

抑制穴盤苗株高之方法

孫永偉¹ 薛佑光¹ 陳駿季²

一、前言

一般穴盤苗生產業者及下游定植農民均喜歡高品質穴盤苗。何謂高品質穴盤苗？此問題常困擾業者們。廣義優良穴盤苗應具備完整根系、適當株高、良好色澤及分枝、無病蟲害等特色（Styer and Koranski, 1997）。近年更有以壯苗指數（莖乾重/株高、葉面積/根體積、莖幅/株高×莖重等）表示穴盤苗品質優劣（孫, 1997；葛, 1995），亦即將穴盤苗品質數值化，高數值之壯苗指數為健壯穴盤苗。

穴盤苗栽培業者於生產過程中，控制株高為重要克服問題之一。因穴盤苗太高常伴隨植株軟弱、根系生長差、移植成活率及抗病蟲害能力低，穴盤苗太小易造成根系差、移植难度大、外觀品質不易吸引買者。本文將介紹如何以化學及非化學方式控制穴盤苗株高。

二、化學法控制株高

利用生長調節劑（如矮化劑）或養分控制方式，以抑制作物 Gibberellins (GAs) 代謝，造成莖無法伸長，達到矮化植株之目的（黃, 1988；Barrett and Nell, 1990；Rademacher, 1991；Styer and Koranski,

1997）。高等植物 GAs 生合成抑制劑可分為三大類，Onium 化合物、含氮異環狀化合物(N-containing heterocycles)、Cyclohexanetriones 化合物。Onium 化合物主要抑制 GAs 代謝初期反應(GGPP→CPP→ent-kaurene)，如 CCC 及 AMO-1618；含氮異環狀化合物(N-containing heterocycles) 主要抑制 GAs 代謝中期反應(ent-kaurene→ent-kaurenol→ent-kaurenal)，如 PP333、Ancymidol 及 Uniconazole 等。Cyclohexanetriones 化合物主要抑制 GAs 代謝後期反應(GA₁₂-aldehyde→GA₂₀→GA₁)，如 LAB 198 999。

主要商業矮化劑種類包括：

1.B-9（Alar、SADH）

化學名稱 Succinic acid-2,2-dimethylhydrazide 或 daminozide。1962 年由美國 Uniroyal Chemical 公司製造。主要用在葉面噴洒，極易經由葉片吸收進入植株體內，不適合以澆灌方式施用。抑制穴盤苗徒長施用濃度範圍 1250~5000ppm。許多作物生長於較高根溫環境下，由於植株生長快速及葉片蒸散作用大，導致 B-9 效果降低，因此高溫環境下不適合以 B-9 矮化劑控制生長。此外，鳳仙花、金魚草、天竺葵、萬壽菊屬對 B-9 不敏感，不適合

¹ 種苗改良繁殖場 助理研究員

² 種苗改良繁殖場 副研究員兼課長

以 B-9 矮化劑控制生長。

2.CCC (Cycocel、Chlormequat chloride)

化學名稱 (2-chloroethyl) trimethyl ammonium chloride。1960 年由美國 American Cyanamide 公司製造。此藥劑易溶於水，在土壤中殘留時間短，葉面噴灑或土壤灌注均有效果。噴灑使用濃度範圍 750~3000 ppm，土壤施用濃度範圍 50~300 mg。噴灑濃度過高，易損害葉綠體，造成新展開葉片形成環狀斑點。此藥劑主要控制聖誕紅、天竺葵、球根海棠、木槿屬、石竹屬等作物。

3.A-Rest (Ancymidol)

化學名稱 α -cyclopropyl- α -(4-methoxyphenyl)-5-pyrimidinemethanol。1970 年由美國 Elanco Products 公司製造。適用植物範圍廣且不易產生藥害。葉面噴灑或土壤灌注均有效果。噴灑使用濃度範圍 5~25 ppm，土壤施用濃度範圍 0.1~1 mg。

4.Sumi-7 (Uniconazole)

化學名稱 E-1-(p-chlorophenyl)-4,4-dimethyl-2-(1,2,4-triazole-1-yl)-1-penten-3-ol。1985 年由日本住友化學公司製造。大多使用在矮化盆栽植物。葉面噴灑或土壤灌注均有效果，有效施用濃度僅需 10~30 ppm 即可。

5.Bonzi (Paclobutrazol、PP333)

化學名稱 (2RS、3RS)-1-(4-chlorophenyl)-4,4-dimethyl-2-(1,2,4-triazol-1-yl)-pentan-3-ol。1978 年由英國 ICI 公司製造。本藥劑作用性強，0.01 ug/株以上即有明顯抑制株高效果。葉面噴灑或土

壤灌注均有良好效果(圖 1.)。

6.營養

穴盤介質之肥料含量較多時(EC 值超過 0.75 mmhos/cm，水分:介質=2:1)將加速穴盤苗生長。有些長莖節作物，如番茄、波斯菊、金魚草等，即使在 stage3(本葉展開前。穴盤苗生育可分為 4 個 stages: stage1 指胚根突破種皮前; stage2 指子葉展開前; stage4 指穴盤苗定植前)之前施肥，也容易造成植株過度生長。建議首先瞭解作物生長特性及需肥情形，再給予適當營養。一般土壤可溶性鹽類 EC 值以不超過 0.75 mmhos/cm 為宜。

施肥過量易造成植株過度生長，尤其氮肥中銨態氮($\text{NH}_4\text{-N}$)較硝酸態氮($\text{NO}_3\text{-N}$)更容易造成植株徒長。磷肥為另一促進作物生長營養元素之一，但植株過度缺乏磷肥，將阻礙其正常生長及產生紫色葉片。正常情況下，穴盤苗對於磷肥需求量只佔氮、鉀或鈣肥 1/5~1/10。多雲天候(光照不足)或大氣相對溼度高應減少施肥量，尤其避免過量供應氮及磷肥；冬天則應減少銨態氮施用量，可獲得較佳穴盤苗生長。

三、非化學法控制株高

儘管上述矮化劑對控制莖伸長有明顯且迅速效果，但對於環境污染及人體健康危害之顧慮，已逐漸為先進國家所禁用(Erwin and Heins, 1995)。因此，控制穴盤苗生長仍應以非化學法為主。

由許多研究報告顯示控制穴盤苗莖伸長之非化學方式，包括溫度、光照、水

分、營養、機械刺激等（孫, 1997；孫等, 2000；黃, 2001；Baden and Latimer, 1992；Beall *et al.*, 1996；Bertram and Karlsen, 1995；Chen *et al.*, 1999；Erwin and Heins, 1995；Latimer, 1990；Latimer, 1994；Styer and Koranski, 1997；von Arnim and Deng, 1996）。

1. 溫度

降低氣溫或根溫可抑制許多作物莖伸長，利用低溫控制莖伸長須在開花前施行，若在開花後施行將造成阻礙生長及延後開花情形。Erwin 等人(1989)進一步研究發現 DIF [(Difference between day and night temperature 取前 3 個字母；=日溫(DT) - 夜溫(NT)]為影響植株莖伸長關鍵因子。番茄、胡瓜及百合等作物節間長隨 DIF 增加而增加，有些作物如菜豆其莖長對 DIF 無反應。

由於 DIF 效應係降低日溫及提高夜溫，與大自然現象相反，將造成能源大量

耗損。Ueber 及 Hendricks(1992)研究發現明期或暗期開始前後 2-4 hr.降低氣溫，其抑制莖伸長效果不亞於 DIF 效應，此效應稱為溫度墜落(Temperature drop)。溫度墜落期間降溫時間愈長或降溫幅度愈大，抑制莖長效果愈大。

DIF 對莖長影響之生理機制，由細胞結構方面觀之，DIF 對細胞長度影響大於細胞寬度，此現象與 GAs 效應類似，與乙烯效應差異大。噴施 GAs 可消除-DIF 對番茄莖長抑制作用，產生類似+ DIF 處理之效果，噴施乙烯則無此效果。進一步分析 DIF 植株內生 GAs 生合成，主要是 20-oxidase 活性受影響所致。

此外降低每日灌溉水溫亦具有矮化穴盤苗效果。以番茄穴盤苗為例，灌溉水溫愈低穴盤苗株高愈低(表 1.)。冷水矮化穴盤苗效應之生理機制可能與乙烯代謝被促進或 GAs 代謝被抑制有關，此仍待進一步證實。



圖 1. 噴施 10ppm PP333 (左側) 與對照組 (右側) 之番茄苗植株生長情形

2.光照

日射量、光度或明期過低易造成穴盤苗徒長，不同作物對光照需求程度有所不同，一般光度 4800 lux 以上及明期 10~16 hr. (暗期 14~8 hr.) 適合多數作物生長。溫室屋頂覆蓋材質若採用抗紫外線(UV) polyethylene，易產生徒長苗。穴盤苗於 stage3 為快速生長期，應給予 26,900 lux 以上高光度，避免徒長苗發生。

光照抑制作物株高原因與光敏素(Phytochrome)有密切關係。光敏素為可溶性蛋白質，控制感應光訊息，具有 2 種可相互轉換形式 Pr 及 Pfr。Pr 感應紅光，並將 Pr 轉換成 Pfr，抑制莖伸長；Pfr 感應紅外光，並將 Pfr 轉換成 Pr，促進莖伸長。由於植物莖長變化受每天 24hr 日溫及夜溫週期性變化之影響，莖伸長速率隨明期之發生而降低，隨暗期之發生而增加。Neily 等人(2000)利用 LVDT 感應器偵測作物生長速率(圖 2.)，發現每日黎

明或黃昏時生長速率達最高。Moe 及 Heins (1990)指出當 R/FR 比例從 1.15 降至 0.8 時，將導致植株 Pfr 含量降低，故莖伸長速率快速。Lopez-Juez 等人(1995)由阿拉伯芥 *gai* (GAs 反應突變種，植株低矮)與 Phy B (Phytochrome B 突變種，紅光照射下植株下胚軸不變短)雙突變試驗得知，GAs 與光敏素對控制莖長具有交感效應 (GAs 與 Pfr 互為拮抗作用)，亦即植株照紅光後，Pfr 含量增加並抑制 GAs 對莖伸長效果。

3.水分

土壤灌溉量低，將造成植株生長緩慢，葉片及莖部變厚、根系生長相對旺盛、開花延遲；土壤灌溉量多，易造成植株徒長；若灌溉量超過土壤飽和含水量時，將造成根系缺氧、植株吸收水分及養分困難。因此，決定給水適當時間及量非常重要。Styer 及 Koranski(1997)指出多數作物穴盤苗齡從 stage 1 至 stage

表 1 不同水溫對番茄亞蔬五號幼苗生育之影響

Treat	Ht (cm)	shoot DW (mg)	root DW (mg)	Total DW (mg)	diameter (mm)	shoot/Ht (mg/cm)	LA (cm ²)
5C	6.8	82.2	15.0	97.2	2.78	12.1	20.6
20C	10.2	87.4	14.8	102.2	2.70	8.6	25.6
35C	10.8	76.30	11.9	88.2	2.50	7.0	20.1
50C	10.4	97.7	15.3	113.0	2.70	9.4	26.1
65C	5.2	40.4	4.0	44.2	2.55	7.9	7.1
CK	12.1	104.0	15.0	119.0	3.07	8.5	26.9
LSD	0.9	27.4	4	16.0	0.21	2.6	5.4

4 對水分需求逐漸減少，故灌溉量也應逐漸降低。

溫室由於環境較密閉，空氣中相對溼度大，容易抑制植株蒸散作用進行，造成莖過度伸長。因此，利用加溫或通風方式降低相對溼度(尤其夜晚)，可明顯改善徒長苗發生情形。

4.機械刺激

由試驗數據顯示，利用機械刺激方式，如刷、擦、搖、觸、吹等，可抑制穴盤苗株高。以番茄苗為例，一天磨擦數次即可明顯抑制莖伸長。由於穴盤苗多栽培於具有自動灌溉灑水器之環控溫室內，可設定自動灑水器每日磨擦植株次數，達到矮化植株目的。穴盤苗齡 stage 3 施行此法，效果尤佳。此法缺點包括有些作物如

甜椒葉片柔嫩，機械刺激易引起葉片明顯傷害，以及散播病蟲害，造成穴盤苗品質低下。

四、結語

由於各種矮化劑已逐漸為先進國家禁用，尤其是禁止使用在食用作物上，因此建立非化學方式控制株高栽培模式，已成為穴盤苗生產者重要冀求。不同作物對於環境需求差異極大，例如十字花科穴盤苗對水分及肥料需求大，但番茄苗需求量相對較低，若供應量過與不及，均將造成植株很大傷害。各營養元素濃度、比例改變及天候變化，也會影響植株生長情形。善用當地氣候條件配合作物生長特性及苗齡，將可培育出矮化且健壯穴盤苗。



圖 2 利用 LVDR 配合 Data Logger 記錄器可隨時偵測植株生長量變化。