

行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

計畫名稱：溫度對鳴子百合根莖碳水化合物
及葉斑蛋白質變化之影響

計畫編號：NSC 89-2313-B-002-223

執行期間：89年8月1日至90年7月31日

主持人：葉德銘 國立台灣大學園藝系

一、摘要

鳴子百合為百合科宿根植物，葉形優美，在台灣屬切葉生產。本研究主要目的為探討溫度對鳴子百合根莖碳水化合物含量、葉斑大小及其相關蛋白質之影響。此研究將有助於科學研究與協助產業提高葉斑之參考。種植於梅峰之鳴子百合，新根莖、2年生根莖及根部之乾重變化於3月~8月持續增加，8月之後則呈現下降趨勢。葉片於4月開始生長至11月開始枯萎。在梅峰於6、7、8及9月去除地上部，結果6及7月去除地上部會影響下一季之切葉品質，減少根莖生長。取鳴子百合之根莖種植於日/夜溫度為15/13、20/15、25/20、30/25及35/30℃，五種溫控之自然光照溫室，結果顯示以30/25℃處理者下一季葉斑比例增加最大。根莖以5及22℃貯藏16天後，根莖中蔗糖含量增加，果糖含量則有下降趨勢，含量又以5℃貯藏者較高。葉片綠斑具有分子量接近26, 32和62 kDa之蛋白質，但白斑則不具有此類蛋白質。

關鍵詞：鳴子百合、碳水化合物、蛋白質、葉斑

Abstract

Polygonatum odoratum 'Variegatum', Variegated Solomon's Seal is herebaceous perennial and is produced for cut leaves in Taiwan. The objectives of this study were to investigate the effects of temperature on rhizome carbohydrate contents and leaf variegation proteins of Variegated Solomon's Seal in order to establish the methods to increase both the productivity and the

variegation of this crop. Variegated Solomon's Seal grown at MeiFeng showed that the dry weight of new rhizome, two-year-old rhizome and roots gradually increased from March to August, and had a gradually decrease after August. Leaves began to grow in April and began to wilt in November. Cut off the aerial shoot in June and July not only affected the quality of cut leaves, but also decreased the growth of the rhizome of the next season. Variegated Solomon's Seal grew in 5 different day/night temperatures: 15/13, 20/15, 25/20, 30/25, 35/30 °C in a natural sunlight condition showed that: temperature at 30/25 °C treatment resulted in the greatest variegation in the next growth season. Sucrose content of the rhizome was increased after the 5 and 22 °C storage for 16 days, while the fructose content had a tendency to decrease, and the content was still the highest in 5 °C storage treatment. Protein of approximately 26, 32 and 62 kDa were present in the green parts of leaves but not in the white parts.

Keywords : *Polygonatum odoratum*, carbohydrate, protein, variegation

二、緣由與目的

鳴子百合 (*Polygonatum odoratum* 'Variegatum', Variegated Solomon's Seal) 為百合科宿根植物，原生於日本、中國大陸 (Jeffrey, 1979; 1982) 及韓國 (Tamura, 1990) 等。溫度對鳴子百合生長之影響，其科學性研究目前僅有計畫研提人等報導 (Yeh 等

人,2000)。

鳴子百合在台灣屬切葉生產，供插花配材。埔里、信義鄉、東勢鄉及魚池鄉栽培業者，由日本進口每年約 3000 箱經低溫處理之鳴子百合根莖，由於貨源難預訂且多集中在 11 月以後進口，根莖品質影響切葉採收率(李,1993)。鳴子百合於本省中海拔栽培可採宿根栽培，利用冬天自然低溫來滿足根莖萌芽之低溫需求，當氣溫於 3 月開始回升時，根莖於 3 至 4 月期間開始陸續萌芽，切葉主要產期為 5~7 月，10 月中旬後地上部開始枯萎，此時根莖未遭遇低溫，因此如何調節根莖產期供應業者根莖所需，尋求根莖萌芽與地上部伸長之低溫需求為首要。計畫研提人已建立調節根莖產期之低溫需求模式(Yeh 等人,2000)，可提供產期節參考。

鳴子百合根莖具低溫需求，但溫度對其碳水化合物含量等生理變化資料闕如，葉斑亦為鳴子百合觀賞之特色，但業者栽植之鳴子百合葉斑有逐年減少趨勢，此亦亟需研究解決。光強度及氮肥濃度已知對鳴子百合葉斑大小並無顯著影響，因此本研究主要目的為探討溫度對鳴子百合根莖碳水化合物含量及葉斑大小及其相關蛋白質之影響。此研究將有助於科學研究與協助產業之雙重意義。

三、材料與方法

參試之鳴子百合 (*Polygonatum odoratum* 'Variegatum') 根莖採自栽培於南投縣海拔 2100 公尺國立台灣大學農學院附設山地實驗農場之梅峰。試驗場地分別於(1)台大山地實驗農場，自然光照之簡易遮雨棚內進行，屋頂為 PC 塑膠膜。(2)位於台北台大設試驗農場園藝分場，自然光照之簡易遮雨棚內進行，屋頂為 PC 塑膠浪板。(3)台大農學院自然日照之人工氣候玻璃溫室。

於梅峰進行試驗之介質皆採用炭化稻殼、保綠人造土與砂依體積比 1:1:1 混合種植於石綿瓦浪板上，離地約 25 cm。另外於園藝分場及人工氣候室進行之試驗皆栽植於黑色塑膠盆(41x21x12 cm)內，介質皆採用泥炭苔、珍珠石與蛭石依體積比 1:1:

1 混合均勻種植。梅峰進行之試驗水分採用滴灌方式，以現行作業少量多施方式，肥料隨水分施用。園藝分場及人工氣候室之試驗，每週施用全量 Johnson's solution 一次，採完全濕透並流出 30% 為原則，每盆約施用 1500mL，澆水視介質乾燥程度而定，另外於每月充分淋洗一次，以避免鹽分累積。定期防治苗枯、炭疽、灰黴及紅蜘蛛等病害。園藝分場及人工氣候室之試驗，於種植前根莖先行以億力 (Benlate) 殺菌劑稀釋 1000 倍，浸泡半天，陰乾後種植，種植期間噴藥以防紅蜘蛛及蚜蟲。進行之試驗及方法如下：

一、鳴子百合之生長習性與形態觀察，並分析葉片週年之碳水化合物變化：

於 2 月定植鳴子百合長度 14~16 cm 之根莖，150x100cm² 種植 91 株，分別定期於梅峰採收植株，每次採收 5 株並分其部位，調查其乾重及碳水化合物含量之變化。

二、不同時間去除地上部對鳴子百合隔年生長之影響：

取長度 14~16 cm 之根莖，於 2 月種植於梅峰簡易遮雨棚內，栽植床上以百吉牌之黑色遮光網覆蓋，遮光為 70%，並於 6、7、8 及 9 月底去除植株地上部，每處理 6 重覆，並利用梅峰冬天自然低溫，待根莖低溫需求滿足後，隔年萌芽生長時取樣調查。

三、溫度對葉斑大小及相關蛋白質之影響：

於 2-8 月將鳴子百合根莖，移入台大人工氣候室種植，日/夜溫度為 15/13、20/15、25/20、30/25 及 35/30°C 五種溫控之自然光照溫室，日溫長 11 小時，夜溫長 13 小時，每溫度為一處理，每處理計 24 株。至 8 月後移出，以 5°C 低溫貯藏 3 個月後(Yeh 等人,2000)，種植置於台大園藝分場，調查植株萌芽後生長情形，並分析葉斑大小及葉片白斑及綠斑之蛋白質變化。

四、根莖碳水化合物含量與萌芽之相關性：

於 9 月自梅峰採收鳴子百合根莖，以 5 及 22°C 貯藏 0~56 天(Yeh 等人,2000)，每隔

8 天取出根莖 12 個，測量根莖之碳水化合物含量。

四、結果與討論

鳴子百合種植於梅峰採宿根栽培，當氣溫於 3 月開始回升時，3 至 4 月期間根莖開始陸續萌芽與抽莖，並於 4 至 5 月開花，而於日本之露天栽培者，需至 6 月才開花(成澤,1991)，可能因日本之氣溫回升較慢或氣溫較低，以致於生長緩慢所致。10 月中旬後梅峰之鳴子百合地上部陸續枯萎，並利用冬天自然低溫來滿足根莖萌芽之低溫需求，與日本之露天栽培者相似(成澤,1991)，可見鳴子百合種植於日本之環境，應與梅峰物候期相似。由上述可知鳴子百合之生長受溫度影響甚鉅。

由梅峰取樣調查結果得知(圖 1)，鳴子百合新根莖於 5 月至 8 月乾重持續增加，8 月呈現最大值，由此可知新根莖之生長需達 4 個月以上才能達最大值(圖 1A)，11 月之後新根莖乾重下降，可能由於此時地上部已枯萎(圖 1F)，無法供給養分給新根莖，而新根莖本身呼吸作用之消耗，導致乾重下降(圖 1A)。2 年生之根莖於調查期間，外表並無增加之表現，但乾重改變(圖 1C)，可能鳴子百合根莖於生長期間，根莖內容物有重新分配情形。鳴子百合根莖於 4 月萌芽抽梢，此時 1、2 及 3 年生根莖之乾重皆呈現下降趨勢(圖 1B、C、D)，且此時根部生長並不明顯(圖 1E)，顯示地上部抽莖之養分由根莖所提供，待地上部開始生長後，由葉片行光合作用蓄積養分供根莖生長所需，相似情形可見於台灣一葉蘭(劉,1982；郭,1984)，台灣一葉蘭由母球供應子球之芽體迅速萌芽、開花及葉片之伸展，此時葉片為積儲之一，而當葉片達一定大小後，則轉為供源，將光合產物運送至積儲能力很強之子球。鳴子百合之 1、2 及 3 年生根莖類似其他球根花卉之母球，例如鬱金香，但鬱金香母球會因供應子球及葉片之發育，而消耗枯萎(Schmalfeld 和 Carolus,1965；Aung 等人,1973)，但鳴子百合之 1、2 及 3 年生根莖，並無枯萎情形發

生，甚至 2 年生根莖乾重有呈現上升之趨勢(圖 1C)。鳴子百合地上部乾重於 5 月呈現最大值，此時地上部亦完全展開(圖 1F)，5 月之後地上部乾重隨時間增加而遞減，Schmalfeld 和 Carolus (1965)指出鬱金香因葉片之碳水化合物供給子球發育及葉片本身呼吸作用所需，導致葉片乾重下降。梅峰栽培業者則由 5 月開始採收切葉，去除地上部會影響根莖之生長，進而影響下一季切葉生產。

鳴子百合於 3 月至 4 月期間，1 年生根莖內果糖及蔗糖含量呈現上升趨勢(圖 2B)，而 Lambrechts 等人(1994)指出鬱金香鱗莖經低溫處理後，花莖抽出時花莖及鱗莖內酒精可溶性糖含量增加，鬱金香花莖之生長與母球之酒精可溶性糖含量有關(Moe 和 Wickström,1973)，顯示鳴子百合地上部能順利伸長，可能與根莖內碳水化合物含量之變化有關。新根莖內果糖及蔗糖含量由 5 月至 11 月呈現下降之趨勢(圖 2A)，而 1 年生根莖內果糖及蔗糖含量亦呈現下降趨勢(圖 2B)，此結果與鬱金香相似，鬱金香之母球由於供應子球發育，造成母球之酒精可溶性糖含量下降，而子球之酒精可溶性糖含量下降，則因轉換為澱粉所造成(Aung 等人,1973)，轉變為澱粉可用於貯藏，且可維持低含量之酒精可溶性糖，有利於光合產物之不斷運送(Humphries,1963；Hansen,1967；King 等人,1967)，但鳴子百合新根莖於生長期間貯藏性糖含量則呈現下降趨勢。此外 11 月至隔年 1 月此時正值梅峰之冬天，新根莖(圖 2A)及 1 年生根莖(圖 2B)內果糖含量則呈現上升之趨勢，此結果與鬱金香(Moe 和 Wickström,1973；Haaland 和 Wickström,1975；Thompson 和 Rutherford,1977)、鐵炮百合(Miller 和 Langhans,1990)、風信子(Nowak 等人,1974)及台灣一葉蘭(滕,1985)低溫會使球莖內酒精可溶性糖含量增加相似。

不同時間去除鳴子百合地上部之試驗，結果於 6、7 及 8 月去除地上部會減少根莖生長，進而影響下一季之切葉品質，造成地上部長度、乾重及葉面積減少，但不影

響根莖之側芽數(表 1)，因根莖側芽數於 5 至 6 月生長時已決定。宋(1986)亦指出台灣一葉蘭之葉片於 6 月底成熟，若於 8 至 10 月葉片生長期間去葉，會造成球莖之產量下降，但於 10 月下旬後，則不影響產量。此外去葉亦會影響鬱金香產量(Benschop,1984)，Rees(1966)指出鬱金香之子球產量，與葉面積持續時間成正比，而子球 83%之澱粉由葉片行光合作用所供給(Aung 等人,1973)，可見葉片對子球發育之重要性。由此可知鳴子百合地上部之乾重於 5 月後雖呈現下降趨勢(圖 1F)，但仍為有效之供源，對根莖之生長仍有貢獻，顯示生產根莖時，不宜於早期去除地上部。

鳴子百合 25/20°C 處理者之葉斑比例，會出現不一致二種情形。另外將 15/13、20/15、25/20 及 30/25°C 四種溫度處理之地上部，與生長於梅峰地區之地上部比較，結果可見生長於梅峰之葉斑比例與生長於 15/13°C 相似。而四種溫度處理以 30/25°C 處理者葉斑比例為最大(表 2)，顯示鳴子百合葉片之白斑比例受溫度之影響，由稻米對溫度敏感之突變品系得知，葉片之白斑表現受溫度影響。在 20°C 下稻米之葉片呈現葉綠素缺乏，葉片出現白斑，在 30°C 葉片為全綠色，白斑之葉片中 ALA (δ -aminolevulinic acid) 含量明顯較少，葉綠素缺乏可能由於 C₅-pathway 過程中某一步驟被打斷，導致葉綠體之 tRNA^{Glu} 表現受抑制(Kusumi 等人,1994)，相似報導可見於日本衛茅，C₅-pathway 過程中之 Mg-chelatase 作用被打斷，則葉綠素形成受阻，出現白斑(Masuda 等人,1996)。Sachs 和 Ho(1986)指出環境逆境會造成新蛋白質之形成或抑制蛋白質正常之表現。而逆境對影響葉斑而言，則視其核及質體基因之穩定而言，一個輕微之改變則可促使基因往形成綠色或白色部份進行(Evenari,1989)。鳴子百合葉片綠斑具有分子量接近 26, 32 和 62 kDa 之蛋白質，但白斑不具此類蛋白質，在大麥突變綠化植株及玉米突變植株，分子量分別於 21.4-24.5 和 32 kDa 被鑑定出缺乏此類多月生(Evenari,1989)。

鳴子百合之根莖分別以 5 及 22°C 貯藏 16 天後，根莖中蔗糖含量增加，果糖含量則有下降趨勢，含量變化又以 5°C 貯藏者較高，而一年生與二年生根莖之蔗糖與果糖含量變化趨勢相似(圖 3)，此結果與鬱金香(Moe 和 Wickstr ϕ m,1973；Haaland 和 Wickstr ϕ m,1975；Thompson 和 Rutherford,1977)、鐵炮百合(Miller 和 Langhans,1990)、風信子(Nowak 等人,1974)及台灣一葉蘭(滕,1985)於低溫貯藏期間球莖內酒精可溶性糖會增加相似，鬱金香之可溶性糖含量與花莖是否能伸長有關，含量太低則花莖無法順利伸長，而鳴子百合根莖經 22°C 貯藏之地上部無法順利伸長，可能與根莖內果糖及蔗糖含量較低有關(圖 3)。此外上述之球根花卉經低溫貯藏後，球莖內澱粉含量隨貯藏時間增加而減少，但鳴子百合根莖於貯藏期間無法偵測到任何澱粉含量。Avigad 和 Dey(1997)指出，貯藏性糖可分為蔗糖、澱粉及 fructans 等，天南星科或百合科作物，如大麗花及鬱金香等，可以 fructans 形式為貯藏性糖，fructans 主要貯藏在液胞中，fructans 為一個蔗糖與多個果糖鍵結而成，種類甚多，目前 fructans 代謝途徑可知分解為果糖，但詳細步驟仍不清楚。而經實驗將酒精不可溶性糖經 α -amylase 及 Amyloglucosidase 酵素之分解，分解後測量所得為果糖，故推測鳴子百合於貯藏期間根莖內貯藏性糖並不以澱粉形式存在，可能以 fructans 形式存在，有待進一步鑑定。

五、參考文獻

1. 成澤 久. 1991. 切花栽培技術(三). 宿根草. 淑馨出版社. p136-138.
2. 宋芬玫. 1986. 台灣一葉蘭葉之生長與氮磷鉀對葉片生理之影響. 國立台灣大學園藝學研究所碩士論文. p81-91.
3. 李育尚. 1993. 本省切葉、切枝市場及生產概況介紹. In: 陳榮五、周明燕編. 觀葉植物產業及生產技術研討會專刊. 台灣省台南區農業改良場. 60pp.

4. 郭毓良. 1984. 氮磷鉀、施肥濃度及時期對台灣一葉蘭生長與開花的影響. 國立台灣大學園藝學研究所碩士論文. p92-105.
5. 劉美蓉. 1982. 台灣一葉蘭之分化與生長. 國立台灣大學園藝學研究所碩士論文. p91-103.
6. 滕蕙蘭、李咩、蔡牧起. 1985. 球莖熟度、貯溫與貯期對台灣一葉蘭開花與碳水化合物含量之影響. 中國園藝 31:174-187.
7. Aung, L. H., F. Tognoni and A. A. De Hertogh. 1973. Changes in the carbohydrates of tulip bulbs during development. HortScience 8:207-208.
8. Avigad, G. and P. M. Dey. 1997. Carbohydrate metabolism : storage carbohydrate. In:Dey, P. M. and J. B. Harborne.(ed.) Plant Biochemistry. Academic Press,Inc. UK.
9. Benschop, M. 1984. The effect of defoliation on bulb production of tulip cultivar 'Apeldoorn'. Sci. Hort. 24:83-91.
10. Evenari, M. 1989. The history of research on white-green variegated plants. Bot. Rev. 55:106-139.
11. Haaland, E. and A. Wickstr ϕ m. 1975. The effect of storage temperature on carbohydrate interconversion in tulip bulbs. Acta Hort. 47:371-376.
12. Hansen, P. 1967. ^{14}C -studies on apple trees. I. The effect of the fruit on the translocation and distribution of photosynthates. Physiol. Plant. 20:382-391.
13. Humphries, E. C. 1963. Dependence of net assimilation rate on root growth of isolated leaves. Ann. Bot. 27:175-184.
14. Jeffrey, C. 1979. The genus *Polygonatum* (Liliaceae) in Eastern Asia. Kew Bull 34:435-471.
15. Jeffrey, C. 1982. Further note on Eastern Asia *Polygonatum* (Liliaceae). Kew Bull 37:335-339.
16. King, R. W. , I. F. Wardlaw and L. T. Evans. 1967. Effect of assimilate utilization on photosynthetic rate in wheat. Planta. 77:261-276.
17. Kusumi, K., H. Inada, S. Kawabata, K. Iba and M. Nishimura. 1994. Chlorophyll deficiency caused by a specific blockage of the C₅-pathway in seedlings of virescet mutant rice. Plant Cell Physiol. 35:445-449.
18. Lambrechts, H., F. Rook and C. Kolloffel. 1994. Carbohydrate status of tulip bulbs during cold-induced flower stalk elongation and flowering. Plant Physiol. 104:515-520.
19. Masuda T., K. Takabe, H. Ohta, Y. Shioi and K. Takamiya. 1996. Enzymatic activities for the synthesis of chlorophyll in pigment-deficient variegated leaves of *Euonymus japonicus*. Plant Cell Physiol. 37:481-487.
20. Miller, W. B. and R. W. Langhans. 1990. Low temperature alters carbohydrate metabolism in easter lily bulbs. HortScience 25:463-465.
21. Moe, R. and A. Wickstr ϕ m. 1973. The effect of storage temperature on shoot growth, flowering, and carbohydrate metabolism in tulip bulbs. Physiol. Plant. 28: 81-87.
22. Nowak, J., M. Saniewski and R. M. Rudnicki. 1974. Studies on the physiology of hyacinth bulbs *Hyacinthus orientalis* L. I .Sugar content and metabolic activities in bulbs exposed to low temperatures. J. Hort. Sci. 49:383-390.
23. Rees, A. R.1966. Dry-matter production by field-grown tulips. J. Hort. Sci. 41:19-30.

24. Sachs, M. M. and T. H. D. Ho. 1986. Alteration of gene expression during environment stress in plant. *Ann. Rev. Pl. Physiol.* 37:363-376.
25. Schmalfeld, H. W. and R. L. Carolus. 1965. Nutrient redistribution in the tulip. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 86:701-707.
26. Tamura, M. N. 1990. Biosystematic studies on the genus *Polygonatum* (Liliaceae) I. Karyotype analysis of species indigenous to Japan and its adjacent regions. *Cytologia* 55:443-466.
27. Thompson, R. and P. P. Rutherford. 1977. Morphological development and carbohydrate changes of forced tulips. *J. Hort. Sci.* 52:9-17.
28. Yeh, D. M., Y. R. Lin and J. G. Atherton. 2000. A thermal time model for predicting time to aerial shoot elongation in variegated solomon' seal. *Ann. Appl. Biol.* 136:69-75.

本計畫已發表 SCI 期刊 2 篇：

1. Yeh, D. M., Y. R. Lin and J. G. Atherton. 2000a. A thermal time model for predicting time to aerial shoot elongation in variegated Solomon's Seal. *Ann. Appl. Biol.* 136:69-75.
2. Yeh, D. M, Y. R. Lin, and J. G. Atherton. 2000b. Effects of post-chilling temperature on growth and variegation in Solomon's Seal. *Ann. Appl. Biol.* 137:59-64.

另投稿中國園藝期刊 1 篇正審查中：

1. 林怡如 葉德銘 2001 遮光對鳴子百合切葉及根莖生長之影響 中國園藝(審查中)

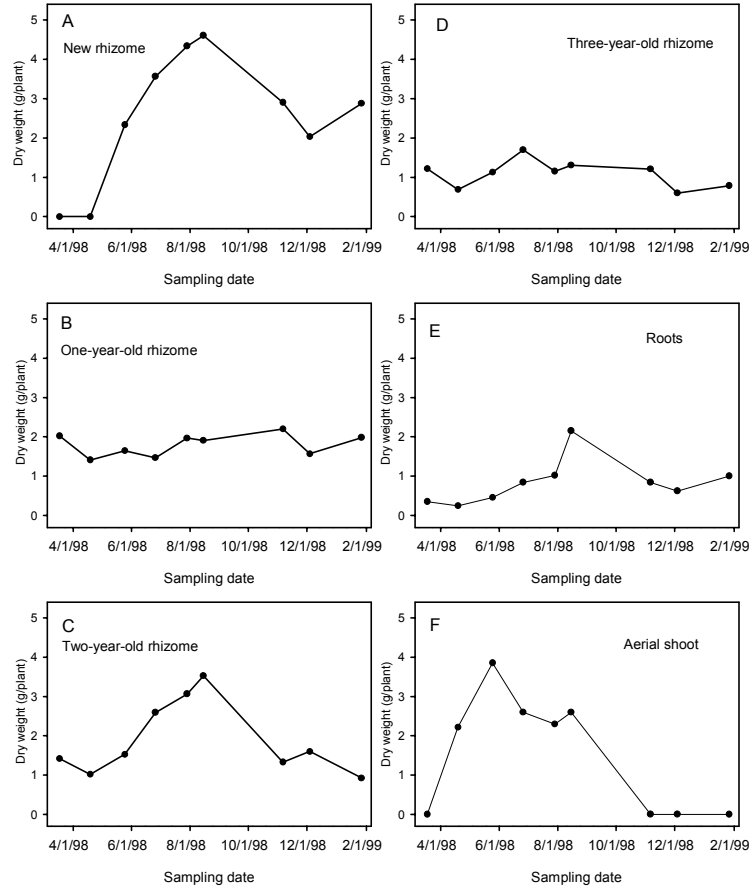


圖 1. 種植於梅峰遮雨棚內鳴子百合根莖、根部及地上部乾重之變化。
 Fig 1. Changes in dry weights of rhizome, root and aerial shoot with time in *Polygonatum odoratum* 'Variegatum' grown in shade house conditions at Meifeng.

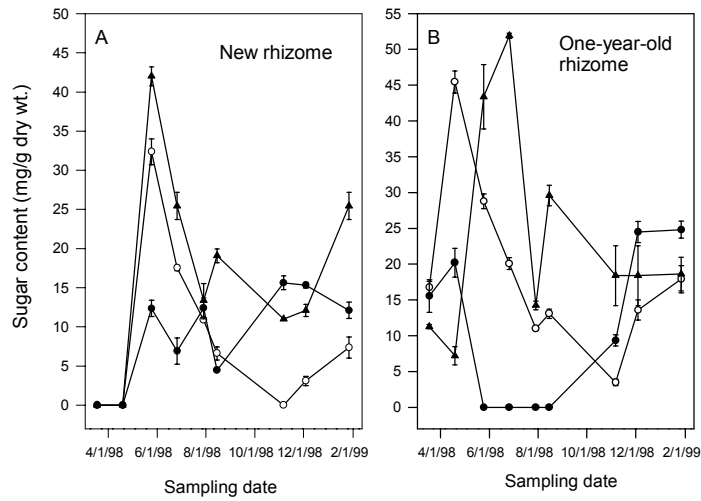


圖 2. 鳴子百合根莖內果糖(o)、蔗糖(●)及貯藏性糖(▲)含量於梅峰之季節性變化。(3/13/1998~1/27/1999)

Fig 2. Seasonal changes of fructose (o), sucrose (●) and storage sugar (▲) contents in rhizome of *Polygonatum odoratum* 'Variegatum' grown at Meifeng. (3/13/1998~1/27/1999)

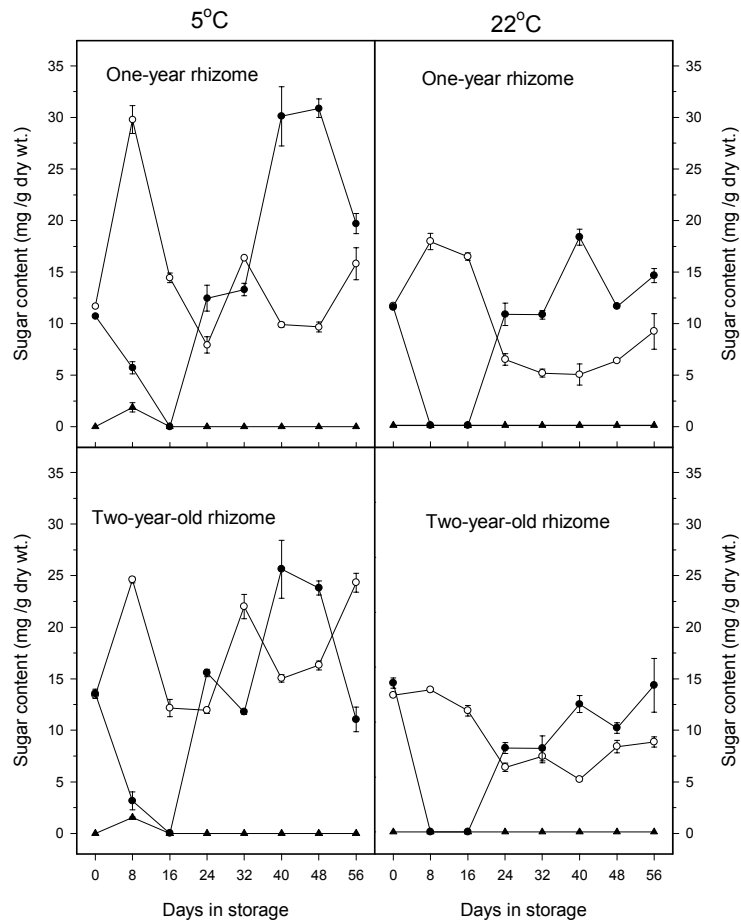


圖 3. 5 及 22°C 貯藏溫度對鳴子百合根莖果糖(○)、葡萄糖(▲)及蔗糖(●) 含量之影響。

Fig 3. Effect of storage temperature at 5 and 22°C on the concentration of fructose (○), glucose (▲) and sucrose (●) in rhizome of *Polygonatum odoratum* 'Variegatum'. Vertical bars represent ± S.E.

表 1. 不同時間去除地上部對生長於梅峰遮光 70%之鳴子百合隔年生長影響。

Table 1. Effects of the timing of aerial shoot removal on the next year growth of *Polygonatum odoratum* 'Variegatum'^z under 70% shading treatment at Meifeng .

去除地上部 (月份) Aerial shoot removal (month)	地上部 Aerial shoot		葉面積 Leaf area (cm ²)	葉數 No. of leaves	側芽數 No. of lateral bud per rhizome	根莖長 Rhizome length ^y (cm)
	長	乾重				
	Length (cm)	Dry wt (g/plant)				
Jun.	56.5d ^x	2.6c	363.8c	12.3b	1.3a	6.4c
Jul.	61.0c	4.2b	441.5b	15.0a	1.3a	6.7c
Aug.	64.8b	3.6b	415.5bc	13.0b	1.3a	7.3b
Sep.	77.3a	6.7a	652.1a	14.3a	1.0a	8.5a

Z: Aerial shoot removal was taken in June, July, August and September respectively in 2000. Data of growth parameter were measured in July 2001.

y: Rhizome grown from Feb. 2000 to Feb. 2001.

x: Each value is a mean of 6 plants; Means separation within columns by Duncan's multiple range test ($P \leq 0.05$).

表 2. 溫度處理對鳴子百合下一季生長之影響。

Table 2. Effects of temperature experienced in previous season on the growth of *Polygonatum odoratum* 'Variegatum'^z

前一年之日/夜溫 D/N temperature in previous year (°C)	地上部 Aerial shoot		葉面積 Leaf area (cm ²)	葉數 No. of leaves	白斑比例 Variegation (%)
	長	乾重			
	Length (cm)	Dry wt (g/plant)			
Sample 1					
15/13	68.8a ^y	2.0a	234.6a	12.5a	7.5b
20/15	63.3ab	2.0a	288.4a	13.3a	10.4b
30/25	57.8b	1.8a	280.8a	11.5a	41.3a
35/30	10.4c	0.1b	25.3b	1.8b	- ^x
Sample 2					
20/15	70.8a	3.1a	443.9a	15.0a	12.1b
25/20	66.7a	3.2a	428.2ab	12.7ab	18.0b
30/25	55.8b	2.0b	317.8b	11.5b	35.6a
35/30	7.6c	0.1c	24.7c	1.3c	- ^x

Z: Plants were treated in different day/night temperature from 2/23/2000 to 8/1/2001, all the plants were then harvested and rhizomes were chilled in a refrigerator at 5 °C for 100 days. After chilling, all rhizomes were transplanted and grown in plastic houses in Taipei (temp. 13.7~33.4 °C). Two-Year-old rhizome sections were used in sample 1; Four-Year-old rhizome sections were used sample 2.

y: Each value is a mean of 4 plants; Means separation within columns by Duncan's multiple rang test ($P \leq 0.05$).

x: not measured.