

播種期對洋桔梗實生苗地上部及地下部 生長之影響

林士詠¹⁾ 朱建鏞²⁾

關鍵字：抽莖、簇生化、根系活性、洋桔梗

摘要：洋桔梗'羅莎綠'、'羅莎彩粉'以及'羅莎紫'，種子分別在 2007 年 10 月 12 日或 2008 年 5 月 21 日播種，調查不同季節育苗對地上部與地下部生長之影響。前者秋季育苗之植株在播種後第八週開始進入抽莖；後者而夏季育苗植株抽莖延後至播種後第十八週才開始抽莖。植株抽莖時，根系活性會出現明顯上昇的趨勢，育苗初期植株抽莖與簇生生長的差異也反應在根系生長上，抽莖苗的根數較簇生苗根數多，且根系活性也較佳，其中以第三、四級根之差異最明顯。

前 言

洋桔梗，屬於龍膽科(Genitianeaceae)宿根草花，學名：*Eustoma grandiflorum* (Raf.) Shinn.，可供切花或盆花生產。洋桔梗原生於北美洲中南部的石灰草原地帶。由於花色姿頗具現代感而討人喜愛，且切花吸水性佳，瓶插壽命長，是日本十大切花之一，也是台灣外銷日本的重要花卉之一。洋桔梗生產皆是以 F₁ 種子繁殖，但種子細小，初期生長緩慢，自播種到開花總計長達 6 個月左右。台灣早期生產洋桔梗在 12~1 月育苗，3~4 月定植，5~7 月開花。此時期夏季國內市場價格低廉，切花品質亦不符合日本市場的需求。目前外銷切花主要在 11 月以後，供應日本市場。洋桔梗幼苗在遭遇高溫後往往會進入生育停頓的狀態，即產生簇生化(rosetting)現象，必須等到隔年春季 4~5 月才會開花(王等, 2003)。台灣 5~9 月屬高溫期，要將花期調整到 11 月，必須在夏季育苗、定植。洋桔梗開花生理之特性研究甚多，但多著重溫度(Ohkawa, *et al.*, 1991)、光週期(Islam *et al.*,

1) 國立中興大學園藝學系研究生。

2) 國立中興大學園藝學系教授，通訊作者。

2004)和荷爾蒙(Mino *et al.*, 2004)等因子對植株地上部抽莖之影響，較少研究提到根系生長與植株抽莖之相關性。本論文欲瞭解洋桔梗涼溫或高溫期育苗時，實生苗地下部與地上部生長之相關性。

材料方法

一. 植物材料

由日本坂田(Sakata Co.)公司購得洋桔梗'羅莎綠'('EX-Rosa Green')、'羅莎彩粉'('EX-Rosa Pink Flash')及'羅莎紫'('EX-Rosa Blue')之造粒種子。'羅莎綠'花色黃綠，花型大花重瓣，中生種，平均株高 80 cm。'羅莎彩粉'花色呈淡粉紅，花型大花重瓣，中生種，平均株高 70 cm。'羅莎紫'花色呈靛色，花型大花重瓣，中生種，平均株高 70 cm。

二. 試驗方法

(一) 秋季涼溫育苗期植株之生長狀態調查

在 2007 年 10 月 12 日將'羅莎綠'、'羅莎彩粉'和'羅莎紫'種子播於濕潤之介質表面，每穴 2~3 粒，放置於 35°C，光週期 12 小時，光度(PPFD)30 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ 之生長箱中 6 天，之後置於中興大學內之噴霧扦插床中至發芽整齊。播種介質使用荷蘭泥炭苔混合珍珠石 BVB No.3(Bas Van Buuren B.V., De Lier, Netherlands)，介質裝填至 128 格(54.5 cm \times 28.5 cm \times 4.0 cm)穴盤。發芽後之穴盤苗於 11 月 15 日移至一般栽植床架，12 月 15 日將 4~6 枚本葉之小苗定植於中興大學網室栽植床中，並混合泥炭土(Litfert, Poraisle Co., Lithuania)：珍珠石(南海 4 號，南海工業股份有限公司，台灣)=2:1(v/v)為介質。自 11 月 15 日起每 2 週調查株高、根長與根端活性等性狀，每次調查每品種重複 3 次，每重複 2 株。於 4 枚本葉之小苗中分別調查抽苔苗及簇生苗之根重、根端數並以 TEZ(Tetrazolium test)調查單株根系之活性，每處理 3 重複，每重複含 3 株。栽培期間每週一次採隨水澆灌的方式施用新百得肥二號(Peters® Professional 20-20-20, Scotts-Sierra Horticultural Products Co., Marysville, OH., USA.)速效水溶性肥料稀釋 1000 倍。為防止粉蝨及鱗翅目幼蟲危害，於蟲害發生時期每隔 7 天進行葉噴施滅大松 2000 倍、因滅汀 1500 倍。

(二) 夏季高溫育苗期植株之生長狀態調查

另於 2008 年 5 月 21 日將上述種子依上述方法播種。穴盤苗於 6 月 25 日從噴霧床移置一般栽植床架，之後於 7 月 20 日將植株定植於網室栽植床中，栽培方式及調查項目與上述方法相同。

(三) TEZ(Tetrazolium test)檢定根系之活性

將 0.05 M Na₂HPO₄ (Hayashi Pure Chemical Industries Ltd., Osaka, Japan)及 0.05 M KH₂PO₄ (Hayashi Pure Chemical Industries Ltd., Osaka, Japan)依 3:2 比例混合成 pH7.0 的

緩衝液，將 5 g TEZ(2,3,5-triphenyl tetrazolium chloride, Sigma-Aldrich® Inc., St. Louis, Missouri, USA.)溶入 1000 ml 緩衝液內即為 0.5%TEZ 溶液，裝於褐色玻璃瓶中避免光線照射，並置於 5°C 冰箱中備用。

依據 Steponkus and Lamphear(1967)之方法加以小部份修改，植株根部以清水去除介質，全株根系浸入 20 ml 0.5% TEZ 溶液，置於 25°C 黑暗中 24 小時。因無色的 TEZ 會接收粒腺體內電子傳遞鏈的電子，並還原成紅色的 Triphenyl Formazan，可用來偵測活性細胞之去氫酵素，以呼吸作用速率來代表根部之生理活性。浸泡 24 hr 待根組織染紅之後，取出根系，以去離子水清洗三次，秤取乾淨根組織 0.5g 浸入 20 ml 95% 藥用酒精(優質酒精，台灣菸酒公賣局，台北，台灣)，於 78°C 水浴 20 分鐘，以高溫破壞琥珀酸脫氫酵素(succinate dehydro genase)並使紅色物質溶出，均勻振盪冷卻，以分光光度計(Hitachi U-2001, Hitachi Co., Japan)測量 480 nm 波長下之吸光值，又稱為 optical density (OD)。每處理 3 重複，每重複測試 3 樣本。

(四) 統計分析

試驗設計採完全隨機設計(Complete Randomized Design, CRD)，變異數分析試驗數據利用 Costat 6.1 軟體(CoHort software, Minneapolis, USA.)進行變異數分析(analysis of variance, ANOVA)，並以最低顯著差異值法(The least significant difference method, Fisher's LSD)比較 5% 差異顯著性。

結 果

一. 涼溫或高溫育苗對實生苗地上部及地下部生長之影響

2007 年 10 月秋季及 2008 年 5 月夏季播種之洋桔梗，約 6~12 天發芽，2 枚子葉展開後約需三週時間才發育完全。播種後八週，幼苗展開第二對本葉，且第三對本葉出現時，即定植於田間。秋季育苗之'羅莎綠'植株，在播種後第八週其第三節節間抽長超過 1 cm，由此判定植株在第八週開始進入抽莖(圖 1-A)。經 TEZ 染色後之根系 OD/g 值可觀察出秋季育苗之植株根系活性在第八週抽莖之後開始逐漸上升，並在第 14 週時達到高峰(圖 1-C)。夏季育苗之植株，自定植到播種後第十六週之間，皆呈簇生生長的狀態，直到第十八週，植株開始抽莖(圖 1-A)，此時根系活性明顯上升，但隨即活性下降至與抽莖前相同(圖 1-C)。根長之變化隨'羅莎綠'植株生長而增加，夏季育苗之植株根系長度雖較秋季育苗之根系略長，但季節差異對育苗根系生長並無明顯影響(圖 1-B)。秋季育苗之'羅莎彩粉'植株，在播種後第八週開始抽莖(圖 2-A)，根系活性在此時出現上升的趨勢，此上昇趨勢持續至第十八週之後開始下降(圖 2-C)。夏季育苗者在播種後第十八週才開始抽莖(圖 2-A)，同時根系活性也出現明顯增加的現象，但抽莖兩週之後，活性會開始降低(圖 2-C)。「羅莎彩粉」秋季育苗植株之根長在播種後第十八週之前，較夏季

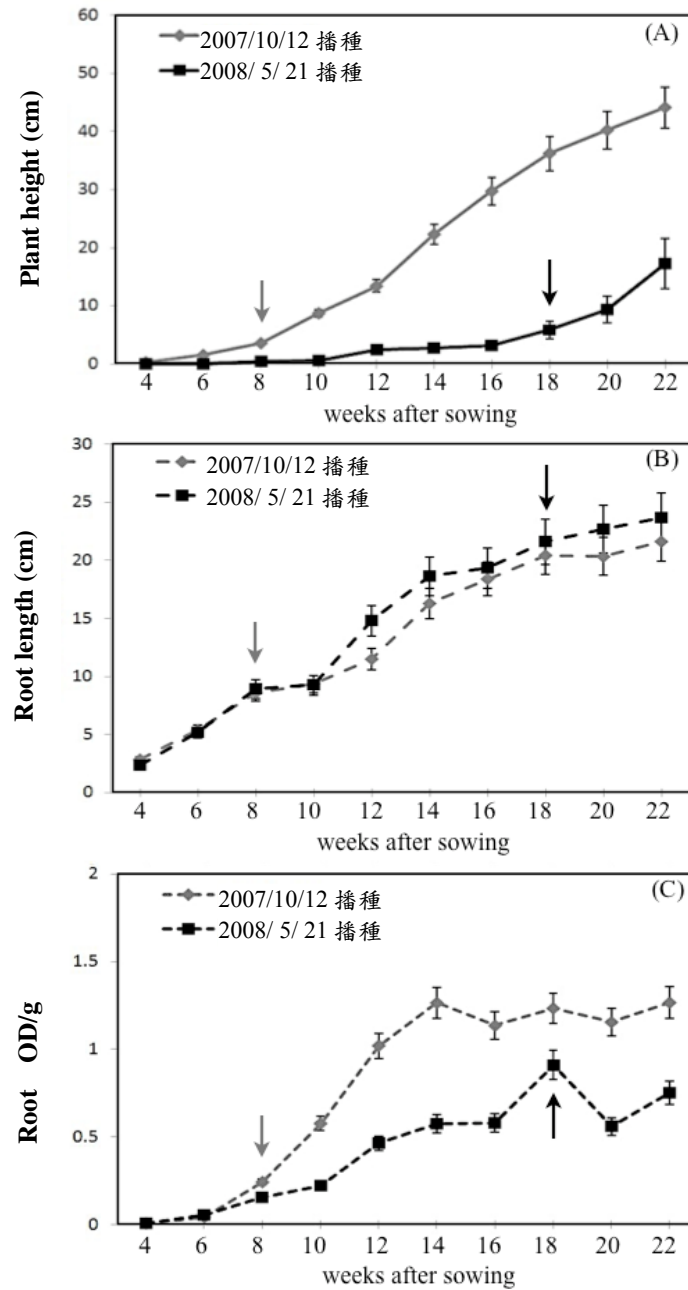


圖 1. 播種期對洋桔梗'羅莎綠'植株 (A)株高、(B)根長、(C)根系 TEZ 染色後之 OD/g 值的影響。幼苗於播種後第八週定植田間。→箭頭所指為植株開始抽莖。

Fig.1. Effect of sowing date on the (A) plant height, (B) root length, (C) OD/g of staining root by TEZ of 'EX-Rosa Green' plants. Plants were transplanted after 8 wks of sowing.→as the bolting time of summer seedlings.

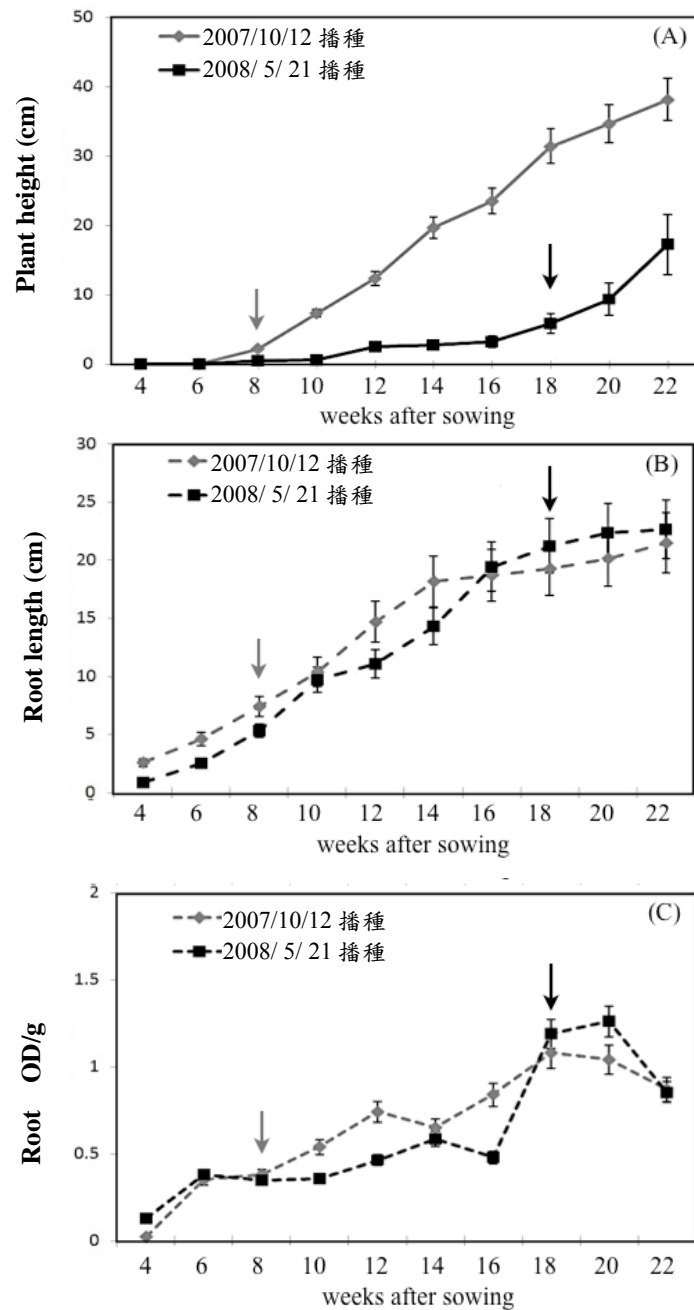


圖 2. 播種期對洋桔梗'羅莎彩粉'植株 (A)株高、(B)根長、(C)根系 TEZ 染色後之 OD/g 值的影響。幼苗於播種後第八週定植田間。→箭頭所指為植株開始抽莖。

Fig.2. Effect of sowing date on the (A) plant height, (B) root length, (C) OD/g of staining root by TEZ of 'EX-Rosa Pink Flash' plants. Plants were transplanted after 8 wks of sowing.→as the bolting time.

育苗者長，但第十八週之後，夏季育苗之植株開始抽莖，根長的生長較秋季育苗之植株根系長，且秋季育苗之植株根系生長至第十四週之後，生長趨勢逐漸減緩(圖 2-B)。秋季育苗之'羅莎紫'植株，在播種後第十週開始抽苔(圖 3-A)，且根系活性也在第十週之後出現明顯上升的趨勢，根系活性上升至第十四週後開始下降(圖 3-C)。夏季育苗之植株在播種後第十八週開始抽莖(圖 3-A)，根系活性也是同時出現上升的情形，且此上升趨勢持續兩週後開始下降(圖 3-C)。不同季節育苗對於'羅莎紫'植株之根長並沒有明顯影響(圖 3-B)。

二. 幼苗 4 對本葉時期抽莖株與簇生株之根系生長情形

'羅莎綠'和'羅莎紫'之抽莖株與簇生株總根數具有顯著差異。'羅莎綠'根數主要差異在第四級根數上，抽莖株明顯具有較多第 4 級根，'羅莎紫'抽莖株有較多的第三級根，但第二級根數卻明顯少於簇生株，'羅莎彩粉'抽莖株與簇生株之各級根數之差異均不明顯(圖 4-A)。又'羅莎紫'抽苔苗之第三級根重顯著較簇生苗重(圖 4-B)。三品种植株之根系經 TEZ 染色後，抽莖株之根系 OD 值皆明顯高於簇生株，'羅莎綠'抽莖株之每級根系 OD 值皆顯著較高，'羅莎紫'則是以第三和第四級根活性顯著較佳，'羅莎彩粉'抽莖株在第一級根也有明顯較高的 OD 值(圖 4-C)。

討 論

在夏季高溫育苗植株生長會停滯並進入簇生化。簇生生長雖然抑制了地上部莖的抽長，但卻不影響地下部根的伸長(圖 1-B、2-B、3-B)。Yamashita 等(2007)也證實洋桔梗抽莖株與簇生株之地上部乾重並沒有明顯差異，即簇生生長並不會抑制葉和側芽的生長，反而會促使形成更厚更圓的葉片，增加營養生長。植物在簇生或休眠狀態下增加根/冠比，對後續植株抽莖有相當重要的影響(Doi *et al.*, 1991)。台灣秋冬育苗之洋桔梗，雖然育苗初期的涼溫使小苗生長緩慢，但定植之後植株可直接進入抽莖開花(圖 1~3)。洋桔梗品種'羅莎彩粉'在植株生長前期，地上部與地下部生長速度相似，但經過十四週之後，根系生長速度減緩(圖 2-A, B)，Yamashita 等在 2007 年發現抽莖株的根系在植株抽花莖之後，根的乾重開始下降，因此認為洋桔梗在花序形成之後，會加速根系老化脫落(Inada *et al.*, 1967)，但根據根系活性 OD/g 值的鑑定，當植株進入抽莖時，根系活性會隨之增加，即根系活性與抽莖具有相關性(圖 1-A, C、2-A, C、3-A, C)。因此洋桔梗由營養生長進入生殖生長時，根系伸長速度減緩，可能是為了產生更多支根以支持地上部的生長。進入簇生化之洋桔梗，經過涼溫之後，在植株抽長之前，根系活性會先開始上升(圖 1-C~3-C)，植株抽莖時根系開始大量生成支根，但植株株高伸長至 17~20 cm 時，根系活性反而較剛剛抽莖時更低。雖然 TEZ(Tetrazolium test)檢定根系活性，主要是偵測粒腺體內的琥珀酸脫氫酵素(succinate dehydrogenase)之活性。但 Sagisaka 等(1989)曾發現白楊樹

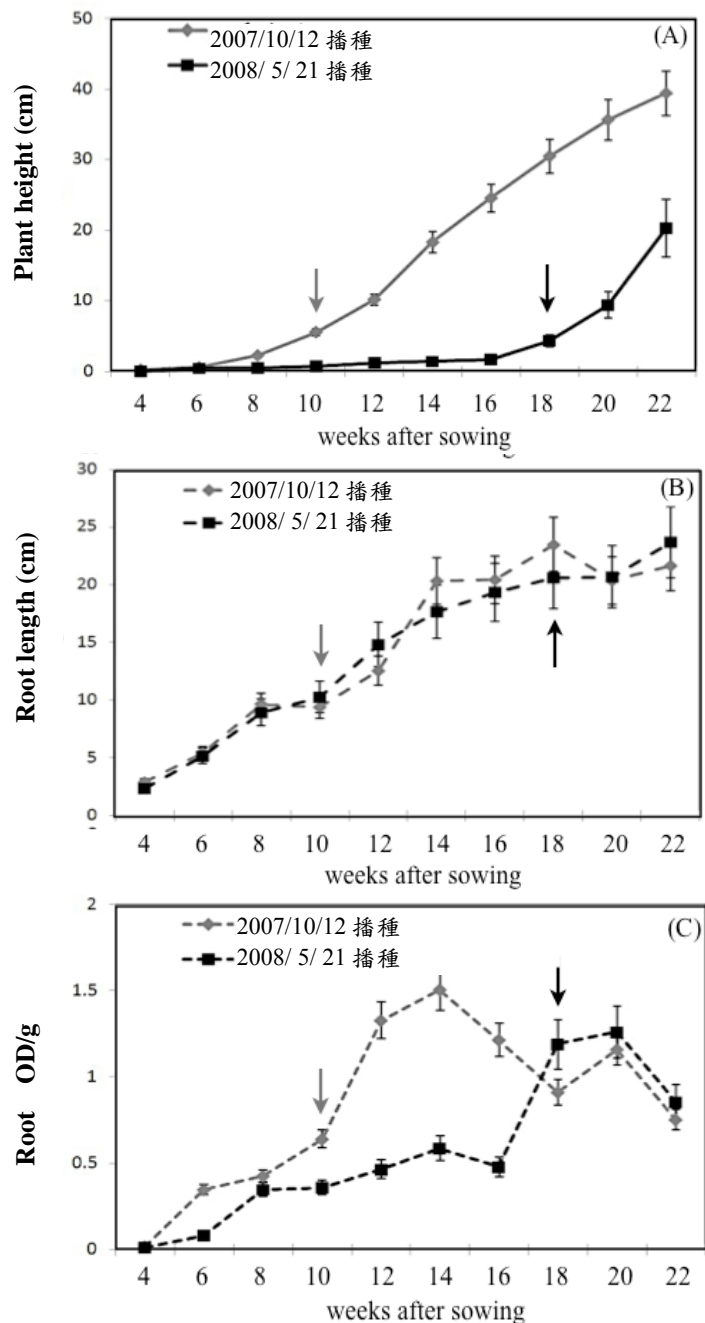


圖 3. 播種期對洋桔梗'羅莎紫'植株 (A)株高、(B)根長、(C)根系 TEZ 染色後之 OD/g 值的影響。幼苗於播種後第八週定植田間。→箭頭所指為植株開始抽莖。

Fig.3. Effect of sowing date on the (A) plant height, (B) root length, (C) OD/g of staining root by TEZ of 'EX-Rosa Blue' plants. Plants were transplanted after 8 wks of sowing. → as the bolting time.

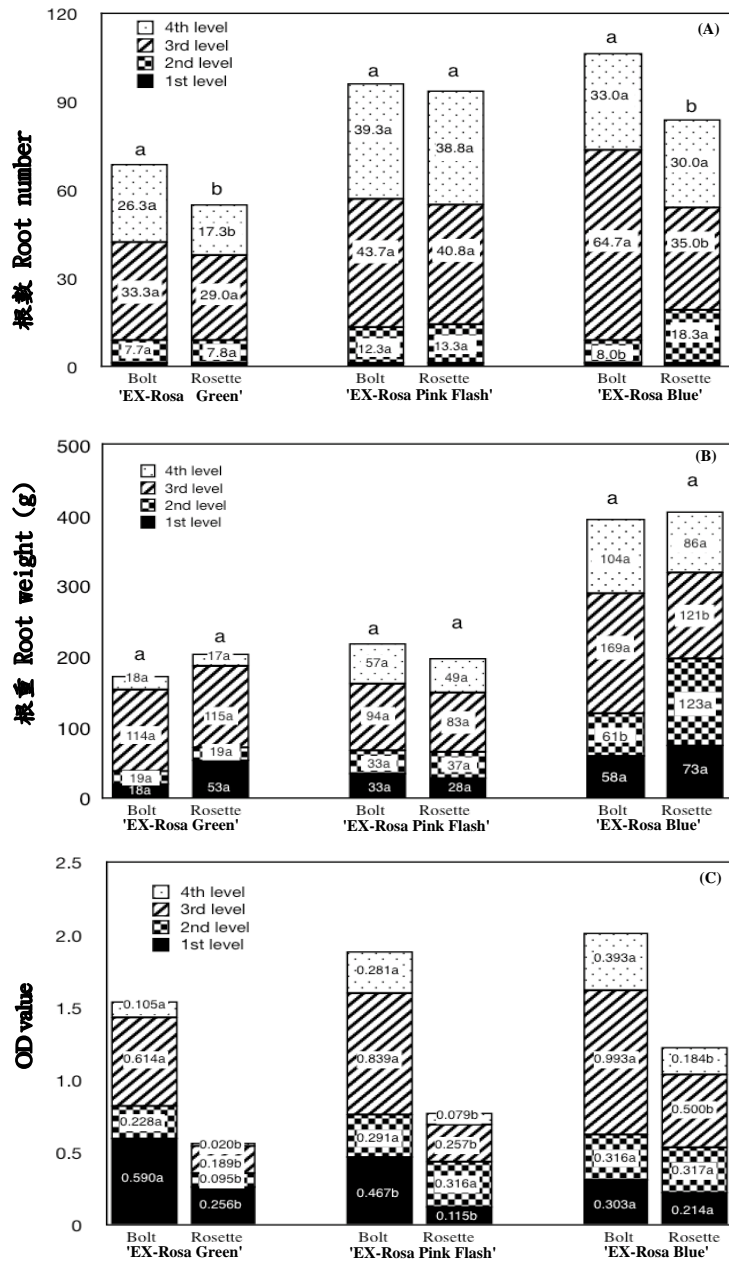


圖 4. 洋桔梗幼苗四對本葉時期抽莖株或簇生株各級根系之比較(A)根數、(B)根重、(C)根系 TEZ 染色後之 OD 值。

Fig.4. Comparison on root growth between bolting and rosetted plants at the stage of 4 nodes/ (A) root number, (B) root weight, and (C) Optical density value of stained root by TDZ.

和蘋果樹在植株休眠時，粒腺體會開始聚集或粒腺體膜集成鏈狀，使得正常之粒腺體數量減少，而當休眠解除時，粒腺體數量會明顯增加。另外白楊樹之木栓層在二、三月打破休眠之初，粒腺體內 Cytochrome C 氧化酵素活性會有短暫的上升。但打破休眠之後，活性會恢復甚至稍微下降。等到夏季生長旺盛時，Cytochrome C 酵素活性會再度升高。因此除了由植株地上部生長型態來判斷植株抽莖狀況，也可由根系粒腺體內酵素的活性變化來定義生長階段。即利用 TEZ 根系染色的方法可判斷洋桔梗是否具有抽莖活力。

洋桔梗抽莖株與簇生株在 4 對本葉苗期，其根系的分枝性及發育出現明顯差異。'羅莎綠'和'羅莎紫'除了抽莖苗總根數明顯多於簇生株，且抽莖株之第三及第四級根支根數量明顯較多(圖 4-A)，另外'羅莎紫'之簇生株更表現出第二級級根支根多於抽莖株支根數，且簇生株總根重以第一、二級根所佔比例較多，抽莖株則以第三、四級根重為主(圖 4-B)。雖然 Yamashita 等(2007)認為簇生株和抽莖株之間根系生長的差異不大，但簇生株明顯具有較多的第一級分枝根。在本試驗中也發現抽莖株之根系活性明顯大於簇生株(圖 4-C)，因具有活性之根系多集中在第三、四級根系，因抽莖株幼苗初期第三、四級根生長旺盛，因此具有較高的活性。

本試驗中洋桔梗品種之間在簇生化表現上差異相當大。本試驗使用的三品種依李等(2004)的分級方式，從 A 到 E，由最不易簇生化排至最容易簇生化，其中'羅莎綠'和'羅莎彩粉'被分至 A 級，表示其較不易簇生化，而'羅莎紫'分至 C 級，簇生化程度中等。在試驗一中，三品種在秋冬育苗期間抽莖的速度相當，根長的發育速度也類似，但'羅莎綠'和'羅莎紫'根系活性測定較'羅莎彩粉'更早出現高峰，不過夏季育苗期'羅莎彩粉'簇生苗根系活性卻較另外兩個品種提前 2 週，顯示'羅莎彩粉'和另外兩品種對試驗的環境反應具有較大的差異之外，簇生化與抽莖的轉換可能較少反應在根系發育上。

參 考 文 獻

- 王裕權、張元聰、王仕賢、張錦興。2003。台南區洋桔梗品種選育概況。台南區農業專訊 46: 9-15。
- 李潔、大野始、大川清。2004。制御環境下におけるトルコギキョウのロゼット性に及ぼす温度と日長の影響。生物環境調節。42(2): 131-136。
- Doi, M., E. Morita, N. Ogasawara, Y. Takeda, and T. Asahira. 1991. Growth and flowering of *Gypsophila paniculata* L. 'Bristol Fairy' selections as influenced by temperature and shoot-root interactions. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 60(1): 119-124.
- Inada, K. 1967. Physiological characteristics of rice roots, especially with the viewpoint of plant growth stage and root age. Bull. Natl. Inst. Agric. Sci. D16: 19-156.

- Islam, N., G. G. Patil, S. Torre, and H. R. Gisl er d. 2004. Effects of relative air humidity, light and calcium fertilization on tipburn and calcium content of the leaves of *Eustoma grandiflorum* (Raf.) Sinn. *Europ. J. Hort. Sci.* 69:29-36.
- Mino, M., M. Oka, Y. Tasaka, and M. Iwabuchi. 2003. Thermoinduction of genes encoding the enzymes of gibberellin biosynthesis and a putative negative regulator of gibberellin signal transduction in *Eustoma grandiflorum*. *Plant Cell Rep.* 22: 159-165.
- Ohkawa, K., A. Kano., K. Kanematsu. and M. Korenaga. 1991. Effect of air temperature and time on rosette formation in seedlings of *Eustoma grandiflorum* (Raf.) Shinn. *Scientia Horticulturae* 48: 171-176.
- Sagisaka, S., M. Asada, and H. Kuroda. 1989. Dormancy breaking is followed by mitochondria proliferation in poplar and apple tree in milieu of midwinter. *Plant Cell Physiol.* 30 (1) 79-84.
- Steponkus, P. L., and F. O. Lamphear. 1967. Refinement of the triphenyltetrazolium chloride method of determining cold injury. *Plant Physiol.* 42: 1423-1426.
- Yamashita, M., and H. Imamura. 2007. Shoot and Root Growth and Lysigenous Aerenchyma Formation in Rosetted and Stem-extensional Plants of *Eustoma grandiflorum* (Raf.) Shinn. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.* 76 (1): 54–59.

Effect of Sowing Season on Shoot and Root Growth of *Eustoma grandiflorum* (Raf.) Shinn.

Shih-Yung Lin ¹⁾ Chien-Young Chu ²⁾

Key words: Bolting, Rosetting, Root activity, Lisianthus

Summery

This study investigated in the effect of different seedling seasons shoot and root growth of three *Eustoma grandiflorum* cultivars, 'EX-Rosa Green', 'EX-Rosa Pink Flash' and 'EX-Rosa Blue'. The autumn seedlings start bolting at the 8th wk after sowing, but the bolting of summer seedling delayed until the 18th week after sowing. The root activity obviously increase when the seedlings start bolting in both seasons. There was little effect of seedling seasons on root length, and slightly correlated between root length and shoot bolting. The differentiation of root growth on bolting explants produced more lateral roots then rosetting seedlings, also the bolting seedlings expressed more active in root activity, especially shown in the 3rd and 4th orders of lateral roots.

1) Graduate student, Department of Horticulture, National Chung Hsing University.

2) Professor, Department of Horticulture, National Chung Hsing University. Corresponding author.

