

光、溫度與蔬菜育苗莖之株高控制

種苗改良繁殖場 黃玉梅

一、前言：

穴盤育苗的每一株種苗事實上均生長在自己的小穴(cell)中，由於穴格小，介質少，容器效應(container effect)敏感，再加上幼苗正值生長旺盛期，因此，生長容易受環境影響，倘若環境控制不當往往會造成徒長、下位葉黃化、老化及種苗參差不齊等劣苗出現；相反地，也因其對環境敏感而容易以人為的方式改變環境（包括：光、溫度、水分等）來控制種苗生長，以提高種苗的同質性。

種苗生產者常常會因為氣候因素或人為因素，導致種苗無法如期出貨而滯留在育苗床上，在這段滯留期(holding)如何以環境控制來抑制株高伸長、防止種苗劣變維持品質及如何在種苗生長全期以適當的環境控制，防止種苗徒長使株高一致，不僅使供苗的彈性加大，同時可減少損失。因此，株高控制就成為育苗成敗的重要關鍵。本文先就環境中光與溫度及其與種苗莖生長之關係介紹如下：

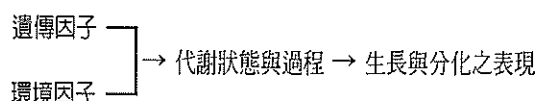
二、莖的生長：

莖之生長始於頂端分生組織，該組織之細胞為核大、壁薄、含豐富的細胞質，可不斷進行細胞分裂產生新細胞；新細胞體積增大，同時發生分化(differentiation)現象，細胞再經擴大或伸長而使莖生長

(易，1983)。

植物的生長與分化決定於二個主要因子：本身之遺傳因子與植物生長之環境因子。環境因子與遺傳因子之間會相互影響，遺傳因子決定植物生長與分化之表現，而環境因子決定是那些表現可以發生或者表現之程度。環境因子可影響代謝反應之速率，而代謝反應之速率又可影響植物之生長；此外，環境因子亦可影響植物之分化以及決定植物是否能夠存在。

植物荷爾蒙(plant hormones)可影響



基因訊息之表現，而控制植物之生長，相反的遺傳基因也可控制荷爾蒙之合成而影響植物之發育。環境影響植物之發育可經由三個步驟：

- 1.經由一定的系統接受環境訊息。
- 2.將環境的訊息轉為化學訊息。
- 3.由化學訊息促進或抑制某一特定反應之進行。

其中化學訊息所指的是荷爾蒙。

三、環境控制：

(一)、光與株高控制：

光除了為光合作用所必需外，尚可影

響作物之發育過程與形態發生(morphogenesis)。在黑暗中生長之幼苗，不形成葉綠素，葉不會張開與擴大，節間生長迅速，莖細長，葉形小。但經光線處理後，抑制莖的伸長，並促進莖之擴大，葉片合成葉綠素。

1. 光週與莖的生長：

植物莖的伸長在24小時的日夜循環中，並非恆定的，從光週期的開始，到結束，莖伸長率逐漸減少，而當夜週期的開始到結束，則莖伸長速率漸增加，菊花莖的生長速率夜週期大於光週期(Bertam1994)。何以在夜晚莖有較高的生長速率？學者Bertam和Karlsen (1994)認為：

(1) 夜晚缺少光敏素及藍光的誘導所以無法抑制莖的伸長。

(2) 白天有效的進行光同化作用，在夜晚就有足夠的碳水化合物積於莖部，使莖伸長。

因此，在白天光照不足，夜晚生長速率相對下降。那麼是否暗期增加則會使莖的伸長增加？Bertam和Karlsen (1994)再以辣椒為材料，分別在長日(13-17hr)及短日(10hr)生長，發現莖的生長速率同樣在照光後的1-2小時迅速下降。但在長日生長，下降持續8個小時，而短日下卻持續了12小時。因此，生長速率加快與照結束無關，短日下並未出現高的生長速率，只是延長生長速率。

2. 光質與莖生長：

光以紅光(660nm)是影響光形態發生

(photomorphogenesis)最有效的波長，紅光可使葉擴大，莖生長受抑制，但其效應可被遠紅光(730nm)取代，且效應完全相反。光促進生長之原因主要是促進細胞壁之延長性(cell wall elongation extension WEx)，如圖 菜豆葉片以紅光處理WEx保持不變，而以白光處理後WEx增加，且Volkenburgh認為WEx之增加乃因白光促進 H^+ 流出。一般促進莖生長所需之光質為遠紅光，紅光與藍光則抑制莖的生長。紅光與遠紅光對莖生長之影響不改變節數，而是影響節間長度(高、湯 1977; 高 1982)。如圖一去除紅光處理莧菜莖與節間長與對照組呈顯著差異，而葉數則無差異(Ballare et al.1995)。在自然光照下含有較多的遠紅光而較少的藍光與紅光，因此對莖的生長有促進的作用。針對生長於設施下及種植於穴盤中的種苗而言，由於光照強度不如開放空間，加上種苗密植相互遮光，使得在全光譜的照射下促進莖的生長(Ballare et al. 1995)甚至產生徒長現象。Ballare等學者(1995)認為在光譜造成光合活性反應(PAR; photosynthetically active radiation)之前改變光譜即可改變植物的形態。除去遠紅光使紅光/遠紅光的比值提高至1.1左右(日照約 $\leq 10\%$)處理密植的夾竹桃幼苗可抑制節間生長速率與獨立生長的幼苗相似(Ballare et al. 1990)(圖二)。另外，增加藍光的量其抑制效果隨著量的增加而更明顯(圖xx)(Ballare et al. 1991b)。

(二)、溫度與株高控制

1. 溫度與作物生長：

溫度是控制植物生長之主要因子，直接影響了植物本身之生化反應及許多新陳代謝，以至整個生育過程。植物體之乾重有90%以上係來自光合作用，而光合成性物之中有1/3以上又會被呼吸作用所消耗。一般而言光合作用有其最適溫度，即在溫度較低時，植物之光合成率隨溫度增加而上升，高至某一溫度後，光合成速率會隨著溫度升高而下降。通常C₄型植物較高為30-40°C，而C₃型植物較低，約在20-30°C。另外，植物的呼吸率則每升高10°C大約升高1倍。植物的生長量為光合成量減去呼吸消耗量（翁；1989），因此，利用溫度控制種苗生長，乃在控制其光合成性物之累積或消耗。

在作物生長的適溫範圍內，高溫促進莖的生長而低溫抑制生長。如莧菜與薺菜等暖季蔬菜在30/25°C下生長最快速，在低溫下（15/13°C及20/15°C）生長受到抑制（黃，1990）。育苗期間正值生長旺盛期，一般在育苗前期可利用較高溫度（21-27°C維持兩週），而後期必須降低溫度以控制株高，避免徒長（林，1994）。

2. DIF與種苗株高控制

一般作物在白天光線充足下進行光合作用，但因照光莖的伸長速率很低。一到夜晚光合作用停止而呼吸作用仍然持續進行，呼吸作用首先消耗的是單糖類，最後才由澱粉轉化而來，在這同時進行光合成產物之同化作用；通常前半夜進行同化用，（糖—澱粉）貯存養分（林，1994）。在正常環境下白天溫度高，夜晚溫度低有助於養分蓄積加上夜晚R/FR值較白天

低，則可促進莖的伸長。相對地，若在夜間使溫度上升消耗養分或白天降溫使光合作用速率下降，減少養分蓄積，則會抑制莖的生長。因此，改變日夜溫差（The difference between day temperature and night temperature，DIF）即可控制莖的生長。

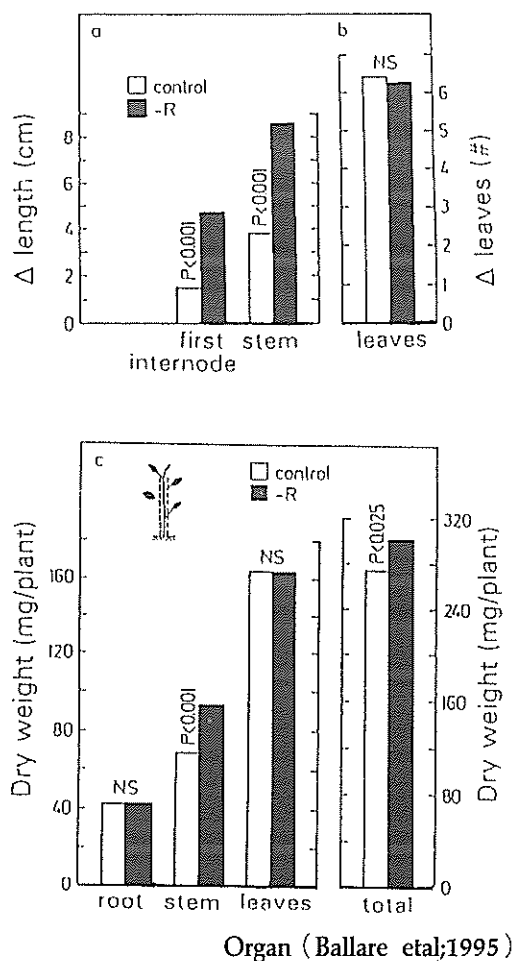
DIF對大部份植物之株高均有明顯影響，其中Erwin等人（1989）在鐵砲百合的研究最典型，節間的伸DIF長著由負值增至正值而增加（如圖4.）（Erwin，Heins 1995），而以相等DIF值來處理，其株高幾近相同。此外，DIF對蔬菜中的胡瓜（Agrawal et al 1993）、西瓜（Erwin et al 1994a）、甜椒（Abou-Hadid and edany 1992）、番茄（Erwin et al 1994a）莖的伸長均有影響。其中番茄以8-DIF處理對株高有顯抑制作用。

3. 溫度驟變（Temperature-drop）處理：

植物莖的伸長應非恆定的，光週期開始到結束，莖伸長速率逐漸減少，而當夜週期開始，莖伸長速率逐漸增加，而莖伸長速率最不值是在夜結束至光期開始時（Bertram et al 1994），因此，在日夜交替的時期以溫度驟變處理（降低或升高）可以控制株高。如麗格秋海棠在清晨600：-8：00（height:18:00-8:00）以降溫（18°C-12°C）處理，可明顯抑制節間伸長（如圖6.）溫度越低抑制的效果越明顯（Grindal et al 1994）。此外，胡瓜（Grimstad，1993）番茄對溫度驟變處理均有效。因此，溫度驟變若能取代DIF的效果將是節約能源最好的方法。

（三）、水分與株高控制

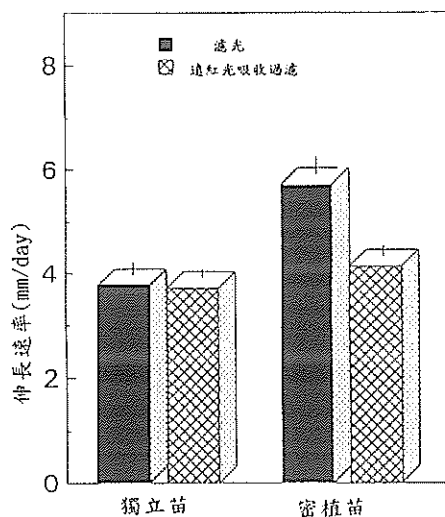
【文獻報告】



▲圖一：降低紅光比率對莖葉苗莖長及生長量之影響

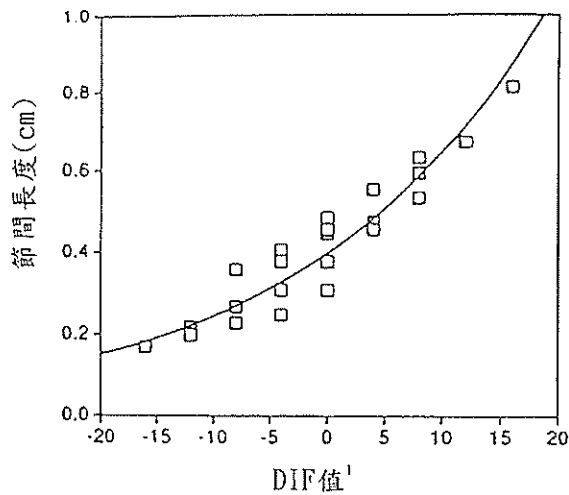
圖二：光對密植夾竹桃苗節艱伸長速率之影響 ▶

※密植苗：密植相互遮蔽之葉面積約等於0.9
 濾光：光通過清水遠紅光吸收過濾：光通過
 CuSO_4 溶液以吸收遠紅光，使R/FR約等於1.1.
 (Ballare et al ;1990)



水與細胞生長：水是植物維持生命的基本物質，水具有全型維持膨壓、為運輸的載體也是光合作用的基質、維持生化作用的進行等功能。在幼嫩組織中含有95%的水分，因此，水是細胞生長的必要條件，生長過程中細胞大小之改變明顯與水分的吸收有關。細胞一旦停止吸收水分，同時生長也停止。水分吸收速率受細胞膜水導度(水分進入細胞之能力)與細胞內外水勢梯度所影響；細胞壁之擴大係受細胞壁之延長性及超過細胞壁應力之膨壓所控制。植物細胞在衡定狀態下生長時，細胞水分之吸收與細胞壁不可逆之擴大這二種過程同時進行。顯然細胞壁擴大主要的推動力是高的膨壓，因此植物生長對水的供應非常敏感(高,1993)。當介質的有效水分減少時，植物的生長會跟著減少，尤其是擴大中的細胞最為敏感，在低的水分潛勢(water potential)下，莖與葉的生長完全被抑制(Sharp R. E. 1996)。

【文獻報告】



圖三：DIF與鐵砲百合²節間長度之關係

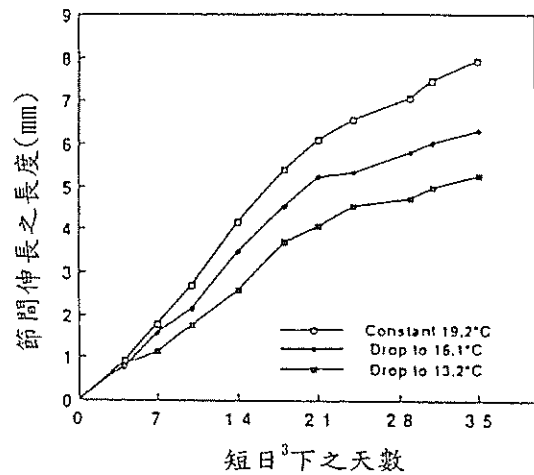
※1：DIF值：日溫～夜溫

2：鐵砲百合品種 'Nellie White'

直線回歸函數為 $104860 \times \text{DIF} - 0.0416 \times \text{DT}$

$\times \text{NT} + 1.9139 \times \text{AVG TEMP} + 25.661$ ($r^2: 0.84$)

(Erwin et al., 1989)



圖四：溫度駭變¹處理對麗格秋海棠²節間伸長之影響

※1：DIF值：日溫～夜溫

2：鐵砲百合品種 'Nellie White'

直線回歸函數為 $104860 \times \text{DIF} - 0.0416 \times$

$\text{DT} \times \text{NT} + 1.9139 \times \text{AVG TEMP} + 25.661$ ($r^2: 0.84$)

(Erwin et al., 1989)

