

百合袋裝鱗片扦插繁殖之研究

陳 盈 璇¹⁾ 張 正²⁾

關鍵字：小鱗莖、澱粉、總可溶性糖、鱗莖發育、溫度處理

摘要：為提升百合於封口袋內鱗片扦插繁殖效率，本試驗於扦插期間觀察小鱗莖發育及鮮重變化，並探討於溫度對小鱗莖生長之影響。扦插期間母鱗片總可溶性糖於 4-6 週急速下降，此時小鱗莖鮮重急速上升，於 6-10 週小鱗莖澱粉含量上升顯著，且鮮重持續增加至第 12 週，12-16 週後小鱗莖鮮重並無顯著差異，扦插週數可控制在 12 週結束。相較於 28°C，22 及 25°C 溫度較低有利提升積貯強度，因此在 22、25°C 扦插形成小鱗莖之鮮重與大小都有最佳表現，以 25°C 扦插形成根數較 22°C 少，有利後續移苗之操作。為使小鱗莖肥大、育苗品質一致，種植前小鱗莖以低溫處理是必要的，經由低溫 5°C 處理 6 週抽葉率達 98.6%，未經由低溫處理抽葉率僅有 22.6%。

前 言

百合為百合科 (Liliaceae) 百合屬 (*Lilium*) 球根花卉，是世界重要經濟花卉之一 (Marasek-Ciolakowska *et al.*, 2018)。百合鱗片具有貯藏養分及水分功能 (Miller, 1993)，將鱗片從母球的莖盤剝離，容易在鱗片傷口形成 1-5 個小鱗莖 (Gray, 1974; 種苗場, 1996)，商業上多採用鱗片扦插進行繁殖，特別是在新品種推出時多仰賴鱗片扦插 (Van Tuyt, 1983; Marinangeli *et al.*, 2003)。小鱗莖形成的變化可分為三個階段，第一個階段為 1-2 週形成初期，在向軸面產生 1-3 個白色腫塊，第二個階段約 5 週為小鱗莖形成錐狀，第三個階段 6-10 週為小鱗莖發育與增大時期，小鱗莖逐漸形成約直徑 1 公分以上的大小 (Li *et al.*, 2014)。扦插形成小鱗莖過程中，母鱗片之澱粉與糖類含量持續下降，小鱗莖呈現上升的趨勢 (Miller and Langhans, 1990; Marinangeli *et al.*, 2003; Li *et al.*, 2014)，蔗糖是百合屬的一種必需和主要的碳水化合物，且多以澱粉的形式貯藏 (Shin *et al.*, 2002; Mingfang *et al.*, 2014)，

1) 國立中興大學園藝學系碩士班研究生。

2) 國立中興大學園藝學系教授，通訊作者。

Miller (1993)指出鱗莖在低溫期間會使澱粉水解成蔗糖及還原糖 (Rees *et al.*, 1981)，稱為低溫糖化作用 low temperature sweetening (LTS)，適當的扦插溫度對小鱗莖繁殖與發育扮演重要角色(De Klerk, 2009)。 *L. longiflorum* 'Gelria'於不同溫度 15、20、25、30°C 下扦插，以 25°C 扦插形成的小鱗莖重量、直徑及鱗片數量表現最佳 (Kweon *et al.*, 2006)。透過鱗片葉的萌發可以用來判斷 *L. lancifolium* 小鱗莖之休眠狀態 (Roh, 1981)。長時間低溫處理能使小鱗莖打破休眠加速小鱗莖抽葉且整齊，以 5°C 低溫處理 6 週所形成的小鱗莖發育較 4 週大 (Langens-Gerrits *et al.*, 2003a)，本試驗分析扦插期間母鱗片及小鱗莖之養分變化，探討溫度對小鱗莖生長發育之影響，以提升鱗片扦插繁殖效率。

材料與方法

一、植物材料

試驗用的百合於 2018 年 9 月自福埠種苗公司訂購 *L. 'White Triumph'* 屬於 LO 型雜交百合，種球外觀鱗片呈現淺黃色到黃白色，花型為鐵炮型，花為白色具香味，易栽培特性，周徑 14-16 cm 經打破休眠具開花能力之健康種球，將鱗莖依葉序由外而內剝下進行編號，取 1-7 片外層鱗片作為試驗之材料。

二、鱗片扦插方法

取出百合鱗莖以清水將泥炭土洗淨，將鱗莖依葉序由外而內剝下 1-7 片鱗片作為扦插材料，用清水沖洗瀝乾，浸泡於稀釋 1000 倍之億力滅菌 30 分鐘，取出後晾乾，取南海蛭石 3 號加水以 10:2 (v/v) 均勻混合，將介質與鱗片以 2.5:1 (v/v) 均勻混合後裝入 5 號 (10 × 14 cm) 封口袋，上方打 4 個 2 mm 通氣孔，平放於紙箱內，放置在 25°C 黑暗環境生長箱中 (CGC-118S，正上儀器)，即完成鱗片扦插。

三、鱗片扦插期間生長狀態與碳水化合物變化之試驗

於 2018 年 9 月 9 日隨機選取 *L. 'White Triumph'* 外層鱗片 25 片為 1 處理，取南海蛭石 3 號加水以 10:2(v/v) 均勻混合，將介質與鱗片以 2.5:1(v/v) 均勻混合後裝入 5 號封口袋，依鱗片扦插法進行扦插，平放於紙箱內放置在 25°C 黑暗環境生長箱中，每處理 3 重複。每 2 週取出母鱗片及小鱗莖，將小鱗莖自母鱗片分開，分別測量母鱗片及小鱗莖鮮重後，進行澱粉及可溶性固形物含量的測定 (Dubois *et al.*, 1956)，共調查至 16 週。

將母鱗片及小鱗莖樣品以清水沖洗乾淨，洗淨後放入網袋中，置於 1% HCl 中浸泡 30 秒，再用去離子水清洗三次。洗淨後放入牛皮紙袋，置於烘箱 (DENGYNG/DO-3, Taiwan) 中，以 100°C 殺菁一小時，停止其生化反應，再將溫度調整至 70°C 烘乾 48 小時以上。接著將烘乾鱗片以磨粉機磨成粉狀，裝入硫酸紙袋中，置於乾燥環境下保存備用。

將乾燥鱗片粉末精秤 0.1g，倒入 50 ml 塑膠離心管中，加入 10 ml 去離子水後於 30°C 水浴震盪 3 小時，以 4,000 rpm 在室溫下離心 10 分鐘，以濾紙過濾取上層液作糖類分析，下層沉澱物再以 4,000 rpm 於室溫下離心 10 分鐘後烘乾做澱粉分析。

(一)全可溶性糖測定

取上層液 0.1 ml 加入 9.9 ml 去離子水稀釋，再取上述稀釋液 1 ml 加入 1 ml 去離子水混合，加入 0.1 ml liquid phenol 及 6 ml 濃硫酸，震盪均勻後靜置 30 分鐘，以分光光度計 (spectrophotometer, Shimadzu UV-200S) 測量 490 nm 之吸光值，再以標準曲線得到算式，將吸光值帶入算式換算濃度 ($\mu\text{mole/ml}$)，再以公式計算：測得濃度 \times 樣品稀釋倍數 $\times 10 \times 180 / \text{樣品乾重(g)} \times 10^{-4}$ ，單位 mg/g DW (Dubois *et al.*, 1956)。

(二)澱粉測定

沉澱物於烘箱 (DENGYNG/DO-3, Taiwan) 中以 70°C 烘乾 8 小時以上，加入 2 ml 去離子水，置於沸水中隔水加熱 15 分鐘，取出後以碎冰迅速冷卻，加 2 ml 9.2 N HClO_4 震盪 15 分鐘，加 6 ml 去離子水，以 4,000 rpm 在室溫下離心 10 分鐘，取上層液 1 ml 加 3 ml 去離子水稀釋，稀釋液 0.1 ml 加 1.9 ml 去離子水、0.1 ml liquid phenol 及 6 ml 濃硫酸，混和均勻後靜置 30 分鐘，以分光光度計 (spectrophotometer, Shimadzu UV-200S) 測量 490 nm 之吸光值，再以標準曲線得到算式，將吸光值帶入算式換算濃度 ($\mu\text{mole/ml}$)，再以公式計算：測得濃度 \times 樣品稀釋倍數 $\times 10 \times 180 / \text{樣品乾重(g)} \times 10^{-4}$ ，單位 mg/g DW (Dubois *et al.*, 1956)。

四、溫度對鱗片扦插與碳水化合物變化之試驗

於 2018 年 9 月 9 日隨機選取 *L. 'White Triumph'* 百合外層鱗片 25 片為 1 處理，依鱗片扦插法進行扦插，取南海蛭石 3 號加水以 10:2 (v/v) 均勻混合，將介質與鱗片以 2.5:1 (v/v) 均勻混合後裝入 5 號封口袋進行扦插，每處理 3 重複。之後將每處理之鱗片置於中興大學實驗室生長箱 (T3-L, 隆盛精密工業有限公司)，分別於恆溫 22°C 、 25°C 、 28°C 及室溫之 4 種溫度處理 16 週，並於室溫處理組放置數據紀錄器蒐集溫度變化。經 16 週後調查不同溫度處理每重複形成的總小鱗莖數、鮮重、根數及根鮮重、小鱗莖平均直徑、母鱗片總鮮重。並將小鱗莖自母鱗片分開，分別測量母鱗片及小鱗莖鮮重後，進行澱粉及總可溶性糖含量的測定 (Dubois *et al.*, 1956)。

五、低溫處理對小鱗莖之影響

2019 年 1 月 1 日取扦插 16 週後的 *L. 'White Triumph'* 小鱗莖，篩選出直徑 0.9-1.1 cm 之小鱗莖，放置於低溫 5°C 打破休眠 6 週，另一處理繼續放置於 25°C 生長箱不經低溫打破休眠，2019 年 2 月 18 日隨機選取 20 個為 1 重複，每處理 3 重複，以泥炭土 BVB 7H：真珠石：蛭石 = 2:1:1 (v/v/v) 依比例混合分別種植於 50 格穴盤中，每週澆水 2-3 次，並紀錄抽葉率，10 週後調查小鱗莖平均葉片數、地上部莖葉重及小鱗莖鮮重、直徑、鱗片數等調查，觀察低溫處理對小鱗莖之影響。

六、調查項目與數據統計

試驗數據採用完全隨機設計 (Complete Randomized Design, CRD)，試驗結果以 COSTAT6.1 軟體進行單因子變異數 (one way ANOVA) 及雙因子變異數 (two way ANOVA)，以最小顯著差異比較法 (Least Significant Difference, LSD)，比較各處理間數值之 5% 的顯著差異。

結 果

一、鱗片扦插期間生長狀態與碳水化合物變化之試驗

為了解小鱗莖在不同階段生長及發育速度，每 2 週取出鱗片及小鱗莖，分別測量鱗片及小鱗莖鮮重，透過小鱗莖與母鱗片鮮重及外觀型態變化，將發育期分為 5 個階段，分別為 0-2 週誘發期；2-6 週快速成長期；6-12 週發育成熟期；12-14 週養分輸出靜止期；14-16 週崩解期。可觀察到小鱗莖於 0-2 週鮮重無明顯變化，於 4-6 週生長迅速，從第 4 週 6.4 g 於第 6 週提升至 13.41 g，且持續生長至第 12 週，在 12-16 週後小鱗莖鮮重並無顯著差異，母鱗片於扦插後鮮重持續下降，直到第 12-16 週母鱗片鮮重並無顯著差異(圖 1)。

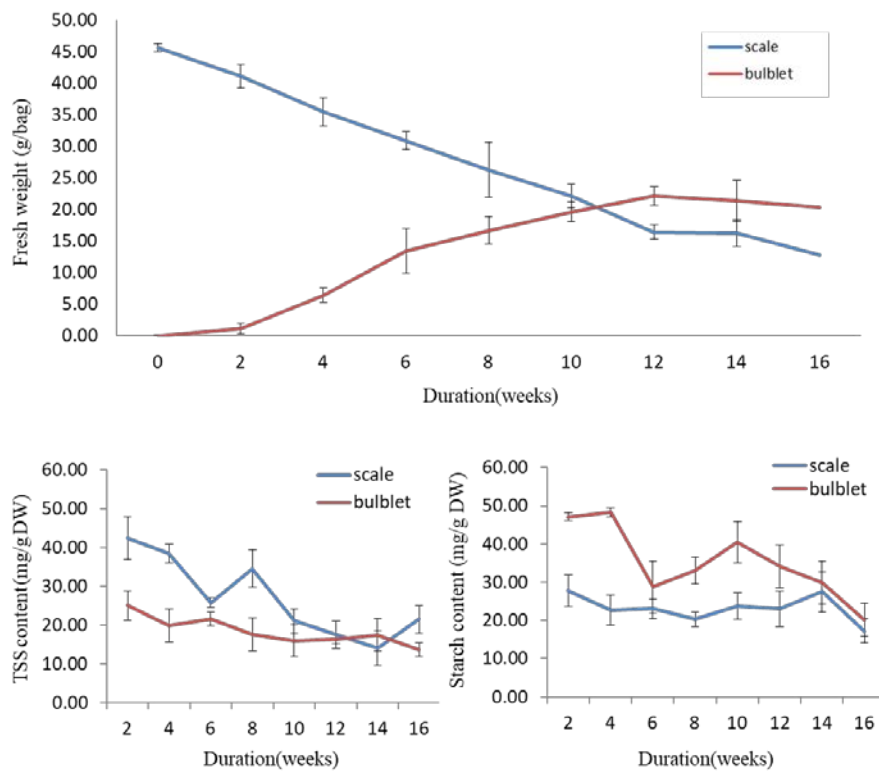


圖 1. *L.* 'White Triumph' 鱗片扦插期間小鱗莖與母鱗片鮮重、澱粉及總可溶性糖變化

Fig. 1. Changes of fresh weight, starch and total soluble solid content of bulblets and mother scales of *L.* 'White Triumph' during scaling.

發育期小鱗莖與母鱗片型態外觀的變化，可觀察到誘發期 0-2 週在鱗片傷口基部開始形成 1-5 個約 1-2 mm 之錐狀小鱗莖，2-6 週快速生長期小鱗莖生長迅速，鱗片基部傷口誘發出根，且在鱗片向軸面基部以外之傷口也會形成小鱗莖，於第 4 週小鱗莖所形成的鱗片肉眼可見 2-3 片，小鱗莖外觀由一開始錐型開始變得較像卵圓型，小鱗莖發育及肥大更加顯著，形成的根數量也開始變多，根部的發育也明顯伸長，6-12 週發育成熟期小鱗莖鱗片增厚，鱗片與鱗片尖端距離變大，扦插 12 週小鱗莖約可形成 6 片鱗片葉，12-14 週養分輸出靜止期母鱗片及小鱗莖鮮重並無顯著差異，14-16 週崩解期母鱗片與小鱗莖分離，母鱗片養分消耗外觀呈褐色。

扦插期間每 2 週進行母鱗片與小鱗莖之總可溶性糖含量調查，結果顯示母鱗片內總可溶性糖在快速生長期從第 2 週 42.43 mg/g DW 開始下降，且於 4-6 週急速下降，進入發育成熟期總可溶性糖從第 6 週 25.82 mg/g DW 上升至第 8 週，隨後開始下降至養分輸出靜止期，於 14-16 週崩解期母鱗片內總可溶性糖再次上升達到 21.47 mg/g DW；小鱗莖內的總可溶性糖於第 2 週過後都呈現緩和下降趨勢，總可溶性糖從第 2 週 25.03 mg/g DW 下降至第 16 週 13.56 mg/g DW (圖 1)。

扦插期間每 2 週進行母鱗片與小鱗莖之澱粉含量調查，結果顯示母鱗片內澱粉含量從第 2 週 27.75 mg/g DW 緩和下降，第 16 週母鱗片澱粉含量下降至 17.28 mg/g DW，整體上母鱗片澱粉含量無明顯變化。在第 2 週小鱗莖澱粉含量有 47.1 mg/g DW，從第 4 週 48.25 mg/g DW 於第 6 週迅速下降至 28.75 mg/g DW，且小鱗莖澱粉含量在發育成熟期 6-10 週上升較顯著，小鱗莖澱粉含量從第 6 週 28.75 mg/g DW 開始增加，至第 10 週小鱗莖內澱粉含量有 40.5 mg/g DW，於第 10 週過後小鱗莖內澱粉含量又逐漸下降 (圖 1)。

二、溫度對鱗片扦插與碳水化合物變化之試驗

以恆溫 22、25、28°C 及室溫之處理，探討溫度對鱗片扦插之影響，於室溫扦插環境放置數據紀錄器蒐集溫度變化，經扦插 16 週於 2018 年 12 月 30 日進行調查，計算出室溫平均溫度為 25.9°C。於室溫扦插形成的小鱗莖數最多為 74 個，根重最重達 2.26 g，且母鱗片鮮重也以室溫最重 16 週仍有 16.59 g。以 28°C 扦插形成的總小鱗莖鮮重最輕為 17.22 g，於 22、25°C 及室溫扦插總小鱗莖鮮重並無顯著差異皆可達到 20 g 以上，於 22、25°C 扦插在小鱗莖直徑有最佳表現分別為 0.88、0.89 cm，在根數方面以 25、28°C 形成根數少分別為 27.3 及 29.6 條 (表 1)。

不同溫度進行鱗片扦插 16 週後小鱗莖內總可溶性糖含量以室溫處理最低，為 9.6 mg/g DW，在 22、25、28°C 扦插小鱗莖內總可溶性糖含量並無顯著差異，母鱗片內總可溶性糖於 28°C 處理含量最高為 27.0 mg/g DW，於 22°C 處理母鱗片內總可溶性糖最低 12.77 mg/g DW，25°C 及室溫處理母鱗片內總可溶性糖則無顯著差異。母鱗片及小鱗莖內澱粉含量於不同溫度扦插 16 週結果顯示皆無顯著差異 (表 2)。

三、低溫處理對小鱗莖之影響

2019 年 4 月 29 日進行生長狀態調查，L. 'White Triumph' 小鱗莖經由低溫 5°C 低溫處

表 1. 扦插溫度對 *L.* 'White Triumph' 鱗片繁殖小鱗莖生長之影響。

Table 1. Effects of various temperature on the growth and cultivation of bulblets of *L.* 'White Triumph'.

Scaling Temp. (°C)	Diameter of bulblet (cm) ^z	No. of Bulblets (/Bag)	Total fresh weight of bulblets (g)	Total fresh weight of mother scales (g)	No. of roots (/Bag)	Total fresh weight of roots (g)
22°C	0.88±0.01a ^y	63±1.52b	22.68±0.96a	9.39±0.05b	58.3±6.83a	1.44±0.4ab
25°C	0.89±0.02a	61±4.66b	23.43±0.22a	10.09±0.13b	27.3±7.42b	0.49±0.12b
28°C	0.78±0.01b	61±1.45b	17.22±1.02b	11.30±0.37b	29.6±3.33b	0.86±0.17b
Ambient Temp. ^x	0.79±0.01b	74±1.73a	21.64±1.17a	16.59±1.30a	65.3±3.28a	2.26±0.62a

z Each data was mean ± SE of 3 replicates

y Mean in each column followed by the same letter are not significantly different (p = 0.05) according to LSD.

x Average ambient temperature: 25.9°C

表 2. *L.* 'White Triumph' 鱗片於不同溫度扦插小鱗莖與母鱗片總可溶性糖及澱粉含量。

Table 2. Total soluble solid content and starch in bulblets and mother scales of *L.* 'White Triumph' by scaling at various temperature.

Temp.	TSS (mg/gDW)		Starch (mg/gDW)	
	Bulblet ^z	Scale	Bulblet	Scale
22°C	19.88±2.05 a ^y	12.77±2.37b	38.35±1.74a ^y	17.28±3.71a
25°C	19.88±3.62a	19.88±2.37ab	42.37±2.31a	28.18±1.65a
28°C	21.07±2.47a	27.00±5.85a	33.77±2.24a	23.45±7.72a
Ambient Temp. ^x	9.60±2.09b	18.30±2.59ab	38.50±6.39a	26.31±2.16a

z Each data was mean ± SE of 3 replicates

y Mean in each column followed by the same letter are not significantly different (p = 0.05) according to LSD.

x Average ambient temperature: 25.9°C

6週之處理抽葉率有98.6%，未經由低溫處理抽葉率僅有22.6%，且小鱗莖直徑低於種植前0.9-1.1 cm。5°C低溫處理之葉片數2.5片，葉片鮮重1.22 g，小鱗莖直徑1.41 cm，小鱗莖平均鮮重0.99 g，小鱗莖鱗片數8.8片，根數5.6條，各種生長狀態調查皆與未低溫處理組有顯著差異（表3），見圖2經低溫處理組地上部葉片及地下部根系生長旺盛，且小鱗莖飽滿於低溫處理後於中層鱗片抽出鱗片葉，葉色濃綠，未經低溫處理組僅少數小苗抽葉，且葉數僅1片，根系發育也較弱，小鱗莖外層鱗片有出現軟爛情形。

表3.低溫處理對*L. 'White Triumph'*小鱗莖種植後生長發育之影響。

Table 3. Effects of low temperature treatment on the growth and cultivation of bulblets of *L. 'White Triumph'* after planting.

Treatment	No. of leaf ^z (a bulblet)	Total fresh weight of leaves (g/a bulblet)	Diameter of bulblet (cm)	Average fresh weight of bulblet (g)	No. of bulblet scales	No. of roots (a bulblet)
Treat 5°C	2.5 ± 0.06a ^y	1.22 ± 0.04a	1.41 ± 0.03a	0.99 ± 0.04a	8.8 ± 0.1a	5.6 ± 0.06a
Without Treat 5°C	0.8 ± 0.07b	0.36 ± 0.06b	0.89 ± 0.03b	0.4 ± 0.03b	5.4 ± 0.45b	3.9 ± 0.23b

^z Each data was mean ± SE of 3 replicates

^y Mean in each column followed by the same letter are not significantly different ($p = 0.05$) according to LSD.

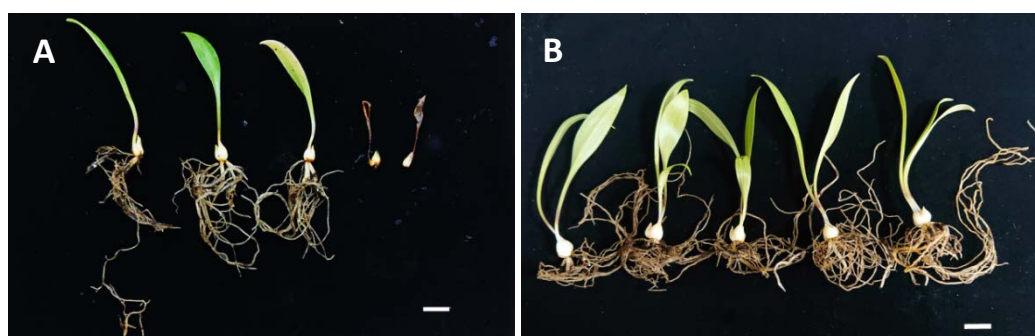


圖 2. 低溫處理有無對 *L. 'White Triumph'*小鱗莖種植 10 週後幼苗生長與發育之影響，(A) 無低溫(25°C)、(B)低溫 5°C 處理 Bar = 2cm

Fig. 2. Effects of low temperature treatment on the growth and cultivation of plantlets of *L. 'White Triumph'* after 10-week planting (A) without low temperature treatment, (B) with low temperature treatment at 5°C. Bar = 2cm

討 論

一、鱗片扦插期間生長狀態與碳水化合物之變化

本試驗透過小鱗莖鮮重變化及形態觀察以掌握最佳扦插週數，提升鱗片繁殖效率，將扦插期間小鱗莖發育期分為 5 個階段，分別為 0-2 週誘發期；2-6 週快速成長期；6-12 週發育成熟期；12-14 週養分輸出靜止期；14-16 週崩解期，在誘發期鱗片基部開始形成圓狀突起，於鱗片傷口基部形成 1-5 個約 1-2 mm 之錐狀小鱗莖，和寧等 (2008) 17 天後為生長錐形成時期結果接近，此時鮮重並無明顯增加，主要為小鱗莖數量的增加。小鱗莖易形成部位和張 (2000) 有同樣的結果，在鱗片左右距離表皮層較短兩側為小鱗莖好發位置。根部形成時間和寧等 (2008) 相符，於第 3 週開始有部分根部已形成，且根部形成位置和小鱗莖位置接近，扦插後小鱗莖生長至一定程度在基部形成不定根，或者小鱗莖與根部同時發育，少數在鱗片基部先長根，暫時不形成小鱗莖，本試驗皆可觀察到這 3 種發根型態。第 4 週後小鱗莖發育及肥大更加顯著，根部的發育也明顯伸長，於 4-6 週鮮重增加較為顯著 (圖 1)，這與第 3-4 週型態觀察小鱗莖形成根部可能有關，根系可從介質吸收水分使生長量增加。在小鱗莖外觀上有明顯變化與 Marinangeli 等 (2003) 及 Li 等 (2014) 4-6 週後陸續形成完整的小鱗莖結果相符，錐狀小鱗莖由鱗片包圍呈現圓球狀，鱗片層層包覆，逐漸形成肥大小鱗莖，扦插 12 週前小鱗莖鮮重持續上升。母鱗片於扦插後鮮重持續下降，10-12 週下降迅速，直到第 12 週後至 16 週母鱗片鮮重並無顯著差異，此現象可能母鱗片內營養物質於 12 週前小鱗莖已充分利用，也可能與介質保濕程度有關聯，隨扦插時間拉長介質逐漸水分散失，在 12-16 週後小鱗莖鮮重並無顯著差異，為避免小鱗莖發育受到限制，扦插週數建議不超過 12 週。

在母鱗片扦插形成小鱗莖的過程中，母鱗片為供源 (source)，小鱗莖為積貯 (sink)，受到糖與澱粉代謝之相關酵素影響，母鱗片之澱粉與糖類含量持續下降，小鱗莖呈現上升的趨勢 (Li *et al.*, 2014)，本試驗澱粉及總可溶性糖變化與 Li 等 (2014) 之試驗結果不同，推論可能與種球狀態有關，百合種球貯存可分為短期與長期，於 -0.5°C 或 -0.2°C 貯藏可長期保存 1 年 (種苗場, 1996)，本試驗種球自福埠種苗公司由國外進口，種球已貯存 1 年，種球送達進行試驗前花芽已萌發伸長，澱粉已開始轉化為可溶性糖，母鱗片內澱粉含量於扦插 16 週期間變化並不顯著且澱粉含量一開始亦不高 (圖 1)，但在總可溶性糖含量下降幅度顯著，小鱗莖多藉由總可溶性糖供給養分，扦插一般取用休眠且未萌芽種球，此狀態的種球鱗片澱粉含量高，有利鱗片扦插時提供小鱗莖發育之養分 (Beattie *et al.*, 1993)，從國外進口種球進行鱗片繁殖，務必掌握種球狀態以利提升繁殖效率。

在扦插 16 週期間 4-6 週小鱗莖鮮重上升最顯著，同時小鱗莖澱粉及母鱗片內總可溶性糖含量於 4-6 週急速下降，推論可能與積貯及供源的轉換有關，第 4 週型態觀察根部已陸續形成，此時根原體及根部生長成為積貯，母鱗片及小鱗莖為供源，從母鱗片及小鱗莖內獲得可溶性糖以利發根。6-10 週小鱗莖恢復為積貯狀態澱粉含量明顯上升，與 Li 等

(2014)於 5-10 週小鱗莖內澱粉含量增加趨勢相符。低溫有助於澱粉水解提升積貯與供源的比率 (Langens-Gerrits *et al.*, 2003b)，本試驗於 25°C 恆溫扦插，澱粉仍有未降解現象，可參考變溫方式以利澱粉轉換，陳等 (2005)於 25°C 扦插母鱗片澱粉及總糖含量前 8 週下降速度最顯著，接著移至 17°C 扦插 4 週母鱗片總糖含量開始上升，顯示在 17°C 環境鱗片中有利營養物質轉移，提升鱗片繁殖效率及小鱗莖最佳狀態。

二、溫度對鱗片扦插與碳水化合物變化之試驗

在 22、25 及 28°C 扦插 16 週後小鱗莖數量與母鱗片鮮重無顯著差異下，以 28°C 所產生的小鱗莖鮮重與大小最低，推論 28°C 扦插時介質水分散失較 22、25°C 快，受到扦插介質濕度不足影響造成小鱗莖形成及發育延遲 (王等, 1999)有關，且在溫度高的狀態下小鱗莖受到呼吸作用所消耗 (Zhang *et al.*, 2013)，因而限制小鱗莖的發育。於室溫扦插有利誘發小鱗莖，在總小鱗莖數量最多但小鱗莖大小不一，在小鱗莖總可溶性糖含量也以室溫處理最低，這與根部形成時和小鱗莖競爭碳水化合物有關。在 22°C 扦插形成小鱗莖之鮮重與大小都較 28°C 扦插效果佳，且以 22°C 扦插母鱗片所剩 TSS 含量最少，推論母鱗片內 TSS 供小鱗莖利用率高，28°C 扦插母鱗片所剩 TSS 含量最多，供小鱗莖利用較低，顯示溫度與小鱗莖積貯強度有關 (De Klerk, 2009)，相較於 28°C，22 及 25°C 溫度較低有利提升積貯強度，因此在 22、25°C 扦插形成小鱗莖之鮮重與大小都有最佳表現，但 22°C 扦插形成根數較 25°C 多，後續移苗操作較不便利，綜合比較後以 25°C 較 22、28°C 及室溫鱗片繁殖效果佳 (表 1)，扦插溫度與 Kweon (2006)一致以 25°C 扦插為佳。

三、低溫處理對小鱗莖之影響

小鱗莖需經過 5°C 至少 6 週低溫處理，才能打破休眠 (Matsuo, 1986)。小鱗莖葉片抽出後小鱗莖會由供源 (source)轉為積貯 (sink)器官，此時小鱗莖的中層鱗片為小鱗莖發育主要貯藏澱粉的地方，使小鱗莖成長肥大 (Langens-Gerrits *et al.*, 2003a)，本試驗小鱗莖經低溫 5°C 打破休眠 6 週之處理抽葉率有 98.6%，未經由低溫處理抽葉率僅有 22.6%，且小鱗莖抽出鱗片葉位置與 Matsuo 和 Arisumi (1977)一致，低溫處理後於中層鱗片生成鱗片葉。

小鱗莖育苗大致可分為 3 個階段，先以低溫將小鱗莖打破休眠，再使鱗莖快速抽葉以利光合作用進行、最後使小鱗莖肥大。較大的小鱗莖種植於土壤中，生長也會比較快速，較小的鱗莖種植後則生長緩慢 (Lian *et al.*, 2003)，且小鱗莖種植後是否能發育良好取決於一開始小鱗莖的鮮重，這與小鱗莖內貯存的蔗糖有關 (Langens-Gerrits *et al.*, 1996)，當小鱗莖鮮重小於 300mg 時小鱗莖所形成的葉子為簇生葉 (rosette-type of leaves)，不會抽莖形成莖上葉 (Langens-Gerrits *et al.*, 2003a)，本試驗小鱗莖在種植前鮮重接近 300 mg，經 10 週種植後小鱗莖先抽出簇生狀鱗片葉，發育為地下型 (Hypogeous type plant；HTP)，各種生長狀態調查皆比未低溫處理組有顯著差異 (表 3)，未經低溫處小鱗莖多於介質中腐爛，為使小鱗莖肥大、育苗品質一致，低溫處理是必要的。

參考文獻

- 王高歌、翟曉靈、余紅。1999。百合鱗片扦插繁殖試驗。山東農業科學 1:29-30。
- 張定霖。2000。Ethrel 及 Jasmonic acid 對百合鱗片繁殖小鱗莖形成之研究。國立中興大學園藝系碩士論文。台中。
- 陳愛葵、江如蘭、周厚高。2005。百合扦插鱗片控溫成球過程中 4 種物質含量的動態變化。武漢植物學研究 23(4): 351-354。
- 種苗改良繁殖場。1996。百合種球生產技術。台灣省政府農林廳種苗改良繁殖場編印。pp. 1-30。
- 寧雲芬、龍明華、陶勁、楊美純、林德健。2008。東方百合鱗片繁殖小鱗莖發生的形態學觀察。廣西植物 28(4): 437-439。
- Beattie, D. J. and J. W. White. 1993. *Lilium*-hybrids and species. The Physiology of Flower Bulbs. Elsevier Amsterdam. 423-454 pp.
- De Klerk, G. J. 2009. A cold treatment promotes both sprouting and sink strength of lily bulblets. Propag. Ornam. Plants 9: 102-106.
- Dubois, M., D. A. Gilles, J. K. Hamilton, P. A. Rebers, and F. Smith. 1956. Colorimetric method for the determination of sugars and related substances. Anal. Chem. 28: 350-356.
- Gray, K. D. 1974. Initiation and development of *Lilium longiflorum* Thunb. bulb scales as affected by temperature and daylength. MS thesis. Oregon State University, America.
- Kweon, Y. Y. and K. B. Woon. 2006. Effect of scale position and cutting condition on the bulblet growth in perforated polyethylene film bag in scaling of *Lilium longiflorum* 'Gelria'. Korean J. Hortic. Sci. Technol. 24(2): 279-284
- Langens-Gerrits, M. M., W. B. Miller, A. F. Croes, and G. J. De Klerk. 2003a. Effect of low temperature on dormancy breaking and growth after planting in lily bulblets regenerated *in vitro*. Plant Growth Regul. 40: 267-275.
- Langens-Gerrits, M., A. M. Kuijpers, G. J. De Klerk, and A. Croes. 2003b. Contribution of explant carbohydrate reserves and sucrose in the medium to bulb growth of lily regenerated on scale segments *in vitro*. Physiol. Plant. 117: 24-255.
- Langens-Gerrits, M., H. Lilien-Kipnis, T. Croes, W. B. Miller, C. Kollöffel, and G. J. De Klerk. 1996. Bulb growth in lily regenerated *in vitro*. Acta Horticulture. 430: 267-274.
- Li, X. Y., C. X. Wang, J. Y. Cheng, J. Zhang, J. A. T. Silva, X. Y. Liu, X. Duan, T. L. Li, and H. Sun. 2014. Transcriptome analysis of carbohydrate metabolism during bulblet formation and development in *Lilium davidii* var. unicolor. BMC Plant Biology. 14: 358.
- Lian, M. L., D. Chakrabarty, and K. Y. Paek. 2003. Bulblet formation from bulb scale segments of *Lilium* using bioreactor system. Biol. Plant. 46: 199-203.

- Marasek-Ciolakowska, N., T. Nishikawa, D. J. Shea, and K. Okazaki. 2018. Breeding of lilies and tulips—Interspecific hybridization and genetic background. *Breeding Sci.* 68: 35-52.
- Marinangeli, P. A., L. F. Hernández, C. P. Pellegrini, and N. R. Curvetto. 2003. Bulblet differentiation after scale propagation of *Lilium longiflorum*. *Soc. Hort. Sci.* 128(3): 324-329.
- Matsuo, E. and J. M. Van Tuyl. 1986. Early scale propagation result in forcible bulbs of easter lily. *HortScience* 21: 1006-1007.
- Matsuo, E., A. Nonaka, and K. Arisumi. 1977. Some factors influencing the type of leaf development (plant type) of scale bulblets of easter lily, *Lilium longiflorum*. *Bull. Faculty Agr. Kagoshima Univ.* pp. 37.
- Miller, W. B. 1993. *Lilium longiflorum*. In: De Hertogh, A. and M. Le Nard (ed.) *The physiology of flower bulbs*. Elsevier, Amsterdam. pp. 391-422.
- Miller, W. B. and R. W. Langhans. 1990. Low temperature alters carbohydrate metabolism in Easter lily bulbs. *HortScience* 25(4): 463-465.
- Míngfang, Z. and G. Jia. 2014. The effects of sucrose concentration and light condition on lily's bulblet-in-tube production and inclusion content. *Pak. J. Bot.* 46(1): 307-315.
- Rees, T., W. L. Dixon, C. J. Pollock, and F. Franks. 1981. Low temperature sweetening of higher plants. In: *Recent advances in the biochemistry of fruits and vegetables*. Academic Press, New York. USA. 41-61.
- Roh, S. M. 1981. Dormancy and maturity in the bulbil of *Lilium lancifolium*, 2: influence of the temperature treatment on the growth and flowering response. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 22(3): 199-208.
- Shin, K. S., D. Chakrabarty, and K. Y. Paek. 2002. Sprouting rate, change of carbohydrate contents and related cold treatment of lily bulblets regenerated *in vitro*. *Scientia Hort.* 96: 195-204.
- Van Tuyl, and J. M. 1983. Effect of temperature treatments on the scale propagation of *Lilium longiflorum* 'White Europe' and *Lilium* ×'Enchantment'. *HortScience* 18(5): 754-756.
- Zhang, W., L. Song, J. A. Teixeira da Silva, and H. Sun. 2013. Effects of temperature, plant growth regulators and substrates and changes in carbohydrate content during bulblet formation by twin scale propagation in *Hippeastrum vittatum* 'Red lion'. *Scientia Hort.* 160: 230-237.

Study on Lily Scaling Propagation in Zipper Bag

Ying-Xuan Chen¹⁾ Cheng Chang²⁾

Key words: Bulblet, Starch, Total soluble sugar, Bulb development, Temperature treatment

Summary

In order to improve the scaling propagation efficiency of lily in the zipper bag, this experiment observed the development of bulblets and fresh weight during scaling, and discussed the effect of temperature on the growth of bulblets. The total soluble solid content of mother scales decreased rapidly in 4-6 weeks. At this time, the fresh weight of bulblets increased rapidly, and the starch content of bulblets increased significantly at 6-10 weeks, and the fresh weight continue growing until 12 weeks. There was no significant difference in the fresh weight of bulblets after 12-16 weeks, and scaling is better controlled in 12 weeks. Compared with 28 °C, the lower temperature of 22°C and 25 °C is beneficial to increase sink strength. Therefore, the fresh weight and size of bulblets are best formed at 22°C and 25 °C. The number of roots is less when scaling at 25 °C than scaling at 22 °C. It is beneficial to the subsequent operation of transplanting seedling. In order to enlarge bulblets and maintain consistent quality of seedling cultivation, it is necessary to treat the bulblets at low temperature before planting. The emergence rate of leaf after treatment at low temperature of 5 °C for 6 weeks is 98.6%, and the emergence rate of leaf without low temperature treatment is only 22.6%.

1) Graduate student in M. S. Program, Department of Horticulture, National Chung Hsing University.

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