

環控室內波士頓萵苣栽培育苗條件之探討

邱偉豪、王慧媛、方煒

台灣大學生物產業機電工程學系

摘要

本研究於環控室內使用水耕系統與人工光源栽培波士頓萵苣，水耕栽培分兩階段進行：育苗期與栽培期。本文旨在探討育苗期間養液給予時機與使用不同介質的影響。結果發現儘管是在育苗期，越早給予養液對於萵苣生長越有幫助，但相對地，藻類的生長也就越加迅速。為了能夠減少藻類的產生，本研究選擇使用不同泡棉材料，透過對五種不同孔隙大小與不同表面顏色的泡棉進行育苗的初步實驗，發現一種黑色且質地更緻密的泡棉比起一般水耕業者使用的白色泡棉在育苗一開始就給予養液的栽培情況下，藻類比較不易滋生。

關鍵詞：環控室、萵苣、育苗、泡棉

1. 緒論

一般水耕萵苣栽培業者在育苗時，會將種子置於清水中，在黑暗處浸種 3 至 5 天，待發芽後，才移至陽光下。康乃爾大學 CEA 從 1991 年開始研究水耕栽培，探討補充植物所需光量與二氧化碳，縮短收成時間。Both et al. (1999)的萵苣栽培實驗中，幼苗在育苗室的育苗期為 11 天，育苗期間使用冷白燈管照光。第一天在清水中浸種並照光 $50 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ ，光週期為 24 小時，並將溫度控制在 20°C 。之後的 10 天裡，將光量提升至 $250 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ ，溫度提高至 25°C ，光週期維持 24 小時，將清水換成 EC 值為 1.2 mS/cm 的養液，如此的育苗方法 14 天後可得植株乾重約 0.128 g。

饒與方(2003a, 2003b)研究光量、光週期以及光質對馬鈴薯以及彩色海芋的組培苗的影響，較長的光週期及紅光占有比例較多的光質對幼苗的生長結果較佳。美國 NASA 研究中心 Kim et al. (2004a, 2004b, 2006) 認為單純的紅藍兩色光對於植物仍有不足，因此在相同的光量下作了四種不同光質的實驗：RB (紅光 84%、藍光 16%)、RGB (紅光 61%、

藍光 15%、綠光 24%)、GF(紅光 4%、藍光 10%、綠光 86%)、CWF(紅光 30%、藍光 19%、綠光 51%)，發現在紅藍綠三色照光下，整體的生長是比較好的，其中 RGB 與 CWF 的紅光比例不同，較多紅光的 RGB 乾重與鮮重都比 CWF 來的好。RB 移除了綠光，增加了紅光，但是結果卻沒有 RGB 好，由此實驗推斷在光源中加入少量綠光(整體光量的 24%)有助於萵苣的生長。

本實驗則探討在不同天數後將清水換成養液對萵苣幼苗生長的影響。另外，水耕栽培時使用的泡棉介質，其表面在育苗時會產生藻類，過多的藻類會導致萵苣生長受阻，為了降低藻類的產生，選用不同孔隙大小與不同表面顏色的泡棉來實驗，望能夠找出較好的材質，讓育苗過程能夠較為順利。

2. 實驗設備與方法

2.1 實驗設備

本實驗中使用的高苣種子與養液為陽明山迦南農場提供，種子品種為波士頓高苣 (*Lactuca sativa* 'Boston lettuce')，泡棉介質部分，其中一種由迦南農場提供，為水耕業者常用的泡棉介質，另外四種為台中泡棉廠提供。人工光源使用 T5 燈管(T528L, LIXMA, Taiwan) 作為栽培光源，其光譜分佈如圖 1，Y 軸為相對光量子數，紅綠藍光在 PAR(400~700 nm) 區段中所佔的比例分別為 47.7%、38.8% 及 13.5%，利用自製栽培架與栽培槽育苗。使用精密微量天平(Libror AEG-45SM, Shimadzu, Japan) 測量鮮重與乾重。

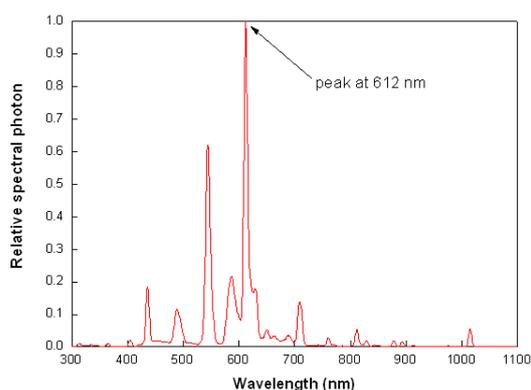


圖 1 T5 燈管光譜分佈

2.2 實驗方法

實驗方法分兩部分：養液給予時機與不同泡棉介質。養液給予時機的實驗中，在育苗階段先將種子以清水浸種，在第 12 小時、第 72 小時及第 144 小時的實驗組別中更換清水為養液(EC = 1.2 mS/cm)，共育苗 7 天，之後栽培階段同為 7 天，整個實驗共歷時 14 天，於 14 天後觀察鮮重與乾重的差異。不同泡棉介質的實驗裡，以相同育苗方式，透過改變栽培介質來觀察介質對生長的影响，如圖 2 所示，將介質置入育苗槽中，從左至右為 A 到 E 五種不同泡棉介質，其中 A 為迦南農場使用

之泡棉，每種介質有 8 個泡棉。實驗中育苗期光量為 150 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ ，光週期(明/暗)為 24/0 小時；栽培期光量 230 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ ，光週期(明/暗)為 16/8 小時，溫度(明/暗)皆為 25/20 $^{\circ}\text{C}$ 。

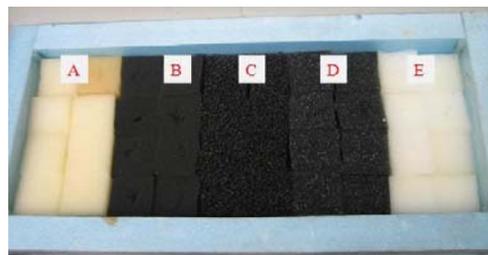


圖 2 A 到 E 五種不同泡棉介質

3. 結果與討論

3.1 養液給予時機對高苣生長影響

養液給予時機的結果如表 1，此為栽種後 14 天鮮重與乾重，可以發現在第 12 小時便將清水換成養液的組別無論在地上部與根部都有較好的鮮重與乾重，72 小時之後的組別則沒有明顯差異，由實驗可知給予養液的時機越早越好。

表 1 養液給予時機與鮮重乾重關係表

給予養液 時機	14 天後鮮重(g)		14 天後乾重(g)	
	地上部	根部	地上部	根部
第 12 小時	1.502 ^{a*}	0.328 ^a	0.104 ^a	0.021 ^a
第 72 小時	0.882 ^b	0.205 ^b	0.062 ^b	0.016 ^b
第 144 小時	0.503 ^b	0.094 ^b	0.036 ^b	0.008 ^b

*最小顯著差異(LSD)測驗結果，相同字母為 5% 顯著水準下無顯著差異。

實驗亦發現，越早給予養液越容易產生藻類，過多的藻類則會影響高苣生長，如圖 3 所示，在中間上層部分的泡棉介質上有明顯的藻類產生，導致生長狀況(如株高、葉片數及葉面積等)比其他幼苗差。



圖 3 過多的藻類影響萵苣生長

3.2 不同泡棉介質對育苗的影響

圖 4 與圖 5 分別為育苗第四天與第七天的萵苣幼苗生長情況，並對葉面積及藻類數量及受損與否列表討論，如表 2 所示。從第七天的結果來看，雖然在 C 介質的表面只有少數藻類產生，但是其幼苗的葉面積卻不大，主要原因應為其孔隙比其他介質都來的要大，導致藻類不容易附著，但這也使得養液不易儲存於介質中，因此生長會有缺肥的疑慮。在 B 介質中的幼苗擁有較大的葉面積，在藻類數量上則沒有大量的產生，且在葉片周圍也沒有受損的現象，所以 B 介質比其他介質更容易育出較好的幼苗。



圖 4 不同泡棉介質育苗第四天



圖 5 不同泡棉介質育苗第七天

表 2 不同泡棉介質下幼苗生長狀況比較

	A	B	C	D	E
葉面積	中	大	小	小	小
藻類數量	多	中	少	中	多
受損與否	無	無	有	有	有

4. 結論

在育苗期間越早給予養液能夠加快幼苗生長速度減少收穫時間，但同樣地藻類也就越快生長，在栽培初期對幼苗生長較為不利，雖然也能利用其他方式來讓介質表面不要產生藻類，例如在表面覆蓋黑色材質的布料遮光，但是直接更換泡棉材質是比較直接且節省人力及成本的做法。本研究所實驗的 B 泡棉介質能比一般業者使用的泡棉介質不容易生長藻類又能順利讓幼苗生長。

參考文獻

1. 饒瑞佶、方煒。2003a。光量與光週期對馬鈴薯組培苗生長的影響。九十二年農業機械論文發表會。8月 28-29 日，台北。中華民國。
2. 饒瑞佶、方煒。2003b。光質對於彩色海芋組培苗生長之影響。九十二年農業機械論文發表會。8月 28-29 日，台北。中華民國。
3. Both A.J., L.D. Albright, and R.W. Langhans. 1999. Design of a demonstration greenhouse operation for commercial hydroponic lettuce production. ASAE paper No.994123. ASAE, 2950 Niles Road, St. Joseph, MI 49085-9659, USA. 12 pp.
4. Kim, H.H., Goins, G.D., Wheeler, R.M. and Sager, J.C. 2004a. A comparison of growth and photosynthetic characteristics of lettuce grown under red and blue light-emitting diodes (LEDs) with and without supplemental green LEDs. Acta Hort 659: 467-475.
5. Kim, H.H., Goins, G.D., Wheeler, R.M. and Sager, J.C. 2004b. Green light supplementation for enhanced lettuce

growth under red and blue light
emitting diodes. HortScience 39:
1617-1622

6. Kim, H.H., Wheeler, R.M., Sager, J.C.,
Gains, G.D. and Naikane, J.H. 2006.
Evaluation of lettuce growth using
supplemental green light with red and
blue light-emitting diodes in a controlled
environment - a review of research at
Kennedy space center. Acta Hort. (ISHI)
711:111-120