	4.5a	2.9ab	1.8b	1.8c	2.5d	2.4c	15.9c
March	5.2a	4.0a	4.3a	2.4bc	4.4a	4.8b	25.0a

^z Means in the same column followed by a different letter are significantly different at $P \leq 0.05$ by LSD test (n=6).

表 18. 文心蘭 Gower Ramsey 植株在不同月份各部位之碳含量(2009/06/06-2010/05/09).

Table 18. Carbon content of various plant parts of *Oncidium* Gower Ramsey in different months (2009/06/06-2010/05/09).

Month	Carbon content (mg)						
	Back pseudobulbs	Back leaves	Current pseudobulb	Current leaves	Roots	Inflorescence	Total
June	812b ^z	945b	1666a	1243b	1413c	3353a	9432b
September	1905a	1334ab	1044b	1961a	1695b	1411c	9348b
December	1860a	1298ab	723c	810c	1139d	1064c	6893c
March	2135a	1636a	1815a	1056bc	1988a	2130b	10760a

^z Means in the same column followed by a different letter are significantly different at $P \leq 0.05$ by LSD test (n=6).

表 19. 文心蘭 Gower Ramsey 植株在不同月份各部位之氮含量(2009/06/06-2010/05/09).

Table 19. Nitrogen content of various plant parts of *Oncidium* Gower Ramsey in different months (2009/06/06-2010/05/09).

Month	Nitrogen content (mg)						Total
	Back pseudobulbs	Back leaves	Current pseudobulb	Current leaves	Roots	Inflorescence	
June	24.4b ^z	38.5a	38.7a	52.6b	39.5c	86.3a	279.9a
September	47.0a	46.3a	35.3a	75.0a	53.1b	42.9bc	299.6a
December	43.2a	42.2a	20.0b	34.3c	37.1c	35.0c	211.8b
March	41.8a	33.9a	31.7a	41.2bc	62.3a	52.7b	263.5ab

^z Means in the same column followed by a different letter are significantly different at $P \leq 0.05$ by LSD test (n=6).

表 20. 具不同新芽數目之文心蘭 Gower Ramsey 植株各部位乾重.

Table 20. Dry weight of various plant parts of *Oncidium* Gower Ramsey with different bud numbers.

Newly-formed buds ^z	Dry weight (g)					
	Leaves	Pseudobulbs	Roots	Vegetative buds	Flower bud	Total
1V	5.2b ^y	6.4a	3.0b	0.5c	— ^x	15.1b
2V	3.9c	7.0a	2.7b	1.1b	—	14.7b
3V	4.3c	7.1a	2.7b	1.6a	—	15.7b
1V+1F	6.8a	7.0a	4.1a	0.7bc	0.7	19.4a

^z 1V, 2V, and 3V means plant with 1, 2, and 3 vegetative buds, respectively; 1V+1F means plant with 1 vegetative bud and 1 flower bud.

^y Means in the same column followed by a different letter are different at $P \leq 0.05$ by LSD test(n=9).

^x No flower bud in this group.

表 21. 具不同新芽數目之文心蘭 Gower Ramsey 植株各部位碳素含量.

Table 21. Carbon content of various plant parts of *Oncidium* Gower Ramsey with different bud numbers.

Newly-formed bud ^z	Carbon content (mg)					
	Leaves	Pseudobulbs	Roots	Vegetative buds	Flower bud	Total
1V	2518b ^y	2798a	1390b	216c	— ^x	6922b
2V	1807c	3025a	1269b	493b	—	6594b
3V	2015c	3076a	1270b	733a	—	7093b
1V+1F	3168a	3097a	1907a	336bc	333	8507a

^z 1V, 2V, and 3V means plant with 1, 2, and 3 vegetative buds, respectively; 1V+1F means plant with 1 vegetative bud and 1 flower bud.

^y Means in the same column followed by a different letter are different at $P \leq 0.05$ by LSD test(n=9).

^x No flower bud in this group.

表 22. 具不同新芽數目之文心蘭 Gower Ramsey 植株各部位氮素含量.

Table 22. Nitrogen content of various plant parts of *Oncidium* Gower Ramsey with different bud numbers.

Newly-formed buds ^z	Nitrogen content (mg)					Total
	Leaves	Pseudobulbs	Roots	Vegetative buds	Flower bud	
1V	104.7a ^y	63.5bc	51.8b	10.2c	— ^x	230.2b
2V	65.5c	63.1c	39.6c	23.8b	—	192.0c
3V	85.9b	86.8a	38.1c	36.7a	—	247.5ab
1V+1F	118.3a	80.0ab	63.8a	14.8c	11.4	276.5a

^z 1V, 2V, and 3V means plant with 1, 2, and 3 vegetative buds, respectively; 1V+1F means plant with 1 vegetative bud and 1 flower bud.

^y Means in the same column followed by a different letter are different at $P \leq 0.05$ by LSD test(n=9).

^x No flower bud in this group.



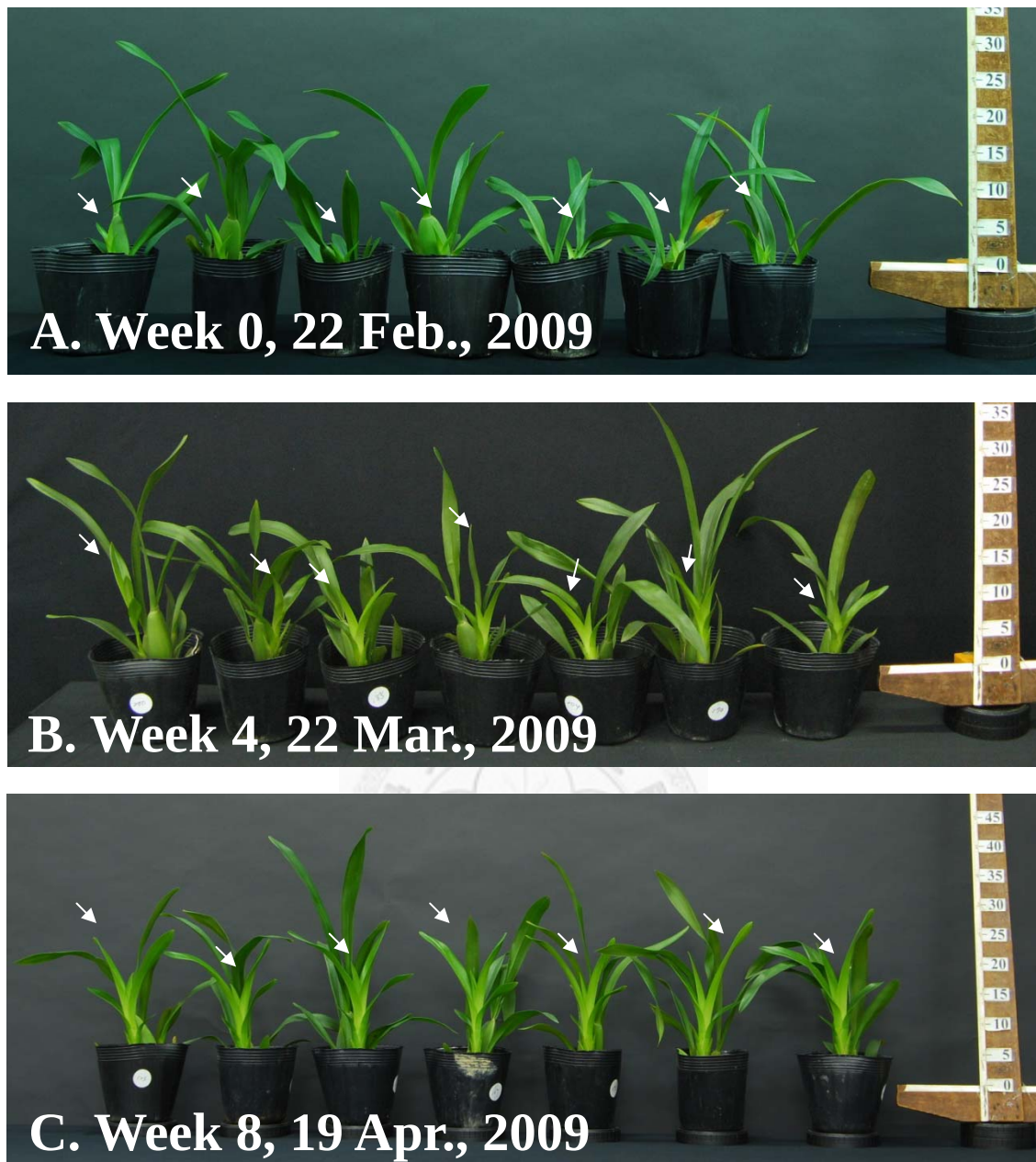


圖 1. 文心蘭 *Oncidium Gower Ramsey* 在不同生長階段之狀態。第 0 週，新芽萌發期(A)；第 4 週，芽發育期(B)；第 8 週，芽發育期(C)。

Fig. 1. Appearances of *Oncidium Gower Ramsey* at different growth stages. Week 0, stage 0, bud stage (A) ; week 4, stage 1, plantlet stage (B) ; week 8, stage 1, plantlet stage (C). White arrows indicate the current shoot.



圖 2. 文心蘭 Gower Ramsey 在不同生長階段之狀態。第 12 週，芽發育期(A)；第 16 週，假球莖出鞘期(B)；第 20 週，假球莖成熟期(C)。

Fig. 2. Appearances of *Oncidium* Gower Ramsey at different growth stages. Week 12, stage 1, plantlet stage (A) ; week 16, stage 2, unsheathing stage (B) ; week 20, stage 3, pseudobulb with inflorescence stage (C). White arrows indicate the current shoot.



圖 3. 文心蘭 Gower Ramsey 在不同生長階段之狀態。第 24 週，假球莖成熟期(A)；第 28 週，假球莖成熟期(B)。

Fig. 3. Appearances of *Oncidium* Gower Ramsey at different growth stages. Week 24, stage 3, pseudobulb with inflorescence stage (A) ; week 28, stage 3, pseudobulb with inflorescence stage (B). White arrows indicate the current shoot.



圖 4. 文心蘭 *Gower Ramsey* 在不同生長階段之狀態。第 32 週，芽萌發期(A)；第 36 週，芽萌發期(B)。

Fig. 4. Appearances of *Oncidium Gower Ramsey* at different growth stages. Week 32, stage 1, bud stage (A) ; week 36, stage 1, bud stage (B). White arrows indicate the new shoot.

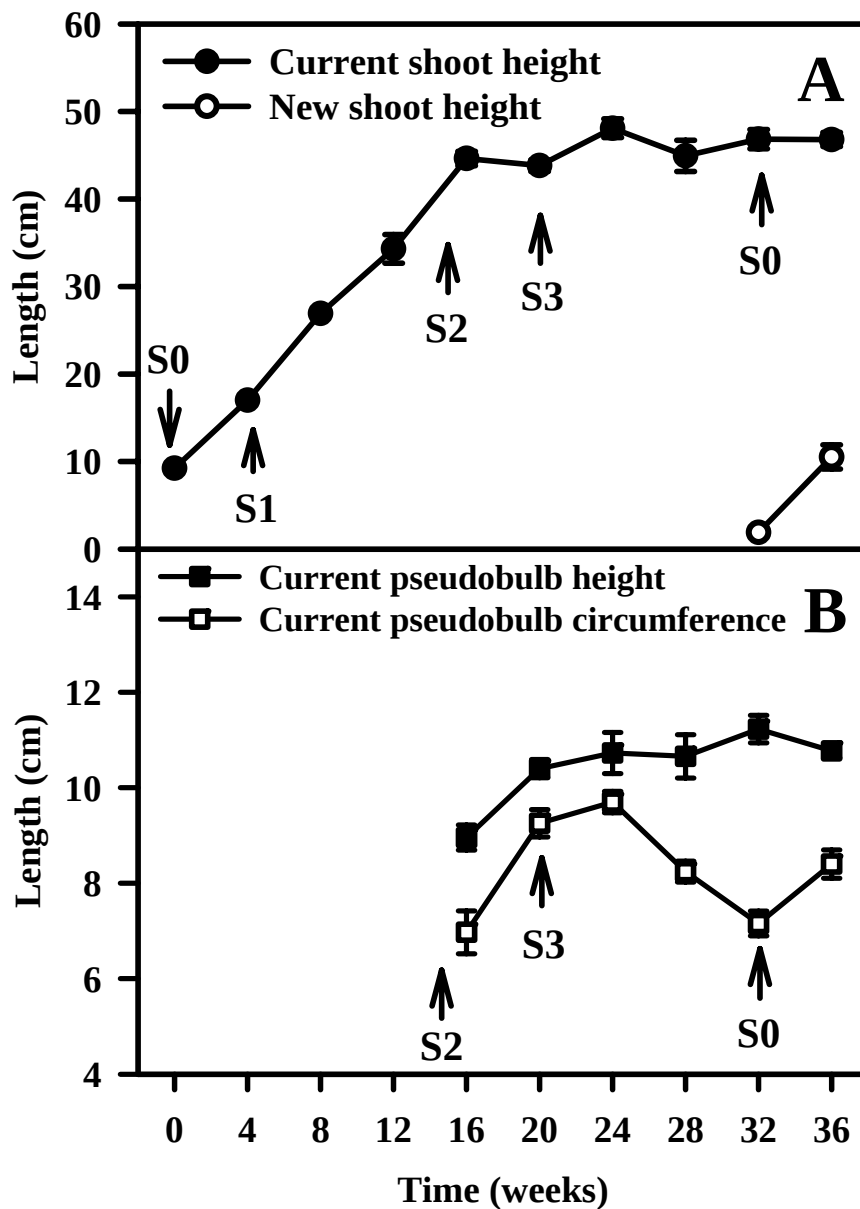


圖 5. 文心蘭 *Gower Ramsey* 生長週期內當代莖、新一代莖生長量變化圖

S0：新芽萌發期；S1：新芽發育期；S2：假球莖出鞘期；S3：假球莖成熟期。

Fig. 5. Length changes of current shoot and new shoot in *Oncidium Gower Ramsey* (n=7).

A：Changes of current shoot and new shoot height in *Oncidium Gower Ramsey*.

B：Changes of current pseudobulb's height and circumference in *Oncidium Gower Ramsey*. S0: Bud stage; S1: Plantlet stage; S2: Unsheathing stage; S3: Pseudobulb with inflorescence stage.

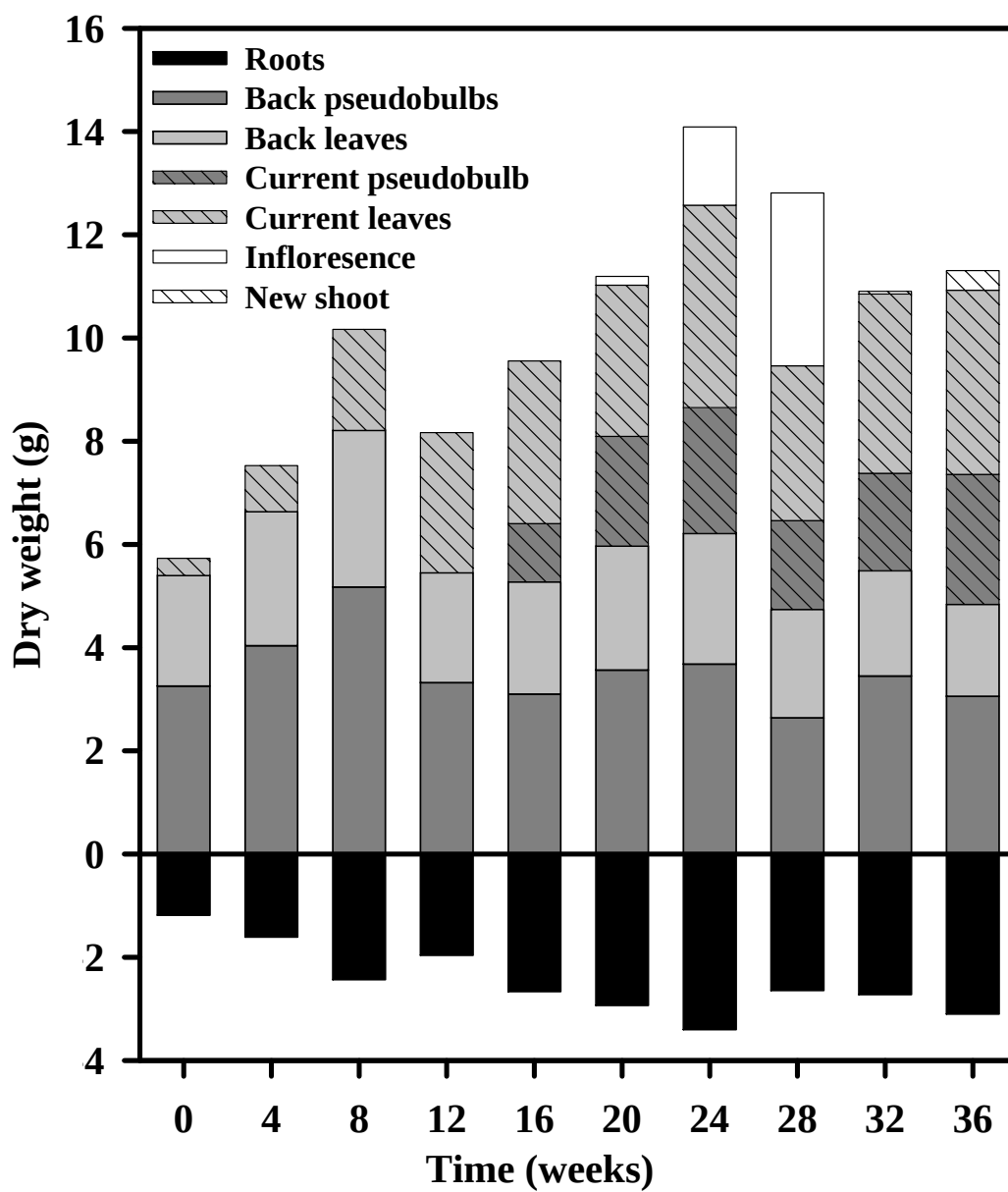


圖 6. 文心蘭生育週期內植株總乾重變化情形

Fig. 6. Changes of dry weight in *Oncidium Gower Ramsey* at different growth stages (n=7).

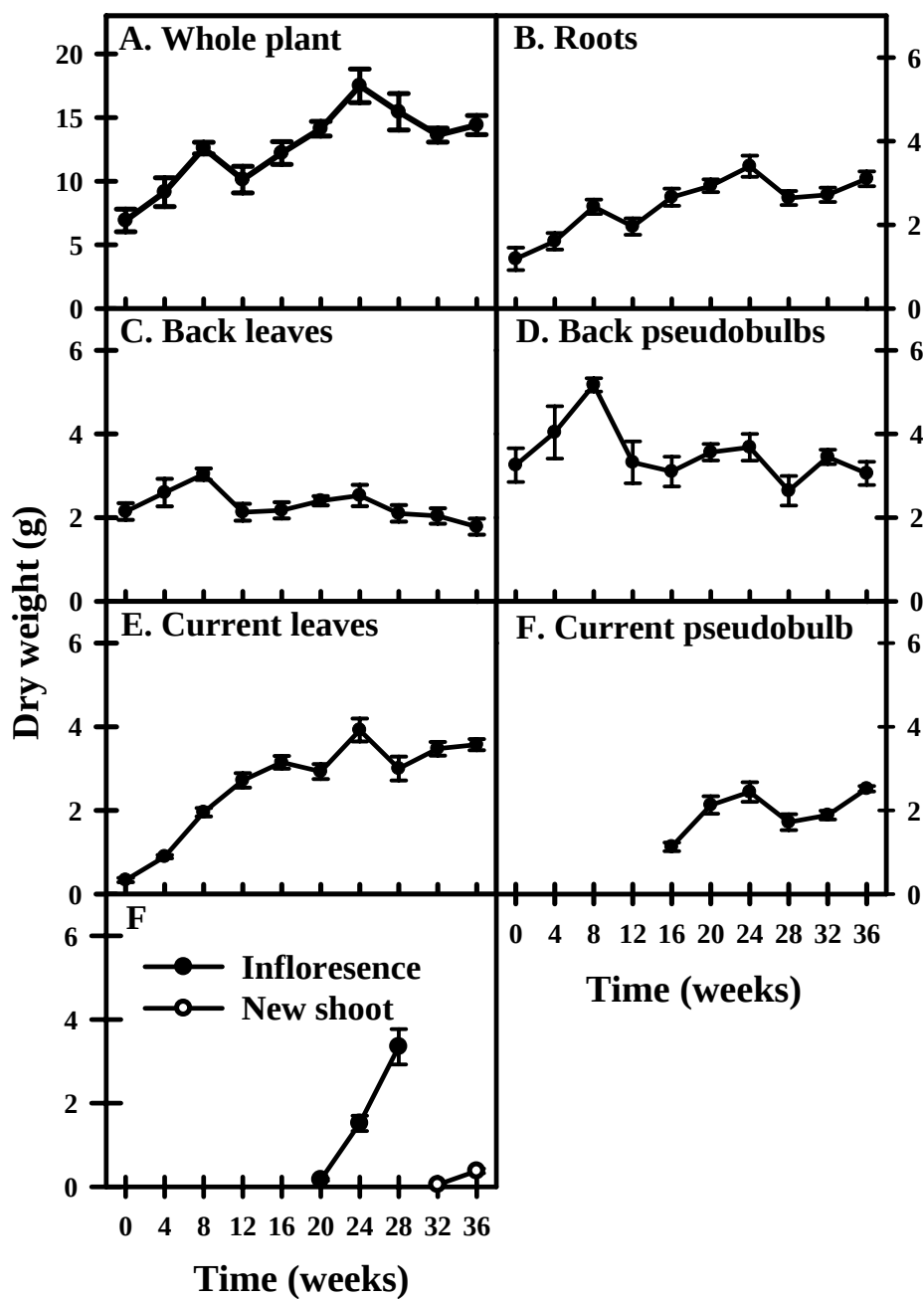


圖 7. 文心蘭 *Gower Ramsey* 生長週期內各部位乾重變化

Fig. 7. Changes of dry weight of various plant parts in *Oncidium Gower Ramsey* at different growth stages (n=7).

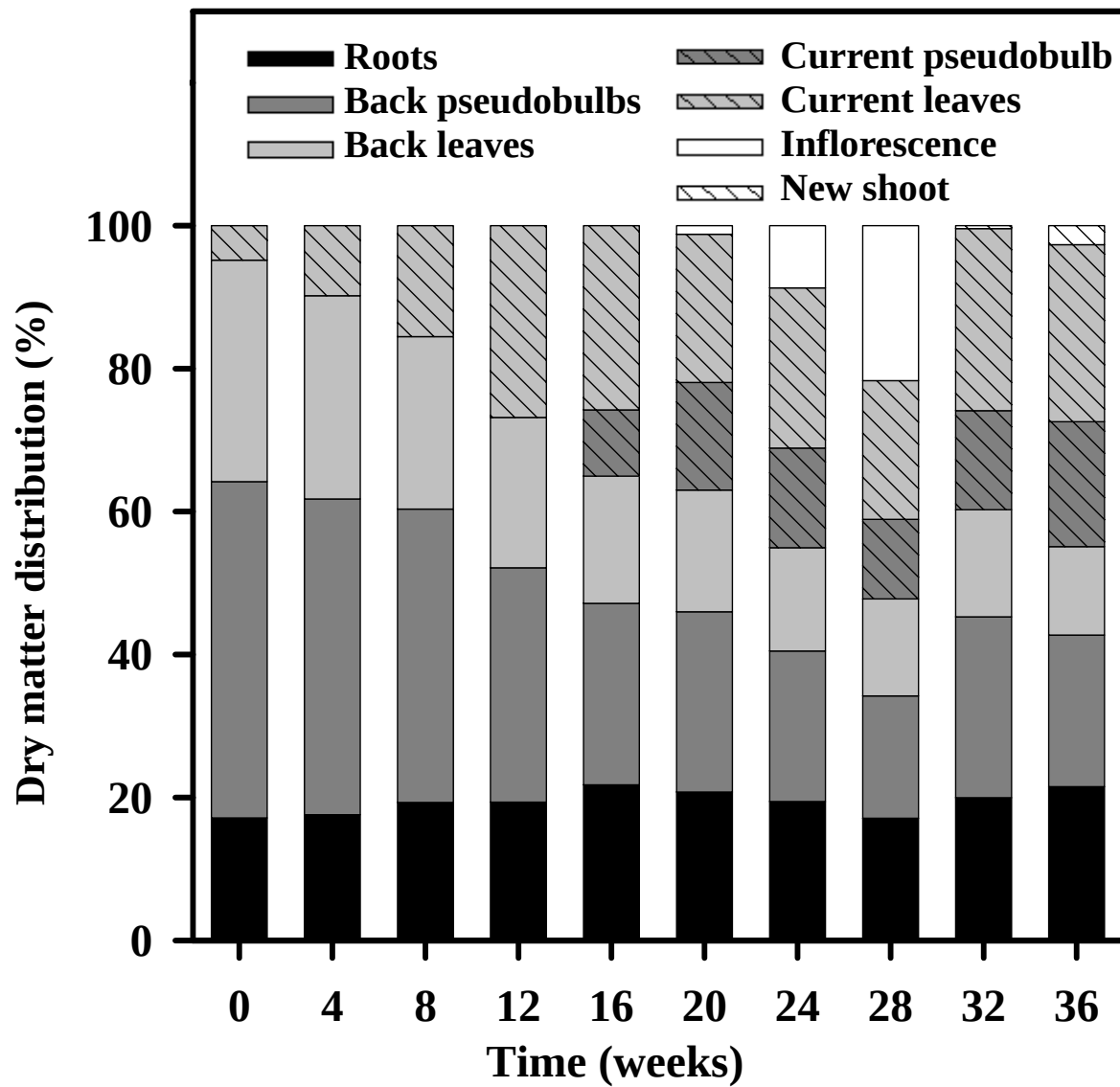


圖 8. 文心蘭 *Gower Ramsey* 生長週期內植株乾物分配百分比變化。

Fig. 8. Changes of dry matter distribution in *Oncidium Gower Ramsey* at different growth stages (n=7). Total dry matter in plant = 100%.

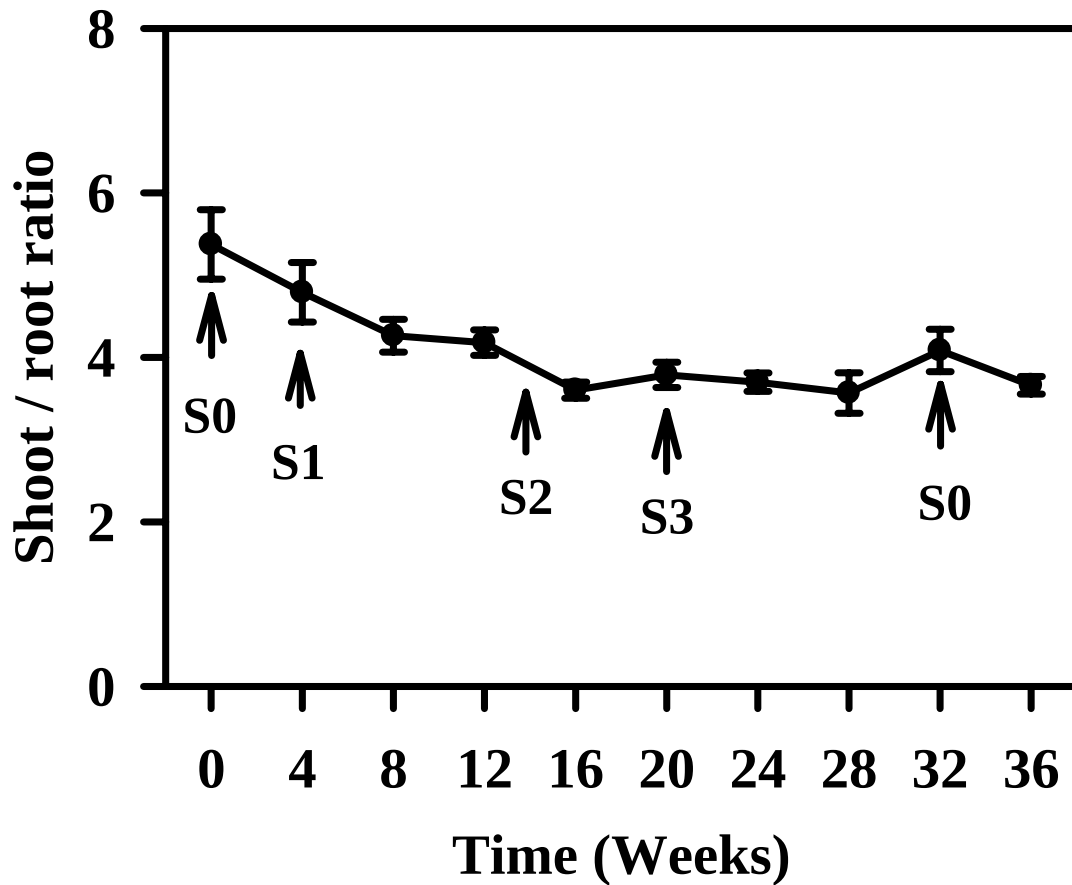


圖 9. 文心蘭 *Oncidium Gower Ramsey* 生長週期內地上部乾重與地下部乾重比值變化。

Shoot：扣除花序及根部後之植體總乾重；root：植株根部乾重。

S0：新芽萌發期；S1：新芽發育期；S2：假球莖出鞘期；S3：假球莖成熟期。

Fig. 9. Changes of shoot:root ratio in *Oncidium Gower Ramsey* at different growth stages (n=7). Shoot: Total plant dry weights without roots and inflorescence; root : dry weight of roots. S0: Bud stage; S1: Plantlet stage; S2: Unsheathing stage; S3: Pseudobulb with inflorescence stage.

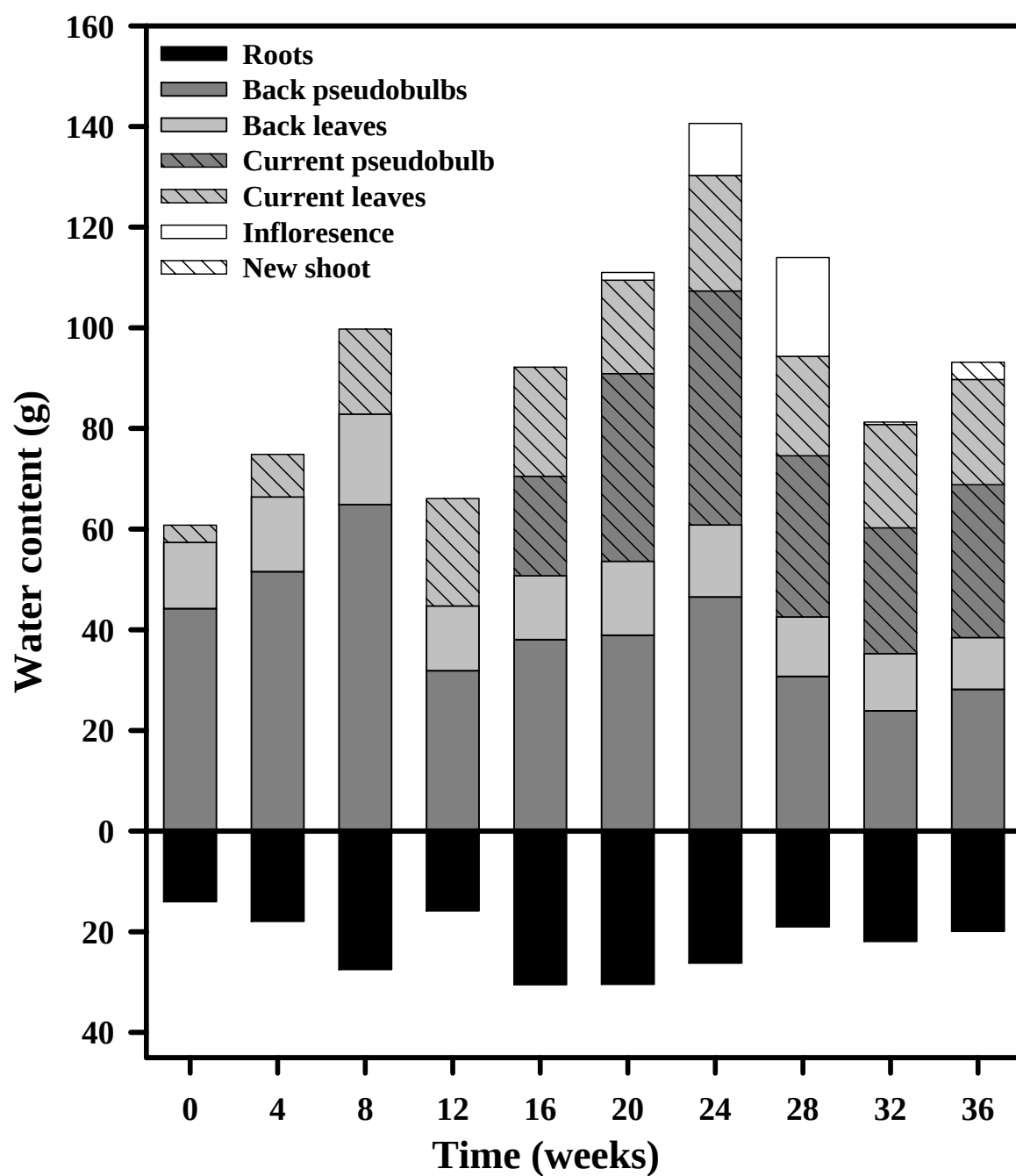


圖 10. 文心蘭生育週期內植株含水量變化情形

Fig. 10. Change of water content in *Oncidium Gower Ramsey* at different growth stages (n=7).

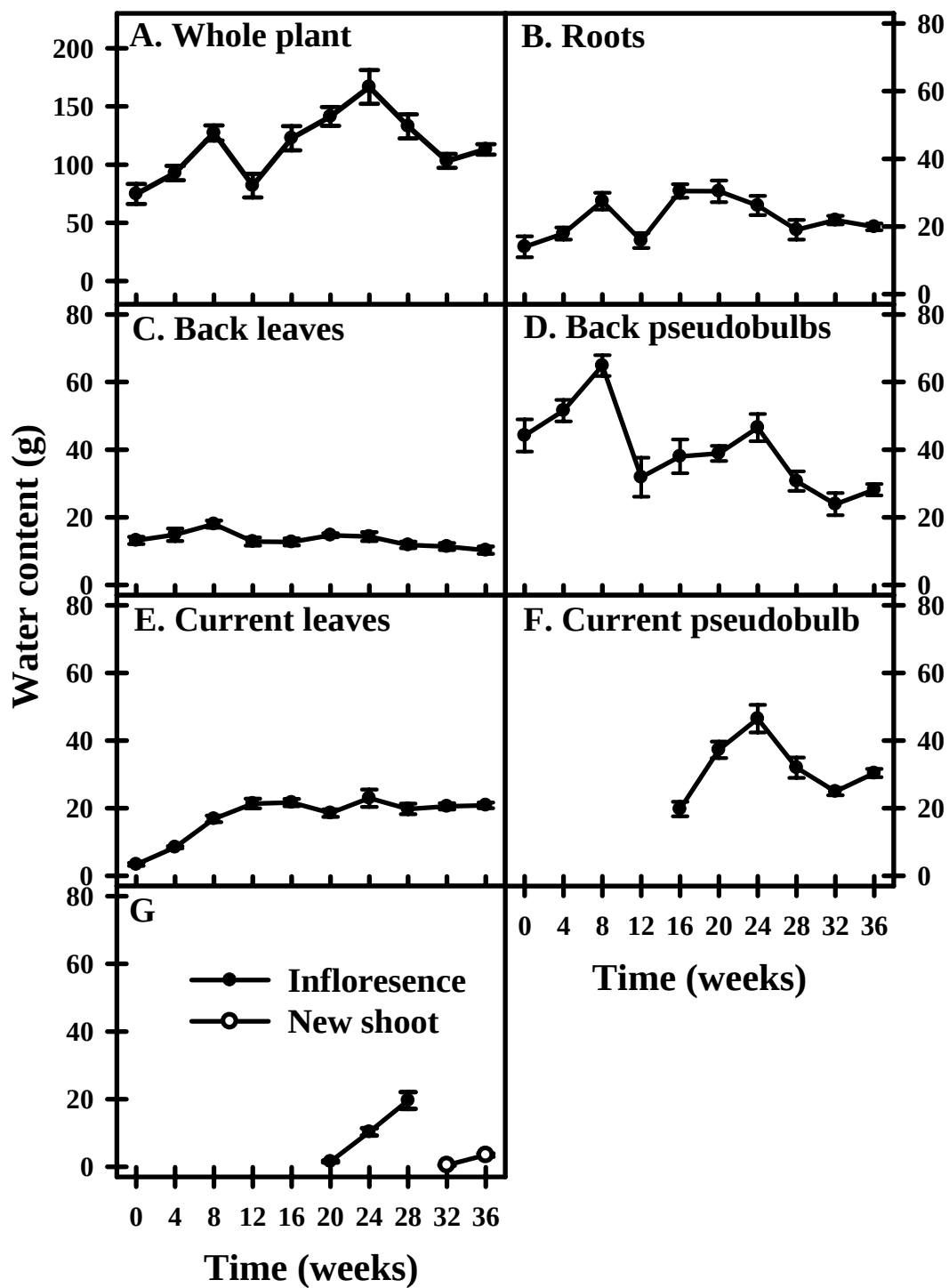


圖 11. 文心蘭 *Gower Ramsey* 生長週期內各部位含水量變化

Fig. 11. Changes of water content of various plant parts in *Oncidium Gower Ramsey* at different growth stages (n=7).

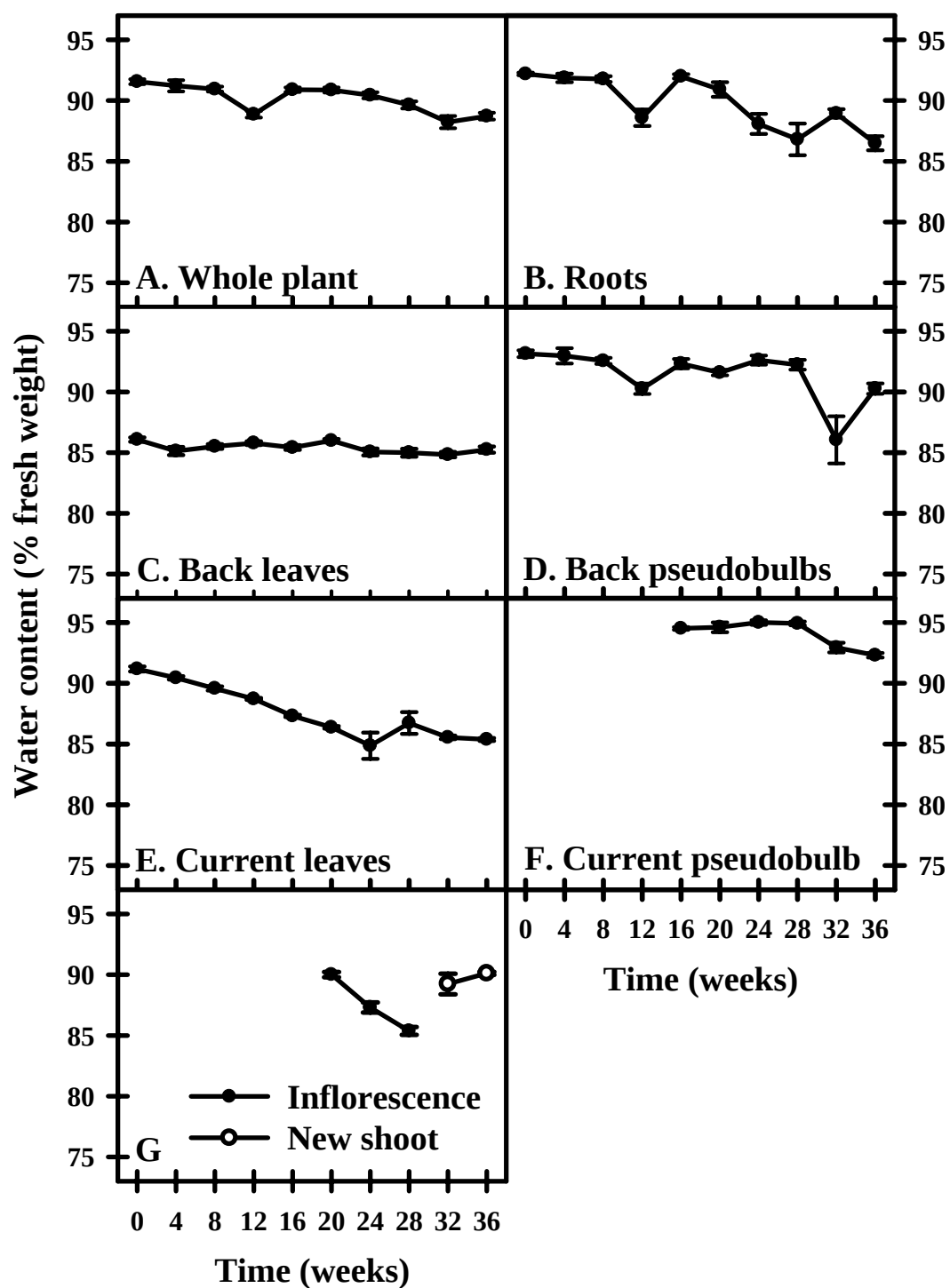


圖 12. 文心蘭 *Gower Ramsey* 生長週期內各部位含水率變化

Fig. 12. Changes of water content (% fresh weight) of various plant parts in *Oncidium Gower Ramsey* at different growth stages (n=7).

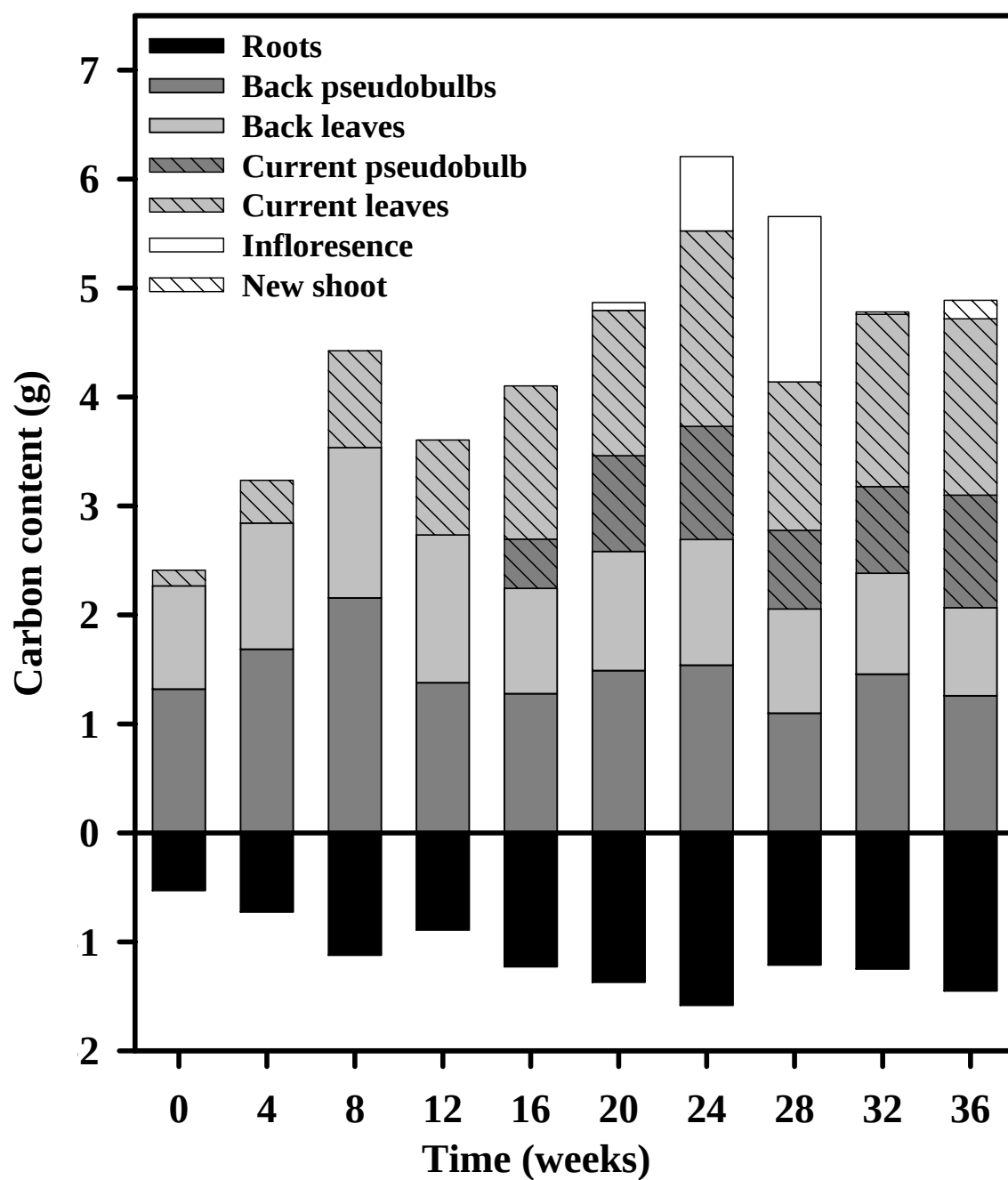


圖 13. 文心蘭生育週期內植株總碳含量變化情形

Fig. 13. Changes of carbon content in *Oncidium Gower Ramsey* at different growth stages (n=7).

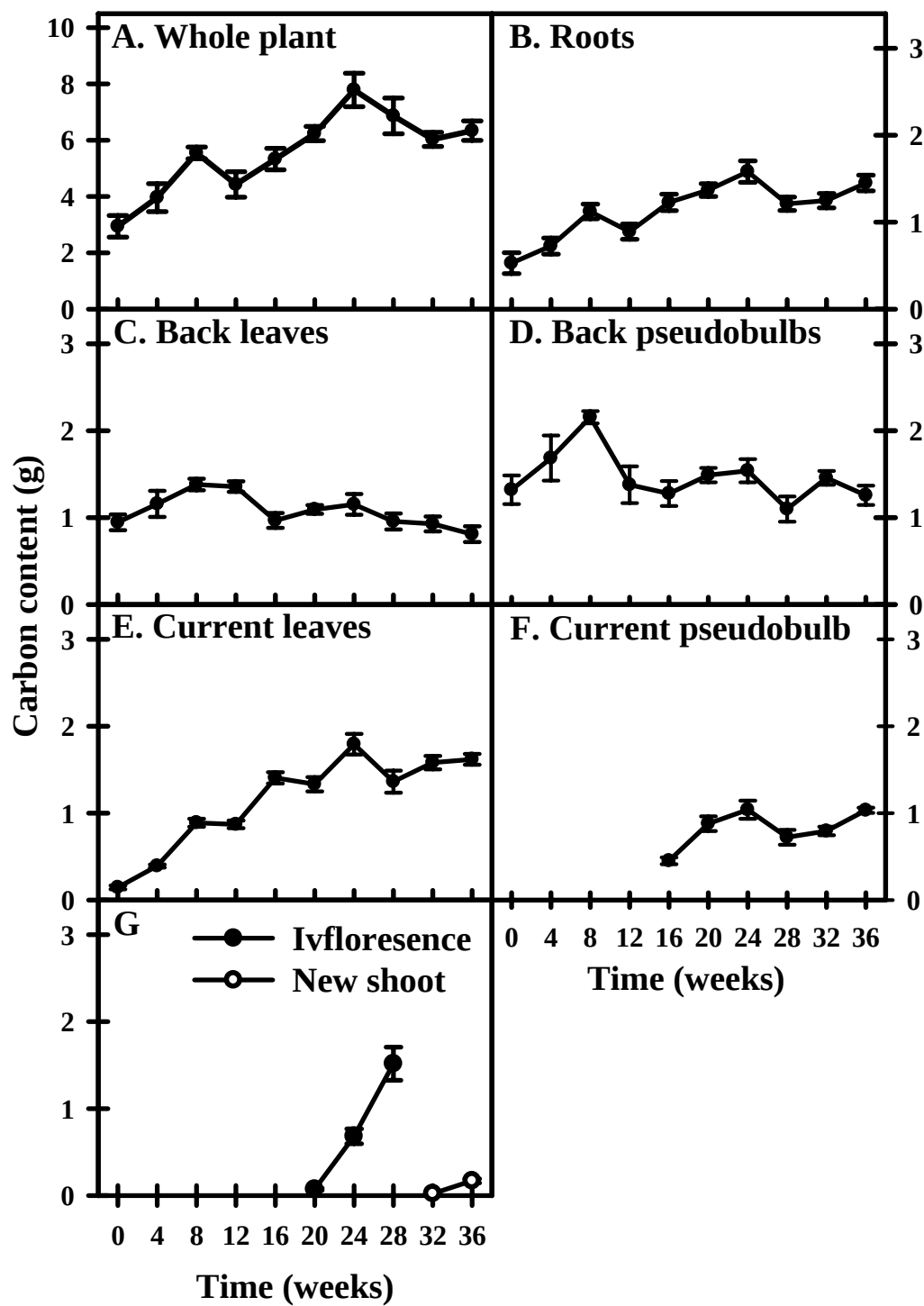


圖 14. 文心蘭 *Gower Ramsey* 生長週期內各部位碳含量變化

Fig. 14. Changes of carbon content of various plant parts in *Oncidium Gower Ramsey* at different growth stages (n=7).

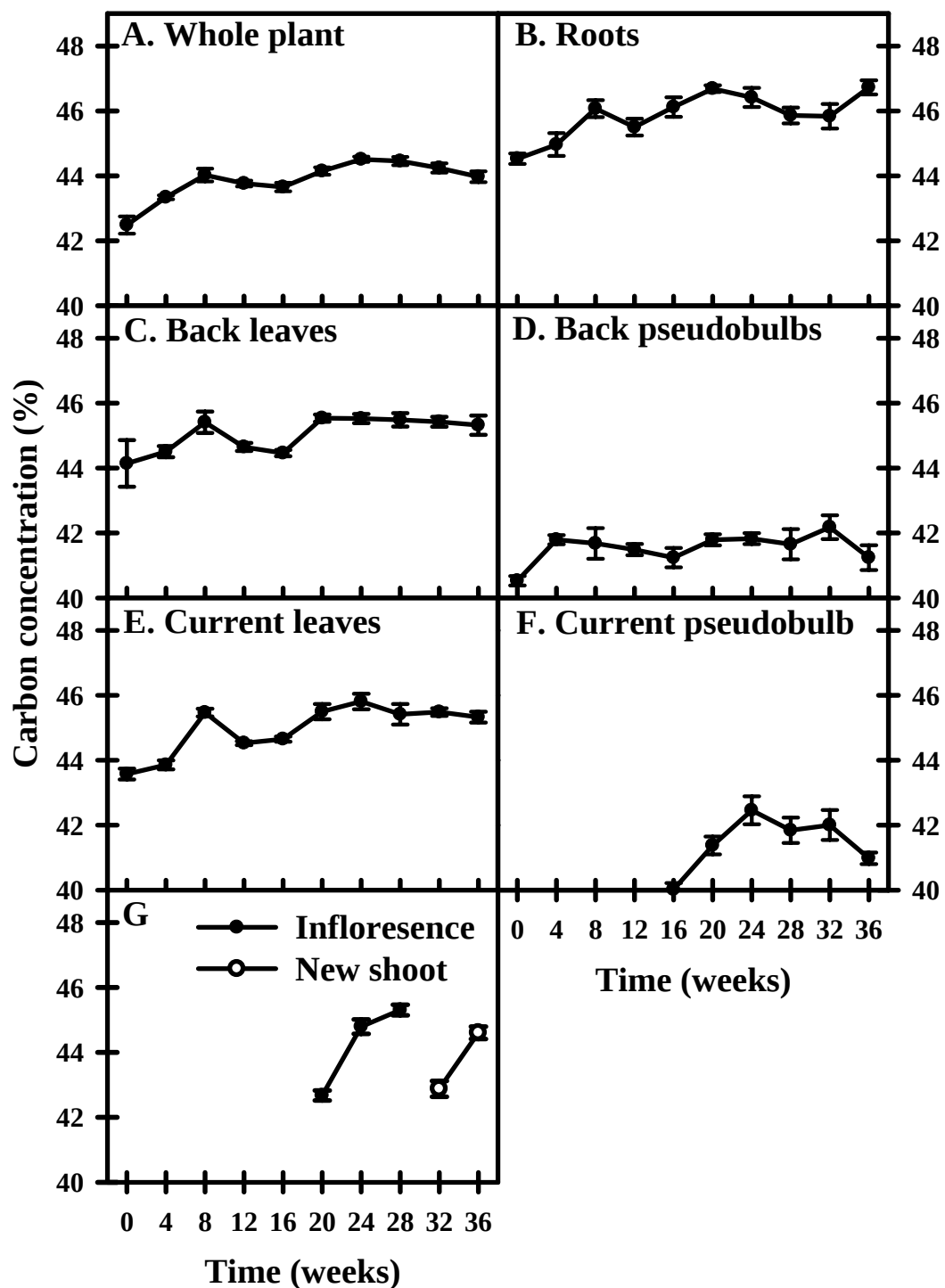


圖 15. 文心蘭 *Gower Ramsey* 生長週期內各部位碳濃度變化

Fig. 15. Changes of carbon concentration of various plant parts in *Oncidium* Gower Ramsey at different growth stages (n=7).

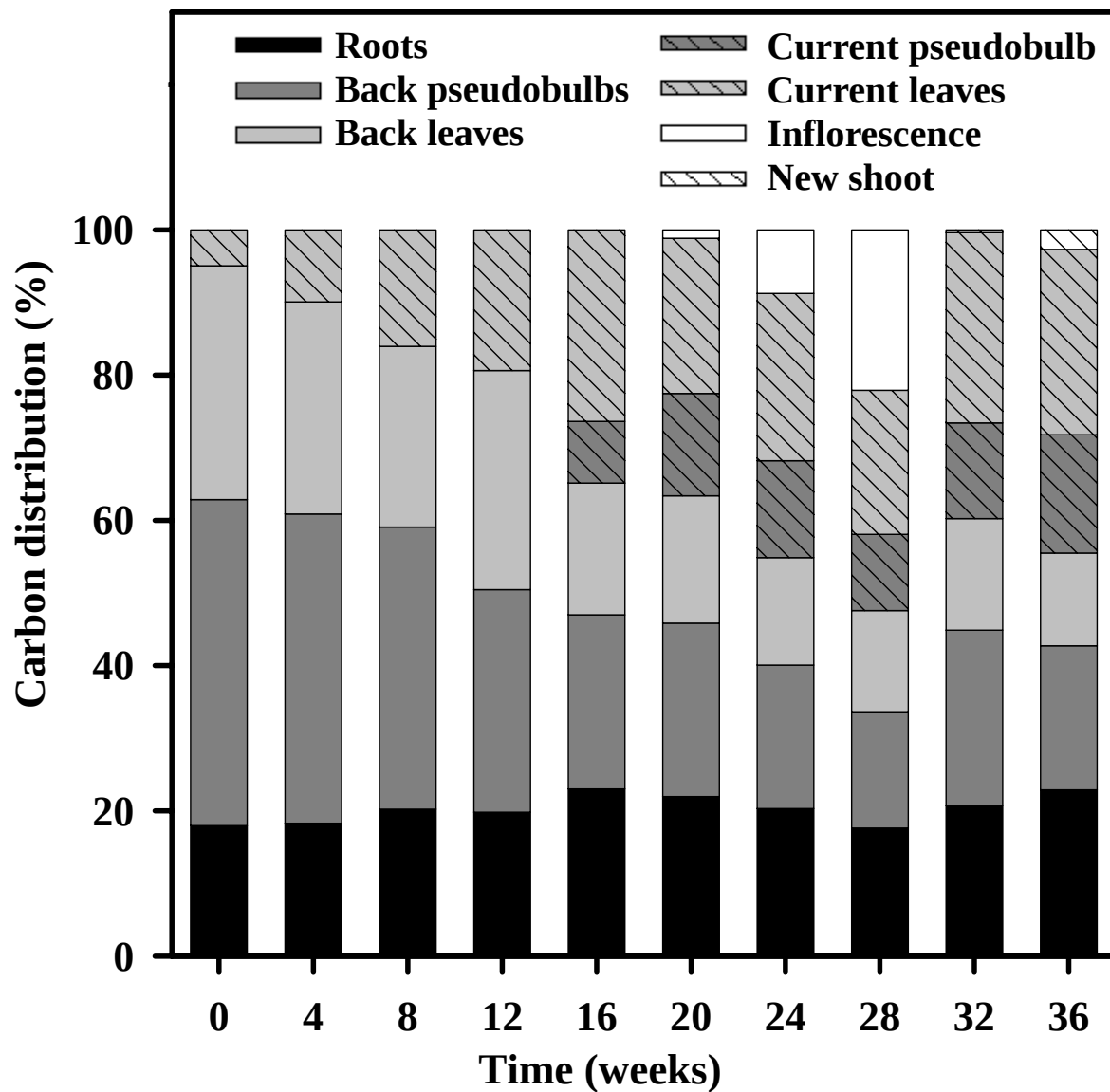


圖 16. 文心蘭 *Gower Ramsey* 生長週期內植株碳素分配百分比變化

Fig. 16. Changes of carbon distribution in *Oncidium Gower Ramsey* at different growth stages (n=7). Total carbon content in plant = 100%.

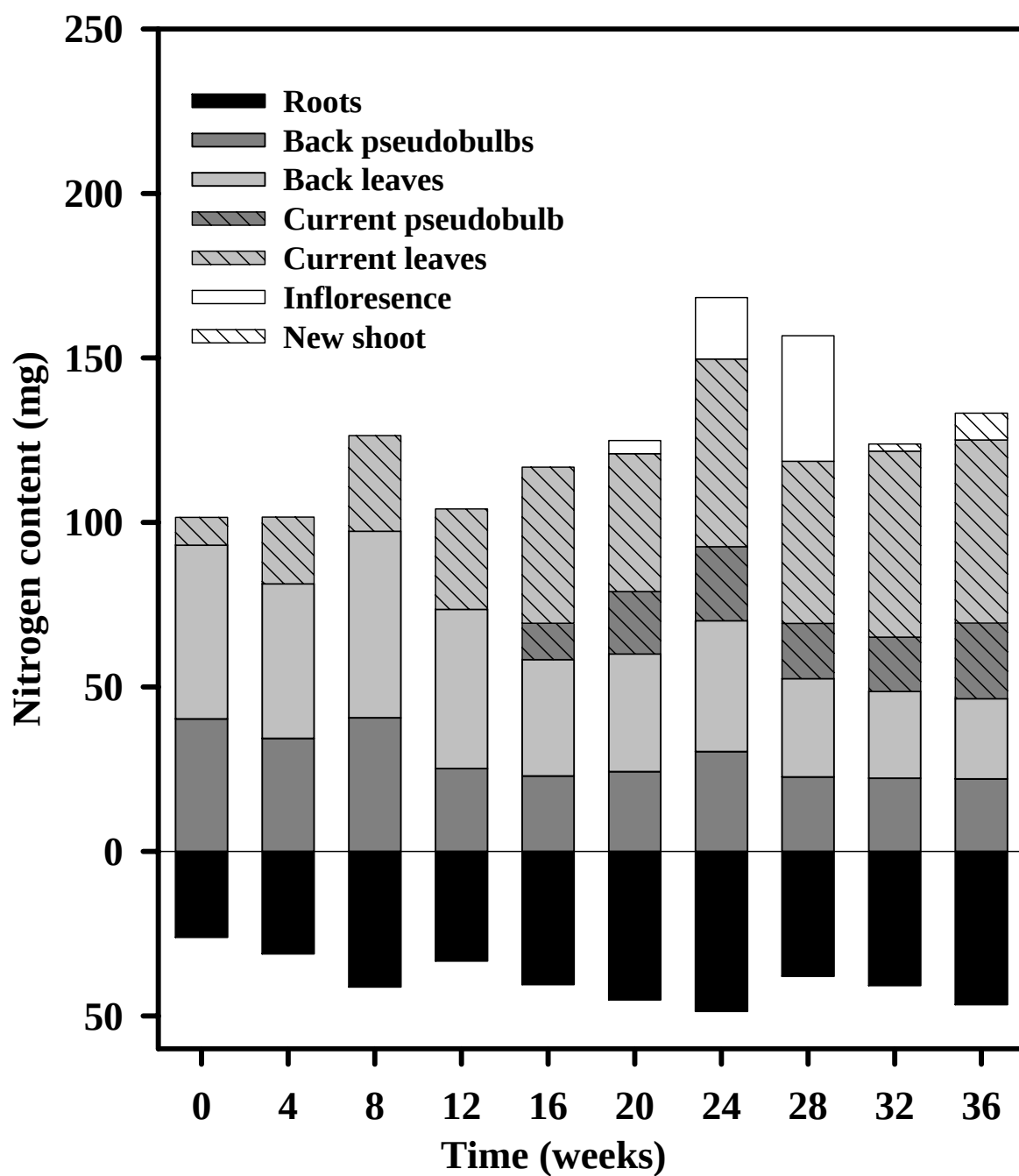


圖 17. 文心蘭生育週期內植株總氮含量變化情形

Fig. 17. Changes of nitrogen content in *Oncidium Gower Ramsey* at different growth stages (n=7).

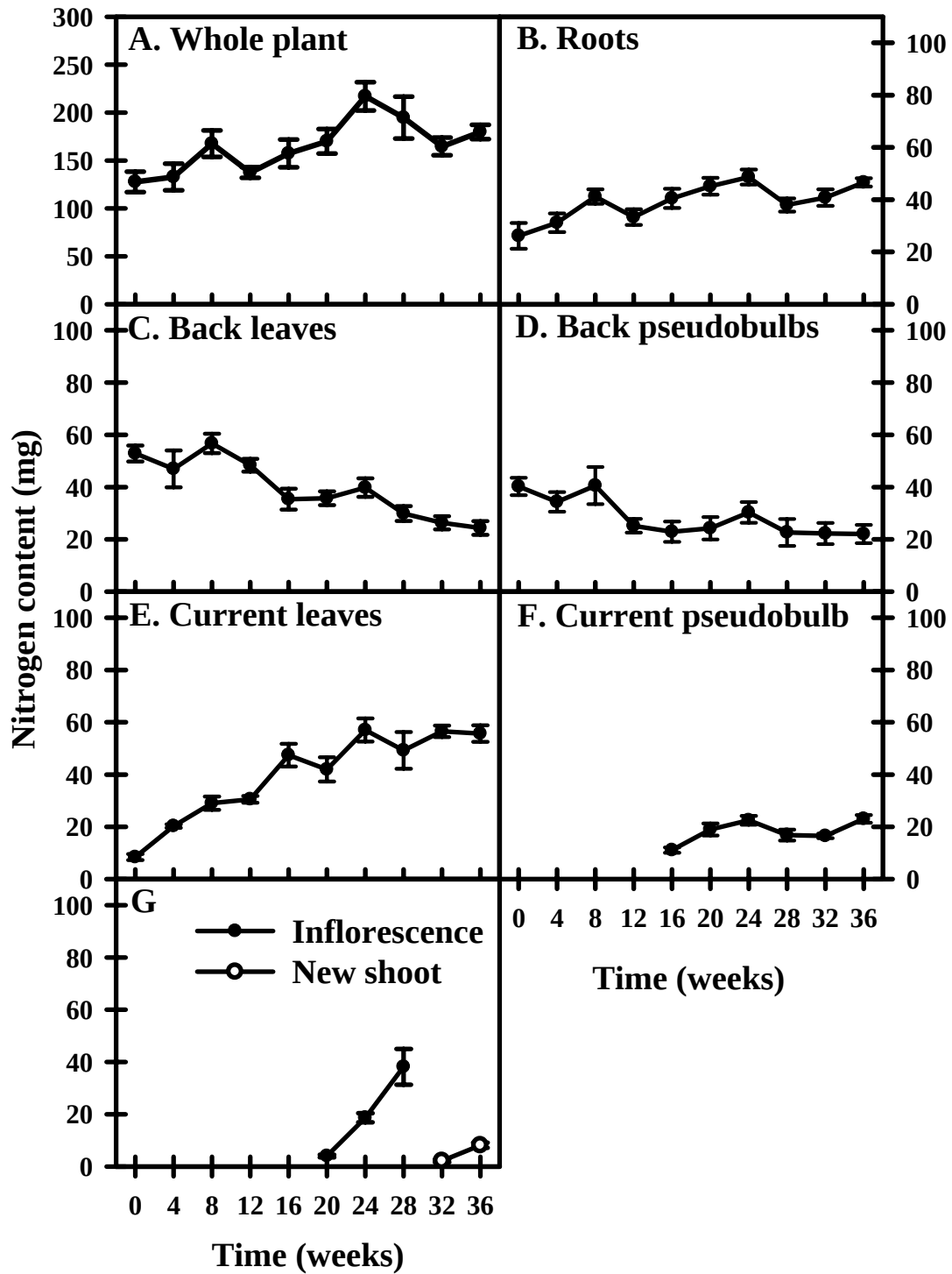


圖 18. 文心蘭 *Oncidium Gower Ramsey* 生長週期內各部位氮含量變化

Fig. 18. Changes of nitrogen content of various plant parts in *Oncidium Gower Ramsey* at different growth stages (n=7).

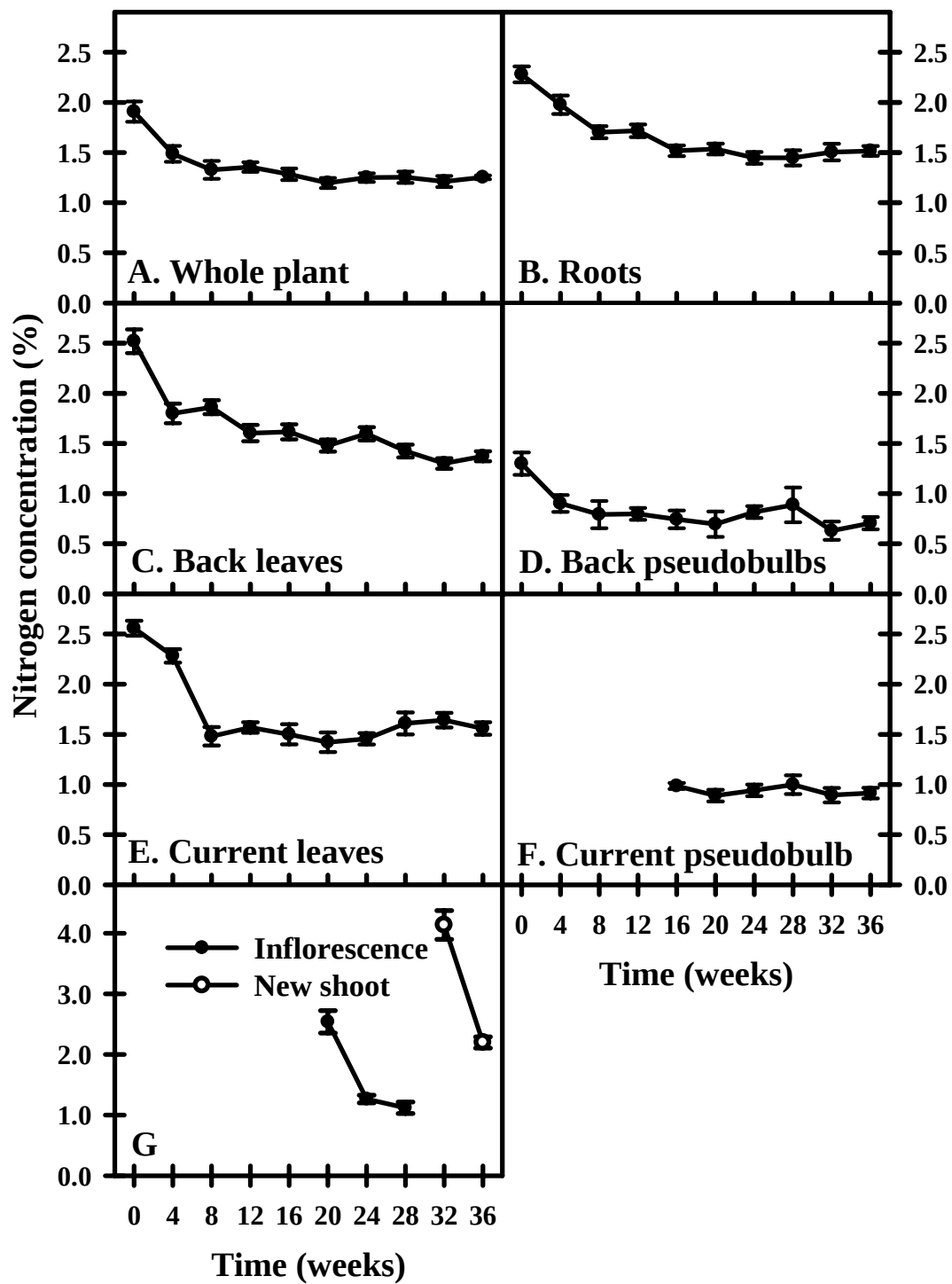


圖 19. 文心蘭 *Gower Ramsey* 生長週期內各部位氮濃度變化

Fig. 19. Changes of nitrogen concentration of various plant parts in *Oncidium Gower Ramsey* at different growth stages (n=7).

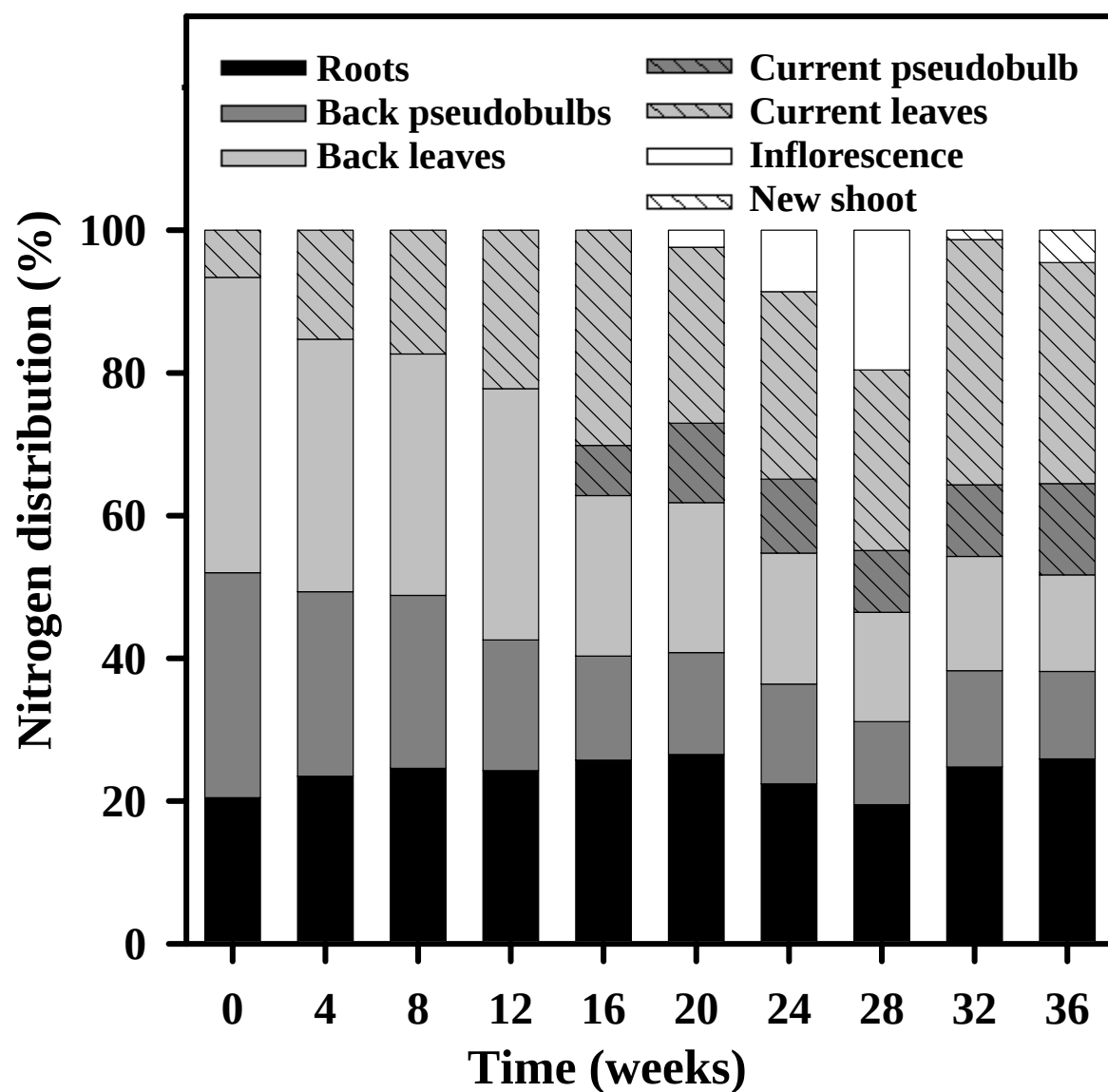


圖 20. 文心蘭 Gower Ramsey 生長週期內植株氮素分配百分比變化

Fig. 20. Changes of nitrogen distribution in *Oncidium* Gower Ramsey at different growth stages (n=7).

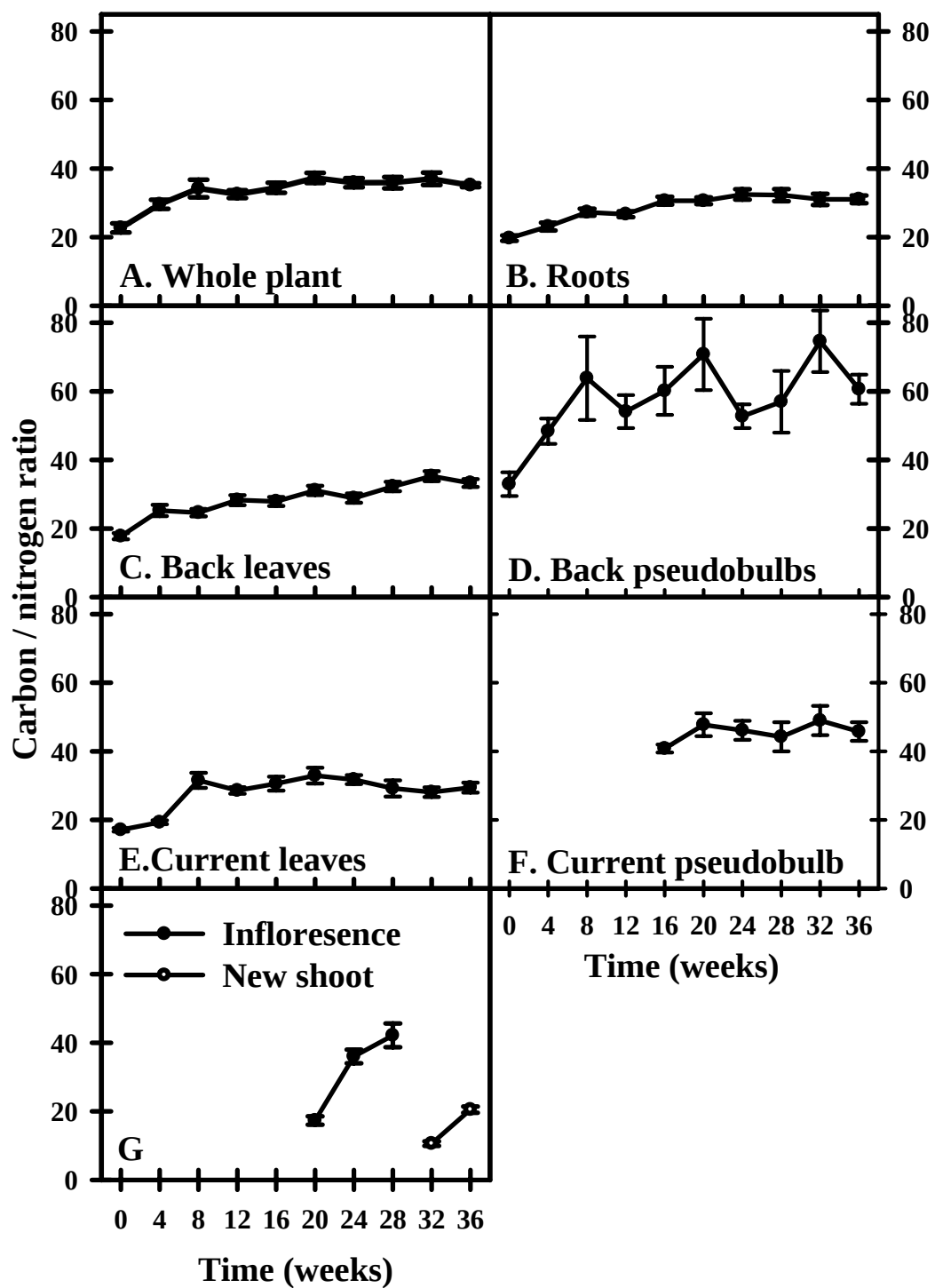


圖 21. 文心蘭 *Gower Ramsey* 生長週期內各部位碳氮比變化

Fig. 21. Changes of carbon to nitrogen ratio of various plant parts in *Oncidium Gower Ramsey* at different growth stages (n=7).

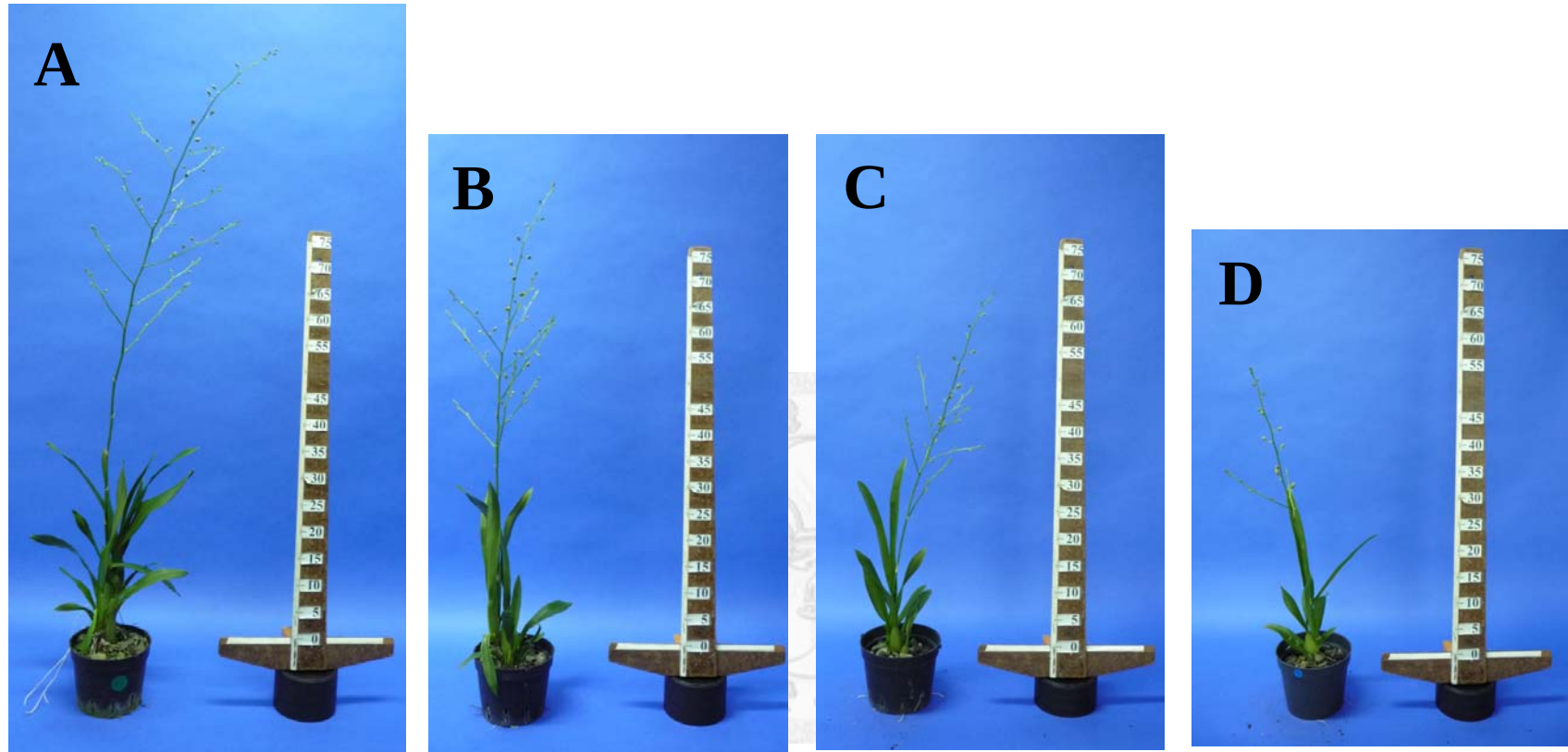


圖 22. 文心蘭 Gower Ramsey 具 A (A)、B (B)、C (C)與 D (D)級花序之植株。

Fig. 22. *Oncidium* Gower Ramsey with grade A (A) , B (B), C (C), and D (D) inflorescence.

Index for inflorescence grading. A: Inflorescence is more than 88 cm in length and has eight or more side branches; B: Inflorescence is between 78 to 88 cm in length and has five or more side branches; C: Inflorescence is between 68 to 78 cm in length and has three or more side branches; D: Inflorescence is less than 68 cm in length and has one or two side branches.

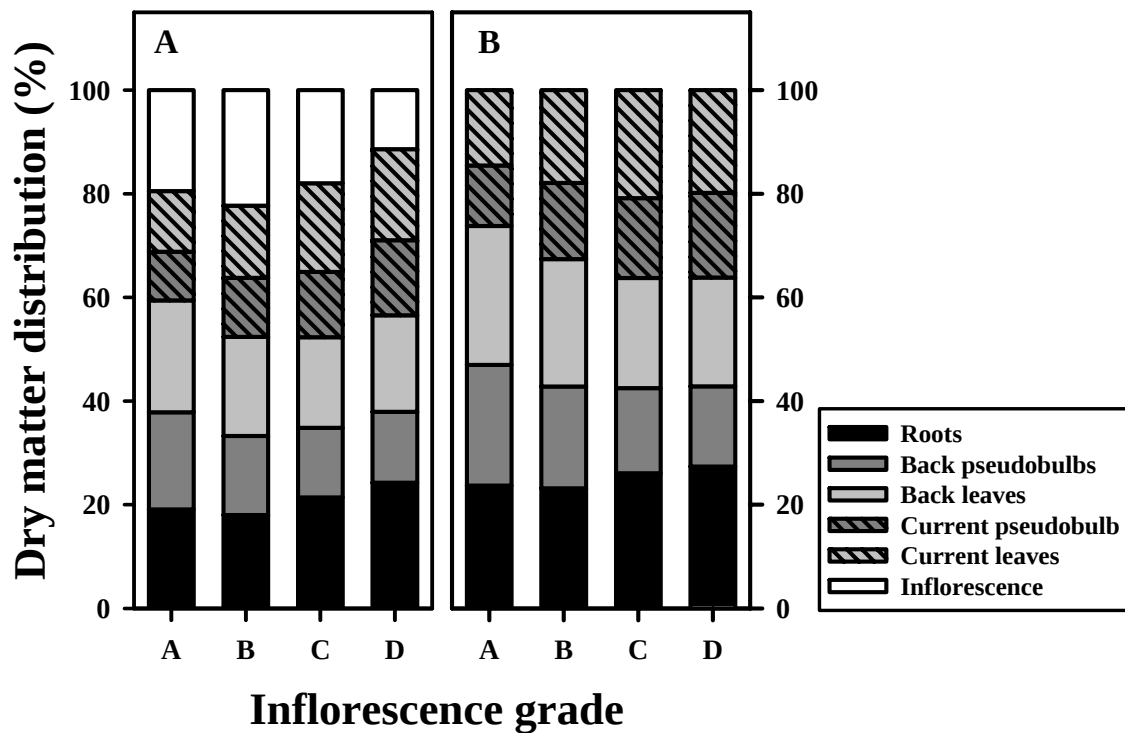


圖 23. 具不同等級花序之文心蘭 *Gower Ramsey*，植株乾物分布比例，含花序(A) 或不含花序(B)。

Fig. 23. Dry matter distribution in *Oncidium Gower Ramsey* with different inflorescence grades (n=6); inflorescence included (A), or inflorescence not included (B).

Total dry matter in plant = 100%.

Index for inflorescence grading. A: Inflorescence is more than 88 cm in length and has eight or more side branches; B: Inflorescence is between 78 to 88 cm in length and has five or more side branches; C: Inflorescence is between 68 to 78 cm in length and has three or more side branches; D: Inflorescence is less than 68 cm in length and has one or two side branches.

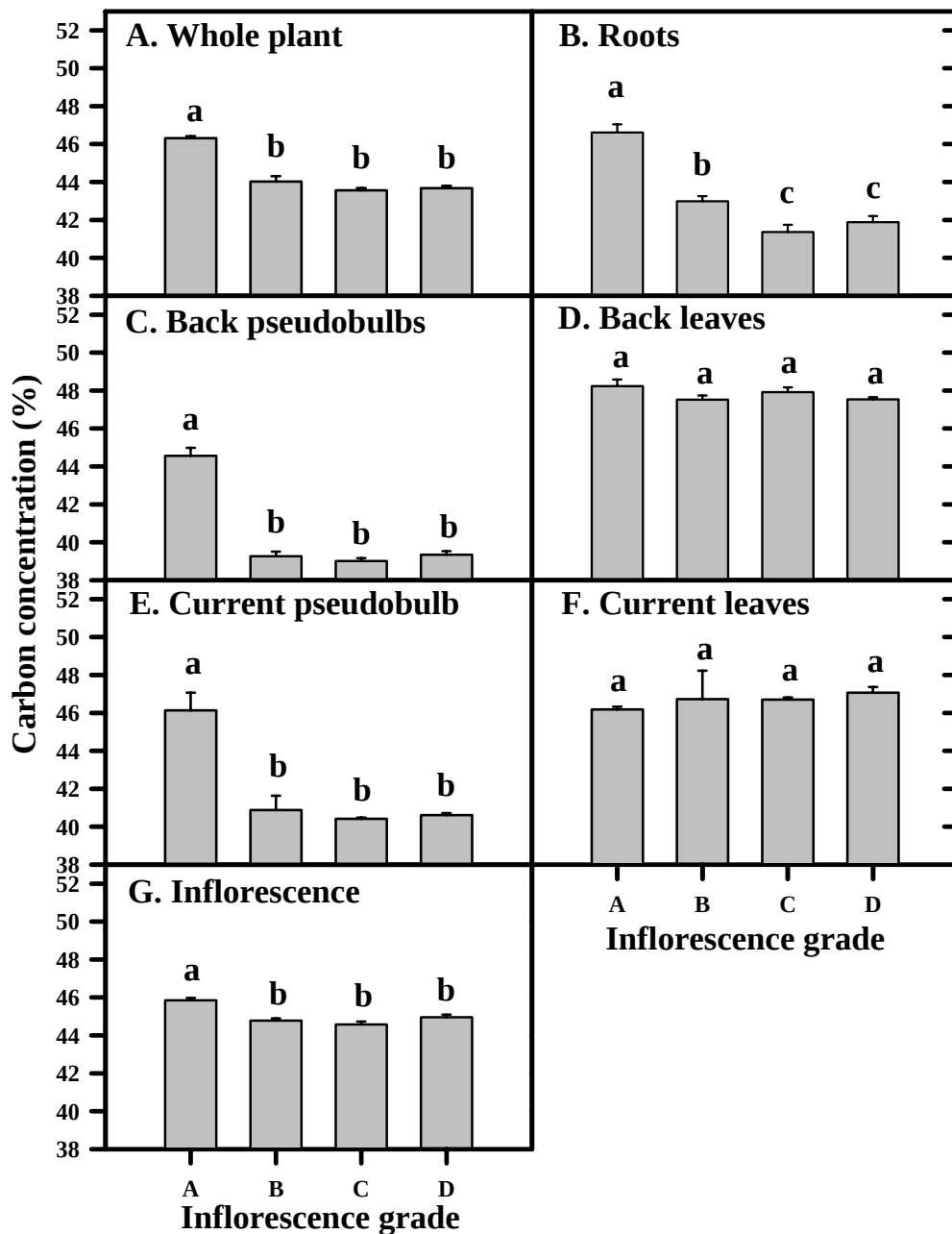


圖 24. 具不同等級花序之文心蘭 Gower Ramsey 植株，各部位之碳素濃度。

Fig. 24. Carbon concentrations of various plant parts in *Oncidium* Gower Ramsey with different inflorescence grades.

Index for inflorescence grading. A: Inflorescence is more than 88 cm in length and has eight or more side branches; B: Inflorescence is between 78 to 88 cm in length and has five or more side branches; C: Inflorescence is between 68 to 78 cm in length and has three or more side branches; D: Inflorescence is less than 68 cm in length and has one or two side branches. Mean with the same letters were not significant by LSD test at $P \leq 0.05$. Bars indicate standard error of the means; $n=6$.

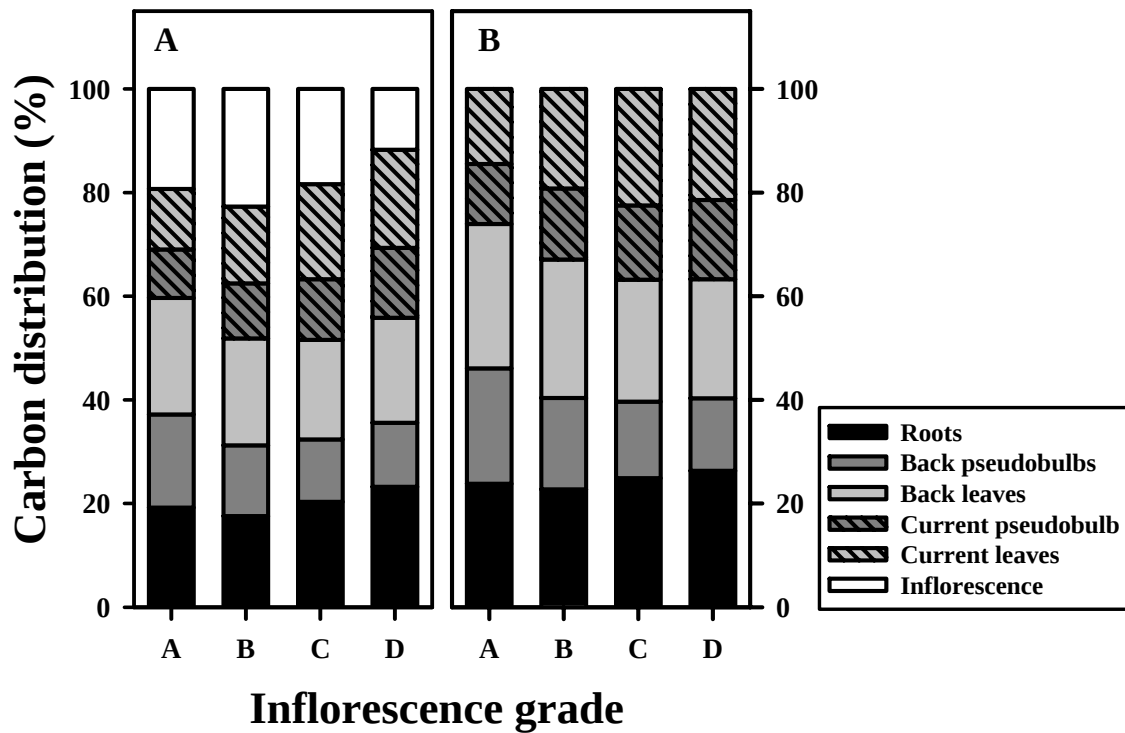


圖 25. 具不同等級花序之文心蘭 Gower Ramsey，植株碳素分布比例，含花序(A) 或不含花序(B)。

Fig. 25. Carbon distribution in *Oncidium* Gower Ramsey with different inflorescence grades (n=6); inflorescence included (A), or inflorescence not included (B).

Total carbon in plant = 100%. Index for inflorescence grading. A: Inflorescence is more than 88 cm in length and has eight or more side branches; B: Inflorescence is between 78 to 88 cm in length and has five or more side branches; C: Inflorescence is between 68 to 78 cm in length and has three or more side branches; D: Inflorescence is less than 68 cm in length and has one or two side branches.

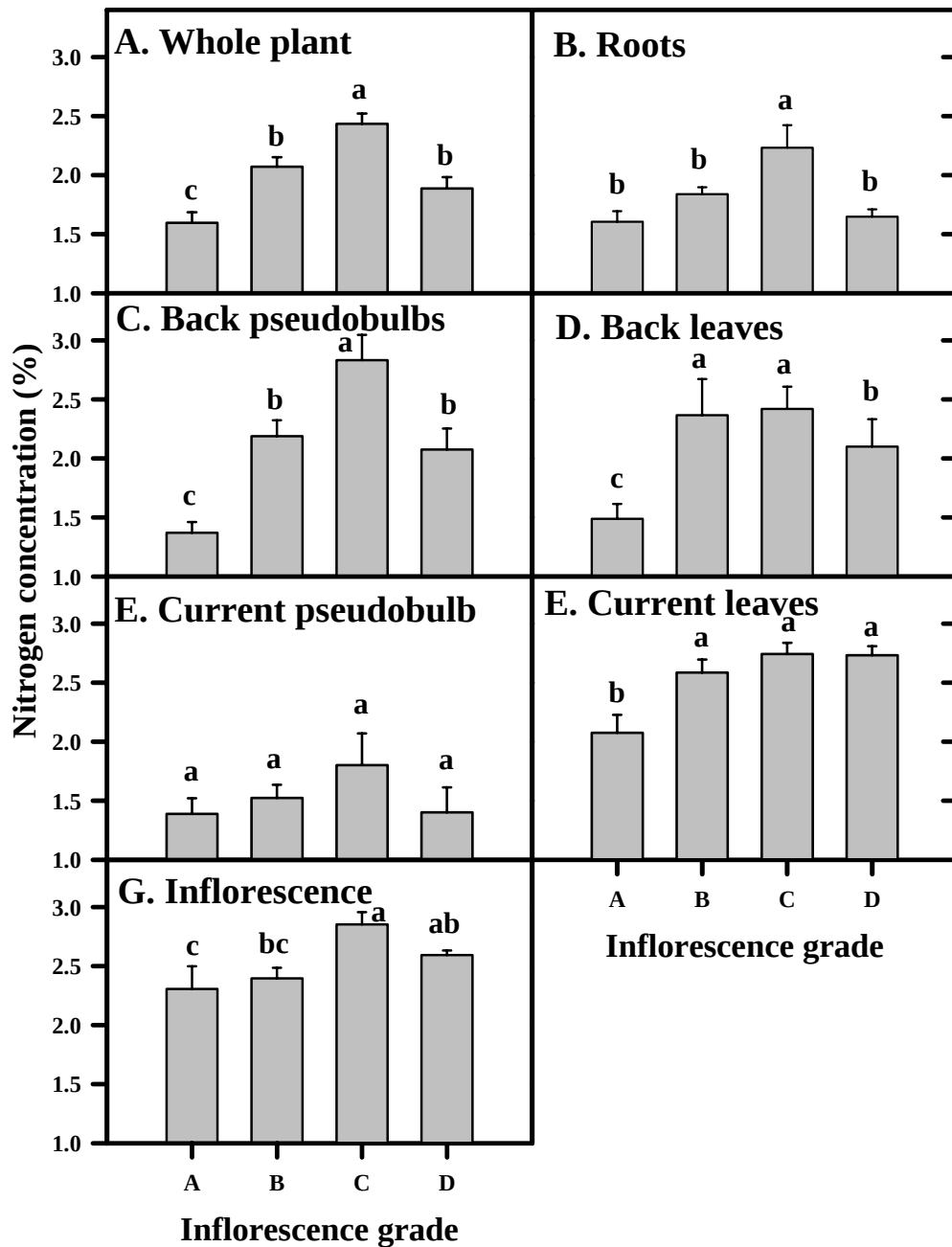


圖 26. 具不同等級花序之文心蘭 Gower Ramsey 植株，各部位之氮素濃度。

Fig. 26. Nitrogen concentrations of various plant parts in *Oncidium* Gower Ramsey with different inflorescence grades.

Index for inflorescence grading. A: Inflorescence is more than 88 cm in length and has eight or more side branches; B: Inflorescence is between 78 to 88 cm in length and has five or more side branches; C: Inflorescence is between 68 to 78 cm in length and has three or more side branches; D: Inflorescence is less than 68 cm in length and has one or two side branches. Mean with the same letters were not significant by LSD test at $P \leq 0.05$. Bars indicate standard error of the means; $n = 6$.

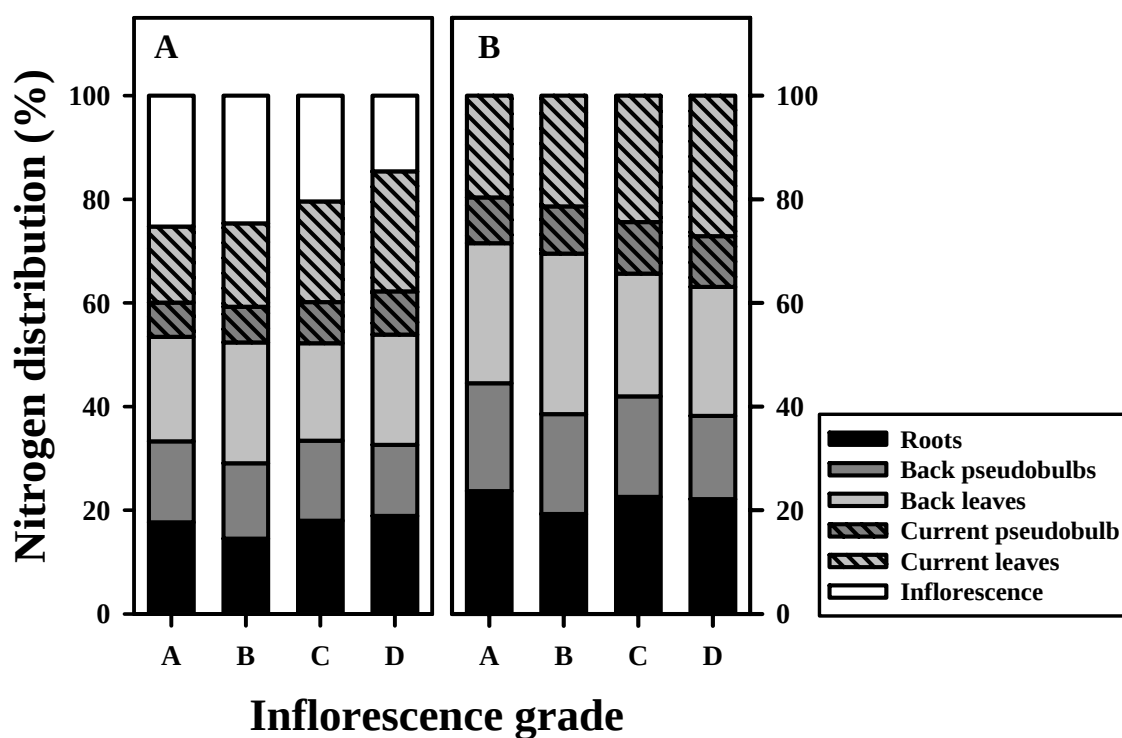


圖 27. 具不同等級花序之文心蘭 Gower Ramsey，植株氮素分布比例，含花序(A) 或不含花序(B)。

Fig. 27. Nitrogen distribution in *Oncidium* Gower Ramsey with different inflorescence grades (n=6); inflorescence included (A), or inflorescence not included (B).

Total nitrogen in plant = 100%. Index for inflorescence grading. A: Inflorescence is more than 88 cm in length and has eight or more side branches; B: Inflorescence is between 78 to 88 cm in length and has five or more side branches; C: Inflorescence is between 68 to 78 cm in length and has three or more side branches; D: Inflorescence is less than 68 cm in length and has one or two side branches.

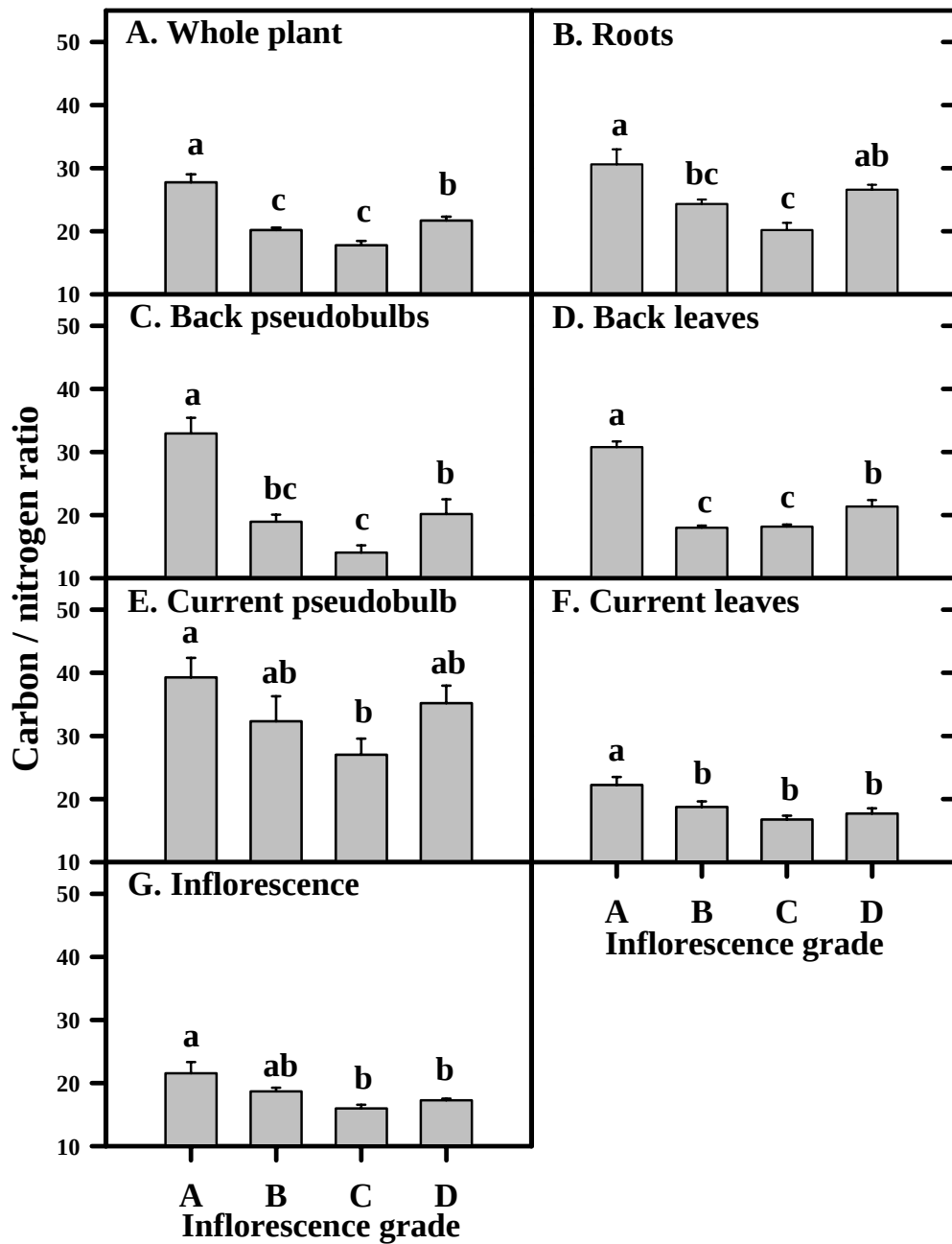


圖 28. 具不同等級花序之文心蘭 Gower Ramsey 植株，各部位之碳氮比。

Fig. 28. Carbon to nitrogen ratios of various plant parts in *Oncidium* Gower Ramsey with different inflorescence grades.

Index for inflorescence grading. A: Inflorescence is more than 88 cm in length and has eight or more side branches; B: Inflorescence is between 78 to 88 cm in length and has five or more side branches; C: Inflorescence is between 68 to 78 cm in length and has three or more side branches; D: Inflorescence is less than 68 cm in length and has one or two side branches. Mean with the same letters were not significant by LSD test at $P \leq 0.05$. Bars indicate standard error of the means; $n = 6$.

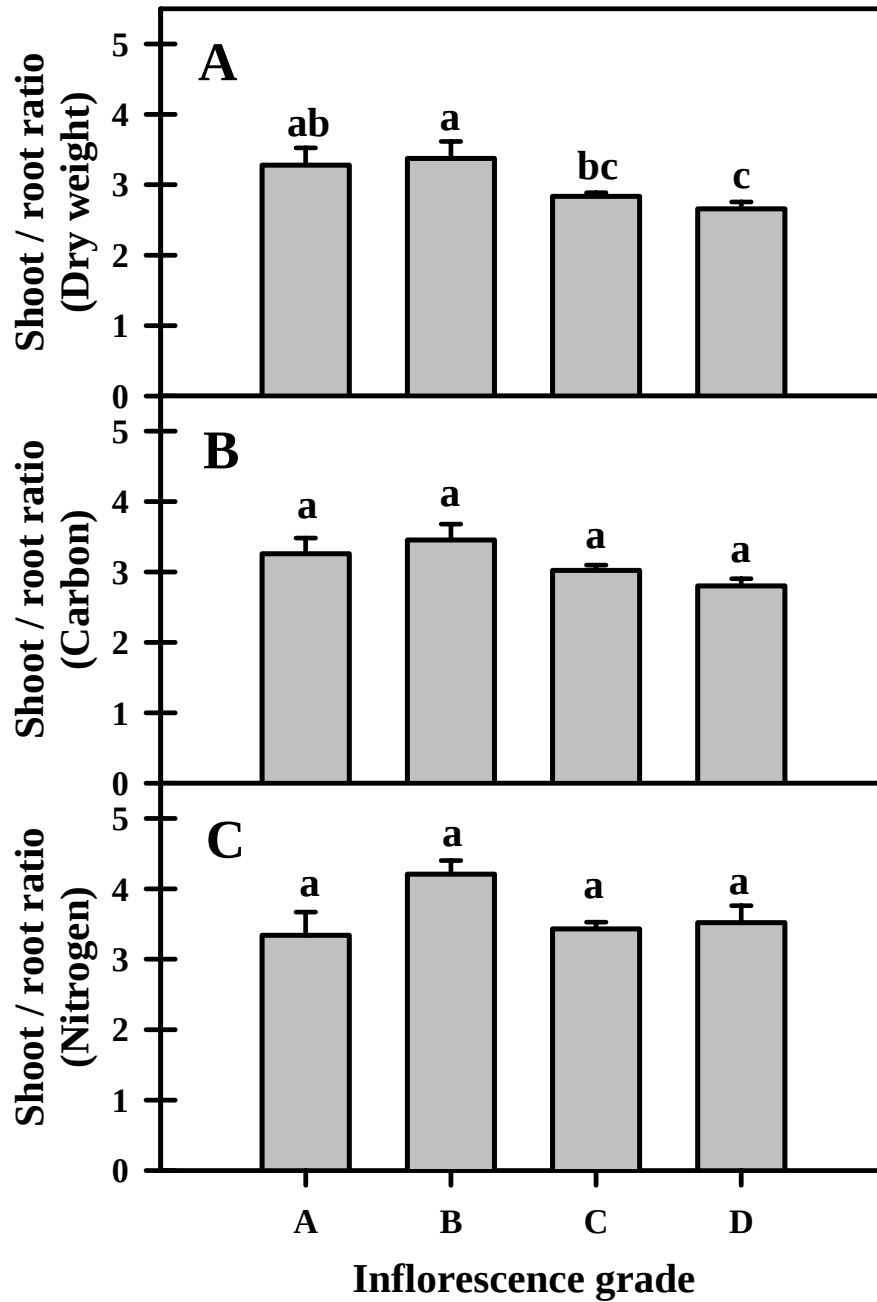


圖 29. 具不同等級花序之文心蘭 Gower Ramsey 植株，地上部與地下部乾重(A)、碳(B)、氮元素含量(C)之比值。

Shoot：扣除花序及根部後之植體總乾重；root：植株根部乾重。

Fig. 29. Shoot to root ratios of dry weight (A), carbon (B), and nitrogen (C) in *Oncidium* Gower Ramsey with different inflorescence grades.

Shoot: Total plant dry weights without roots and inflorescence; root : dry weight of roots. Index for inflorescence grading. A: Inflorescence is more than 88 cm in length and has eight or more side branches; B: Inflorescence is between 78 to 88 cm in length and has five or more side branches; C: Inflorescence is between 68 to 78 cm in length and has three or more side branches; D: Inflorescence is less than 68 cm in length and has one or two side branches. Mean with the same letters were not significant by LSD test at $P \leq 0.05$. Bars indicate standard error of the means; $n = 6$.

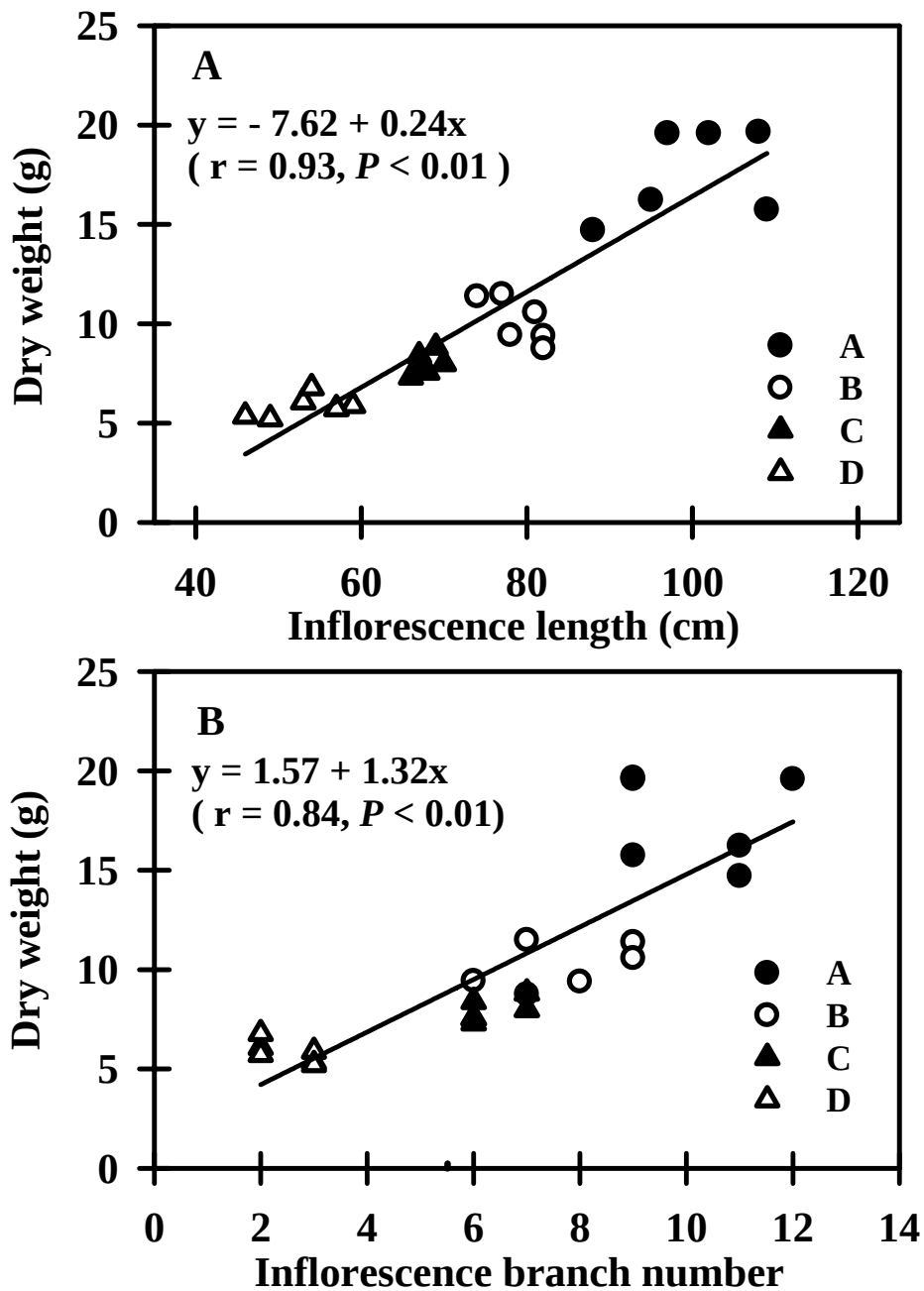


圖 30. 文心蘭 Gower Ramsey 花序長度(A)、分枝數(B)與植株總乾重之相關性。

Fig. 30. Relationship between inflorescence length (A), branch number (B) and total plant dry weight in *Oncidium* Gower Ramsey (n=24).

Index for inflorescence grading. A: Inflorescence is more than 88 cm in length and has eight or more side branches; B: Inflorescence is between 78 to 88 cm in length and has five or more side branches; C: Inflorescence is between 68 to 78 cm in length and has three or more side branches; D: Inflorescence is less than 68 cm in length and has one or two side branches.

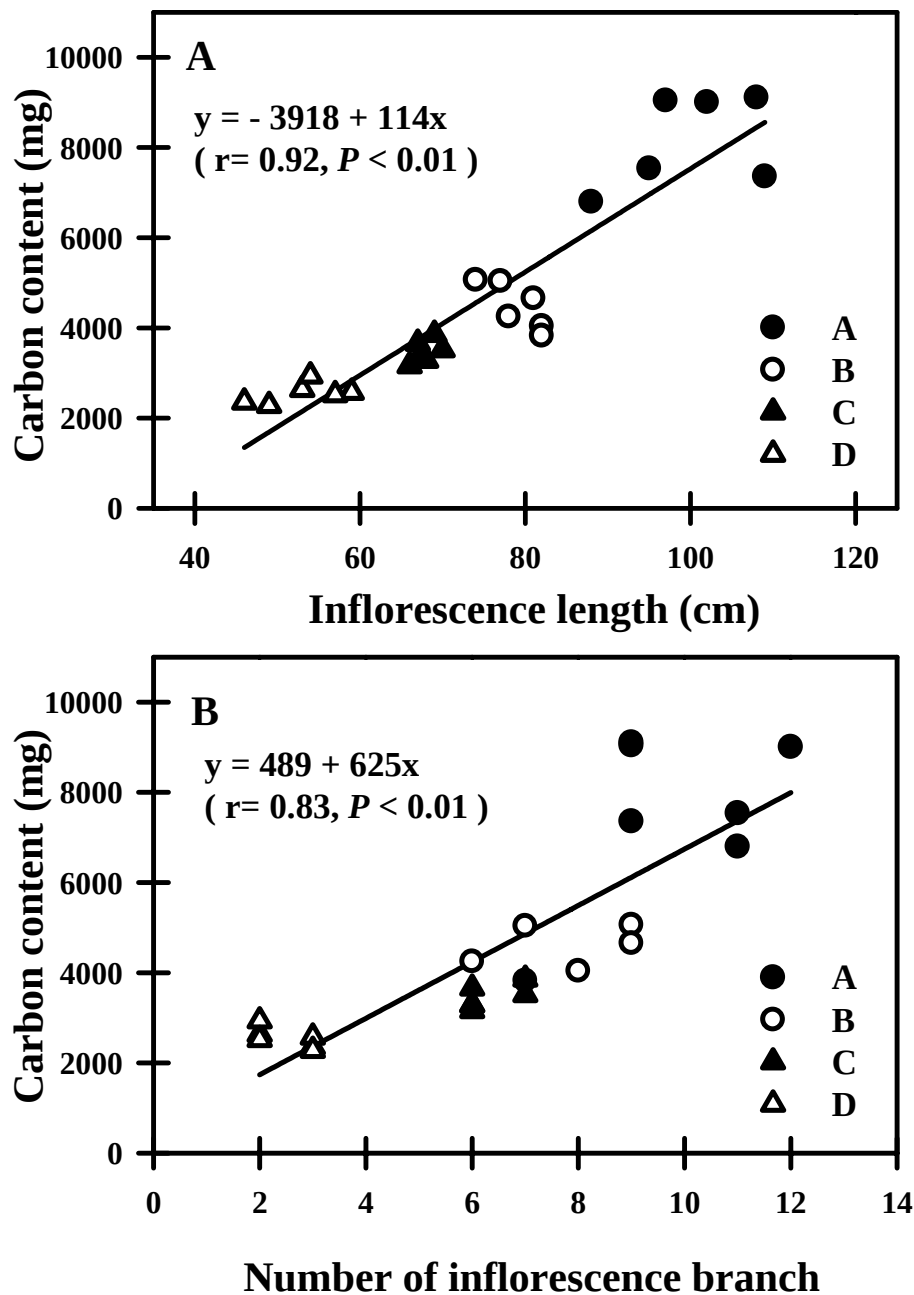


圖 31. 文心蘭 Gower Ramsey 花序長度(A)、分枝數(B)與植株總碳含量之相關性。

Fig. 31. Relationship between inflorescence length (A), branch number (B) and total plant carbon content in *Oncidium* Gower Ramsey (n=24).

Index for inflorescence grading. A: Inflorescence is more than 88 cm in length and has eight or more side branches; B: Inflorescence is between 78 to 88 cm in length and has five or more side branches; C: Inflorescence is between 68 to 78 cm in length and has three or more side branches; D: Inflorescence is less than 68 cm in length and has one or two side branches.

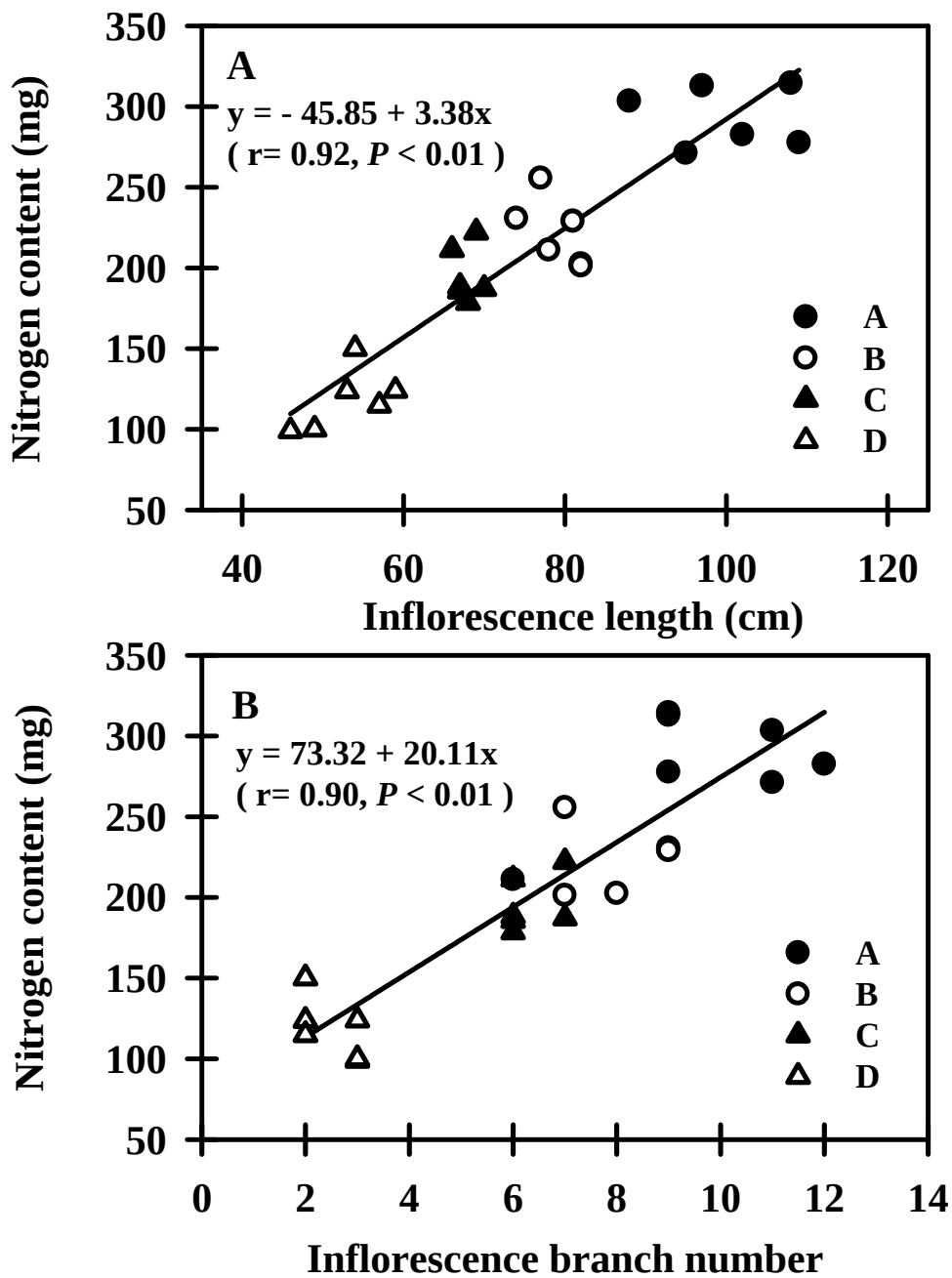


圖 32. 文心蘭 Gower Ramsey 花序長度(A)、分枝數(B)與植株總氮含量之相關性。

Fig. 32. Relationship between inflorescence length (A), branch number (B) and total plant nitrogen content in *Oncidium* Gower Ramsey (n=24).

Index for inflorescence grading. A: Inflorescence is more than 88 cm in length and has eight or more side branches; B: Inflorescence is between 78 to 88 cm in length and has five or more side branches; C: Inflorescence is between 68 to 78 cm in length and has three or more side branches; D: Inflorescence is less than 68 cm in length and has one or two side branches.

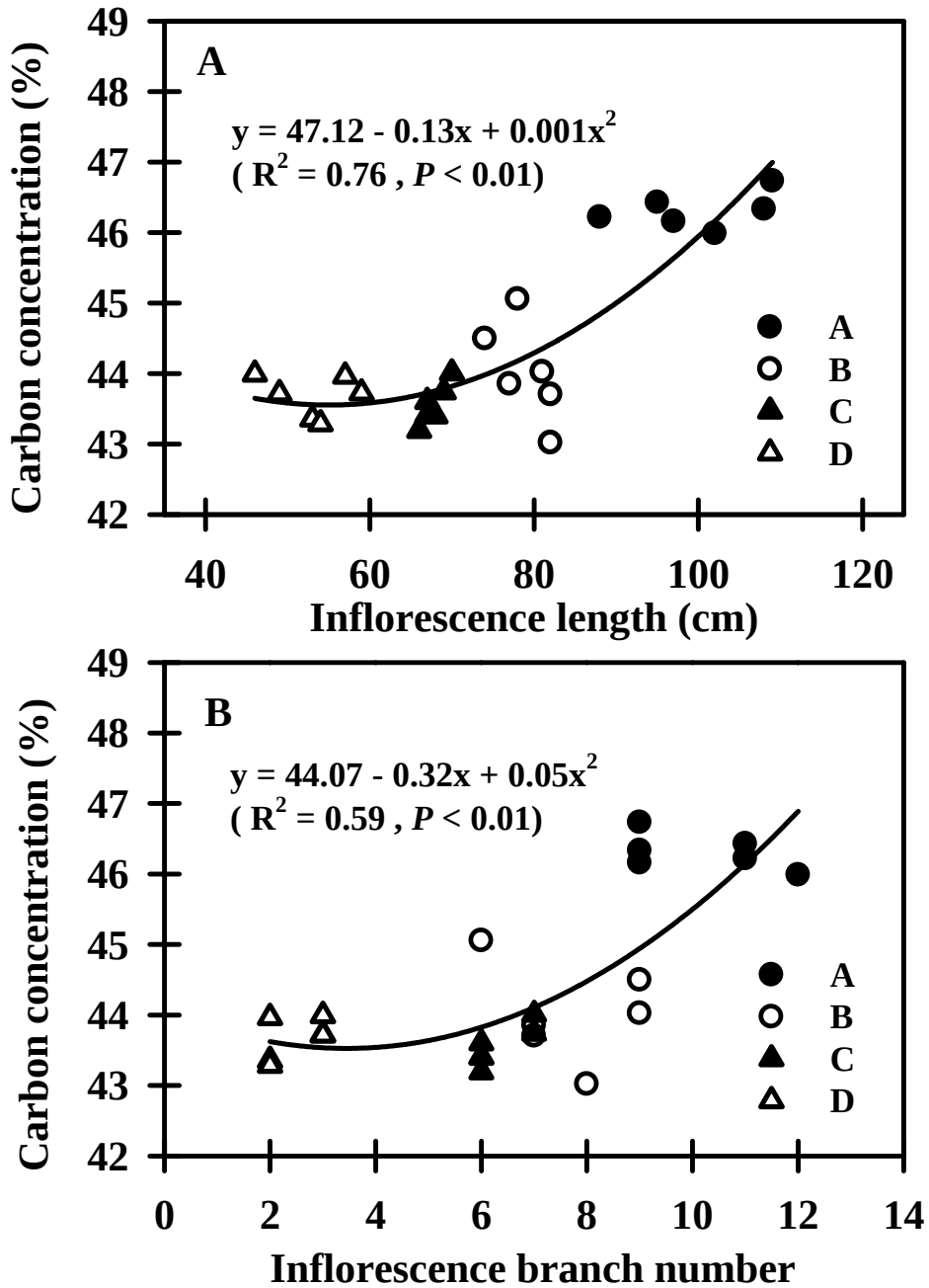


圖 33. 文心蘭 Gower Ramsey 花序長度(A)、分枝數(B)與植株碳素濃度之相關性。

Fig. 33. Relationship between inflorescence length (A), branch number (B) and total plant carbon concentration in *Oncidium* Gower Ramsey (n=24).

Index for inflorescence grading. A: Inflorescence is more than 88 cm in length and has eight or more side branches; B: Inflorescence is between 78 to 88 cm in length and has five or more side branches; C: Inflorescence is between 68 to 78 cm in length and has three or more side branches; D: Inflorescence is less than 68 cm in length and has one or two side branches.

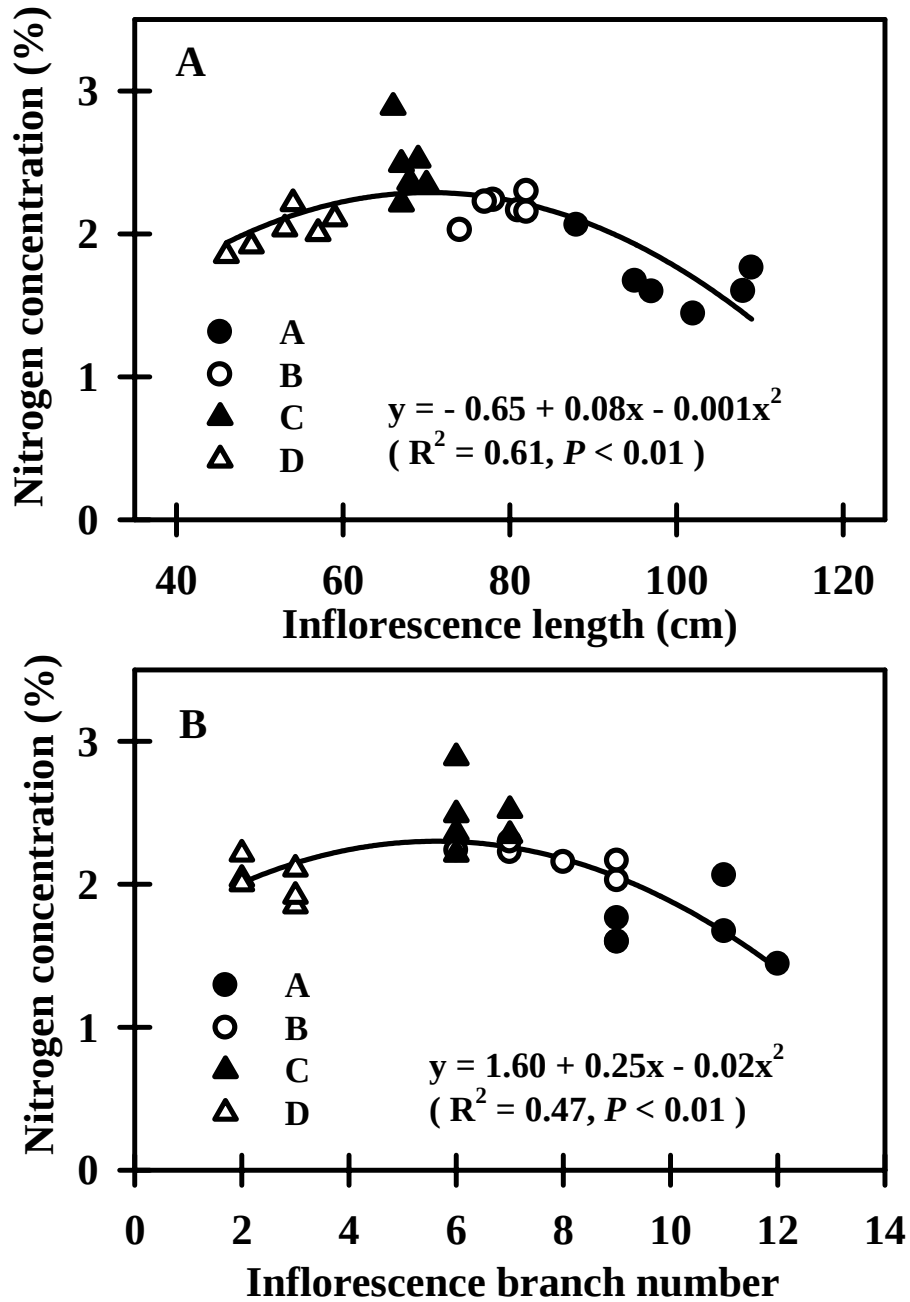


圖 34. 文心蘭 Gower Ramsey 花序長度(A)、分枝數(B)與植株氮素濃度之相關性。

Fig. 34. Relationship between inflorescence length (A), branch number (B) and total plant nitrogen concentration in *Oncidium* Gower Ramsey (n=24).

Index for inflorescence grading. A: Inflorescence is more than 88 cm in length and has eight or more side branches; B: Inflorescence is between 78 to 88 cm in length and has five or more side branches; C: Inflorescence is between 68 to 78 cm in length and has three or more side branches; D: Inflorescence is less than 68 cm in length and has one or two side branches.

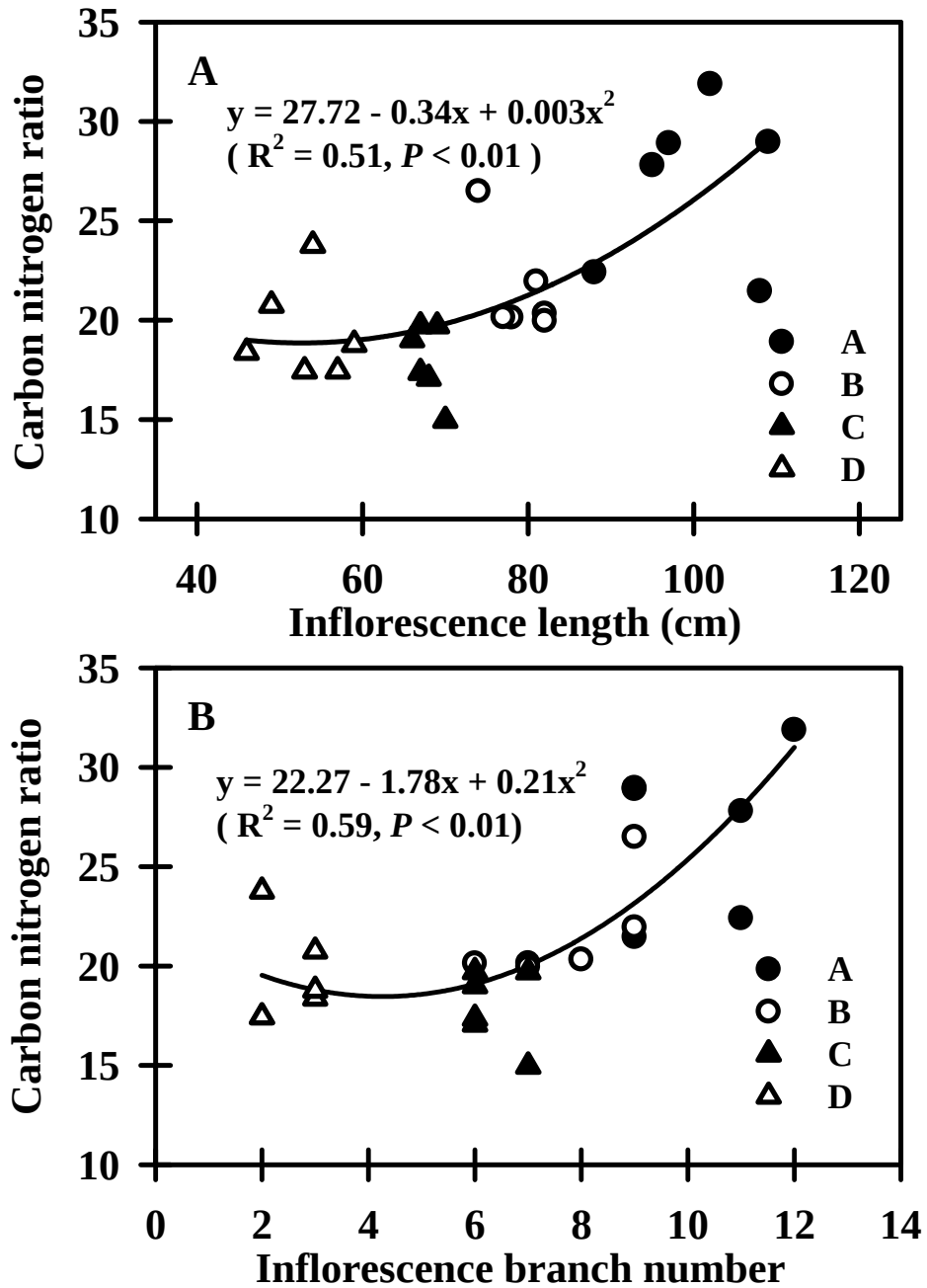


圖 35. 文心蘭 Gower Ramsey 花序長度(A)、分枝數(B)與植株碳氮比之相關性。

Fig. 35. Relationship between inflorescence length (A), branch number (B) and total plant carbon nitrogen ratio in *Oncidium* Gower Ramsey (n=24).

Index for inflorescence grading. A: Inflorescence is more than 88 cm in length and has eight or more side branches; B: Inflorescence is between 78 to 88 cm in length and has five or more side branches; C: Inflorescence is between 68 to 78 cm in length and has three or more side branches; D: Inflorescence is less than 68 cm in length and has one or two side branches.

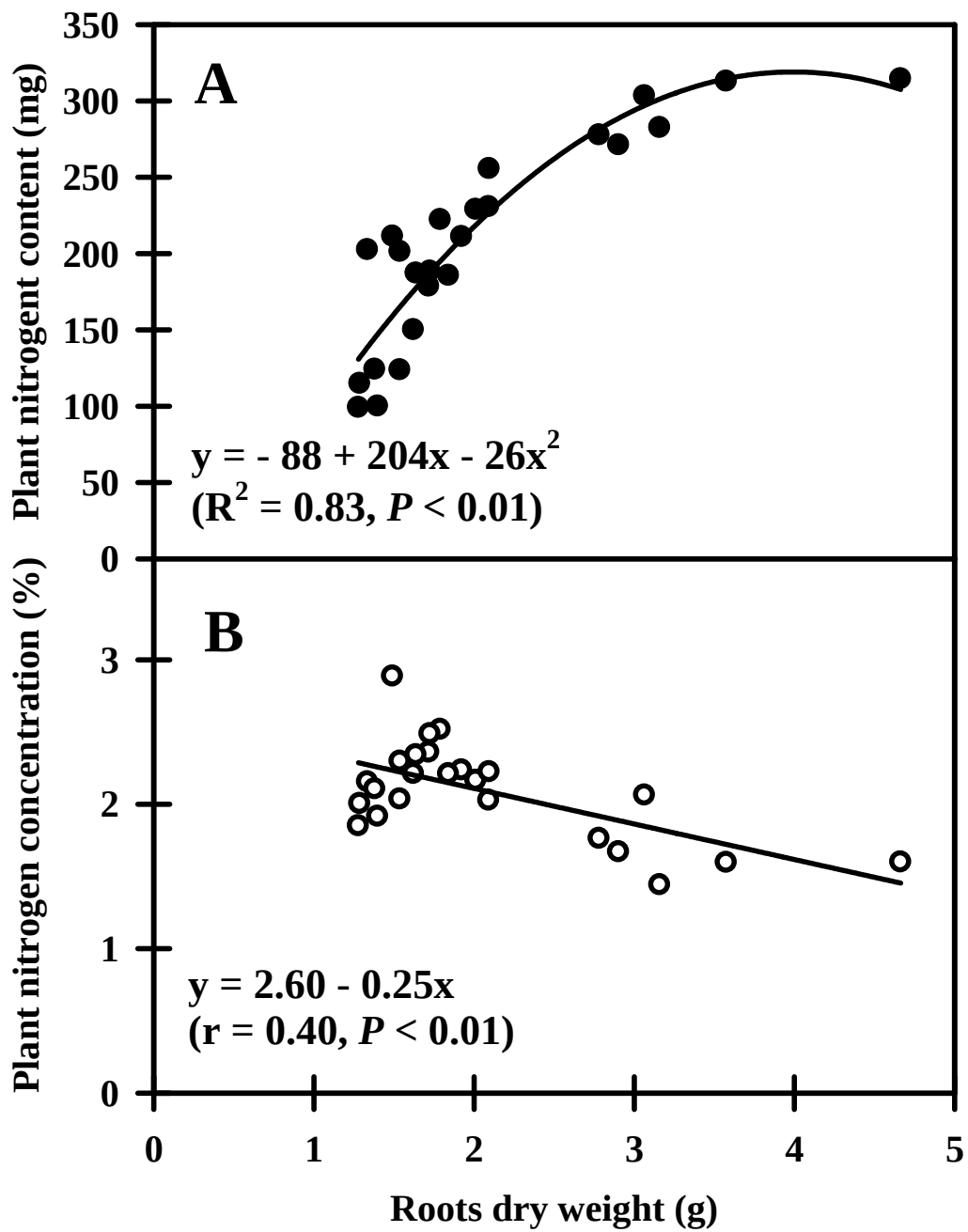


圖 36. 文心蘭 *Oncidium Gower Ramsey* 根部乾重與植株氮素總量(A)、氮素濃度(B)之相關性。
Fig. 36. Relationship between roots dry weight and total nitrogen content (A), nitrogen concentration in *Oncidium Gower Ramsey* (B) (n=24).

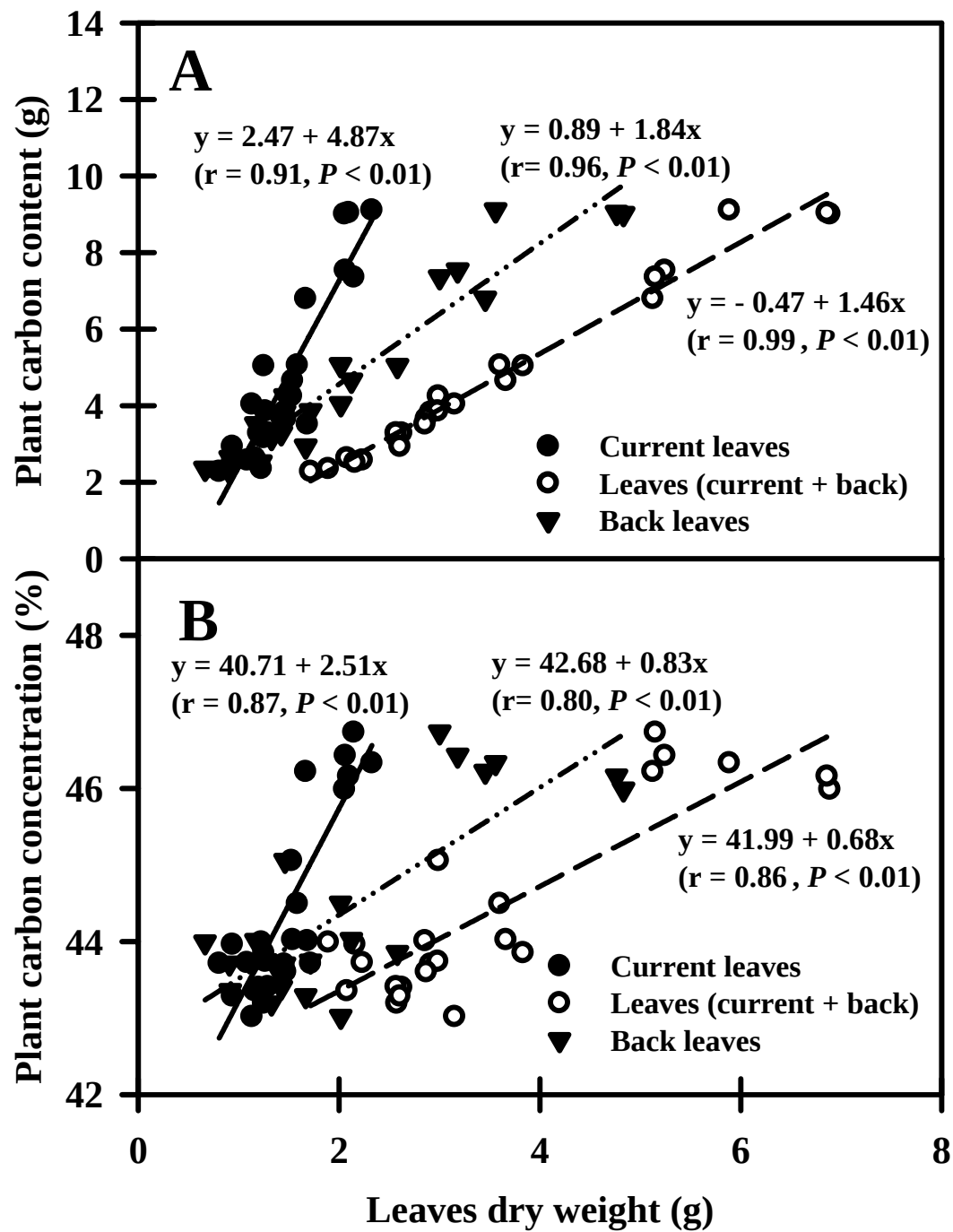


圖 37. 文心蘭 *Gower Ramsey* 葉片乾重與植株碳素總量(A)、碳素濃度(B)之相關性。
 Fig. 37. Relationship between leaves dry weight and total carbon content (A), carbon concentration (B) in *Oncidium Gower Ramsey* (n=24).

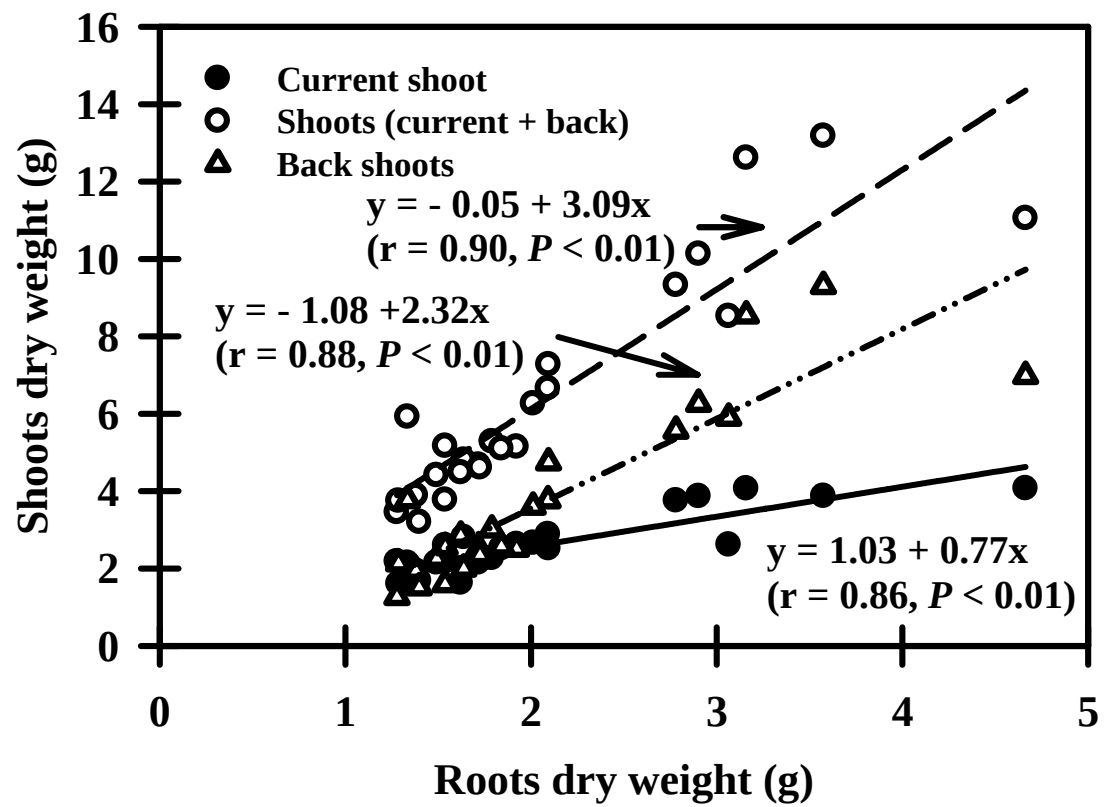


圖 38. 文心蘭 Gower Ramsey 地下部乾重與地上部乾重之相關性。

Fig. 38. Relationship between roots dry weight and shoots dry weight in *Oncidium* Gower Ramsey (n=24).

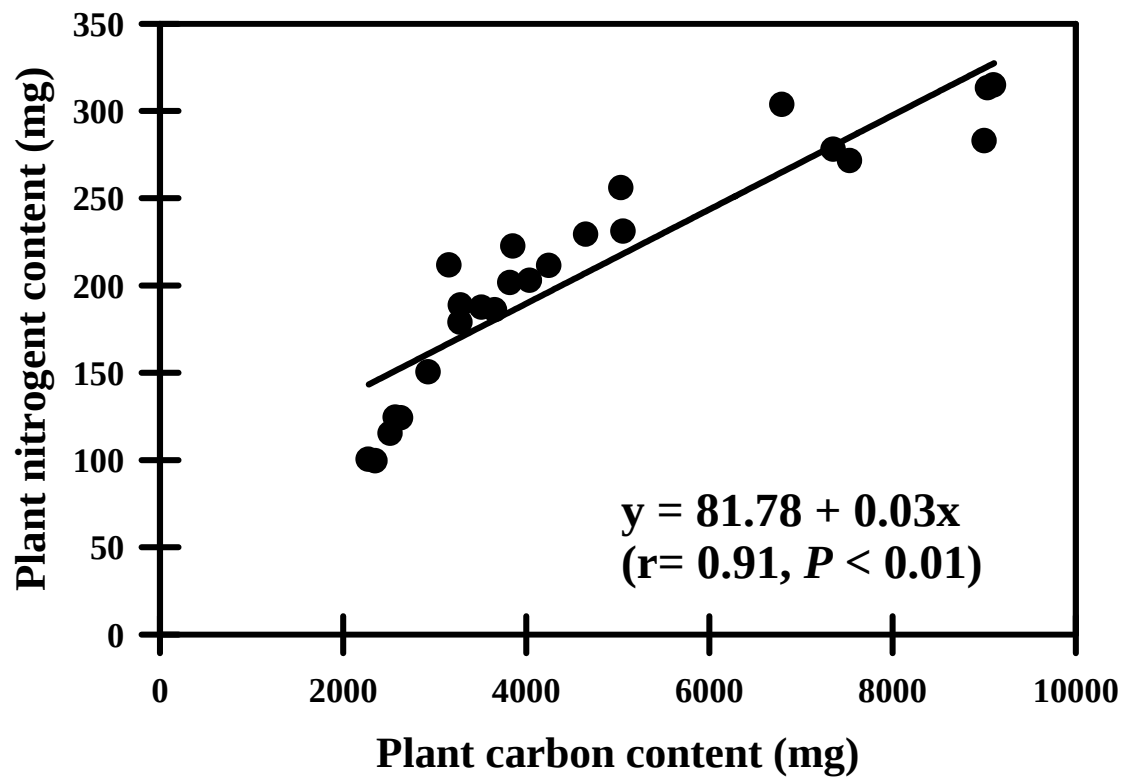


圖 39. 文心蘭 Gower Ramsey 植株總碳含量與總氮含量之相關性。

Fig. 39. Relationship between carbon content and nitrogen content in *Oncidium* Gower Ramsey (n=24).

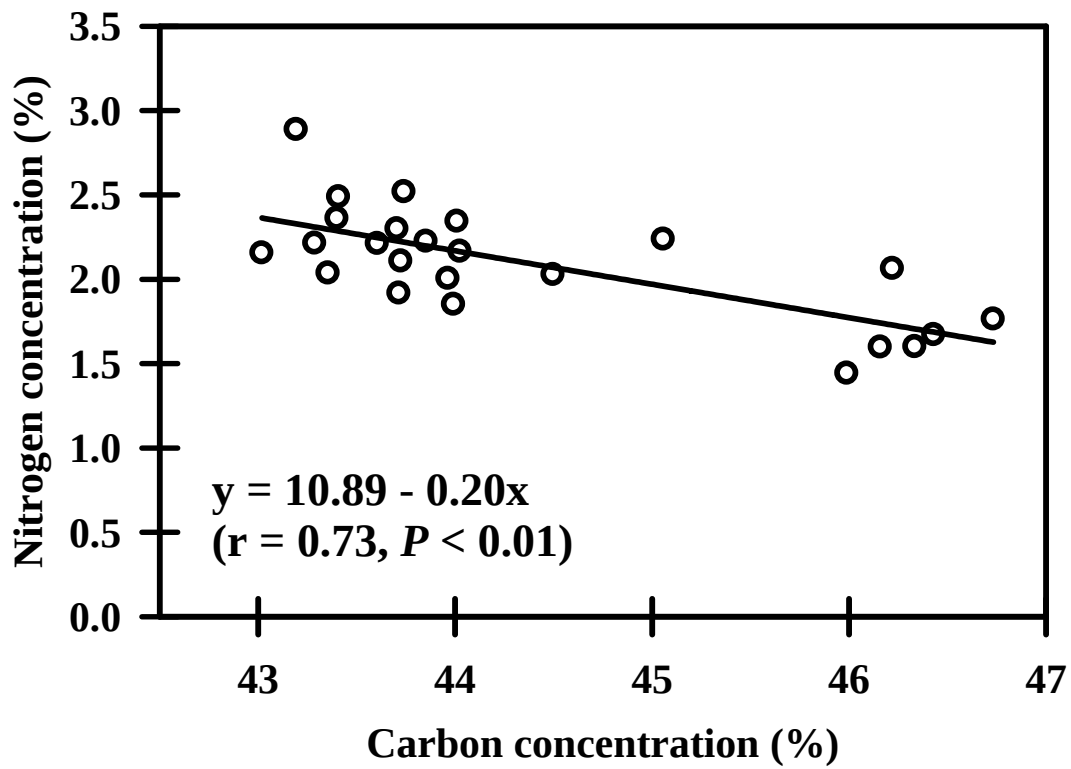


圖 40. 文心蘭 Gower Ramsey 植株碳濃度與總氮濃度之關性。

Fig. 40. Relationship between carbon concentration and nitrogen concentration in *Oncidium* Gower Ramsey (n=24).

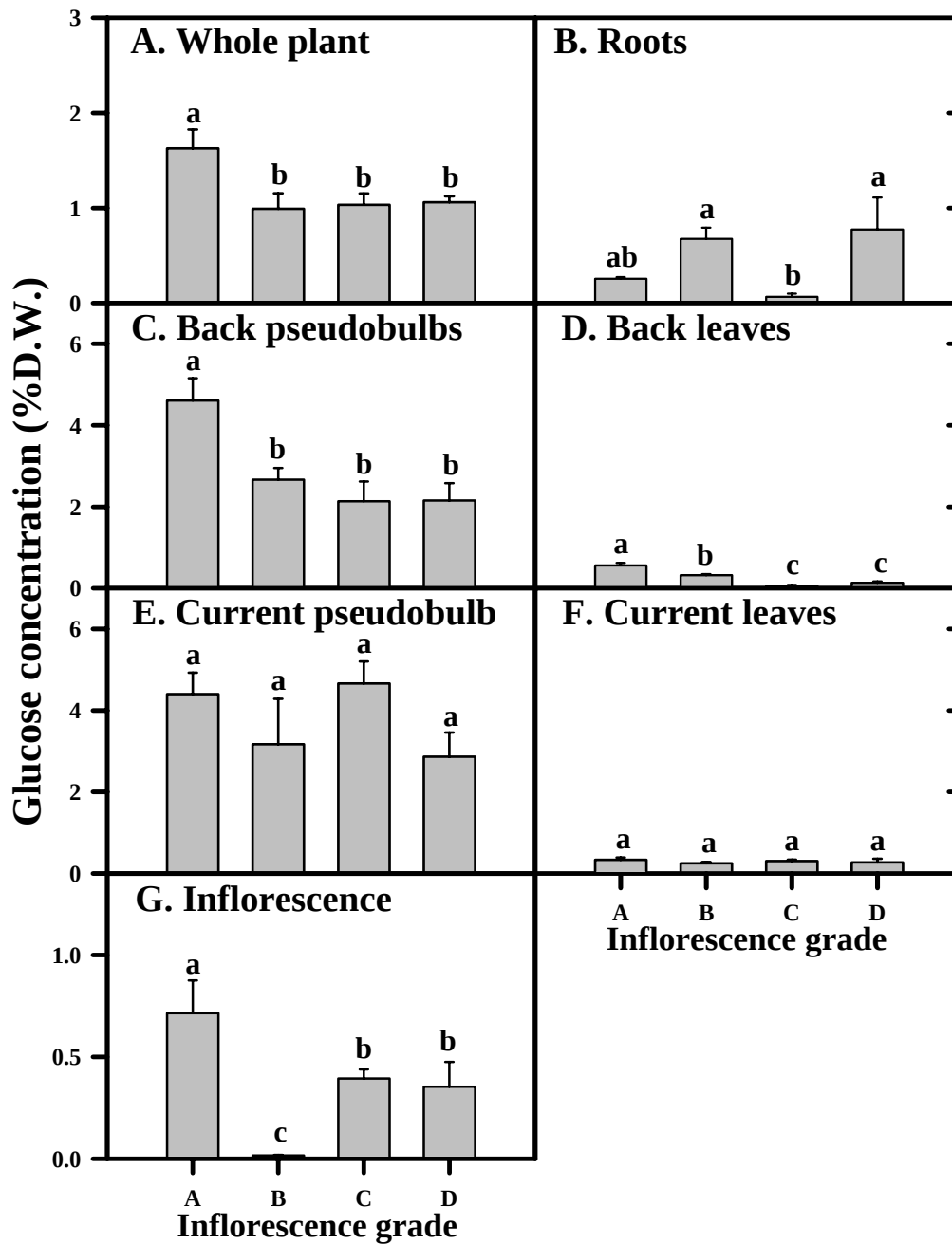


圖 41. 具不同等級花序之文心蘭 *Gower Ramsey* 植株，各部位葡萄糖濃度。

Fig. 41. Glucose concentrations of various plant parts in *Oncidium Gower Ramsey* with different inflorescence grades.

Index for inflorescence grading. A: Inflorescence is more than 88 cm in length and has eight or more side branches; B: Inflorescence is between 78 to 88 cm in length and has five or more side branches; C: Inflorescence is between 68 to 78 cm in length and has three or more side branches; D: Inflorescence is less than 68 cm in length and has one or two side branches. Mean with the same letters were not significant by LSD test at $P \leq 0.05$. Bars indicate standard error of the means; $n = 6$.

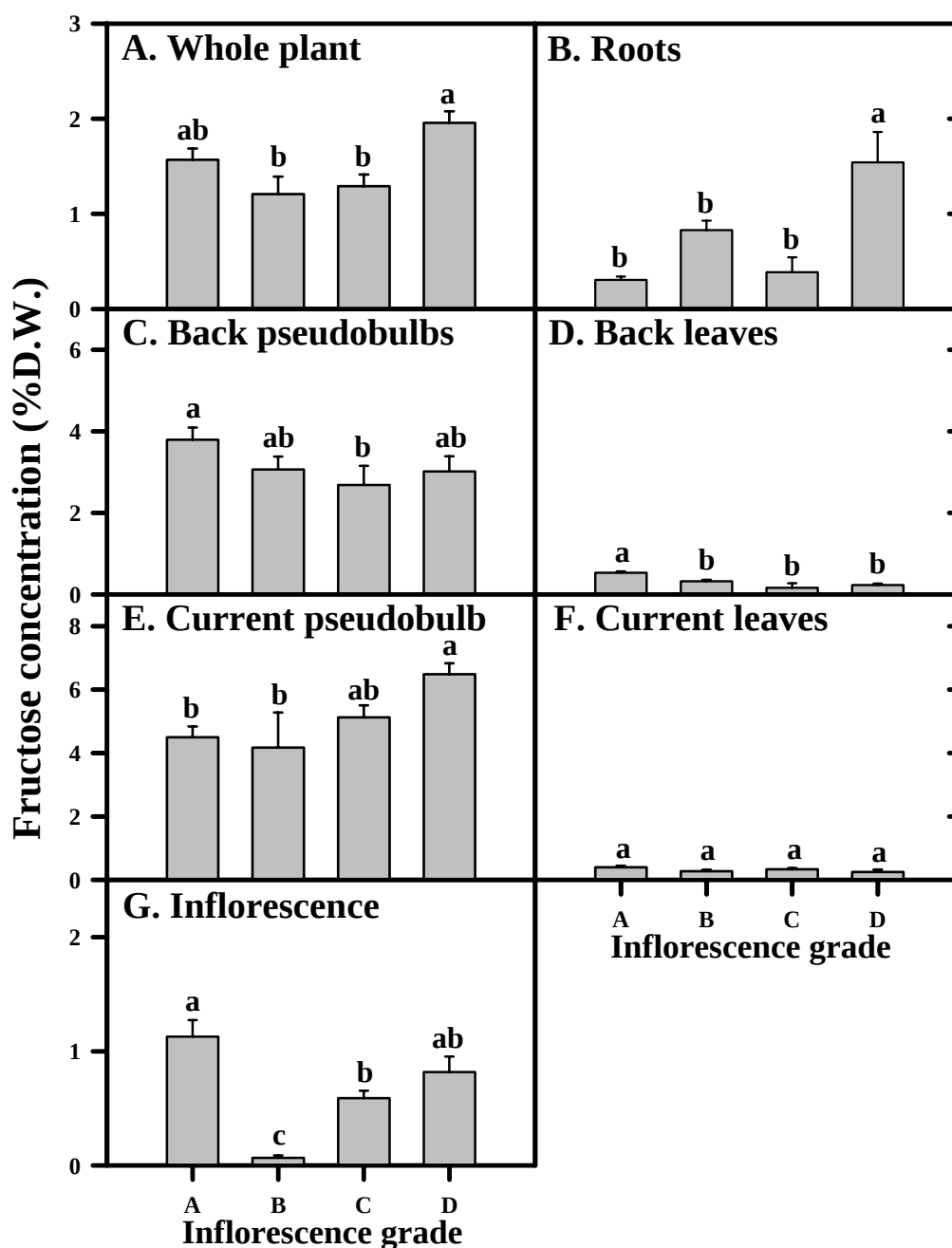


圖 42. 具不同等級花序之文心蘭 *Oncidium* Gower Ramsey 植株，各部位果糖濃度。

Fig. 42. Fructose concentrations of various plant parts in *Oncidium* Gower Ramsey with different inflorescence grades.

Index for inflorescence grading. A: Inflorescence is more than 88 cm in length and has eight or more side branches; B: Inflorescence is between 78 to 88 cm in length and has five or more side branches; C: Inflorescence is between 68 to 78 cm in length and has three or more side branches; D: Inflorescence is less than 68 cm in length and has one or two side branches. Mean with the same letters were not significant by LSD test at $P \leq 0.05$. Bars indicate standard error of the means; n=6.

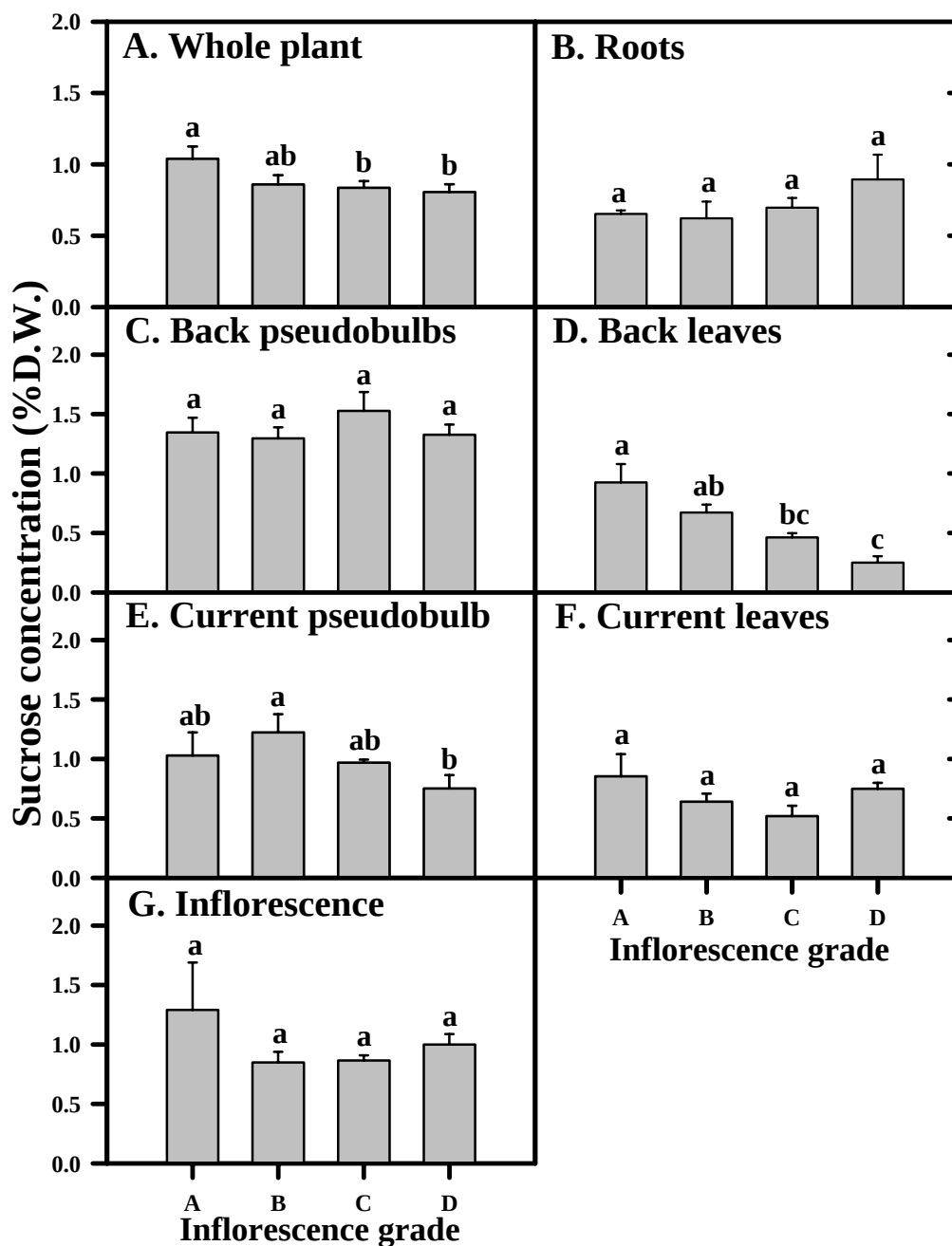


圖 43. 具不同等級花序之文心蘭 *Gower Ramsey* 植株，各部位蔗糖濃度。

Fig. 43. Sucrose concentrations of various plant parts in *Oncidium Gower Ramsey* with different inflorescence grades.

Index for inflorescence grading. A: Inflorescence is more than 88 cm in length and has eight or more side branches; B: Inflorescence is between 78 to 88 cm in length and has five or more side branches; C: Inflorescence is between 68 to 78 cm in length and has three or more side branches; D: Inflorescence is less than 68 cm in length and has one or two side branches. Mean with the same letters were not significant by LSD test at $P \leq 0.05$. Bars indicate standard error of the means; n=6.

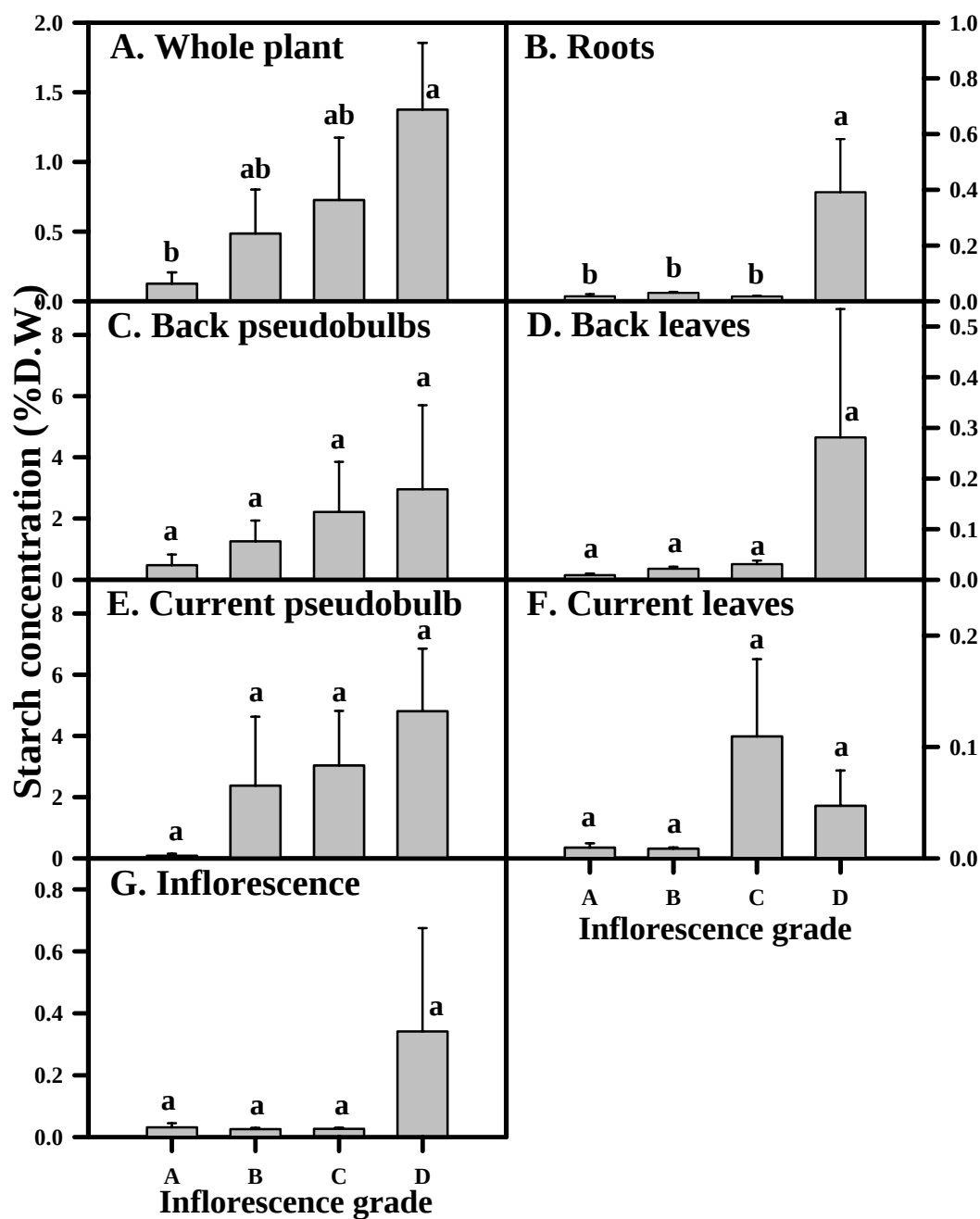


圖 44. 具不同等級花序之文心蘭 Gower Ramsey 植株，各部位澱粉濃度。

Fig. 44. Starch concentrations of various plant parts in *Oncidium* Gower Ramsey with different inflorescence grades.

Index for inflorescence grading. A: Inflorescence is more than 88 cm in length and has eight or more side branches; B: Inflorescence is between 78 to 88 cm in length and has five or more side branches; C: Inflorescence is between 68 to 78 cm in length and has three or more side branches; D: Inflorescence is less than 68 cm in length and has one or two side branches. Mean with the same letters were not significant by LSD test at $P \leq 0.05$. Bars indicate standard error of the means; $n = 6$.

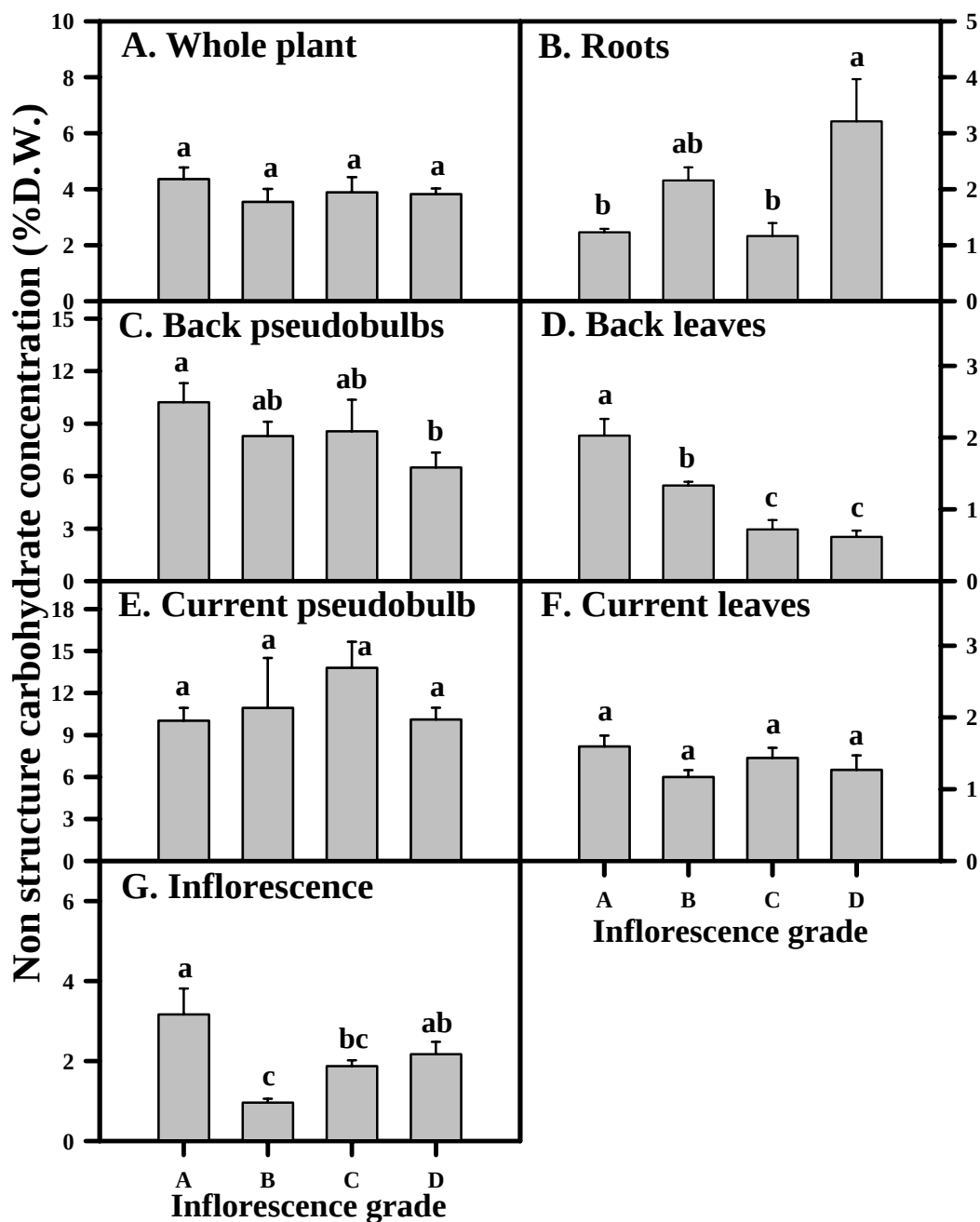


圖 45. 具不同等級花序之文心蘭 *Oncidium* Gower Ramsey 植株，各部位非結構性碳水化合物濃度。

Fig. 45. Non structure carbohydrate concentrations of various plant parts in *Oncidium* Gower Ramsey with different inflorescence grades.

Index for inflorescence grading. A: Inflorescence is more than 88 cm in length and has eight or more side branches; B: Inflorescence is between 78 to 88 cm in length and has five or more side branches; C: Inflorescence is between 68 to 78 cm in length and has three or more side branches; D: Inflorescence is less than 68 cm in length and has one or two side branches. Mean with the same letters were not significant by LSD test at $P \leq 0.05$. Bars indicate standard error of the means; $n=6$.

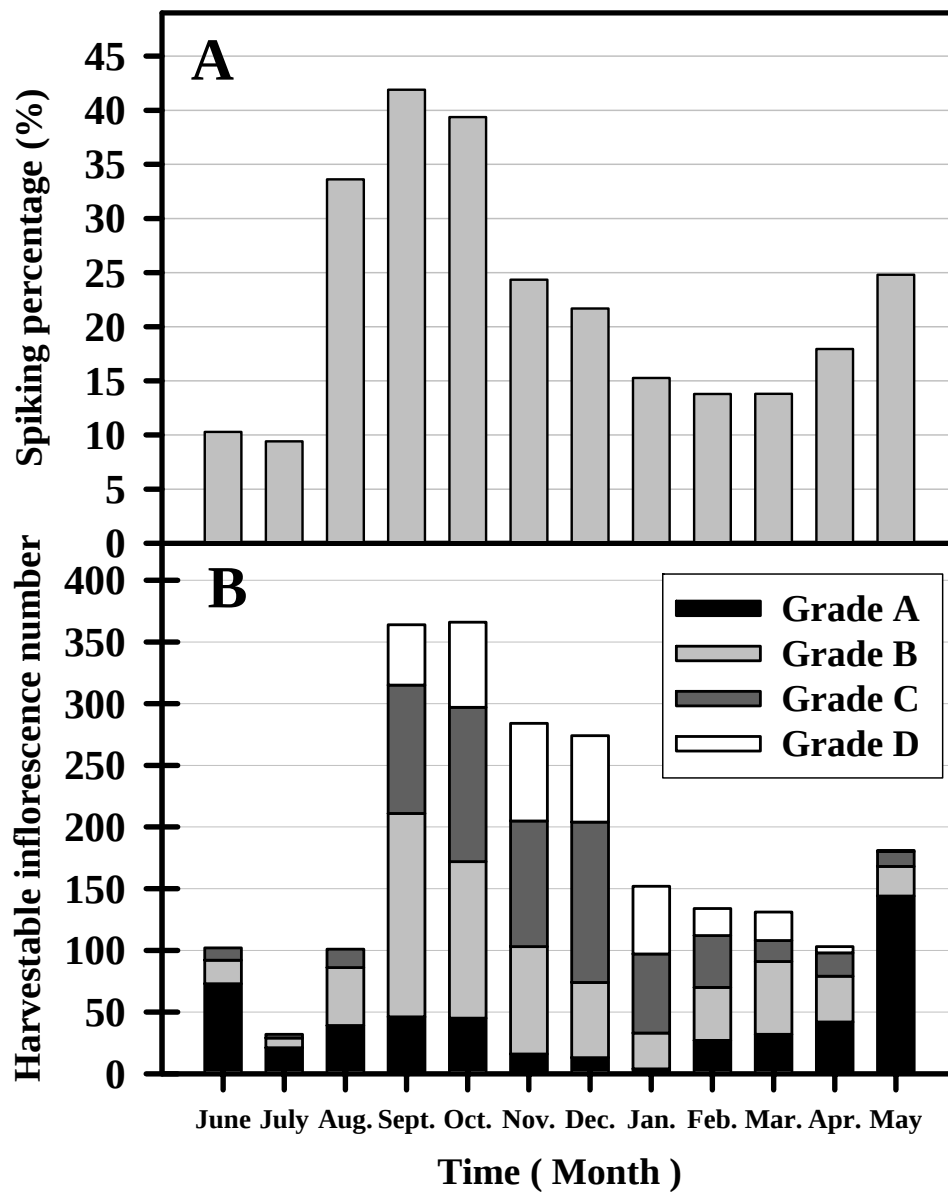


圖 46. 文心蘭 Gower Ramsey 每月植株抽梗率(A)與可採收之各等級切花數目(B)變化圖(2009/06/06 – 2010/05/09)，試驗調查植株共 1500 株。

Fig. 46. Changes of spiking percentage(A) and harvestable inflorescence number (B) in *Oncidium* Gower Ramsey from 6 June, 2009 to 9 May, 2010.

Index for inflorescence grading. A: Inflorescence length is more than 100 cm, has eight or more side branches; B: Inflorescence length is between 90 to 100 cm, has five or more side branches; C: Inflorescence length is between 80 to 90 cm, has three or more side branches; D: Inflorescence length is less than 80 cm, has one or two side branches.

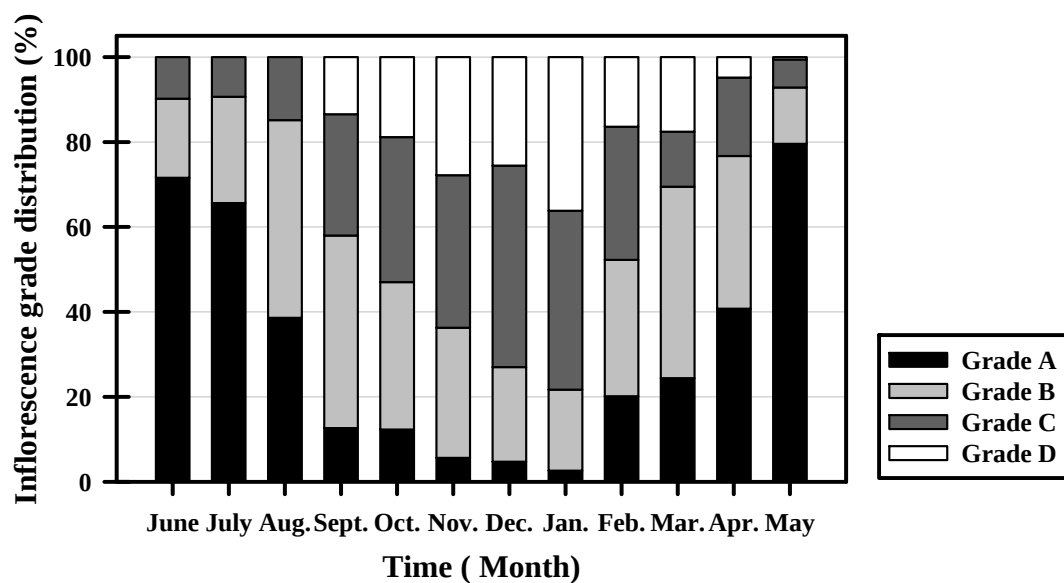


圖 47. 文心蘭 Gower Ramsey 切花等級周年分布變化圖(2009/06/06–2010/05/09)。

Fig. 47. Changes of inflorescence grade distribution in *Oncidium* Gower Ramsey from 6 June, 2009 to 9 May, 2010.

Index for inflorescence grading. A: Inflorescence length is more than 100 cm, has eight or more side branches; B: Inflorescence length is between 90 to 100 cm, has five or more side branches; C: Inflorescence length is between 80 to 90 cm, has three or more side branches; D: Inflorescence length is less than 80 cm, has one or two side branches.

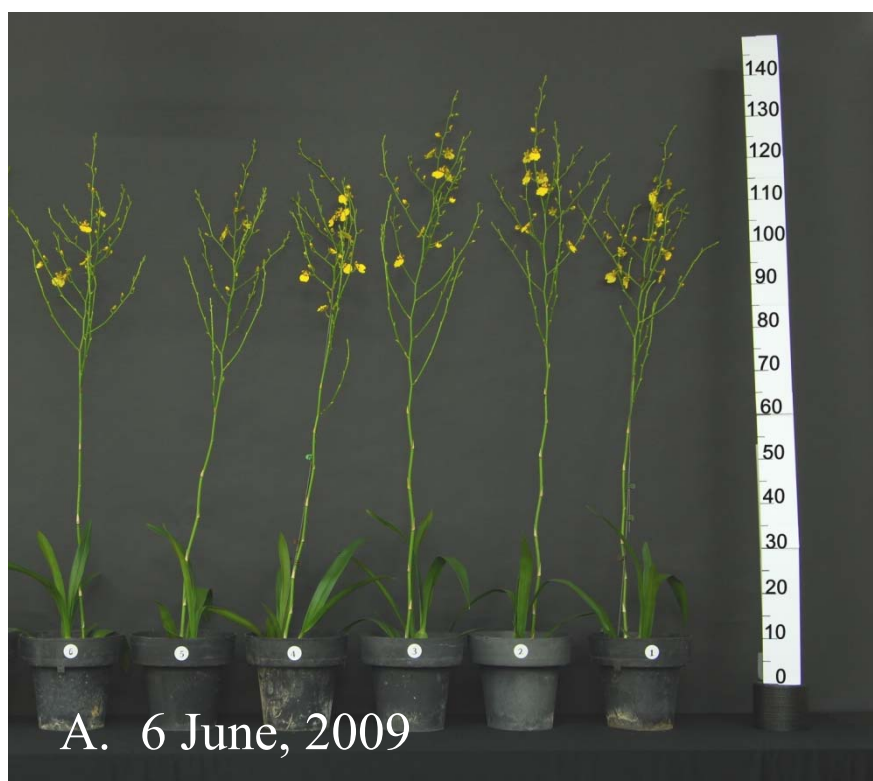


圖 48. 文心蘭 Gower Ramsey 2009 年 6 月(A)與 2009 年 9 月(B)植株生長之狀態。

Fig. 48. Growth status of *Oncidium* Gower Ramsey at June and September, 2009.

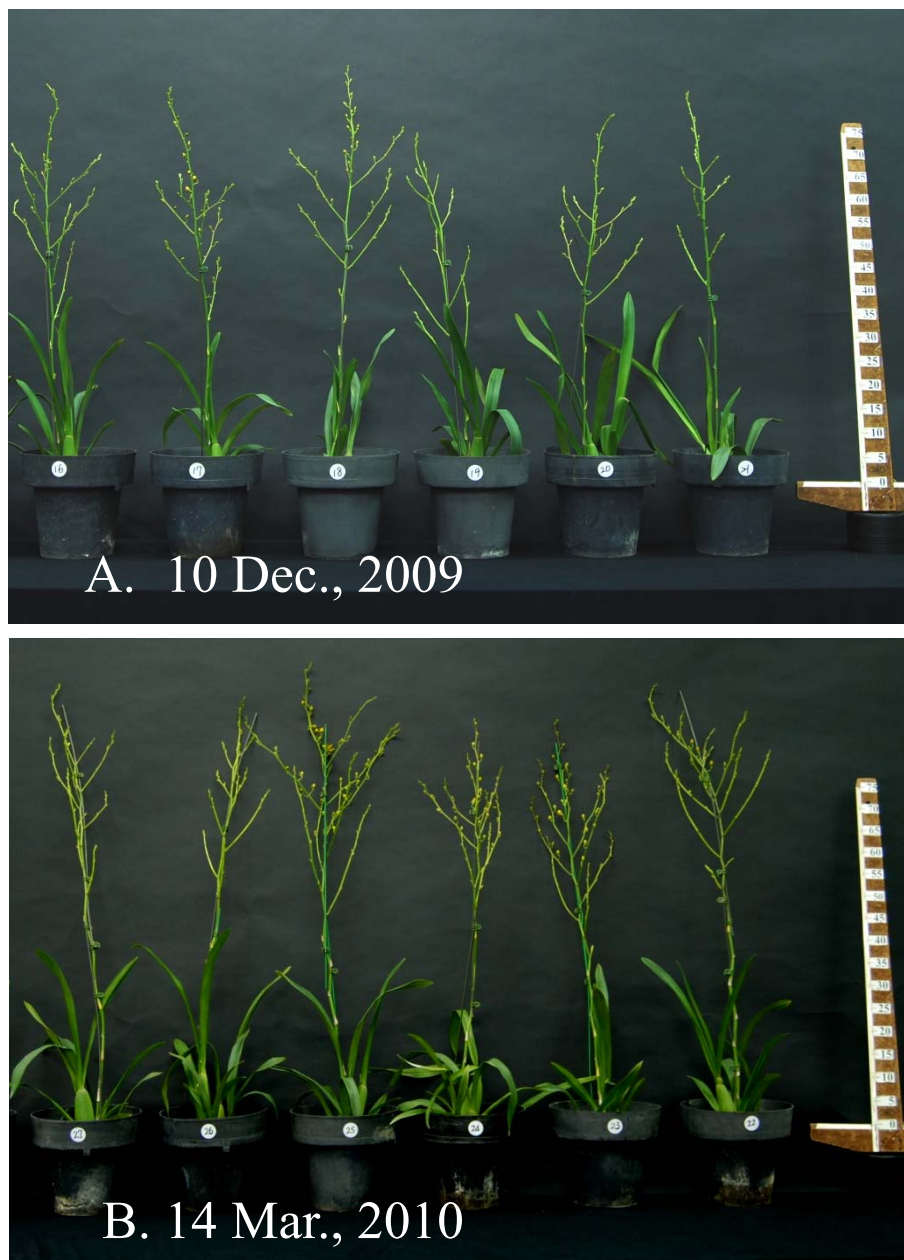


圖 49. 文心蘭 Gower Ramsey 2009 年 12 月(A)與 2010 年 3 月(B)植株生長之狀態。
Fig. 49. Growth status of *Oncidium* Gower Ramsey at December, 2009 and March, 2010.

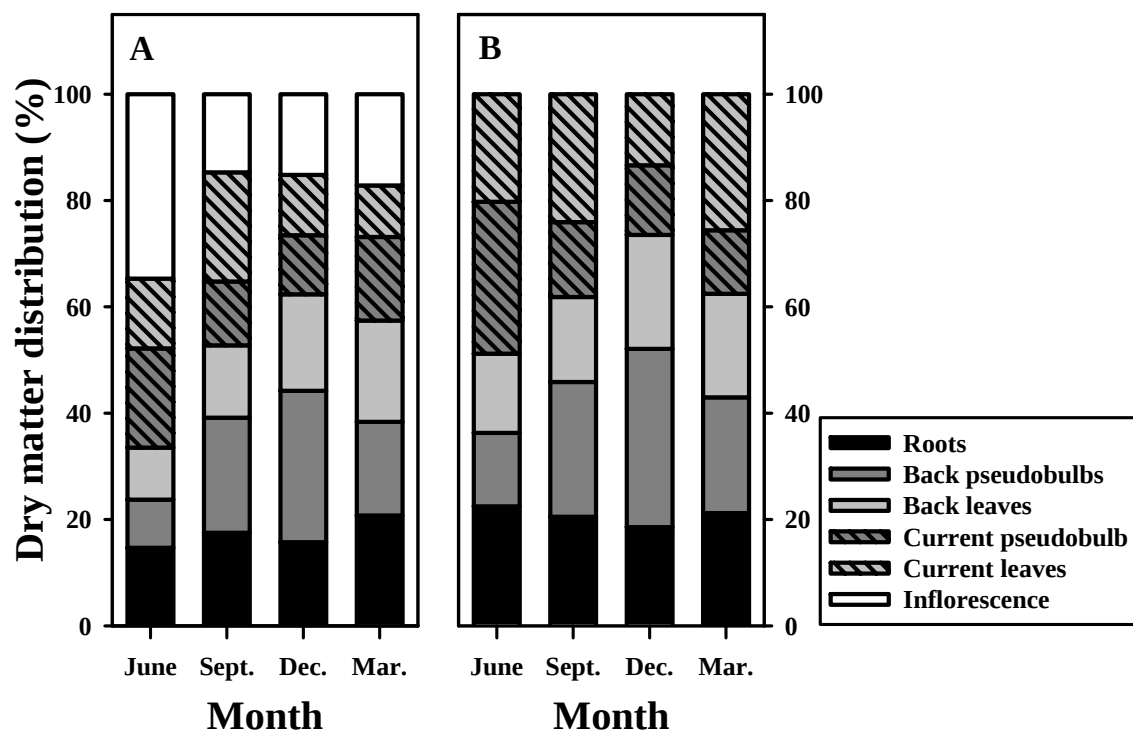


圖 50. 文心蘭 Gower Ramsey 在不同月份，植株乾物分布比例(2009/06/06-2010/05/09)，含花序(A)或不含花序(B)。

Fig. 50. Dry matter distribution in *Oncidium* Gower Ramsey in different month from 6 June, 2009 to 9 May, 2010 (n=6); inflorescence included (A), or inflorescence not included (B).

Total dry matter in plant = 100%.

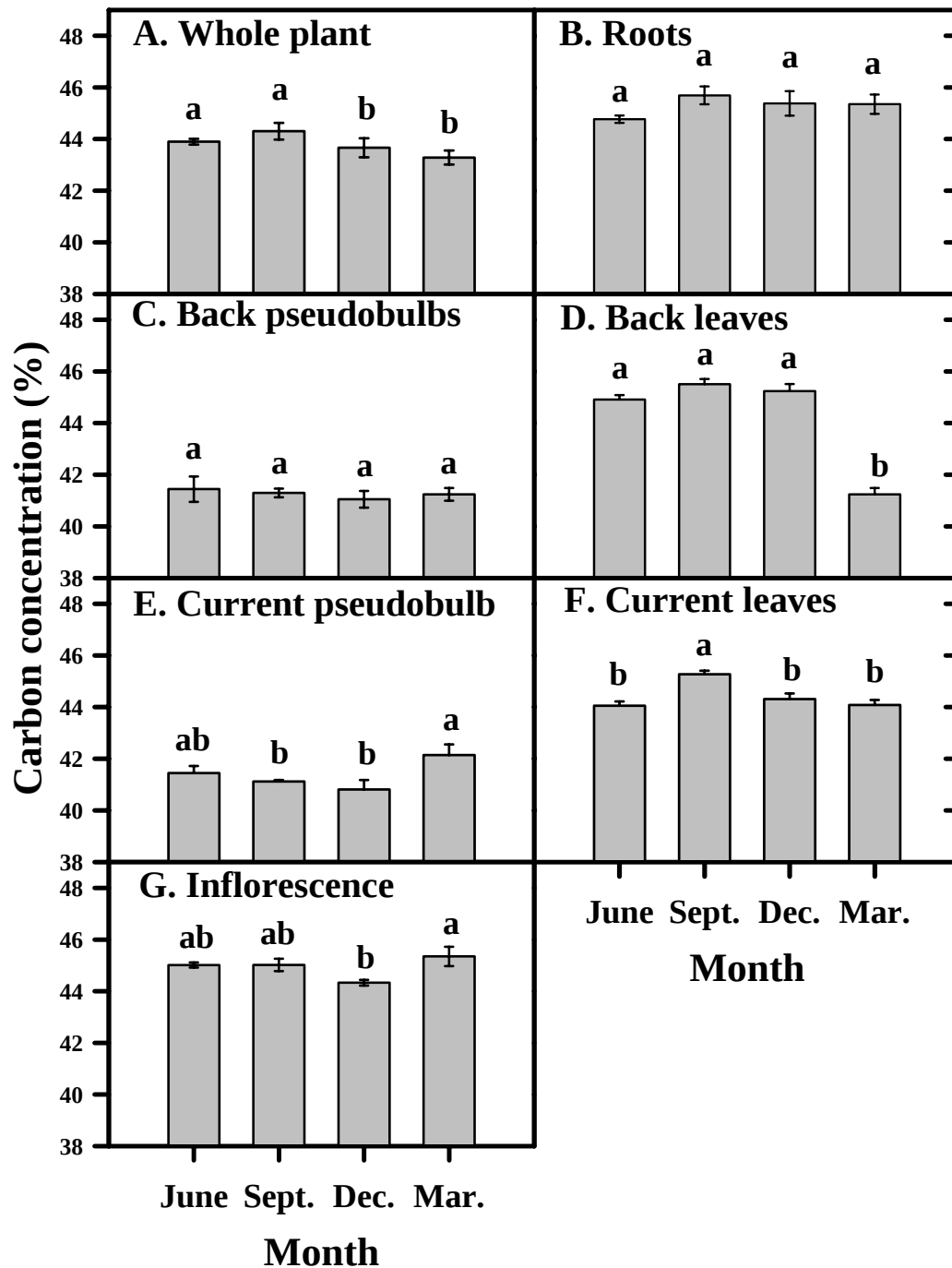


圖 51. 文心蘭 Gower Ramsey 植株在不同月份各部位之碳素濃度(2009/06/06 -2010 /05/09)。

Fig. 51. Carbon concentration of various plant parts in *Oncidium* Gower Ramsey in different month from 6 June, 2009 to 9 May, 2010 (n=6).

Mean with the same letters were not significant by LSD test at $P \leq 0.05$.

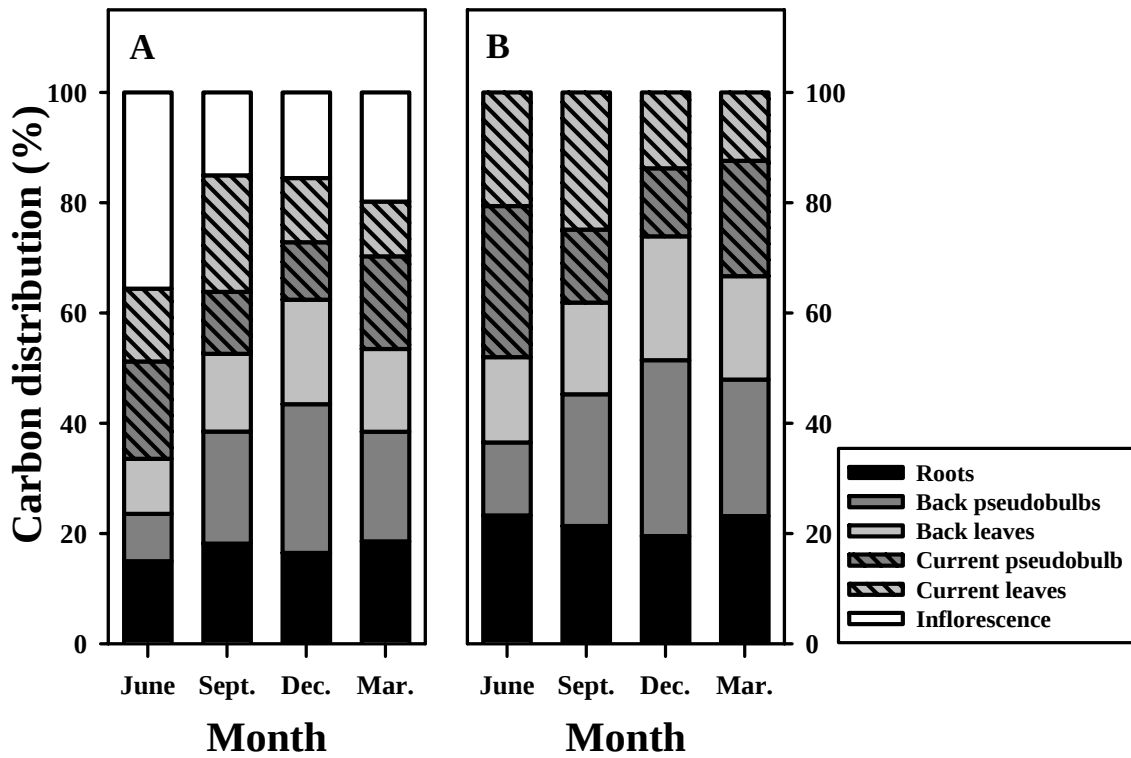


圖 52. 文心蘭 Gower Ramsey 在不同月份，植株碳素分布比例(2009/06/06-2010/05/09)，含花序(A)或不含花序(B)。

Fig. 52. Carbon distribution in *Oncidium* Gower Ramsey in different month from 6 June, 2009 to 9 May, 2010 (n=6); inflorescence included (A), or inflorescence not included (B).

Total carbon content in plant = 100%.

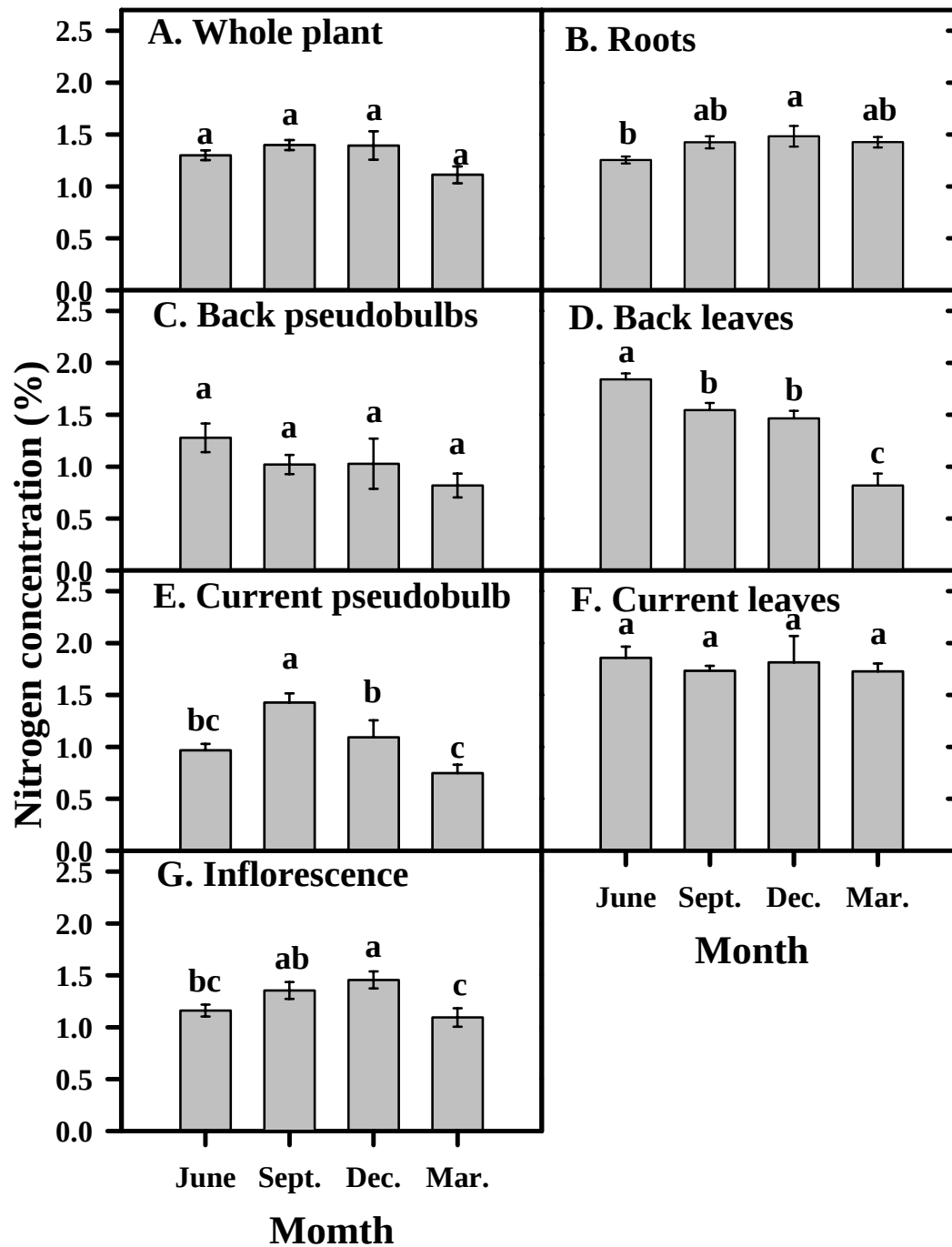


圖 53. 文心蘭 *Gower Ramsey* 植株在不同月份各部位之氮素濃度(2009/06/06 -2010 /05/09)。

Fig. 53. Nitrogen concentration of various plant parts in *Oncidium Gower Ramsey* in different month from 6 June, 2009 to 9 May, 2010 (n=6).

Mean with the same letters were not significant by LSD test at $P \leq 0.05$.

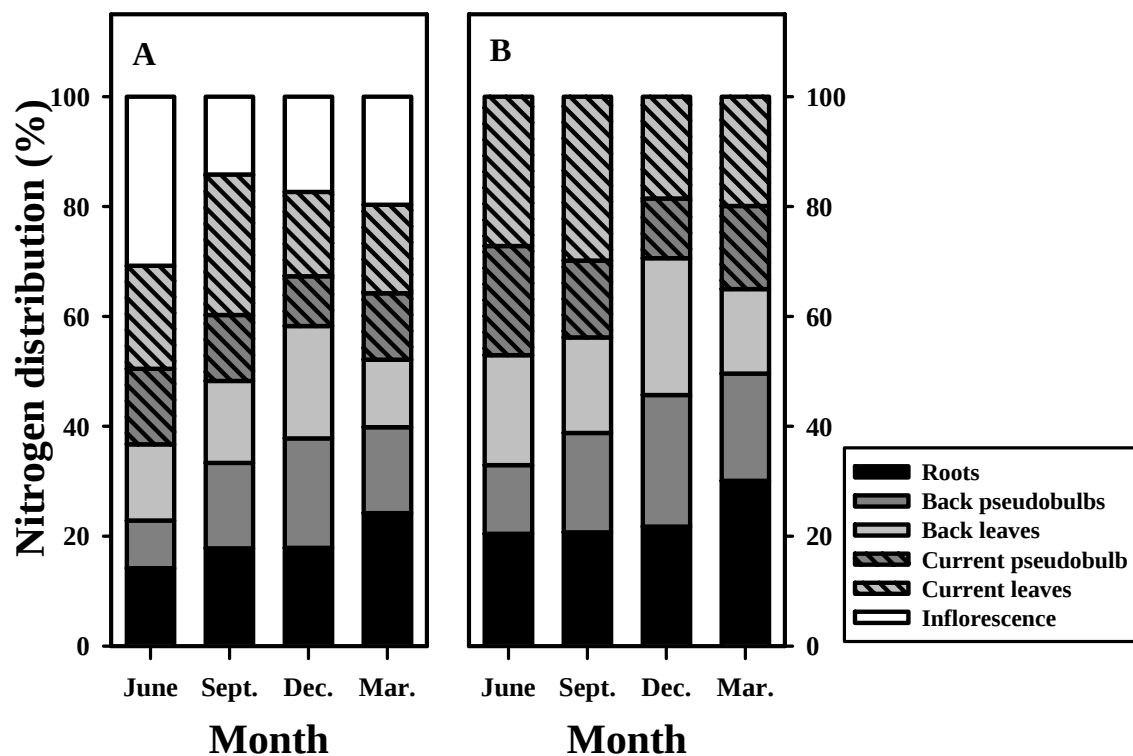


圖 54. 文心蘭 *Gower Ramsey* 在不同月份，植株氮素分布比例(2009/06/06-2010/05/09)，含花序(A)或不含花序(B)。

Fig. 54. Nitrogen distribution in *Oncidium Gower Ramsey* in different month from 6 June, 2009 to 9 May, 2010 (n=6); inflorescence included (A), or inflorescence not included (B).

Total nitrogen content in plant = 100%.

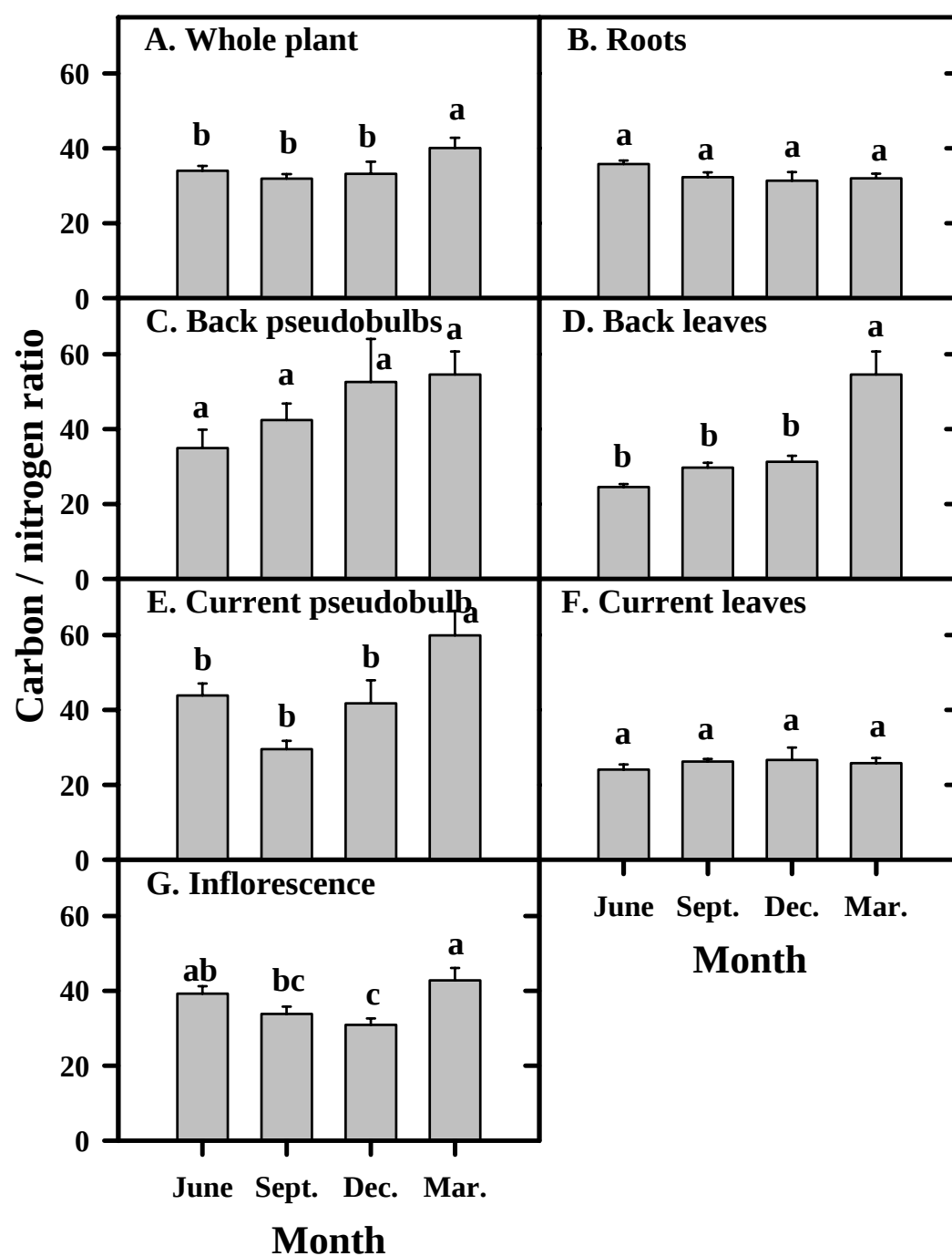


圖 55. 文心蘭 Gower Ramsey 植株在不同月份各部位之碳氮比(2009/06/06 -2010 /05/09)。

Fig. 55. Carbon to nitrogen ratio of various plant parts in *Oncidium* Gower Ramsey in different month from 6 June, 2009 to 9 May, 2010 (n=6). Mean with the same letters were not significant by LSD test at $P \leq 0.05$.

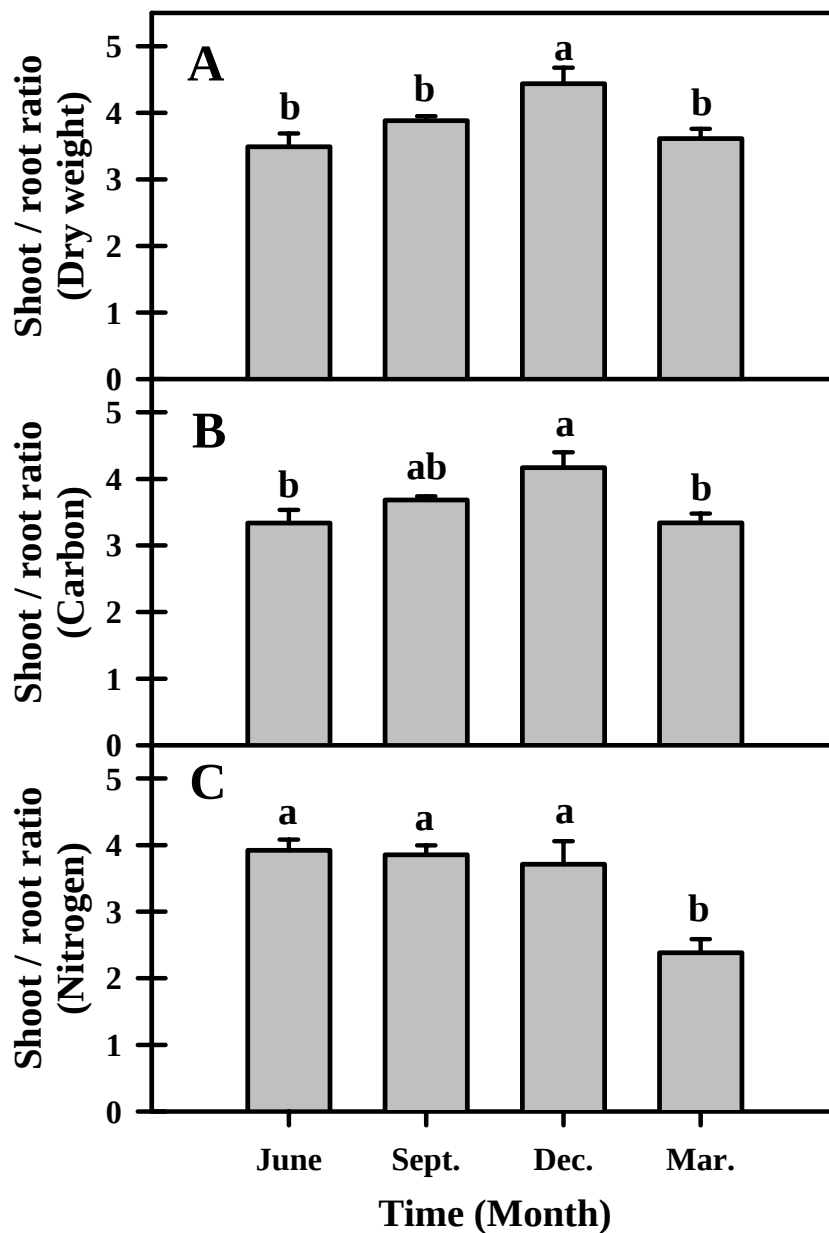
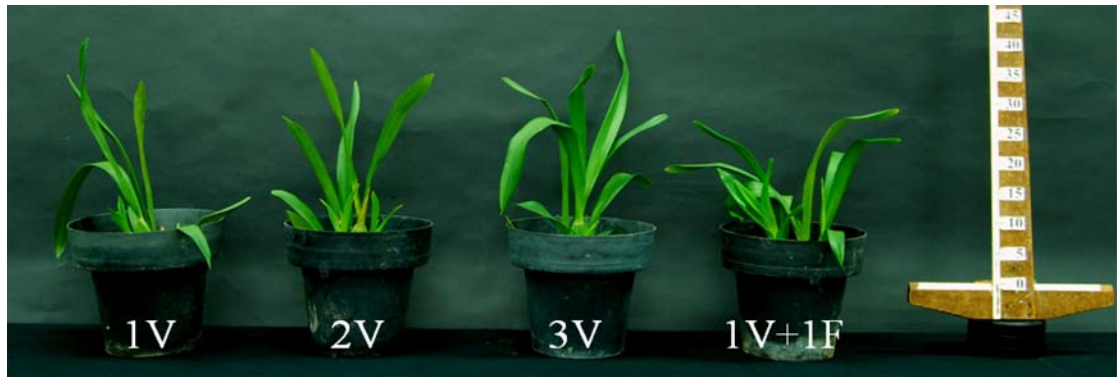


圖 56. 文心蘭 Gower Ramsey 植株在不同月份地上部與地下部乾重(A)、碳(B)、氮元素含量(C)之比值 (2009/06/06 -2010 /05/09)。

Shoot：扣除花序及根部後之植體總乾重；root：植株根部乾重。

Fig. 56. Shoot to root ratio of dry weight (A), carbon (B), and nitrogen (C) in *Oncidium* Gower Ramsey in *Oncidium* Gower Ramsey in different month from 6 June, 2009 to 9 May, 2010 (n=6). Shoot: Total plant dry weights without roots and inflorescence; root : dry weight of roots. Mean with the same letters were not significant by LSD test at $P \leq 0.05$.



E

圖 57. 具不同新芽數目之
文心蘭 Gower Ramsey。

A：1V，具 1 營養芽；2V，
具 2 營養芽；3V，具 3 營養
芽；1V+1F，具 1 營養芽與 1

花芽。B：具 1 營養芽。C：具 2 營養芽。D：具 3 營養芽。E：具 1 營養芽與 1 花
芽。比例尺為 35 公分。

Fig. 57. *Oncidium* Gower Ramsey with different bud numbers.

A:1V, with 1 vegetative bud; 2V, with 2 vegetative buds; 3V, with 3 vegetative buds;
1V+1F, with 1 vegetative bud and 1 flower bud. B: with 1 vegetative buds. C: with 2
vegetative buds. D : with 3 vegetative buds. E: with 1 vegetative bud and 1 flower bud.
White bar indicates 35 cm. White circles indicate vegetative buds and white arrow
indicates flower bud.

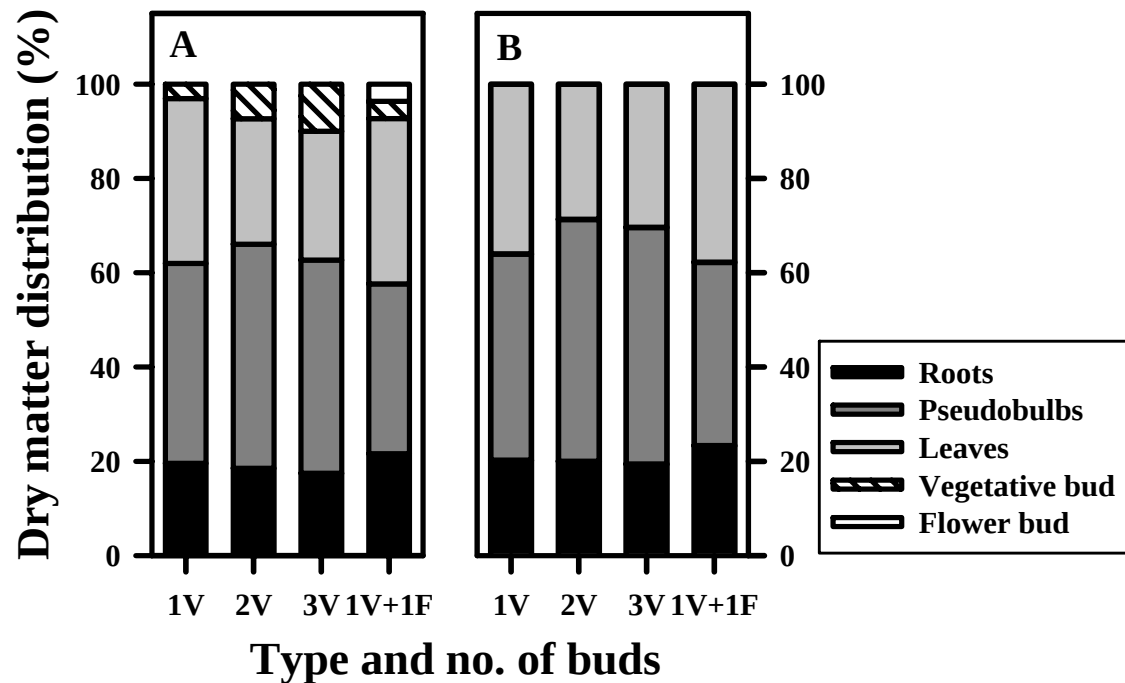


圖 58. 具不同新芽數目之文心蘭 *Oncidium* Gower Ramsey 植株乾物分配百分比。含營養芽與花芽(A)，不含營養芽與花芽(B)。1V，具 1 營養芽；2V，具 2 營養芽；3V，具 3 營養芽；1V+1F，具 1 營養芽與 1 花芽。

Fig. 58. Dry matter distribution in *Oncidium* Gower Ramsey with different type and number of buds (n=9); vegetative bud and flower bud included (A), or vegetative bud and flower bud not included (B). 1V, with 1 vegetative bud; 2V, with 2 vegetative buds; 3V, with 3 vegetative buds; 1V+1F, with 1 vegetative bud and 1 flower bud.

Total dry matter in plant = 100%.

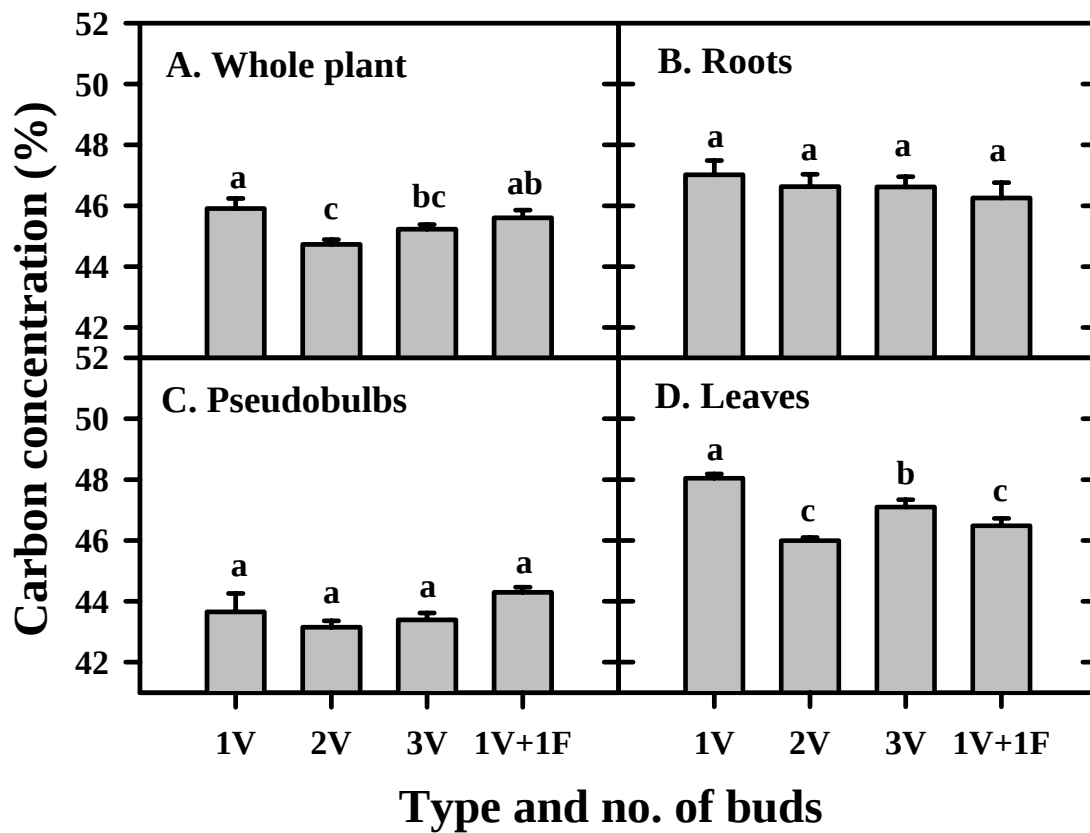


圖 59. 具不同新芽數目之文心蘭 *Oncidium* Gower Ramsey 植株各部位碳素濃度。1V，具 1 營養芽；2V，具 2 營養芽；3V，具 3 營養芽；1V+1F，具 1 營養芽與 1 花芽。

Fig. 59. Carbon concentration of various plant parts in *Oncidium* Gower Ramsey with different type and number of buds (n=9).

1V, with 1 vegetative bud; 2V, with 2 vegetative buds; 3V, with 3 vegetative buds; 1V+1F, with 1 vegetative bud and 1 flower bud. Bars indicate standard error of the means. Mean with the same letters were not significant by LSD test at $P \leq 0.05$.

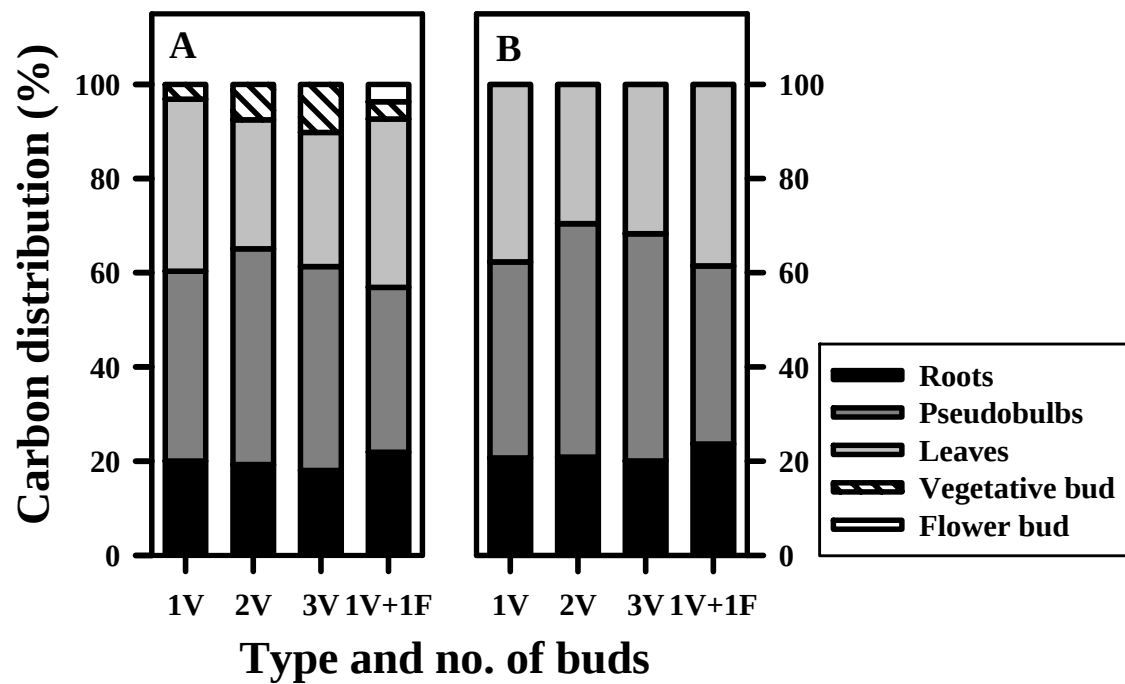


圖 60. 具不同新芽數目之文心蘭 *Oncidium* Gower Ramsey 植株碳素分配百分比。含營養芽與花芽(A)，不含營養芽與花芽(B)。1V，具 1 營養芽；2V，具 2 營養芽；3V，具 3 營養芽；1V+1F，具 1 營養芽與 1 花芽。

Fig. 60. Carbon distribution in *Oncidium* Gower Ramsey with different type and different type and number of buds (n=9); vegetative bud and flower bud included (A), or vegetative bud and flower bud not included (B). 1V, with 1 vegetative bud; 2V, with 2 vegetative buds; 3V, with 3 vegetative buds; 1V+1F, with 1 vegetative bud and 1 flower bud. Total carbon in plant = 100%.

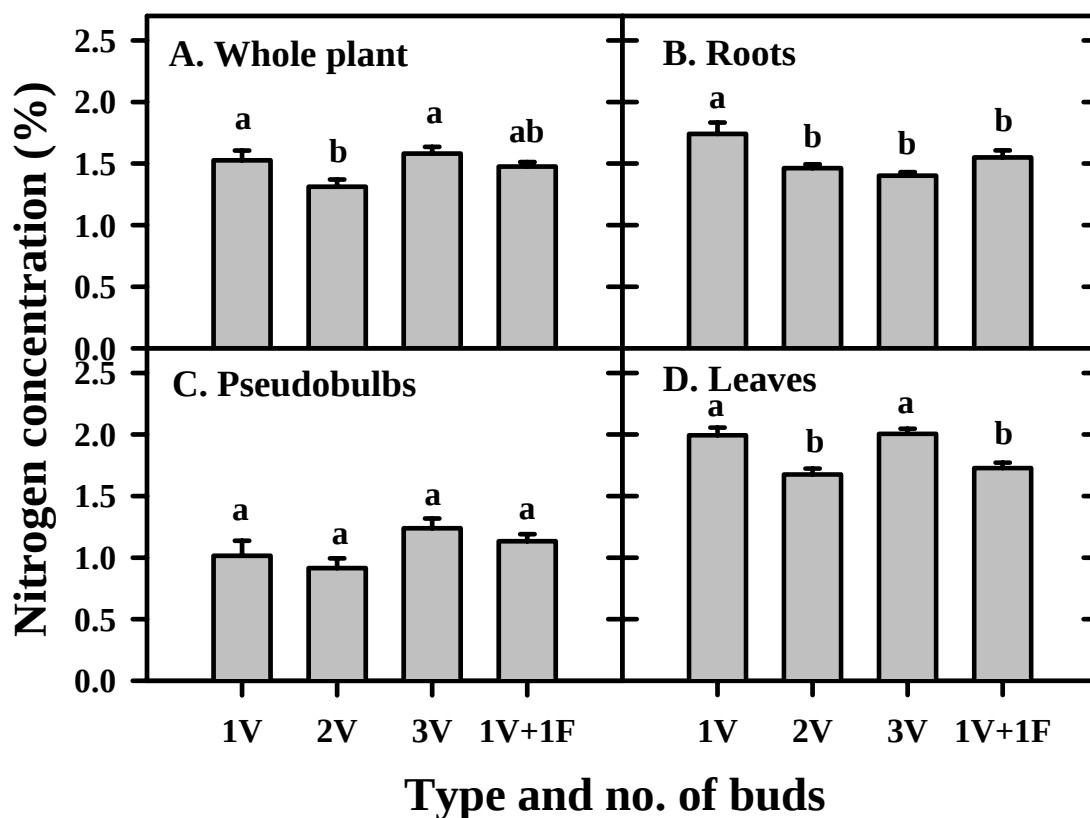


圖 61. 具不同新芽數目之文心蘭 *Gower Ramsey* 植株各部位氮素濃度。1V，具 1 營養芽；2V，具 2 營養芽；3V，具 3 營養芽；1V+1F，具 1 營養芽與 1 花芽。

Fig. 61. Nitrogen concentration of various plant parts in *Oncidium Gower Ramsey* with different type and number of buds (n=9). 1V, with 1 vegetative bud; 2V, with 2 vegetative buds; 3V, with 3 vegetative buds; 1V+1F, with 1 vegetative bud and 1 flower bud. Bars indicate standard error of the means. Mean with the same letters were not significant by LSD test at $P \leq 0.05$.

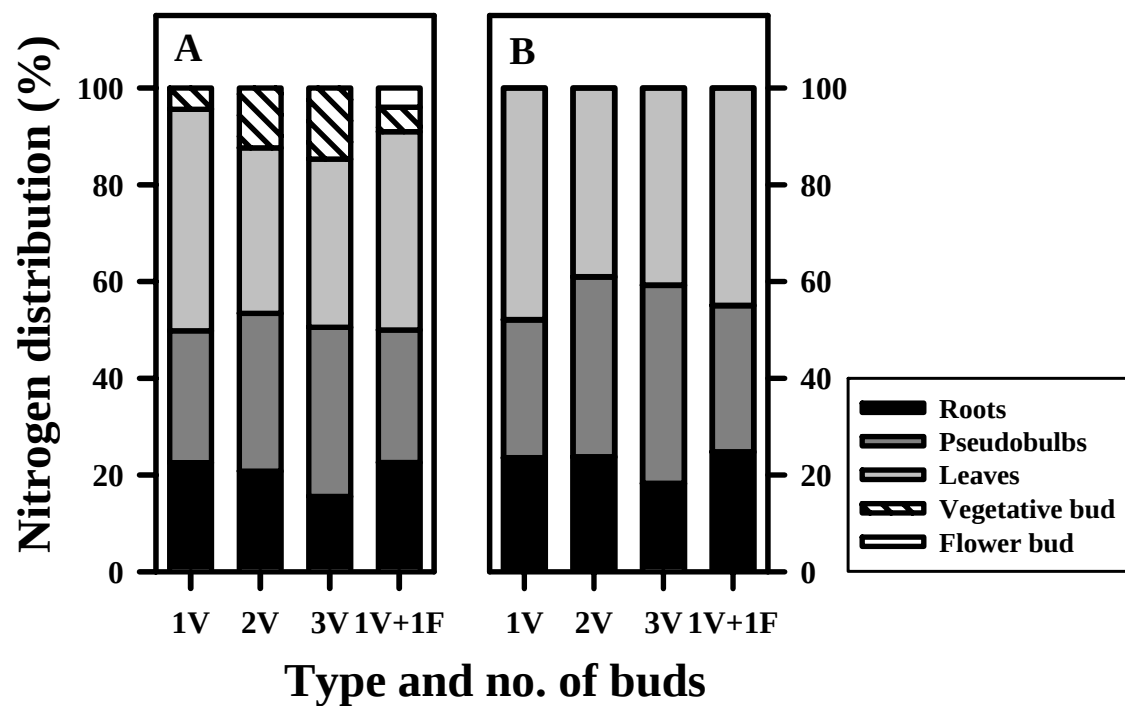


圖 62. 具不同新芽數目之文心蘭 *Oncidium* Gower Ramsey 植株氮素分配百分比。含營養芽與花芽(A)，不含營養芽與花芽(B)。1V，具 1 營養芽；2V，具 2 營養芽；3V，具 3 營養芽；1V+1F，具 1 營養芽與 1 花芽。

Fig. 62. Nitrogen distribution in *Oncidium* Gower Ramsey with different type and different type and number of buds (n=9); vegetative bud and flower bud included (A), or vegetative bud and flower bud not included (B). 1V, with 1 vegetative bud; 2V, with 2 vegetative buds; 3V, with 3 vegetative buds; 1V+1F, with 1 vegetative bud and 1 flower bud. Total nitrogen in plant = 100%.

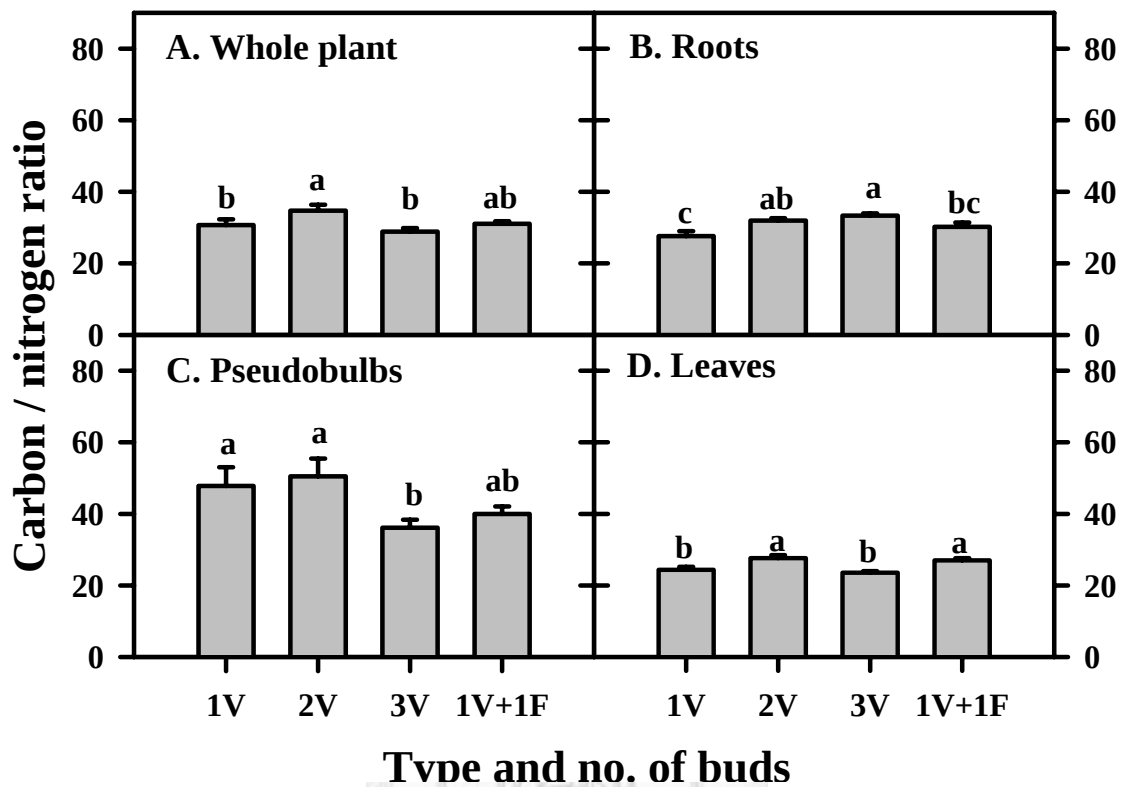


圖 63. 具不同新芽數目之文心蘭 *Oncidium* Gower Ramsey 植株各部位碳氮比。1V，具 1 營養芽；2V，具 2 營養芽；3V，具 3 營養芽；1V+1F，具 1 營養芽與 1 花芽。

Fig. 63. Carbon to nitrogen ratio of various plant parts in *Oncidium* Gower Ramsey with different type and number of buds (n=9). 1V, with 1 vegetative bud; 2V, with 2 vegetative buds; 3V, with 3 vegetative buds; 1V+1F, with 1 vegetative bud and 1 flower bud. Bars indicate standard error of the means. Mean with the same letters were not significant by LSD test at $P \leq 0.05$.

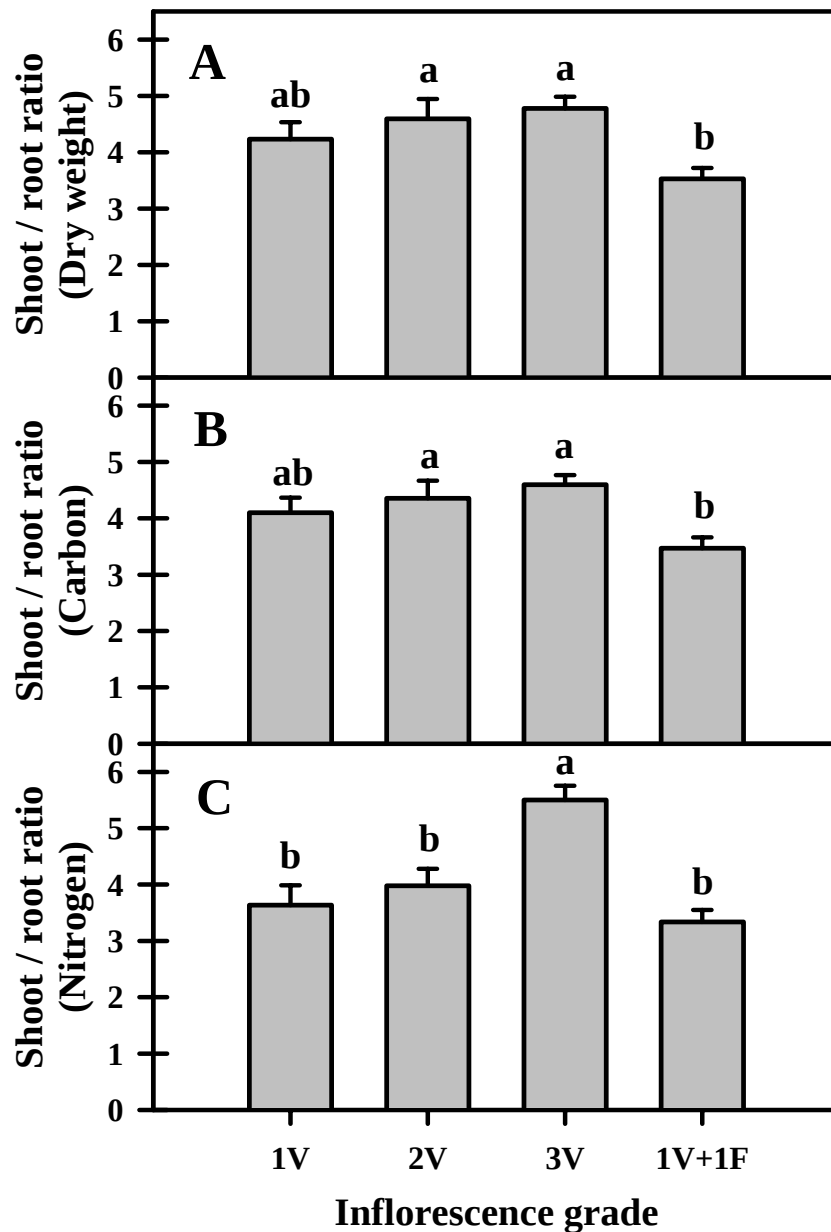


圖 64. 具不同新芽數目之文心蘭 *Oncidium Gower Ramsey* 植株地上部與地下部乾重(A)、碳(B)、氮元素(C)之比值。Shoot：扣除花序及根部後之植體總乾重；root：植株根部乾重。1V，具1營養芽；2V，具2營養芽；3V，具3營養芽；1V+1F，具1營養芽與1花芽。

Fig. 64. Shoot to root ratio of dry weight (A), carbon (B), and nitrogen (C) in *Oncidium Gower Ramsey* in *Oncidium Gower Ramsey* with different type and number of buds (n=9). Shoot: Total plant dry weights without roots and inflorescence; root: dry weight of roots. 1V, with 1 vegetative bud; 2V, with 2 vegetative buds; 3V, with 3 vegetative buds; 1V+1F, with 1 vegetative bud and 1 flower bud. Bars indicate standard error of the means. Mean with the same letters were not significant by LSD test at $P \leq 0.05$.

討論 (Discussion)

一、文心蘭生長週期內植體各部位碳氮之消長

文心蘭的生長週期可分為新芽萌發期(S0, Bud stage)、新芽發育期(S1, Plantlet stage)、假球莖出鞘期(S2, Unsheathing stage)及假球莖成熟期(S3, Pseudobulb with inflorescence stage or Pseudobulb without inflorescence stage)四個時期(Hew, 1994)。以此為標準來區分試驗一中之植株發育階段，試驗開始(第 0 週)時為 S0，4-12 週為 S1，16 週為 S2，20-28 週為 S3(Pseudobulb with inflorescence stage)，32 週回到 S0(圖 1、圖 2、圖 3、圖 4)。新芽發育初期(0-8 週)，植株地上部比地下部之比值持續下降(圖 9)，顯示地下部生長速率較地上部快。根部的生長有賴地上部供應碳水化合物來提供能量(Poole and Seely, 1978)，而在新芽萌發至芽發育期的階段，前代假球莖會累積碳水化合物，以供應未來花序發育所需之養分(Hew and Ng, 1996)。此階段(0-8 週)前代假球莖和根部之乾重、碳素含量及碳濃度持續增加(圖 7B、圖 7D、圖 14B、圖 14D、圖 15B、圖 15D)，氮素濃度呈下降趨勢(圖 19B、圖 19D)，可推測此時除前代假球莖累積碳水化合物，亦有部分之碳素運移至根部供應新根部生長。植株碳氮比上升(圖 21A)，說明此階段植株碳素同化速率較氮素快，而新根的生長，有助於養分的吸收，可提高植株對氮素之同化速率。新芽發育初期是文心蘭植株新根發育的重要階段(Hew, 1994)，若此時遭遇環境中溫度與光度逆境，植株同化碳素之速率下降，可能需依賴前代假球莖內累積的碳水化合物來作為供應新根生長之養分來源，造成前代假球莖內的碳水化合物累積量下降，亦有可能前代假球莖內碳水化合物累積不足，新根生長受阻，進而對植株後續生長速率與養分蓄積產生影響。

8-12 週為 S1 末期，前代假球莖及根部之乾重、含水率及碳氮含量下降(圖 7B、

圖 7D、圖 12B、圖 12D、圖 14B、圖 14D、圖 18B、圖 18D)，前代葉片之乾重略為降低(圖 7C)，只有當代葉片之乾重持續增加(圖 7E)。在 S1 末期，當代莖短縮的莖節上分化出許多潛伏的芽體，之後第 0 節的短縮莖會膨大成為當代假球莖，進入 S2 的生長階段(Hew, 1994)。在文心蘭植株由 S1 進入 S2 的過程中，會經歷芽體分化及當代假球莖之形成，此時植株累積碳氮之速率趨緩、乾重降低(圖 6、圖 13、圖 17)，可能是因為植株將部分之養分用於供應細胞分化以及新器官生成，此時環境溫度上升(25-30 °C)(附錄一)，會導致文心蘭淨光合作用率降低(陳，2007)，植株對養分的消耗量增加等現象，導致碳素同化率降低。在此階段，除了當代葉片持續發育外，其餘部位之生長量皆出現下降的情形(圖 6)。

當代假球莖出鞘階段(12-16 週)，植株前代假球莖之乾重、碳氮含量及碳氮濃度無明顯之變化趨勢(圖 7D、圖 14D、圖 15D、圖 18D、圖 19D)，前代葉片的碳氮含量下降(圖 14C、圖 18C)。當代葉片之乾重與碳氮含量上升(圖 7E、圖 14E、圖 18E)，並於第 16 週時可看見當代假球莖以形成(圖 2B)。雖然栽培環境之溫度維持在(25-30 °C)(附錄一)，但植株經過上個月的馴化(8-12 週)適應環境溫度，整體生長量開始增加(圖 6)。此時為當代假球莖快速發育期，當代假球莖為植株各部位中積貯能力最強之器官(Yong and Hew, 1995b)。前代假球莖碳氮含量不再增加及前代葉片碳氮含量下降可能原因有二，其一為養分運移至發育中的新器官(當代假球莖、當代葉片)；另一原因為該部位積貯能力下降，碳氮的蓄積速率比消耗速率慢所造成。

在花序萌發階段(16-24 週)，植株整體的乾重、碳氮含量上升(圖 6、圖 13、圖 17)，除發育中的當代假球莖、當代葉片及根部外，前代假球莖亦穩定的累積養分，前代葉片乾重、碳氮含量則無顯著變化(圖 7、圖 14、圖 18)。前人研究指出，在花序發育階段，萌發中的花序為植株中積貯力最強之器官，當代葉片將同化之碳素運移至花序與當代假球莖，前代葉片則將碳素運移至前代假球莖內(Yong and Hew, 1995b)。由上可知，在花序萌發階段，植株持續累積大量養分，除了供應花序抽長

所需之能量外，亦可儲存並供應其他器官之生長。文心蘭的假球莖具有儲存養分的功能，可供應花序開放所需之部分養分(王，2003)，而此階段養分累積多寡，可能與花序發育及後續開放有所關聯。隨著花序的開放(24-28 週)，植株除花序外的其他各部位，乾重、碳氮含量皆出現下降的情形(圖 7、圖 14、圖 18)，說明花序開放所消耗之養分，比花序發育階段多。

新芽萌發階段(28-32 週)，環境中的溫度逐漸由 30 °C 下降至 25 °C(附錄一)，植株各部位的乾重、碳氮含量出現回升的現象(圖 7、圖 14、圖 18)，此時新芽為植體中積貯能力最強之器官(Yong and Hew, 1995b)，乾重僅佔植體內的 0.4%，植株同化的養分除少部分供應新芽發育外，仍有多餘的養分可累積於其他器官(圖 7、圖 14、圖 18)。32-36 週，前代假球莖乾重、碳含量下降(圖 7D、圖 14D)，當代假球莖乾重、碳氮含量上升(圖 7F、圖 14F、圖 18F)，Hew and Ng (1996)的研究中亦有相似之結果。其可能原因為(1)前代葉片的光合作用能力下降，當代葉片為主要的供源，(2)前代假球莖積貯力下降(Yong and Hew, 1995b)，(3)比起當代假球莖，植株會先消耗前代假球莖內的養分等。

文心蘭之葉片在發育完成前，含水率會逐漸下降，在發育成熟後及不再變動(圖 12C、圖 12E)，而前代假球莖及根部隨著潛伏芽的分化、花序萌發及開放，含水率都會出現明顯的波動(圖 12B、圖 12D)。假球莖為文心蘭儲藏水分的主要器官(徐，1997；張，1996)，在細胞分化、儲藏性養分分解與供應都會伴隨著水分的消耗，可能是造成假球莖含水率變化的原因。而大部分蘭科植物的根部外皮層，具有一木質化與木栓化的獨特組織，為細胞壁加厚之單層或多層死細胞所構成，稱之為根被(velamen)，此特化的組織可幫助著生蘭吸收雨水中的水分與養分，以及具有貯存水分與防止水分散失之功能(Hew et al., 1993)。文心蘭為著生形的氣生蘭類，根部外層亦具有根被(張，1996)，根部的含水率變化可能與環境氣候變化、澆水頻率及文心蘭器官發育等因素相關。

由乾物質、碳素與氮素分布於植體各部位的比例可得，隨著文心蘭的發育，

前代葉片所占的比重會越來越低(圖 8、圖 16、圖 20)。前代假球莖於新芽萌發(0-4 週)、芽發育期(4-8 週)，乾重與碳素含量都會持續增加(圖 7D、圖 14D)，所占比例變動較小(圖 8、圖 16)，顯示葉片發育成熟後，擔任植體內碳素的供源，積貯力相對較弱。植體內的氮素多集中於新生的器官、葉片和根部，在當代假球莖萌發後，氮素分布於前代假球莖之比例不再上升，而根部所占之氮素比例變動幅度較大(圖 20)，前人研究中亦有相似之結果(Hew and Ng, 1996)，說明前代假球莖於當代莖發育時仍會持續累積碳素，而對氮素的積貯力與碳素相比則相對較弱。

二、碳氮含量與切花表現之相關性

文心蘭切花等級係依花序長度及分枝數來判定(表 1)。花序等級越高之植株，植體各部位的乾重及碳氮含量越多(表 2、表 3、表 4)。蘭科植物的假球莖具有儲存水分、碳水化合物及礦物養分之功能(Ng and Hew, 2000)，具有兩代或兩代以上前代莖之文心蘭 *Goldiana*，與只具當代莖、具一前代莖之植株相比，花序較長、分枝數多、花梗抽長的速率也較快(Yong and Hew, 1995a)。試驗一之結果顯示，在文心蘭當代莖的生長前期(0-8 週)，前代假球莖仍會持續的累積養分，在花序開放時(24-28 週)，除當代假球莖外，前代假球莖內的乾物重及碳氮含量也會減少(圖 7D、圖 14D、圖 18D)，顯示前代假球莖可提供當代花序開放所需之部份養分。

文心蘭的根部乾重與地上部之乾重成正相關(圖 38)，而葉片的乾重也與植體內總碳含量、碳濃度呈正相關(圖 37)。在氮素方面，根部的乾重與植體內總氮含量成正相關(圖 36B)，與總氮濃度則呈二次回歸曲線(圖 36A)，當根部的乾重超過 3 g 後，植體的總氮含量增加趨於平緩(圖 36A)。試驗二中，所有的植株皆栽培於 7 寸盆內，推測氮素含量增加趨緩可能和栽培容器中所提供的氮素多寡有關。具 A 級花序之植株，植體內的碳素濃度較高而氮素濃度較低(圖 24A、圖 26A)。植體對氮素的同化仰賴碳素供應骨架合成胺基酸(Inokuchi et al, 2002)，當植株生長量增

加，而植體內氮素增加趨緩(圖 36A)、氮素濃度降低(圖 36B)時，多餘的碳素會以碳水化合物的形式儲存在植體內。具 A 級切花植株，除了生長量較佳、植體可提供給花序發育的養分較多外(表 2、表 3、表 4)，植體內累積的碳水化合物總量也較高(表 15)。

比較乾物質、碳素及氮素分布於植體各部位內的比例，花序品質越好，前代莖所占養分比例就越高，反之花序品質越差，當代莖所占之養分比例就越高(圖 23、圖 25、圖 27)。只具當代莖之文心蘭，在開花過程中，會消耗當代假球莖內的碳水化合物與胺基酸(王，2003)；而具有前兩代莖之文心蘭，在開花過程中，前代假球莖內碳水化合物含量顯著下降，當代假球莖內則無顯著變化(Hew and Ng, 1996)。可能在前代假球莖含有足夠養分時，文心蘭會傾向先消耗前代假球莖內所貯存之養分，而在無前代供應養分時，才消耗當代假球莖內所累積的養分。Shen 等人(2009)指出，文心蘭的開花與否，受植體內果膠含量、果膠甲酯酶之活性和維他命 C 的含量所影響。環境因子的變動可能影響文心蘭植體內的營養狀態，進而啟動基因表現，使得文心蘭進入生殖生長。而在花序品質的表現方面，則受植體所能提供養分的多寡影響，因此前代假球莖內貯藏的養分和根部的生長狀況對於花序的長度及分枝數，具有一定之影響力。

三、非結構性碳水化合物與切花表現之相關性

由碳水化合物的方面來探討，植體內之碳水化合物可分為結構性與非結構性。結構性碳水化合物為組成植物組織物質，如纖維素、木質素等等；非結構性碳水化合物則為可被植物用於能量代謝與轉換之醣類，又可依其分子量區分為小分子之可溶性醣(如葡萄糖、蔗糖)與不可溶性之高分子聚合物(如澱粉、聚果糖)(Taiz and Zeiger, 2002)。

澱粉為植體用來長期貯存碳水化合物之形式之一(Theron and Jacobs, 1996)，蔗

糖則為文心蘭及許多植物進行醣類運輸所採用之形式(Ng and Hew, 1993)。在石斛蘭(*Dendrobium crumenatum*)花苞分化及開放過程中，花瓣與萼片中的可溶性醣會逐漸增加，澱粉則逐漸降低(Yap et al., 2008)；而玫瑰(*Rosa hybrida*)花苞在發育期，會累積非還原糖、蔗糖及澱粉，並藉由合成蔗糖磷酸合成酶(sucrose phosphate synthase)來促進蔗糖之移入(Kumar et al., 2007)。

試驗二之結果顯示，文心蘭植株花序越長、分枝越多(表 1)，植體內所含之非結構性碳水化合物之總量越高(表 15)，說明植體內非結構性的碳水化合物含量越高，可供應植株開花所需的能量就越充足。在文心蘭花序抽長、分枝完成但尚未開放時，植體內非結構性碳水化合物之濃度約為 3%-5%(圖 45A)，當代假球莖內的之非結構性碳水化合物濃度則為 9%-14%(圖 45E)，顯著高於根部及葉片。而在前代假球莖之部份，具 A 級花序之文心蘭非結構性碳水化合物之濃度高達 10%，具 D 級花序之文心蘭則較低(7%)(圖 45C)。同時於前代葉片內可發現隨著植株花序品質下降，其蔗糖含量隨之減少(圖 43D)，當代葉片內則無此現象(圖 43F)。蔗糖為文心蘭植體內醣類運移的主要形式，前代葉片內蔗糖濃度之多寡或許與醣類運移旺盛與否有關。

文心蘭之假球莖為儲存碳水化合物與礦物養分之主要器官，可提供植株生長與開花所需之養分(Hew and Ng, 1996)，相連一代以上前代莖之植株，其花序長度及分枝數較只具當代假球莖之文心蘭佳(Yong and Hew, 1995a)。綜合以上可推測，前代莖對當代花序之重要性除了包含其假球莖內儲存之非結構性碳水化合物，其葉片內的醣類運輸也較旺盛，因此可提供養分來供應當代花序之發育與開放，使植株有較佳品質之花序。

四、季節對花序萌發之影響

文心蘭一年四季皆可開花，但在臺灣，產期集中於 4-6 月和 9-11 月，產業上

有產銷失調和產期過於集中之問題(張，2006；農糧署，2010)。試驗三中，栽培於桃園(旭東蘭園楊梅分場，簡易單層遮陰網室)之文心蘭 Gower Ramsey，抽梗率以 8-10 月最高，1-3 月和 6-7 月最低，切花採收量以 9-12 月及 5 月份最高(圖 46)，花序品質則以 5-6 月最佳(圖 47)。蔡(2000)的研究中，栽培於臺北(臺灣大學，荷蘭威諾型控溫溫室)之文心蘭以 4 月和 10-11 月的切花採收量最高，4-5 月的花序品質較佳。文心蘭的花序在自然氣候條件下，產量及品質有明顯的季節性，而光度及溫度是造成此季節變化性之主因(徐，1997；蔡，2000)。

文心蘭的生長發育與養分蓄積受溫度、光度及肥料供應影響(張，1996；蔡，2000)。在高溫(日夜溫 35/30 °C)的環境下，文心蘭的生長速度變快，假球莖瘦長且薄，易出現隔代開花之現象，花序分枝數減少，小花數下降，整體切花品質不佳；在低溫(日夜溫 20/15 °C)環境下，假球莖較短而飽滿，切花品質良好(張，2000)。Onc. Gower Ramsey 於 15-25 °C 下有較高之淨光合作用速率，光合作用速率在高於 26 °C 即有明顯下降現象；高溫對文心蘭光合作用有不利影響，造成光合作用午休現象之發生，而當溫度低於 15 °C 則可能使午休現象減緩或不發生(陳，2007)。

6-7 月抽梗之文心蘭，在新芽發育期(S1)遇到低溫(1-3 月，日均溫 15-18°C)，進入假球莖成熟期(S2)氣溫逐漸攀升，至 6-7 月時日均溫達 30°C(圖 46A、附錄 2)，在高溫和高光的環境下，文心蘭的光合作用率下降，植體光合產物的累積量降低，使得植株抽梗延遲，或出現以營養芽的萌發取代生殖生長的現象。8-10 月植株抽梗率提高，部分來自於 6-7 月延遲抽梗之植株，而 9-10 月之植株經過 6-8 月的高溫，逐漸適應環境溫度，同時光度開始下降，有利於光合產物之累積，使得文心蘭之抽梗率提高(圖 46A、附錄 2)。11-12 月抽梗之文心蘭，部份為 9-10 月已開過花之文心蘭所抽出的第二花梗，部份則為 6-7 月未抽花梗之植株所萌發之營養芽，發育成新世代所發育之花序。在涼溫(15°C)的環境下，文心蘭的假球莖充實度較佳，但是生育速率緩慢，4-5 月抽梗之植株，推算其生長週期，為 9-11 月所萌發之營養芽發育而成(圖 46A、附錄 2)。

蔡(2000)指出，文心蘭的花期錯落，是由於新芽萌發時間點不同所造成的。綜合以上現象推論，植株抽梗與營養芽的萌發，為彼此交互影響之現象，主要還是受環境氣候影響植體內營養狀況所導致。試驗一中，當代芽萌發初期(0-8 週)，植株的碳氮比上升，地上部比地下部之比值下降，然在新一代芽萌發初期卻無此現象(32-36 週)(圖 9、圖 21)，可能原因為栽培環境為一開放空間，溫度與光度隨季節變化而造成(附錄 1)。由此可知，季節的變動，使植株碳氮同化之速率會產生變化，進而影響植株的生長表現。

五、季節對切花表現之影響

文心蘭的切花品質受季節影響而產生波動，5-7 月花序品質最佳，8-9 月、2-4 月次之，10-1 月最差(圖 47)，試驗三以 6 月份之文心蘭花序品質最佳，12 月份最差(表 16)。9 月份之植株當代葉片乾重最高，顯示當代葉片生長較佳，6 月及 3 月之植株當代假球莖較重，養分蓄積較多，而 12 月份之植株在當代莖及根部的乾重顯著低於其他月份(表 17)。

呂(2010)指出，冬季(12-1 月)的溫度與光度較低，文心蘭不易出現光合作用午休現象，夏季(7-8 月)高溫高光的環境下，則較易出現午休現象，文心蘭植株之淨光合作用率降低，下午亦無恢復的情形。文心蘭於其他月份亦容易出現午休現象，但可在下午溫度下降後逐漸回復。

文心蘭新芽萌發至切花採收約需 6-7 個月，相對高溫下(25-30℃)文心蘭的生長週期較短，約 4-6 個月，低溫下(13-15℃)則較長，約 8-9 個月。6 月份切花採收之文心蘭，推測其生長週期為 11-6 月，芽期、芽發育期皆在涼溫下發育(11-3 月，日均溫 15-20℃)，假球莖出鞘期之溫度在 20-25℃ 之間，此溫度下之文心蘭，於光合作用上未受到高溫逆境，假球莖飽滿，抽梗後亦未遇到高溫、高光之逆境，植體內養分充足，故有良好之花序品質(附錄 2)。9 月份切花採收之文心蘭，當代莖之

生長週期為 3-9 月，芽期、芽發育期在 15-25℃ 間生長，但在假球莖出鞘期遇到高溫(6-8 月)(附錄 2)，此時為文心蘭光合作用出現午休現象最嚴重之季節，植體光合產物的累積量減少，當代假球莖內氮素濃度偏高(圖 53E)，當代假球莖乾重較輕、充實度不足，當代葉片的發育較旺盛(表 17)，所萌發的花序品質較差。12 月份切花採收之文心蘭，生長期為 5-12 月，新芽發育及假球莖出鞘期皆遇高溫與高光逆境，在抽梗後環境中的溫度與光度才逐漸下降(附錄 2)，當代假球莖、當代葉片生長量不佳，根部的乾重也較輕，碳氮養分蓄積量少，導致 12 月份之植株花序品質下降(表 16、17)。3 月份所採收之花序，當代莖發育期為 8 月至翌年 3 月，僅在芽發育初期遇到高溫，之後隨著光度與溫度的下降，當代莖的發育趨緩(附錄 2)，文心蘭在冬季(12-1 月)光合作用較不易出現午休現象，當代假球莖充實度佳(表 17)、光合產物穩定累積(圖 51E)，有較佳之花序表現。

文心蘭 Gower Ramsey 於高溫的環境下，生長速率提高(張，1996)，而光合作用出現午休現象，會降低植株光合產物之累積，甚至消耗前代假球莖所儲存之養分。Ushio 等人(2008)指出，栽培於涼溫下(日夜溫 20/15 °C)之玫瑰(*Rosa hybrid* L.)，和以日夜溫 30/25 °C 的栽培環境相比，初期光合作用會降低，但隨著栽培時間延長，葉片中氮素含量和 Rubisco 的活性上升，進而使植株整體淨光合產物累積量(net assimilation rate)和相對生長速率(relative growth rate)增加。玫瑰的營養枝可儲存光合產物來供給開花枝所需之養分，而文心蘭之假球莖亦有相近之功能可供應花序和下一世代的發育。在涼溫下(日夜溫 20/15 °C)栽培之文心蘭(3 月與 6 月開花之植株)雖然生育速率較慢，但花序品質較佳，可能是因為植株整體淨光合產物累積量較高，而有較多的養分可供應花序的發育與開放。

除了假球莖出鞘期外，文心蘭抽梗至花序抽長的過程中(20-24 週)，假球莖與根部的乾物重、碳素與氮素含量仍持續增加(圖 6、圖 13、圖 17)，顯示在此過程植株仍持續累積養分。由上可知，新芽發育期至花序萌發與分枝這段期間，環境中的溫度與光度變化對於植株養分的蓄積會產生影響，亦是文心蘭切花品質隨季節

波動的原因。

六、新芽數目與植體碳氮含量之相關性

李(1998)指出，對帶 20-30 cm 花梗之文心蘭 Gower Ramsey 施用較多的氮素，可縮短 S3-S1 的時間。試驗四中，同時具有營養芽與花芽之文心蘭 Gower Ramsey，為 S3 與 S1 同時發生，植體葉片及根部的乾重、碳素與氮素含量比只具營養芽的組別高(表 20、表 21、表 22)，假球莖數目也較多。新生的花芽與營養芽在植體內，都是積貯能力最強的部位(Yong and Hew, 1995b)，但是因為萌發初期的芽體在植株整體所占之體積比重相對較小，所以養分分布的比例也較低。

試驗四中，同時具有營養芽與花芽之植株和具單一營養芽之植株相比(不含花芽和營養芽)，兩者乾物質、碳素及氮素分布於各器官的比例相近(圖 58B、圖 60B、圖 62B)。對照試驗一，花芽萌發初期(第 20 週)與新芽萌發初期(36 週)，植株乾物質、碳素與氮素分布各當代和前代的比例有所變化，但是將前代與當代相加後，乾物質、碳素與氮素分布於根、葉、及假球莖的比例是很相近的(圖 8、圖 16、圖 20)。由上可得，在花芽和營養芽發育初期的過程中，文心蘭乾物養分配於假球莖、葉片及根部的比例是相近的，而葉片及根部生長較佳之文心蘭，植體生長勢較佳，植體內養分充足，可供應新芽與營養芽同時萌發，縮短文心蘭由當代進入下一個世代所需之時間。

在全日照的環境下，遮陰 95%的光度栽培文心蘭 Gower Ramsey，假球莖細長且瘦弱，養分蓄積不足，植株無法抽梗，但會萌發較多的營養芽(張，1996)。栽培於涼溫下(日夜溫 20/15℃)之文心蘭 Sharry Baby，假球莖較短胖，平均每一植株可萌發 2.1 個營養芽；栽培於日夜溫 30/25℃之植株，假球莖瘦長，平均萌發 1.3-1.6 個營養芽 (蔡，2000)。張(2009)的研究則指出，在三月份抽花梗的文心蘭 Gower Ramsey 與七月份抽梗之文心蘭相比，其假球莖充實度較佳；在三月剪除花梗之文

心蘭 Gower Ramsey，平均每一植株會萌發 2 個營養芽，在七、八月剪除花梗之植株，只萌發單一營養芽。整理以上可知，文心蘭在植株養分不足，無法供應開花所需之能量時會萌發多個營養芽；而在植株假球莖充實的情況下，剪去其花梗，因假球莖內養分累積較多，可供應多個營養芽同時生長，導致植株會萌發較多的營養芽。

試驗四中，具 2-3 個營養芽之文心蘭 Gower Ramsey，葉片的乾重、碳素含量與只具單一營養芽之文心蘭相比明顯較低，但是在假球莖及根部則無顯著差異(表 15、表 16)。比較乾物質、碳素與氮素於植體內的分布可發現，具多個營養芽之植株，碳氮等養分多集中於假球莖(圖 58、圖 60、圖 62)。文心蘭之假球莖，含有少量之葉綠素，但因表層具角質層(cuticle)，氣體交換率趨近於 $0 \mu\text{g CO}_2/\text{pseudobulb}$ (Hew and Yong, 1994)，碳氮養分的累積主要來自葉片與根部。當假球莖之積貯能力提高，獲得相對較多養分時，植株可萌發多個營養芽。

具 2 個營養芽之文心蘭，假球莖中的氮素含量遠低於萌發 3 個營養芽之組別(表 22)，葉片中的碳素濃度亦偏低(圖 59D)，但假球莖中的氮素濃度與萌發 1 或 3 個營養芽之組別無顯差異(圖 61C)。推測萌發 2 個營養芽之文心蘭，葉片生長量偏低，光合產物不足累積，無法提供同化氮素所需之碳素，乾物養分分布於假球莖內的比例提高，促進了假球莖基部潛伏芽的萌發。

而具 3 個營養芽之文心蘭，假球莖中的氮素含量高於具 1、2 營養芽之組別(表 22)，碳素含量則無顯著差異(表 21)，但葉片的碳素濃度亦比具單一營養芽之組別低(圖 59D)，推測萌發 3 個營養芽之文心蘭，植體內所含氮素較多，碳水化合物累積降低，植株傾向於營養生長，又因假球莖內累積的養分較多，故可萌發更多的營養芽。

七、文心蘭植體內的碳氮平衡

碳氮元素分析儀利用可燃性元素燃燒產生氧化性氣體之特性，經吸附、脫附與分離後，再以檢測器定量換算後求出樣品中之碳素與氮素之組成百分比。偵測所得數值為樣品內總碳與總氮之濃度，未能區分貯存性碳水化合物或蛋白質濃度。碳素與氮素是構成植體的重要元素，植體同化氮素形成的蛋白質中亦包含了碳素所提供之骨架(Inokuchi et al., 2002)。因此以總碳及總氮之含量與濃度來判斷植體的營養狀態，需更加斟酌。

試驗中數據的表達，濃度所代表的是在特定單位內物質的多寡，含量則為濃度乘上整個器官所含之特定單位數。以試驗二為例，具 A 級花序之文心蘭，其前代假球莖所含之氮素濃度低於其他組別(圖 26C)，換算成總含量後，則高於其他組別(表 4)。植株的生長量之多寡，會對植體內各物質的濃度造成稀釋之效應，因此植體養分蓄積多寡的判定，應同時參考含量與濃度，並依植株的生長狀況來做解釋。

碳氮比(C/N)是用來判斷植物生長與營養狀態的指標(Corbesier et al., 2002)。葡萄(*Vitis vinifera* L. cv)生長於氮肥、水分與光線充足且合宜的環境下，植體內的碳氮比可維持在穩定平衡的狀態；當環境因子不利於其生長，如氮素不足、光度過低或水分限制等情況，會使植株的碳氮比產生變動(Rodriguez-Lovelle and Gaudillère, 2002)。

植物的地下部負責氮素的吸收，地上部接收光照，行光合作用將碳素固定進植體內，地上部與地下部的生長量的變化是植物為了調節植體內碳氮平衡的一種表現(Grechi et al., 2007; Hermans et al., 2006; Maroco et al., 2002)。在光照充足的環境下，葡萄(*Vitis vinifera* L. cv Merlot)地下部的生長量比受到遮陰的植株高，根部生長相對較旺盛，以獲取更多的氮素；而在氮素供應較多的環境下，其莖根比會上升，來增加對碳素的同化(Grechi et al., 2007)。玉米(*Zea mays* L.)在氮素供應較不

足之情況下，植體內的氮素會由葉片運往生殖器官；在氮素供應充足時，莖幹為主要供應生殖器官氮素的部位(Paponov and Engels, 2005)。由上可得，植株碳氮比之變化與根莖比(地上不比地下部之比值)之變化，彼此間會互相影響。

試驗一中，文心蘭地上部比地下部之比值在生長週期內由 6.3 降至 3.7(圖 9)，碳氮比則由 21.8 上升至 35.2(圖 21A)。由此可推論，在試驗期內，文心蘭對碳素的同化力較同化氮素能力強，促使地下部的生長比地上部旺盛，以增加文心蘭對氮素的吸收能力。而在試驗三中，相對於其他月份，9 月之植株當代葉片生長量較佳(表 17)，可能是因為在假球莖出鞘及葉片發育的階段遇到高溫(6-8 月)(附錄二)，光合作用出現午休現象，淨光合作用率下降，碳素的累積量降低，造成植體內碳氮同化速率不同，因此提高葉片之生長量，來促進對碳素的同化。

試驗二中，乾物養分分布於前代假球莖之比例越高，花序品質越佳(圖 23)，而於試驗三中，卻有不同之結果。3 月份之植株，乾物養分分佈前於代莖之比例最少，其花序品質最佳；12 月份之植株，乾物養分分佈前於代莖之比例最高，其花序品質最差(表 16、圖 50)。植株生長環境中的光照與溫度對於植株碳氮的同化及分配會產生影響，以下及針對試驗二與試驗三之結果進行討論。

隨著株齡上升，文心蘭度過的之生長週期數增加，植體內前代莖之數目會隨之增加，前代莖在植株內所占之比例也會隨之上升。試驗二之植株，植株生長年齡相同，且於試驗中去除多餘之前代莖，只取前代兩代莖及當代莖作為取樣部位，因此當代莖及前代莖之比例的基準點是一致的。而試驗三中，從試驗開始至試驗結束為期約一年，植株取樣包含所有之前代莖及當代莖，植株經歷之生長週期數目不一致，前代假莖之數目隨株齡增加而上升，植體內前代莖及當代莖之比例不一致，此為導致兩試驗出現不同結論之主因。

由試驗一可得，前代莖於新芽發育期(0-8 週)、假球莖成熟期至花序開放(16-24 週)前都可持續累積乾物養分(圖 7D)，而於當代假球莖出鞘前(8-12 週)及花序開放(24-28 週)時消耗前代假球莖內之乾物及碳氮養分(圖 7D、圖 14D、圖 18D)。

試驗二之植株，當代發育過程中所受的環境溫度、光度及栽培管理相同，當植株生長勢旺盛，養分除累積於當代莖外，前代莖亦可累積養分，可供應當代花序發育的養分量增加；若當代莖生長勢較弱，前代莖累積的相對養分較少，可供花序發育的養分降低，而有較差的花序品質。因此隨著花序品質之上升，前代莖所含之乾物及碳氮養分越多，植株花序品質越佳(圖 30、圖 31、圖 32)。

而在試驗三中，隨著株齡上升，前代莖在植株內所占之比例逐漸上升。6 月份未取樣之植株，其當代莖會成為 9 月、12 月及翌年 3 月分之植株之前代莖；9 月份未取樣之植株，其當代莖亦會成為 12 月及翌年 3 月分之植株之前代莖。在前代莖數目不一致之情況下，以當代假球莖之生長狀況來判斷植株之花序品質會較具代表性。當栽培環境利於植株累積養分時，當代莖在植株內所占之比例較高(3 月及 6 月份之植株)；若環境不利於養分累積時，當代莖瘦弱，其發育需要倚靠前代莖內所累積之養分，相對在植株所占之比例較低(9 月及 12 月份之植株)(圖 50B)。

換言之，當代莖發育期一致、在相同環境下生長之文心蘭，植體內養分分佈前代莖所佔之比例越高，植株生長勢越旺盛，花序品質也越好。當文心蘭株齡不同、當代莖發育過程中遭遇的環境因子產生變化時，可利用當代莖之生長勢來預測植株之花序品質，當代莖生長量越佳，植株的花序品質越好。

同為文心蘭類(*Oncidium Alliance*)之齒舌蘭(*Odontioda* *Lovely Morning* 'Sayaka')，以 7.5 mM 的氮素澆灌，植體內各部位氮素濃度的高低依次為葉片>根>假球莖；當肥料中氮素濃度提高 2 倍時，植體內各部位氮素濃度的高低排序會產生改變(假球莖>葉片>根)(Yoneda, 1999)。而本試驗中假球莖內的碳氮比與其他部位相比波動幅度較大(圖 21、圖 28、圖 55、圖 63)，可能是因假球莖為儲存水分與礦物營養之器官，可提供緩衝能力，來維持其他部位之碳氮平衡。

在試驗四中，萌發較多營養芽之植株，養分分配於假球莖之比例較高(圖 58、圖 60、圖 62)，顯示該植株在碳氮的吸收、同化及平衡，出現變化，營養芽之萌發，可能為其自身調節的反應。而假球莖與葉片的比例，或許可以成為在田間栽培時，

判斷植株是否進行生殖生長的指標。

一般植體內磷、鉀與鎂的多寡會影響植體對碳氮之分配(Bichsel and Starman, 2008; Hermans et al., 2006)。文心蘭為複莖性之蘭類，除當代假球莖外，亦有前代假球莖可供應生長發育所需之養分，因此在碳氮平衡對其生長發育之影響上較為複雜。若能更進一步研究文心蘭之碳氮分配，彼此間之交互影響，並考慮磷、鉀、鎂等元素的影響，除了對於植物生理能有所了解外，亦可對栽培上所面臨之問題提供相關之參考資訊。



參考文獻(References)

- 小西國義、今西英雄、五井正憲. 1998. 文心蘭. P.224-228. 花卉花期控制. 李叡明譯. 淑馨出版社. 臺北.
- 么煥英. 2007. 應用 Pour-through 介質容易測定法以水草栽培之蝴蝶蘭. 國立台灣大學園藝學研究所碩士論文.
- 王恆隆. 鍾振德. 葉開溫. 2003. 文心蘭花器發育過程中當代假球莖內碳水化合物與自由態胺基酸的變化. 中華農會學報. 4：476-488.
- 呂毓真. 2010. 環境因子對文心蘭光合作用及 Rubisco 活性之影響. 國立台灣大學園藝學研究所碩士論文.
- 李孟惠. 1998. 溫度、光度及肥料對文心蘭花序發育之影響. 國立台灣大學園藝學研究所碩士論文.
- 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. 國立中興大學園藝學研究所碩士論文.
- 陳筱薇. 2007. 環境因子對文心蘭光合作用之影響. 國立台灣大學園藝學研究所碩士論文.
- 張允瓊. 1996. 溫度、光度及肥料濃度對文心蘭生長與開花之影響. 國立台灣大學園藝學研究所碩士論文.
- 張允瓊. 李晔. 2000. 溫度對文心蘭 (*Oncidium* 'Gower Ramsey') 假球莖生長及花序發育之影響. 中國園藝. 46：221-330.
- 張彩蘋. 2006. 產業分析. 刊於：周明燕等編著. 文心蘭產業經營管理專輯. 行政院農業委員會. 台北.
- 張維倩. 2009. 生長調節劑與除花梗對文心蘭生育及開花之影響. 國立台灣大學園

藝學研究所碩士論文.

彭穎君. 2008. 大白花蝴蝶蘭‘V3’對氮素之吸收運移及利用. 國立台灣大學園藝學研究所碩士論文.

蔡佩芬. 2000. 溫度、光度、栽培介質及肥料濃度對文心蘭苗生育之影響. 國立台灣大學園藝學研究所碩士論文.

臺灣行政院農委會農糧署. 2010. 農情報告資源網. 一般作物查詢. 30 May 2010.<
http://agr.afa.gov.tw/afa/afa_frame.jsp>.

Andrwes, A., P. J. Lea., J. A. Raven., and K. Lindsey. 2004. Can genetic manipulation of plant nitrogen assimilation enzymes result in increased crop yield and greater N-use efficiency? An assessment. *Ann. Appl. Biol.* 145:25-40.

Bichsel, R. G., and T. W. Starman., and Y. T. Wang. 2008. Nitrogen, phosphorus, and potassium requirements for optimizing growth and flowering of the nobile dendrobium as a potted orchid. *Hortsciece.* 43:328-332.

Cabrea, R. I., R. Y. Evans., J. L. Paul. 1995. Nitrogen partitioning in rose plants over a flowering cycle. *Scientia Hort.* 63:67-76.

Chen, L. S., and L. Cheng. 2003. Carbon assimilation and carbohydrate metabolism of ‘Concord’ grape (*Vitis labrusca* L.) leaves in response to nitrogen supply. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 128:754-760.

Chen, Y. F., Y. Wang., and W. H. Wu. 2008. Membrane transporters for nitrogen, phosphate and potassium uptake in plants. *J. of Integrative Plant Biol.* 50:835-848.

Cheng, L., F. Ma., and D. Ranwala. 2004. Nitrogen storage and its interaction with carbohydrates of young apple trees in response to nitrogen supply. *Tree Physiol.* 24:91-98.

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 and cell Physiol. 43:684-688.
- Dickson, R. E. 1989. Carbon and nitrogen allocation in trees. Ann. Sci. For. 46:631-647.
- Grechi, I., Ph. Vivin., G. Hilbert., S. Milin., T. Robert., and J. -P. Gaudillère. 2007. Effect of light and nitrogen supply on internal C:N balance and control of root-to-shoot biomass allocation in grapevine. Environ. and Expt. 59:139-149.
- Hermans, C., J. P. Hammond., P. J. White., and N. Verbruggen. 2006. How do plants respond to nutrient shortage by biomass allocation? Trends in Plant Sci. 11: 610-617.
- Hew, C. S., L. Y. Lim., and C. M. Low. 1993. Nitrogen uptake by tropical orchid. Environmental and Experimental Bot. 33:273-281.
- Hew, C. S., and J. W. H. Yong. 1994. Growth and photosynthesis of *Oncidium* 'Goldiana'. J. Hort. Sci. 69:809-819.
- 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.
- Hsu, Y. M., M. J. Tseng., and C. H. Lin. 1999. The fluctuation of carbohydrates and nitrogen compounds in flooded wax-apple trees. Bot. Bul. of Acad. Sinica. 40:193-198.
- Inokuchi, R., K-i. K., T. Miyata., and M. Okada. 2002. Nitrogen-assimilating enzymes in land plants and algae: phylogenic and physiological perspectives. Physiol. Plantarum. 116: 1-11.
- Jang, J. C., and J. Sheen. 1994. Sugar sensing in higher plants. The plant cell. 6:1665-1679.
- Jones, D. L., J. R. Healey., V. B. Willey., J. F. Farrar., and A. Hodge. 2005. Dissolved

- organic nitrogen uptake by plants-an important N uptake pathway? *Soil Biol. And Biochem.* 37:413-423.
- Kumar, N., G. C. Srivastava, K. Dixit, A. Mahajan, and M. Pal. 2007. Role of carbohydrates in flower bud opening in rose (*Rosa hybrida* L.). *J. Hort. Sci. and Biotechnol.* 82:235-242.
- Lea, P. J., and R. A. Azevedo. 2006. Nitrogen use efficiency. 1. Uptake of nitrogen from the soil. *Ann. of Appl. Biol.* 149:243-247.
- Maroco, J. P., E. Breia., T. Faria., J. S. Pereira., and M. M. Chaves. 2002. Effects of long-term exposure to elevated CO₂ and N fertilization on the development of photosynthetic capacity and biomass accumulation in *Quercus suber* L. *Plant Cell and Environ.* 25:105-113.
- Meier, H., and J. S. G. Reid. 1982. Reserve polysaccharides other than starch in higher plants. In: FA Loewus, W Tanner, eds, *Encyclopedia of Plant Physiology*. 13A, Springer, Berlin: 418-471.
- Ng, C., and C. Hew. 1996. Pathway of phleom loading in the C3 tropical orchid hybrid *Oncidium Goldiana*. *J. Expt. Bot.* 47:1935–1939.
- Ng, C. K. Y., and C. S. Hew. 2000. Orchid pseudobulbs – ‘false’ bulbs with a genuine importance in orchid growth and survival. *Scienita Hort.* 83:165-172.
- Paponov, I. A., and C. Engles. 2005. Effect of nitrogen supply on carbon and nitrogen partitioning after flowering in maize. *J. Plant Nutr. Soil Sci.* 168:447-453.
- Paul, M. J., and S. P. Driscoll. 1997. Sugar repression of photosynthesis: the role of carbohydrates in signaling nitrogen deficiency through source:sink imbalance. *Plant, Cell and Environ.* 20:110-116.
- Poole. H. A., and J. G. Seeley. 1978. Nitrogen, potassium and magnesium nutrition of three orchid genera. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 103:485-488.

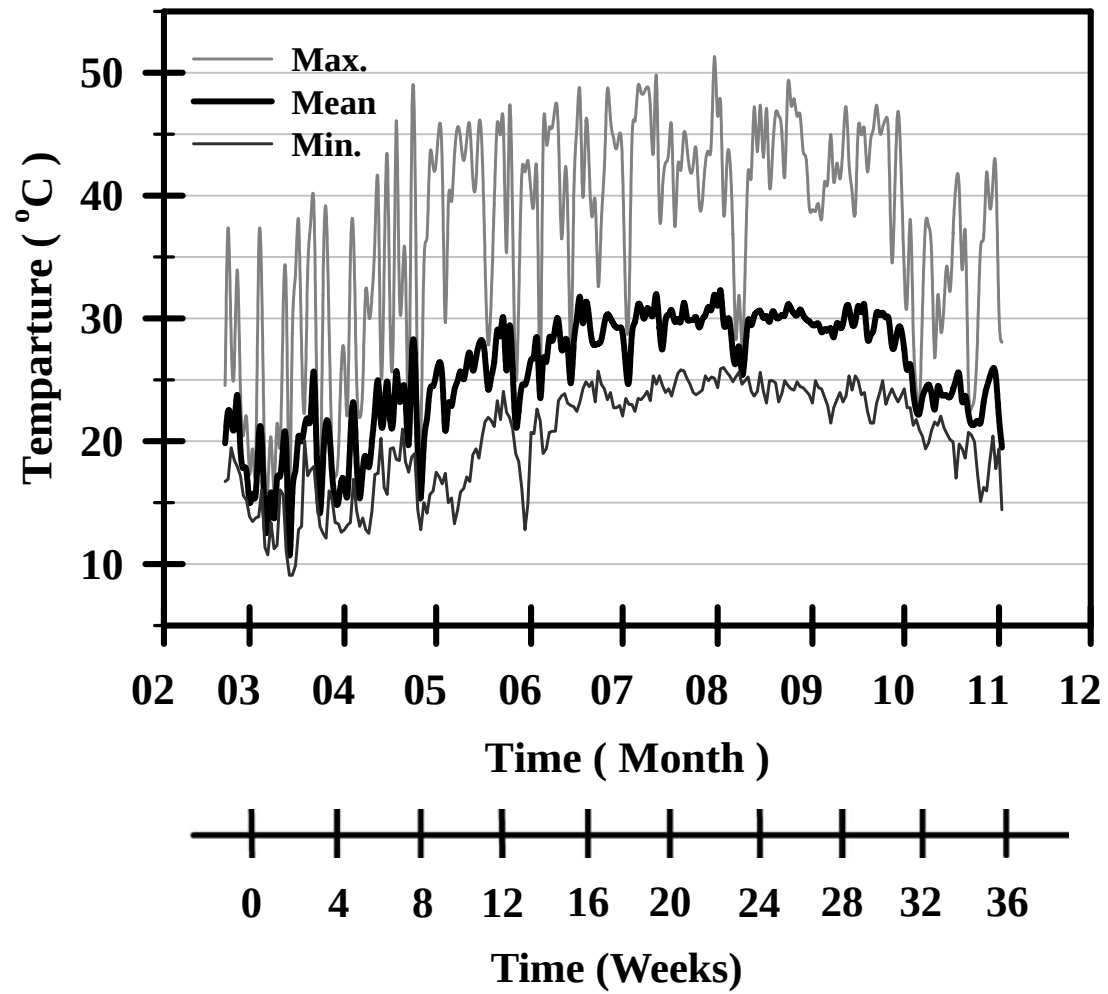
- Poole, H. A. and T. J. Sheehan. 1982. Mineral nutrition of orchids, p.195-212. In: J. Arditti (ed.). Orchid biology: review and perspectives. Vol II. Cornell Univ. Press, Ithaca, New York.
- Rao, A. S., Y. P. Luthra., I. S. Sheoran., and R. Singh. 1984. Partitioning of carbon and nitrogen during growth and development of pigeonpea (*Cajanus cajan* L.). J. of Expt. Bot. 35: 774-784.
- Rodriguez-Lovelle, B., and J-P. Gaudillère. 2002. Carbon and nitrogen partitioning in either fruiting or non- fruiting grapevines: effects of nitrogen limitation before and after veraison. Austral. J. of Grape and wine Res. 8:86-94.
- Ruamrungsri, S., P. Samanit., T. Pornsawatchau., N. Potapohn., and S. Fukai. 2007. Effect of fertilizer application on nutritional concentrations and flower quality of *Phalaenopsis* hybrid. Acta Hort. 755:495-498.
- Shen C. H., R. Krishnamurthy., and K.W. Yeh. 2009. Decreased L-ascorbate content mediating bolting is mainly regulated by the galacturonate pathway in *Oncidium*. Plant Cell Physiol. 50: 935-946.
- Taiz, L. and E. Zeiger. 2002. Ethylene: The gaseous hormone, p. 519-538. 3rd ed. Plant Physiology. Sinauer Associates Press, Sunderland, MA., U.S.A.
- Theron, K. I. and G. Jacobs. 1996. Changes in carbohydrate composition of the different bulb components of *Nerine bowdenii* W. Watson (Amaryllidaceae). J. Amer. Soc. Hort. Sci. 121:343-346.
- Thornton, B. and D. Robinson. 2005. Uptake and assimilation of nitrogen from solutions containing multiple N sources. Plant, Cell and Environ. 28:813-821.
- Upreti, D. C., and V. Mahalaxmi. 2000. Effects of elevated CO₂ and nitrogen nutrition on photosynthesis, growth and carbon-nitrogen balance in *Brassica juncea*. J. Agron. and Crop Sci. 184:271-276.
- Ushio, A., T. Mae., and A. Makino. 2008. Effects of temperature of photosynthesis and

- plant growth in the assimilation shoots of a rose. *Soil Sci. and Plant Nutr.* 54:253-258.
- Wang, H. L., K. W. Yeh., P. R. Chen., C. H. Chang., J. M. Chen., and K. H. Khoo. 2006. Isolation and characterization of a pure mannan from *Oncidium* cv. Gower Ramsey. current pseudobulb during initial inflorescence development. *Biosci. Biotechnol. Biochem.* 70:551–553.
- Wang, C. Y., C. Y. Chiou, and H. L. Wang. 2008. Carbonhydrate mobilization and gene regulatory profile in the pseudobulb of *Oncidium* orchid during the flowering process. *Planta* 227:1063-1077.
- Wang, S., L. Tang., and F. Chen. 2001. In vitro flowering of bitter melon. *Plant Cell Rpt.* 20:393-397.
- Wang, Y. T., A. Holzenburg., and G. Niu. 2008. Timing of nutrient termination and reapplication for growth, flower initiation, and flowering of the nobile dendrobium orchid. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 133:501-507.
- Warren, C. R. 2009. Dose nitrogen concentration affect relative uptake rates of nitrate, ammonium, and glycine? *J. Plant Nutr. Soil Sci.* 172:224-229.
- Yamasaki, A., T. Yoneyama., and F. Tanaka. 2002. Tracer studies on the allocation of carbon and nitrogen during flower induction of strawberry plants as affected by the nitrogen level. *Acta Hort.* 567:349-352.
- Yap, Y. M., C. S. Loh., and B. L. Ong. 2008. Regulation of development in *Dendrobium crumenatum* by changes in carbohydrate content, water status and cell wall metabolism. *Scientia Hort.* 119:59-66.
- Yoneda, K., N. Suzuki., and I. Hasegawa. 1999. Effects of macroelement concentrations on growth, flowering, and nutrient absorption in *Odontoglossum hybrid*. *Scienita Hort.* 80:259-265.

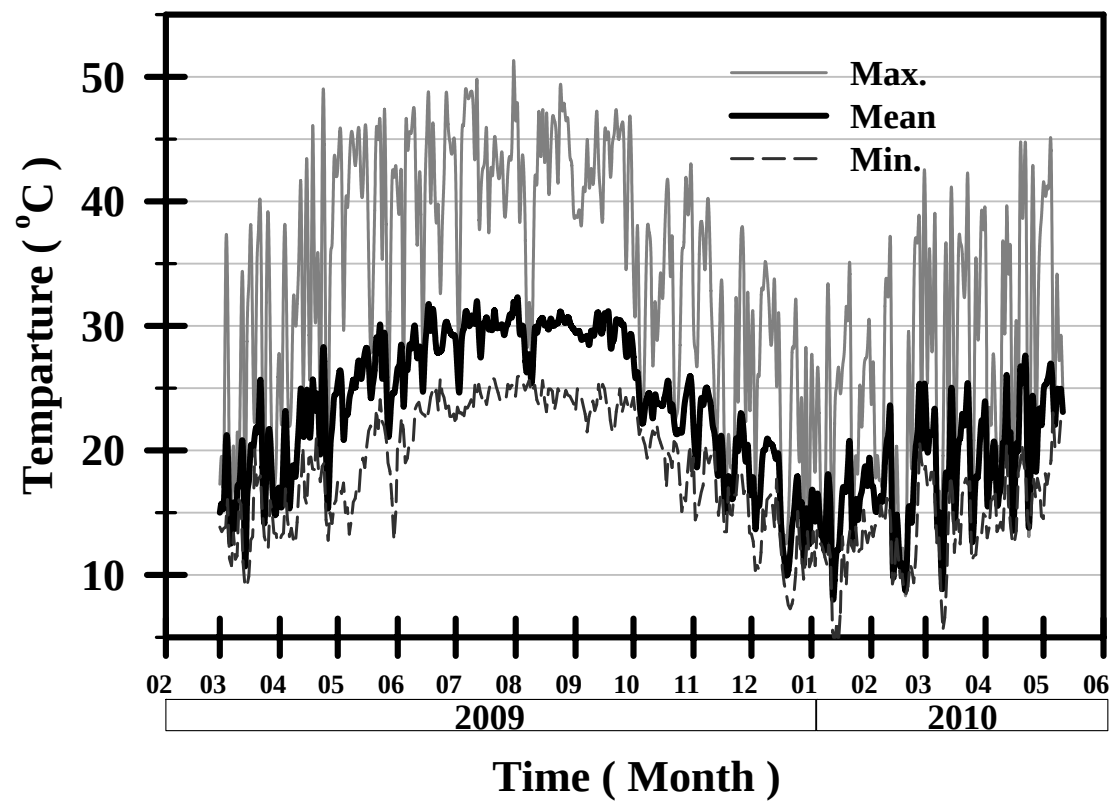
- Yong, J. W. H., and C. S. Hew. 1995a. The importance of photoassimilate contribution from the current shoot and connected back shoots to the inflorescence size in the thin-leaved sympodial orchid *Oncidium Goldiana*. Intl. J. Plant Sci. 156:450-459.
- Yong, J. W. H., and C. S. Hew. 1995b. Partitioning of ^{14}C assimilates between sources and sinks during different growth stages in the sympodial thin-leaved orchid *Oncidium Goldiana*. Intl. J. Plant. Sci. 156:188-196.



附錄 (Appendix)



附錄一、旭東蘭園楊梅分場每日溫度變化圖(試驗一，2009/02/21-2009/11/02)



附錄二、旭東蘭園楊梅分場每日溫度變化圖(試驗三，2009/02/21-2010/05/06)